PROCESO GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO

FORMATO INFORME MENSUAL EJECUCIÓN CONTRACTUAL

Barranquilla, Junio de 2023

Señor (a)
ANDRES MAURICIO AGUIRRE ANTOLINEZ
SUPERVISOR(A) CONTRATO No. **4494913**
Coordinador Tic y Energías
TIC Y Energía
Barranquilla

Asunto: Informe mensual de ejecución contractual
Mes Junio del año 2023

Referencia: No 4494913 del año 2023

MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ, identificado con la cédula de ciudadanía No. 72.275.235 de Barranquilla, en mi calidad de Contratista del SENA, en TIC Y Energía, en cumplimiento del Contrato de Prestación de Servicios de la referencia, a continuación presento el Informe de actividades realizadas en el mes objeto de cobro.

Valor y forma de Pago: e). un pago correspondiente al mes de Junio de 2023 por valor de (3.582.200). Los honorarios serán pagados por el SENA al contratista de acuerdo al cronograma definido por la Dirección Administrativa y Financiera de la Dirección General, en la cuenta de Ahorros No. 40425422964 Bancolombia, cuyo titular es el Contratista.

Plazo: Será hasta el 30 de Junio de 2023.

OBJETO:
Prestar servicios profesionales como instructor para impartir formación profesional titulada y complementaria en el área de electricidad industrial de acuerdo con la programación académica del SENA Centro Nacional Colombo Alemán

Obligaciones Especificas: *(Trascriba las obligaciones especificas del contrato, dentro del siguiente cuadro)*

No	Obligaciones	Acciones realizadas	Evidencias
1	1. Formular el proyecto formativo, planeación pedagógica del proyecto y recursos didácticos (Guías de aprendizaje, Instrumentos de evaluación y material de apoyo). para el desarrollo de las competencias del programa de formación según lineamientos del procedimiento y guía de desarrollo curricular.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus

2	Realizar el alistamiento de las actividades de aprendizaje a orientar teniendo en cuenta: Ambientes, números de aprendices, disponibilidad de equipos, modalidad de formación, y duraciones establecidas en las guías de aprendizaje para el logro de los resultados de aprendizaje del programa.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
3	Realizar las actividades de inducción a los aprendices utilizando el ambiente virtual dispuesto (LMS) acorde a lo establecido en la circular de inducción vigente y guía de desarrollo del proceso formativo.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
4	Asociar aprendices a la ruta de aprendizaje en el aplicativo sofia plus dispuesto por la entidad.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
5	Orientar el desarrollo de las actividades de aprendizaje promoviendo el aprendizaje significativo, la solución creativa de problemas, el desarrollo de las estrategias para el aprendizaje autónomo, el uso de las TIC´s, el trabajo colaborativo, planteando acciones de refuerzo, mejoramiento y apoyo que motiven y fundamenten al aprendiz para el desarrollo de sus competencias según lo establecido en el procedimiento de ejecución de la formación profesional integral	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
6	Utilizar herramientas tecnológicas que el SENA brinda para la gestion del aprendizaje y apoyo de los procesos formativos, para organizar y desarrollar actividades de aprendizaje y llevar el registro de portafolio de evidencias.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
7	Registrar oportunamente en aquellos casos de	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir	Reporte de SOFIA Plus

	inasistencias,deserciones, condicionamientos de matriculas, cancelación de matriculas, en el aplicativo SOFIA PLUS de acuerdo con lo establecido en el reglamento del aprendiz vigente.	formación a los programas de formación asignados.	
8	Emitir juicios de evaluación con base a la valoración de las evidencias de aprendizaje, las características y las premisas de evaluación del aprendizaje descritas en las guías para desarrollar el proceso formativo.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
9	Realizar evaluación del desarrollo del programa ante el equipo pedagógico del centro estableciendo pertinencia del programa, índice de deserción, y observaciones para la mejora de los contenidos curriculares del programa de formación.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
10	Atender con oportunidad y eficiencia las sugerencias indicadas por el supervisor del contrato para el cabal cumplimiento de sus obligaciones contractuales.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
11	Apoyar los procesos Relacionados con investigación, ciencia, tecnología e innovación, del centro de formación en caso de ser requerido o estar interesado en participar.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
12	Reportar en el sistema sofia plus en un plazo maximo de 3 dias, todas las actividades de acuerdo con los procesos que son de su responsabilidad, garantizando la calidad de la informacion y su coherencia con el proceso formativo, tales como: Registro de los juicios evaluativos, creación de rutas y asociación de aprendices, registro de juicios evaluativos del proyecto aprobado.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
13	Cumplir con la entrega de productos a los que se	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los	Reporte de SOFIA Plus

	comprometió en la formulación del proyecto aprobado.	programas de formación asignados.	
14	Participar en las actividades de divulgación de ciencia y tecnología organizados por los centros de formación.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
15	Presentar informes mensuales en los cuales se evidencie los avances respecto al cumplimiento de los indicadores, metas u objetivos propuestos para el área y/o proceso en el que el interviene y un informe al terminar el contrato.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
16	Utilizar y cuidar los ambientes, maquinarias, materiales, vehículos o equipos y/o herramientas que disponga para realizar la formación. una vez finalizado el contrato reintegrar y/o devolver los bienes para la cabal ejecución del contrato.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
17	Inscribirse y certificarse en los procesos de certificación de competencias laborales que apliquen a la función de instructor.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
18	Participar interdisciplinariamente en el desarrollo curricular así como en la evaluación del aprendizaje.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
19	Apoyar en los procesos de pruebas, talleres aptitudinales y/o selección de aprendices.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus

A continuación relaciono los desplazamientos que realicé previo a la presentación de este informe. Una vez finalizado cada desplazamiento presenté al ordenador del gasto el informe en el Formato Informe Legalización Desplazamiento Contratista GTH-F-087, en el que se describieron las actividades desarrolladas y los resultados de cada desplazamiento. Cada informe cuenta con el visto bueno del Supervisor.

Se lista a continuación el soporte de la legalización de los desplazamientos realizados, los cuales forman parte integral del presente informe de ejecución contractual.

ITEM	No DE LA ORDEN DE VIAJE	LUGAR DE DESPLAZAMIENTO	FECHAS DE DESPLAZAMIENTOS	
			INICIO	FINALIZACIÓN

Nota 1: *Por cada desplazamiento que haya realizado el contratista, adjuntará el respectivo informe que la soporte. En caso de haber realizado el desplazamiento en fecha posterior a la presentación del informe de ejecución contractual, deberá reportarlo en el siguiente informe de ejecución contractual.*

Para el trámite de la cuenta me permito adjuntar: Documentos electrónicos enunciados como evidencias del cumplimiento de las obligaciones contractuales y los desplazamientos realizados y el No. 7880899505 de la planilla, operador y periodo. (Decreto Ley 2106 de 2019 – " *Decreto Ley Antitrámites"*)

Declaración bajo la gravedad de juramento.

Me permito declarar **bajo la gravedad de juramento** que durante el periodo objeto de cobro SI____NO__X_ he suscrito otro u otros contratos con entidade(s) del Estado el (los) cual(es) se encuentra(n) en ejecución; la anterior declaración de acuerdo con lo establecido en el numeral 5º de la Directiva Presidencial No. 001 de 2022, a fin de identificar potenciales conflictos de interés y hacer la gestión del riesgos para la toma de decisiones dentro del principio de la debida diligencia frente a la ejecución de los contratos de prestación de servicios profesionales o de apoyo a la gestión.

Nota: En el evento de señalar **SI,** el análisis efectuado por el supervisor y ordenador de pago deberá quedar documentado y publicado en el SECOP II en los documentos relacionados en el archivo Gestión Contractual GC_ del periodo objeto de cobro.

Evidencias en () folios

Cordialmente,

MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ
Contratista
C.C. No. 72.275.235

Recibí a satisfacción:

ANDRES MAURICIO AGUIRRE ANTOLINEZ
Supervisor(a) Contrato 4494913 de 2023
Coordinador Tic y Energías

GUÍA DE APRENDIZAJE N.º 1

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUIA DE APRENDIZAJE

<table>
<tr><td>Programa de Formación:
MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO INDUSTRIAL</td><td>Código: 223201
Versión: 100</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Nombre del Proyecto:
MANTENIMIENTO MECÁNICO Y ELECTRICO DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL CENTRO METALMECÁNICO</td><td>Código:235130</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Fase del proyecto:
EJECUCION</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Actividad (es) del Proyecto:
DETECTAR FALLAS ELECTRICAS</td><td rowspan="2">Actividad (es) de Aprendizaje:
ORDEN DESARROLLO COGNITIVO.

AC0: Identificar y analizar la competencia, los resultados de aprendizaje, la estrategia basada en el aprendizaje por proyectos, los contenidos programáticos, concertación de actividades a realizar y metodología de evaluación.

AC1: Reconocer la arquitectura interna de los PLC sus periféricos, entradas, salidas y la manera de integrarlos a los sistemas industriales teniendo en cuenta los parámetros técnicos y eléctricos del montaje.

ORDEN DESARROLLO PROCEDIMENTAL:

AP1: Emplear adecuadamente los algoritmos y lenguajes de programación en el diseño de soluciones industriales con</td><td rowspan="2">Ambiente de formación ESCENARIO (Aula, Laboratorio, taller, unidad productiva) y elementos y condiciones de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente

1. Ambientes de formación

2.Plataforma blackboard

3. Bibliotecas</td><td colspan="2">MATERIALES DE FORMACIÓN</td></tr>
<tr><td>DEVOLUTIVO (Herramienta - equipo)

1. Multímetro digital.

2. Osciloscopio.

3. Pinza. voltiamperimetrica.

4. Cautines.

5. Herramientas manuales (alicates, cortafríos, destornilladores de estrella y pala, pinzas de punta, pinzas planas,)

6. PLC´s.

7. Computadores.</td><td>CONSUMIBLE (unidades empleadas durante el programa)

1. Resistencias.
2. Potenciómetros.
3. Condensadores.
4. Diodos LED.
5. diodos rectificadores.
6. Transformadores.
7. Motores DC.
8. Integrados.
9. Transistores.
10. Reguladores.
11. Soldadura de estaño. universales.
12. Protoboard.
13. Pomada.
14. Desoldador.
15. Puntas de Cautín.
16. cable.</td></tr>
</table>

	PLC´s siguiendo un procedimiento de programación ordenado. **ORDEN DESARROLLO VALORATIVO ACTITUDINAL:** **AVA1:** Analizar las ventajas y desventajas de los procesos industriales implementados con PLC´s así como la importancia de documentar eficientemente los cambios, reparaciones y diseños en las máquinas y procesos.			
Resultados de Aprendizaje: 3043 - DESMONTAR Y MONTAR ELEMENTOS O SISTEMAS ELÉCTRICOS DE LAS MÁQUINAS INDUSTRIALES PARA REEMPLAZARLOS O REPARARLOS	Competencia: 280501013 - CORREGIR DE UN BIEN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE ACUERDO A SUS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.			
Duración de la guía (en horas):	10			

2. INTRODUCCIÓN

¡Apreciado Estudiante!

En el ambiente laboral de hoy día se hace necesario que el tecnólogo en electricidad industrial, tenga conocimientos adicionales en programación de PLC´s que le permitan cumplir con su labor de una manera más técnica y eficiente, pues las máquinas con las que se involucran incorporan esta tecnología en sus sistemas de funcionamiento. Esta guía pretende que usted se acerque al mundo de los PLC´s de forma sencilla, permitiéndole adquirir conocimientos básicos sobre el tema para realizar diagnósticos elementales.



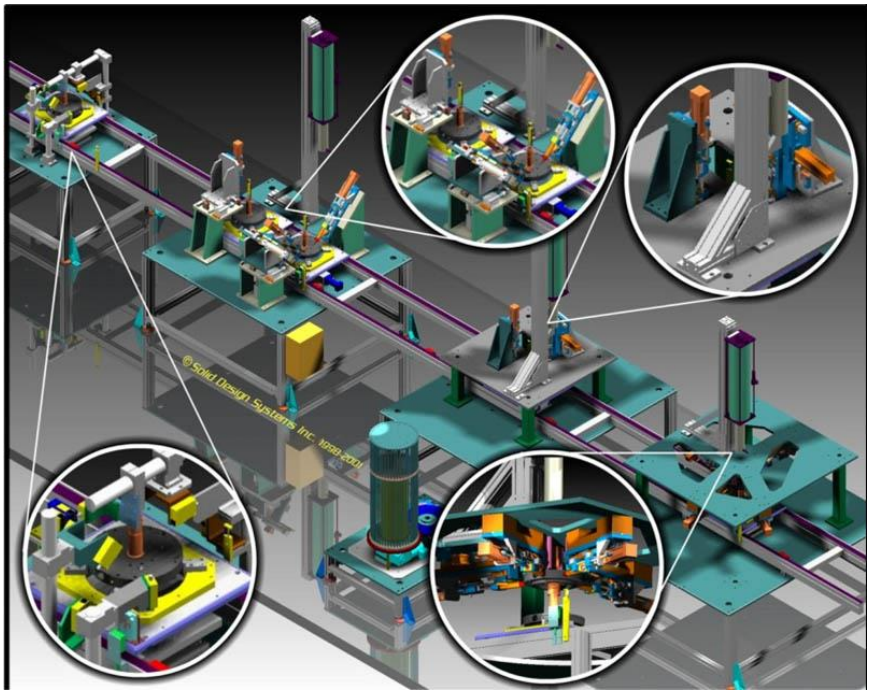
El éxito en el desarrollo de la guía depende de la responsabilidad con que usted desarrolle las actividades propuestas, recuerde que el instructor lo acompañará en este proceso y que es muy importante recoger en su portafolio las evidencias que se indican cuando se le autorice para ello.

3. ESTRUCTURACION DIDACTICA DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

3.1 Actividades de Reflexión inicial.

La empresa **PIÑONTECH** de Colombia industria especializada en la fabricación de piñones y bujes para robots, presenta problemas en el funcionamiento de uno de sus subproceso de clasificación de piñones, por tal motivo están buscando personal capacitado para repotenciar con PLC y HMI dicho proceso.

La idea es instalar PLC´s y HMI´s en este subproceso para luego programarlo de acuerdo con el funcionamiento original de la máquina. La empresa como condición solicita que se documente completamente el proceso de repotenciación y programación.



¿Estaría usted en condiciones de repotenciar dicho proceso?... si su respuesta es **SÍ**, describa la forma como llevaría a cabo el procedimiento paso a paso de diseño y programación de estos subprocesos. **De lo contrario** inicie con una investigación sobre los siguientes conceptos y datos importantes para repotenciar la máquina.

1. **¿Qué entiende por automatización y cuáles son los objetivos de la misma?**
2. **¿Qué es y qué significa las siglas PLC?**
3. **¿Que son bits y Bytes? Indique la capacidad de cada uno y el rango de datos que se pueden guardar en cada uno de ellos.**
4. **Describa las principales características de las siguientes memorias (RAM, ROM, EPROM, EEPROM) y su función principal en un sistema digital.**
5. **Cuáles son los criterios que se deben tener en cuenta a la hora de elegir un PLC para determinada aplicación.**
6. **Cuáles son los principales lenguajes de programación de un PLC.**
7. **¿Qué son los algoritmos de programación? Investigue los siguientes (pseudocódigo, Grafcet, diagramas de flujo, esquemas de fase-tiempo)**
8. **¿Qué es el lenguaje de programación Ladder?**

3.2 Actividades de contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje.)

Actividad 1:

En la Figura 1 se entregan nueve (9) PLC con sus características técnicas. Con base en la información brindada responda las siguientes 6 preguntas.

Evidencia actividad 1:

1. **¿Cuáles PLC pueden ser programados en lenguaje LADDER y cuáles en lenguaje de bloques?**
2. **¿Cuáles PLC funcionan con fuente de alimentación alterna?**
3. **¿Cuáles PLC poseen el menor número de entradas digitales?**
4. **¿Cuál es el rango de voltaje permitido para los PLC que poseen entradas análogas?**

5. **Existe un proyecto en el cual se tienen 5 interruptores, 7 bombillas y una entrada que varía de 0 a 8 voltios; la fuente a utilizar es directa (no alterna) y el programador solo sabe lenguaje de bloques ¿Cuáles PLC de los mostrados en la tabla, recomendaría utilizar para dicho proyecto?**

6. **¿Qué diferencia hay entre una salida digital a RELÉ y una ESTÁTICA?**

Actividad 2:

Un controlador lógico programable consta de entradas y salidas. Es importante saber clasificar los elementos que se conectaran para determinar si son elementos de salida o entrada al PLC.

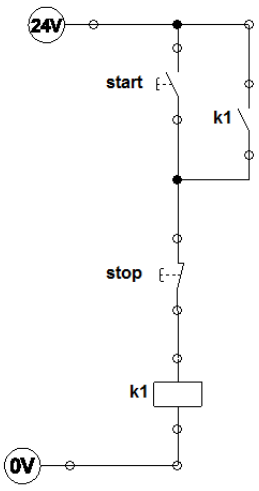
A continuación, se presentan los siguientes elementos para su clasificación: bomba, sensor inductivo, bombillo, motor, interruptor, termocupla, led, válvula, actuador, final de carrera y obturador.

Evidencia actividad 2:

Elabore un mapa conceptual definiendo cada uno de los elementos de la actividad 2 y clasificándolos cuales se pueden utilizar como entradas o salidas.

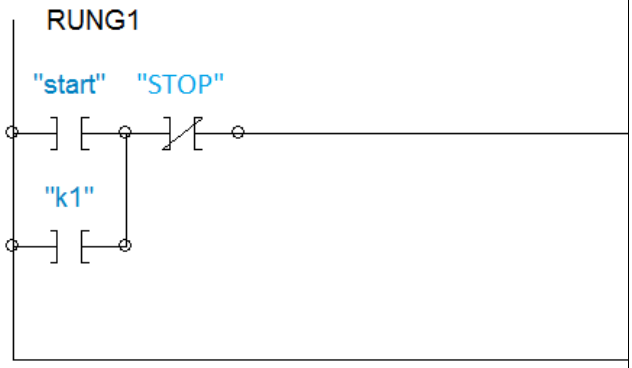
Actividad 3:

El lenguaje de programación LADDER tiene una fuerte relación con los esquemas lógicos cableados (Esquemas de control), por tal motivo este lenguaje se basa principalmente en contactos abiertos y cerrados. La digitalización de estos esquemas de control cableado hace del PLC una herramienta poderosa para implementar casi cualquier tipo de control en máquinas y procesos.



Lógica Cableada

Lógica Programada



Evidencia actividad 3:

Escriba en la tabla 4 ventajas y desventajas de los esquemas de control cableado (Armarios de control) vs los esquemas de control programados (PLC)

Esquemas de control cableado (Armarios de control)	Esquemas de control programados (PLC)

Actividad 4:

En los PLC existen salidas tipo SET/RESET que en la lógica cableada no existen. Este tipo de salidas nos permiten eliminar auto retenciones y generar memorias que ayudaran a nuestros programas a ser más sencillos y robustos.

Evidencia actividad 4:

En base al conocimiento previo en control eléctrico que usted debe dominar en la actualidad, convierta el esquema de control de un arranque directo de un motor trifásico a un esquema ladder usando memorias SET/RESET

Actividad 5:

Existen muchos métodos interesantes para diseñar programas en PLC que apuntan a solucionar problemas industriales. Estos métodos hacen que los diseños sean más sencillos, óptimos y confiables, a continuación, enumeramos 8 pasos importantes que permitirán al programador alcanzar el éxito en el diseño de un programa.

1. Comprender el problema.
2. Verificar o diseñar el esquema de potencia.
3. Diseñar el Layout del PLC.

4. Hacer lista de asignaciones.
5. Diseñar un algoritmo de solución al problema planteado.
6. Programar el PLC en el lenguaje específico.
7. Verificación de la aplicación.
8. Entrega de la maquina funcionando.

Evidencia actividad 5:

Explique uno a uno los pasos anteriormente descritos y mencione la importancia que tiene en el proceso de programación de PLC´s.

3.3 Actividades de apropiación del conocimiento (Conceptualización y Teorización).

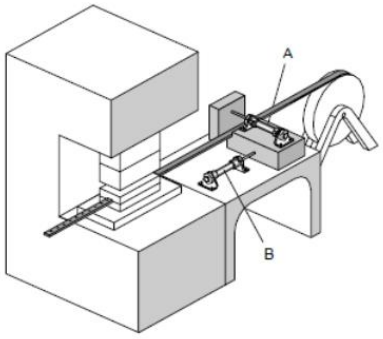
Actividad 6:

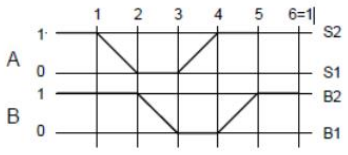
Soluciones los siguientes problemas típicos de la industria usando el procedimiento de programación descrito en la actividad 5 y simúlelos en el software específico que haya acordado con el instructor.

evidencia 6:

Perforadora

Una tira de metal es alimentada por un tambor hacia la herramienta de corte. La unidad de alimentación arranca solamente si la herramienta de presión está en la posición superior (simular la Perforadora con un cilindro de doble efecto con sensores de posición C0 y C1 para posición superior y abajo respectivamente). El cilindro A mantiene presionada la tira de mental mientras el cilindro B la retrae, en este momento la máquina perfora se activa. El cilindro A libera la cinta y el cilindro B retorna a su posición final (B1).





Condiciones especiales de operación.

La unidad de alimentación de la tira de metal debe estar provista con un switch o botón principal START. Cuando la máquina haya perforado la tira de metal, una señal óptica (piloto) debe encenderse para indicar que debe presionarse START para que la siguiente parte de la tira sea perforada

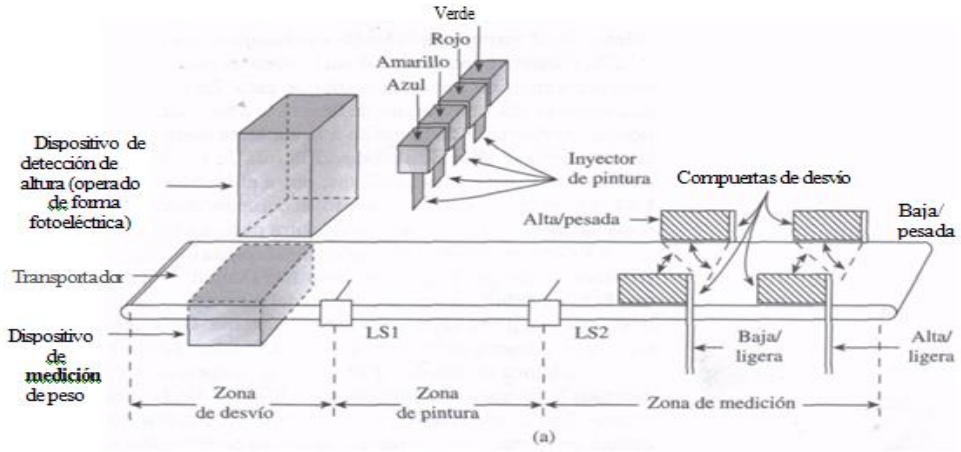
Evidencia 7.

Clasificador de cajas

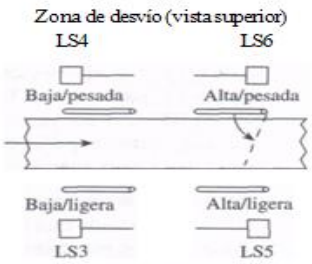
Partes manufacturadas de distintos tamaños y pesos llegan al transportador, deslizándose a la derecha. Un detector de altura mide la altura de cada parte y la clasifica como baja o alta, dependiendo de si la parte se encuentra por debajo o por arriba de cierta altura predefinida.

Asimismo, un dispositivo de medición de peso las clasifica en ligeras o pesadas dependiendo de si se encuentra por arriba o por debajo de un cierto peso predefinido. Por tanto, cada parte puede colocarse en una de cuatro clasificaciones generales: (1) baja/ligera, (2) baja/pesada, (3) alta/ligera o (4) alta/pesada. (Los sensores de altura y de peso se simulan con pulsadores de enclavamiento)

A medida que la parte entra en la zona de pintura, se abre una de las cuatro válvulas de solenoide de pintura, aplicando una franja de pintura cuando la parte se desplaza por debajo de ella. Cuando la parte abandona la zona de pintura e ingresa a la zona de desvío, pulsa a LS2, final de carrera de rodillo. En este momento, la válvula de pintura se cierra y una de las cuatro compuertas de desvío se abre hacia fuera. Cuando la parte toca la compuerta de desvío, es desviada de la banda a la canaleta apropiada. La figura (b) indica la forma como la compuerta se abre para bloquear la ruta de la parte en movimiento. A medida que la parte se desliza hacia una de las canaletas, pulsa el interruptor de límite montado en ésa canaleta; LS3, LS4, LS5 o LS6. En este momento, la compuerta de desvío regresa a su posición normal, y el sistema se encuentra listo para recibir otra parte en la zona de medición.



(a)



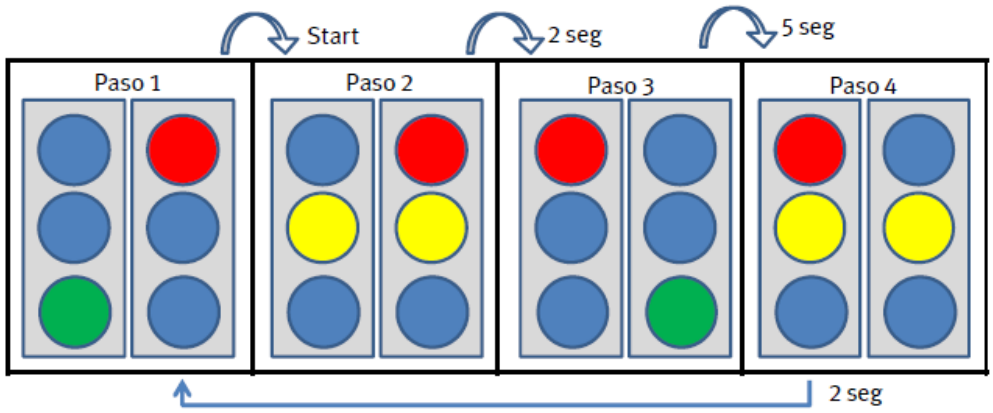
(b)

Las partes deben manejarse de tal forma que no pueda entrar una parte nueva a la zona de medición hasta que la parte anterior haya dejado libre los interruptores de límite de las canaletas. Esto es debido a que el sistema debe mantener la clasificación de altura/peso de una parte hasta que esa parte haya despejado el sistema. Debe guardar la clasificación porque debe mantener la compuerta abierta de desvío adecuada hasta que la parte haya abandonado la banda.

Evidencia 8:

Semáforo

El ejercicio consiste en el control de dos semáforos para una intersección. Este control se realizará a través de un pulsador de Start, cada vez que se presione este, las luces deben realizar la siguiente transición:



Así, en cada uno de los pasos puede observarse el conjunto de los dos semáforos en su respectivo color, las flechas adicionalmente indican las transiciones que deben cumplirse para continuar con la secuencia, así por ejemplo para pasar del paso 3, al paso 4, se debe cumplir con un tiempo de espera de 5 segundos.

3.4 Actividades de transferencia del conocimiento.

Actividad 9:

Entregar debidamente desarrollado el procedimiento de programación y la maquina funcionando es responsabilidad del programador, esto muestra el profesionalismo que lo caracteriza.

Evidencia actividad 9:

Entregue la maquina asignada por el instructor funcionando en su programación y el manual de funcionamiento de esta incluyendo planos (Eléctricos, Neumáticos, Hidráulicos) si los requiere, Procedimiento de programación, recomendaciones de operación, y consideraciones de seguridad.

3.5 Actividades de evaluación.

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos Evaluación
Evidencias de Conocimiento: EC1 mapa conceptual sobre la identificación de la competencia. EC2 Desarrollo de la guía 1 de aprendizaje sobre terminología, arquitectura, lenguaje de	1. IDENTIFICA CON COHERENCIA LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE CONTROL, MANDO, POTENCIA Y PROTECCIÓN EN LAS MÁQUINAS INDUSTRIALES DE ACUERDO CON LOS MANUALES DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA. 2. ESTABLECE CON COHERENCIA PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN,	1. Cuestionario de preguntas. 2. Lista de chequeo.

programación y procedimientos de diseño de software. **Evidencias de Desempeño:** ED1 Análisis, diseño, solución y simulación en software específico de 2 casos industriales presentando documentación de soporte. **Evidencias de Producto:** EP1 Presentación de manual, planos layout, diseño y programación de software de la maquina asignada según orden de trabajo.	FABRICACIÓN O DISEÑO A PARTIR DE LAS CAUSAS DE FALLA O AVERÍA CON BASE A LAS NORMAS DE LA EMPRESA. 3. REALIZA EN FORMA ORDENADA LOS PLANOS DE ELEMENTOS A RECONSTRUIR O FABRICAR DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES TÉCNICAS DEL REPUESTO. 4. ACTUALIZA MANUALES DE PROCEDIMIENTO Y FICHAS ESTÁNDAR, DOCUMENTAR LA ORDEN DE TRABAJO.	

4. RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DURACIÓN (Horas)	Materiales de formación devolutivos: (Equipos/Herramientas)		Materiales de formación (consumibles)		Talento Humano (Instructores)		AMBIENTES DE APRENDIZAJE TIPIFICADOS
		Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad	Especialidad	Cantidad	ESCENARIO (Aula, Laboratorio, taller, unidad productiva) y elementos y condiciones de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente
DETECTAR FALLAS ELECTRICAS	80	1. Multímetro digital. 2. Osciloscopio. 3. Pinza. voltiamperimetrica. 4. Cautines. 5. Herramientas manuales (alicates, cortafríos, destornilladores de estrella y pala, pinzas de punta, pinzas planas,) 6. PLC´s. 7. Computadores.	1 Juego por grupo de trabajo	1. Resistencias. 2. Potenciómetros. 3. Condensadores. 4. Diodos LED. 5. diodos rectificadores. 6. Transformadores. 7. Motores DC. 8. Integrados. 9. Transistores. 10. Reguladores. 11. Soldadura de estaño. 12. Protoboard. 13. Pomada. 14. Desoldador. 15. Puntas de cautín. 16. cable.		Oscar Mauricio Galvis		1. Ambientes de formación 2.Plataforma blackboard 3. Bibliotecas

5. GLOSARIO DE TERMINOS

Layout: La palabra Layout sirve para hacer referencia al esquema que será utilizado y cómo están distribuidos los elementos y formas dentro de un diseño.

Algoritmo: Conjunto ordenado de operaciones sistemáticas que permite hacer un cálculo y hallar la solución de un tipo de problemas.

Lenguaje de programación: Un lenguaje de programación es un lenguaje formal diseñado para expresar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras

6. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

7. CONTROL DEL DOCUMENTO (ELABORADA POR)

MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ
Ing. Electrónico – Ing. Eléctrico.

