



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Diseño de una máquina de
empaquetado del producto
final de una máquina kovra.

Proyecto de investigación

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecatrónica
Con la Especialidad
Automatización de procesos

Presenta
Mogica Castro Juan Jose
201321223

Coacalco de Berriozábal, Mayo 2024

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto pudo ser realizado gracias al apoyo del personal de la empresa Grupo Phoenix México S.A de C.V, quienes con sus valiosas aportaciones y respaldo hicieron posible la realización de esta investigación.

Así mismo, quisiera expresar mi agradecimiento al tecnológico de estudios superiores de Coacalco y a sus docentes que me impartieron en las aulas todos sus conocimientos y mostraron también sus valores, permitiendo así una formación integra en mí.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación realiza un análisis, evaluación y una propuesta de solución con respecto al porcentaje de rechazos de producto terminado en una empresa dedicada a la fabricación de envases para alimentos, con los datos obtenidos durante el primer trimestre del 2018.

Estos indicadores fueron empleados y comparados para mostrar la relación que tiene la manipulación del producto por parte de los trabajadores y como que impacta directamente en la inocuidad del producto.

Con los resultados obtenidos se realiza una propuesta para implementar una maquina de empaquetado del producto terminado, reduciendo así las intervenciones por parte de los trabajadores durante el proceso de producción.

Índice

Tabla de Ilustraciones.....	7
CAPITULO I.....	9
GENERALIDADES DEL PROYECTO	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1. Características de la empresa.....	11
1.1 Giro:.....	11
1.2 Misión:.....	11
1.3 Visión:	12
1.4 Valores organizacionales:.....	12
2 Objetivos generales de la empresa:	12
2.1 Nombre del departamento donde realizara el proyecto:.....	12
2.2 Puesto y nombre del asesor externo:	12
3 PROBLEMA A RESOLVER.....	13
4.1 General.	14
4. OBJETIVOS.	14
4.2 Específicos.....	14
5 JUSTIFICACIÓN.....	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	16
I. Fundamentos teóricos.....	17
1. ¿Qué es un PLC?	17
2. Principales aplicaciones del PLC.	17
3. Estructura general de los PLC.	18
3.1 La CPU o “unidad central de procesamiento”.	18
3.2 Buses.	19
3.3 Memoria ROM y RAM.	19
3.4 Módulos E/S.....	20
4. Módulos de un PLC.....	20
5. Tipos de PLC.....	21
5.1. PLC compacto.	21
5.2 PLC Modular.	22
5.3 PLC de tipo montaje en rack.	23
5.4 PLC con panel operador y Controlador Lógico Programable (OPCL).	24
5.5 PLC de arquitectura Maestro-Esclavo.....	24
6. Tipos de lenguajes de programación de un PLC.	25
6.1 Diagrama de funciones secuenciales (SFC).....	26
6.2 Diagrama de Bloques de Funciones (FBD).....	27

6.3	Diagramas de Tipo Escalera (LAD).	28
6.4	Texto Estructurado (ST).	29
6.5	Lista de instrucciones (IL o STL).	29
7	Comunicación Industrial.	30
8	Puertos de comunicación.	31
8.1	Puerto PS/2.	32
8.2	Puerto USB (Universal Serial Bus).	32
8.3	Puerto RJ-11.	32
8.4	Puerto RJ-45.	33
9	Topologías de red.	33
9.3	Topología de ducto (Bus).	33
9.4	Topología de estrella (Star).	34
9.5	Topología de anillo (Ring).	35
9.6	Topología de malla (Mesh).	35
10	¿Qué es un protocolo de comunicación?	36
10.1	Profibus.	36
10.2	Protocolo P-Net.	39
10.3	Protocolo HART.	39
10.4	Protocolo CAN (Controller AreaNetwork).	40
10.5	Protocolo AS-I (Actuador/Sensor Interface).	41
CAPÍTULO III.....		42
DESARROLLO		42
1.	Desarrollo.	43
1.	comunicación entre el PLC MASTER K-120S. y la PC.	43
2.	Descargar un programa del PLC a la PC.	44
3.	Cargar un programa de la PC al PLC.	47
4.	Cargar un programa al flash memory del PLC.	49
5.	Funciones básicas del PLC.	52
5.1	Input / output: P	52
5.2	Auxiliary relay: M.	53
5.3	Step Control relay: S.	53
5.4	Instrucción SET.	54
5.5	Instrucción RST.	55
5.6	Instrucción SET (Sxx.xx).	56
5.7	Instrucción OUT (Sxx.xx).	57
5.8	Instrucción MCS, MCSCLR.	57
5.9	TIMER.	58
5.10	Instrucción TON.	59
6.	Programación del Prototipo.	60

5.2	Diagrama de Espacio-Fase.	60
5.3	Simulaciones del diagrama espacio fase.....	61
6	Programación para el PLC MASTER K120S.	63
7.	Diseño mecánico.....	66
CAPÍTULO IV		72
RESULTADOS.....		72
1.	Resultados.	73
2.	Conclusión.	73
3.	Competencias desarrolladas.	73
4.	Bibliografía.....	74
5.	Cibergrafia.	74
6.	Anexos.	75

Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1: Exterior de la empresa (https://www.google.com.mx/maps/).....	11
Ilustración 2: Ruta del TESCo a la empresa (https://www.google.com.mx/maps/).....	11
Ilustración 3: PLC (https://www.siemens.com):	17
Ilustración 4: Diagrama de flujo de un PLC (http://www.microautomacion.com).....	18
Ilustración 5: Tipos de Buses (http://www.microautomacion.com).....	19
Ilustración 6: RAM y ROM (http://www.microautomacion.com).....	19
Ilustración 7: Módulos de un PLC (http://www.ieec.uned.es).	20
Ilustración 8: PLC compacto (https://www.siemens.com).....	21
Ilustración 9: PLC modular SIEMENS (https://www.siemens.com).....	22
Ilustración 10: PLC de tipo montaje rack (http://www.ieec.uned.es).	23
Ilustración 11: OPCL Unitronics M-90 (http://www.ieec.uned.es).	24
Ilustración 12: PLC Maestro-Esclavo (http://www.ieec.uned.es).....	25
Ilustración 13: Diagrama de funciones secuenciales (SFC) (http://www.ieec.uned.es).....	27
Ilustración 14: Diagrama de bloques funcionales (FBD) (http://www.ieec.uned.esml).	27
Ilustración 15: Diagrama de tipo escalera (LAD) (http://www.ieec.uned.es).....	28
Ilustración 16: Texto estructurado (ST) (http://www.ieec.uned.es).....	29
Ilustración 17: Lista de instrucciones (IL o STL) (http://www.ieec.uned.es).....	30
Ilustración 18: Programación IL/STL (http://www.ieec.uned.es).	30
Ilustración 19: Pirámide CIM (Computer Integrated Manufacturing) (http://www.microautomacion.com).	31
Ilustración 20: Puerto PS/2 (http://www.microautomacion.com).	32
Ilustración 21: Puerto USB (Universal Serial Bus) (http://www.microautomacion.com).....	32
Ilustración 22: Puerto RJ-11.....	32
Ilustración 23: Puerto RJ-45. (http://www.microautomacion.com).....	33
Ilustración 24: Topología de ducto (Bus) (Del residente,2018).	34
Ilustración 25: Topología de estrella (Star) (Del residente,2018).	34
Ilustración 26: Topología de anillos (Ring) (Del residente,2018).....	35
Ilustración 27: Topología de malla (Mesh) (Del residente,2018).	35
Ilustración 28: Protocolo P-Net (http://www.microautomacion.com).....	39
Ilustración 29: Protocolo HART (http://www.microautomacion.com).....	40
Ilustración 30: Protocolo CAN (Controller Area Network). (http://www.microautomacion.com).	40
Ilustración 31: Protocolo AS-I (Actuador/Sensor Interface). (http://www.microautomacion.com).....	41
Ilustración 32: Ventana de inicio KGLWE Application (Del residente,2018).	43
Ilustración 33: Connection Option (Del residente,2018).	44
Ilustración 34: New Project (Del residente,2018).	44
Ilustración 35: Blanck Project (Del residente,2018).	45
Ilustración 36: PLC Type (Del residente,2018).	45
Ilustración 37: Option Connect (Del residente,2018).	46
Ilustración 38: Parámetros del PLC (Del residente,2018).....	46
Ilustración 39: Project Open (Del residente,2018).....	47
Ilustración 40: Programa para subir al PLC (Del residente,2018).	47
Ilustración 41: Subir programa al PLC (Del residente,2018).....	48
Ilustración 42: Parameter Download (Del residente,2018).	48
Ilustración 43: Modos del PLC (Del residente,2018).....	49
Ilustración 44: Ajuste del Interruptor del PLC (http://foster.pl/pdf/plc/manual).	49
Ilustración 45: Change Mode del PLC (Del residente,2018).	50
Ilustración 46: Write de la Memoria Flash (Del residente,2018).	50
Ilustración 47: Modo Run del Interruptor (http://foster.pl/pdf/plc/manuals).	51
Ilustración 48: Ajuste del Dip switch del PLC (http://foster.pl/pdf/plc/manuals).	51
Ilustración 49: Función P (http://foster.pl/pdf/plc/manuals).	52
Ilustración 50: Step Relay Control. (http://foster.pl/pdf/plc/manuals).....	53
Ilustración 51: Ejemplo OUT / SET. (http://foster.pl/pdf/plc/manuals).	54
Ilustración 52: Ejemplo RST. (http://foster.pl/pdf/plc/manuals).....	55
Ilustración 53: instrucción SET. (http://foster.pl/pdf/plc/manuals).....	56
Ilustración 54: Ejemplo MCS Y MCSCLR. (http://foster.pl/pdf/plc/manuals).	58
Ilustración 55: Ejemplo Función TON. (http://foster.pl/pdf/plc/manuals).....	59

Ilustración 56: Diagrama Espacio-Fase (Del residente, 2018).....	60
Ilustración 57: Simulación 1(Del residente, 2018).....	61
Ilustración 58: Simulación 2 (Del residente, 2018).....	61
Ilustración 59: Simulación 3 (Del residente, 2018).....	62
Ilustración 60: Simulación 4 (Del residente, 2018).....	62
Ilustración 61: Código 1 de PLC (Del residente, 2018).....	63
Ilustración 62: Código 2 del PLC (Del residente, 2018).....	64
Ilustración 63: Código 3 del PLC (Del residente, 2018).....	65
Ilustración 64: Código 4 del PLC (Del residente, 2018).....	65
Ilustración 65: Código 5 del PLC (Del residente, 2018).....	66
Ilustración 66: Dimensiones del apilador (Del residente, 2018).	66
Ilustración 67: Vista isométrica del apilador (Del residente, 2018).....	67
Ilustración 68: Vista posterior del apilador (Del residente, 2018).	67
Ilustración 69: Vista lateral del apilador (Del residente, 2018).	68
Ilustración 70: Vista frontal del apilador (Del residente, 2018).....	68
Ilustración 71: Vista Isométrica del empaquetado (Del residente, 2018).	69
Ilustración 72: Vista Frontal del empaquetador (Del residente, 2018).	69
Ilustración 73: Vista isométrica del prototipo (Del residente, 2018).	70
Ilustración 74: Vista Frontal del prototipo (Del residente, 2018).	70
Ilustración 75: Vista Lateral del prototipo (Del residente, 2018).....	71
Ilustración 76: Vista posterior del prototipo (Del residente, 2018).....	71

Índice de tablas.

Tabla 1: Protocolos de comunicación PROFIBUS (Del residente,2018).	38
Tabla 2: Instrucción RST y sus cambios (Del residente, 2018).	55
Tabla 3: Condiciones de la función MCS (Del residente, 2018).....	58
Tabla 4: Entradas y Salidas del PLC (Del residente, 2018).	63

CAPITULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO

1. INTRODUCCIÓN.

El papel se inventó cerca del siglo II A.C, se han documentado tazas de papel en la china imperial, las cuales se usaban para servir té. Se hacían en diferentes tamaños y colores y se adornaban con patrones decorativos. La evidencia textual de vasos de papel aparece en una descripción de las posesiones de la familia Yu de la ciudad de Hangzhou.

El vaso de papel moderno se desarrolló el siglo XX. A principios del siglo XX, era común que las fuentes de agua, los grifos de las escuelas o los barriles de agua de los trenes incluyeran un vaso o cazo de uso público. Este uso público causó preocupaciones de salud pública. A partir de estas preocupaciones, y puesto que los vasos de papel se volvieron disponibles de modo económico (especialmente a partir de la invención en 1908 de la "dixie cup"), se prohibieron los vasos de uso público.

Una de las primeras compañías de ferrocarril en utilizar vasos de papel fue el ferrocarril de Lackawanna, que empezó a usarlos en 1909. Hacia 1917, el vaso público había desaparecido de los coches de tren, sustituido por vasos de papel incluso en jurisdicciones donde no se habían prohibido los vasos públicos.

También se usan vasos de papel en los hospitales. En 1942, el estudio del Massachussets State Collage (UMass) halló que el costo de utilizar vasos lavables, reutilizados después de esterilizarlos, era 1.6 veces mayor que el coste de utilizar vasos de papel de un solo uso.

Cupo Tech Co., Ltd.

Establecida en 1993, es una empresa privada que fabrica y exporta maquinaria para fabricar vasos de papel, maquinaria de punzonado, maquinaria de impresión y otras máquinas relacionadas en cooperación con una empresa subsidiaria.

1. Características de la empresa.

Nombre de la empresa: Phoenix Packaging México, S.A. de C.V.



Ilustración 1: Exterior de la empresa (<https://www.google.com.mx/maps/>).

Dirección: Autopista México Querétaro 39.3, El Sabino, 54840 Cuautitlán Izcalli, Méx.

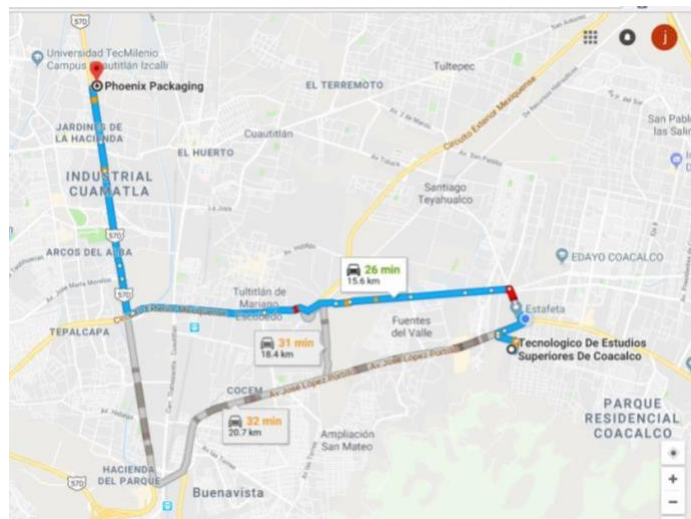


Ilustración 2: Ruta del TESCO a la empresa (<https://www.google.com.mx/maps/>).

1.1 Giro:

Fabricación de empaques plásticos termoformados, inyectados, tapas de aluminio, láminas de alta barrera, tubos de aluminio y productos desechables.

1.2 Misión:

Proveer soluciones de empaque a nuestros clientes en las Américas, garantizando un buen entorno a nuestros inversionistas, un entorno laboral que promueve el desarrollo de nuestros empleados y un medio ambiente saludable.

1.3 Visión:

Ser una organización competitiva de clase mundial y la primera opción para los líderes en nuestro mercado.

1.4 Valores organizacionales:

- 1.4.1 Emprendimiento: Abordamos las oportunidades con curiosidad. Actuamos de manera decidida, nos movemos ágilmente y buscamos constantemente cómo mejorar la satisfacción del cliente.
- 1.4.2 Responsabilidad: Entendemos qué se espera de nosotros. Conocemos nuestras responsabilidades sobre el resultado de nuestro trabajo y con quienes nos relacionamos. Nada se hace a medias.
- 1.4.3 Respeto: Valoramos la honestidad y la contribución de todas las personas, aceptando que se expresen libremente. Tratamos a todos con dignidad mientras aportamos a su crecimiento personal.
- 1.4.4 Innovación: Le inyectamos originalidad a nuestro trabajo diario a partir de la investigación, el conocimiento personal y el adecuado desarrollo de nuestras relaciones. Siempre estamos en la búsqueda de ideas nuevas. Sabemos escuchar.
- 1.4.5 Humildad: Todos somos importantes. Procuramos ver el potencial de cada individuo. Tratamos a las personas con consideración y de manera que se sientan importantes. No dejamos que el éxito nos ciegue.

2 Objetivos generales de la empresa:

Grupo Phoenix, concentra sus esfuerzos en la optimización de los recursos como energía, agua, materias primas, subproductos y demás recursos naturales. Adicionalmente, está en una constante búsqueda de nuevas tecnologías que permitan mitigar los impactos ambientales generados en los procesos.

2.1 Nombre del departamento donde realizara el proyecto:

Mantenimiento del área de formado.

2.2 Puesto y nombre del asesor externo:

Ing. Roberto Hernández García Coordinador de mantenimiento del área de formado.

3 PROBLEMA A RESOLVER.

La empresa “Grupo Phoenix Packaging Mexico, S.A. de C.V.” dedica a la fabricación de productos de plástico y papel para el sector alimenticio, siempre busca mantener un estándar de calidad para satisfacer las necesidades del mercado. Debido a que sus índices de producción se han elevado en los últimos meses aunado a que en gran medida por naturaleza del proceso el embalaje del producto se realiza de manera manual quedando expuesto a agentes contaminantes que se encuentran en el ambiente o a la constante manipulación del producto. Esto genera un alto índice de productos rechazados cifras ya mencionadas en la justificación, además de la reducción de clientes por no cumplir los estándares de calidad requeridos por los mismo. La empresa se ve en la necesidad de adquirir un proceso automatizado para reducir la posibilidad de producto contaminado dentro del proceso de fabricación y cumplir con los requerimientos del cliente. Por lo cual se tomó la decisión de realizar un prototipo de un sistema automatizado que se controle por PLC para realizar el embalaje del producto terminado.

4. OBJETIVOS.

4.1 General.

Presentar un prototipo del sistema de empaquetado de producto final controlador por PLC para disminuir la cantidad de productos rechazados no inocuos y ofrecer un empaquetado más eficaz.

4.2 Específicos.

- Recopilar información de la empresa y el proceso para el desarrollo del proyecto de investigación.
- Identificar las limitantes y puntos fuertes a integrar en el prototipo.
- Diseñar el sistema de control, neumático y mecánico del prototipo.

5 JUSTIFICACIÓN.

En el primer trimestre del 2018 la producción promedio por máquina del área de formado fue de 18,000 piezas de producto terminado por día y del total producido se rechazaron en promedio 300 piezas que representa un 1.6% de producto no inocuo, esto genero perdidas debido a que el material con el cual se fabrican estos productos no se pueden reprocesas, También se tuvo que aumentar la capacidad productiva de la planta para volver a fabricar un total de 27,000 piezas adicionales a las proyectadas en este periodo. Estos productos se contaminan debido a que este se encuentra en constante manipulación de los trabajadores. Un 90% de los productos se contaminaron con agentes físicos tales como: uñas, cabello, etcétera. Y el 10% restante se contaminaron por agentes químicos ajenos a la manipulación del producto. Con este proyecto se busca reducir el contacto físico de los trabajadores con el producto, además disminuir los desperdicios generado por este problema y las horas extras que se tuvieron que invertir para rehacer las piezas rechazadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

I. Fundamentos teóricos.

1. ¿Qué es un PLC?

Un PLC es un Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller), en sí es un sistema de control. Los PLC's son dispositivos electrónicos o computadoras digitales de tipo industrial que permiten la automatización especialmente de procesos de la industria, debido a que



Ilustración 3: PLC (<https://www.siemens.com>):

controlan tiempos de ejecución y regulan secuencias de acciones.

Funcionamiento básico

- Detecta diversos tipos de señales del proceso mediante la Memoria Programable.
- Elabora y envía acciones de acuerdo con el programa en la Memoria de Datos.
- Recibe configuraciones de los operadores y da reportes a los mismos.
- Admite modificaciones en el programa cuando son necesarias.

2. Principales aplicaciones del PLC.

Ingeniería y producción en empresas, principalmente en la industria, en donde se aprovechan especialmente para los siguientes casos:

- 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

En concreto los PLC's son dispositivos que permiten automatizar y son empleados principalmente para procesos industriales, con múltiples ventajas y aplicaciones variadas.

3. Estructura general de los PLC.

El siguiente diagrama de flujo muestra los componentes y estructura de un PLC.