Controladores lógicos programables –PLC– 2

Partes 1, 2 y 3

MINISTERIO de EDUCACIÓN CIENCIA y TECNOLOGÍA PRESIDENCIA de la NACIÓN

inet
Instituto Nacional de Educación Tecnológica

serie/desarrollo de contenidos
colección/fluídica y controladores lógicos programables

Autoridades

Presidente de la Nación
Néstor C. Kirchner

Ministro de Educación, Ciencia y Tecnología
Daniel Filmus

Directora Ejecutiva del Instituto Nacional de Educación Tecnológica
María Rosa Almandoz

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica
Juan Manuel Kirschenbaum

Especialista en contenidos

- Norberto Molinari

Todos los derechos reservados. Ley 11.723
Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Instituto Nacional de Educación Tecnológica
Saavedra 789. C1229ACE
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
República Argentina

serie/desarrollo de contenidos

Colecciones

- Autotrónica
- Comunicación de señales y datos
- Diseño gráfico industrial
- Electrónica y sistemas de control
- Fluídica y controladores lógicos programables
    1. Tecnología neumática
    2. Controladores lógicos programables –PLC–
- Gestión de la calidad
- Gestión de las organizaciones
- Informática
- Invernadero computarizado
- Laboratorio interactivo de idiomas
- Procesos de producción integrada
- Proyecto tecnológico
- Unidades de cultura tecnológica

Índice

El Centro Nacional de Educación Tecnológica 7

¿De qué se ocupa *"Controladores lógicos programables –PLC–"*? 9

1. Controladores lógicos programables
   - ¿Qué es y para qué sirve un PLC? 13
   - Antecedentes históricos 13
   - Campo de aplicación 15
   - Ventajas e inconvenientes de los PLC 16
   - Estructura de los PLC 17
   - Cómo funciona internamente un PLC, y toma las distintas decisiones y acciones 22

2. Manejo, instalación y conexionado
   - 1. Puesta en marcha 27
   - 2. Programación 28
   - 3. Conexionado de entradas y salidas 28
   - 4. Instalación, puesta a punto y mantenimiento 36

3. Introducción a la programación
   - Instrucciones y programas 43
   - Ejecución de programas 46
   - Lenguajes de programación típicos 48
   - Asignaciones de programas 49
   - Consideraciones previas sobre la programación Ladder 50
   - Usando memorias 58
   - Usando timers 61
   - Usando contadores 64
   - Formas de representación de las fases operativas de la máquina 66

Anexo 1. Otros lenguajes de programación: Estructura de lenguaje STL 93

Anexo 2. Otros lenguajes de programación: Estructura del lenguaje Grafcet 128

El Centro Nacional de Educación Tecnológica

Generar valor con equidad
en la sociedad del conocimiento.

La misión del Centro Nacional de Educación Tecnológica –CeNET– comprende el diseño, el desarrollo y la implementación de proyectos innovadores en el área de la educación tecnológica y de la educación técnico profesional, que vinculan la formación con el mundo del trabajo.

Acorde con esta misión, el CeNET tiene como propósitos los de:

- Constituirse en referente nacional del Sistema de Educación Tecnológica, sobre la base de la excelencia de sus prestaciones y de su gestión.
- Ser un ámbito de capacitación, adopción, adaptación y desarrollo de metodología para la generación de capacidades estratégicas en el campo de la Educación Tecnológica.
- Coordinar, mediante una red, un Sistema de Educación Tecnológica.
- Favorecer el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas, a través del sistema educativo.
- Capacitar en el uso de tecnologías a docentes, jóvenes, adultos, personas de la tercera edad, profesionales, técnicos y estudiantes.
- Brindar asistencia técnica.
- Articular recursos asociativos, integrando los actores sociales interesados en el desarrollo del Sistema de Educación Tecnológica.

Desde el CeNET venimos trabajando, así, en distintas líneas de acción que convergen en el objetivo de reunir a profesores, a especialistas en Tecnología y a representantes de la industria y de la empresa, en acciones compartidas que permitan que la Educación Tecnológica se desarrolle en la escuela de un modo sistemático, enriquecedor, profundo... auténticamente formativo, tanto para los alumnos como para los docentes.

Una de nuestras líneas de acción es la de **diseñar, implementar y difundir trayectos de capacitación y de actualización.** En CeNET contamos con quince unidades de gestión de aprendizaje en las que se desarrollan cursos, talleres, pasantías, encuentros, destinados a cada educador y a cada miembro de la comunidad que desee integrarse en ellos:

- Autotrónica.
- Centro multimedial de recursos educativos.
- Comunicación de señales y datos.
- Cultura tecnológica.
- Diseño gráfico industrial.
- Electrónica y sistemas de control.
- Fluídica y controladores lógicos programables.
- Gestión de la calidad.
- Gestión de las organizaciones.
- Informática.
- Invernadero computarizado.
- Laboratorio interactivo de idiomas.
- Procesos de producción integrada. CIM.
- Proyecto tecnológico.
- Simulación por computadora.

Otra de nuestras líneas de trabajo asume la responsabilidad de **generar y participar en redes** que integren al Centro con organismos e instituciones educativos ocupados en la Educación Tecnológica, y con organismos, instituciones y empresas dedicados a la tecnología en general. Entre estas redes, se encuentra la que conecta a CeNET con los Centros Regionales de Educación Tecnológica –CeRET– y con las Unidades de Cultura Tecnológica instalados en todo el país.

También nos ocupa la tarea de **producir materiales didácticos.** Desde CeNET hemos desarrollado cinco series de publicaciones:

- *Educación Tecnológica*, que abarca materiales (uni y multimedia) que buscan posibilitar al destinatario una definición curricular del área de la Tecnología en el ámbito escolar y que incluye marcos teóricos generales, de referencia, acerca del área en su conjunto y de sus contenidos, enfoques, procedimientos y estrategias didácticas más generales.
- *Desarrollo de contenidos,* nuestra segunda serie de publicaciones, que nuclea fascículos de capacitación que pueden permitir una profundización en los campos de problemas y de contenidos de las distintas áreas del conocimiento tecnológico (los quince ámbitos que puntualizábamos y otros que se les vayan sumando) y que recopila, también, experiencias de capacitación docente desarrolladas en cada una de estas áreas.
- *Educación con tecnologías*, que propicia el uso de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación como recursos didácticos, en las clases de todas las áreas y espacios curriculares.
- *Educadores en tecnología*, que focaliza el análisis y las propuestas en uno de los constituyentes del proceso didáctico: el profesional que ensela Tecnología, ahondando en los rasdos de formación, de sus prácticas, de sus procesos de capacitación, de su vinculación con los lineamientos curriculares y con las políticas educativas, de interactividad con sus alumnos, y con sus propios saberes y modos de hacer.
- *Documentos de la escuela técnica*, que difunde los marcos normativos y curriculares que desde el CONET –Consejo Nacional de Educación Técnica– delinearon la educación técnica de nuestro país.

A partir de estas líneas de trabajo, el CeNET intenta constituirse en un ámbito en el que las escuelas, los docentes, los representantes de los sistemas técnico y científico, y las empresas puedan desarrollar proyectos innovadores que redunden en mejoras para la enseñanza y el aprendizaje de la Tecnología.

Buenos Aires, julio de 2004

¿De qué se ocupa "Controladores lógicos programables –PLC–"?

Los cambios que se están produciendo en el mundo del trabajo a partir del desarrollo de procesos de reestructuración –tanto en la producción como en los servicios–, demandan permanentes procesos de actualización y de capacitación de todos los actores sociales involucrados, como así también el desarrollo de nuevas tecnologías.

Hoy, los sistemas informáticos, mecánicos, electrónicos y de comunicaciones (redes y protocolos) se integran entre ellos en un todo armónico y funcional, como un único complejo automático. La automatización –que, en su concepto más amplio, consiste en el control y en la gestión de sistemas automáticos, accionados mediante un conjunto de técnicas y dispositivos particulares– se convierte, así, en el fundamento de todos los procesos industriales avanzados y, en consecuencia, en una disciplina de base común a todas las direcciones de especialización profesional.

Y, como cada cambio tecnológico modifica notablemente la imagen de estas máquinas automáticas –sobre todo, por el efecto de las transformaciones en el campo electrónico, y por el avance de las técnicas eléctricas y electrónicas de control en tecnologías tradicionales como la neumática y la hidráulica– los conocimientos requeridos a quien opera en este sector –proyectando, instalando y manteniendo– aumentan gradualmente y asumen el carácter de capacitación multidisciplinar.

Para que usted avance en esta dirección, desde **Controladores lógicos programables –PLC–** nos proponemos que logre:

- Comprender qué es y para qué sirve un PLC, indagando es su estructura y en la integración funcional de sus componentes.
- Caracterizar los procesos de puesta en marcha, programación, conexionado de entradas y salidas, e Instalación, puesta a punto y mantenimiento de un PLC.
- Tomar decisiones respecto del uso de PLC en determinadas instalaciones.

A lo largo del cursado, iremos proveyéndole información que le permita resolver situaciones problemáticas como ésta:

El problema

La empresa para la cual usted trabaja corresponde al área de bienes y servicios, y se dedica a la actividad de transformación de materia prima: procesa chapas de aluminio para confeccionar envases que contendrán alimentos.

Para esto, está organizada en distintas áreas o sectores –gerencias, administraciones, jefatura de planta, oficina técnica, etc.–. Bajo la órbita de la gerencia de planta se encuentra la oficina técnica en la que usted se desempeña junto a sus pares, conformando un equipo interdisciplinario de ingenieros, técnicos electrónicos, eléctricos, mecánicos y administrativos.

El jefe de la oficina técnica es un ingeniero con una amplia experiencia en tareas de producción de envases de aluminio para la industria alimenticia; se ha desempeña-

do con éxito en el desarrollo de nuevos envases para la conservación de alimentos perecederos, optimizando las tareas de ensamble de dichos recipientes, como así también las de envasado de líneas de alta producción.

Para poder cumplir con la demanda en un mercado en franco crecimiento, la empresa ha adquirido una nueva planta para la confección de latas de aluminio. Las tareas que deben realizar sus colegas en esta planta necesitan de las competencias que usted aporte al equipo.

En reuniones de trabajo, su grupo decide, inicialmente, que la planta de confección de latas requiere una máquina capaz de realizar tareas de estampado, como así también de sistemas de automatización en silos y cintas transportadoras.

En el momento de distribuir las tareas y procedimientos a cumplir por cada uno de los integrantes de la oficina técnica, el jefe del proyecto le encomienda a usted realizar el sistema automático para el estampado de dichas latas de aluminio, teniendo en cuenta, por supuesto, las futuras ampliaciones de éste, las normas de seguridad existentes y la elección del sistema de control óptimo.

Entonces... deberá especificar el sistema de control más adecuado, decidir sobre la lógica de mando de este sistema, detallar en forma precisa las características para la compra del material –teniendo en cuenta la relación costo-beneficio–, asistiendo a sus colegas de la oficina de compras, realizar los planos del cableado, programar los sistemas de control, si fuese necesario, y supervisar su construcción.

Frente a este problema, a lo largo de nuestro módulo lo iremos acompañando en la toma de decisiones.

1. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

La etapa de la lógica cableada está terminando. Otra, la de los PLC, está afianzándose.

Es necesario tomar conciencia de la necesidad de subirse al carro de la nueva etapa lo antes posible; o sea, ahora.

Controlador lógico programable

Un PLC o autómata programable es toda máquina electrónica diseñada para controlar, en tiempo real y en medio industrial, procesos secuenciales. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, cuentas; y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc.

¿Qué es y para qué sirve un PLC?

Se lo puede definir como una «caja negra» en la que existen:

- terminales de entrada a los que se conectan pulsadores, finales de carrera, fotocélulas, detectores;
- terminales de salida a los que se conectan bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas...

La actuación de estos últimos está en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado.

Esto quiere decir que los elementos tradicionales –relés auxiliares, relés de enclavamiento, temporizadores, contadores– son internos.



La tarea del usuario se reduce a realizar el programa –que no es más que la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida–. Pero, el manejo y programación de PLC pueden ser realizados por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos.

Antecedentes históricos

El desafío constante que toda industria tiene planteado para ser competitiva, es el motor impulsor del desarrollo de nuevas tecnologías para conseguir una mayor productividad.

Debido a que ciertas etapas en los procesos de fabricación se realizan en ambientes nocivos para la salud, con gases tóxicos, ruidos, temperaturas extremadamente altas o bajas... y uniendo esta situación a consideraciones de productividad, siempre se pensó en la posibilidad de dejar ciertas tareas tediosas, repetitivas y peligrosas a un ente que no fuera afectado por las condiciones ambientales adversas. Nace, así, la máquina y, con ella, la automatización.

Surgen, entonces, empresas dedicadas al desarrollo de los elementos que hacen posible tal automatización.

Debido a que las máquinas son diferentes y diferentes las maniobras a realizar, se hace necesario crear elementos estándar que, mediante su combinación, permitan al usuario realizar la secuencia de movimientos deseada para solucionar su problema de aplicación particular.

Relés, temporizadores, contadores, fueron y son los elementos con que se cuenta para realizar el control de cualquier máquina. Debido a la constante mejora de la calidad de estos elementos y a la demanda del mercado, que exige mayor y mejor calidad en la producción, el número de etapas en los procesos de fabricación controlados de forma automática se va incrementando.

Comienzan, entonces, a aparecer problemas: los armarios o tableros de maniobra en donde se coloca el conjunto de relés, temporizadores, contadores, etc., constitutivos de un control se hacen cada vez más y más grandes, la probabilidad de avería es enorme, su localización es larga y complicada, el stock que el usuario se ve obligado a soportar es numeroso y su costo se incrementa cada vez más.

El desarrollo tecnológico que traen, inicialmente, los semiconductores y, después, los circuitos integrados, intenta resolver el problema, sustituyendo las funciones realizadas mediante relés por funciones realizadas con compuertas lógicas.

Con estos nuevos elementos se gana en fiabilidad y se reduce el problema del espacio; pero, no sucede lo mismo con la detección de averías ni con el problema de mantenimiento de un stock. Además, subsiste un problema: la falta de flexibilidad de los sistemas.

Comparemos las distintas opciones tecnológicas disponibles:

<table>
<tr><th>TIPO</th><th>FAMILIA LÓGICA</th><th colspan="2">SUBFAMILIA ESPECÍFICA</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Lógica cableada</td><td>Eléctrica</td><td colspan="2">Relés
Electroneumática
Electrohidráulica</td></tr>
<tr><td>Electrónica</td><td colspan="2">Electrónica estática</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Lógica programada</td><td rowspan="4">Electrónica</td><td rowspan="2">Sistemas informáticos</td><td>Microprocesadores</td></tr>
<tr><td>Microcontroladores</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sistemas dedicados</td></tr>
<tr><td colspan="2">PLC</td></tr>
</table>

Las opciones tecnológicas son variadas. Con los desarrollos tecnológicos y los cambios frecuentes en la producción, se hacen necesarios sistemas que nos permita tener una producción flexible, ágil y con muy poco tiempo de parada de máquina por reprogramación en las tareas a realizar.

Debido a estas constantes modificaciones que las industrias se ven obligadas a realizar en sus instalaciones para la mejora de la productividad, los armarios de maniobra tienen que ser cambiados permanentemente, con la consiguiente pérdida de tiempo y el aumento del costo que ello produce.

A fin de la década del ’60, grandes empresas de la industria automotor de los EEUU imponen a sus proveedores de automatismo unas especificaciones para la realiza-

ción de un sistema de control electrónico para máquinas *transfer:* Este equipo debe ser fácilmente programable, sin recurrir a las computadoras industriales ya en servicio en la industria.

Los controladores lógicos programables, limitados originalmente a los tratamientos de lógica secuencial, se desarrollan rápidamente y, en la actualidad, extienden sus aplicaciones al conjunto de sistemas de control de procesos y de máquinas.

Campo de aplicación

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

Su utilización se da, fundamentalmente, en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo, hasta transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la opción de modificarlos o alterarlos, 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,
- chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Ejemplos de aplicaciones generales podrían ser los siguientes:

Máquinas:

- industria del mueble y madera,
- procesos de grava, arena y cemento,
- industria del plástico,
- máquinas- herramientas complejas,
- procesos textiles y de confección,
- ensamblaje,
- *transfer.*

Instalaciones de:

- aire acondicionado, calefacción,
- seguridad,
- frío industrial,
- almacenamiento y trasvase de cereales,
- plantas embotelladoras,
- tratamientos térmicos,
- plantas depuradoras de residuos,
- cerámica.

Señalización y control:
- chequeo de programas,
- señalización del estado de procesos.

Ventajas e inconvenientes de los PLC

No todos los PLC ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada. Esto es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y a las innovaciones técnicas que surgen constantemente (Estas consideraciones nos obligan a referirnos a las ventajas que proporciona un PLC de tipo medio).

a) Ventajas

La condición favorable básica que presenta un PLC es el menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida y, al elaborar el presupuesto correspondiente, se elimina parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.
- Existe posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Cuenta con mínimo espacio de ocupación.
- Presenta menor costo de mano de obra de la instalación.
- Tiene economía de mantenimiento; además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos PLC pueden detectar e indicar averías.
- Presenta la posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo PLC.
- Exige menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso, al quedar reducido el tiempo de cableado.

Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el PLC sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

b) Inconvenientes

- Se requiere un programador, lo que obliga a capacitar a uno de los técnicos en tal sentido.
- El costo inicial también puede ser –o no– un inconveniente, según las características del automatismo en cuestión.

Dado que el PLC cubre ventajosamente un amplio espacio entre la lógica cableada y el microprocesador, es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su amplitud como en sus limitaciones. Por tanto, aunque el costo inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidirse por uno u otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurarse una decisión acertada.

Una vuelta al problema

Le proponemos que relea el problema y tome la decisión de qué tipo de lógica usará, analizando, fundamentalmente, la versatilidad, la facilidad de uso, las ventajas e inconvenientes de las distintas opciones tecnológicas , el espacio , el costo.

Estructura de los PLC

Aquí vamos a conocer a los PLC en su parte física o hardware, no sólo en su configuración externa, sino también –y, fundamentalmente– en su parte interna.

Porque, consideramos que el personal que se precie de manejar los PLC no puede conformarse con realizar una buena programación, y conseguir un montaje y una puesta en funcionamiento perfectos; debe, sobre todo, dejar de ver al dispositivo como una caja negra y conocerlo tal cual es:

Un equipo electrónico complejo, montado en tarjetas específicas que controlan áreas o bloques, realizando distintas funciones que, unidas convenientemente, dan como resultado a los PLC.

a) Estructura externa

El término estructura externa o configuración externa de un PLC se refiere a su aspecto físico exterior, a los bloques o elementos en que está dividido.

Desde su nacimiento y hasta nuestros días, han sido varias las estructuras y configuraciones que han salido al mercado, condicionadas no sólo por el fabricante sino por la tendencia existente en el área a la que pertenece el producto: europea o norteamericana. Actualmente, son dos las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura compacta.
- Estructura modular.

Estructura compacta. Este tipo de PLC se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos; esto es: fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc. En cuanto a su unidad de programación, existen tres versiones:

- unidad fija o enchufable directamente en el PLC,
- enchufable mediante cable y conector, o
- la posibilidad de ambas conexiones.

Si la unidad de programación es sustituida por una PC, nos encontraremos con que la posibilidad de conexión es mediante cable y conector. El montaje del PLC al armario que ha de contenerlo se realiza por cualquiera de los sistemas conocidos: riel DIN, placa perforada, etc.

Estructura modular –o europea[1]–. Su característica principal es la de que existe un módulo para cada función: fuente de alimentación, CPU, entradas/salidas, etc. La

[1] *La estructura americana. Se caracteriza por separar las E/S del resto del PLC, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación, y separadamente las unidades de E/S en los bloques o tarjetas necesarias.*

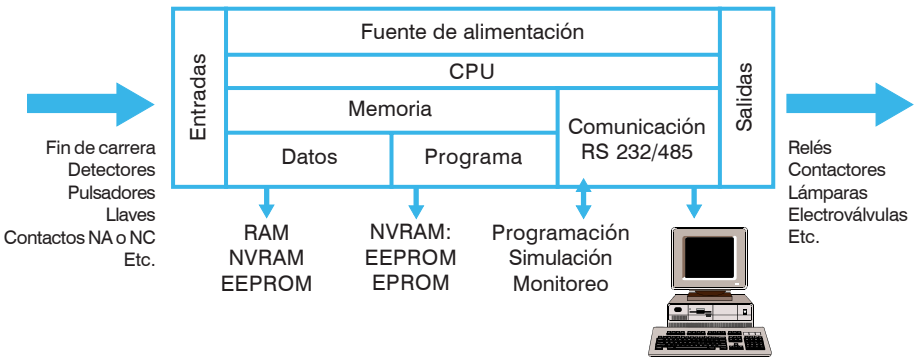
unidad de programación se une mediante cable y conector. La sujeción se hace bien sobre carril DIN o placa perforada, bien sobre ***rack***, en donde va alojado el **bus** externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

b) Estructura interna

En este apartado vamos a estudiar la estructura interna del PLC, o sea, las partes en que se ordena su conjunto físico o hardware, y las funciones y funcionamiento de cada una de ellas.

Los PLC se componen esencialmente de tres bloques:

- la sección de entradas,
- la unidad central de procesos –CPU–,
- la sección de salidas.



Esquema básico de un PLC

La sección de entradas. Mediante el interfaz, adapta y codifica –de forma comprensible por la CPU–, las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores –esto es, pulsadores, finales de carrera, sensores, etc.–. También tiene una misión de protección de los circuitos electrónicos internos del PLC, realizando una separación eléctrica entre éstos y los captadores.

La unidad central de procesos –CPU, *Central Processing Unit*–. Es, por decirlo así, la inteligencia del sistema ya que, mediante la interpretación de las instrucciones del programa de usuario –y, en función de los valores de las entradas–, activa las salidas deseadas.

La sección de salidas. Mediante el interfaz, trabaja de forma inversa a la de entradas; es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores –lámparas, relés, contactores, arrancadores, electroválvulas, etc.–. Aquí también existen interfaces de adaptación a las salidas y de protección de circuitos internos.

Con las partes descritas, ya contamos con un PLC. Pero, para que éste sea operativo, son necesarios otros elementos tales como la unidad de alimentación, y la unidad o consola de programación –si no se programa desde la PC–.

Nos referiremos, ahora, con más detalle a la CPU, y a las unidades de entradas y salidas.

1. La unidad central de procesos CPU

La CPU está constituida por los elementos siguientes: memoria, procesador y circuitos auxiliares asociados.

1.1. Memorias

Memoria

Todo dispositivo que nos permite almacenar información en forma de bits (ceros y unos).

En nuestro caso, nos referiremos a las memorias que utilizan como soporte elementos semiconductores.

No todas las memorias son iguales; se distinguen dos tipos fundamentales de memorias fabricadas con semiconductores:

- **Memoria RAM** –*Random Access Memory*–. Memoria de acceso aleatorio o memoria de lectura-escritura. En este tipo de memoria se pueden realizar los procesos de lectura y escritura por procedimiento eléctrico; pero, su información desaparece al faltarle la tensión.

- **Memoria ROM** –*Read Only Memory*–. Memoria de sólo lectura. Esta memoria permite leer su contenido pero no escribir en ella. Los datos e instrucciones son grabados por el fabricante; el usuario no puede alterar su contenido. Aquí la información se mantiene ante la falta de tensión.

Éstas no son todas las memorias disponibles. Existen otros tipos cuyas diferencias están marcadas por sus sistemas de programarlas, su borrado, y su volatilidad o permanencia de la información:

- **Memorias EPROM** –*Erasable Programmable Read Only Memory*– **y EEPROM** –*Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*–. Independientemente de otras aplicaciones –algunas ya mencionadas en los párrafos anteriores–, estos tipos de memoria tienen gran aplicación como memorias de copia para grabación y archivo de programas de usuario.

- **Memoria del usuario.** Normalmente, el programa de usuario se graba en memoria RAM, ya que no sólo ha de ser leído por el microprocesador, sino que ha de poder ser variado cuando el usuario lo desee, utilizando la unidad de programación. En algunos PLC, la memoria RAM se auxilia de una memoria sombra del tipo EEPROM. La desconexión de la alimentación o un fallo borraría esta memoria, ya que al ser la RAM una memoria volátil, necesita estar constantemente alimentada y es por ello que los PLC que la utilizan llevan incorporada una batería tampón que impide su borrado.

- **Memoria de datos.** La memoria de esta área también es del tipo RAM o NVRAM. En ella se encuentran, por un lado, la imagen de los estados de las entradas y salidas, y, por otro, los datos numéricos y variables internas, como contadores, temporizadores, marcas, etc.

- **Memoria de programa.** Esta memoria que, junto con el procesador, compone la CPU, se encuentra dividida en dos áreas: la llamada memoria del sistema, que utiliza memoria RAM, y la que corresponde al programa del sistema o firmware, que es un programa fijo grabado por el fabricante y, por tanto, utiliza el tipo de memoria ROM. En algunos PLC se utiliza únicamente la EPROM, de tal forma que se puede modificar el programa memoria del sistema, previo borrado del anterior con UV.

1.2. Procesador

El procesador se monta sobre una placa de circuito impreso; en ella –y, junto al chip– se sitúan todos aquellos circuitos integrados que lo componen, principalmente memorias ROM del sistema o firmware.

En algunos tipos de PLC también se sitúan aquí los chips de comunicación con periféricos o de interconexión con el sistema de entradas salidas.

Está constituido por el microprocesador, el generador de impulsos de onda cuadrada o reloj, y algún chip auxiliar.

El **microprocesador** es un circuito integrado (chip) a gran escala de integración (LSI) 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 PLC.

1.3. Circuitos auxiliares asociados

Los circuitos internos pueden ser de tres tipos:

- **Circuitos de la unidad aritmética y lógica –ALU–.** Es la parte del microprocesador donde se realizan los cálculos y las decisiones lógicas para controlar al PLC.

- **Circuitos de la unidad de control –UC–.** Organiza todas las tareas del microprocesador. Así, por ejemplo, cuando una instrucción del programa codificada en código máquina (ceros y unos) llega al microprocesador, la UC sabe, mediante una pequeña memoria ROM que incluye, qué secuencia de señales tiene que emitir para que se ejecute la instrucción.

- **Registros.** Los registros del microprocesador son memorias en las que se almacenan temporalmente datos, instrucciones o direcciones, mientras necesitan ser utilizados por el microprocesador. Los registros más importantes de un microprocesador son los de instrucciones, datos, direcciones, acumulador, contador de programa, de trabajo, y el de bandera o de estado.

Los **buses** no son circuitos en sí, sino zonas conductoras en paralelo que transmiten datos, direcciones, instrucciones y señales de control entre las diferentes partes del microprocesador o microcontrolador. Se puede hacer una diferencia entre buses internos y externos:

- los internos unen entre sí las diferentes partes del microprocesador;
- los externos son pistas de circuito impreso que unen chips independientes.

Los buses internos y externos son continuación unos de los otros.

La CPU se pondrá en comunicación con la tarjeta cuya dirección coincida con la combinación del bus.

¿Cuáles son las funciones de la CPU?

En la memoria ROM del sistema, el fabricante ha grabado una serie de programas ejecutivos fijos, software del sistema. Es a estos programas a los que accede el microprocesador para realizar las funciones ejecutivas que correspondan, en función del tiempo en que trabaje.

El software de sistema de cualquier PLC consta de una serie de funciones básicas que realiza en determinados tiempos de cada ciclo: en el inicio o conexión, durante el ciclo o ejecución del programa, y en la desconexión.

Este software o programa del sistema es ligeramente variable para cada PLC; pero, en general, contiene las siguientes funciones:

- Supervisión y control de tiempo de ciclo –*watchdog*–, tabla de datos, alimentación, batería, etc.
- Autotest en la conexión y durante la ejecución del programa.
- Inicio del ciclo de exploración de programa y de la configuración del conjunto.
- Generación del ciclo base de tiempo.
- Comunicación con periféricos y unidad de programación.
- Etc.

Dejamos aquí nuestra descripción de la CPU y nos concentramos en...

2. Unidades de entrada y salida

Unidades de entrada y salida
Son los dispositivos básicos por donde se toma la información de los captadores –en el caso de las entradas– y por donde se realiza la activación de los actuadores –en las salidas–.

En los PLC compactos, las entradas y salidas –E/S– están situadas en un solo bloque, junto con el resto del PLC.

En los modulares, las E/S son módulos o tarjetas independientes, con varias E/S, que se acoplan al bus de datos por medio de su conductor y conector correspondiente, o bien a un bastidor o rack, que le proporciona dicha conexión al bus y su soporte mecánico.

Las funciones principales son el adaptar las tensiones e intensidades de trabajo de los captadores y actuadores a las de trabajo de los circuitos electrónicos del PLC; realizar una separación eléctrica entre los circuitos lógicos de los de potencia –generalmente, a través de optoacopladores– y proporcionar el medio de identificación de los captadores y actuadores ante el procesador.

2.1. Entradas

Las entradas son fácilmente identificables, ya que se caracterizan físicamente por sus bornes para acoplar los dispositivos de entrada o captadores, por su numeración, y por su identificación **input** o **entrada**.

Llevan, además, una indicación luminosa de activado, por medio de un diodo LED.

En cuanto a su tensión, las entradas pueden ser de tres tipos:

- libres de tensión,
- corriente continua,
- corriente alterna.

En cuanto al tipo de señal que reciben, éstas pueden ser:

- analógicas y
- digitales.

Analógicas. Cuando la magnitud que se acopla a la entrada corresponde a una medida de, por ejemplo, presión, temperatura, velocidad, etc., esto es, analógica, es necesario disponer de este tipo de módulo de entrada. Su principio de funcionamiento se basa en la conversión de la señal analógica a código binario mediante un convertidor analógico-digital –AID–.

Digitales. Son las más utilizadas y corresponden a una señal de entrada todo o nada; esto es, a un nivel de tensión o a su ausencia. Ejemplo de elementos de este tipo son los finales de carrera, interruptores, pulsadores, etc.

2.2. Salidas

La identificación de las salidas se realiza con la indicación de **output** o **salida**.

Es en las salidas donde se conectan o acoplan los dispositivos de salida o actuadores.

Incluye un indicador luminoso LED de activado.

Tres son los tipos de salidas que se pueden dar:

- a relé,
- a transistor,
- a triac.

Mientras que la salida a transistor se utiliza cuando los actuadores son a CC, las de relés y triacs suelen utilizarse para actuadores a AC.

En cuanto a las intensidades que soportan cada una de las salidas, éstas son variables; pero, suelen oscilar entre 0,5 y 2 A.

Al igual que en las entradas, las salidas pueden ser analógicas y digitales –si bien estas últimas son las más utilizadas–. En las analógicas es necesario un convertidor digital analógico –D/A– que realice la función inversa a la de la entrada.

Cómo funciona internamente un PLC, y toma las distintas decisiones y acciones

El ciclo básico de trabajo en la elaboración del programa por parte de la CPU es el siguiente:

- Antes de iniciar el ciclo de ejecución, el procesador, a través del bus de datos, consulta el estado 0 ó 1 de la señal de cada una de las entradas y las almacena en los registros de la memoria de entradas, esto es, en la zona de entradas de la memoria de la tabla de datos.

- Esta situación se mantiene durante todo el ciclo del programa. A continuación, el procesador accede y elabora las sucesivas instrucciones del programa, realizando las concatenaciones correspondientes de los operandos de estas instrucciones.

- Seguidamente, asigna el estado de señal a los registros de las salidas de acuerdo a la concatenación anterior, indicando si dicha salida ha de activarse o no, situándola en la zona de salida de la tabla de datos.

- Al final del ciclo, una vez concluida la elaboración del programa, asigna los estados de las señales de entrada a los terminales de entrada y los de salida a las salidas, ejecutando el estado 0 ó 1 en estas últimas.

Esta asignación se mantiene hasta el final del siguiente ciclo, en el que se actualiza. Dada la velocidad con que se realiza cada ciclo –del orden de 5 a 10 ms, cada 1000 instrucciones–, se puede decir que las salidas se ejecutan –en función de las variables de entrada–, prácticamente, en tiempo real.

Una vuelta al problema

Le proponemos que, con el material disponible, vuelva a la situación problema planteada y verifique la conveniencia de la utilización de estos dispositivos, analizando qué tipo de controlador lógico programable será el más adecuado para las tareas que debe cumplir, qué cantidad de E/S necesitará, cuál será su tiempo de Scan, etc.

Actividad 1
Integración de "Controladores lógicos programables"

Indique un caso de instalación industrial en la que considere que es utilizable el PLC.

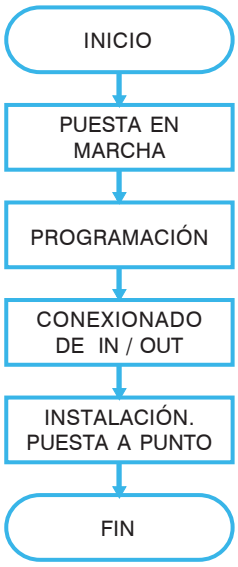
1. ¿Por qué considera que el PLC es conveniente allí?
2. ¿Cuáles son los inconvenientes más significativos de ese PLC?
3. En ese montaje con PLC, ¿dónde se encuentran los contadores, temporizadores y relés internos?
4. ¿Cuáles son los bloques que componen los PLC? Dibuje el esquema de bloques simplificado de un PLC y explique sus funciones.
5. Dibuje cómo sería la estructura completa de un PLC y su entorno.
6. Explique el ciclo básico de trabajo de la CPU.

2. MANEJO, INSTALACIÓN Y CONEXIONADO

El manejo y la utilización correcta de los PLC resultan fundamentales si queremos obtener eficacia de ellos.

Es por ello que, en esta segunda parte de **Controladores lógicos programables –PLC–** vamos a encarar el proceso a seguir para su puesta en marcha[1], el procedimiento general para realizar una correcta programación de PLC, algunos ejemplos de conexionado de elementos a entradas y actuadores a las salidas, así como las reglas mínimas que han de seguirse para una correcta instalación, puesta en servicio, mantenimiento preventivo y resolución de averías.

El organigrama general simplificado que nos va a orientar en la secuencia a seguir para la utilización correcta de los PLC es:



1. Puesta en marcha

Antes de iniciar cualquier acción para la puesta en funcionamiento de los PLC, es necesario tener delante el cuadro de sus características o especificaciones, ya que algunos datos –como la tensión de alimentación al sistema, o la tensión de red y el margen de variación admisible– resultan necesarios[2].

Los pasos a seguir en la puesta en funcionamiento inicial del sistema son:

1. Conectar la fuente de alimentación.
2. Conectar la toma a tierra.
3. Verificar las tensiones de entradas y salidas.
4. Ver la tensión de la red de alimentación.
5. Si lo anterior es correcto, proseguir; si no es así, corregir.
6. Conectar la fuente a la red.
7. Poner a los PLC en funcionamiento.
8. Deletear o borrar la memoria (sólo la primera vez).
9. Cargar el programa.
10. Colocar los PLC en modo RUN.

---

[1] No debemos confundir los términos "puesta en marcha" con "puesta a punto y en servicio". En el rimer caso, nos referimos al proceso inicial necesario para poder realizar la programación y comprobar el funcionamiento de los PLC; en el segundo, a la tarea final, una vez realizadas todas las conexiones necesarias para poner en servicio la instalación o proceso.

[2] Para esto resulta imprescindible analizar las características técnicas de cada fabricante.

2. Programación

Como dedicaremos el tercer capítulo de **Controladores lógicos programables –PLC–** a la programación, no nos referiremos aquí a estas tareas.

3. Conexionado de entradas y salidas

La eficaz puesta en funcionamiento de los PLC pasa, necesariamente, por una correcta conexión de los elementos de entrada y de los actuadores, en las salidas. De esta forma, conseguimos las ventajas de:

- El buen funcionamiento y la ausencia de averías por esta causa.
- La limitación en el número de entradas y salidas que se van a utilizar.

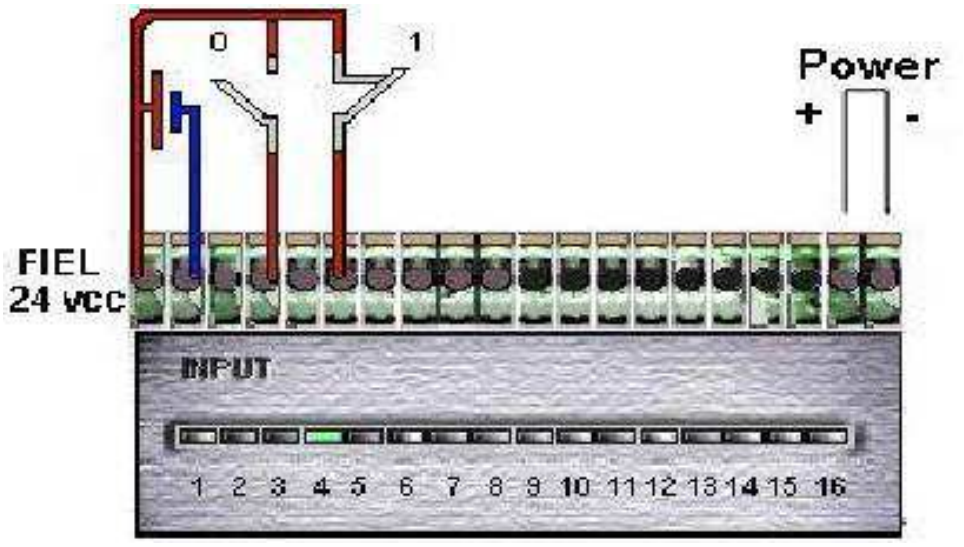
3.1. Conexionado de entradas

Los captores pueden ser de dos tipos:

- **Analógicos.** Su señal eléctrica es variable en el tiempo y, necesariamente, han de acoplarse al mismo tipo de entradas. (Esto no sucede en todos los PLC; en algunos, las entradas analógicas están en módulos separados y se debe elegir de qué tipo de entrada se trata –tensión o corriente– y qué tipo de resolución tiene).

- **Digitales**. La señal responde a:
  - Contacto abierto “0” (nada).
  - Contacto cerrado “1” (todo).

Captores –o emisores de señales–
Son, en general, aquellos elementos que se acoplan o conectan a las entradas de los PLC.



Empresa Dydec SRL

En el caso del contacto cerrado en la entrada cuatro (in 4), sucede que queda aplicada la tensión de campo al elemento interno del PLC designado con el símbolo ■, lo que desencadena una señal hacia el circuito de control de entrada. Por el contrario, el contacto en la entrada dos (in 2) no ocasiona fenómeno alguno al estar éste en posición de abierto.

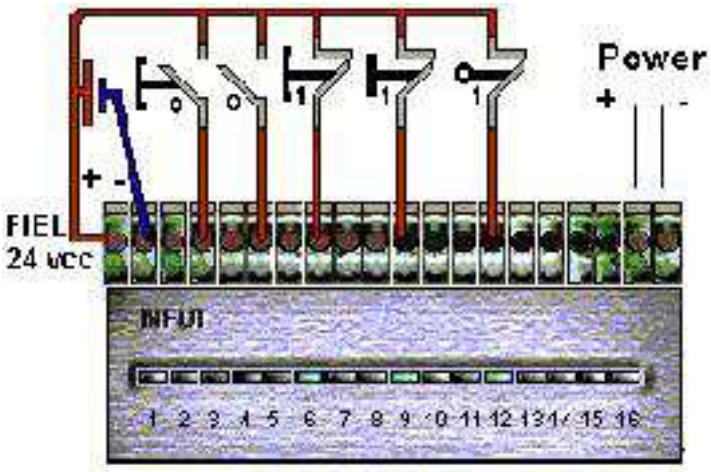
Desde el punto de vista de la tensión, en posible reconocer:

- captores o contactos libres de tensión,
- captores con tensión.

Los **captores sin tensión** que se pueden conectar a los PLC pueden ser de varios tipos, entre otros:

- pulsadores,
- interruptores,
- finales de carrera
- contactos de relés,
- etc.

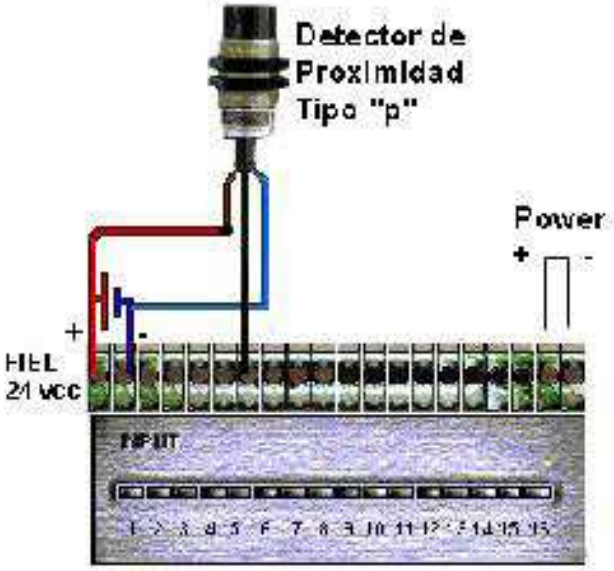
En la figura se observa su forma de conexión:



Los **captores con tensión** pueden ser:

- detector de proximidad,
- célula fotoeléctrica,
- etc. (Todos del tipo PNP[3])

Al elegirlos, lo haremos de tal forma que su tensión de trabajo coincida con la tensión de entrada al PLC –en nuestro caso, 24 Vcc–. En la figura se puede observar la disposición del conexionado de este tipo de entradas:



[3] *Las entradas de tipo P, son aquellas que para ser activadas necesitan recibir tensión de campo en sus bornes.*

3.2. Conexionado de salidas

En los contactos de salida del PLC se conectan las cargas o actuadores, bien a través de otros elementos de mando –como pueden ser los contactores, relés, etc.– o directamente, si las condiciones de corriente máxima lo permiten.

Las salidas son de dos tipos distintos:

- Salidas a transistores.
- Salidas a relés.

La elección de un tipo u otro se deciden en función de los tipos de carga que se le vayan a acoplar. Como ayuda en esta elección valgan las siguientes indicaciones:

- **Salidas a transistores (CC).** Cuando se utilice CC, y cuando las cargas sean de poco consumo, rápida respuesta y alto número de operaciones –como es el caso de circuitos electrónicos–, se deben utilizar estos tipos de salidas. Su vida es superior a la del relé.

- **Salidas a relés (CA o CC).** Este tipo de salida suele utilizarse cuando el consumo tiene cierto valor (del orden de amperios) y cuando las conmutaciones no son demasiado rápidas. Son empleadas en cargas de contactores, electroválvulas, etc.

Actuadores

Todos los elementos conectados a las salidas, sean éstos elementos de actuación directa o elementos de mando.

Antes de conectar un actuador a las salidas de los PLC, habremos de analizar y tener en cuenta las siguientes limitaciones:

- La tensión que se vaya a aplicar en cada juego de contactos del relé ha de ser única; podremos aplicar tantas tensiones distintas como relés tenga el PLC.

- El margen de los valores de tensiones que se vaya a aplicar –tanto en CA como en CC– están indicados en las características técnicas.

- Se sumarán las intensidades demandadas por los elementos conectados a cada grupo de contactos y se comprobará que esta suma no supere la intensidad máxima que nos indiquen sus características; los valores son distintos para CA y CC

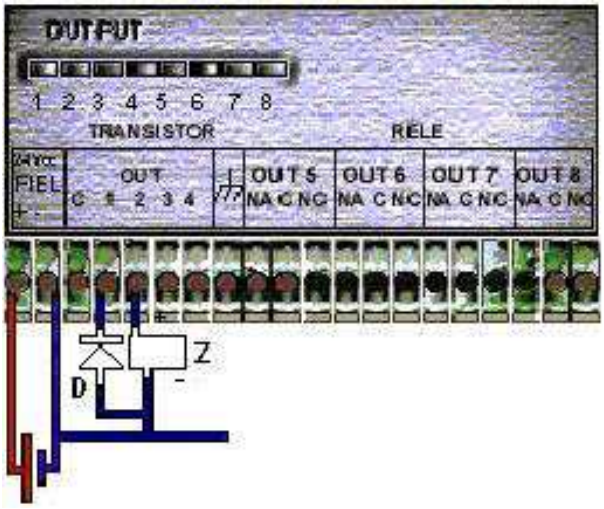
- Cuando el consumo de una carga o bobina del contactor sobrepase el valor disponible en el grupo de salidas, se colocará un relé intermedio de bajo consumo.

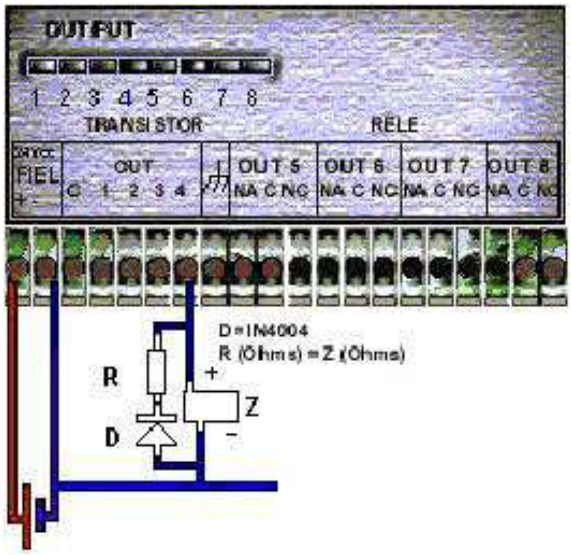
Circuitos de protección eléctrica:

Como sabemos, las cargas en las salidas se pueden clasificar en cargas en CC y cargas en CA. En la mayoría de los casos, las cargas aplicadas a las salidas suelen ser circuitos inductivos como, por ejemplo, bobinas de contactores y relés. La desconexión de éstos da lugar a picos de tensión transitorios de alto valor.

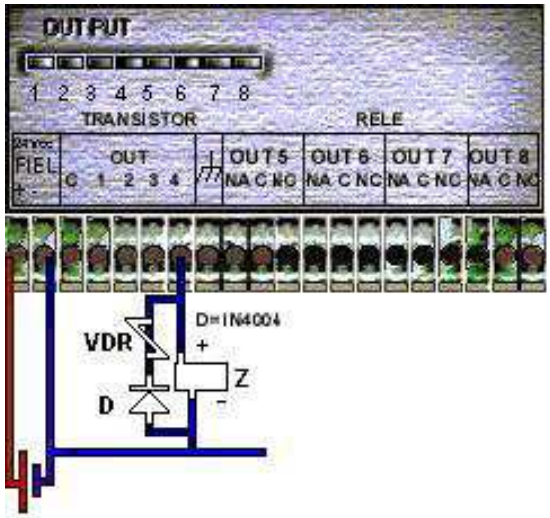
Como, en ocasiones, estos circuitos internos de protección no son suficientes, se deben acoplar circuitos adicionales exteriores para que supriman mejor y más rápidamente estas tensiones transitorias.

En el caso de cargas en **CC**, para circuitos con reducido número de maniobras, los circuitos a acoplar corresponden a:





Cuando el número de maniobras es elevado:

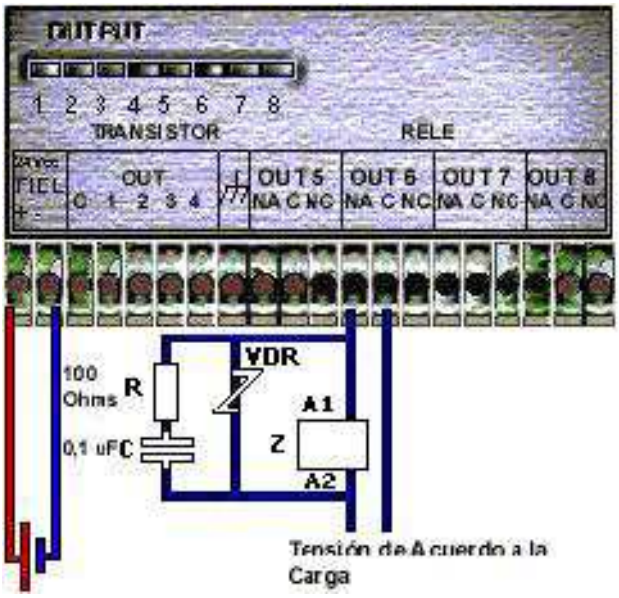


Cuando las cargas son del tipo resistivo, no es necesario acoplar circuito alguno.

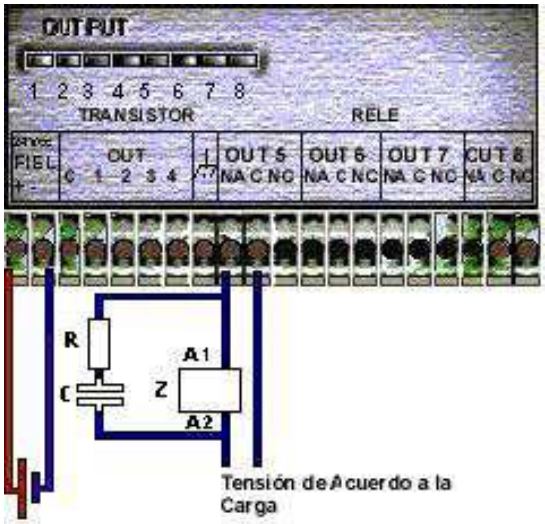
En casos de **CA** nos podemos encontrar, generalmente, con:

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

Cuando **la carga es de alta inductancia**, el circuito más conveniente es:



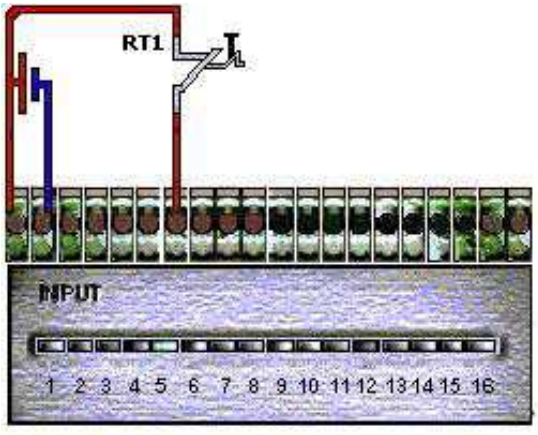
Cuando **la carga es de alta impedancia**, puede ocurrir que la intensidad de fuga del circuito RC interno y durante algunos segundos, mantenga alimentada la bobina de alta impedancia del contactor de salida. El circuito que se va a utilizar en este caso –calculando los valores de R y C– es:



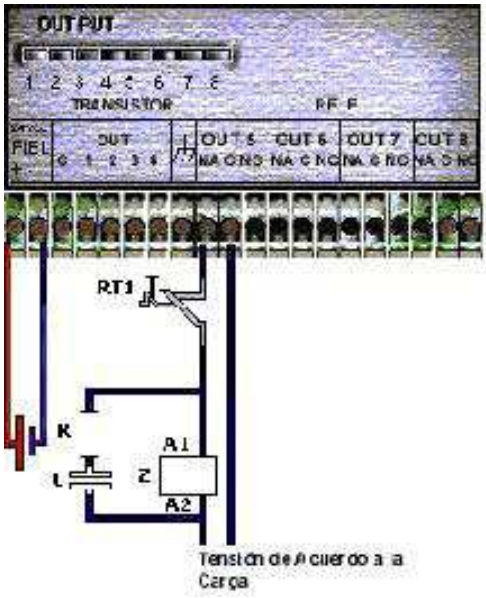
Contactos de relés térmicos:

Dos son las posibilidades de conexión de los contactos de los relés térmicos de protección contra sobreintensidades:

- En las entradas, como captores:



- O, en la salida:



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

- La conexión en el circuito de entradas es la técnica más segura desde el punto de vista del control, ya que su apertura (provocada, como sabemos, por una sobreintensidad del circuito) desactiva los correspondientes circuitos de entrada y, como consecuencia, la salida que ha dado origen a dicha sobreintensidad, quedando señalizado en ambos diodos LED (E/S) del PLC.

- Otra ventaja a tener en cuenta es que, en función del programa establecido, un contacto de un relé térmico puede detener únicamente el proceso del actuador al cual está protegiendo o detener el proceso completo. En este último caso y conectando todos en serie –en el caso de contactos NC o NA–, es suficiente con un solo contacto de entrada (lo que usted puede apreciar en la última figura).

Las posibilidades que nos ofrecen los relés térmicos son dos:

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

En el primer caso, la bobina del contactor se alimenta directamente, ya que el contacto NC se utiliza en la entrada.

En el segundo caso, al utilizar en la entrada el contacto NA, el contacto NC puede o no ser utilizado en la salida. Si se utiliza, tendremos doble protección.

Como desventaja podemos citar que necesitamos una entrada por cada relé térmico, o grupo en paralelo o serie, lo que nos puede incrementar aquéllas considerablemente y, como consecuencia, exigirnos un PLC con más entradas.

La conexión en el circuito de salida significa un ahorro en el correspondiente circuito de entrada; pero, carecer de indicaciones de avería en la señalización de salida o LED –aunque, lógicamente, la bobina del contactor quede desactivada, en cuyo caso sólo se detendrá el actuador que esté protegiendo–.

En la mayoría de los procesos industriales, una avería o parada en alguno de los

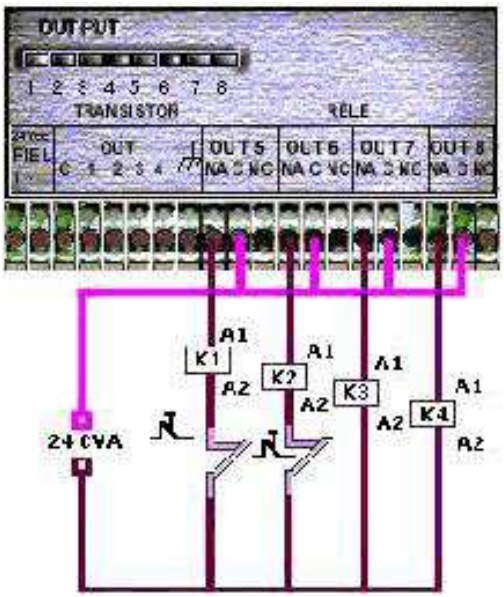
elementos que lo integran puede traer como consecuencia pérdidas económicas importantes, si en su programación no se han tenido en cuenta estas posibilidades, esto es, la incidencia que en el resto del proceso puede tener la paralización o incorrecto funcionamiento de una sola máquina.

Un procedimiento utilizado para corregir esta posibilidad es el de usar **contactos de confirmación**.

Contactos de confirmación
Contactos de determinada parte de un proceso situados sobre otra parte de ese mismo proceso, que condicionan su parada o marcha.

A continuación incluimos algunas de las posibilidades de conexión de los actuadores en las salidas del PLC.

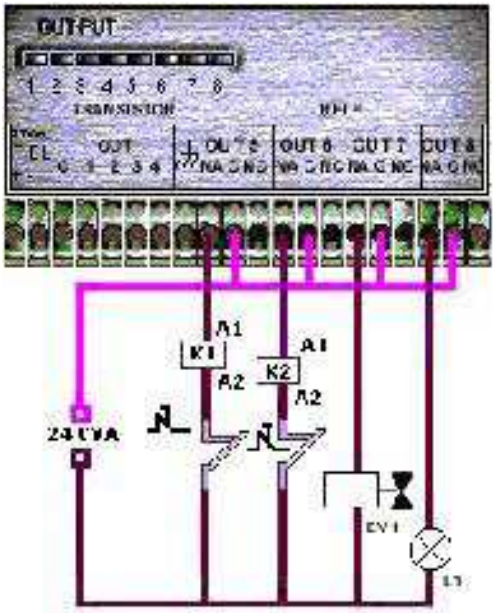
Conexión en un grupo de cuatro salidas comunes o de igual tensión:



En este caso, es necesario que:

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

Acoplamiento directo e indirecto de cargas:



En algunos casos, cuando el consumo de una carga es muy pequeño, se puede acoplar ésta directamente a la salida –como es el caso del tubo fluorescente y de la lámpara que vemos en la figura–. En el resto de los casos, el mando ha de hacerse a través de relés, contactores, electroválvulas, etc.

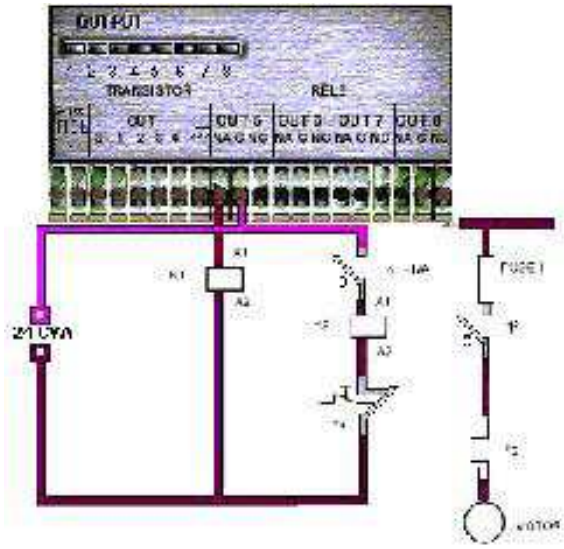
Acoplamiento de actuadores de gran consumo:

Cuando el consumo de intensidad –por ejemplo, de la bobina de un contactor que controla un determinado motor– es superior a la que puede soportar un contacto de salida del PLC, los procedimientos que es posible seguir son los siguientes:

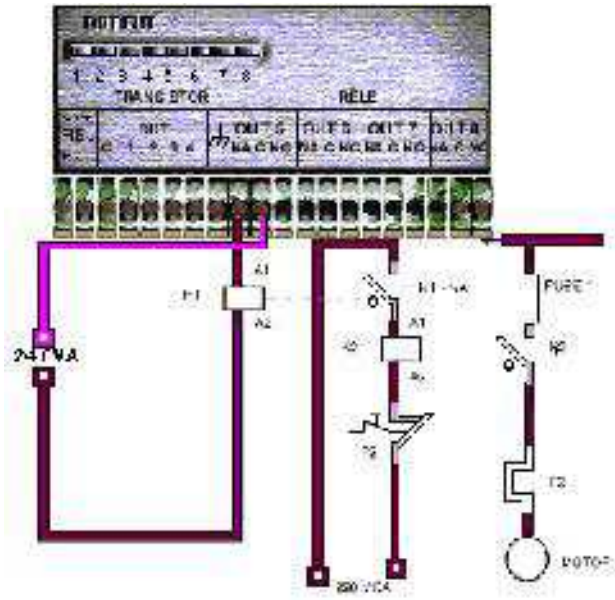
- Utilizar dos o más contactos de salida puenteados o unidos. Este procedimiento no es recomendable, en general, debido al valor que económicamente representa un contacto de salida.

- Situar un relé intermedio, K1, cuyo consumo de intensidad sea aceptado por el contacto de salida del PLC; el contacto de dicho relé en serie con la bobina del contactor K2 sí puede soportar esa intensidad.

  Si el valor de la tensión en ambas bobinas es idéntico, el circuito a utilizar es:



Y, si las tensiones son distintas, nos encontramos con el circuito:



Una vuelta al problema

Le sugerimos empezar a analizar el diseño de su tablero de comando, teniendo en cuenta el conexionado de los distintos elementos a ser utilizados en él.

4. Instalación, puesta a punto y mantenimiento

4.1. Instalación

Una correcta instalación de los PLC implica, necesariamente, tener en cuenta factores como:

4.1.1. Condiciones ambientales del entorno físico donde se va a situar.
4.1.2. Distribución de componentes en el armario que los va a contener.
4.1.3. Cableado y alimentación correctos.

Asimismo, es necesario su puesta a punto y un eficaz mantenimiento.

4.1.1. Condiciones ambientales del entorno físico donde se va a situar

Normalmente –salvo indicación expresa–, el entorno en donde se sitúa el PLC ha de reunir las siguientes condiciones físicas:

- Ausencia de vibraciones, golpes, etc.
- Resguardo de la exposición directa a los rayos solares o focos caloríficos intensos, así como a temperaturas que sobrepasan los 50-60 grados centígrados, aproximadamente.
- Desechar lugares donde la temperatura desciende, en algún momento, por debajo de 5 grados centígrados o donde los bruscos cambios pueden dar origen a condensaciones.
- Descartar ambientes en donde la humedad relativa se encuentra por debajo del 20% o por encima del 90%, aproximadamente.
- Ausencia de polvo y ambientes salinos.
- Ausencia de gases corrosivos.
- Ambiente exento de gases inflamables –por cuestiones de seguridad–.
- Ha de evitarse situarlo junto a líneas de alta tensión, siendo la distancia variable en función del valor de dicha tensión.

4.1.2. Distribución de componentes en el armario que los va a contener.

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

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

Los elementos que se encuentran junto al PLC pueden ser:

- interruptor o interruptores de alimentación,
- las protecciones correspondientes,

- relés, contactores, etc.,
- fuentes de alimentación,
- regletas de borras,
- canaletas de cableado, etc.

El PLC puede situarse en distintas posiciones; pero, en general, se sitúa verticalmente sobre riel DIN o placa perforada.

En cuanto a su distribución, se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los elementos disipadores de calor –principalmente el PLC y las fuentes de alimentación– se sitúan en la parte superior del armario, para así facilitar la disipación del calor generado al exterior.
- Los elementos electromecánicos –relés, contactores, etc.– son generadores de campos magnéticos debido a sus bobinas; por esto, es recomendable alejarlos lo más posible. Los transformadores, por su parte, estarán ubicados a la mayor distancia posible de cualquier parte de los PLC.

4.1.3. Cableado y alimentación correctos

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

- Separar los cables que conducen CC de los de CA, para evitar interferencias.
- Separar los cables de las entradas de los de las salidas.
- Si es posible, separar los conductores de las E/S analógicas de las digitales.
- Los cables de potencia que alimentan a contactores, fuentes de alimentación, etc., discurren por una canaleta distinta de los cables de E/S.

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

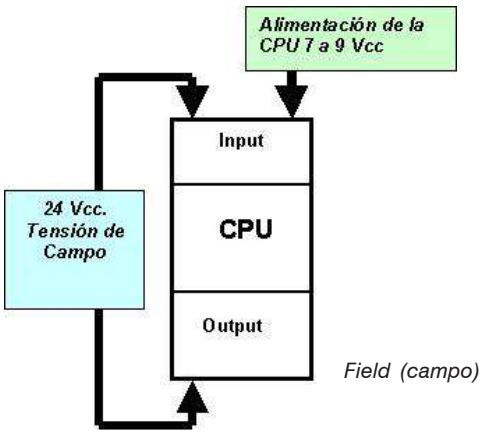
- Los cables de alimentación y los de E/S discurren por distinto tubo o canaleta; es recomendable entre ambos grupos de cables una distancia mínima de 30 cm, si discurren paralelos.

En el caso de que esto no sea posible, se sitúan placas metálicas conectadas a tierra que separan, dentro de la canaleta, los distintos tipos de cables.

La alimentación a los PLC es otro factor importante a tener en cuenta. Cuatro son las pautas a considerar:

- Tensión estable del valor adecuado y exenta, en lo posible, de picos provocados por otros aparatos de la instalación.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, por medio de interruptores magneto-térmicos, fusibles, etc., así como contra derivaciones a tierra, por medio de interruptores diferenciales.
- Cable de tierra del valor adecuado y debidamente señalizado mediante conductor amarillo-verde. Si la instalación no lo posee, es necesario habilitar uno, exclusivamente para los PLC, de –aproximadamente– 3 a 5 ohms.
- Circuito de mando que permita conectar y desconectar el circuito o parte de él, en el momento preciso.

Un posible diagrama de alimentación para los PLC:



Como se observa, el diagrama considera no sólo la alimentación a la fuente de los PLC (CPU), sino la posibilidad de una fuente de alimentación auxiliar, salidas a CC, etc.

4.2. Puesta a punto y en servicio

Puesta a punto
Supervisión total del sistema y de la realización de todas aquellas tareas que son necesarias para dejarlo en las condiciones perfectas de poder iniciar su puesta en funcionamiento.

Esta tarea se acomete cuando todas las anteriores fases del proyecto se han terminado, incluso la de introducir el programa en el PLC.

Es conveniente dividir esta supervisión en dos momentos:

- **Sin tensión:** Verificación de las partes físicas.
- **Con tensión:** Verificación del sistema automático.

La verificación de las partes físicas tiene por objeto comprobar, entre otros:

- La correcta conexión de todos los componentes del sistema, incluidas las alimentaciones, de acuerdo con los esquemas correspondientes.
- La firme sujeción de todos los cables al PLC, fuente de alimentación, etc.
- La exacta identificación de cables, mediante señalizadores con letras o números.
- Las correctas y firmes conexiones del cable amarillo-verde de tierra.

La verificación del sistema automático se realiza de la siguiente forma:

- Con el PLC en modo **stop**, alimentar el sistema, pero no las cargas.
- Comprobar el correcto funcionamiento del circuito de mando de **marcha-parada**, tanto en las entradas y salidas, como en la marcha y parada de emergencia.
- Con los PLC en modo RUN, verificar que las salidas responden de acuerdo al programa, al actuar manualmente sobre las entradas. Esto es visualizado mediante los diodos LED indicativos de salida activada.
- Por último, alimentar las cargas y realizar la prueba real de funcionamiento general del sistema.

Una vuelta al problema

Ya hemos analizado qué elementos de E/S vamos a conectar a nuestro PLC para la empresa productora de envases de alumninio.

Ahora, le proponemos desarrollar los planos de cableado y designación de las E/S.