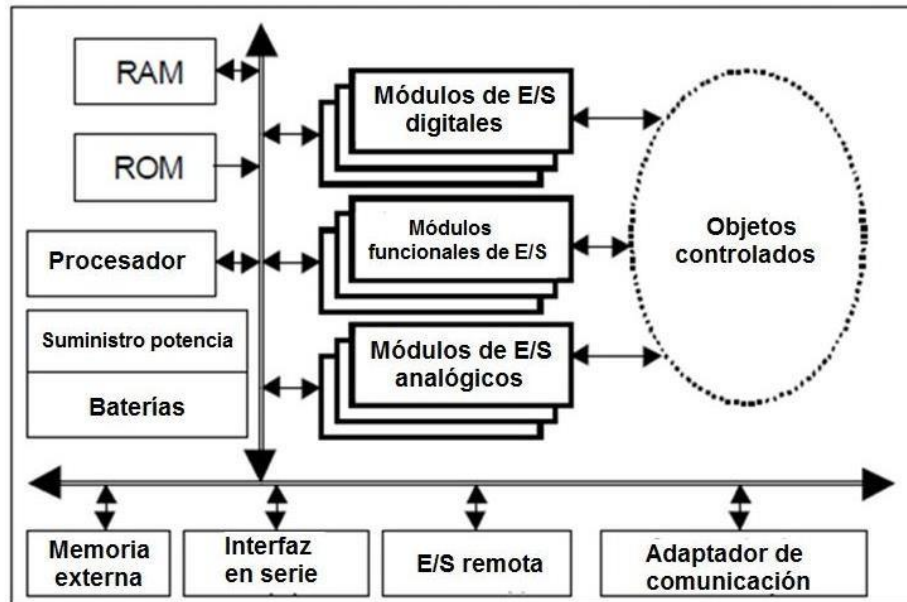


Ilustración 4: Diagrama de flujo de un PLC (<http://www.microautomacion.com>).

para que el sistema funcione es necesario que exista un suministro de potencia cuyo propósito principal es garantizar los voltajes de operación internos del controlador y sus bloques. Los valores más frecuentemente utilizados son $\pm 5V$, $\pm 12V$ y $\pm 24V$.

3.1 La CPU o “unidad central de procesamiento”.

Es la que contiene la parte de procesamiento del controlador y está basada en un microprocesador que permite utilizar aritmética y operaciones lógicas para realizar diferentes funciones. Además, la CPU, testea también frecuentemente el PLC para lograr encontrar errores en su debido tiempo.

3.2 Buses.

La transferencia de datos y/o direcciones en los PLC's es posible gracias a cuatro tipos de buses diferentes:

- Bus de datos: Para la transferencia de datos de los componentes individuales Controladores Lógicos Programables (PLC's).
- Bus de direcciones: Para aquellas transferencias entre celdas donde se habían guardado datos.
- Bus de control: Para las señales de control de los componentes internos.
- Bus de sistema: Para conectar los puertos con los módulos de E/S.

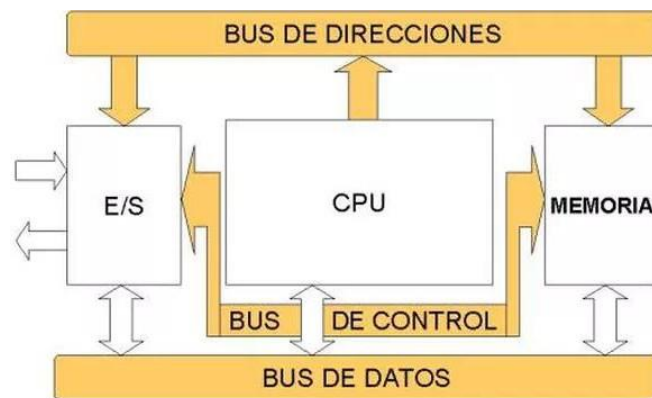


Ilustración 5: Tipos de Buses (<http://www.microautomacion.com>).

3.3 Memoria ROM y RAM.

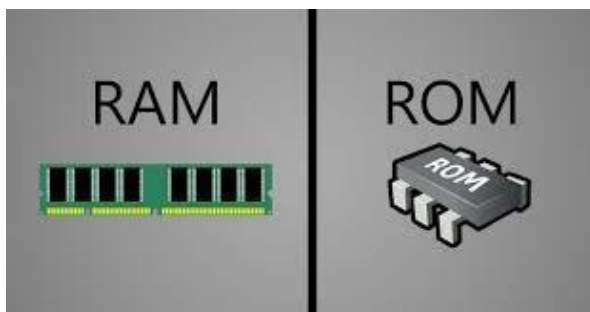


Ilustración 6: RAM y ROM (<http://www.microautomacion.com>).

El lugar donde se guardan los datos y las instrucciones es la memoria que se divide en memoria permanente PM, y memoria operacional, conocida como memoria de acceso aleatorio o RAM. La PM, se basa en las ROM, EPROM, EEPROM o FLASH; es donde se ejecuta el sistema de operación del PLC y puede ser reemplazada. Sin embargo, la RAM,

es donde se guarda y ejecuta el programa en cuestión utilizado y es la de tipo SRAM la que se utiliza habitualmente.

3.4 Módulos E/S.

Son aquellos módulos de señal (SM) que coordinan la entrada y salida de las señales, con aquellas internas del PLC. Estas señales pueden ser digitales (DI, DO) y analógicas (AI, AO), y provienen o van a dispositivos como sensores, interruptores, actuadores, etc. Los SM's analógicos utilizan en general un voltaje en DC y una corriente directa. De este modo, opto acopladores, transistores y relés son empleados en la salida digital del SM's para cambiar los estados de la señal de salida con el fin de proteger a estos dispositivos de situaciones como un cortocircuito, una sobrecarga o un voltaje excesivo.

Finalmente, los términos “Sinking” y “Sourcing” explican cómo se realiza la conexión de las PLC a los sensores y actuadores:

- Sinking: Línea GND común (-) – tierra común.
- Sourcing: Línea VCC común (+) – suministro de potencia común.

4. Módulos de un PLC.

Una PLC puede contener un casete con una vía en la que se encuentran diversos tipos de módulos.

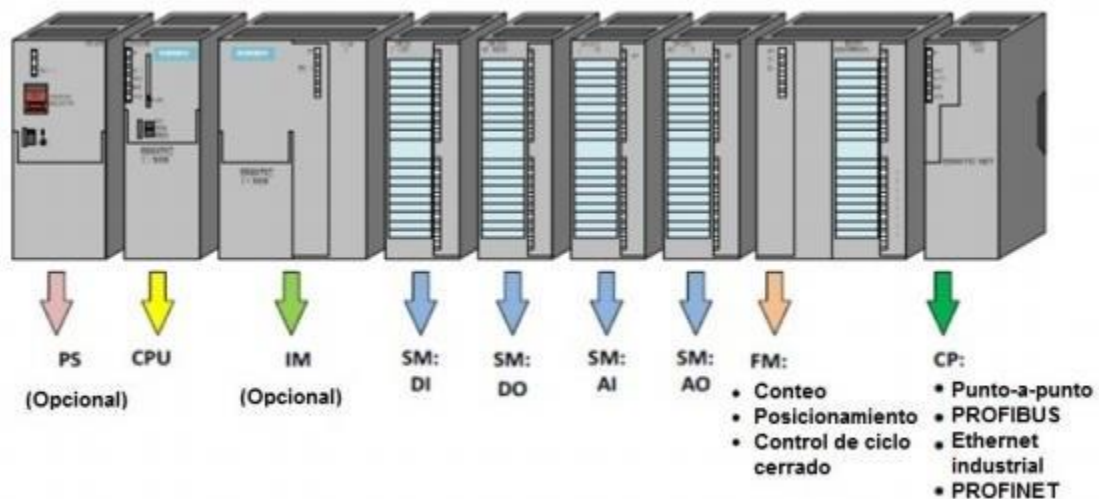


Ilustración 7: Módulos de un PLC (<http://www.ieec.uned.es>).

El PLC dispone de los siguientes módulos que, aunque en este tipo no puede ser intercambiada, esto sí es posible para PLC's de otras compañías. Los módulos más importantes son:

- Módulo de interfaz (IM): Conecta diferentes casetes individuales con un único PLC.
- Módulo funcional (FM): Procesamiento complejo en tiempo-crítico de procesos independientes de la CPU.
- Regulador PID o control de la posición.
- Procesador de la comunicación (CP): Conecta el PLC en una red de trabajo.
- Interfaz hombre-máquina (HMI).
- Entradas/salidas remotas.
- Módulos de señal de alta-velocidad.

Cada módulo de PLC tiene su propia interfaz-HIM básica, utilizada para la visualización de los errores y las condiciones de comunicación, la batería, entradas/salidas, operación de los PLC, etc. Pequeños displays con cristal líquido (LCD) o diodos emisores de luz (LED) se utilizan para la interfaz-HMI.

5. Tipos de PLC.

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en el número de I/O, en su tamaño de memoria, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías:

5.1. PLC compacto.

Tiene incorporado la CPU, la fuente de alimentación, las secciones de entrada y salida, el puerto de comunicación. Este tipo de PLC se utiliza cuando el proceso a controlar no es demasiado complejo y no requerimos de un gran número de entradas y/o salida de algún módulo especial.



Ilustración 8: PLC compacto (<https://www.siemens.com>).

El PLC compacto soporta una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- Entradas y salidas analógicas.
- Módulos contadores rápidos.
- Módulos de comunicaciones.
- Interfaces de operador.
- Expansiones de I/O.

En los PLC compactos las interfaces de entrada y salida son limitadas y no permite expansiones, además de que la fuente de alimentación, módulos de E/S, CPU, memorias, etcétera. Se presentan todos juntos en un solo bloque, generalmente son de bajo costo.

5.2 PLC Modular.

Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Rack.
- Fuente de alimentación.
- CPU.
- Módulos de I/O.

Los PLC modulares generan una gran flexibilidad debido a que cada módulo se instala de acuerdo con las necesidades que el sistema requiera, permitiendo un cambio o modificación de los módulos de entrada/salida en cualquier momento.



Ilustración 9: PLC modular SIEMENS (<https://www.siemens.com>).

Los PLC modulares se dividen en:

- Estructura Americana: En la cual se separan los módulos de entrada y salida del resto del PLC.
- Estructura Europea: Cada módulo realiza una función específica, es decir, un módulo de CPU, otro para la fuente de alimentación.

El PLC modular admiten la configuración y expansión de hardware que esté disponible para su gama correspondiente, y puede ser configurado de acuerdo con la expansión y eliminación de módulos extraíbles y expandibles, además todos sus elementos, se encuentran en módulos independientes.

5.3 PLC de tipo montaje en rack.

Son aquellos que prácticamente tienen las mismas capacidades y funciones que el PLC modular. Sin embargo, existen algunas diferencias en el bus o en el rack dónde se colocan los módulos del PLC. El rack contiene ranuras para los módulos y un sistema de bus integrado para intercambiar información entre los diferentes módulos. La mayoría de los módulos PLC no tienen sus propias cajas, disponen solamente de un panel frontal con una interfaz-HIM. La ventaja principal es que pueden permitir un intercambio más rápido de los datos entre los módulos y el tiempo de reacción por parte de los módulos es menor.

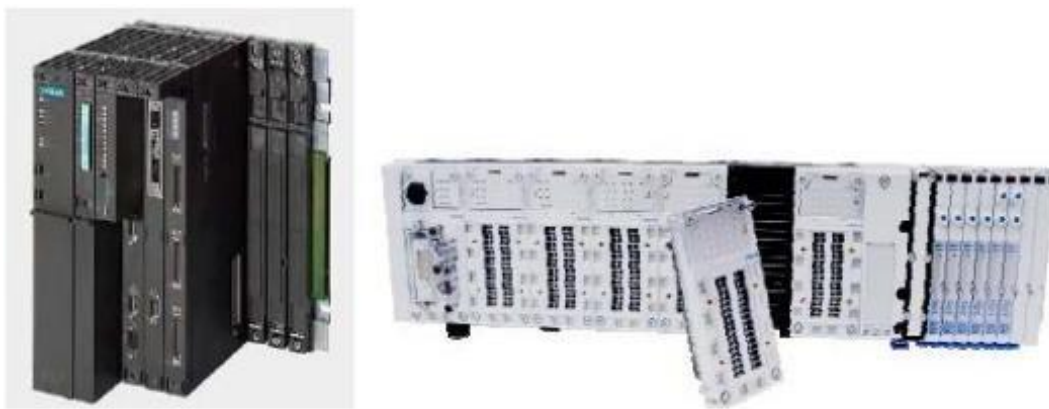


Ilustración 10: PLC de tipo montaje rack (<http://www.ieec.uned.es>).

5.4 PLC con panel operador y Controlador Lógico Programable (OPCL).

Posee una interfaz HIM para su funcionamiento y una monitorización de los procesos automáticos y las máquinas. La HMI consiste principalmente en un monitor y un teclado o una pantalla táctil. El monitor puede ser bien de tipo texto o gráfico. La ventaja principal de este sistema respecto a un PLC con un panel operador aparte es que no es necesario programar el panel de forma separada. Toda la programación se realiza por medio de una herramienta software, lo que permite economizar los gastos del desarrollo del sistema.



Ilustración 11:OPCL Unitronics M-90 (<http://www.ieec.uned.es>).

5.5 PLC de arquitectura Maestro-Eslavo.

El esquema de comunicación industrial ampliamente difundido para redes de integración de equipos de control es el denominado “maestro-esclavo”, y se utiliza en comunicaciones entre PLC y otros sistemas como SCADA’ s y en DCS’ s. Este sistema de comunicación maestro-esclavo consta esencialmente de un equipo que se lo denomina maestro y uno o varios equipos denominados esclavos; el maestro es quien gobierna los ciclos de comunicación, toda iniciativa de comunicación es llevada a cabo por este equipo, los esclavos solo responden a la petición del maestro, si les corresponde, el proceso de pregunta/respuesta de un equipo maestro a uno esclavo se lo conoce como transacción.



Ilustración 12: PLC Maestro-Esclavo (<http://www.ieec.uned.es>).

Este controlador programable tiene diseñada su arquitectura como un sistema multiprocesos especializado, basado en redes de PLC's, que se localizan en diferentes niveles. De este modo, el controlador denominado como 'Maestro' puede modificar la estructura, los algoritmos, los ajustes, las asignaciones, etc. de su subordinado. Existe así otro controlador llamado 'esclavo', que lleva a cabo un complejo procesamiento de los datos con el fin de coordinar todo y tener muchos más recursos a su disposición. Un 'Maestro' puede ser un PLC o un ordenador que controle de forma más potente, disponiendo un mayor acceso a los parámetros de configuración de cada controlador subordinado.

6. Tipos de lenguajes de programación de un PLC.

Un lenguaje de programación es un lenguaje formal diseñado para expresar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como puede ser un ordenador. En el caso de los PLC's, los lenguajes de programación para los surgieron junto al mismo tiempo que la aparición del primer PLC, en 1968. Así se explica porque no se utilizaron para este fin lenguajes de programación de alto nivel como Pascal y C y, en su lugar, se emplearon otros lenguajes más simples y fáciles de entender, como podremos ver a continuación.

Fue la tercera parte del estándar IEC 61131, el que consideró estos lenguajes para la programación de los PLC's. Este estándar se ha designado como IEC 61131-3 aunque solía ser designado como IEC 1131, antes de que el sistema de numeración cambiase por la comisión internacional electrotécnica. De este modo se definieron los siguientes cinco lenguajes:

- Diagrama de Funciones Secuenciales (SFC) – un lenguaje de bloques de funciones secuenciales.
- Diagrama de Bloques de Funciones (FBD) – un lenguaje de diagramas de bloques secuenciales.
- Diagramas de Tipo Escalera (LAD) – un lenguaje de diagramas de relés (denominado de tipo escalera).
- Texto Estructurado (ST) – un lenguaje de alto nivel como el del tipo de texto estructurado (similar a C y, sobre todo a Pascal).
- Lista de instrucciones (IL o STL) – lenguaje de tipo ensamblador con uso de acumuladores.

6.1 Diagrama de funciones secuenciales (SFC).

Se trata de un método gráfico de modelado y descripción de sistemas de automatismos secuenciales, en los que el estado que adquiere el sistema ante el cambio de una entrada depende de los estados anteriores. Se trata de programas que están bien estructurados y cuyos elementos básicos son las etapas, las acciones y las transiciones. De este modo, una secuencia en SFC se compone de una serie de etapas representadas por cajas rectangulares y que se encuentran conectadas entre sí por líneas verticales. Así, cada etapa representa un estado particular del sistema y cada línea vertical a una transición. Estas transiciones están asociadas a una condición “verdadero/falso”, dando paso así a la desactivación de la etapa que la precede y activación de la posterior. Este tipo de lenguaje no tiene ninguno análogo y, en STEP 7, este lenguaje se denomina lenguaje gráfico de programación (S7-GRAPH).

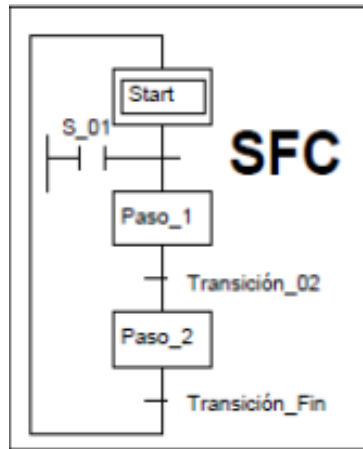


Ilustración 13: Diagrama de funciones secuenciales (SFC) (<http://www.ieec.uned.es>).

6.2 Diagrama de Bloques de Funciones (FBD).

Es también de tipo gráfico y permite al usuario programar rápidamente, tanto expresiones como en lógica booleana. FBD proviene del campo del procesamiento de la señal y su utilización es conveniente cuando no hay ciclos, pero existen, sin embargo, varias ramas en el programa a crear. Se trata de un lenguaje de alto nivel que permite resumir funciones básicas en bloques de modo que el usuario solo se preocupa por una programación funcional de su rutina. De este modo, es ideal para usuarios que no tengan habilidades avanzadas en programación y para aquellos procesos de baja complejidad.



Ilustración 14: Diagrama de bloques funcionales (FBD) (<http://www.ieec.uned.esml>).

Actualmente es un lenguaje muy popular y muy común en aplicaciones que implican flujo de información o datos entre componentes de control. Las funciones y bloques funcionales aparecen como circuitos integrados.

6.3 Diagramas de Tipo Escalera (LAD).

Es un lenguaje gráfico, que pueden soportar casi todos los PLC's. Se trata de una conexión gráfica entre variables de tipo Booleano, comparable a los antiguos controladores de tipo relé, donde se representa el flujo de energía en diagramas de circuitos eléctricos. Así, este lenguaje de programación se utiliza para la mayoría de las señales Booleanas y prácticamente no se utiliza para trabajar con variables analógicas. Dentro de sus características principales se encuentra el uso de barras de alimentación y elementos de enlace y estados (ej. flujo de energía); la posibilidad de utilizar contactos, bobinas y bloques funcionales; así como de evaluar las redes en orden, de arriba abajo o de izquierda a derecha.

Se trata de uno de los lenguajes más utilizados en la industria debido a su simplicidad, soportado,

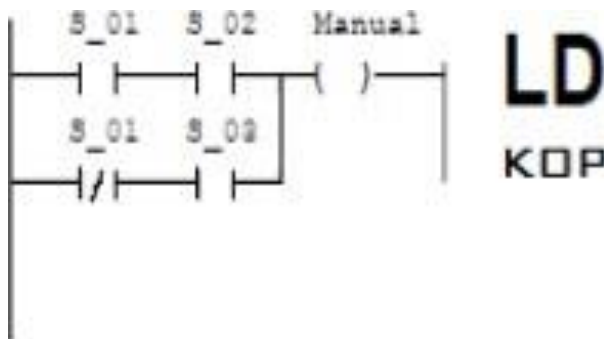


Ilustración 15: Diagrama de tipo escalera (LAD)
(<http://www.ieec.uned.es>).

disponibilidad y legado. La estructura es simple, los denominados buses o relés rodean una red LD por la izquierda y por la derecha. Para el bus de la izquierda, suministrado con la señal lógica “1”, “la energía” llega a todos los elementos conectados. Dependiendo de su condición, los elementos dejan ir la energía hasta los siguientes elementos o interrumpen el

flujo. Para STEP 7, este lenguaje se conoce como LAD (Ladder Logic).

6.4 Texto Estructurado (ST).

Está basado, en los lenguajes de tipo texto de alto nivel y es muy similar a los ya conocidos PASCAL, BASIC y C. Aunque todavía no es muy popular se le considera como un lenguaje nuevo ya que requiere conocimiento previo de programación. Las principales ventajas de este lenguaje respecto al basado en el listado de instrucciones o IL es que incluye la formulación de las tareas del programa, una clara construcción de los programas en bloques con reglas (instrucciones) y una potente construcción para el control. De este modo, se trata de la forma más apropiada de programar cuando queremos realizar ciclos (ej. “if”, “while”, “for”, “case”). Para el caso de STEP 7 este tipo de lenguaje se denomina SCL (Lenguaje de Control Estructurado).

```
IF Data = "EOF" THEN
  FOR Index:=1 TO 128 DO
    X:=Read_Data(Datenfeld[Index]);
    IF X > 2500 THEN Alarma:=TRUE;
  END IF;
END FOR;
END_IF;
```

ST

Ilustración 16: Texto estructurado (ST) (<http://www.ieec.uned.es>).