4.3. Mantenimiento

Podemos discriminar dos grupos de tareas de mantenimiento:

- **Mantenimiento preventivo.** Como cualquier otra máquina, los PLC necesitan de un mantenimiento preventivo o inspección periódica; esta inspección ha de tener una periodicidad tanto más corta cuanto más complejo sea el sistema; ésta puede variar desde una frecuencia semanal hasta una frecuencia anual. Aunque la fiabilidad de estos sistemas es alta, las consecuencias derivadas de sus averías originan un alto coste, por lo que es necesario reducir al mínimo esta posibilidad.
- **Localización y reparación de las averías que se produzcan**. Por ser el PLC un elemento electrónico complejo y debido a la importancia que ha de darse a su rápida reparación, en este apartado daremos algunas indicaciones que puedan ser útiles a los encargados de esta labor.

4.3.1. Mantenimiento preventivo

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

Los datos podrían ser, entre otros:

CUADRO PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
Pregunta	**SI**	**NO**
a) De elementos mecánicos: - ¿Están firmemente sujetos, tanto el PLC como los demás elementos? - ¿Hay algún cable suelto o roto? - ¿Están los tornillos suficientemente apretados?		
b) De CPU y E/S: - ¿Hay señal de los LED, indicativa de diagnóstico de CPU y E/S?		
c) De condiciones ambientales: - ¿Se encuentran los valores de temperatura y humedad dentro del margen? - ¿Existe polvo sobre los elementos? - ¿Existen vibraciones?		
d) De tensión de alimentación: - ¿Fluctúa la tensión de alimentación cerca de los límites máximos permitidos, medidos en la entrada de la fuente de alimentación? - La corriente continua y el rizado, ¿están dentro del margen? - Las tensiones de entrada a las E/S, ¿son las correctas?		

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

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

4.3.2. Localización y reparación de averías

La detección de averías imputables al PLC se determina, generalmente, por los procedimientos que se han desarrollado e incluido en él, por la lista de mensajes de error correspondientes, enviados por el *port* de comunicaciones a la PC.

En general, los pasos lógicos que se debe seguir para la detección y reparación de una avería son los de verificar:

- Alimentación.
- In/Out.
- Terminales.
- CPU.
- Condiciones ambientales.

Actividad 2
Integración de "Manejo, instalación y conexionado"

En nuestra actividad anterior usted puntualizó un caso de instalación industrial en la que consideró oportuno utilizar el PLC.

Le proponemos continuar refiriéndose a esa instalación y, con respecto a ella, precisar:

1. ¿De qué tipo van a ser las entradas y salidas de ese PLC?
2. ¿Qué elementos va a utilizar como protección exterior a la salida de los PLC?
3. ¿Dónde va a conectar los contactos de los relevos térmicos? ¿Por qué?
4. ¿Integrará contactos de confirmación?
5. ¿Qué consideraciones hará al conectar las salidas, con respecto al consumo de sus actuadores?
6. ¿Qué solución podría desarrollar si la carga a conectar supera la permitida por la salida del PLC?

3. INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN

En este tramo de nuestra capacitación hablaremos sobre los PLC que tienen dos modos principales:

- **STOP** –*off-line*–. El programa sin ejecutar. Todas las salidas están en reposo.
- **RUN** –*on-line*–. El programa se está ejecutando continuamente y sólo son posibles algunas operaciones, como ya veremos.

Es importante conocer y manejar correctamente las funciones de servicio que ofrecen los PLC, para conseguir las máximas prestaciones –eficacia–.

Como sabemos, una de las ventajas de los PLC sobre la lógica cableada es la posibilidad de introducir, borrar y modificar los programas; pero, también, la de poder grabarlos y almacenarlos, mediante los utilitarios provistos por los fabricantes.

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

Por ello, una vez realizado un programa, verificado y simulado, para ponerlo en funcionamiento es necesario grabarlo a través de alguno o algunos de los sistemas, de acuerdo a las disponibilidades con que contemos –NVRAM, disquete, HD o impresora– y crear un archivo de programas perfectamente identificables.

Es aconsejable utilizar dos sistemas: uno de ellos un archivo magnético y, el otro, papel escrito por medio de la impresora:

- El sistema magnético nos es fundamental si queremos volver a poner en funcionamiento un programa ya utilizado con anterioridad o realizar alguna modificación sobre él.
- La impresión es muy práctica en el caso de consulta sin necesidad de utilizar los PLC; en ella aparece tanto el esquema correspondiente al programa en el lenguaje en el que se ha programado, como el listado de instrucciones y la relación de temporizadores, contadores, etc., empleados, con indicación de su número y tiempo –en el caso de temporizadores– y cuentas –en el caso de contadores–, etc.

Programa

Es una sucesión o lista de distintas órdenes de trabajo –también llamadas instrucciones–, capaz de hacer ejecutar la secuencia de trabajo pretendida a los PLC.

Instrucción u orden de trabajo

Es la parte más pequeña de un programa.

Instrucciones y programas[1]

Una instrucción u orden de trabajo consta de dos partes principales: operación y operando; a su vez, el operando está dividido en símbolo y parámetro:

Instrucción		
Operación ¿Qué?	Operando ¿Dónde?	
	Símbolo	Parámetro

[1] *En este tercer capítulo de Programadores lógicos controlables vamos a hablar del software que, como sabemos, se refiere a los programas o partes no tangibles físicamente de los PLC. Si bien el software en su amplio término trata tanto de los programas creados por el usuario como los propios creados para el funcionamiento interno de los PLC, aquí nos vamos a referir a los primeros.*

La **operación** le indica a la CPU del PLC, qué tiene que hacer; o, lo que es lo mismo, la clase de instrucción que ha de ejecutar.

El **operando** es el complemento al código u operación. Mediante el operando indicamos la dirección del elemento de que se trate (contadores, temporizadores, E/S, marcas internas...), así como las cuentas, tiempos, etc.

Consideremos estos ejemplos de operaciones:

Operaciones:

AND (Y): Formar una concatenación serie.
OR (O): Formar una concatenación paralelo.
OUT (=): Asignar una salida a lo precedente.

El operando le indica a la CPU dónde debe de hacerlo, dónde debe realizarse esa instrucción.

Cuando se programa, cada instrucción del programa se aloja en una **celda de memoria** (Por ejemplo, en el PLCEM 168, la capacidad de memoria es de 1536 palabras o instrucciones –memoria del usuario–).

Otro concepto a tener en cuenta es el de **línea** o **línea de programa**. Una línea contiene dirección o paso, operación y operando. Por tanto, se puede decir que una línea de programa consta de una instrucción, salvo algunos casos en el que son necesarias dos líneas para alojar una sola instrucción (El PLCEM 168, por ejemplo, posee 512 pasos de programa o líneas; puede manejar en forma correcta 16 entradas, 8 salidas, 16 timers, 16 contadores y 64 memorias o flags, con esta cantidad de pasos de programa).

Para poder elaborar un programa no es suficiente con las instrucciones de mando o de programa; se requiere otro tipo de instrucciones que recibe el nombre de **instrucciones de servicio** u **órdenes de manejo**, por medio de las cuales se consigue la elaboración, análisis y puesta a punto del programa, así como otras posibilidades que en los ejemplos prácticos consideraremos.

Instrucciones básicas:

LD: (4C)
Carga el primer contacto de la línea o rama.

LDN: (42)
Carga el primer contacto de la línea o rama en forma negada.

AND: (41)
Lógica “Y”.

ANDN: (44)
Lógica “Y” negada.

OR: (4F)
Lógica “O”.

ORN: (47)
Lógica “O” negada.

= (Copy) (49)
Copia la condición de la rama o línea.

=NOT:(4E)
Niega la condición de la rama o línea.

=SET: (50)
Coloca un “1” en el lugar de las acciones y permanece así independientemente que la condición se haya borrado.

=RST: (52)
ídem a =SET; pero, coloca un “0” en el lugar de las acciones.

=JMP: (4A)
Salta a una línea o rama especificada.

IN: (45)
Especifica una entrada digital.

OUT: (53)
Especifica una salida digital.

MEN: (4D)
Especifica un relé interno.

TIM: (54)
Lee el bit de estado del timer.

CNT: (43)
Lee el bit de estado del contador.

ENDSUB: (464646)
Fin de subrutina.

END: (58)
Fin de programa.

Para comunicarse con el PLC, desde cualquier terminal de datos (PC), se debe setear el puerto serie al que está conectado (COM 1 a COM 4), y los parámetros de comunicación, 9600, N, 8, 1 y el terminal en modo ASCII. Todo esto es posible de ser realizado si no se posee el software de programación y simulación bajo Windows que al adquirir el PLC se provee.

En caso de no disponer de dicho software, para enviar estos comandos podrá utilizarse cualquiera de los que comúnmente se comercializa por la firma Microsoft, dentro de los paquetes de Windows 95 / 98 (Hyperterminal), o cualquier otro que funcione bajo DOS, por ejemplo Procomm, PC-plus, etc., siempre y cuando el fabricante entregue de los comandos que se pueden introducir en modo ASCII.

Ejecución de programas

Cuando los PLC se sitúan en el modo RUN (ciclo de ejecución o ejecución cíclica), la CPU realiza, entre otras funciones, el barrido del programa contenido en la memoria de usuario, desde la casilla, dirección o línea 000 hasta la última, según el largo del programa –esto es, efectúa lo que se denomina ciclo de *scan*– que es medido en función del tiempo que tarda en ejecutar 1000 instrucciones.

En función de cómo se efectúe la ejecución o barrido del programa, se distinguen los siguientes sistemas, modos o estructuras de programación:

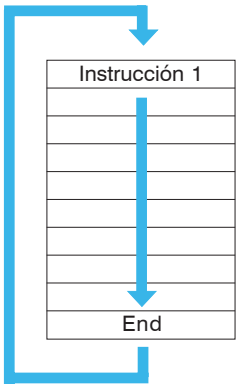
1. Ejecución cíclica lineal.
2. Ejecución con salto condicional.
3. Ejecución con salto a sub-rutinas.

El principio de ejecución de cada uno de los sistemas indicados se describe a continuación.

1. Ejecución cíclica lineal

Cuando el ciclo de barrido de la memoria de usuario se realiza línea tras línea, sin solución de continuidad, se dice que la programación es lineal.

Así, la CPU consulta las instrucciones contenidas en la memoria secuencialmente, una a continuación de la otra, sin alterar este orden.



2. Ejecución con salto condicional

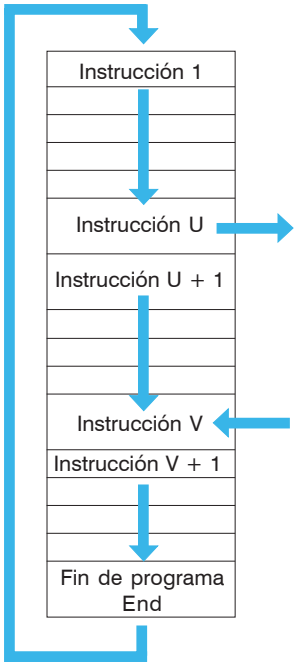
Cuando el ciclo de ejecución de un programa tiene la posibilidad –previa condición establecida– de alterar la secuencia línea a línea y dar un salto a otras líneas de programa, dejando x líneas sin ejecutar, se dice que ha realizado un salto condicional.

Si al llegar en el proceso de ejecución del programa a la instrucción **U**, se cumple la condición en ella indicada, se salta a **V,** continuando el barrido en **V+1** hasta el fin de programa **(END)**.

Si, por el contrario, al llegar a **U** no se cumple la condición, el programa se ejecuta linealmente, continuando en **U+1.**

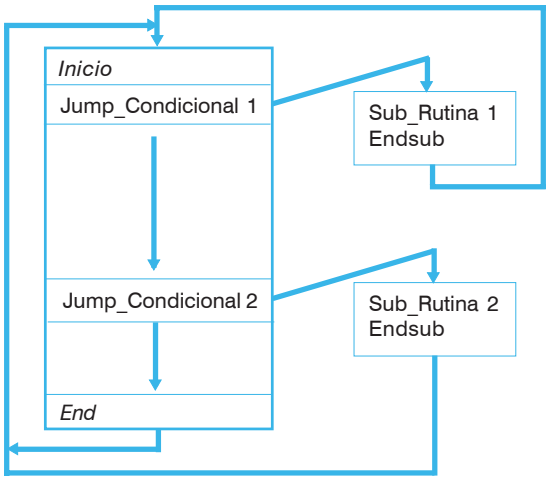
Algunos PLC poseen esta posibilidad, la cual permite reducir el tiempo de ejecución del ciclo.

Es aplicable en aquellos casos en que las instrucciones contenidas en el salto sólo son necesarias cuando se dan ciertas condiciones impuestas por el programa.



3. Ejecución con salto a sub-rutinas

En algunas ocasiones ocurre que en un programa hay uno o más grupos de secuencias de instrucciones idénticas que se repiten y que habrá que reescribir tantas veces como éstas se reiteren en dicho programa principal. En estos casos, es muy útil escribir una sola vez esta secuencia o sub-rutina, e ir a ella cuando se requiera.



Lenguajes de programación típicos

Varios son los lenguajes o sistemas de programación posibles en los autómatas programables; por esto, cada fabricante indica en las características generales de su equipo cuál es el lenguaje o los lenguajes con los que puede operar.

En general, se podría decir que los lenguajes de programación más usuales son aquellos que transfieren directamente el esquema de contactos y las ecuaciones lógicas –pero, éstos no son los únicos–.

Los lenguajes y métodos gráficos más utilizados son:

- **Nemónico**, también conocido como lista de instrucciones, booleano, abreviaturas nemotécnicas, AWL.
- **Diagrama de contactos** –*Ladder diagram*–, plano de contactos, esquema de contactos, KOP.

Excepto el nemónico, los demás tienen como base su representación gráfica; pero, todos ellos deben ir acompañados del correspondiente cuadro o lista de programación –esto es, la relación de líneas de programa que lo configuran–.

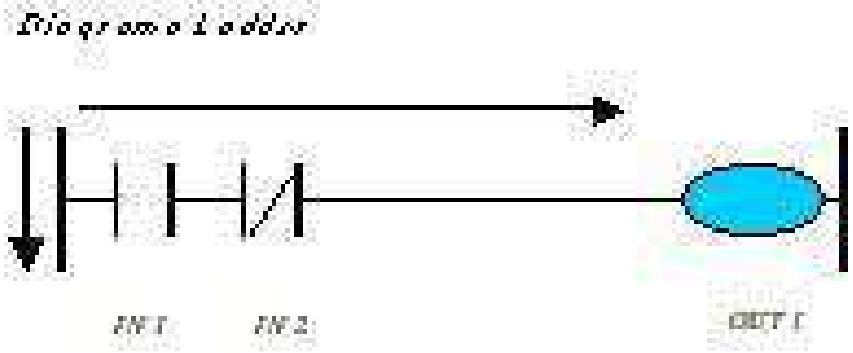
Nemómico:

Es un lenguaje en el cual cada instrucción se basa en las definiciones del álgebra de Boole o álgebra lógica.

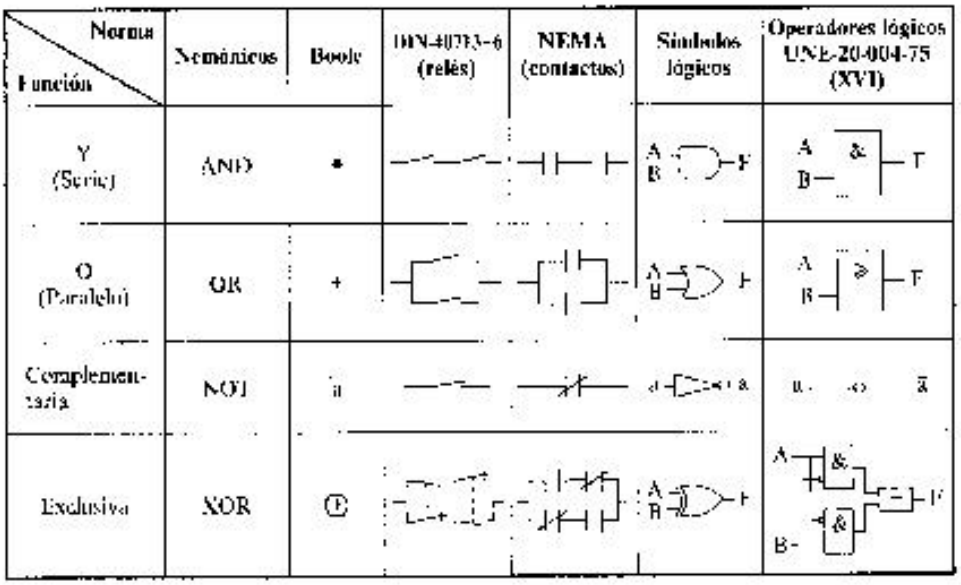
LD: Operación inicio contacto abierto.
LD NOT: Operación inicio contacto cerrado.
AND (Y): Contacto serie abierto.
OR (O): Contacto paralelo abierto.
AND NOT: Contacto serie cerrado.
OR NOT: Contacto paralelo cerrado.
OUT: Bobina de relé de salida.
MEM: Relé interno o marca.
TMR: Temporizador.
CNT: Contador.
Etcétera.

Diagrama de contactos:

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



En el cuadro siguiente se presentan los símbolos utilizados en los ejemplos posteriores y su correspondencia entre sí y otros conocidos –tales como los nemónicos o de Boole–:



Equivalencias entre los distintos lenguajes

Asignaciones de los programas

La realización de una buena programación pasa, entre otras cosas, por diseñar correctamente el diagrama correspondiente.

Para no incurrir en errores –asignaciones repetidas o asignaciones de elementos inexistentes– es conveniente confeccionar un cuadro donde colocamos la designación que corresponde a cada entrada, salida, marcas, timers y contadores.

Ejemplo de asignación de entradas y salidas:

TIPO	TERMINAL ASIGNADO	DESCRIPCIÓN
ENTRADAS	In1	Pulsador de marcha
	In2	Fin de carrera Pistón 1
	In3	Térmico motor 1
	.....	
	.....	
	.....	
	.....	
	.....	
	In15	Pulsador de parada
	In16	Emergencia
SALIDAS	Out1	Contactor línea
	Out2	Contactor estrella
	.....	
	.....	
	.....	
	.....	
	.....	
	.....	
	Out7	Lámpara piloto
	Out8	Lámpara de emergencia

Ejemplo de asignaciones para timers, contadores y memorias:

Tipo	Numero	Seteos	Descripción
Timers	TIM 1 TIM 2 .... TIM 8	20 seg. 50 seg 60 seg.	Ret. estrella/triángulo Seguridad Reposición
Contado-res	CNT 1 CNT 2 .... CNT 13 CNT 14	99 99 4 2	Piezas terminadas Cantidad de piezas Paradas emergencia Apertura. Térmico
Memorias	MEM 1 MEN 2 .... MEM 63 MEM 64	Set Rst rst rst	Habilitación Fase 1 Fase n Fase n+1

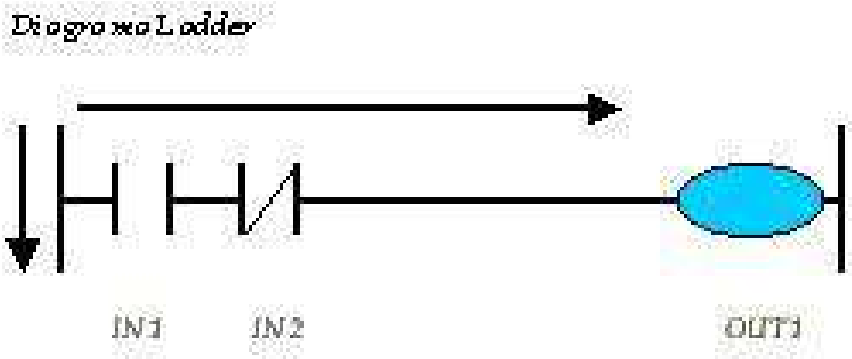
Una vuelta al problema

Le sugerimos realizar sus propias tablas de asignación, de acuerdo con los elementos utilizados en la situación de la fábrica de envases, y evaluar su utilidad –para cuando, en algún tiempo, deba usted volver a utilizar o modificar el programa realizado–.

Consideraciones previas sobre la programación Ladder

Antes de empezar con los ejemplos prácticos, es necesario tener en cuenta algunas consideraciones que nos facilitarán la labor de programación:

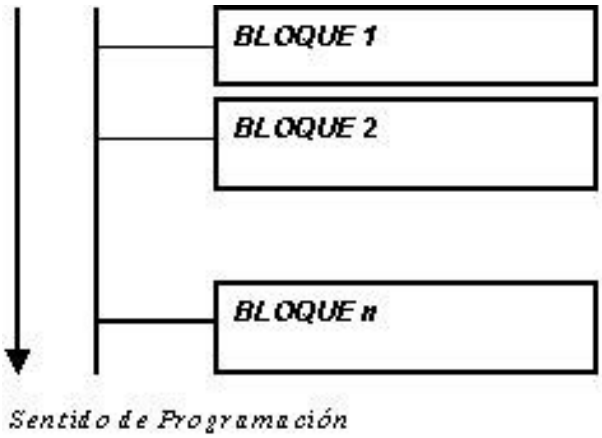
a) La programación en cada bloque de contactos se realiza en el orden de izquierda a derecha.



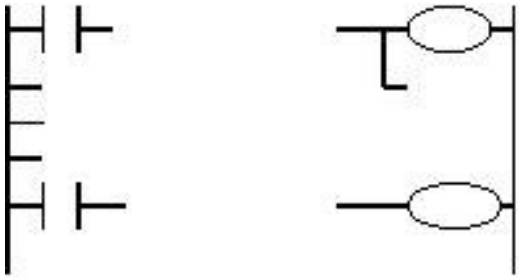
Lista de instrucciones:

```
LD      IN    1
ANDN    IN    2
=       OUT   1
END
```

b) El sentido de programación de los bloques de contactos de un programa es ejecutado de arriba a abajo.

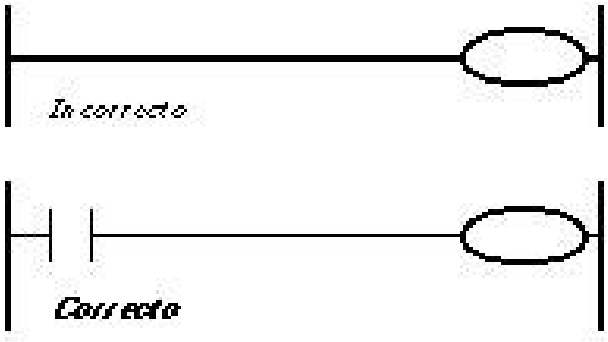


c) El número de contactos que se puede colocar en un bloque, desde el comienzo de la línea principal hasta la salida OUT, es ilimitado. La única limitación práctica que podemos encontrarnos es la de la resolución del monitor o del ancho del papel, cuando queramos sacar el programa por impresora; en este caso, el número máximo de contactos en serie es de diez.



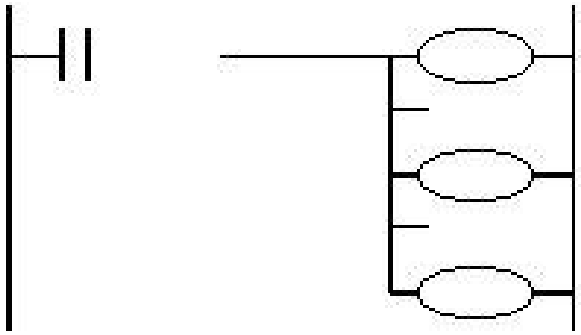
d) Al no existir limitación de contactos, es preferible realizar un circuito claro y comprensible con un número elevado de contactos, antes que uno complicado como consecuencia de reducir su número.

e) No se puede conectar una salida directamente a la línea principal. En estos casos, se intercala un contacto cerrado de una marca cualquiera. Es importante tener en cuenta esta posibilidad de acceder a contactos abiertos o cerrados fijos –ya que no se utiliza la bobina de dicha marca o relé–.



Como la programación Ladder es del tipo condicional, no puede haber nunca una acción si no hay una condición.

f) Es posible programar dos o más bobinas de salida, sean exteriores o marcas en paralelo (Por ejemplo, en los PLC de la serie PLCem 16xx, es posible colocar E/S, timers, contadores y marcas hasta terminar las 512 líneas).



g) Los términos *contacto abierto*, *normalmente abierto (NA)* y *contacto de cierre*, significan lo mismo y se refieren al contacto que en estado de reposo está abierto o, lo que es lo mismo, a que el paso de corriente a través de él no es posible.

   En el mismo sentido, los términos *contacto cerrado*, *normalmente cerrado (NC)* y *contacto de apertura* también significan lo mismo: el contacto que en estado de reposo se encuentra cerrado, o sea, el paso de corriente a través de él sí es posible.

h) Contactos de entradas. El número de contactos abiertos o cerrados que se puede utilizar en un programa, por cada uno de las entradas, es ilimitado, o sea, se puede repetir el mismo número de contacto cuantas veces queramos y tanto abierto como cerrado.

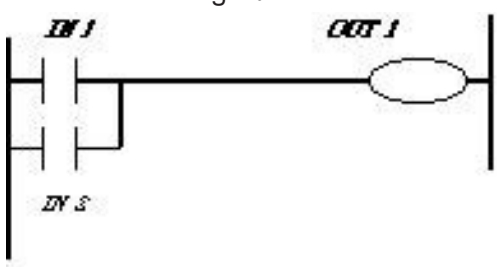
i) Contactos de salida. El número de salidas o bobinas de salida o relés de salida OUT es fijo, por lo que no se puede repetir un mismo número de salida; pero, por el contrario, el número de contactos asociados a cada una de ellas y tanto abiertos como cerrados es, al igual que en el caso anterior, ilimitado.

j) Contactos de marcas o memorias. Aunque no son salidas exteriores, las marcas se representan y programan de forma similar; su utilización más común es como relés auxiliares.

   En la mayoría de los PLC son protegidas contra el corte de alimentación. Por tanto, no pierden su estado ante esta eventualidad. Existen también especiales, con funciones varias como la de cambio de base de tiempo de timers y scan de éstos.

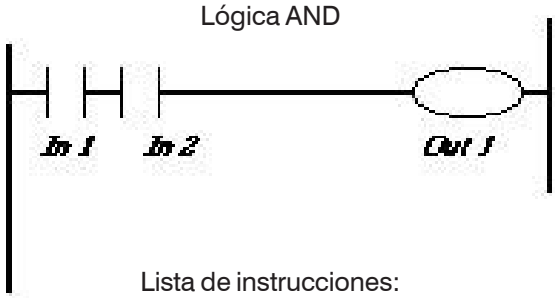
   Al igual que ocurría con las salidas, el número de marcas es fijo: el mismo número de marca no se puede repetir; pero, el número de contactos asociados a cada marca, tanto abiertos como cerrados, es ilimitado.

Ejemplo básico de programación
Lógica OR



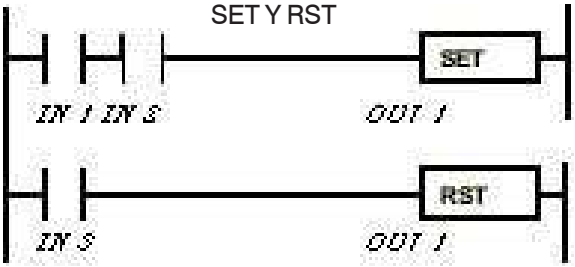
Lista de instrucciones:
LD IN 1
OR IN 2
= OUT 1
END

Ejemplo básico de programación
Lógica AND



Lista de instrucciones:
LD IN 1
AND IN 2
= OUT 1
END

Ejemplo básico de programación
SET Y RST



Lista de instrucciones:
LD IN 1
AND IN 2
= SET OUT 1
LD IN 3
= RTS OUT 1
END

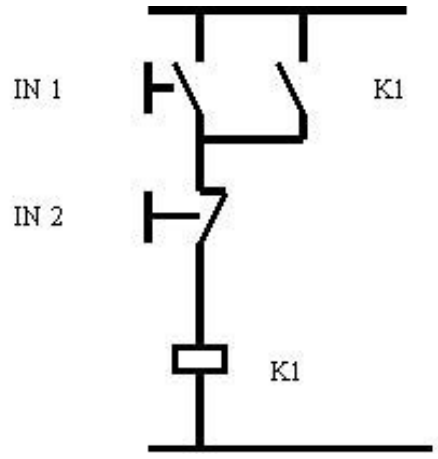
Mediante la combinación de contactos en serie o paralelo se puede empezar a realizar circuitos simples para manejar cargas o motores en la industria.

Una vuelta al problema

Por ejemplo, supongamos que deseamos controlar un motor de CA trifásico que maneja la cinta trasportadora por donde pasan las latas para ser estampadas, con el pulsador de marcha colocado en la entrada IN 1 y otro pulsador de parada en la entrada IN 2, y que actuaremos sobre la salida Out 1, la cual comandará, directamente un contactor adecuado para manejar el motor antes mencionado.

¿Debería haber otra entrada para el relevo térmico?

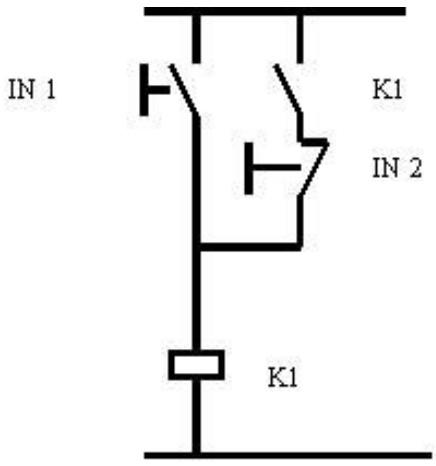
El circuito de comando realizado de forma eléctrica, es:



Cuando pulsamos la entrada **IN 1**, el relé **K1**, acciona y el contacto que está en paralelo con la **IN 1** también cierra. Con esto se logra una autorretención de **K1**; es decir que, si soltamos el pulsador que está conectado en la entrada **IN 1**, el relé **K1** –o bien si correspondemos a **K1** con **Out 1**– permanece accionado. La única manera de dejar de accionar a la salida **Out 1** es accionando la entrada **IN 2** que, al ser accionada, deja de circular corriente hacia **Out 1** y éste se desconecta.

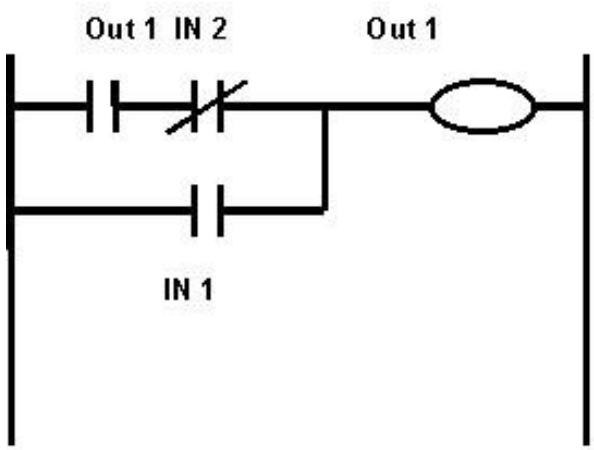
Si pulsamos ambos pulsadores a la vez vemos que la carga o la salida **Out 1** no es accionada, porque tiene preponderancia **IN 2** sobre **IN 1**. Es, decir al pulsar **IN 2** la carga no acciona. A este circuito se lo denomina circuito de comando del tipo **RESET DOMINANTE.**

En el caso que se desee que al pulsar los dos pulsadores a la vez la carga accione, se debe realizar el siguiente circuito de comando:



Como podemos ver en la figura, al pulsar **IN 1** la salida **Out 1** se activa y el contacto de **K 1** también. En este circuito está la función de autorretención, para que al soltar **IN 1** siga accionada la salida **Out 1**; al pulsar **IN 2**, la carga deja de estar accionada; ahora, al pulsar **IN 1** y **IN 2** en forma conjunta, la salida **Out 1** sigue accionada. A este circuito se lo denomina circuito de comando del tipo **SET DOMINANTE.**

A modo de ejemplo, desarrollamos el **SET DOMINANTE,** en el lenguaje Ladder con lista de instrucciones.