6.5 Lista de instrucciones (IL o STL).

Se trata de un lenguaje de texto, en este caso, similar a un ensamblador. Está mucho más utilizado en Europa y se trata de un tipo conveniente para programas de poca extensión. Una de las principales características es que todos los operadores trabajan con un registro especial, denominado acumulador (LD, ST).

IL AWL

```

LD  Entrada_Manual
OR  Entrada_Automática
AND Desbloqueo
ST  Funcionamiento

LD  Entrada_01

```

Ilustración 17: Lista de instrucciones (IL o STL) (<http://www.ieec.uned.es>).

Además, para el OS STEP 7, desarrollado por Siemens, este lenguaje se denomina STL (Lista de Instrucciones – una lista de reglas e instrucciones).

A	I	10.0
AN	I	10.1
JNB	001	
L	IW	0
T	QW	0
SET		
SAVE		
CLR		
_001: A	BR	
=	L	0.0
AN	L	0.0
JNB	002	
L	MW	2
T	QW	0
_002: NOP	0	
A	L	0.0
BLD	102	
=	Q	10.1

Ilustración 18: Programación IL/STL (<http://www.ieec.uned.es>).

7 Comunicación Industrial.

Las comunicaciones industriales son aquellas que permiten el flujo de información del controlador a los diferentes dispositivos a lo largo del proceso de producción: detectores, actuadores, otros controladores. Los procesos que automatizar acostumbran a tener un tamaño importante y este hecho provoca que exista una gran cantidad de cables entre el autómatas y los sensores y actuadores. Existen diferentes maneras de comunicar los diferentes dispositivos dependiendo de la complejidad de la red creada y/o el presupuesto destinado a su creación.

La Automatización Industrial se ha convertido en un medio fundamental para mejorar el rendimiento y la eficacia de las funciones operacionales de una empresa industrial moderna. La obtención de datos en el momento y punto de origen, al integrarse al ciclo de procesamiento y control de las operaciones y al actualizar las bases de datos en forma automática, permite la toma de decisiones operacionales, tácticas y estratégicas más eficaces cualquiera que sea la naturaleza de la empresa.

Deben resolver la problemática de la transferencia de información entre los equipos de control del mismo nivel y entre los correspondientes a los niveles contiguos de la pirámide CIM (Computer Integrated Manufacturing).

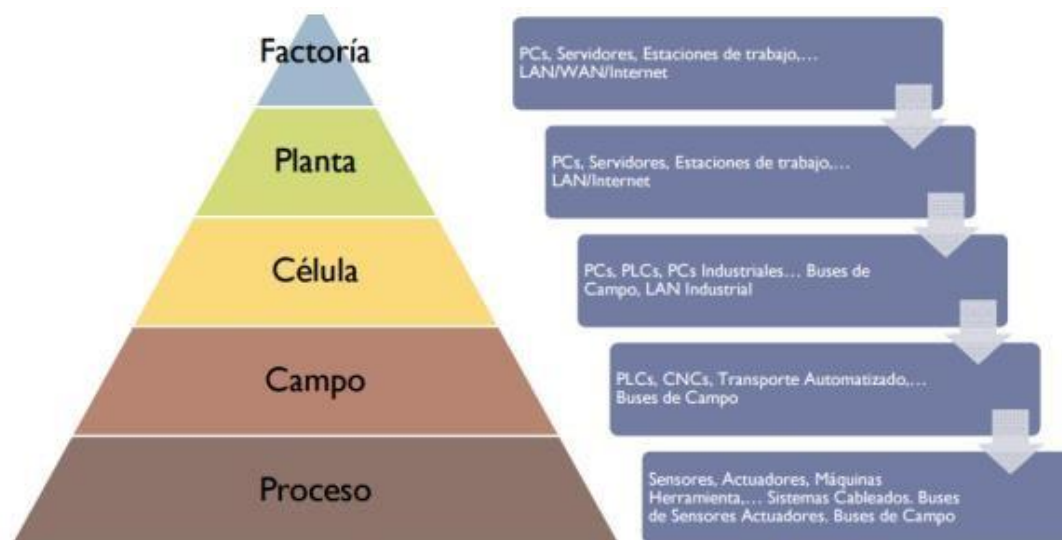


Ilustración 19: Pirámide CIM (Computer Integrated Manufacturing) (<http://www.microautomacion.com>).

8 Puertos de comunicación.

Los puertos de comunicación, como su nombre indica, son una serie de puertos que sirven para comunicar nuestro ordenador con los periféricos u otros ordenadores. Se trata en definitiva de dispositivos I/O (Input/Output, o Entrada/Salida).

8.1 Puerto PS/2.

Estándar que comenzó en 1995 por Intel, Compaq, En 1997, el USB llegó a ser popular y extenso con el lanzamiento del chipset de 440LX de Intel. Es una de bus desarrollada por las de computadoras y que permite instalar periféricos sin tener que abrir la máquina para instalarle es decir, que basta con conectar dicho periférico en la parte posterior del computador.



*Ilustración 20: Puerto PS/2
(<http://www.microautomacion.com>).*

8.2 Puerto USB (Universal Serial Bus).

Son adaptadores que se utilizan para enviar y recibir información de BIT en BIT fuera del computador a través de un único cable y de un determinado software de comunicación. Un ordenador o computadora en serie es la que posee una unidad aritmética sencilla en la cual la suma en serie es un cálculo dígito a dígito.



*Ilustración 21: Puerto USB (Universal Serial Bus)
(<http://www.microautomacion.com>).*

8.3 Puerto RJ-11.

Es un conector utilizado por lo general en los sistemas telefónicos y es el que se utiliza para conectar el MODEM a la línea telefónica de manera que las computadoras puedan tener acceso a Internet. El RJ11 se refiere expresamente al conector de medidas reducidas el cual está al cable telefónico y tiene cuatro contactos (pines) para cuatro hilos de cable telefónico, aunque se suelen usar únicamente dos.



Ilustración 22: Puerto RJ-11.

8.4 Puerto RJ-45.

Es una interfaz física utilizada comúnmente en las redes de computadoras, sus siglas corresponden a "Registered Jack", que a su vez es parte del código de regulaciones de Estados Unidos.

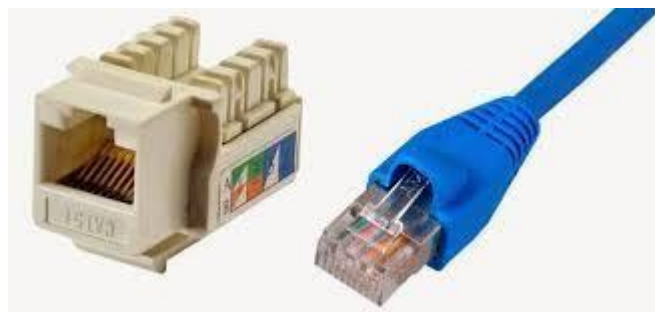


Ilustración 23: Puerto RJ-45. (<http://www.microautomacion.com>).

9 Topologías de red.

¿Qué es la topología de una red?

La topología de una red es el arreglo físico o lógico en el cual los dispositivos o nodos de una red (computadoras, impresoras, servidores, hubs, switches, enrutadores, etc.) se interconectan entre sí sobre un medio de comunicación.

9.1 Topología física: Se refiere al diseño actual del medio de transmisión de la red.

9.2 Topología lógica: Se refiere a la trayectoria lógica que una señal a su paso por los nodos de la red.

9.3 Topología de ducto (Bus).

Una topología de ducto o bus está caracterizada por una dorsal principal con dispositivos de red interconectados a lo largo de la dorsal. Las redes de ductos son consideradas como topologías pasivas. Las computadoras "escuchan" al ducto. Cuando éstas están listas para transmitir, ellas se aseguran de que no haya nadie más transmitiendo en el ducto, y entonces ellas envían sus paquetes de información. Las redes de ducto basadas en contención (ya que cada computadora debe contener por un tiempo de transmisión) típicamente emplean la arquitectura de red ETHERNET.

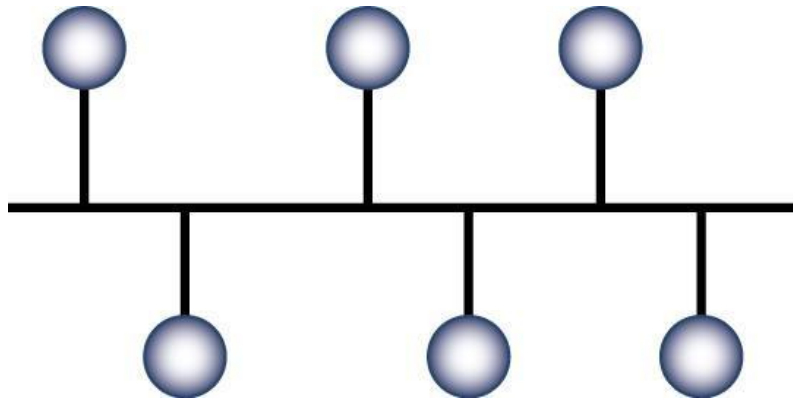


Ilustración 24: Topología de ducto (Bus) (Del residente,2018).

Las redes de bus comúnmente utilizaban cable coaxial como medio de comunicación, las computadoras se contaban al ducto mediante un conector BNC en forma de T. La topología de ducto con Ethernet es la más utilizada para redes de área local (LAN).

9.4 Topología de estrella (Star).

En una topología de estrella, las computadoras en la red se conectan a un dispositivo central conocido como concentrador (hub en inglés) o a un conmutador de paquetes (switch en inglés). En un ambiente LAN cada computadora se conecta con su propio cable (típicamente par trenzado) a un puerto del hub o switch. Este tipo de red sigue siendo pasiva, utilizando un método basado en contención, las computadoras escuchan el cable y contienen por un tiempo de transmisión.

Debido a que la topología estrella utiliza un cable de conexión para cada computadora, es muy fácil de expandir, sólo dependerá del número de puertos disponibles en el hub o switch (aunque se pueden conectar hubs o switches en cadena para así incrementar el número de puertos).

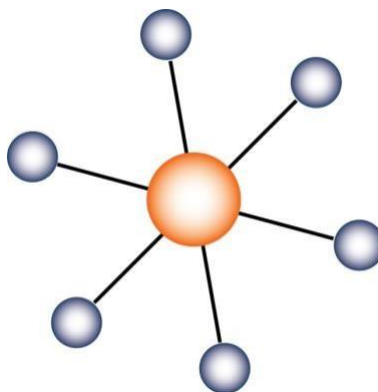
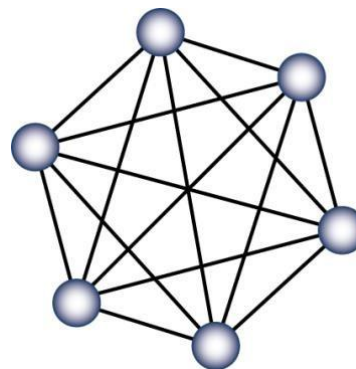


Ilustración 25: Topología de estrella (Star) (Del residente,2018).

La desventaja de esta topología en la centralización de la comunicación, ya que si el hub falla, toda la red se cae. La topología de estrella es bastante utilizada en redes MAN y WAN (Wide Area Network), para comunicaciones vía satélite y celular.

9.5 Topología de anillo (Ring).

Una topología de anillo conecta los dispositivos de red uno tras otro sobre el cable en un círculo físico. La topología de anillo mueve información sobre el cable en una dirección y es considerada como una topología activa. Las computadoras en la red retransmiten los paquetes que reciben y los envían a la siguiente computadora en la red.



El acceso al medio de la red es otorgado a una computadora en particular en la red por un "token". El token circula alrededor del anillo y cuando una computadora desea enviar datos, espera

Ilustración 26: Topología de anillos (Ring) (Del residente,2018).

al token y posiciona de él. La computadora entonces envía los datos sobre el cable. La computadora destino envía un mensaje (a la computadora que envió los datos) que fueron recibidos correctamente.

La computadora que transmitió los datos crea un nuevo token y los envía a la siguiente computadora, empezando el proceso de paso de token o estafeta (token passing) nuevamente.

9.6 Topología de malla (Mesh).

La topología de malla (mesh) utiliza conexiones redundantes entre los dispositivos de la red, así como una estrategia de tolerancia a fallas. Cada dispositivo en la red está conectado a todos los demás (todos conectados con todos). Este tipo de tecnología requiere mucho cable (cuando se utiliza el cable como medio, pero puede ser inalámbrico también). Pero debido a la redundancia, la red puede seguir operando si una conexión se rompe.

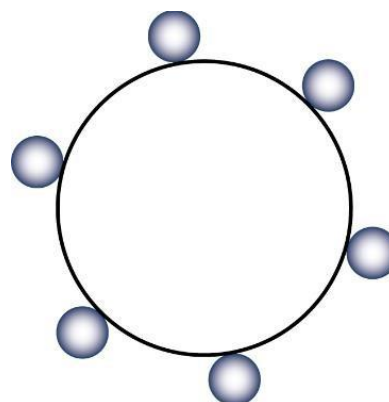


Ilustración 27: Topología de malla (Mesh) (Del residente,2018).

Las redes de malla, obviamente, son más difíciles y caras para instalar que las otras topologías de red debido al gran número de conexiones requeridas. La red Internet utiliza esta topología para interconectar las diferentes compañías telefónicas y de proveedoras de Internet, mediante enlaces de fibra óptica.

10 ¿Qué es un protocolo de comunicación?

En principio un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado y muy en especial en lo que se refiere a los microprocesadores.

La irrupción de los microprocesadores en la industria ha posibilitado su integración a redes de comunicación con importantes ventajas tales como:

- Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones.
- Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo.
- Diagnóstico remoto de componentes.

10.1 Profibus.

¿Qué es profibus?

Profibus es un estándar de red de campo abierto e independiente de proveedores, donde la interfaz de ellos permite amplia aplicación en procesos, fabricación y automatización predial. Este estándar es garantizado según los estándares EN 50170 y EN 50254. Desde enero de 2000, el protocolo profibus está fuertemente establecido con el IEC 61158, al lado de siete otros Field buses. El IEC 61158 se divide en siete partes, de números 61158-1 a 61158-6, con las especificaciones del modelo OSI. Esa versión, que fue ampliada, incluyó el DPV-2.

A nivel de actuadores/sensores, el AS-Interface es el sistema de comunicación de datos ideal, pues las señales binarias de datos se transmiten a través de un barramiento muy simple y barato, juntamente con la entrada de energía de 24Vdc necesaria para alimentar estos mismos sensores y actuadores. Otra característica importante es que los datos se transmiten cíclicamente, de manera muy eficiente y rápida.

A nivel de campo, la periferia distribuida, cual: módulos de E/S, transductores, impulsores (drives), válvulas y paneles de operación, trabajan en sistemas de automatización a través de eficaz sistema de comunicación en tiempo real, el PROFIBUS DP o PA. La transmisión de datos del proceso efectúase de manera cíclica, mientras alarmes, parámetros y diagnósticos se transmiten sólo cuando sea necesario, de manera acíclica.

A nivel de la celda, los controladores programables, tal como los CLP's y los PC's, se comunican entre ellos, necesitando que grandes paquetes de datos sean transferidos en innumerables y potentes funciones de comunicación. Además, la integración eficaz con los sistemas corporativos de comunicación existentes, cual: Intranet, Internet e Ethernet, son absolutamente obligatorios. Esta necesidad es llenada por los protocolos PROFIBUS FMS y PROFINet.

Tabla 1: Protocolos de comunicación PROFIBUS (Del residente,2018).

PERFIL	DESCRIPCION.	CARACTERISTICAS.	APLICACIONES.
PROFIBUS DP.	Esta es la solución de alta velocidad de profibus. Su desarrollo fue perfeccionado principalmente para comunicarse entre los sistemas de automatización y los equipos descentralizados.	1.- Es aplicable en los sistemas de control, donde se destaca el acceso a los dispositivos distribuidos de I/O. 2.- Es utilizado en sustitución a los sistemas convencionales 4 a 20 mA, HART o en transmisiones de 23 Volts, en medio físico RS-485 o fibra óptica. 3.- Requiere menos de 2 ms para transmitir 1 Kbyte de entrada y salida y es muy usado en controles con tiempo crítico.	Actualmente, 90% de las aplicaciones relativas a esclavos Profibus utilizan el profibus DP. Esta variedad está disponible en tres versiones: DP-V0 (1993). DP-V1 (1997). DP-V2 (2002).
PROFIBUS-FMS	Es el perfil de comunicación capaz de manejar todas las tareas intensivas de transferencia de datos muy comunes en las comunicaciones industriales, por lo que se le considera la solución universal para la transferencia de información en el nivel superior y de campo del modelo jerárquico de automatización	1.- Es la solución general para tareas de comunicación a nivel de control. Los potentes servicios FMS abren un amplio rango de aplicaciones y proveen de gran flexibilidad. 2.- Puede ser empleado para tareas de comunicación extensas y complejas. 3.- Se pueden alcanzar velocidades de transmisión de hasta 1,5 Mb/sg. en función del medio utilizado. Sistema multimaestro.	Automatización para propósitos generales.
PROFIBUS PA.	Se utiliza la tecnología de transmisión especificada en IEC 1158-2. Es una transmisión síncrona a 31.2 kbits/seg que satisface requerimientos muy importantes en las industrias química y petroquímica: seguridad intrínseca y suministro de energía a los dispositivos a través del bus mediante el simple uso de cable de cobre de dos hilos.	1.- Permite medición y control a través de línea de dos hilos simples. También permite accionar los equipos de campo en zonas con seguridad intrínseca. 2.- Permite aún el mantenimiento y la conexión/desconexión de equipos mismo durante la operación, sin afectar otras estaciones en zonas de potencial explosivo.	La automatización de procesos plantea requisitos estrictos en cuanto a rendimiento y fiabilidad, y exige un funcionamiento sencillo y seguro de las instalaciones. Utiliza la tecnología de transmisión de seguridad intrínseca especificada en la norma internacional IEC 61158-2. Esto permite integrar los equipos de campo en áreas clasificadas (atmósferas explosivas, Ex).

10.2 Protocolo P-Net.

El protocolo P-NET tiene su nacimiento en la industria danesa, siendo publicado originalmente por la Internacional P-NET User Organisation ApS y más tarde recogido por el CENELEC.

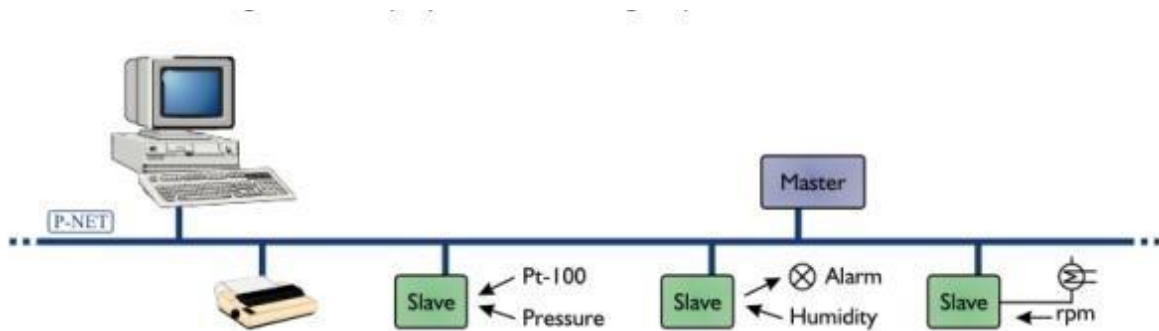


Ilustración 28: Protocolo P-Net (<http://www.microautomacion.com>)

Para la conexión física usa el estándar RS-485 con transmisión asíncrona a 76.800 bps. Es una norma multiprincipal y multired, es decir, varios principales (másters) pueden conectarse al mismo bus y varios buses pueden interconectarse formando una red mayor mediante pasarelas (gateways). La segmentación hace posible que cada segmento de bus tenga un tráfico local independiente, con lo que se incrementa el ancho de banda del sistema global. Hay 3 tipos de dispositivos que pueden ser conectados a una red P-NET: principales (másters), subordinados (slaves) y pasarelas (gateways). Todas las comunicaciones están basadas en el principio de que un principal envía una petición y la estación subordinada direccionada devuelve una respuesta. Es un sistema muy robusto con respecto a los errores, realizándose continuamente un control de errores por parte de las estaciones subordinadas, siendo notificado el principal si se produce un error.