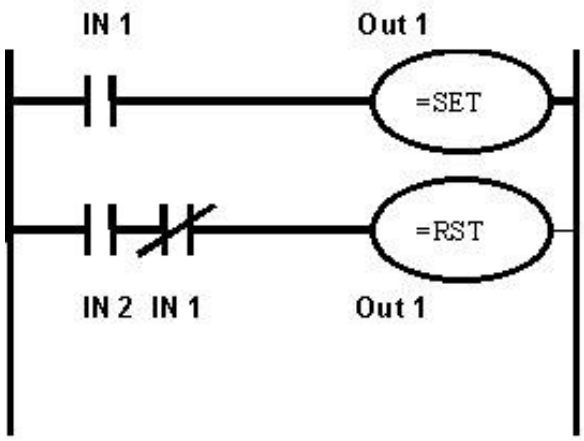
Lista de instrucciones:
LD OUT 1
ANDN IN 2
OR IN 1
= OUT 1
END

También podemos realizar este circuito utilizando las instrucciones **=SET y =RST**, recordando que:

=SET
Coloca un "1" en el lugar de las acciones y permanece así independientemente que la condición de haya dejado de cumplir.

=RST
Ídem a **=SET**; pero, coloca un "0" en el lugar de las acciones. La única forma de sacar un **=SET** es ejecutar un **=RST**.

Para dejar esto en claro, a continuación planteamos el ejemplo de **SET DOMINANTE**, con las instrucciones **=SET** y **= RST**



Lista de instrucciones:
LD IN 1
=SET OUT 1
LD IN 2
ANDN IN 1
=RST OUT 1
END

Una vuelta al problema

Realice este ejercicio, pensando en la situación problema de la fábrica de latas:

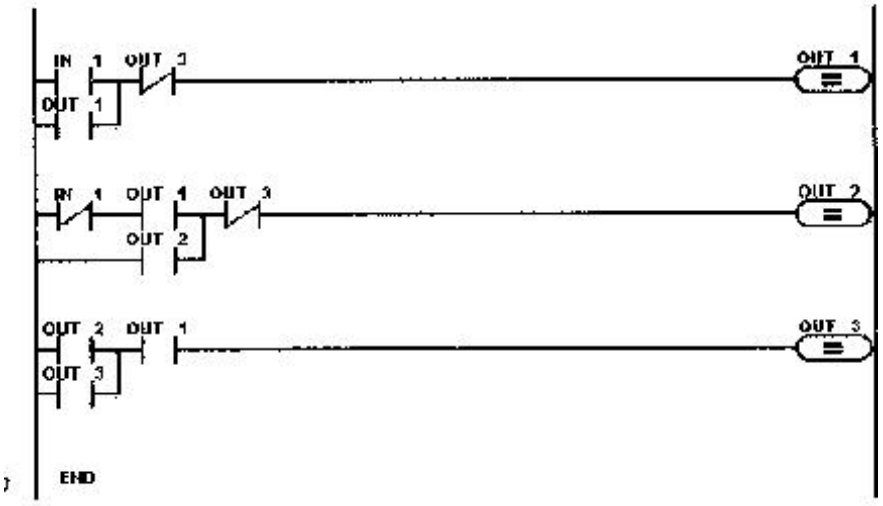
- Con un pulsador conectado en la entrada IN 1 accionaremos la salida Out 1. Al dejar de pulsar, este pulsador la salida Out 1 deberá seguir accionada. Al volver a pulsar la IN 1, la salida Out 1 se deberá apagar y, así, sucesivamente. (En la In 1 colocaremos un simple pulsador NA con la cantidad de módulos asociados que se necesite. En la salida Out 1, colocaremos una lámpara).

Para empezar, realizamos el circuito de comando mediante un programa Ladder y utilizamos para ello nada más que las instrucciones **AND, OR y sus derivados**, y como acción la instrucción **=(Copy).**

Solución 1. Antes de resolver cualquier problema debemos saber cuántas acciones realizaremos; de esta manera, podemos saber cuál es la condición que debemos realizar para que la acción se cumpla.

¿Cuáles son estas acciones en el problema anterior?

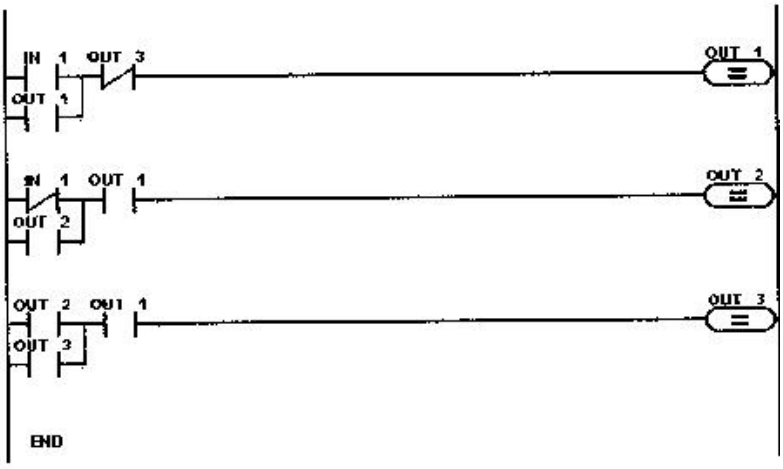
1. Al oprimir In 1 se debe encender la salida Out 1.
2. Al soltar el pulsador que esta en In 1 se debe memorizar esta acción (Out 2).
3. Al volver a pulsar se debe apagar Out 1 al accionar Out 3.



Lista de instrucciones:

LD IN 01
OR OUT 01
ANDN OUT 03
=OUT 01
LDN IN 01
AND OUT 01
OR OUT 02
ANDN OUT 03
=OUT 02
LD OUT 02
OR OUT 03
AND OUT 01
= OUT 03
END

Solución 2. Aquí mostramos otra manera de resolver este problema usando menos instrucciones:



Lista de instrucciones:

LD IN 01
OR OUT 01

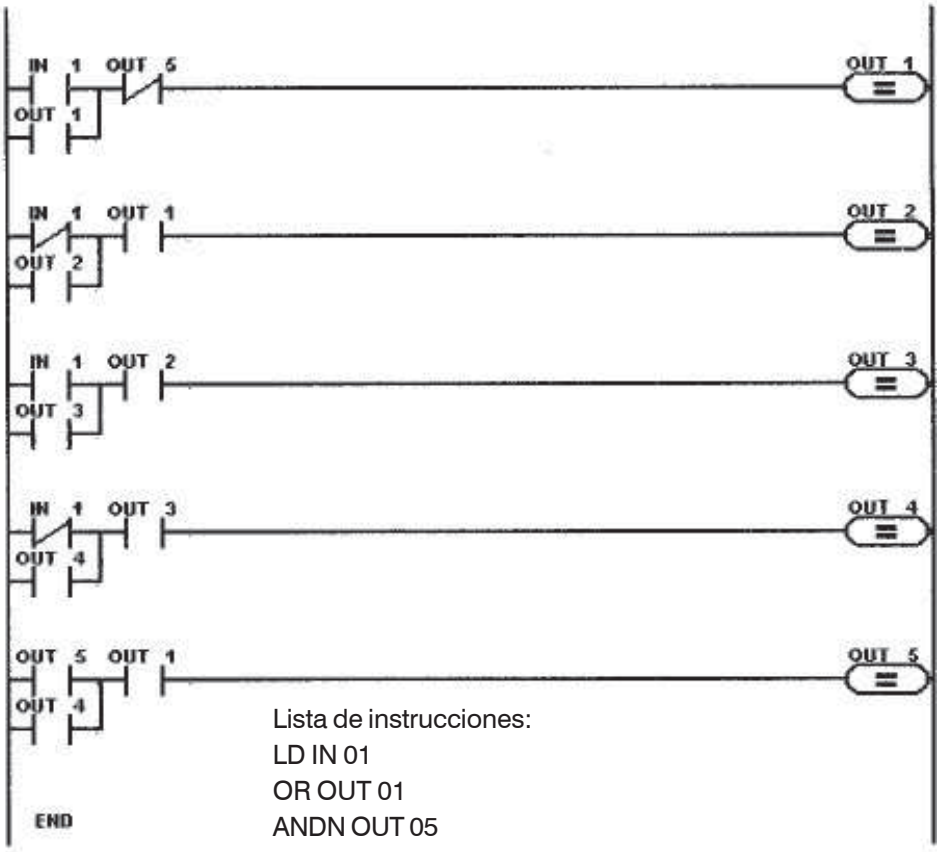
Continúa a la página siguiente.

ANDN OUT 03
=OUT 01
LDN IN 01
OR OUT 02
AND OUT 01
=OUT 02
LD OUT 02
OR OUT 03
AND OUT 01
= OUT 03
END

Consideremos otro ejemplo:

Con un pulsador conectado en la entrada IN 1 accionaremos la salida Out 1. Al dejar de pulsar este pulsador, la salida Out 1 deberá seguir accionada. Al volver a pulsar la IN 1, la salida Out 2 encenderá. Y, al soltar nuevamente IN 1, la salida Out 1 y Out 2 seguirán encendidas. Al pulsar nuevamente IN 1 se apagarán ambas salidas y, así, sucesivamente.

IN 1. Pulsador 1
Out 1. Lámpara 1
Out 2. Lámpara 2



Lista de instrucciones:
LD IN 01
OR OUT 01
ANDN OUT 05
=OUT 01
LDN IN 01
OR OUT 02
AND OUT 01
=OUT 02
LD IN 01
OR OUT 03

Continúa a la página siguiente.

```
AND OUT 02
= OUT 03
LDN IN 01
OR OUT 04
AND OUT 03
= OUT 04
LD OUT 05
OR OUT 04
AND OUT 01
= OUT 05
END
```

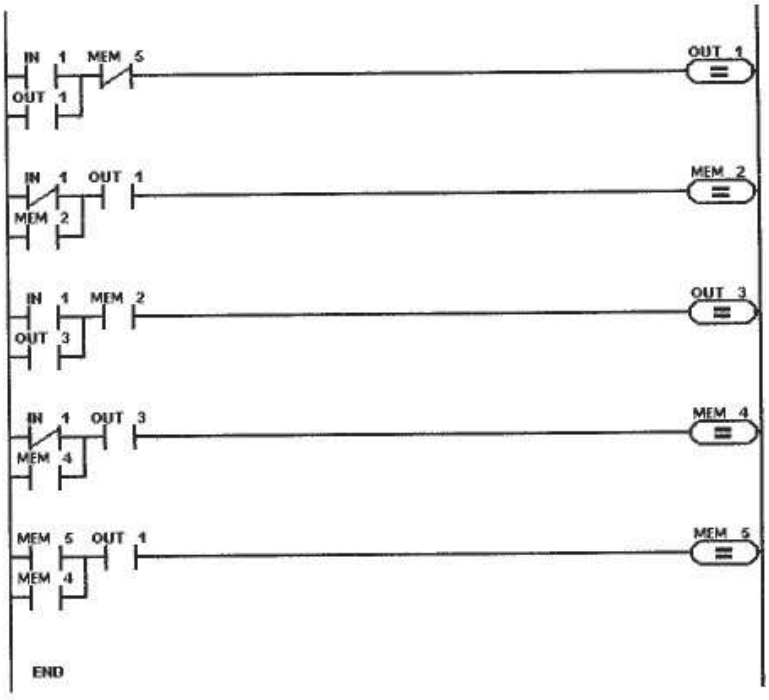
Notamos que para encender dos salidas estamos gastando cinco, lo que no es lógico, ya que los PLC de la gama compacta no podrían ser usados.

Esto se puede resolver usando **memorias** o ***flags*.**

Estas memorias o flags tienen el mismo manejo que una salida; pero, no tienen vinculación física con el exterior. Si se deseara poder utilizar una memoria como salida no sería posible; habría que hacer un copy (=) de esta memoria a la salida elegida.

Una memoria puede ser utilizada para almacenar estados intermedios en un PLC o para retener una entrada de corta duración y, luego, procesarla.

En la mayoría de los PLC, estas memorias son retentivas[2] y, ante cortes de energía eléctrica, su estado es almacenado.



Usando memorias

Realicemos el ejemplo anterior usando memorias.

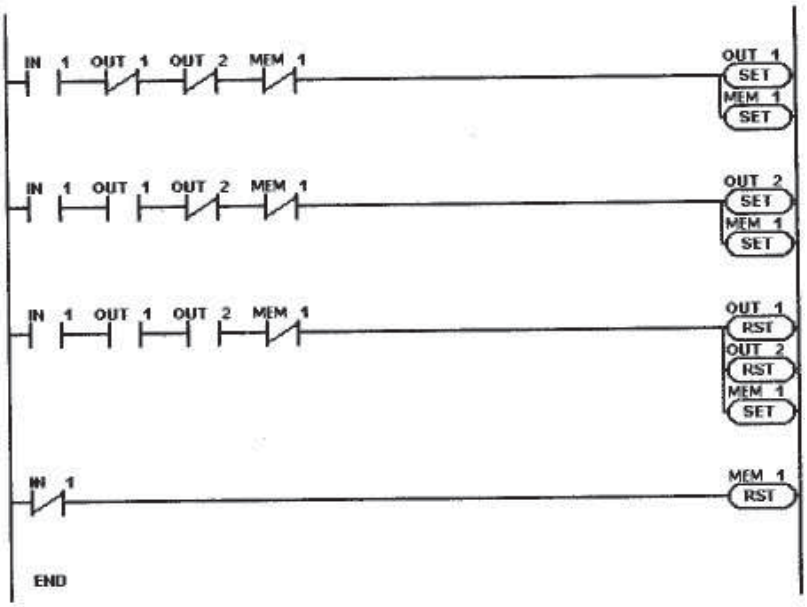
Hemos reemplazado las salidas Out 2, Out 4 y Out 5 por memorias: MEM 2, MEM 4 y MEM 5, respectivamente.

---

[2] *En cada caso es necesario que usted consulte las especificaciones técnicas del fabricante.*

Con este reemplazo, para encender dos lámparas solamente usamos dos salidas: OUT 1 y OUT 3.

Lista de instrucciones:
LD IN 01
OR OUT 01
ANDN MEM 05
=OUT 01
LDN IN 01
OR MEM 02
AND OUT 01
=MEM 02
LD IN 01
OR OUT 03
AND MEM 02
= OUT 03
LDN IN 01
OR MEM 04
AND OUT 03
= MEM 04
LD MEM 05
OR MEM 04
AND OUT 01
= MEM 05
END

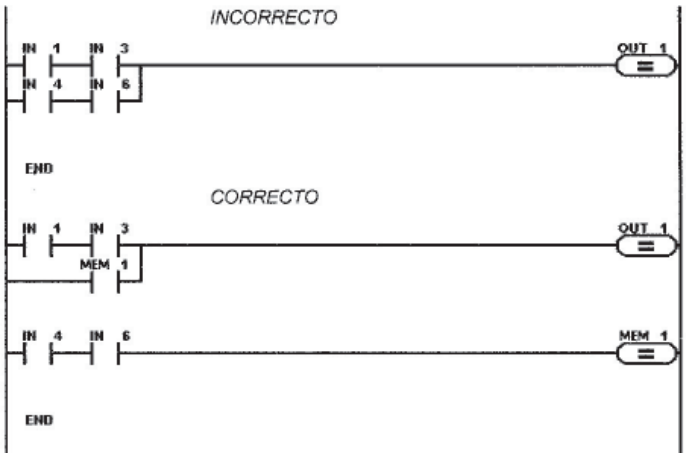


También podemos realizar este circuito utilizando las instrucciones =SET y =RST:

Lista de instrucciones:
LD IN 01
ANDN OUT 01
ANDN OUT 02
ANDN MEM 01
= SET OUT 01
= SET MEM 01
LD IN 01
AND OUT 01
ANDN OUT 02
ANDN MEM 01
=SET OUT 02
=SET MEM 01
Continúa a la página siguiente.

```
LD IN 01
AND OUT 01
AND OUT 02
ANDN MEM 01
=RST OUT 01
=RST OUT 02
=SET MEM 01
LDN IN 01
=RST MEM 01
END
```

- **Otros usos de las memorias:**



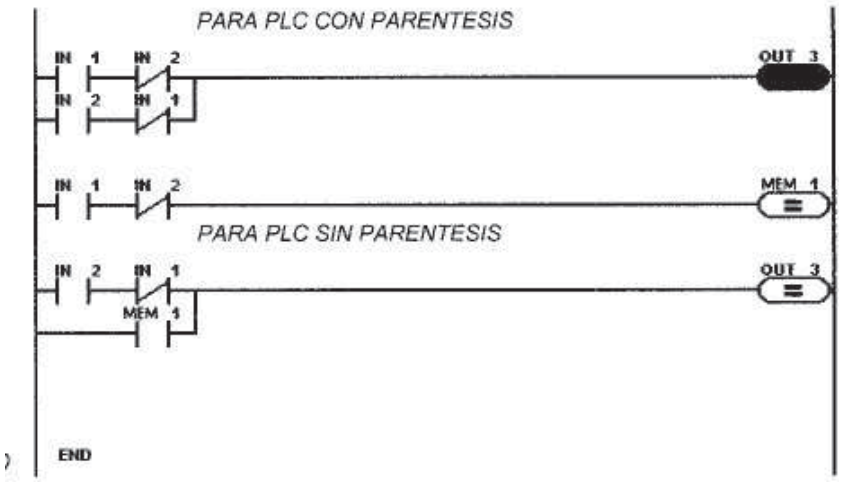
Supongamos que deseamos resolver el ejemplo de la figura siguiente. Si el PLC, no tiene la posibilidad de trabajar con paréntesis, no se puede resolver; pero, la solución correcta es utilizar memorias.

Tratemos de resolver el siguiente ejemplo:

Realizamos un automático de escaleras tradicional, con un pulsador en la parte inferior IN 1 y otro en la parte superior, IN 2.

Debemos encender una salida; para este caso elegimos Out 3.

Al pulsar IN 1 se encenderá la Out 3, si está apagada, y permanecerá así hasta que pulse IN 2. También se podrá realizar en sentido contrario.



La solución:

Lista de instrucciones para PLC con paréntesis:
LD IN 1
ANDN IN 2
OR (IN 2
ANDN IN 1)
= OUT 3
END

Lista de instrucciones para PLC sin paréntesis:
LD IN 1
ANDN IN 2
= MEM 1
LD IN 2
ANDN IN 1
OR MEM 1
= OUT 3
END

Usando timers

En los PLC podremos encontrar una variedad de timers que pueden funcionar como si fueran eléctricos o electrónicos.

Los más comunes son los eléctricos, que se clasifican en:

- Retardo en la conexión.
- Retardo en la desconexión.

En algunos PLC, de acuerdo con el número de timers, puede ser de retardo en la conexión o de retardo en la desconexión. Por eso es aconsejable que, antes de poner a funcionar un timer, se verifique de qué tipo son los que tiene el PLC a utilizar, **verificando sus características técnicas**.

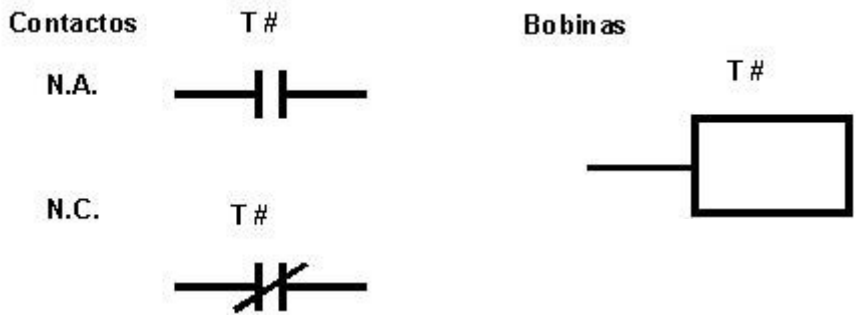
La cantidad de timers que tienen los PLC también es variada; va desde ocho en adelante y puede llegar –en modelos de gran porte– hasta 256.

En cuanto a su precisión, los comunes rondan las décimas de segundo; y, en PLC de tipo modular, dependiendo de la CPU utilizada, esta precisión llega a centésimas de segundo.

El rango en que se los puede ajustar varía desde décimas de segundo hasta, aproximadamente, 64000 segundos. En algunos PLC es posible cambiar la base de tiempo; entonces, en lugar de hablar de segundos, estamos hablando de ajuste de base de tiempo; es decir, si ajusto un timer en 255 bases de tiempo y la base de tiempo es la décima, entonces el timer estará ajustado en 25,5 segundos.

El seteo del valor del timer se realiza en el software de programación y edición de programas; o, cuando está corriendo el PLC, mediante la utilización de *hand hell*, los cuales nos permitirán modificar a voluntad los valores del timer, al igual que visualizarlos mientras funciona.

¿Cómo encontramos expresados a los timers en un diagrama Ladder?



Donde **#** es el número que le corresponde a cada timer.

a) Retardo en la conexión

Diagrama temporal:

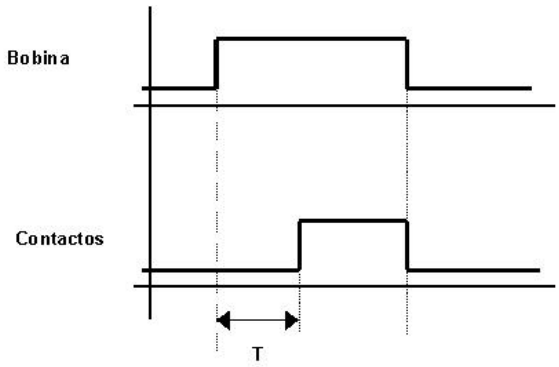
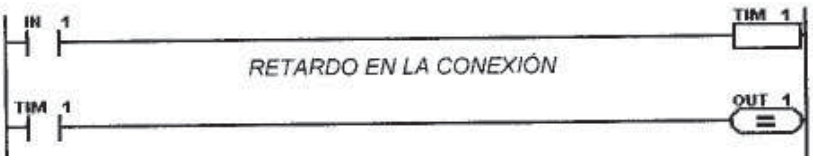


Diagrama de contactos:



Lista de instrucciones:
LD IN 1
= TIM 1
LD TIM 1
= OUT 1
END

b) Retardo en la desconexión

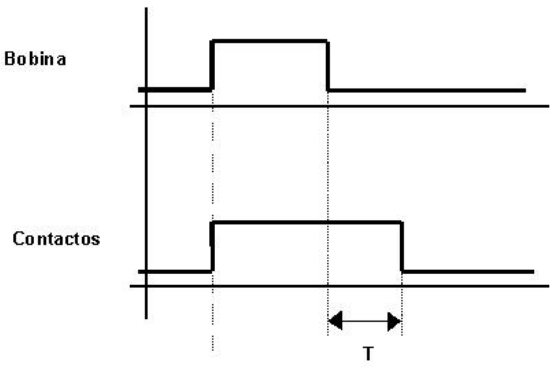


Diagrama temporal:

Diagrama de contactos



Lista de instrucciones:
LD IN 2
= TIM 9
LD TIM 9
= OUT 2
END

Una de las aplicaciones más comunes de los temporizadores en un PLC es la de manejar el arranque de motores del tipo estrella triángulo.

Con este tipo de sistema logramos realizar el arranque de motores trifásicos con gran sencillez.

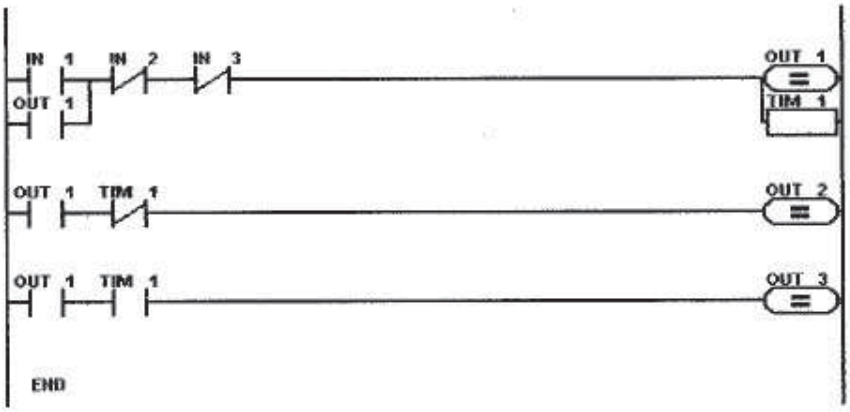
Una vuelta al problema

Supongamos que el motor del ventilador de extracción de gases contaminantes de la sección pinturas de nuestra fábrica de envases es de más de 10 HP.

Debemos realizar un arranque del tipo estrella/triangulo, el cual tiene la tabla de asignaciones que puntualizamos a continuación.

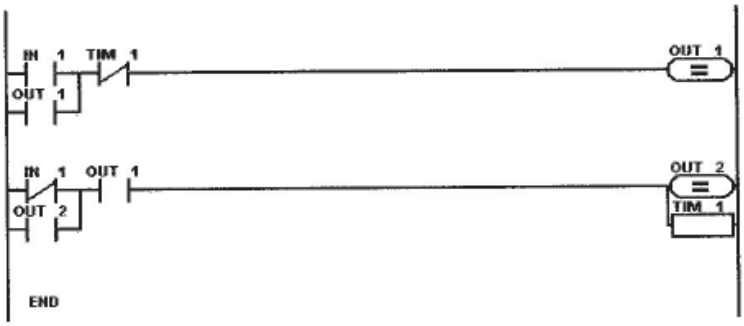
Supongamos que:
IN 1: Pulsador de marcha
IN 2: Pulsador de parada
IN 3: Relevo térmico
Out 1: Contactor de línea
Out 2: Contactor estrella
Out 3: Contactor triángulo

Ahora, con estos datos, realicemos el **diagrama ladder**:



Lista de instrucciones:
LD IN 1
OR OUT 1
ANDN IN 2
ANDN IN 3
= OUT 1
= TIM 1
LD OUT 1
ANDN TIM 1
= OUT 2
LD OUT 1
AND TIM 1
= OUT 3
END

Otra de las aplicaciones frecuentes en el hogar o en edificios de departamentos es la del uso del timer como un automático de paliers: cuando oprimo el pulsador ubicado a la salida de algún ascensor se enciende una luz y permanece en ese estado por un cierto tiempo.



Esto se podría realizar normalmente con timers en la desconexión; pero, no todos los PLC tienen esta alternativa, por eso realizamos un retardo en la desconexión con timers retardo en la conexión.

Usando contadores

En los PLC podemos encontrar una variedad de contadores que pueden funcionar como si fueran eléctricos o electrónicos.

Los más comunes son los eléctricos, que se clasifican en:

- Contador ascendente
- Contador descendente

Cuando se trate de timers de funcionamiento electrónico –no eléctrico, como mostramos aquí–, lo mejor será consultar las características técnicas particulares de cada caso, en el manual del fabricante.

Algunos PLC –de acuerdo con cómo éstos se inicialicen– pueden integrar contador ascendente o contador descendente. Por eso es aconsejable que, antes de poner a funcionar un contador, se controle de qué tipo son los contadores que tiene el PLC a utilizar, verificando las características técnicas.

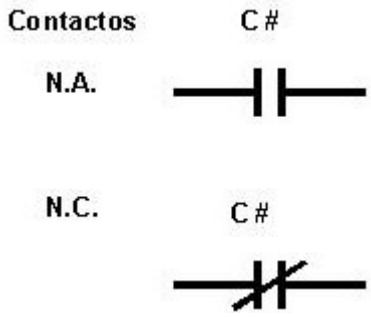
La cantidad de contadores que tienen los PLC también es variada; van desde ocho en adelante y pueden llegar hasta 256, en modelos de gran porte. En cuanto a su velocidad, los comunes rondan 500 cuentas por segundo; en PLC del tipo modular, esta precisión llega al orden de 15000 cuentas por segundo, dependiendo de la CPU utilizada.

El rango en que se los puede ajustar varía desde dos a seis dígitos. El seteo del valor

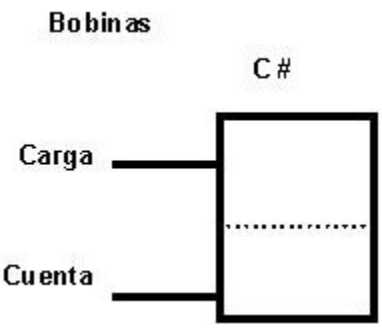
del contador se realiza en el software de programación y edición de programas, o cuando está corriendo el PLC, mediante la utilización de *hand hell* que permiten modificar a voluntar los valores del contador, al igual que visualizarlos mientras funcionan.

¿Cómo encontramos expresados a los contadores en un diagrama ladder?

En la parte condicional:



En la parte de las acciones:



Donde **#** es el número que le corresponde a cada contador.

¿Cómo trabajamos con los contadores?

En algunos PLC, los contadores tienen dos seteos para realizar; uno es el de **carga y limpieza** –LOAD / CLEAR– y, el otro, la **cuenta** –*COUNT*–,

Lo que primero realizamos es la carga y limpieza del contador, antes de ponerlo a funcionar. Cuando colocamos un "1" lógico en esa entrada, el contador limpia su estado actual y se resetea; sus contactos de C# pasan a la posición de reposo, tienen un "0". Recién en ese instante está en condiciones de contar puesto que, al limpiar su estado, también carga el valor de predeterminación.

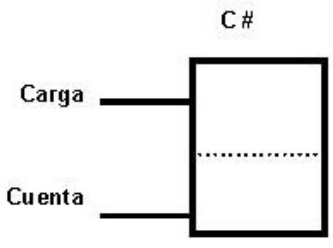
Si queremos –por ejemplo– contar hasta 10 eventos con un contador descendente, debemos predeterminarlo en 9.

Al ingresar la cuenta de eventos por la entrada de cuenta, el contador empieza a decrementar su valor con cada ingreso y, cuando llega a "0", la cuenta pone un "1" lógico en sus contactos –los setea–.

El "1" lógico en la entrada de carga y limpieza (LOAD / CLEAR) debe ser transitorio; si no quitamos este "1", siempre se estará limpiando.

Las entradas de cuenta pueden ser de dos tipos:

- por nivel o
- por flanco[3].



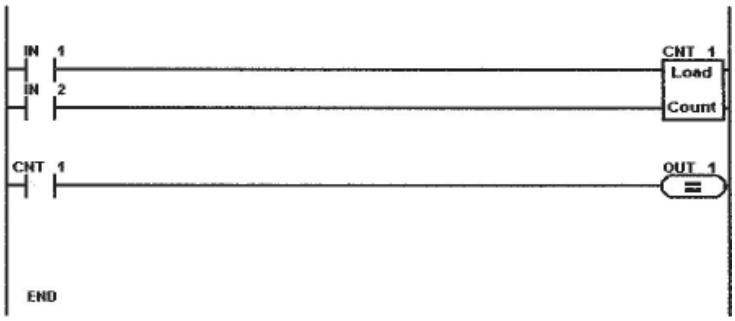
Veamos un ejemplo:

Mediante un pulsador IN 1 realizamos la carga y la limpieza del contador C 01; con otro pulsador, en IN 2, contamos los eventos.

[3] *Nuevamente, frente a esta decisión, resulta necesario consultar las características técnicas del fabricante.*

Visualizamos el estado del contador en la salida OUT 1.

Diagrama ladder:



Lista de instrucciones:
LD IN 01
=CSET 01
LD IN 02
= CNT 01
LD CNT 01
= OUT 01
END.

En este caso, la instrucción = **CSET 01** es la encargada de cargar y limpiar el estado del contador.

La instrucción = **CNT 01**, por su parte, es la encargada de contar eventos.

Cuando se trata de contadores, lo mejor es consultar las características técnicas particulares de cada caso, en el manual del fabricante. Aquí sólo estamos haciendo referencia al manejo de contadores que realizan los PLC de la empresa Dydec.

Formas de representación de las fases operativas de una máquina

La complejidad siempre creciente de los automatismos industriales se traduce en cada vez mayores dificultades para definir de modo claro y no ambiguo el desarrollo de las fases operativas del equipo y sus estados de conmutación. Las extensas descripciones literales resultan de difícil o confusa interpretación, por lo que se hace imprescindible adoptar métodos de representación claros y concretos, ya sea en forma literal o gráfica.