10.3 Protocolo HART.

Es un protocolo de comunicación digital que opera sobre un bucle de corriente convencional 4-20 mA. Utiliza una onda senoidal de baja frecuencia como portadora analógica de la información digital, mediante modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK:

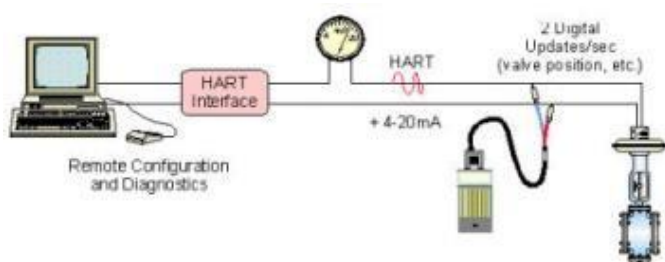


Ilustración 29: Protocolo HART (<http://www.microautomacion.com>).

bucle. La velocidad de transferencia de este protocolo es de 1.200 bps. y puede alcanzar distancias de 3.000 metros con el uso de cable de par trenzado apantallado. El método de acceso al medio es un método de sondeo y selección principal. subordinado. Pueden existir hasta dos estaciones principales (primaria y secundaria). En un mensaje HART pueden ser transmitidas hasta cuatro variables de proceso y cada dispositivo puede tener un máximo de 256. Existe un modo de comunicación en ráfaga (burst), mediante el cual un subordinado difunde continuamente un mensaje de respuesta.

10.4 Protocolo CAN (Controller Area Network)

Es un protocolo serie de comunicaciones que soporta control distribuido en tiempo real con un gran nivel de seguridad. Ha sido desarrollado por la firma Bosch en 1985 y soportado desde 1992 por la organización CiA (CAN in Automation). Se recoge como norma en la ISO 11898/11519 y su principal aplicación reside en la industria del automóvil,

donde las unidades de control, sensores, sistemas antideslizamiento y otros sistemas a bordo de los coches se conectan usando un bus CAN a velocidades de hasta 1Mbps. También se usa en la electrónica del automóvil, como por ejemplo en los grupos de luces y en las ventanas eléctricas, evitando así un aumento innecesario del cableado.



Ilustración 30: Protocolo CAN (Controller Area Network). (<http://www.microautomacion.com>).

10.5 Protocolo AS-I (Actuador/Sensor Interface).

Ha sido desarrollado por la firma Siemens y define la comunicación y la gestión de ésta, entre un dispositivo de control con los sensores y actuadores correspondientes. El bus AS-I (Interfase Actuador Sensor) se ajusta a los requisitos del nivel de automatización más bajo y es un estándar abierto. En AS-i operan actuadores y sensores en el primer nivel de control, por esto que también se le conozca como bus de dispositivos. Muchos fabricantes ofrecen sensores/actuadores inteligentes compatibles con AS-i tanto digitales como analógicos. AS-i es rápido, sencillo, rentable y una aplicación segura con futuro, dado que más de la mitad del mercado mundial de fabricantes de sensores y actuadores ofrecen productos compatibles con AS-i.

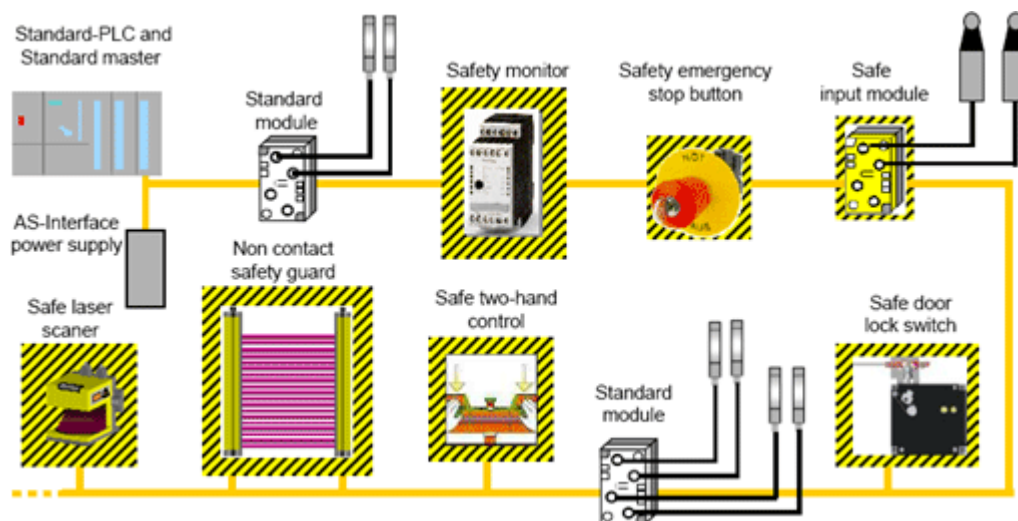


Ilustración 31: Protocolo AS-I (Actuador/Sensor Interface). (<http://www.microautomacion.com>).

CAPÍTULO III

DESARROLLO

1. Desarrollo.

1. comunicación entre el PLC MASTER K-120S. y la PC.

Antes de cargar o descargar un programa del PLC es importante hacer la comunicación entre la computadora y el PLC, para esto necesitaremos un cable RS- 232C el cual hará la comunicación entre la computadora y el PLC. A continuación, se muestran los pasos a seguir para realizar dicha comunicación.

1. Abrir el software KGLWE Application.



2. Una vez que nos aparezca la venta de inicio del software pulsamos en la pestaña de “Project”, se abrirá una pestaña y daremos clic en “Options”.

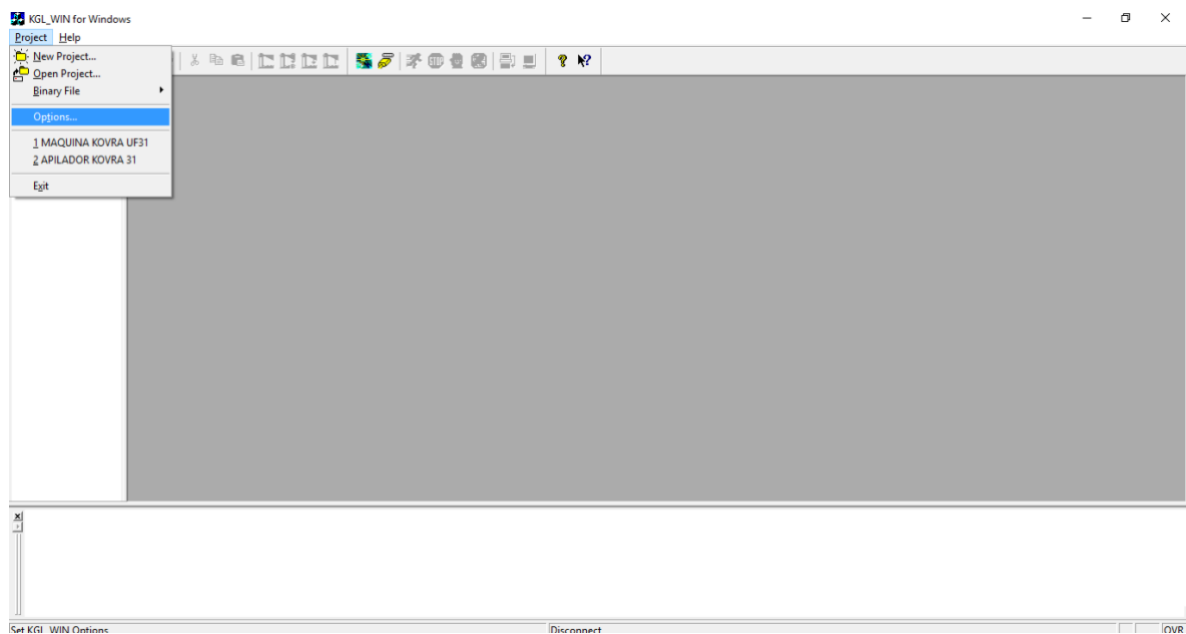


Ilustración 32: Ventana de inicio KGLWE Application (Del residente,2018).

3. Se abrirá una ventana emergente, daremos clic en la pestaña de “Connection Option”, posteriormente seleccionaremos el método de conexión que es RS-232C y el puerto COM al cual esté conectado el PLC y daremos clic en aceptar.

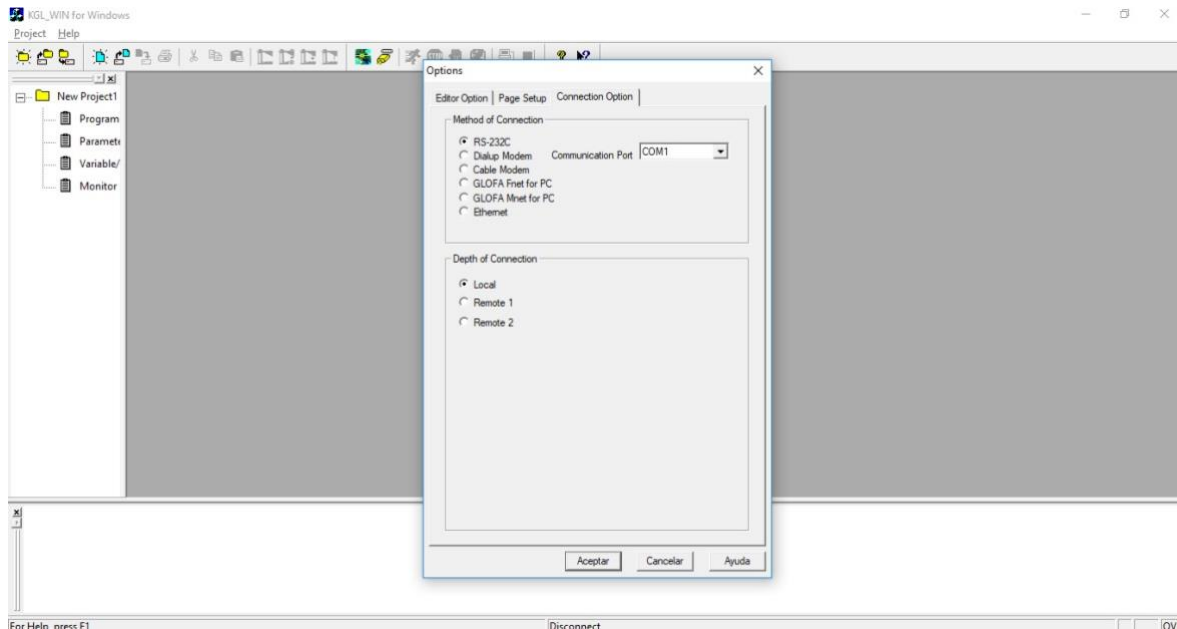


Ilustración 33: Connection Option (Del residente,2018).

2. Descargar un programa del PLC a la PC.

1. Dar clic en la pestaña de “Project” a continuación se desplegará una pestaña de opciones y daremos clic en “New Project”.

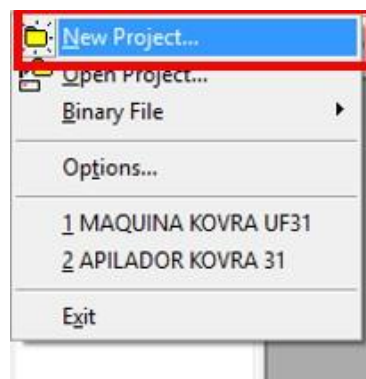


Ilustración 34: New Project (Del residente,2018).

2. Se abrirá una ventana emergente y seleccionaremos Black Project y daremos clicen “OK”.

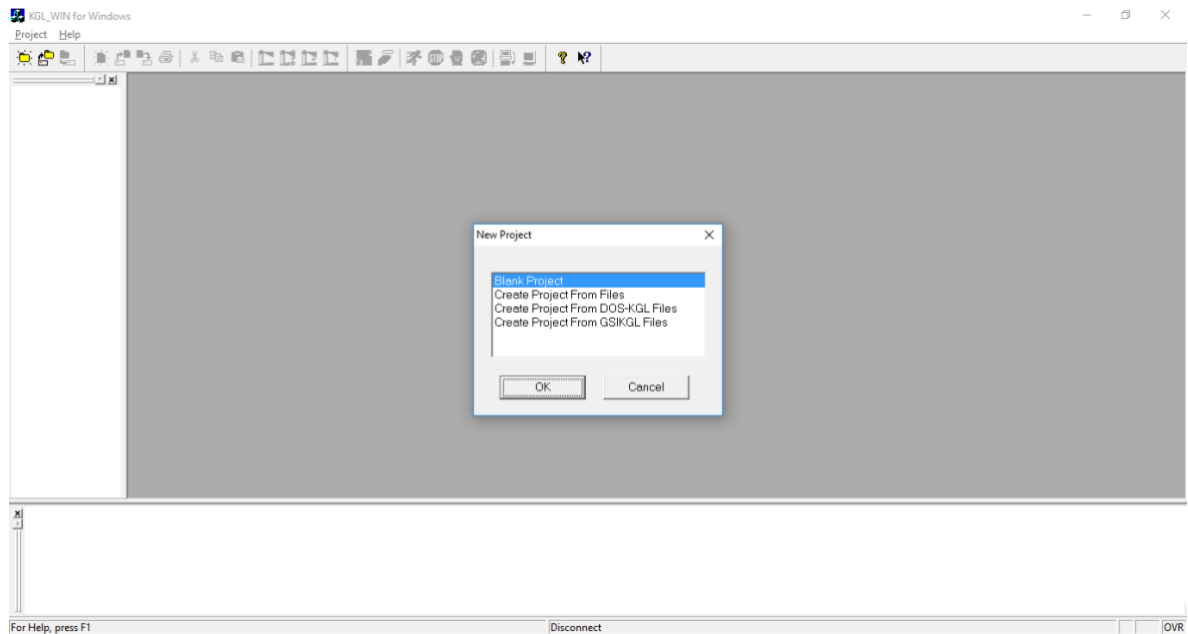


Ilustración 35: Blanck Project (Del residente,2018).

A continuación, se abrirá otra ventana y seleccionaremos La opción “MK_S” y buscaremos la opción “120S”.

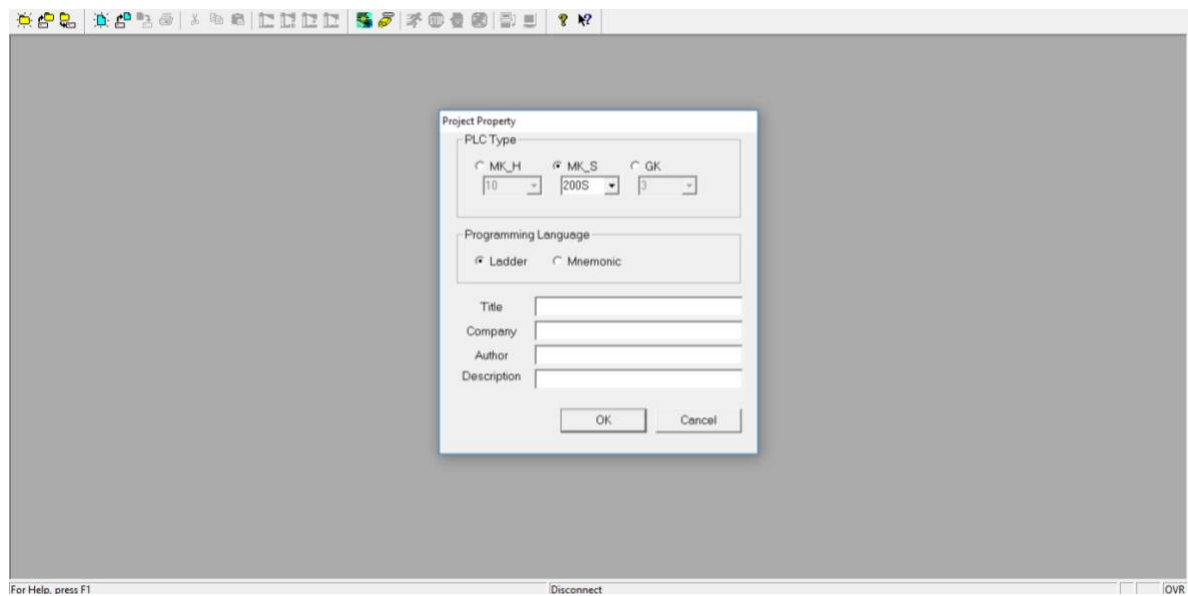


Ilustración 36: PLC Type (Del residente,2018).

3. Ir a la pestaña de “Online” y dar clic en la opción “Connect”.

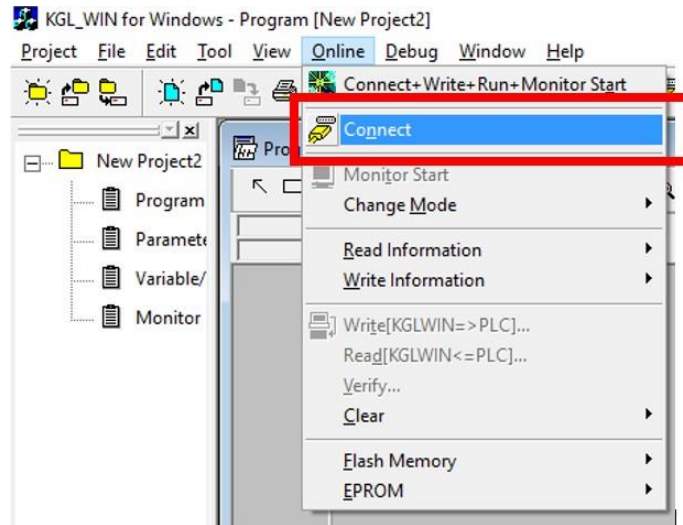


Ilustración 37: Option Connect (Del residente,2018).

La función “Online” se utiliza para hacer la comunicación del PLC a la PC. En esta función, puede configurar las condiciones de comunicación tales como Lectura desde PLC, Escritura a PLC, Monitoreo, Depuración, Cambio de modo de PLC, Configuración de parámetros de enlace, Información de E / S de PLC, Configuración de E / S obligadas y Configuración de contraseña.

4. Para descargar el programa y los parámetros del PLC nos iremos a la pestaña “Online” y daremos clic en la opción “read” y hacer clic en “Ok” en la ventana emergente.



Ilustración 38:Parámetros del PLC (Del residente,2018).

3. Cargar un programa de la PC al PLC.

1. Daremos clic en la opción “Project Open”.

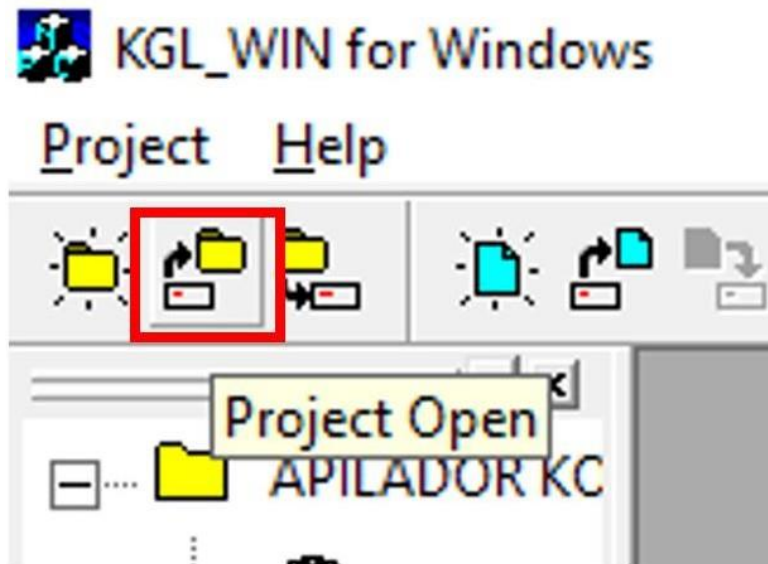


Ilustración 39: Project Open (Del residente,2018).

2. Buscaremos el programa que queremos subir al PLC y daremos clic en “Abrir”.

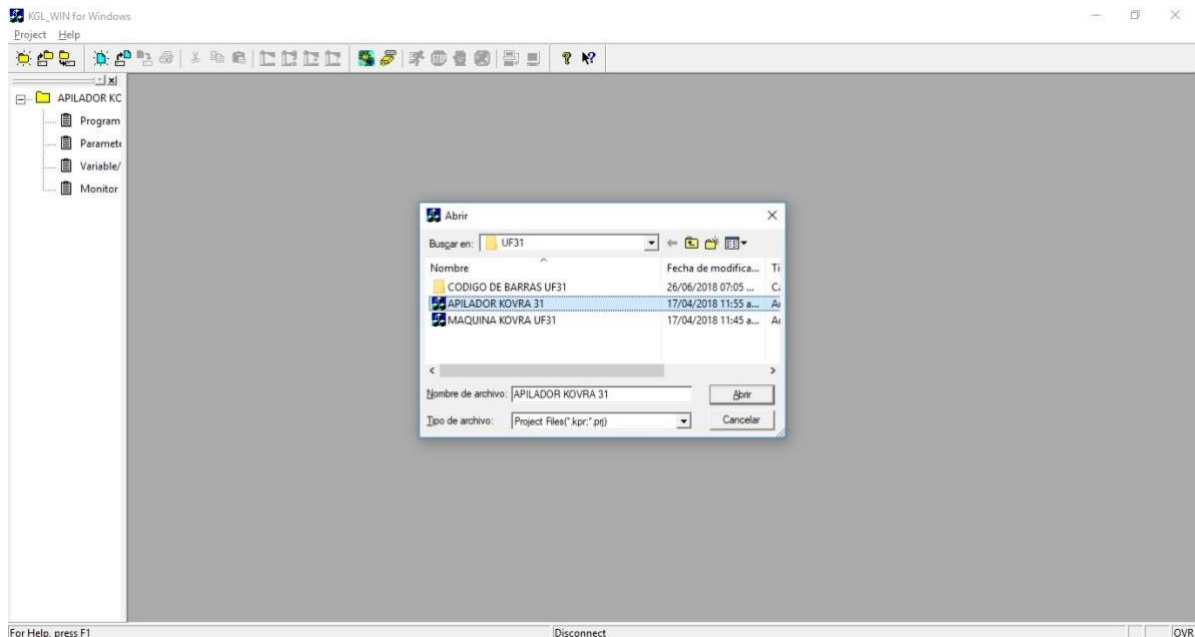


Ilustración 40: Programa para subir al PLC (Del residente,2018).

3. Iremos a la pestaña “Online” y daremos clic en la opción “Connect+Write+Run+Monitor Start”.

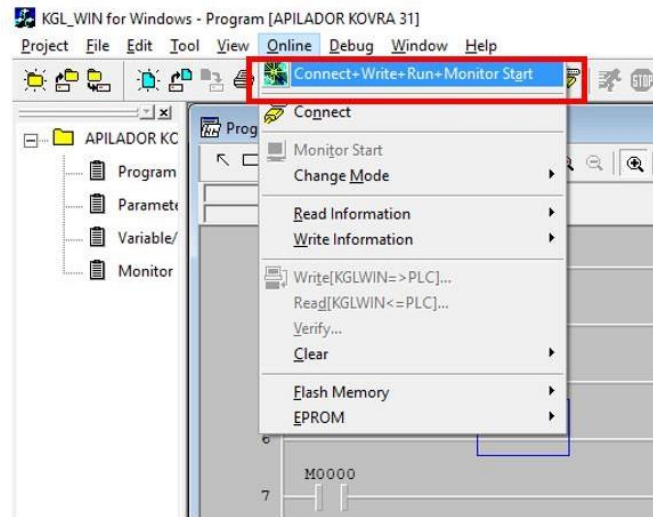


Ilustración 41: Subir programa al PLC (Del residente,2018).

4. Haga clic en el botón “ok” para continuar el proceso. Luego, el programa y los parámetros de cargaran al PLC.



Ilustración 42: Parameter Download (Del residente,2018).

Nota: Este procedimiento solo se puede ejecutar en modo STOP, verifique que se encuentre en este modo con los botones que se encuentran en la barra de herramientas.

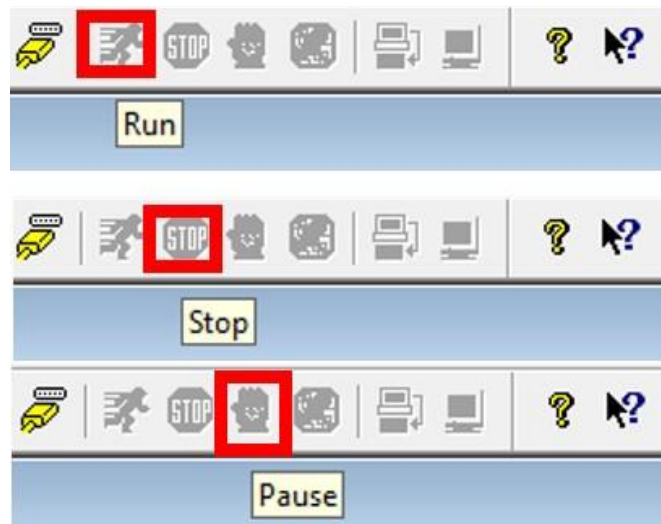


Ilustración 43: Modos del PLC (Del residente,2018).

4. Cargar un programa al flash memory del PLC.

1. Ajuste el interruptor de control en modo STOP.

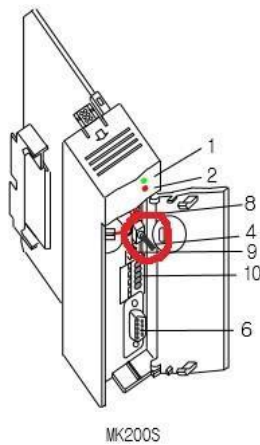


Ilustración 44: Ajuste del Interruptor del PLC (<http://foster.pl/pdf/plc/manual>).

2. Abrimos la pestaña “Online” y damos clic en la opción “Change mode” y seleccionamos “STOP”.

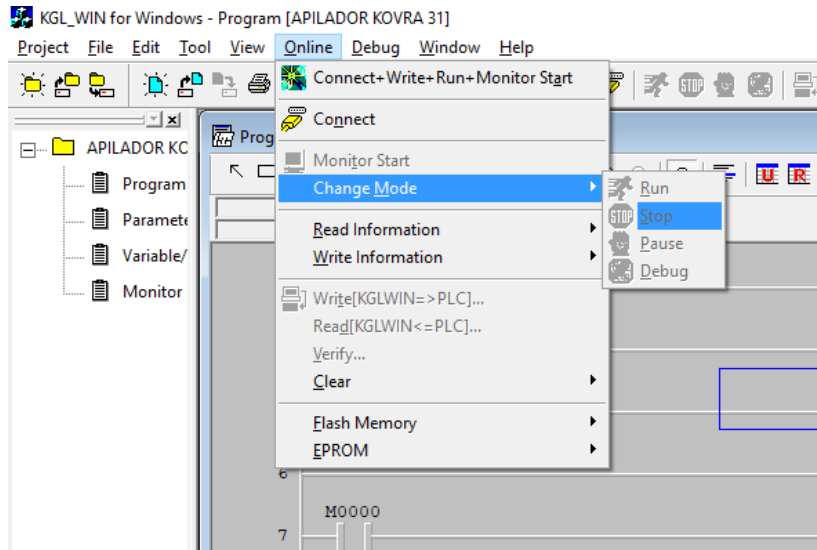


Ilustración 45: Change Mode del PLC (Del residente,2018).

3. En la misma pestaña “Online” damos clic en la opción “Flash Memory” y seleccionamos la opción “Write”.

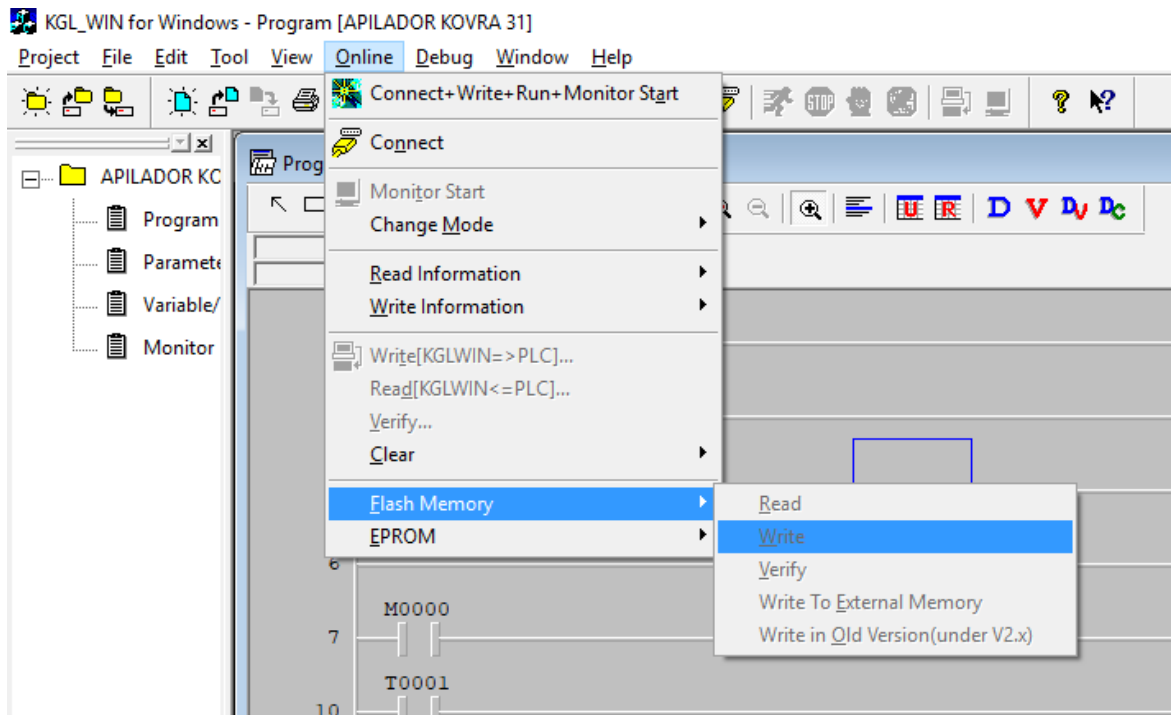
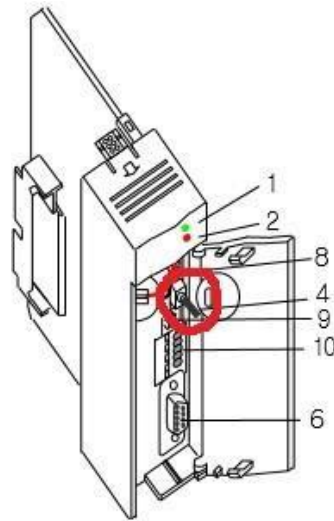


Ilustración 46: Write de la Memoria Flash (Del residente,2018).

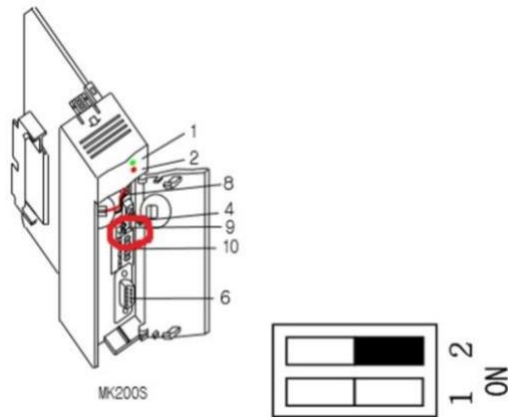
4. Ajustamos el interruptor de control a RUN.



MK200S

Ilustración 47: Modo Run del Interruptor (<http://foster.pl/pdf/plc/manuals>).

5. Apague el PLC.
6. Ajustamos el Dip switch No.2 a la posición “ON”.



MK200S

Ilustración 48: Ajuste del Dip switch del PLC (<http://foster.pl/pdf/plc/manuals>).

7. Encienda y verifique si funciona normalmente.

5. Funciones básicas del PLC.

5.1 Input / output: P

La función P se utiliza para la transacción de datos entre la CPU del PLC y los dispositivos externos, los dispositivos de entrada mantienen datos de ON/OFF enviados desde dispositivos externos, por ejemplo: botones pulsadores, interruptores de limite, interruptores digitales, etcétera.

Los datos de entrada son utilizados por el programa como datos de contacto (NO1, NC) y como fuente de datos para instrucciones de aplicación.

Los dispositivos de salida se utilizan para generar resultados de operación del programa desde el módulo de salida a los dispositivos externos, por ejemplo: Solenoides, interruptores magnéticos, indicadores digitales, etcétera.

Los dispositivos P redundantes que no están conectados a dispositivos externos se pueden utilizar como auxiliary relay M.

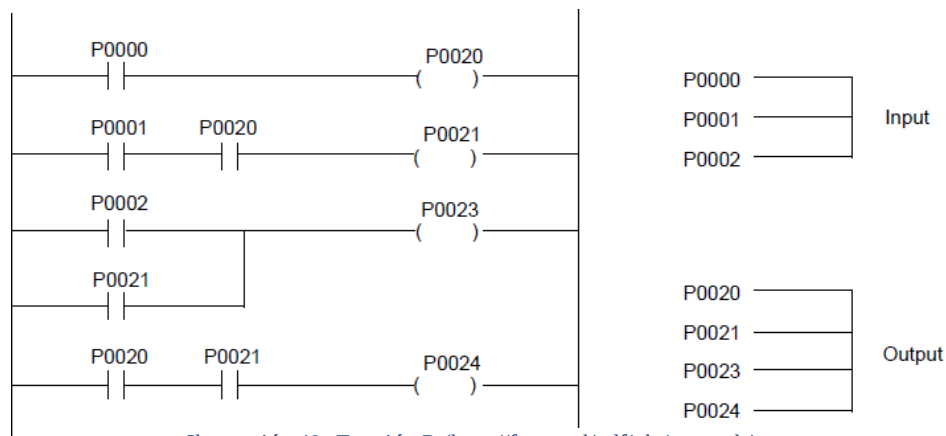


Ilustración 49: Función P (<http://foster.pl/pdf/plc/manuals>).

Las señales de entrada se almacenan por lotes en la memoria de datos de entrada antes de la ejecución de cada exploración. Los datos en la memoria de datos de entrada se utilizan para la ejecución de la operación del programa de secuencia. Los resultados de operación son enviados por cada resultado a la memoria de datos de salida. Los datos en la memoria de datos de salida se envían por lotes a los módulos de salida después de la ejecución de la instrucción END. Asegúrese de que no haya conflicto de entrada y salida en el programa de usuario porque la serie MASTER-K usa un área P para entrada y salida en común.

5.2 Auxiliary relay: M.

El área M es un relé interno utilizado en la CPU del PLC, y no se puede conectar directamente con dispositivos externos. Toda la zona M excepto designada como área retenida se borrará como 0 cuando el PLC está encendido o en modo RUN.

5.3 Step Control relay: S.

El área S se puede usar para dos tipos de control de pasos según la instrucción - OUT o SET. Si se utiliza la instrucción OUT, el área S funciona como último en prioridad. De lo contrario, funciona como control secuencial. Cuando la CPU se enciende o se pone en modo RUN, el área S se inicializará como primer paso excepto el área de retención designada por configuración de parámetro.

En el mismo grupo, la última entrada tiene prioridad para ser ejecutada.

El control secuencial se refiere a que un cierto proceso solo se puede ejecutar después de que el proceso anterior esta completado.

La condición clara (Sxx.00) puede operarse a cualquier momento mientras el proceso secuencial es corrido.

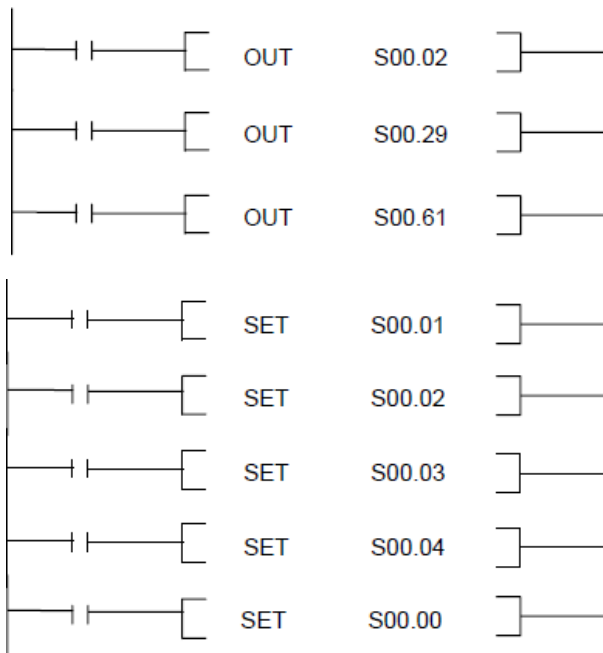


Ilustración 50: Step Relay Control. (<http://foster.pl/pdf/plc/manuals>).

5.4 Instrucción SET. Funciones:

- Cuando se activa la condición de entrada de la instrucción SET, el dispositivo especificado se enciende
- El dispositivo encendido permanece encendido incluso si la condición de entrada de la instrucción SET está desactivada. El dispositivo puede ser apagado por la instrucción RST.

Ejemplo:

Cuando la condición de entrada P020 se enciende, el P060 y el P061 se encienden mediante OUT y SET instrucción.

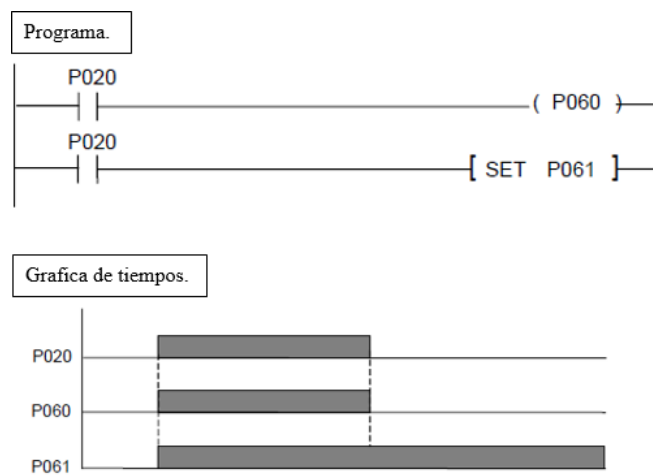


Ilustración 51: Ejemplo OUT / SET. (<http://foster.pl/pdf/plc/manuals>).

5.5 Instrucción RST.

Funciones:

Cuando se enciende la condición de entrada de la instrucción RST, el dispositivo especificado se cambia como se describe en la tabla.

Tabla 2: Instrucción RST y sus cambios (Del residente, 2018).

Device.	Status.
M, P, K, L	El device especifico se desactiva.
T	La salida del temporizador se desactiva y el valor actual se establece como cero.

Ejemplo:

Cuando la entrada P020 se active la función SET mantendrá activa a la salida P061 hasta que la entrada P021 se accione y la función RST desactive la salida P061.

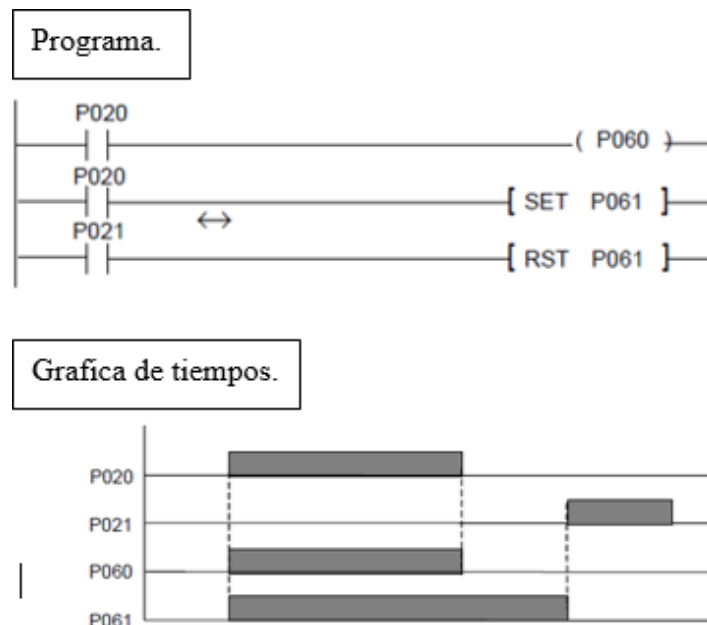


Ilustración 52: Ejemplo RST. (<http://foster.pl/pdf/plc/manuals>).

5.6 Instrucción SET (Sxx.xx).

Funciones:

- El contacto Sxx.xx se encenderá cuando el paso anterior del mismo grupo y la condición de entrada estén activados.
- Una vez que se enciende un Sxx.xx, se mantiene en estado hasta que se active el siguiente paso o se inicialice el grupo de controles por pasos.
- Incluso si se activan varias condiciones de entrada, solo se enciende un controlador de un solo paso.
- Cuando la CPU pasa al modo RUN, el Sxx.00 se configura de manera predeterminada.

Ejemplo:

Un control secuencial utilizando el grupo S01.xx.