Seguidamente, indicamos distintos métodos para la representación de las fases operativas de las máquinas. Si bien todos son de aplicación general, es el grado de complejidad del equipo el que define el más adecuado en cada caso.

Es importante destacar que las formas de representación son independientes de la tecnología utilizada; por consiguiente, son aplicables para centrales de mando neumático, hidráulico, mecánico, eléctrico, electrónico o combinaciones de éstos.

Vamos a referirnos a:

- representación descriptiva simplificada,
- representación abreviada con vectores,
- representación abreviada con signos,
- representación en forma de diagramas.

1. Representación descriptiva simplificada:

Fase 1: A extiende su vástago, el cilindro A sujeta la pieza.
Fase 2: B extiende su vástago, el cilindro B acciona el punzón de marcación.
Fase 3: B retrae su vástago, el cilindro B retrocede.
Fase 4: A retrae su vástago, el cilindro A libera la pieza.

2. Representación abreviada con vectores:

En este caso, el movimiento de los cilindros o actuadores se representa por vectores.

Se adopta, convencionalmente:

→ Salida (extensión) del vástago

← Entrada (retracción) del vástago

Ejemplos:

1)

Fase 1	A	→
Fase 2	B	→
Fase 3	B	←
Fase 4	A	←

2)

Fase 1	A	→
Fase 2	B	→
Fase 3	B ← C	→
Fase 4	A ← C	←

3. Representación abreviada con signos:

En este caso, el movimiento de los cilindros o actuadores es designado con los signos más (+) y menos (-).

Se adopta, convencionalmente:

\+ Salida (extensión) del vástago
\- Entrada (retracción) del vástago

Ejemplos:

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
1)	A+	B+	B-	A-
2)	A+	B+	B- C+	A- C-
3)	A+	B+	B- C+	A- C-

4. Representación en forma de diagramas:

4.1. Diagrama espacio-fase:

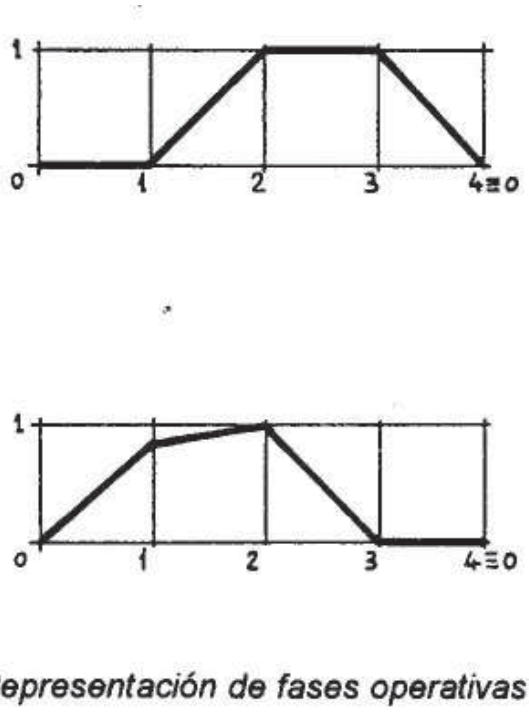
En el diagrama espacio-fase se representa la secuencia de acción de las unidades de trabajo y el encadenamiento de las señales de mando.

Se utilizan, para ello, dos ejes coordenados:

- En uno de ellos, el **eje vertical**, se representa el estado de los actuadores del sistema utilizando valores binados (0 - 1). Se adopta valor 0 para indicar la posición de reposo del elemento (motor detenido, cilindro con vástago retraído, etc.) y valor 1 para identificar el estado del elemento actuado (motor en marcha, cilindro con su vástago extendido, etc.). Estas designaciones constituyen una práctica corriente; no obstante, su carácter es convencional.

- En el otro eje, **el eje horizontal**, se indican las fases o pasos en que se subdivide el ciclo de trabajo. Estos pasos o fases están caracterizados por la modificación o cambio del estado de un elemento constitutivo del mando. Estos cambios se indican con líneas verticales auxiliares sobre el diagrama, que denominamos líneas de fase.

Siempre debemos tratar que los principios de representación y los símbolos utilizados sean iguales en todos los casos, a efectos de lograr que la lectura y comprensión puedan realizarse sin dificultad e inequívocamente. Para esto, adoptamos las siguientes reglas y símbolos básicos:



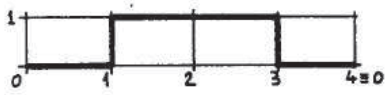
Representación de fases operativas

Los actuadores (neumáticos o hidráulicos) se representan por líneas.

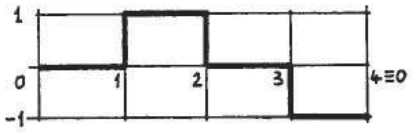
Las líneas horizontales representan estados de reposo del elemento (fases 1 y 3 en el diagrama de la figura).

Las líneas inclinadas significan movimientos (fases 2 y 4 de la figura).

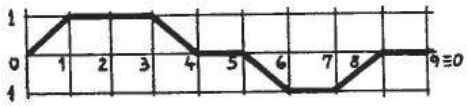
Las líneas con distinta inclinación evidencian distintas velocidades del movimiento; por ejemplo: aproximación rápida, trabajo lento y retomo rápido (fases 1, 2 y 3 en el diagrama de la figura).



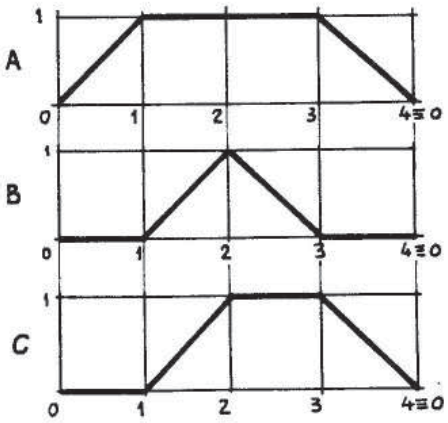
El arranque y parada de motores se indica con una línea vertical desde el estado 0 al estado 1 y viceversa.



Los motores con posibilidad de giro en dos sentidos se representan como en la figura. El nivel 1 superior indica, por ejemplo, rotación en sentido horario; en tanto el inferior, lo contrario. El 0 central indica reposo (motor detenido).

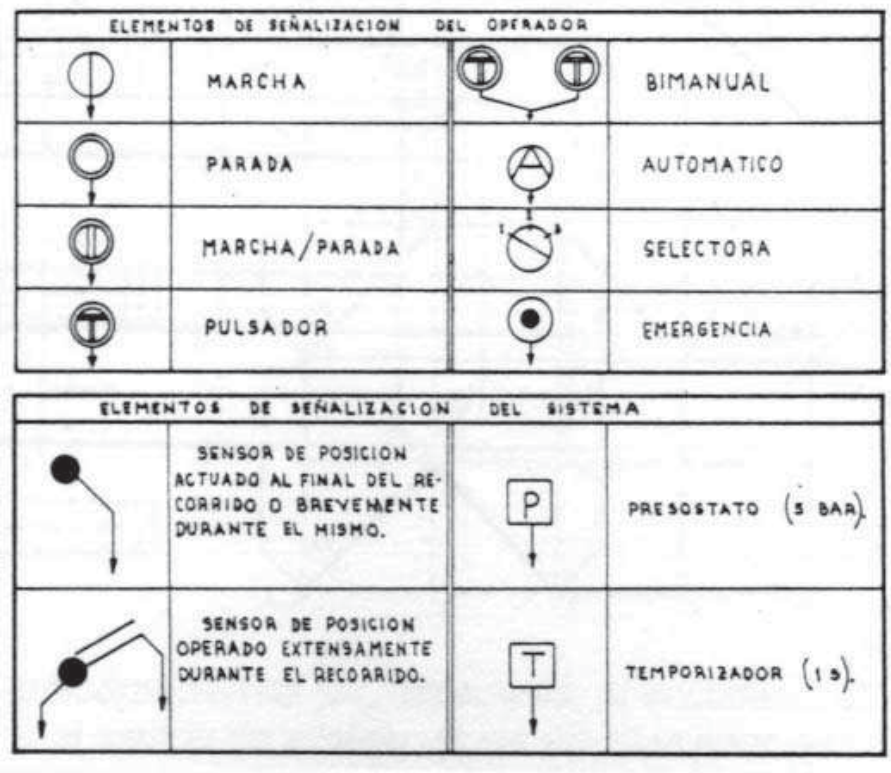


Los motores con aceleración y deceleración prolongada pueden representarse como en la figura (caso de inversión del giro).

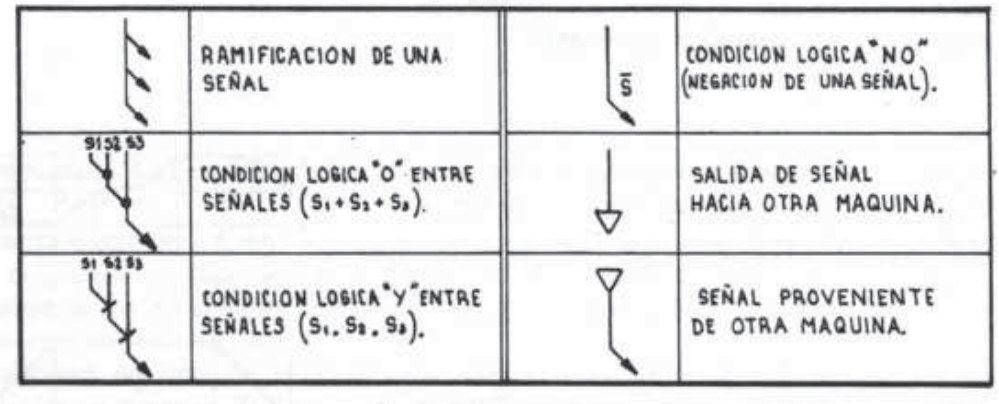


Cuando en un mando existen varios elementos de trabajo, éstos son representados individualmente, uno debajo del otro, estableciendo su relación por medio de las líneas de fase.

Los **elementos de señalización** son aquellos que, al ser actuados, emiten una señal capaz de modificar el estado de algún componente del mando.



La vinculación entre los distintos elementos del mando son establecidas por las **señales**. Éstas se representan con líneas. Las líneas tienen un origen y un destino. Su origen es un elemento de señalización y su destino aquel cuyo estado debe ser cambiado (válvula o cilindro). Una flecha indica el sentido de la señal.

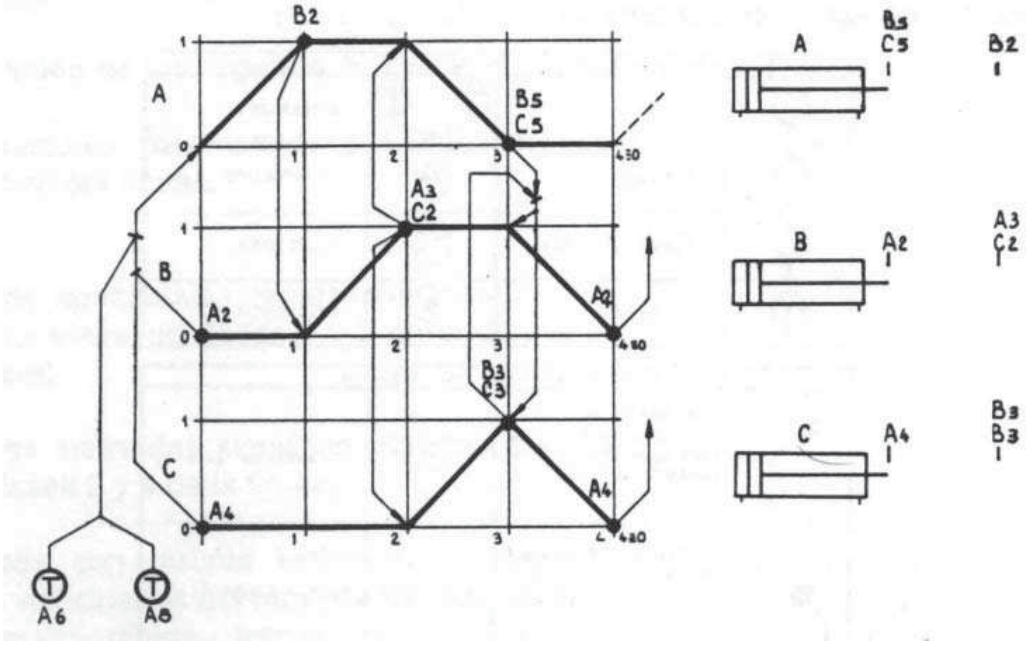


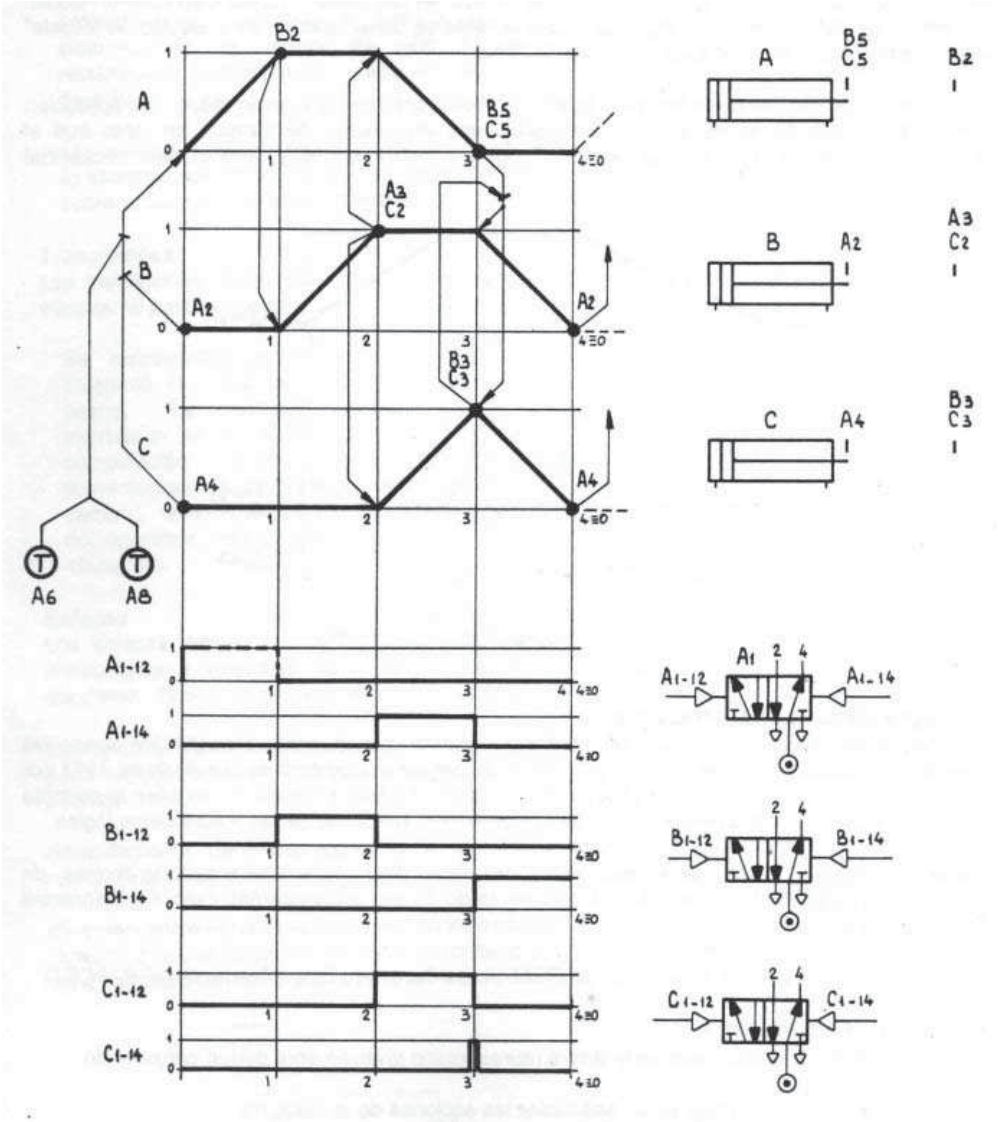
Consideremos un ejemplo de aplicación del diagrama espacio-fase:

Representemos en forma de diagrama espacio-fase la siguiente secuencia de máquina, expresada en forma literal abreviada con signos:

A+, B+, A- C+, B-C-

Se exige un funcionamiento a ciclo simple. El inicio se producirá oprimiendo un comando bimanual y estará condicionado a la finalización del ciclo anterior.

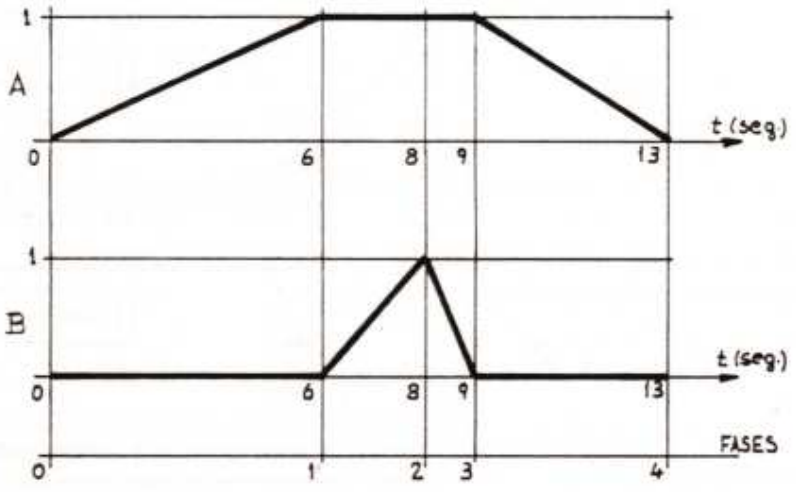




4.2. Diagrama espacio-tiempo:

El diagrama espacio-tiempo constituye una variante del diagrama espacio-fase, en donde en el eje horizontal se indican los tiempos –en reemplazo de las fases o pasos utilizados en este último–. Cuando el tiempo de ejecución constituye una variable de consideración en el equipo, la "escala" de tiempos simplemente se superpone a la de fases.

Valen para este diagrama las mismas reglas y símbolos gráficos ya mencionados. Su aplicación resulta adecuada en aquellos mandos programados en función del tiempo, en tanto que el espacio-fase lo es para los mandos por programa de recorridos y de evolución secuencial.



4.3. Diagrama funcional Grafcet:

Un diagrama funcional es una representación gráfica que permite describir las funciones operativas de un automatismo.

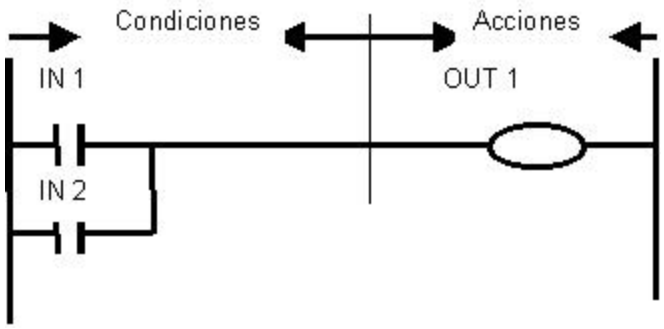
El **Grafcet** es un diagrama funcional desarrollado en 1977 por la Asociación Francesa para la Cibernética Económica y Técnica, y constituye un paso importante para la unificación de la representación del conjunto de condiciones de un automatismo lógico.

Tiene un nombre propio para distinguirlo de otros diagramas funcionales y formas de representación existentes –como son los diagramas de Girard, organigramas lógicos, diagramas DIN 40719, etc.–.

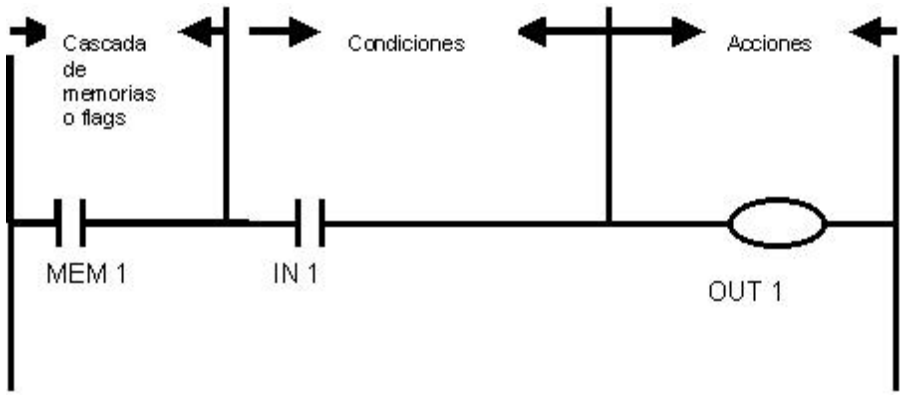
¿Cómo pasamos de la representación de un diagrama espacio-fase a programar un controlador lógico programable?

Lo resolvemos usando la programación el **Ladder**, teniendo en cuenta lo siguiente:

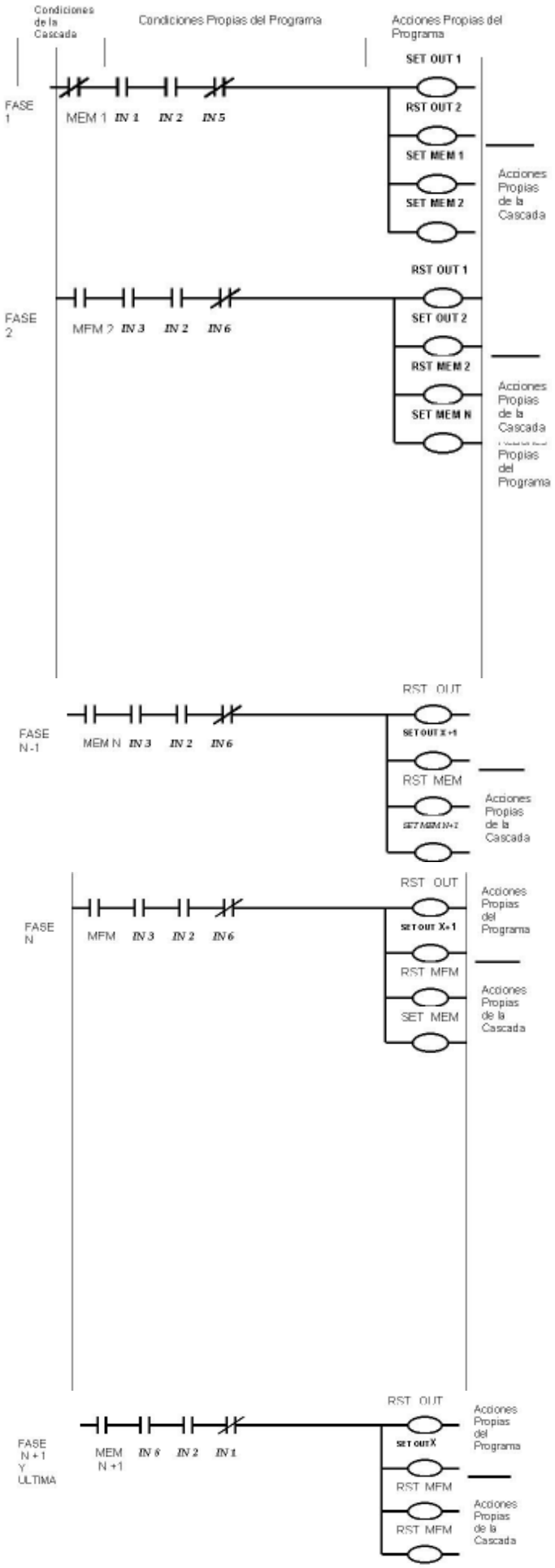
El lenguaje **Ladder**, es un lenguaje de tipo condicional; es decir, posee una zona destinada a las condiciones y otra a las acciones:



Para resolver los diagramas espacio-fase, tenemos que tener en cuenta que en el diagrama Ladder aparece una zona nueva, la que corresponde a la cascada de memorias o flags.



Además, siempre aparecen las instrucciones propias de la cascada sumadas a las del programa:


Condiciones de la Cascada
Condiciones Propias del Programa
Acciones Propias del Programa
FASE 1
MEM 1 IN 1 IN 2 IN 5
SET OUT 1
RST OUT 2
SET MEM 1
SET MEM 2
Acciones Propias de la Cascada
FASE 2
MEM 2 IN 3 IN 2 IN 6
RST OUT 1
SET OUT 2
RST MEM 2
SET MEM N
Acciones Propias de la Cascada
Propias del Programa
FASE N-1
MEM N IN 3 IN 2 IN 6
RST OUT
SET OUT X+1
RST MEM
SET MEM N+1
Acciones Propias de la Cascada
FASE N
MEM IN 3 IN 2 IN 6
RST OUT
SET OUT X+1
RST MEM
SET MEM
Acciones Propias del Programa
Acciones Propias de la Cascada
FASE N+1 Y ULTIMA
MEM N+1 IN 3 IN 2 IN 1
RST OUT
SET OUT X
RST MEM
RST MEM
Acciones Propias del Programa
Acciones Propias de la Cascada
END

Aclaremos cómo funciona este método de resolución gráfica:

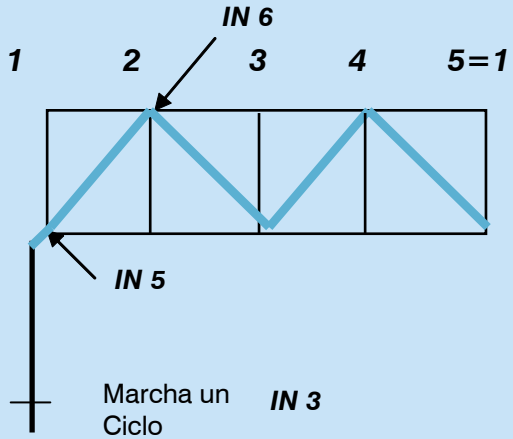
- En primer lugar, siempre colocamos una memoria o flag normalmente cerrada (NC), como indica la figura.
- A continuación, colocamos las condiciones propias del programa.
- En la zona de acciones colocamos las acciones que correspondan al programa, con sus correspondientes SET y RST de las salidas utilizadas.
- Luego, procedemos a colocar las acciones correspondientes a la cascada como, por ejemplo, setear la memoria utilizada al comienzo y la memoria que habilita la segunda fase del programa.
- Luego, en las fases sucesivas, colocamos, en primer lugar, la memoria que habilita la rama y, a continuación, las condiciones propias del programa.
- Procedemos –de igual forma que en el paso anterior– a colocar las acciones del programa.
- Luego, reseteamos la memoria que habilita esta rama y seteamos la que habilita a la siguiente.
- Esto sigue de esta manera, hasta terminar con la totalidad de las fases, en las que colocamos la memoria que habilita la rama y, a continuación, las condiciones propias del programa.
- Procedemos –de igual forma que el paso anterior –a colocar las acciones del programa y luego reseteamos la memoria que habilita esta rama y también reseteamos la primera memoria utilizada.
- En muchas ocasiones es bueno que la última fase del programa produzca la puesta a cero de la totalidad de las salidas.

Consideremos un ejemplo:

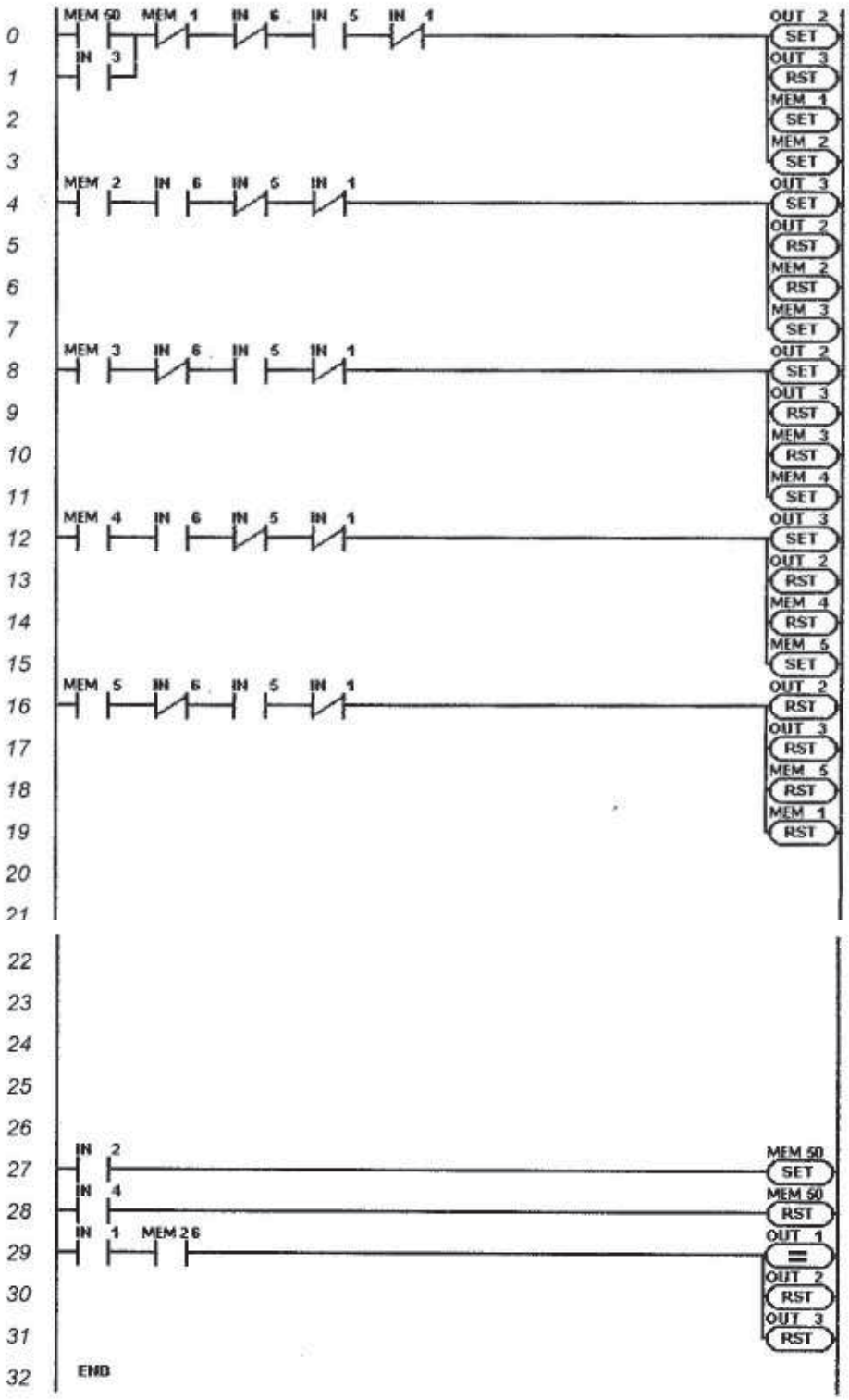
Se desea realizar la automación de una máquina automática cuyos movimientos obedecen al siguiente espacio fase:

Como entrada tenemos:
IN 1: Emergencia
IN 2: Marcha continua
IN 3: Un Ciclo
IN 4: Parada fin de ciclo
IN 5: Cilindro atrás
IN 6: Cilindro adelante

Y, como salidas:
Out 1: Alarma
Out 2: A+
Out 3: A-



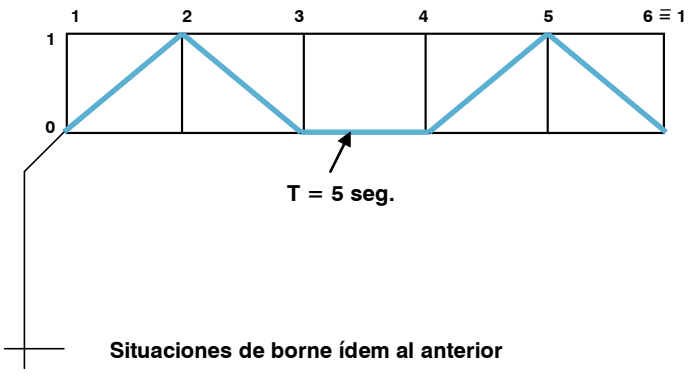
Solución:



Lista de instrucciones:
LD MEM 50
OR IN 03
ANDN MEM 01
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 02
=RST OUT 03
Continúa en la página siguiente.

```
=SET MEM 01
=SET MEM 02
LD MEM 02
AND IN 06
ANDN IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 03
=RST OUT 02
=RST MEM 02
=SET MEM 03
LD MEM 03
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 02
=RST OUT 03
=RST MEM 03
=SET MEM 04
LD MEM 04
AND IN 06
ANDN IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 03
=RST OUT 02
=RST MEM 04
=SET MEM 05
LD MEM 05
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
=RST OUT 02
=RST OUT 03
=RST MEM 05
=RST MEM 01
LD IN 02
=SET MEM 50
LD IN 04
=RST MEM 50
LD IN 01
AND MEM 26
= OUT 01
=RST OUT 02
=RST OUT 03
END
```

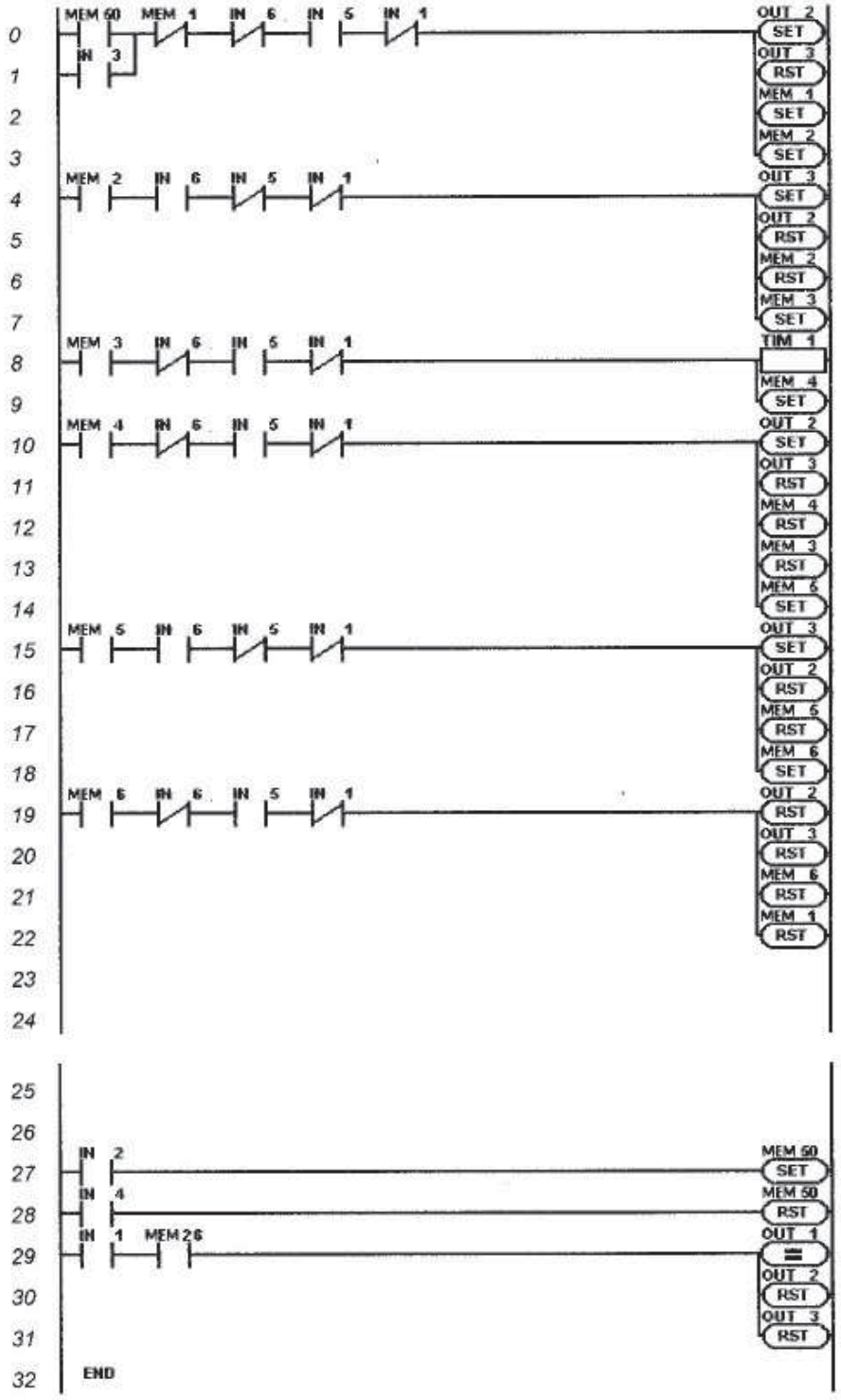
Al mismo ejemplo anterior le introducimos un timer entre la fase 2 y 3, quedando:



IN 1: Emergencia
IN 2: Marcha continua
IN 3: Un ciclo
IN 4: Parada fin de ciclo
IN 5: Cilindro atrás
IN 6: Cilindro adelante

Y, como salidas:
Out 1: Alarma
Out 2: A+
Out 3: A-

Diagrama Ladder:



Lista de instrucciones:
LD MEM 50
OR IN 03
ANDN MEM 01
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 02
=RST OUT 03
=SET MEM 01
=SET MEM 02
LD MEM 02
AND IN 06
ANDN IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 03
=RST OUT 02
=RST MEM 02
=SET MEM 03
LD MEM 03
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
= TIM 01
=SET MEM 04
LD MEM 04
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 02
=RST OUT 03
=RST MEM 04
=RST MEM 03
=SET MEM 05
LD MEM 05
AND IN 06
ANDN IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 03
=RST OUT 02
=RST MEM 05
=SET MEM 06
LD MEM 06
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
=RST OUT 02
=RST OUT 03
=RST MEM 06
=RST MEM 01
LD IN 02
=SET MEM 50
LD IN 04
Continúa en la página siguiente.

=RST MEM 50
LD IN 01
AND MEM 26
= OUT 01
=RST OUT 02
=RST OUT 03
END

Ahora, vemos cómo resolvemos diagramas espacio-fase de dos elementos, como el siguiente:

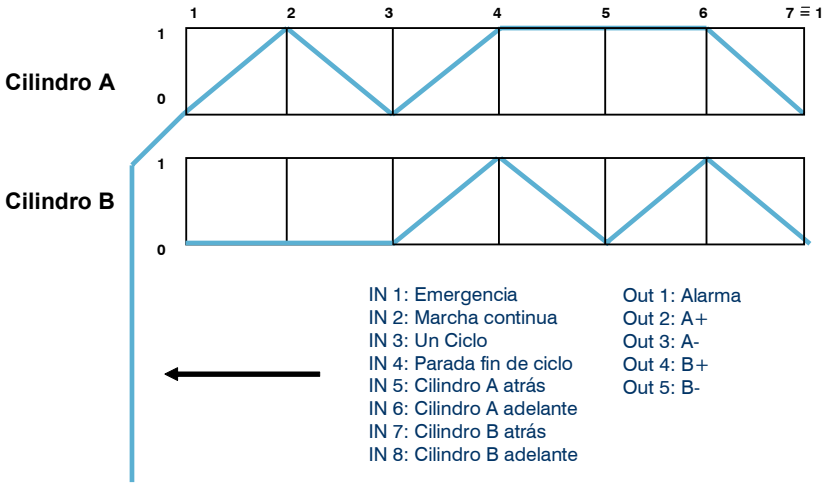
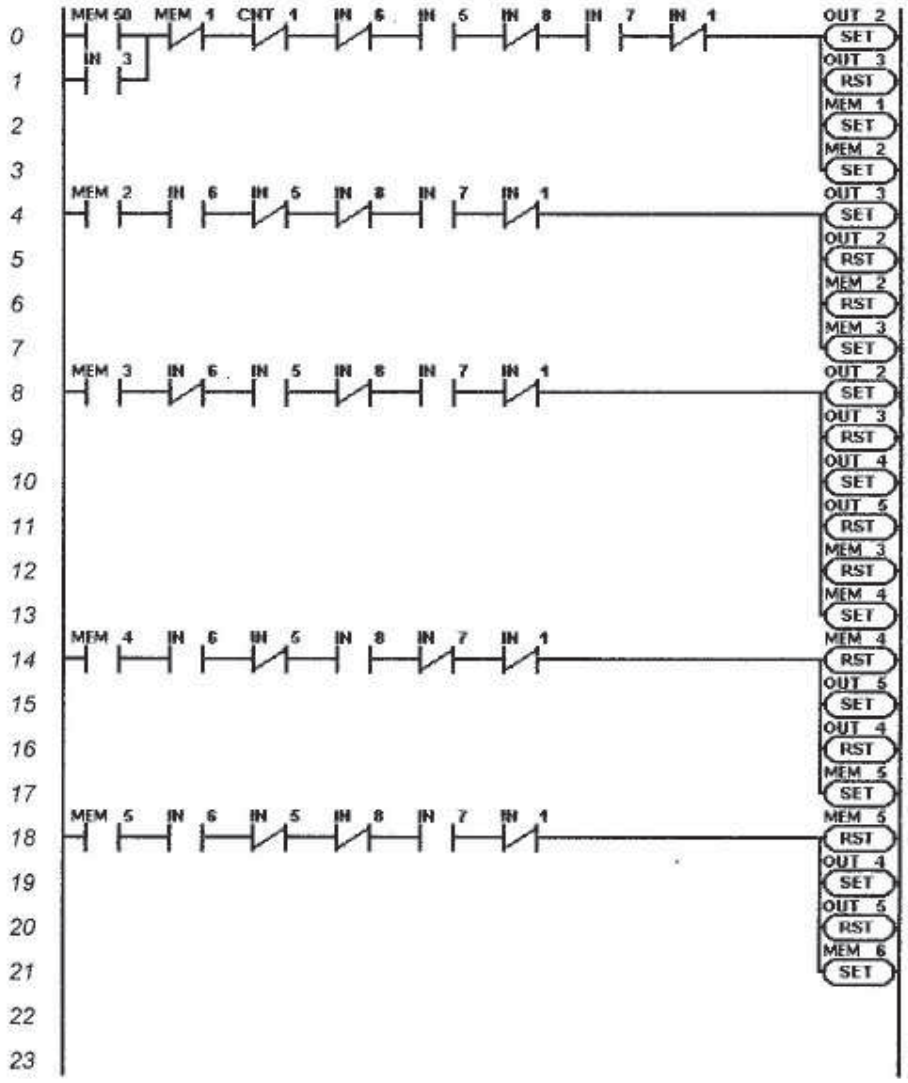
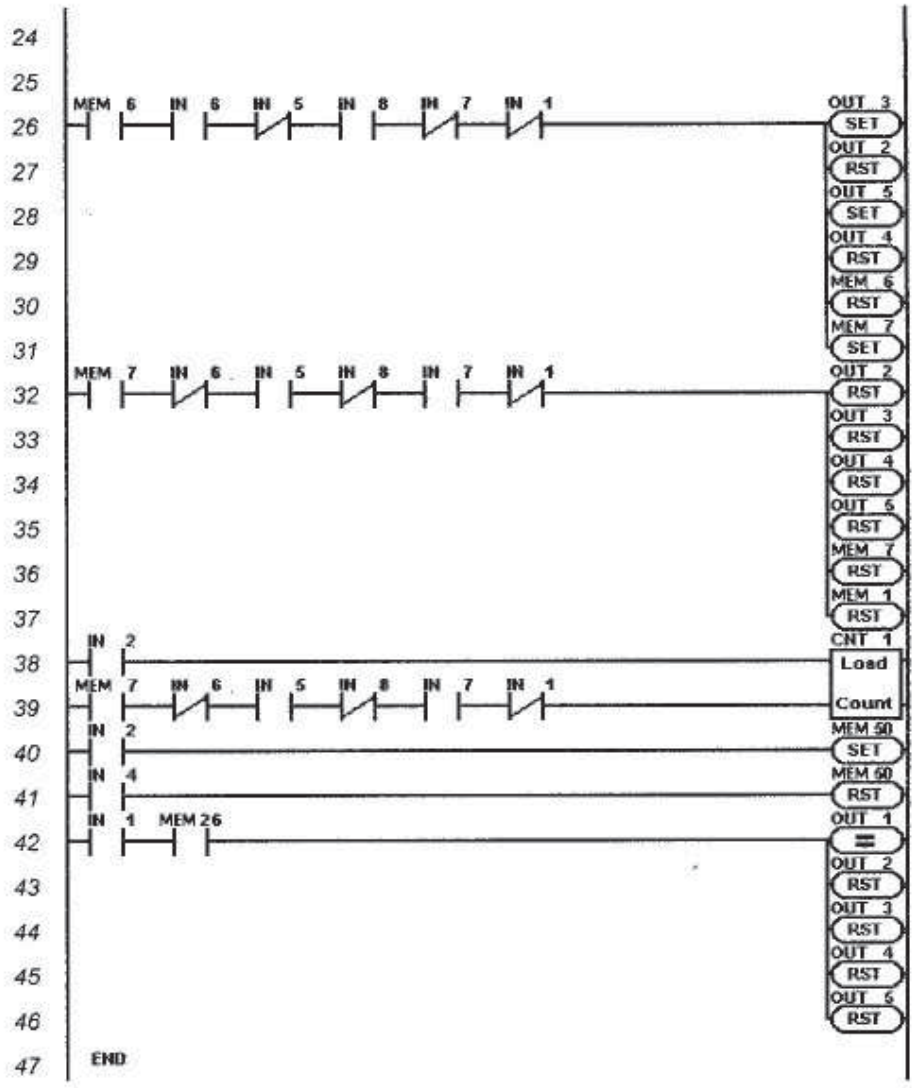


Diagrama Ladder:





Lista de instrucciones:
LD MEM 50
OR IN 03
ANDN MEM 01
ANDN CNT 01
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 08
AND IN 07
ANDN IN 01
=SET OUT 02
=RST OUT 03
=SET MEM 01
=SET MEM 02
LD MEM 02
AND IN 06
ANDN IN 05
ANDN IN 08
AND IN 07
ANDN IN 01

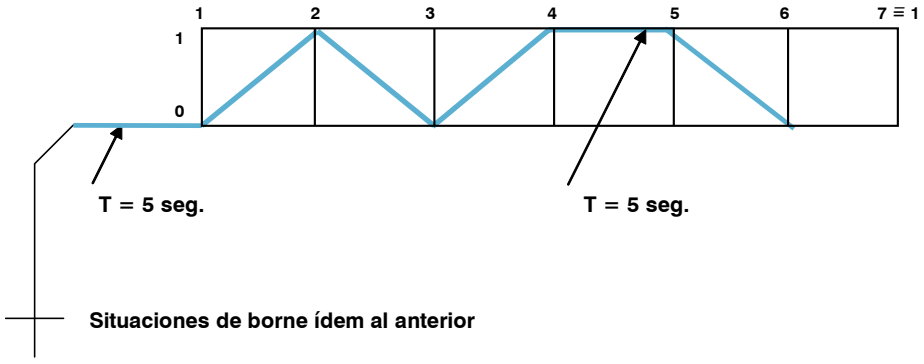
Continúa a la página siguiente.

=SET OUT 03
=RST OUT 02
=RST MEM 02
=SET MEM 03
LD MEM 03
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 08
AND IN 07
ANDN IN 01
=SET OUT 02
=RST OUT 03
=SET OUT 04
=RST OUT 05
=RST MEM 03
=SET MEM 04
LD MEM 04
AND IN 06
ANDN IN 05
AND IN 08
ANDN IN 07
ANDN IN 01
=RST MEM 04
=SET OUT 05
=RST OUT 04
=SET MEM 05
LD MEM 05
AND IN 06
ANDN IN 05
ANDN IN 08
AND IN 07
ANDN IN 01
=RST MEM 05
=SET OUT 04
=RST OUT 05
=SET MEM 06
LD MEM 06
AND IN 06
ANDN IN 05
AND IN 08
ANDN IN 07
ANDN IN 01
=SET OUT 03
=RST OUT 02
=SET OUT 05
=RST OUT 04
=RST MEM 06
=SET MEM 07
LD MEM 07
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 08

Continúa a la página siguiente.

```
AND IN 07
ANDN IN 01
=RST OUT 02
=RST OUT 03
=RST OUT 04
=RST OUT 05
=RST MEM 07
=RST MEM 01
LD IN 02
= CSET 01
LD MEM 07
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 08
AND IN 07
ANDN IN 01
= CNT 01
LD IN 02
=SET MEM 50
LD IN 04
=RST MEM 50
LD IN 01
AND MEM 26
= OUT 01
=RST OUT 02
=RST OUT 03
=RST OUT 04
=RST OUT 05
END
```

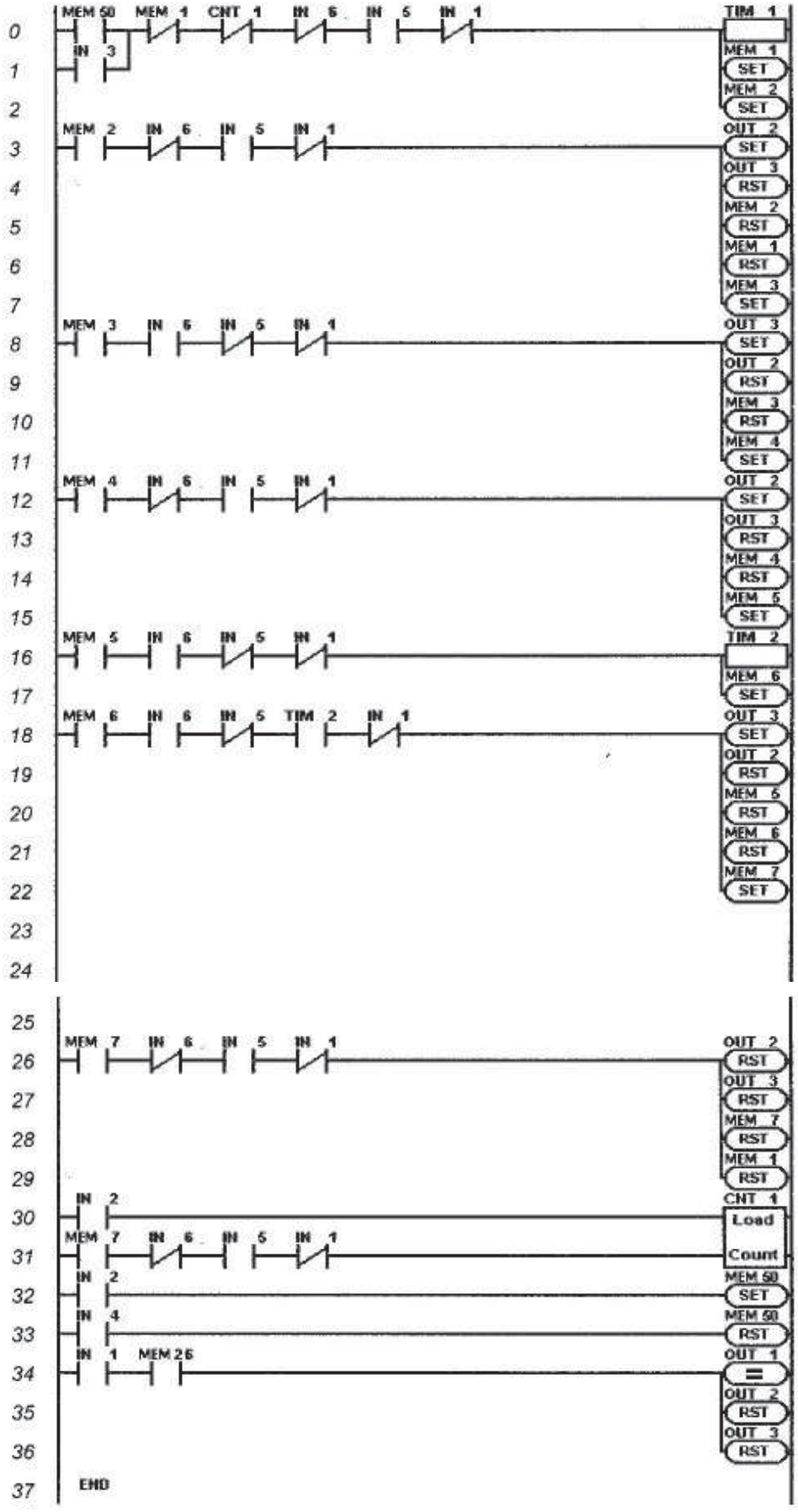
En el siguiente ejemplo colocamos a trabajar juntos timer y contadores. El diagrama espacio-fase es, así, el siguiente:



IN 1: Emergencia
IN 2: Marcha continua
IN 3: Un ciclo
IN 4: Parada fin de ciclo
IN 5: Cilindro A atrás
IN 6: Cilindro A adelante

Out 1: Alarma
Out 2: A+
Out 3: A-

Diagrama Ladder:



Lista de instrucciones:

```
LD MEM 50
OR IN 03
ANDN MEM 01
ANDN CNT 01
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
= TIM 01
=SET MEM 01
=SET MEM 02
LD MEM 02
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 02
=RST OUT 03
=RST MEM 02
=RST MEM 01
=SET MEM 03
LD MEM 03
AND IN 06
ANDN IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 03
=RST OUT 02
=RST MEM 03
=SET MEM 04
LD MEM 04
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
=SET OUT 02
=RST OUT 03
=RST MEM 04
=SET MEM 05
LD MEM 05
AND IN 06
ANDN IN 05
ANDN IN 01
= TIM 02
=SET MEM 06
LD MEM 06
AND IN 06
ANDN IN 05
AND TIM 02
ANDN IN 01
=SET OUT 03
=RST OUT 02
=RST MEM 05
=RST MEM 06
=SET MEM 07
```

Continúa a la página siguiente.

```
LD MEM 07
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
=RST OUT 02
=RST OUT 03
=RST MEM 07
=RST MEM 01
LD IN 02
= CSET 01
LD MEM 07
ANDN IN 06
AND IN 05
ANDN IN 01
= CNT 01
LD IN 02
=SET MEM 50
LD IN 04
=RST MEM 50
LD IN 01
AND MEM 26
= OUT 01
=RST OUT 02
=RST OUT 03
END
```

Actividad 3
Integración de "Introducción a la programación"

1. Explique brevemente los distintos lenguajes de programación a través de un ejemplo, referido al PLC que está desarrollando.

2. ¿Cuáles son las consideraciones que debe tener al realizar la programación de tipo Ladder? Refiéralas al PLC que ha tomado como ejemplo.

3. Realice el diagrama espacio/fase de la máquina estampadora propuesta y efectúe la programación adecuada –tanto Ladder como lista–. Coloque los pulsadores de marcha continua, parada a fin de ciclo, parada de emergencia. Cuente la producción y realice un sistema minino de indicación de alarmas.

TALLER

Nombre aprendiz:

Programa de formación:

Ficha:

Objetivos:

- Identificar el funcionamiento de los Breakers y su uso en un circuito eléctrico.
- Reconocer las capacidades comerciales de los breakers
- Realizar el montaje de los breakers y observar su comportamiento.

Actividades

1. **¿Qué función cumplen los breakers en una instalación eléctrica?**
2. **¿Qué tipos de Breakers existen?**
3. **¿Qué diferencias existen entre los tipos de breakers?**
4. **Por medio de una ilustración explique las partes que componen un Breaker**
5. **¿Qué fabricantes de breakers existen?**
6. **¿Qué capacidades comerciales existen en el mercado?**
7. **¿Cómo es su simbología eléctrica?**
8. **¿Cómo se instalan en un circuito eléctrico?**
9. **¿Qué consideraciones se deben tener en cuenta para la selección de un Breaker?**
10. **¿Qué es un breaker totalizador?**
11. **¿Qué es la selectividad de las protecciones?**
12. **Realizar el cálculo de las protecciones para el siguiente ejemplo:**

- **Se tiene un motor de 10 Hp el cual trabaja a una tensión de 220 Vac trifásico, a un factor de potencia 0,95, Eficiencia: 90 % ¿Calcular el breaker y el conductor que necesitaría el motor para trabajar adecuadamente?**

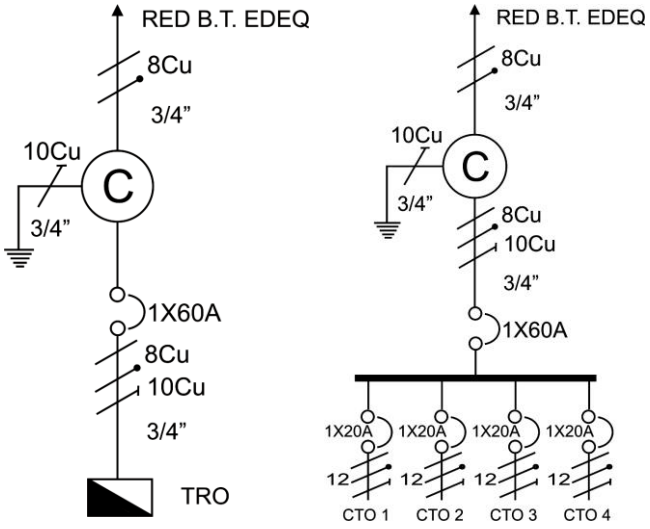
Una vez finalizada la actividad esta debe ser enviada en el link dispuesto por el instructor en la blackboard, inicialmente debe ser enviada al correo del instructor miguel.rosales@ misena.edu.co.

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
Instructor: Ing. Miguel Angel Rosales Diaz
miguel.rosales@misena.edu.co

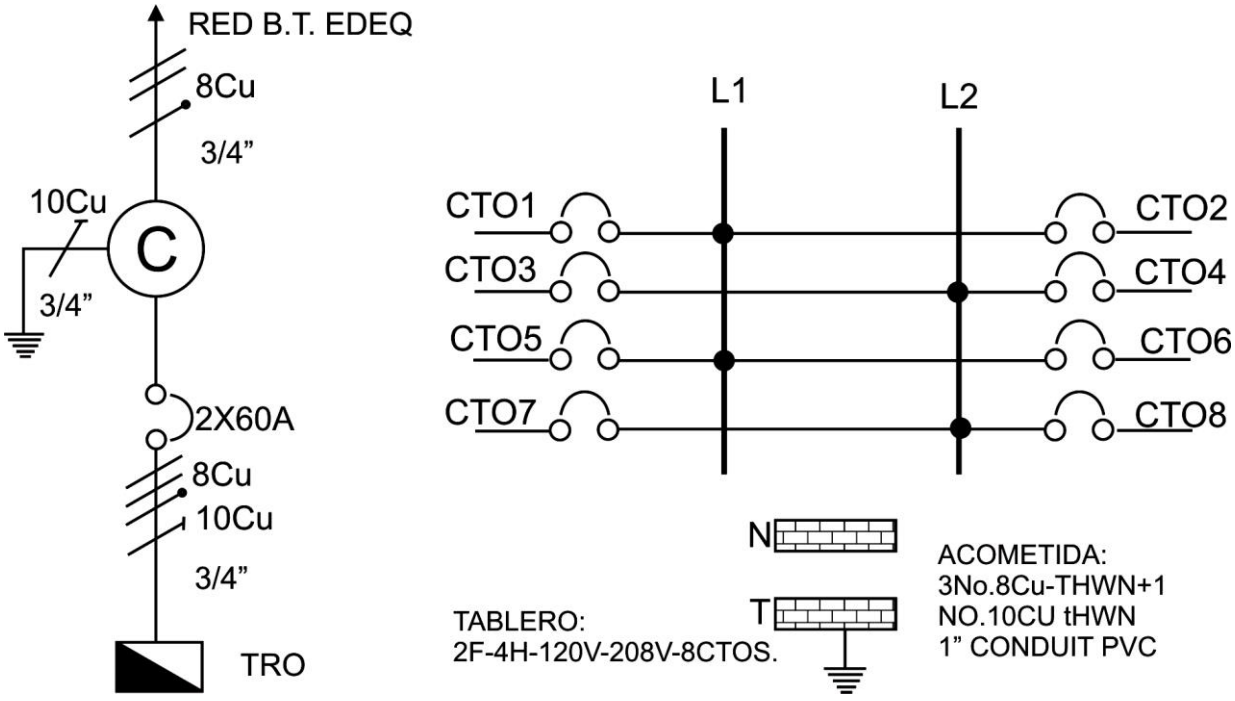
Diagrama unifilar

Es el esquema unifilar que nos da una idea general de toda la instalación eléctrica, desde la acometida hasta los circuitos ramales, contiene los siguientes datos:

- Cantidad y calibre de los conductores de la acometida
- Caja de medidor
- Diámetro de la tubería
- Número de circuitos del tablero
- Conexión a tierra

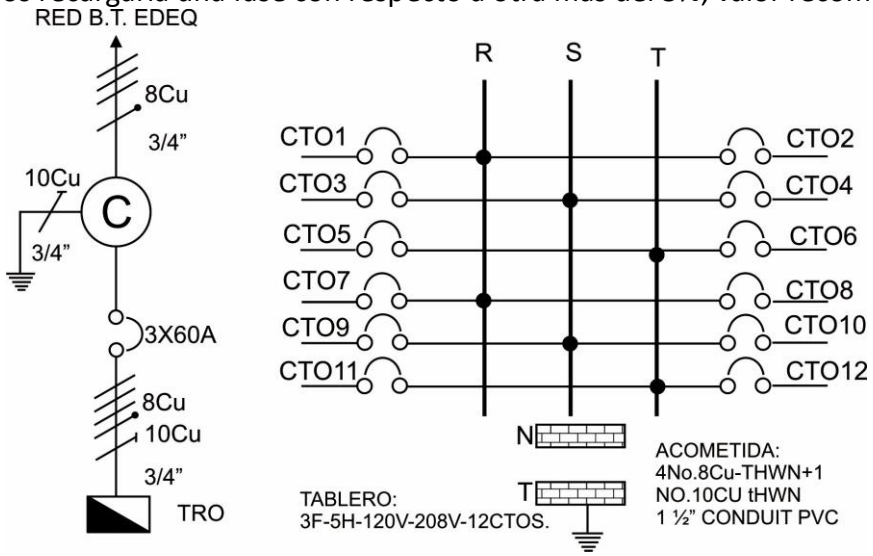


Se llama **diagrama unifilar** porque el diseño es realmente una sola línea **(unifilar)** y sobre esta única línea se trazan ciertas líneas, que indican si se utilizan dos, tres o cuatro conductores para alimentar la vivienda. Prácticamente son dos diagramas, uno general indicando la acometida y conexiones hasta el tablero y otro de esquema de conexión de los dispositivos de protección, que varía de acuerdo con el sistema usado para alimentar la vivienda.



SISTEMA TRIFILAR

Hay que tener especial cuidado con los **diagramas unifilares,** ya que de ellos depende la distribución de los circuitos en el **CUADRO DE CARGAS**, ya que una incorrecta distribución de los mismos recargaría una fase con respecto a otra más del 5%, valor recomendado.



SISTEMA TRIFASICO TETRAFILAR

Ejemplos

EJEMPLO 1. Se tiene una casa de dos pisos con un sistema trifásico tetrafilar con el siguiente cuadro de cargas:

CUADRO DE CARGAS

CTO. No.	DESCRIPCION	TOMAS			LAMPARAS		POTENCIA VATIOS	I(A)	AMPERIOS			AWG	PROT. AMP.
		1Φ	2Φ	3Φ	FLUO.	BALAS			L1	L2	L3		
1	ILUMINACION SEGUNDO PISO				3	10	600	5	5			12	1x15
3	TOMAS 2º PISO, PRINCIPAL, NIÑA, BAÑO	10					1800	15		15		12	1X20
5	TOMAS 2º PISO, HUESPED, ESTAR	9				2	1680	14			14	12	1X20
7	KIOSKO	1				2	240	2	2			12	1X15
9-11	ESTUFA		1				2000	9.1		9.1	9.1	10	2X30
13	ARTEFACTOS PEQUEÑOS DE COCINA	7					1500	12.5	12.5			12	1X20
15	ILUMINACION Y TOMAS PRIMER PISO	2			3	15	1110	9.3		9.3		12	1X20

17	LAVADORA Y PLANCHA	2					1500	12.5			12.5	12	1X20
2-4-6	CALENTADOR			1			2000	5.6	5.6	5.6	5.6	10	3X50
8	TOMAS PRIMER PISO	10					1800	15	15			12	1X20
10	ALARMA	1					200	1.7		1.7		12	1X15
12	RESERVA												
14-16-18	RESERVA												
		42	**1**	**1**	**6**	**29**	**14430**	**101.7**	**40.1**	**40.7**	**41.2**		

Total carga instalada 14430W

Aparatos de calefacción 4000W

(Factor de demanda dado por la tabla 220-19 de la NTC2050)

Horno-Estufa 2000W

Calentador 2000W

4000W al 65% 2600W

Alumbrado general 14430W-4000W=10430W

(Factor de demanda dado por la tabla 220-11 de la NTC2050)

Primeros 3000W al 100% 3000W

10430W-3000W=7430W al 35%..... 2600.5W

Neto alumbrado... 4760.5W

Más lo de aparatos de calefacción 2600.0W

Carga total 8200.5W

$$I = \frac{8200.5\,W}{\sqrt{3} * 208V} = \frac{8200.5W}{360V} = 22.79\,A$$

La Acometida sería un número 10 AWG, pero según los requerimientos de la norma la acometida será No 8AWG.