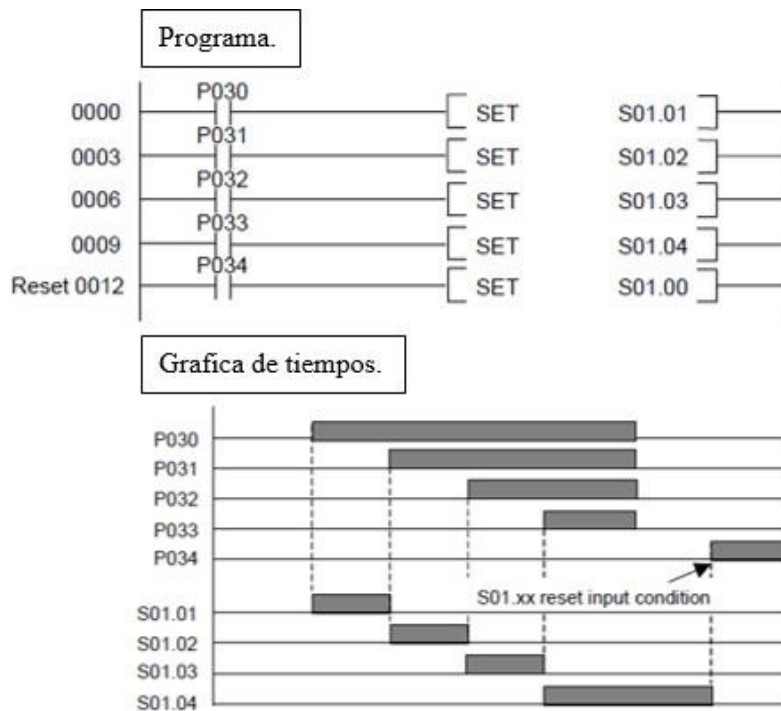


Ilustración 53: instrucción SET. (<http://foster.pl/pdf/plc/manuals>).

5.7 Instrucción OUT (Sxx.xx).

Funciones:

- Ultimo en control de prioridad.
- Cuando la condición de entrada se activa, el controlador de pasos especificado se enciende y mantiene el estado activado hasta que se encienda el otro controlador de pasos del mismo grupo.
- Solo un controlador de pasos se enciende incluso si se activan varias condiciones de entrada. En este momento, el último controlador de pasos encendido tiene la prioridad más alta.
- El Sxx.00 es el paso de inicialización y el grupo Sxx.xx se inicializará al encender el Sxx.00. Cuando la CPU pasa al modo RUN, el Sxx.00 se configura de manera predeterminada.

5.8 Instrucción MCS, MCSCLR. Funciones:

- Cuando el comando ON/OFF de la instrucción MCS está activado, se ejecuta el programa de secuencia entre la instrucción MCS y la instrucción MCSCLR que tiene el mismo número (n) de la instrucción MCS.
- Cada instrucción MCS va seguida de un número (n) que muestra la prioridad del control maestro. 0 es la prioridad más alta, y 7 es la prioridad más baja. La instrucción MCS debe usarse en orden de nivel de prioridad.
- La instrucción MCSCLR muestra el final del control maestro. Cuando se ejecuta una instrucción MCSCLR “n”, todo el control maestro que tiene una prioridad más baja que “n” finaliza automáticamente.

Ejemplo:

Utilice 2 bloques de control maestro (MCS 0 y MCS 1), y se borran con la instrucción MCSCLR 0. El bloque MCS 1 se borra automáticamente.

Nota:

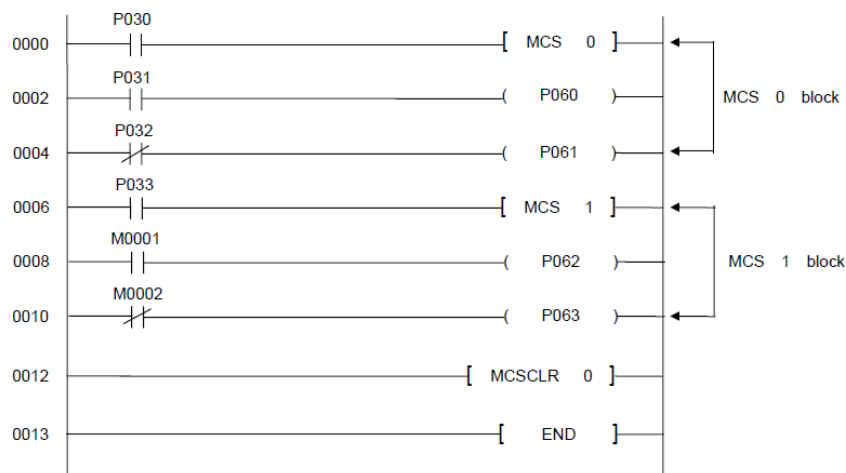


Ilustración 54: Ejemplo MCS Y MCSCLR. (<http://foster.pl/pdf/plc/manuals>).

- El escaneo entre las instrucciones MCS y MCSCLR se ejecuta incluso cuando el comando ON/OFF para la instrucción MCS está desactivado. Por lo tanto, el tiempo de escaneo no se acorta.
- Cuando el comando de encendido / apagado para la instrucción MCS está desactivado, el resultado de la operación de MCS a MCSCLR es como se indica en la tabla.

5.9 TIMER.

El contacto de salida del temporizador se apaga y el valor actual se convierte en 0.

Tabla 3: Condiciones de la función MCS (Del residente, 2018).

COUNTER.	El contacto de salida del contador se apaga, pero el valor actual tiene el valor actual.
OUT.	Todo se apaga.
SET, RST.	Mantener el valor actual.

- Si una instrucción que no necesita una instrucción de contacto inmediatamente anterior, por ejemplo: FOR, NEXT, EI, DI, etcétera. Está contenida en el bloque MCS ~ MCSCLR, la CPU ejecuta la instrucción independientemente del estado del comando ON/OFF para la instrucción MCS.

5.10 Instrucción TON.

Funciones:

- Un temporizador consiste en el contacto del temporizador, el valor actual y el valor de configuración.
- El valor actual comenzará a aumentar cuando se active la condición de entrada. Aumentará en 1 a cada 0.1 o 0.01 segundos hasta que alcance el valor de ajuste o la condición de entrada se apague.
- El contacto del temporizador se encenderá cuando el valor actual alcance el valor de configuración.
- El contacto del temporizador y el valor actual se borran cuando la condición de entrada se desactiva o se ejecuta la instrucción RST.

Ejemplo:

El temporizador T097 el cual tiene una condición de 0.01 seg se encenderá 20 seg después de que la entrada P020 se encienda.

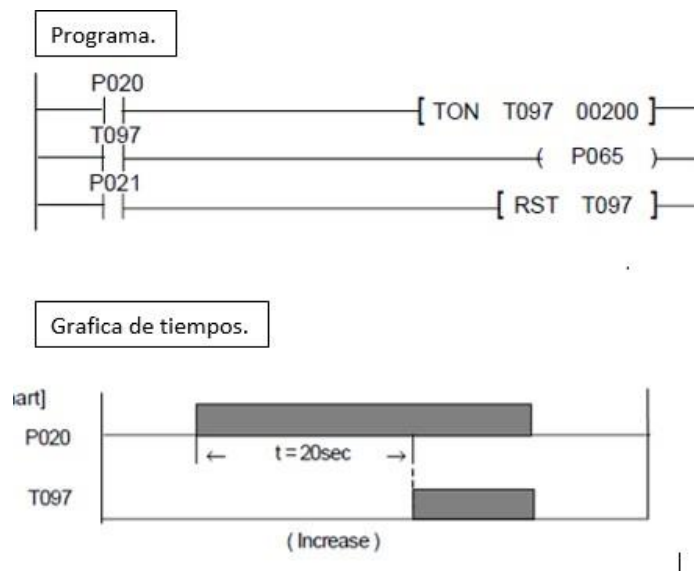


Ilustración 55: Ejemplo Función TON. (<http://foster.pl/pdf/plc/manuals>).

6. Programación del Prototipo.

5.2 Diagrama de Espacio-Fase.

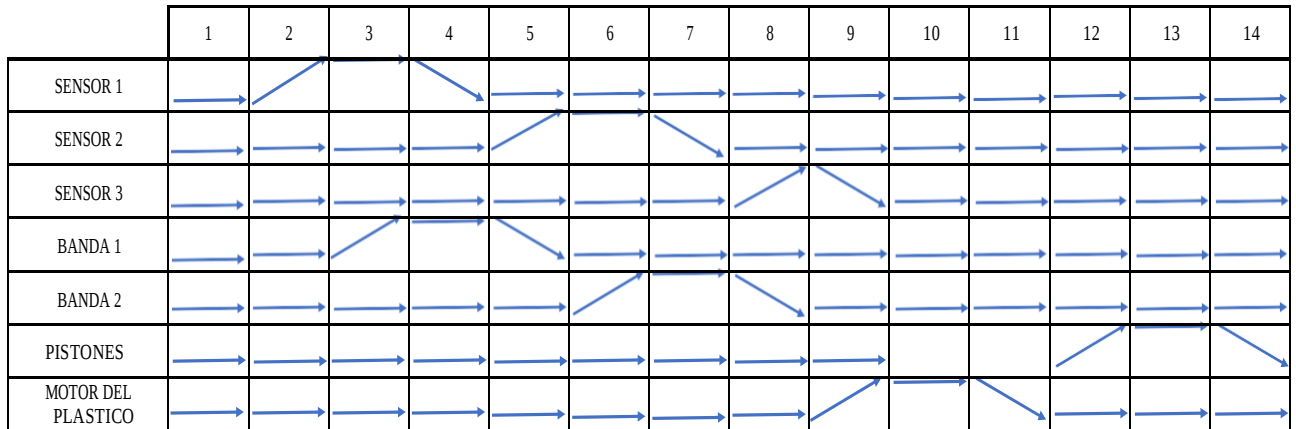


Ilustración 56: Diagrama Espacio-Fase (Del residente, 2018).

Fase 1: Todos los elementos inician desactivados.

Fase 2 y 3: En la fase 2 se activa el sensor 1 y en la siguiente fase se activa la banda 1 que pasa el producto de la estación de aplicación a la segunda banda.

Fase 4 y 5: En la fase 4 el sensor 1 se desactiva y se mantiene activa la banda 1, en la fase 5 el sensor 2 detecta el producto y se desactiva la banda 1.

Fase 6 y 7: En la fase 6 se mantiene activo el sensor 2 y se activa la banda 2, en la siguiente fase se desactiva el sensor 2 y se mantiene activo la banda 2.

Fase 8 y 9: En la fase 8 se activa el sensor 3 y la banda 2 se desactiva. En la fase 9 el sensor 3 se desactiva y los motores que posicionan el plástico se activan.

Fase 10 y 11: En la fase 10 se mantienen activos los motores del plástico. En la fase 11 se desactivan los motores del plástico.

Fase 12 y 13: En la fase 12 se activan los pistones que realizan el sellado y en la fase 13 se mantienen activos los pistones.

Fase 14: Se desactivan los pistones.

5.3 Simulaciones del diagrama espacio fase.

Una vez que el sensor 1 detecta que el producto se activa la banda 1 y se mantendrá activo 5 seg. Después de que el sensor 1 se desactive o cuando el sensor 2 detecte el producto.

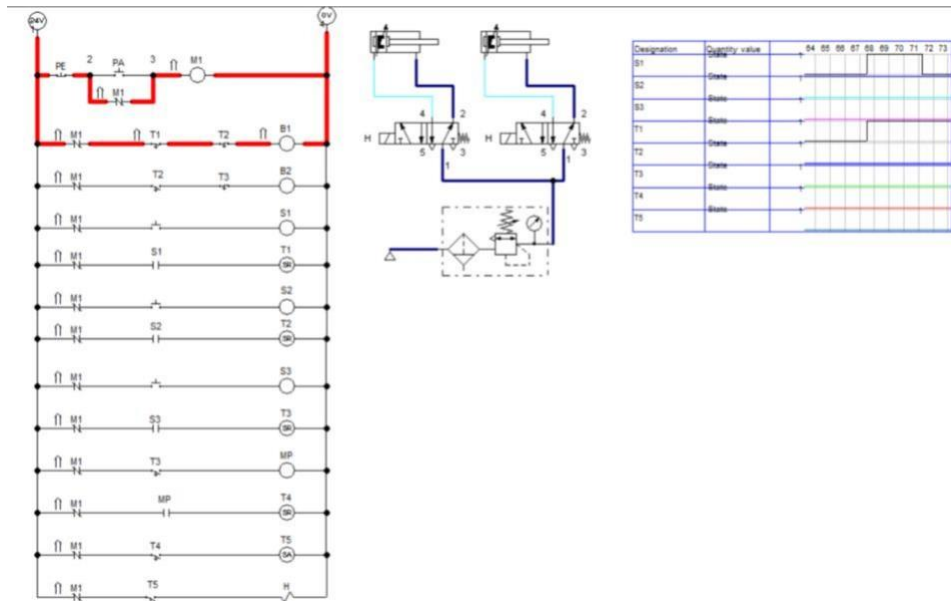


Ilustración 57: Simulación 1(Del residente, 2018).

Cuando el sensor 2 se activa la banda 2 hasta 5 seg. Después que el sensor se desactive a menos que el sensor 3 se active.

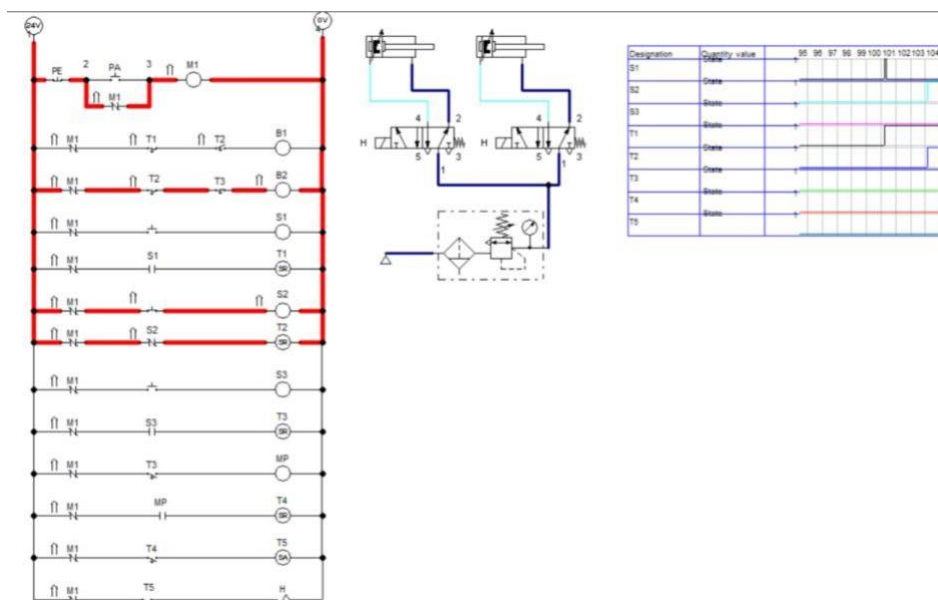


Ilustración 58: Simulación 2 (Del residente, 2018).

Cuando el sensor 3 se activan los motores que posicionan el plástico con el producto para que el sellador realice su función.

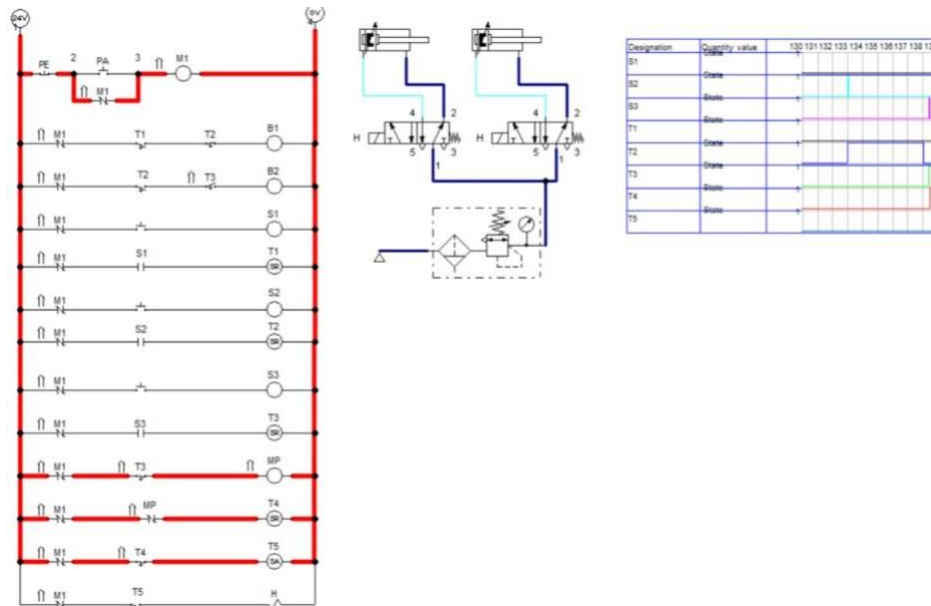


Ilustración 59: Simulación 3 (Del residente, 2018).

Cuando el producto ya se encuentra en la posición correcta se activa el sellador tipo H para se mantiene activo por 2 seg. Que es el tiempo que se necesita para calentar el plástico y se haga el sellado hermético del producto.

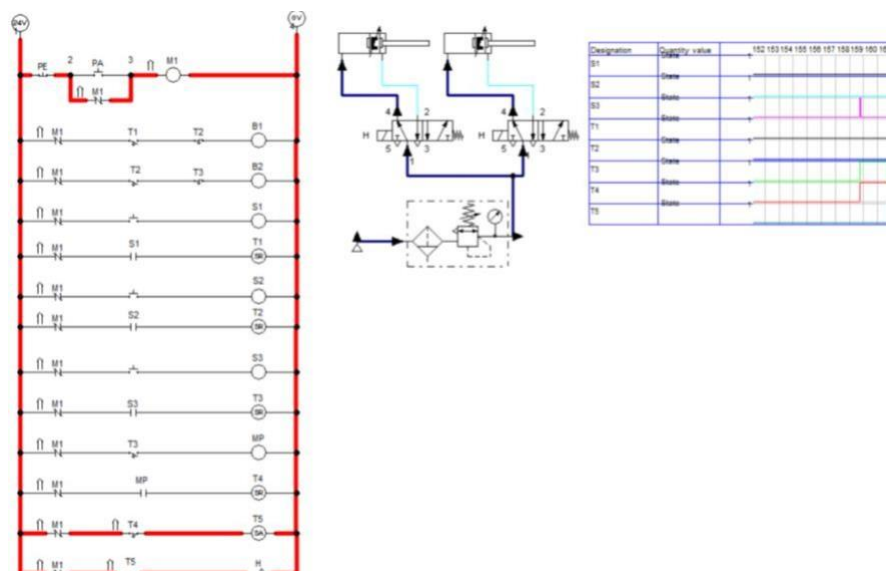


Ilustración 60: Simulación 4 (Del residente, 2018).

6 Programación para el PLC MASTER K120S.

En la tabla 4 se muestran las entradas y salidas utilizadas con sus respectivas direcciones.

Tabla 4: Entradas y Salidas del PLC (Del residente, 2018).

ENTRADAS		SALIDAS	
DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
P0001	BOTON DE PARO	P0010	MOTOR DE LA BANDA 1.
P0002	BOTON DE ARRANQUE	P0011	MOTOR DE LA BANDA 2.
P0003	SENSOR 1 (PRESENCIA)	P0012	MOTORES DEL PLASTICO.
P0004	SENSOR 2 (PRESENCIA)	P0013	VASTAGOS DEL SELLADOR.
P0005	SENSOR 3 (PRESENCIA)		

En la línea 0 se encuentra un contacto normalmente cerrado de P0001(Botón de paro) que es el paro de emergencia y un contacto normalmente abierto de P0002 (Botón de arranque) que es el botón de arranque que tiene un enclave de la M0001 para mantener activo el programa.

En la línea 5 tenemos un contacto normalmente abierto de M0001 el cual activa una función MCS 0 esto nos sirve para que una vez que se presione el botón de paro el proceso se pare sin importar en que línea del programa se esté ejecutando en ese momento. La función MCS nos ayuda a ejecutar procesos dentro de algún programa con base a su prioridad de ejecución, la prioridad más alta es la “0” y la más baja es la “7”, si algún proceso se está ejecutando teniendo la prioridad más alta y durante la ejecución de este se cumplen las condiciones de inicio de otro MCS con menor prioridad, el MCS de menos prioridad no se ejecutará hasta que el primer proceso se termine.



Ilustración 61: Código 1 de PLC (Del residente, 2018).

En la línea 7 se tiene un contacto normalmente abierto de P0003 (Sensor 1) y un contacto normalmente cerrado de P0004 (Sensor 2) los cuales son las condiciones de inicio de una función MCS 3. Una vez que las condiciones de inicio de la función MCS se cumplan la línea 10 se ejecutara la cual es un TOFF (Timer off Delay) con marca T0001 el cual mantendrá activa la salida P0010 (banda 1) hasta 5 seg. después de que la entrada P0003 (Sensor 1) se desactive. En la línea 14 se tiene el contacto normalmente abierto de T0001 el cual activa la salida P0010 (Motor de la banda 1).

Este proceso se cumplirá siempre y cuando la entrada P0004 (Sensor 2) se mantenga desactivado el cual es una condición de inicio de la función MCS 3.



Ilustración 62: Código 2 del PLC (Del residente, 2018).