Ahora con mucho cuidad observe el siguiente cuadro de cargas y compárelo con el diagrama unifilar mostrado en la hoja anterior y compruebe la correspondencia.

Desequilibrio, para ello se toma el valor más alto como referencia:

$L3 - L1 = \frac{41.1A - 40.1A}{41.1A} X100\% = 2.43\%$ Desequilibrio aceptable por ser menor que 5%

$L3 - L2 = \frac{41.1A - 40.6A}{41.1A} X100\% = 1.21\%$ Desequilibrio aceptable por ser menor que 5%

EJEMPLO 2.

CUADRO DE CARGAS TRO MONOFÁSICO TRIFILAR

CTO. No.	DESCRIPCIÓN	TOMAS		LAMPARAS		POTENCIA VATIOS	I(Amp)	AMPERIOS		CAL. AWG	PROT. AMP.
		1Φ	2Φ	3Φ	BALAS			L1	L2		
1	ILUMINACION SEGUNDO PISO			3	10	600	5	5		12	1x15
2	TOMAS 2º PISO, PRINCIPAL, NIÑA, BAÑO	10				1800	15	15		12	1X20
3	TOMAS 2º PISO, HUESPED, ESTAR	9			2	1680	14		14	12	1X20
4	KIOSKO	1			2	240	2		2	12	1X15
05-Jul	ESTUFA		1			2000	9.1	9.1	9.1	10	2X30
6	ARTEFACTOS PEQUEÑOS DE COCINA	7				1500	12.5	12.5		12	1X20
8	ILUMINACION Y TOMAS PRIMER PISO	2		3	15	1110	9.3		12.5	12	1X20
9	LAVADORA Y PLANCHA	2				1500	12.5	12.5		12	1X20
10-Dic	CALENTADOR		1			2000	5.5	5.5	5.5	10	3X50
11	TOMAS PRIMER PISO	10				1800	15		15	12	1X20
13-15	RESERVA										
14	RESERVA										
16	ALARMA	1				200	1.7		1.7	12	1X15
		42	**2**	**6**	**29**	**14430**	**101.6**	**59.6**	**59.8**		

Total carga instalada 14430W

Aparatos de calefacción 4000W

(Factor de demanda dado por la tabla 220-19 de la NTC2050)

Horno-Estufa 2000W

Calentador 2000W

4000W al 65% 2600W

Alumbrado general 14430W-4000W=10430W

(Factor de demanda dado por la tabla 220-11 de la NTC2050)

Primeros 3000W al 100% 3000W

10430W-3000W=7430W al 35%..... 2600.5W

Neto alumbrado... 4760.5W

Más lo de aparatos de calefacción 2600.0W

Carga total 8200.5W

$$I = \frac{8200.5\,W}{220\,V} = 37.3\,A$$

Por tanto el calibre de alimentador (Fases, Neutro y Tierra) es No. 8 AWG THW ó THHW.

DesEquilibrio: $L2 - L1 = \frac{59.8A - 59.6A}{59.6A} X100\% = 0.3\%$ EXCELENTE TRABAJO!

Ejercicios

1. Elabore el cuadro de cargas, factor de demanda y el diagrama de conexiones del tablero de distribución monofásico trifilar para:
   - 14 bombillos de 100W c/u.
   - 18 tomacorrientes de 180W c/u.
   - 4 tomas que corresponden al circuito de cocina de 1500W
   - 2 tomas que corresponden al circuito de lavadora y plancha de 1500W
   - 1 toma a 220V (F-N-F) para estufa de 4500W.
   - 1 toma a 220V (F-F) para ducha de 3600W.

2. Elabore el cuadro de cargas, factor de demanda y diagrama de conexiones del tablero de distribución trifasico tetrafilar para una casa de dos pisos que tiene: Primer piso:
   - 24 tomas a 200W c/u.
   - 20 bombillos incandescentes de 100W c/u.
   - 5 tomas en cocina 1500W
   - 2 tomas lavadora y plancha de 1500W
   - 1 calentador trifásico de 3000W

Solución

1. Se procede a elaborar el cuadro de cargas, teniendo en cuenta que la corriente para calcular el dispositivo de protección o breaker:

$$I_{breaker_o_nominal} = I_{calculada} \times 1.25$$

Y el calibre del conductor se halla siguiendo la siguiente tabla:

CORRIENTE NOMINAL DELCIRCUITO	15A	20A	30A
PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE	15A	20A	30A
CALIBRE MINIMO DEL CONDUCTOR EN EL CIRCUITO	14AWG	12AWG	10AWG

Por ejemplo, supongamos que el circuito tiene una carga o potencia igual a 1600W/120V, para hallar el breaker y el calibre, se calcula primero la corriente:

$$I_{calculada} = \frac{P}{V} = \frac{1600W}{120V} = 13.33A$$

Ahora, multiplicando esta corriente por 1.25 (artículo 220-3 inciso a) NTC2050) se halla el breaker y calibre:

$$I_{breaker_o_nominal} = I_{calculada} \times 1.25 = 13.33A \times 1.25 = 16.66A$$

Observando la tabla anterior, se concluye que el breaker a utilizar es de 20A, por estar por encima del valor de la corriente, además que el calibre mínimo de los conductores para el circuito fase y neutro deben ser número 12 AWG. También se puede observar que si se hubiera utilizado la corriente calculada inicialmente el breaker sería de 15A, un valor muy ajustado que no hace flexible la instalación.

Muy bien, volviendo con el ejercicio 1 se tiene el siguiente cuadro de carga, obsérvelo detenidamente.

CUADRO DE CARGAS TRIFILAR

CTO. No.	DESCRIPCION	TOMAS		BOMB.	POT. (W)	I(Amp)	AMPERIOS		PROT. AMP.	AWG Min.
		1Φ	2Φ	100W			L1	L2		
1	Bombillos			7	700	5.8	5.8		1x15A	14
3	Bombillos			7	700	5.8		5.8	1x15A	14
2	Tomas generales	9			1620	13.5	13.5		1x20A	12
4	Tomas generales	9			1620	13.5		13.5	1x20A	12
5	Cocina	4			1500	12.5	12.5		1x20A	12
7	Plancha y lavadora	2			1500	12.5		12.5	1x20A	12
6-8	* Estufa		1		4500	20.5	20.5	20.5	2x30A	10
9-11	* Ducha		1		3600	16.4	16.4	16.4	2x30A	10
10-12	RESERVA									
					15740		68.7	68.7		

* Se utilizan dos circuitos o dos breakers para la estufa y también para la ducha porque están alimentados a 220V, lo que corresponde a dos fases. También la corriente solo para estos casos se calcula dividiendo por 220V.

Al observar detenidamente el cuadro de cargas, se tiene:

- Se dividieron los bombillos en dos circuitos, esto con el fin de equilibrar cargas.

- La corriente de la estufa y la ducha se ubico en ambas columnas tanto L1 como L2, esto debido a que están alimentadas a 220V, lo que significa que ambas líneas estarán cargadas con la misma corriente y no una sola.
- El desequilibrio no existe, ya que al restar las corrientes, obtenemos un resultado igual a 0 %, es decir, este diseño se ha realizado de una forma optima, en ocasiones los valores no serán tan exactos, por tanto se pueden quitar o redistribuir las cargas (bombillos, tomas) de cada circuito hasta conseguir un desequilibrio menor al 5%.

Después de esto se elabora los cálculos de calibre de acometida:

Total carga instalada 15740W

Aparatos y electrodomésticos 8100W, se aplica el factor de demanda dado por la tabla 220-19 de la NTC2050

Estufa	4500W	
Ducha	3600W	
	8100W al 65% ……. igual a …..	5265W

Alumbrado general 7640W

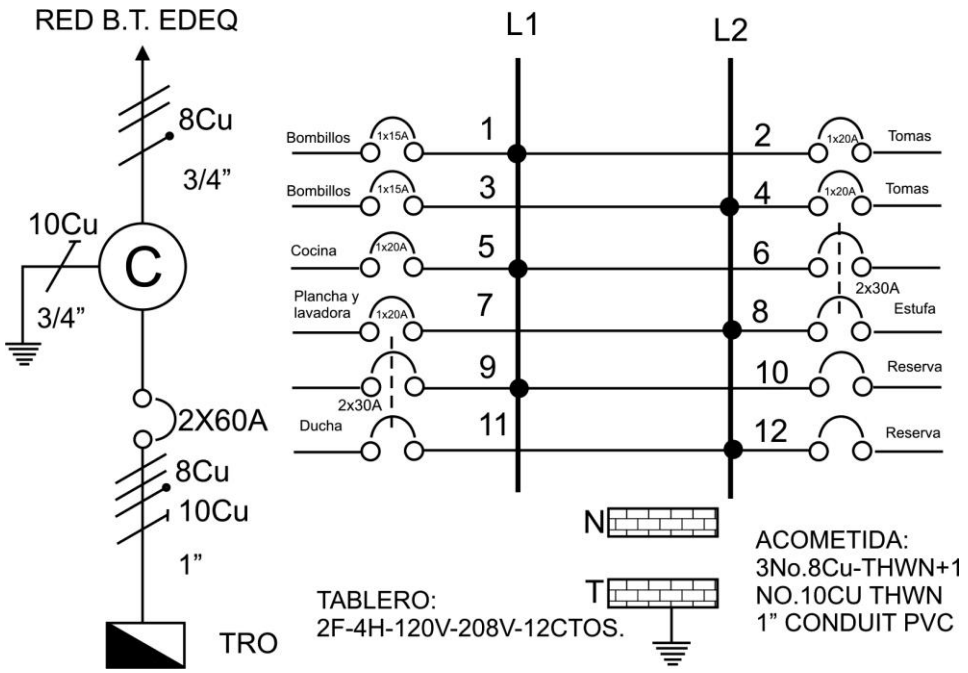
Primeros 3000 al 100%	3000W
7640W – 3000W = 4640W al 35%	1624W

Se suman los factores calculados de aparatos y alumbrado 9889W

A partir de este último valor se calcula la corriente de los conductores de la acometida:

$I = \frac{9889\text{W}}{220\text{V}} = 44.95A$ que da para un número 8AWG.

Después de esto, se debe elaborar el diagrama unifilar de conexiones, siguiendo los circuitos enumerados en el cuadro de cargas:



2. El siguiente cuadro es una de las soluciones del ejercio2, digo una, porque existen muchas formas de distribuir las cargas para equilibrar las tres fases.

CUADRO DE CARGAS TRIFASICO

CTO. No.	DESCRIPCION	TOMAS			BOMB.	POT. (W)	I(Amp)	AMPERIOS			PROT. AMP.	AWG Min.
		1Φ	2Φ	3Φ	100W			L1	L2	L3		
	TOMAS	6				1200	10	10			1x15A	14
	TOMAS	9				1800	15		15		1x15A	14
	TOMAS	9				1800	15			15	1x15A	14
	BOMBILLOS				6	600	5	5			1x15A	14
	BOMBILLOS				14	1400	11.7		11.7		1x15A	14
	COCINA	5				1500	12.5			12.5	1x20A	12
	PLANCHA Y LAVADORA	2				1500	12.5	12.5			1x20A	12
	CALENTADOR			1		3000	8.3	8.3	8.3	8.3	2x30A	10
		31	0	1	20	12800	89.97	35.8	35	35.8		

ACTIVIDADES

1. Teniendo en cuenta el cuadro anterior responda las siguientes preguntas:

- Escriba mínimo tres observaciones de él.
- El desequilibrio de las fases
- El calibre de los conductores
- Dibuje el diagrama unifilar, tanto general como de conexiones e IDENTIFIQUE cada circuito en el cuadro de cargas de acuerdo con la línea que use y su ubicación en el diagrama.

2. **Calcular el cuadro de carga para los siguientes elementos mediante una hoja de Excel que nos ayude a realizar las operaciones necesarias para realizar el balanceo correspondiente el cual no puede superar el 5% entre fases.**

    - 1 motor de 2Hp / 220V
    - 2 motores de 5Hp/380V
    - 1 motor de 1Hp/ 115V
    - 15 bombillos a 100 W / 115V
    - 1 aire Acondicionado 9000 Btu/115V
    - 1 aire Acondicionado 12000 Btu/227V
    - 2 aires Acondicionados de 18000 Btu/227V
    - 15 tomacorrientes a 200 W cada uno / 115V
    - 1 toma trifásico (3600W) /380V
    - 1 toma bifásico (2000 W) / 220V
    - 1 nevera grande 800W/115V
    - 2 abanicos/ 300 w C/U/115V
    - 2 televisores 200 w C/U/115V

    En el cuadro de cargas debe aparecer:

    - Balance de Cargas
    - Calculo de corriente
    - Calculo de breaker totalizador
    - Calculo de breakers circuitos Ramales
    - Diagrama unifilar
    - Tablero para comprar para el montaje de los circuitos
    - Cálculo de la tubería eléctrica
    - Calibres de los conductores eléctricos
    - Calculo de Regulación eléctrica

Una vez finalizada la actividad esta debe ser enviada en el link dispuesto por el instructor en la blackboard, inicialmente debe ser enviada al correo del instructor miguel.rosales@misena.edu.co.

TALLER

Nombre aprendiz:

Programa de formación:

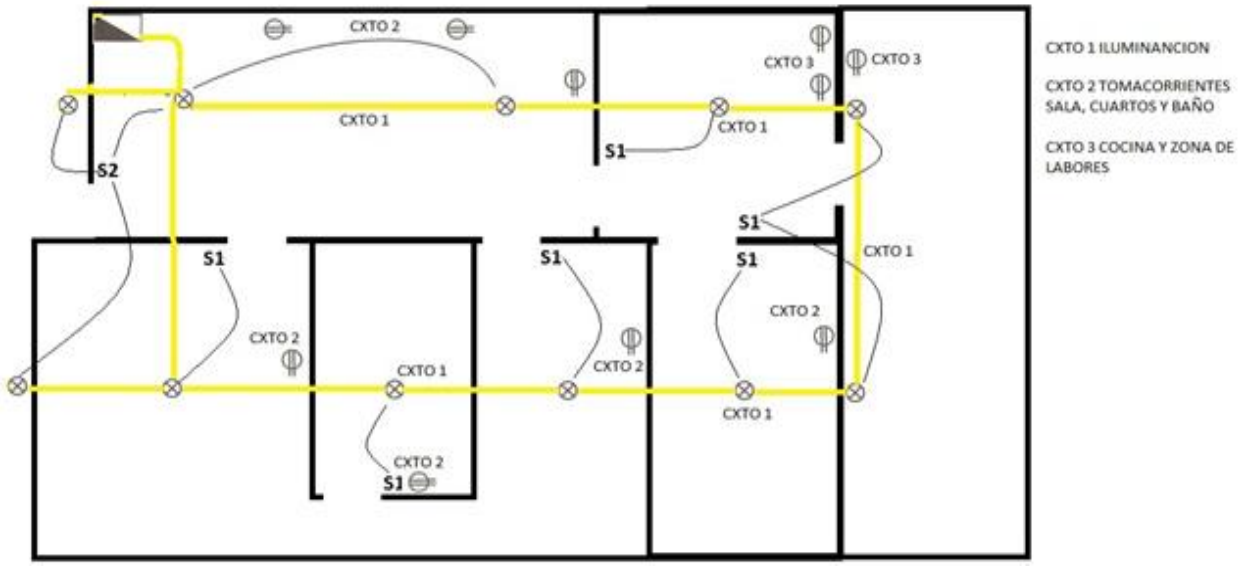
Ficha:

Objetivos:

- Identificar la simbología eléctrica utilizada en los planos eléctricos.
- Reconocer los diagramas eléctricos utilizados en la actualidad
- Identificar los componentes que constituyen a una instalación eléctrica
- Realizar montajes que ayuden a aprender a instalar componentes eléctricos

Actividades

1. **Realizar el diseño eléctrico teniendo en cuenta el plano de la instalación eléctrica que se muestra a continuación:**



2. **Realizar cotización de los elementos a utilizar para realizar el montaje de los componentes en el tablero de pruebas.**
3. **Realizar montaje del siguiente plano de instalación en el tablero de pruebas**
4. **Tomar evidencia fotográfica del montaje durante y después de la instalación eléctrica. ¿Qué conclusiones tiene acerca de la actividad propuesta?**

Una vez finalizada la actividad esta debe ser enviada en el link dispuesto por el instructor en la blackboard, inicialmente debe ser enviada al correo del instructor miguel.Rosales@ misena.edu.co.

TALLER

Nombre aprendiz:

Programa de formación:

Ficha:

Objetivos:

- Identificar los tableros de distribución y su funcionamiento
- Identificar los tipos de tableros de distribución
- Realizar mediciones eléctricas en los circuitos eléctricos que conforman el tablero eléctrico

Actividades

1. **¿Qué es un tablero de distribución?**
2. **¿Cuál es su simbología eléctrica?**
3. **¿Qué tableros de distribución existen comercialmente en el mercado?**
4. **¿Qué marcas de tableros existen en Colombia?**
5. **¿Qué tipos de tableros existen?**
6. **¿De cuántos circuitos existen?**
7. **¿Cuántos circuitos posee el tablero de distribución que le fue suministrado por el instructor, Documéntelo fotográficamente?**
8. **Identificar el nivel de tensión con el cual trabaja el tablero suministrado por el instructor.**
9. **Realizar la conexión del Breaker trifásico y Bifásico, documente fotográficamente.**
10. **Realizar las siguientes mediciones mediante el multímetro:**
    - **1Φ Monofásico:**

      Fase - Neutro: Fase - Tierra:

      1Φ Monofásico Bifilar:

      Fase 1 – Fase 2: Fase 1 - Tierra: Fase 2 - Tierra: Fase 1 - Neutro: Fase 2 - Neutro:

    - **3 Φ Bifásico Tetrafilar:**

      Fase 1 (R) - Neutro: Fase 2 (S) - Neutro: Fase 3 (T) – Neutro:

      Fase 1 (R) – Fase 2 (S): Fase 1 (R) – Fase 3 (T): Fase 2 (S) – Fase 3 (T):

      Fase 1 (R) - Tierra: Fase 2 (S) - Tierra: Fase 3 (T) - Tierra:

    - **Medición de intensidad mediante la pinza voltiamperimetrica**

      I Fase 1 (R): I Fase 2 (S): I Fase 3 (T):

11. **¿Qué conclusiones tiene acerca de la actividad propuesta?**

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
INFORME FINAL DE SUPERVISIÓN
CONTRATACIÓN DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PERSONALES

CONTRATO No. 4494913.

NOMBRE DEL CONTRATISTA: MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ

IDENTIFICACION DEL CONTRATISTA: C.C 72.275.235 de Barranquilla

OBJETO DEL CONTRATO: Prestar servicios profesionales como instructor para impartir formación profesional titulada y complementaria en el área de electricidad industrial de acuerdo con la programación académica del SENA Centro Nacional Colombo Alemán.

OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA: 1. Formular proyecto formativo, planeación pedagógica del proyecto y recursos didácticos (Guías de aprendizaje, instrumentos de evaluación y material de apoyo) para el desarrollo de las competencias del programa de formación según lineamientos del procedimiento y guía de desarrollo curricular. 2. Realizar el alistamiento de las actividades de aprendizaje a orientar teniendo en cuenta: ambientes, número de aprendices, disponibilidad de equipos, modalidad de formación, y duraciones establecidas en las guías de aprendizaje para el logro de los resultados de aprendizaje del programa. 3. Realizar las actividades de inducción a los aprendices utilizando el ambiente virtual dispuesto (LMS) acorde a lo establecido en la circular de inducción vigente y guía desarrollo del proceso formativo. 4. Asociar aprendices a la ruta de aprendizaje en el aplicativo Sofia plus dispuesto por la entidad 5. Orientar el desarrollo de las actividades de Aprendizaje promoviendo el aprendizaje significativo, la solución creativa de problemas, el desarrollo de estrategias para el aprendizaje autónomo, el uso de las Tic, el trabajo colaborativo, planteando acciones de refuerzo, mejoramiento y apoyo que motiven y fundamenten al aprendiz para el desarrollo de sus competencias según lo establecido en el procedimiento de ejecución de la formación profesional integral 6. Utilizar herramientas tecnológicas que El SENA brinda para la gestión del aprendizaje y apoyo a los procesos formativos, para organizar y desarrollar actividades de aprendizaje y llevar el registro del portafolio de evidencias. 7. Registrar oportunamente en aquellos casos de inasistencias, deserciones, condicionamientos de matrícula, cancelación de matrícula en el aplicativo SOFIA plus de acuerdo con lo establecido en el Reglamento del Aprendiz vigente. 8. Emitir juicios de evaluación con base en la valoración de las evidencias de Aprendizaje, las características y las premisas de evaluación del aprendizaje descritas en la Guía para desarrollar el proceso formativo, el procedimiento de ejecución de la formación y el reglamento del Aprendiz SENA. 9. Realizar evaluación al desarrollo del programa ante el Equipo Pedagógico del Centro estableciendo pertinencia del programa, índice de deserción, y observaciones para la mejora de los contenidos curriculares del Programa de Formación, dejando este registro mediante Acta. 10. Atender con oportunidad y eficiencia las sugerencias indicadas por el Supervisor del Contrato para el cabal cumplimiento de sus obligaciones contractuales. 11. Apoyar los procesos relacionados con Investigación, Ciencia, Tecnología e Innovación del Centro de Formación en caso de ser requerido o estar interesado en participar 12. Reportar en el sistema SOFIA Plus en un plazo máximo de 3 días, todas las actividades de acuerdo con los procesos que son de su responsabilidad, garantizando la calidad de la información y su coherencia con el proceso formativo, tales como: Registro de los juicios evaluativos, Creación de rutas y asociación de aprendices, Registro de juicios evaluativos del reconocimiento de aprendizajes previos, Cierre de fichas. 13. Cumplir con la entrega de productos a los que se comprometió en la formulación del proyecto aprobado. 14. Participar en las actividades de divulgación de ciencia y tecnología organizados por los Centros de Formación. 15. Presentar

informes mensuales en los cuales se evidencie los avances respecto al cumplimiento de los indicadores, metas u objetivos propuestos para el área y/o proceso en el que interviene; y un informe final al terminar la ejecución del contrato. 16. Utilizar y Cuidar los ambientes, maquinaria, materiales, vehículos, equipos y/o herramientas que disponga para realizar la formación. Y una vez finalizado el contrato reintegrar y/o devolver los elementos y bienes que, a manera de inventario, el Centro de Formación ponga a su disposición, uso y custodia para la cabal ejecución del contrato. 17. Inscribirse y Certificarse en los procesos de certificación de competencias laborales que apliquen a la función instructor. 18. Participen interdisciplinariamente en el desarrollo curricular, (Estructuración del proyecto, planeación pedagógica, Guías de Aprendizaje), así como en la evaluación del aprendizaje. 19. Apoyar en los procesos de pruebas, talleres aptitudinales y/o selección de aprendices. 20. Contar con certificación vigente de norma de competencia (orientar procesos formativos presenciales con base en los planes de formación concertados o la actualización) (orientar formación presencial de acuerdo con procedimiento técnico y normativo).

LUGAR DE EJECUCIÓN: Barranquilla

PLAZO DE EJECUCIÓN: 4 Mes(es) y 23 días.

FECHA DE INICIACIÓN CONTRATO: **06 DE FEBRERO DE 2023**

FECHA DE TERMINACIÓN DEL CONTRATO: **30 DE JUNIO DE 2023**

VIGENCIA DEL CONTRATO: 2023

VALOR DEL CONTRATO: $ 17.075.153

SUPERVISOR: ANDRES MAURICIO AGUIRRE ANTOLINEZ

IDENTIFICACION DEL SUPERVISOR: C.C 94.552.425 de Barranquilla

SUSPENSIONES Y AMPLIACIONES DE SUSPENSIÓN: SI____ NO___

ACTAS No.	TIEMPO	CAUSALES

BALANCE FINANCIERO:

Valor Total del Contrato	$ 17.075.153
Valor Ejecutado	$ 17.075.153
Saldo Pendiente a Cancelar al Contratista	$
Saldo a Liberar	$ 0

PRODUCTOS O ACTIVIDADES EJECUTADAS:

1. Formular el proyecto formativo, planeación pedagógica del proyecto y recursos didácticos (Guías de aprendizaje, Instrumentos de evaluación y material de apoyo). para el desarrollo de las competencias del programa de formación según lineamientos del procedimiento y guía de desarrollo curricular.
2. Realizar el alistamiento de las actividades de aprendizaje a orientar teniendo en cuenta: Ambientes, números de aprendices, disponibilidad de equipos, modalidad de formación, y duraciones establecidas en las guías de aprendizaje para el logro de los resultados de aprendizaje del programa.
3. Realizar las actividades de inducción a los aprendices utilizando el ambiente virtual dispuesto (LMS) acorde a lo establecido en la circular de inducción vigente y guía de desarrollo del proceso formativo.
4. Asociar aprendices a la ruta de aprendizaje en el aplicativo Sofia plus dispuesto por la entidad.
5. Orientar el desarrollo de las actividades de aprendizaje promoviendo el aprendizaje significativo, la solución creativa de problemas, el desarrollo de las estrategias para el aprendizaje autónomo, el uso de las TIC´s, el trabajo colaborativo, planteando acciones de refuerzo, mejoramiento y apoyo que motiven y fundamenten al aprendiz para el desarrollo de sus competencias según lo establecido en el procedimiento de ejecución de la formación profesional integral
6. Utilizar herramientas tecnológicas que el SENA brinda para la gestión del aprendizaje y apoyo de los procesos formativos, para organizar y desarrollar actividades de aprendizaje y llevar el registro de portafolio de evidencias.
7. Registrar oportunamente en aquellos casos de inasistencias, deserciones, condicionamientos de matrículas, cancelación de matrículas, en el aplicativo SOFIA PLUS de acuerdo con lo establecido en el reglamento del aprendiz vigente.

8. Emitir juicios de evaluación con base a la valoración de las evidencias de aprendizaje, las características y las premisas de evaluación del aprendizaje descritas en las guías para desarrollar el proceso formativo.
9. Realizar evaluación del desarrollo del programa ante el equipo pedagógico del centro estableciendo pertinencia del programa, índice de deserción, y observaciones para la mejora de los contenidos curriculares del programa de formación.
10. Atender con oportunidad y eficiencia las sugerencias indicadas por el supervisor del contrato para el cabal cumplimiento de sus obligaciones contractuales.
11. Apoyar los procesos Relacionados con investigación, ciencia, tecnología e innovación, del centro de formación en caso de ser requerido o estar interesado en participar.
12. Reportar en el sistema Sofia plus en un plazo máximo de 3 días, todas las actividades de acuerdo con los procesos que son de su responsabilidad, garantizando la calidad de la información y su coherencia con el proceso formativo, tales como: Registro de los juicios evaluativos, creación de rutas y asociación de aprendices, registro de juicios evaluativos del proyecto aprobado.
13. Cumplir con la entrega de productos a los que se comprometió en la formulación del proyecto aprobado.
14. Participar en las actividades de divulgación de ciencia y tecnología organizados por los centros de formación.
15. Presentar informes mensuales en los cuales se evidencie los avances respecto al cumplimiento de los indicadores, metas u objetivos propuestos para el área y/o proceso en el que el interviene y un informe al terminar el contrato.
16. Utilizar y cuidar los ambientes, maquinarias, materiales, vehículos o equipos y/o herramientas que disponga para realizar la formación. una vez finalizado el contrato reintegrar y/o devolver los bienes para la cabal ejecución del contrato.
17. Inscribirse y certificarse en los procesos de certificación de competencias laborales que apliquen a la función de instructor.

18. Participar interdisciplinariamente en el desarrollo curricular, así como en la evaluación del aprendizaje.
19. Apoyar en los procesos de pruebas, talleres aptitudinales y/o selección de aprendices.

OBSERVACIONES DE LA SUPERVISIÓN SOBRE LOS PRODUCTOS O ACTIVIDADES EJECUTADAS

SANCIONES: SI___ NO___

CUMPLIMIENTO FRENTE A LA OBLIGACIÓN A LA SEGURIDAD SOCIAL: SI__ NO__

GRADO DE SATISFACCIÓN: EXCELENTE__ BUENO__ REGULAR__ INSUFICIENTE__

Atentamente,

ANDRES MAURICIO AGUIRRE ANTOLINEZ

SENA	Versión: 04 Código: GTH- F- 074

Proceso Gestión del Talento Humano

Formato entrega de bienes e información de ejecución contractual por el contratista

NOMBRES Y APELLIDOS DEL CONTRATISTA: MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ						IDENTIFICACIÓN
CIUDAD	BARRANQUILLA	FECHA	30/6/2023	REGIONAL	ATLÁNTICO	C.C. No: 72275235
DIRECCIÓN U OFICINA DONDE SE EJECUTÓ EL CONTRATO:		CALLE 30 #3E-164				
NÚMERO Y FECHA DE CONTRATO:		4494913 DEL 27 ENERO DE 2023				

CAUSAL DE TERMINACIÓN DEL CONTRATO

LIQUIDACIÓN POR MUTUO ACUERDO	X	CESIÓN		LIQUIDACIÓN ANTICIPADA POR MUTUO ACUERDO		TERMINACIÓN UNILATERAL	

DEPENDENCIA SENA	Marcar con x	RESPONSABLES	
		NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA
GESTION DE TIC	N/A		
ADMINISTRACIÓN DE DOCUMENTOS	X	MADYZ DEL CARMEN GARCIA CORTINA	
ENTREGA CARNE (A Supervisor del Contrato en las Regionales y Centros de Formación) SECRETARÍA GENERAL	X	ANDRES MAURICIO AGUIRRE ANTOLINEZ Vo. Bo. Brayan David Torres Hernandez	
ALMACÉN E INVENTARIOS	X	Generar reporte de https://miinventario.sena.edu.co/Inicio.aspx y anexar al formato	
SERVICIOS GENERALES, ADQUISICIONES (Administración de edificio, Contratación)	N/A		
CONTABILIDAD	N/A		
TESORERIA	N/A		
COORDINACIÓN DE: ÁREA/GRUPO/ ACADEMICA	X	ANDRES MAURICIO AGUIRRE ANTOLINEZ	
BIBLIOTECA	X	ALEIDA PEREZ PINEDA O LUZ DIVINA HIGUITA ZARACHE FALLOM DE JESUS AMADOR	
GESTION EDUCATIVA	X	CONSUELO MARIA BARRIOS PADILLA	
HERRAMENTERIA	X	WILVER LEAL PEREZ	
SUPERVISOR DE CONTRATO	X	ANDRES MAURICIO AGUIRRE ANTOLINEZ	

ELEMENTOS FALTANTES U OBLIGACIONES PENDIENTES (Relacionar con su respectivo valor)

OTROS : _____

MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ

Powered by CamScanner

De acuerdo con los registros del Sistema para la Administración y Control de Bienes SACB, el Sr(a) ROSALES DIAZ MIGUEL ANGEL identificado(a) con CC. 72275235 NO registra bienes a cargo.

Fecha de emisión del reporte: 16 de Junio de 2023 a las 10:17:49

El cuentadante responde administrativa y fiscalmente por los bienes aquí relacionados y rendirá cuentas de su utilización. Todo ello según lo dispuesto sobre este particular en la Constitución Política Nacional Art. 124 y en especial lo establecido en los numerales 21 y 22 del Art. 34 de la Ley 734 de 2002; Resolución 1378 de 2018 y en las obligaciones generales de los Contratos de Prestación de Servicios.