En línea 16 se tiene un contacto normalmente abierto de la entrada P0004 (Sensor 2) y un contacto normalmente cerrado P0005 (Sensor 3) que son las condiciones de inicio de la función MCS 2.

Para la línea 19 tenemos un contacto normalmente abierto de P0004 (Sensor 2) el cual activa un TOFF (Timer off Delay) de 5 seg. con marca T0002.

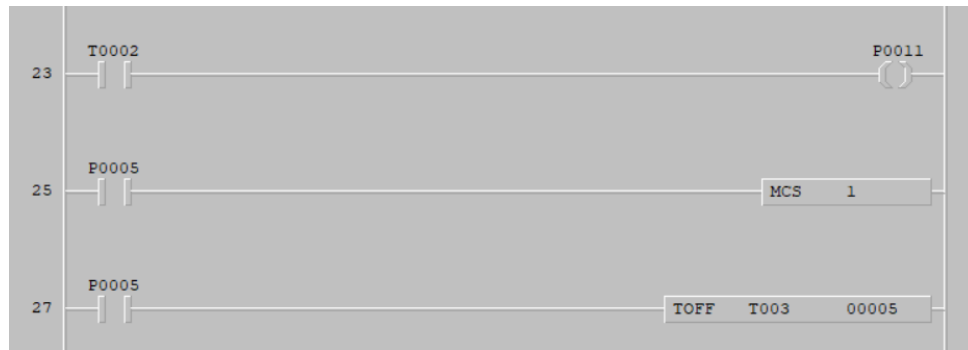


Ilustración 63: Código 3 del PLC (Del residente, 2018).

En la línea 23 tenemos un contacto normal mente abierto de T0003 el cual activa la salida P0011 (Motor de la banda 2) El proceso MCS 2 se ejecutará hasta que las condiciones iniciales se cumplan y que ninguna función con mayor prioridad se esté ejecutando si este fuera el caso primero se terminaría el proceso con mayor prioridad.

En la línea 25 se tiene la condición inicial de una función MCS que es un contacto normalmente abierto P0005 (Sensor 3). En la línea 27 un contacto normalmente abierto de P0005 (Sensor 3) activa un TOFF (Timer off Delay) con marca T0003 con 5 seg.



Ilustración 64: Código 4 del PLC (Del residente, 2018).

En la línea 31 tenemos un contacto normalmente abierto de T0003 el cual activa la salida P0012 (Motores del plástico). Estos motores son los que posicionan el plástico para hacer el sellado. En la línea 33 tenemos un contacto normalmente abierto de la señal de P0012 el cual está conectado a un TOFF (Timer off Delay) con la marca T0004 junto con el TON (Timer on Delay) con marca T0005 son los que les dan el tiempo a los motores para llevar al plástico con el producto en la posición correcta para su posterior sellado.



Ilustración 65: Código 5 del PLC (Del residente, 2018).

En la línea 45 con el contacto normalmente abierto de T0005 se activa la salida P0013 (Pistones del sellador).

7. Diseño mecánico.

Tomando en cuenta factores que puedan afectar al funcionamiento principalmente como lo son rigidez de la estructura, dimensiones para el área de trabajo, piezas y algunos mecanismos. Se hace la dimensión del sistema de apilado con los que cuenta en la empresa, para tomarlo de base y hacer el diseño del sistema de empaquetado.



Ilustración 66: Dimensiones del apilador (Del residente, 2018).

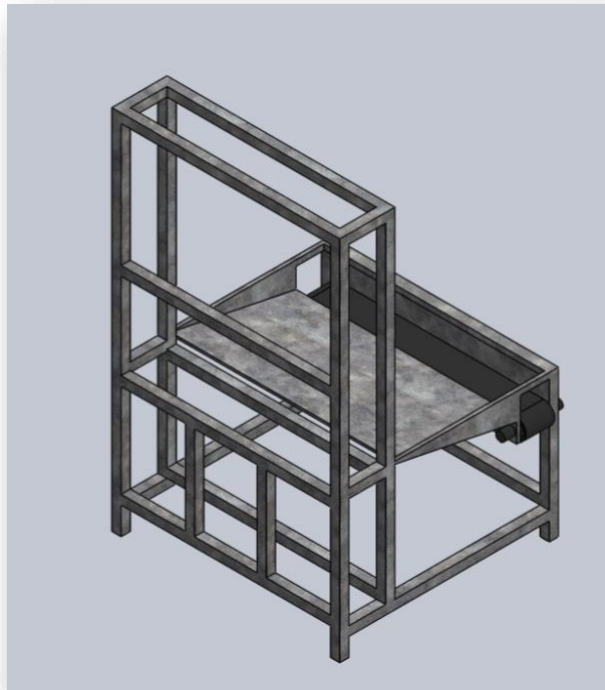


Ilustración 67: Vista isométrica del apilador (Del residente, 2018).



Ilustración 68: Vista posterior del apilador (Del residente, 2018).

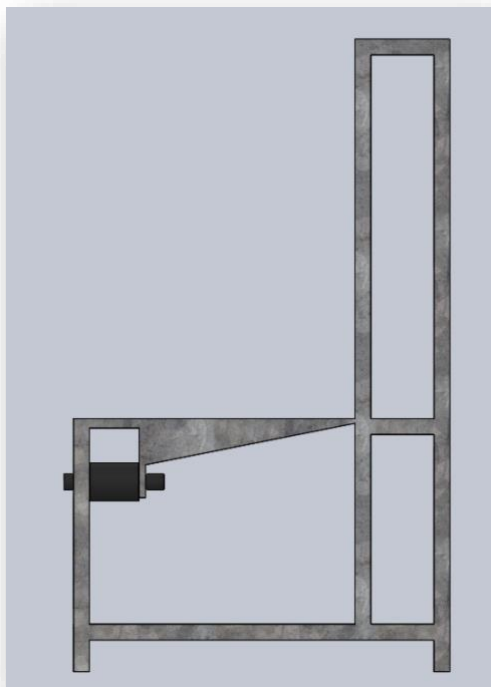


Ilustración 69: Vista lateral del apilador (Del residente, 2018).



Ilustración 70: Vista frontal del apilador (Del residente, 2018).

Posteriormente lo que se realiza un análisis de las dimensiones de los elementos a utilizar se realiza un diseño en un software CAD-CAM.

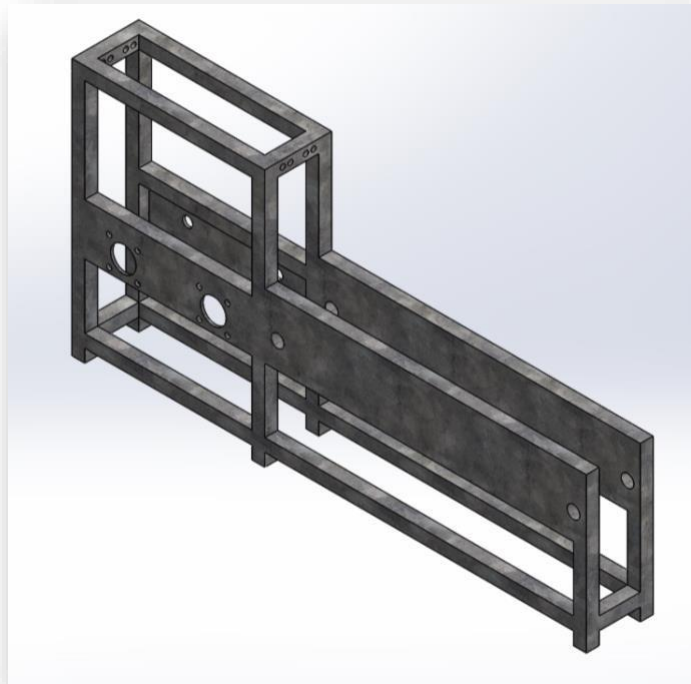


Ilustración 71: Vista Isométrica del empaquetado (Del residente, 2018).

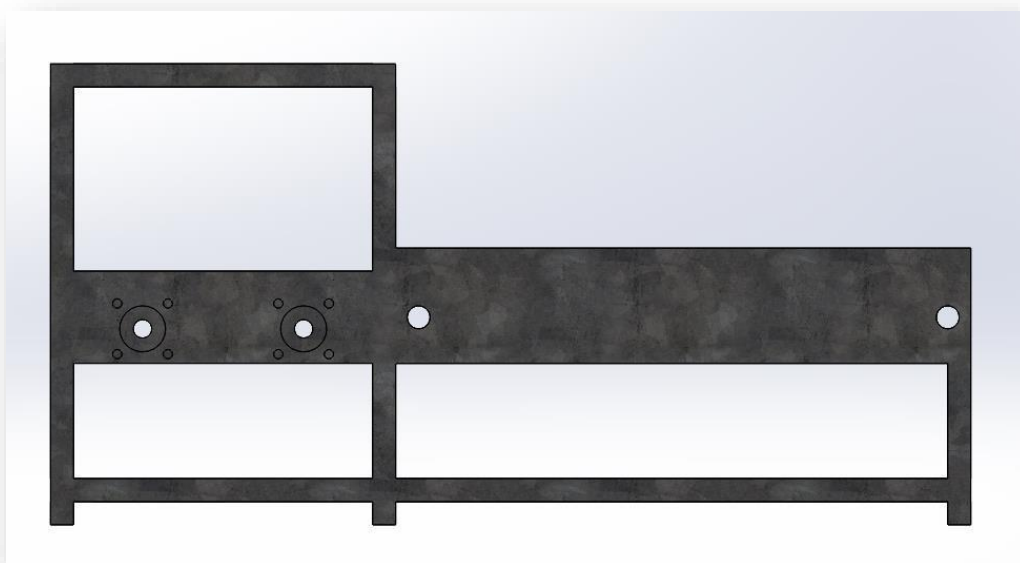


Ilustración 72: Vista Frontal del empaquetador (Del residente, 2018).

Una vez terminado el diseño de las piezas se proceden a hacer algunos Sub-ensamblaje para corroborar que las medidas están correctas y descartar cualquier tipo de error.

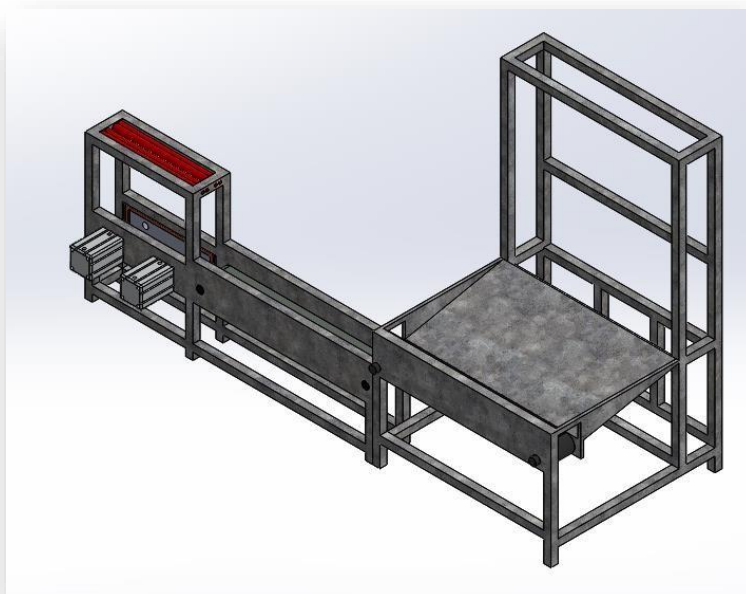


Ilustración 73: Vista isométrica del prototipo (Del residente, 2018).

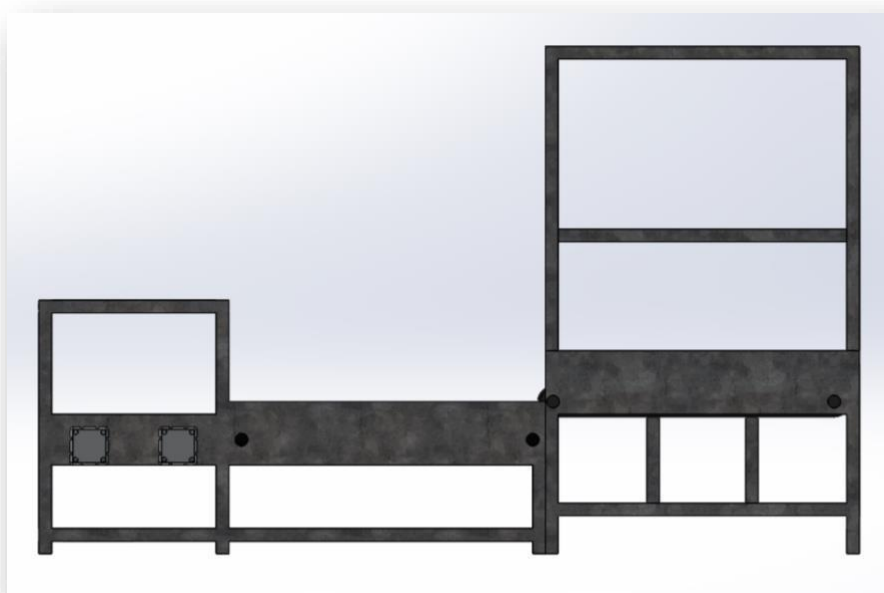


Ilustración 74: Vista Frontal del prototipo (Del residente, 2018).

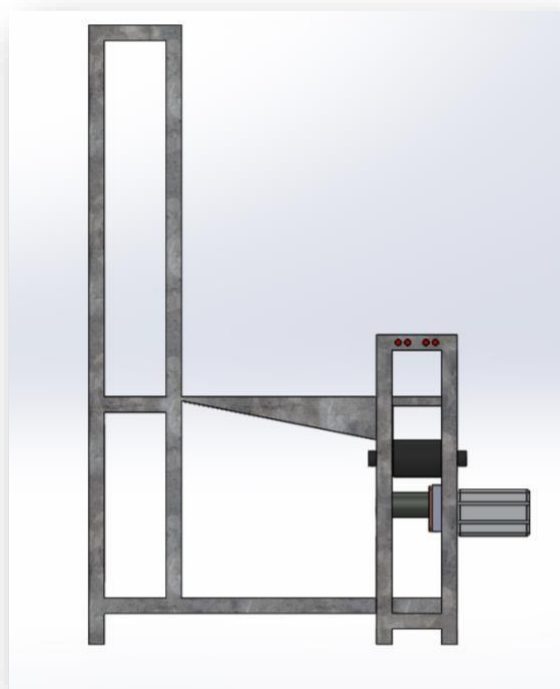


Ilustración 75: Vista Lateral del prototipo (Del residente, 2018).

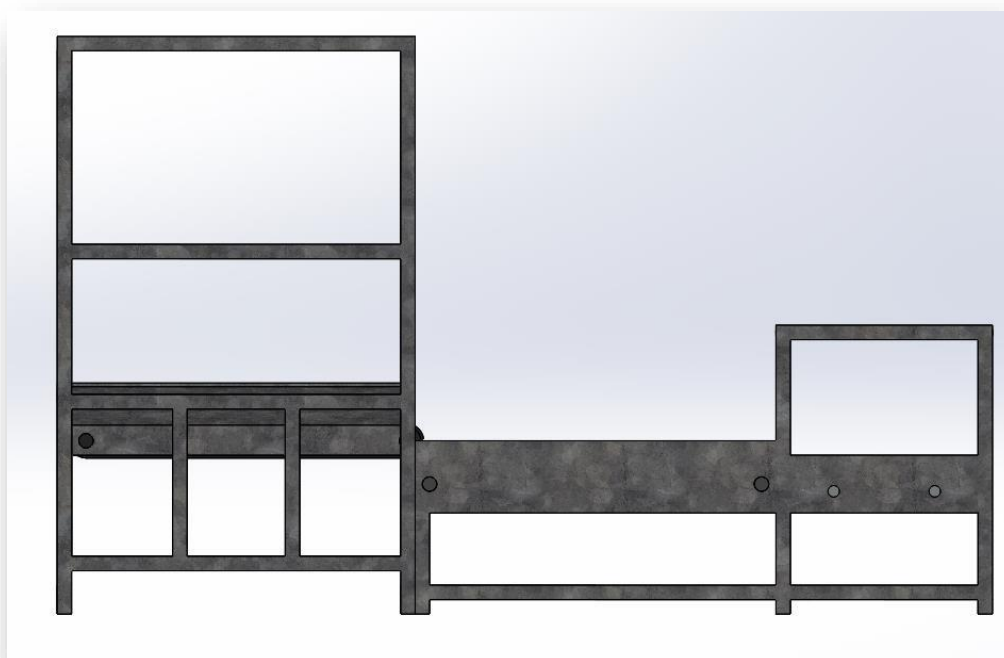


Ilustración 76: Vista posterior del prototipo (Del residente, 2018).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

1. Resultados.

El proyecto de investigación ha culminado con éxito, generando resultados significativos para la empresa. La detección y análisis del aumento de productos no inocuos durante el empaquetado condujo a la identificación de tecnologías y enfoques automatizados. La fase de diseño produjo un prototipo funcional de máquina embolsadora, respaldado por simulaciones utilizando SolidWorks y FluidSim que confirmaron su viabilidad técnica. Se estima que su implementación resultará en una reducción del 50% en productos no inocuos. Este logro no solo fortalecerá la calidad de los productos, sino que también optimizará significativamente el proceso de empaquetado, brindando beneficios tangibles a la eficiencia operativa y la reputación de la empresa en el mercado. Este resultado destaca el éxito de la investigación en abordar el problema inicial y proporcionar una solución efectiva y tecnológicamente sólida.

2. Conclusión.

Tras llevar a cabo la investigación y a través de la simulación del prototipo se comprobó un funcionamiento óptimo en términos de diseño mecánico, neumático y de control de la máquina. Derivado de lo crítico que es el problema como acciones de contención inicial se optó por la implementación de Equipo de protección personal adicional para los colaboradores que intervienen en la fabricación de los envases y el prototipo se determinó como una acción correctiva a largo plazo, debido a las modificaciones requeridas en la planta para la implementación de la máquina.

3. Competencias desarrolladas.

El aspirante a cursar la carrera de Ingeniera Mecatrónica en el tecnológico de estudios superiores de Coacalco deberá contar con una sólida formación en física y matemáticas del nivel medio superior. Tener afinidad con las tecnologías emergentes y los sistemas de control y automatización. Poseer capacidades analíticas y creativas en la solución de problemas, afrontar nuevos retos. Actitud ética, proactiva, de trabajo en equipo, de búsqueda de información, de experto y tolerancia.

4. Bibliografía.

Manuel Álvarez Pulido. (2004). Controladores Lógicos. Argentina: Marcombo.
Recuperado de:
books.google.es/books?isbn=9788426713476

5. Cibergrafía.

Millor, N. (3 de mayo de 2018). *Controladores Industriales*. Obtenido de
http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf

Robles, C. (5 de Septiembre de 2009). *Historia de los automatizables programables*. Obtenido de
<https://www.slideshare.net/carcpolo/2-historia-de-los-plc-s>

Salazar, J. Á. (10 de 01 de 2017). *TIA PORTAL Aplicaciones de PLC*. Obtenido de
<https://books.google.com.mx/books?id=a0UzDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=PLC&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjxl5Xb9J3eAhUGDKwKHWCBWBIQ6AEIOjAC#v=onepage&q=PLC&f=false>

Systems, L. I. (18 de 3 de 2010). *MASTER-K 120S*. Obtenido de
http://foster.pl/pdf/plc/manuals/MK120S_Users_Manual.pdf

6. Anexos.



MASTER-K120S

Programmable Logic Controller

Economic type

■ Features

High-performance and various block type

- Economic type: 10/14/20/30 points (10/14 points: 2points built-in Analog Timer)
- Standard type: 20/30/40/60 points
- Various expansion modules: input, output, mixed modules
- P area extended for SMART I/O application (P000~P63F)
- High-speed processing speed: 0.1 μ s/step (standard type)
- Battery-less backup
 - Program backup: EEPROM backup while online editing
 - Data backup: Super capacitor
- Various input handing: Input filter, pulse catch

Enhanced communication functions

- Built-in RS-232C (Ch0) and RS-485 (Ch1) support^{*)}
- Transmitting data monitoring support: KGLWIN
- Various option modules
 - Cnet (RS-232C, RS-422) Fnet/Rnet (master module)
 - Profibus-DP/DeviceNet (slave module)



■ Specifications

Item		Specifications				Remark
		K7M-DR10UE (DC)	K7M-DR14UE (DC)	K7M-DR20UE (DC)	K7M-DR30UE (DC)	
Operation method		Cyclic execution of stored program, Time-driven interrupt, Process-driven interrupt				
I/O control method		Refresh method, Direct method by command				
Program language		Instruction list, Ladder diagram				
Number of instructions		Basic: 30, Application: 269				
Processing speed		0.4 μ s/step				
Programming memory capacity		2k steps				
I/O points	Input	6	8	12	18	
	Output	4	6	8	12	
Data area	P	P000~P63F				I/O relay
	M	M000~M191F				Auxiliary relay
	K	K000~K31F				Keep relay
	L	L000~L63F				Link relay
	F	F000~F63F				Special relay
	T	100ms: T000~T191 (192 points), 10ms: T192~T250 (59 points), 1ms: T251~T255 (5 points), Adjustable by parameter setting				Timer
	C	C000~C255				Counter
	S	S00.00~S99.99				Step controller
Operation mode	D	D0000~D4999				Data register
		Run, Stop, Pause				
Self-diagnostic function		Scan time, memory, I/O, and power supply error detection				
Data back-up method		Program: EEPROM, Data: Super capacitor				
Max. expansion stage		Up to 2 stages (external memory or RTC module can be connected as 3rd expansion)				
Built-in function	Cnet (I/F function)		Dedicated protocol, MODBUS protocol, User-defined protocol, No protocol			RS-485 only in K7M-DR(10/14)UE
			RS-232C: 1 port			
	Speed		1-phase 2 channel: 10kHz, 2-phase 1 channel: 5kHz			
	HSC Mode		4-different counter modes: 1-phase operation mode, 2-phase CW/CCW mode			
			1-phase pulse+direction mode, 2-phase multiplication mode			
	Additional function		Internal/external preset, Latch counter, RPM, Comparison output			
	Pulse catch		Minimum pulse width: 50 μ s (4 points)			
External interrupt		50 μ s (4 points)				
Input filter		0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000ms (Default: 10ms)				

* In case of K7M-DR10UE (DC) and K7M-DR14UE (DC), you are not able to use built-in RS-232C/485 at the same time. When you want to use built-in Cnet, you have to select either built-in RS-232C (Cnet dip switch on) or built-in RS-485 (Cnet dip switch off). In these two types, if you are going to use Cnet (I/F module), you cannot use any built-in Cnet channels while built-in Cnet dip switch is on.

* In other economic types, you are not supposed to use built-in RS-232C and Cnet (I/F module) at the same time. When you turn off Cnet dip switch, you can use Cnet (I/F module).

13 | Page

Standard type

■ Features

Powerful built-in functions

- High-speed counter: 32-bit signed operation,
 - Counter range: -2,147,483,648 ~ 2,147,483,647
 - Function: ring counter, latch counter, comparison (equal/zone/task), RPM
- Positioning function (DRT/DT type)
 - Control axis: 2 axes (100kHz)
 - Operation method: single, repeat
 - Operation mode: end, keep, continuous
 - Additional functions: return to origin, JOG operation, PWM output
- PID operation function
 - Relay/PRC auto-tuning, SV ramp, delta MV, PWM output, position/velocity algorithm

Various expansion modules

- 7 Digital I/O modules: G7E-DR(08/10/20)A, G7E-TR10A, G7E-DC08A, G7E-RY(08/16)A
- 9 Analog I/O modules: G7F-ADHA(B/C), G7F-AD2A(B), G7F-DA2I(V), G7F-AT2A, G7F-RD2A
- 6 Comm. modules: G7L-CUEB(C), G7L-DBEA, G7L-PBEA, G7L-FUEA, G7L-RUEA
- 2 Option modules: G7E-RTCA, G7M-M256B

■ Specifications

Item		Specifications				Remark
		K7M-DR/DT/DT20U(DC)	K7M-DR/DT/DT30U(DC)	K7M-DR/DT/DT40U(DC)	K7M-DR/DT/DT80U(DC)	
Operation method		Cyclic execution of stored program, Time-driven interrupt, Process-driven interrupt				
I/O control method		Refresh method, Direct method by command				
Program language		Instruction list, Ladder diagram				
Number of instructions		Basic: 30, Application: 277				
Processing speed		0.1 μ s/step				
Programming memory capacity		10k steps				
I/O points	Input	12	18	24	36	
	Output	8	12	16	24	
Data area	P	P000~P63F				I/O relay
	M	M0000~M191F				Auxiliary relay
	K	K000~K31F				Keep relay
	L	L000~L63F				Link relay
	F	F000~F63F				Special relay
	T	100ms: T000~T191 (192 points), 10ms: T192~T250 (59 points), 1ms: T251~T255 (5 points), Adjustable by parameter setting				Timer
	C	C000~C255				Counter
	S	S00.00~S99.99				Step controller
Operation mode		Run, Stop, Pause, Debug				Data register
Self-diagnostic function		Scan time, memory, I/O and power supply error detection				
Data backup method		Program: EEPROM, Data: Super-capacitor				
Max. expansion stage		Up to 2 stages (External memory or RTC module can be connected as 4th expansion)				
Built-in function	PID function		• Controlled by command, Relay and PRC auto-tuning • PMM/Manual output, Adjustable operation scan time • Anti-windup, SV ramp, Delta MV, Position and velocity algorithm			
	Cnet/V/F function		Dedicated protocol, MODBUS protocol, User-defined protocol, No protocol RS-232C: 1 port, RS-485: 1 port			
	HSC	Speed	1-phase 2 channels: 100kHz, 1-phase 2 channels: 20kHz 2-phase 1 channel: 50kHz, 2-phase 1 channel: 10kHz			
		Mode	4-different counter modes: 1-phase operation mode, 2-phase CW/CCW mode 1-phase pulse+direction mode, 2-phase multiplication mode			
		Additional function	Internal/external preset, Latch counter, RPM, Comparison output			
	POS	Function	No. of control axis: 2, Control method: PTP/speed control, Control unit: pulse Positioning data: 20/s (operation step no. 1~20)			
		Positioning	• Position method: absolute/incremental, Operation method: Single/Repeat • Operation mode: End/Keep/Continuous, Address range: -2,147,483,648~2,147,483,647 • Speed: Max. 100kpps (Setting range: 5~100,000) • Acceleration/Deceleration method: Trapezoidal method			DRT/DT type only
			Return to origin	Origin detection: DOG/HOME (ON), DOG/HOME (OFF), approximate origin Setting range: 5~100,000 (high/low speed)		
		JOG		Setting range: 5~100,000 (high/low speed)		
	Pulse catch		Minimum pulse width: 10 μ s (2 points), 50 μ s (6 points)			
External interrupt		10 μ s (2 points), 50 μ s (6 points)				
Input filter		0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000ms (Default: 10ms)				

Input/output specifications

■ Input part

Item	Type	Main					
		K7M-DR10UE (DC)	K7M-DR14UE (DC)	K7M-DR20UE (DC) K7M-DR20U (DC) K7M-DT20U (DC) K7M-DRT20U (DC)	K7M-DR30UE (DC) K7M-DR30U (DC) K7M-DT30U (DC) K7M-DRT30U (DC)	K7M-DR40U (DC) K7M-DT40U (DC) K7M-DRT40U (DC)	K7M-DR60U (DC) K7M-DT60U (DC) K7M-DRT60U (DC)
Power supply		K7M-DR□□UE, K7M-DR□□U, K7M-DT□□U, K7M-DRT□□U: AC100~240V (50/60Hz), K7M-DR□□UE/DC, K7M-DR□□U/DC, K7M-DT□□U/DC, K7M-DRT□□U/DC: DC12/24V					
Input point		6	8	12	18	24	36
Insulation method		Photocoupler					
Rated input voltage		DC24V					
Rated input current		7mA (Standard type: P0~P3 [9mA], Economic type: P0~P1 [9mA])					
Operating voltage range		DC20.4V~28.8V (Flipping rate <5%)					
Max. simultaneous input		100% simultaneous ON					
On voltage/current		DC19V or higher/5.7mA or higher					
Off voltage/current		DC8V or lower/1.8mA or lower					
Input impedance		About 3.3k Ω (Standard type: P0~P3 [2.7k Ω], Economic type: P0~P1 [2.7k Ω])					
Response time	Off $\rightarrow$ On	0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000ms (Default: 10ms)					
	On $\rightarrow$ Off	0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000ms (Default: 10ms)					
Operating indicator		LED					

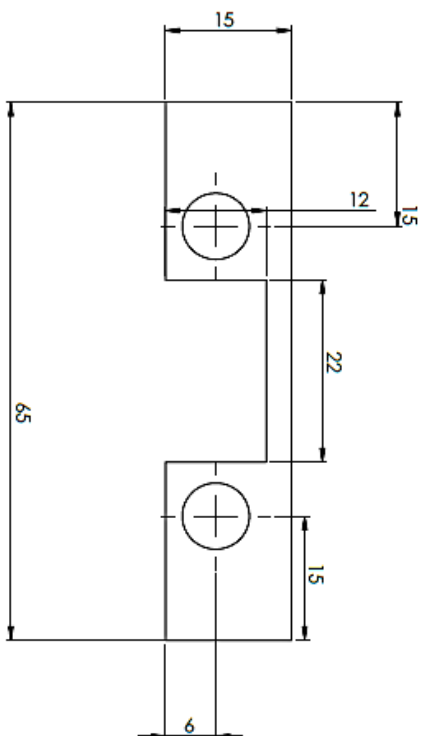
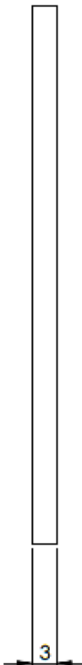
■ Relay output part

Item	Type	Main					
		K7M-DR10UE (DC)	K7M-DR14UE (DC)	K7M-DR20UE (DC) K7M-DR20U (DC)	K7M-DR30UE (DC) K7M-DR30U (DC)	K7M-DR40U (DC)	K7M-DR60U (DC)
Output point		4	6	8	12	16	24
Insulation method		Relay insulation					
Rated load voltage/current		DC24V/2A (Resistive load), AC220V/2A (COS ϕ =1) (point, 5A/COM)					
Min. load voltage/current		DC5V/1mA					
Max. load voltage		AC250V, DC110V					
Off leakage current		0.1mA or less (AC220V, 60Hz)					
Max. on/off frequency		1200 times/hr					
Surge absorber		None					
Service life	Mechanical	20 million times or more					
	Electrical	100,000 times or more (rated load voltage)					
Response time	Off $\rightarrow$ On	10ms or less					
	On $\rightarrow$ Off	12ms or less					
Operating indicator		LED					

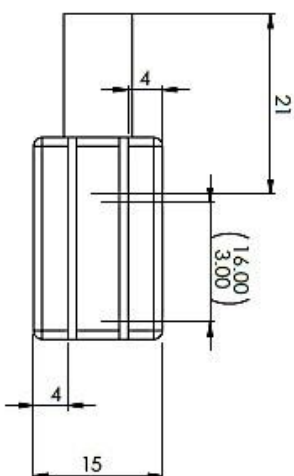
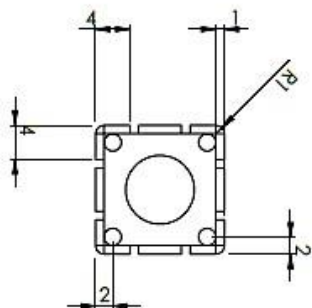
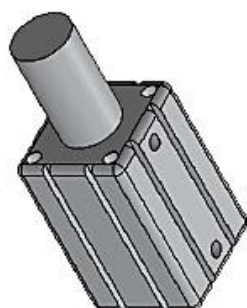
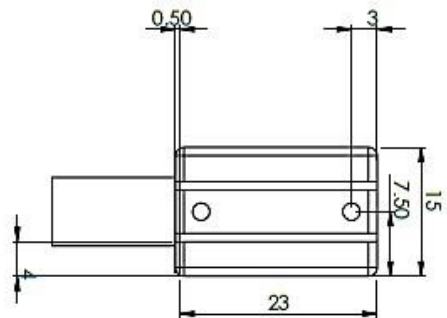
■ Transistor/mixed output part

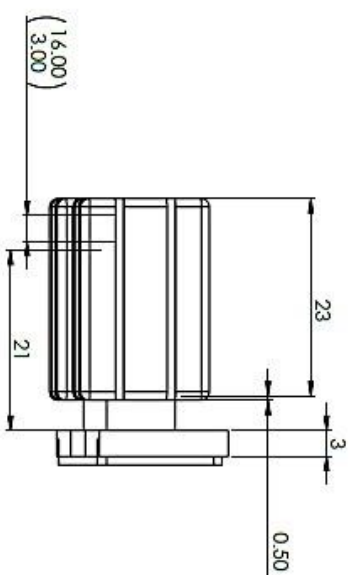
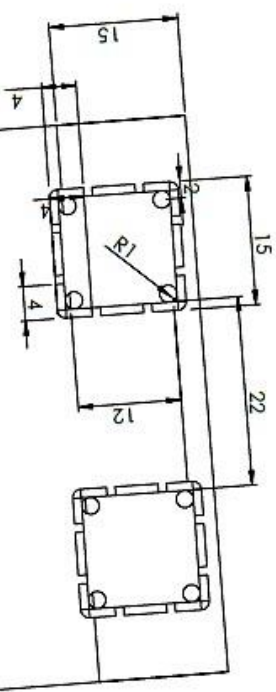
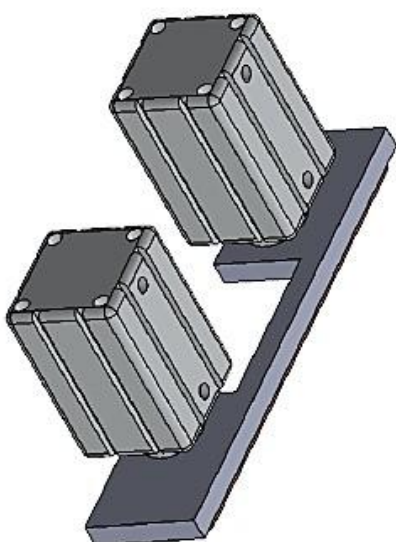
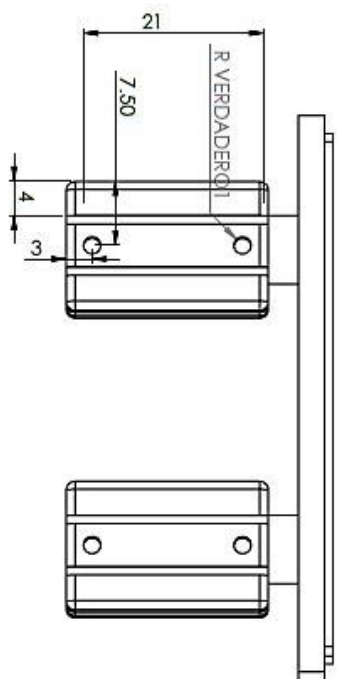
Item	Type	Main			
		K7M-DT20U (DC) K7M-DRT20U (DC)	K7M-DT30U (DC) K7M-DRT30U (DC)	K7M-DT40U (DC) K7M-DRT40U (DC)	K7M-DT60U (DC) K7M-DRT60U (DC)
Output point	DT-type output point	8	12	16	24
	DRT-type Tr. output point	4	4	4	4
	DRT-type relay output point	4	8	12	20
Insulation method		Photocoupler (Tr. output points), Relay insulation (Relay output points)			
Rated load voltage		DC12V/24V			
Operation load voltage		DC10.2~28.4V			
Max. load voltage		0.5A/point (DRT type: P40~43 (0.1A/point), DT type: P40~41 (0.1A/point))			
Off leakage current		0.1mA or less			
Voltage drop		Less than DC0.3V			
Surge absorber		Zener diode			
Inrush current		Less than 4A, 10ms			
Response time	Off $\rightarrow$ On	0.2ms or less (Tr)			
	On $\rightarrow$ Off	0.2ms or less (Tr)			
Operating indicator		LED			

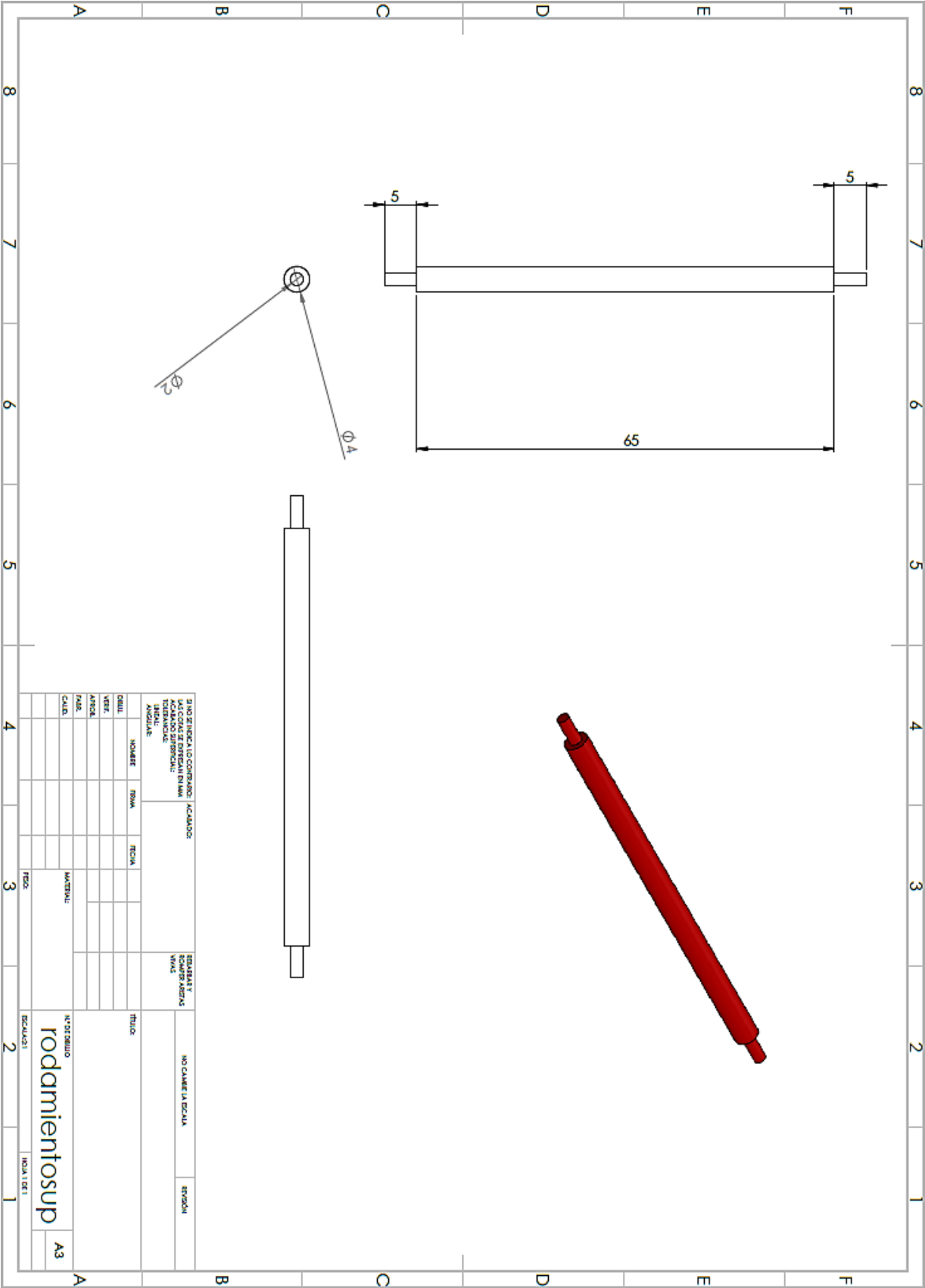
* For the characteristics of relay outputs in a DRT-type module, please refer to the output part (relay) in the above.

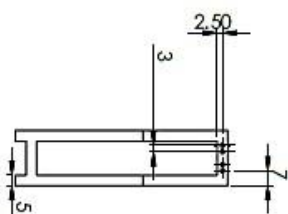
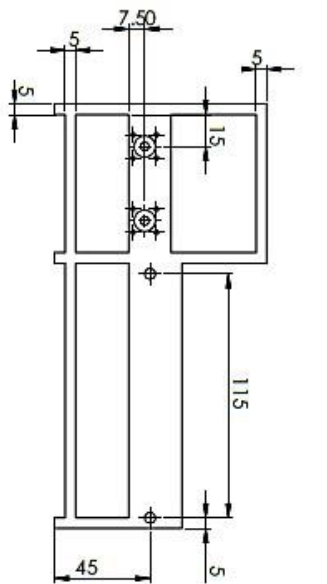
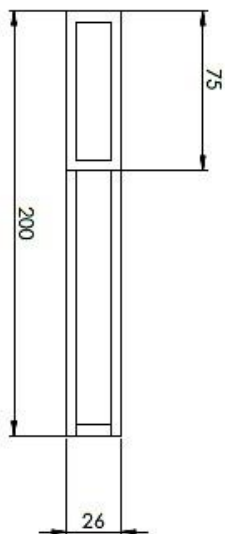


2. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				3. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		4. NO CAMBIA EN CASO DE:		5. ENTRENAR:	
6. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				7. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		8. NO CAMBIA EN CASO DE:		9. ENTRENAR:	
10. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				11. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		12. NO CAMBIA EN CASO DE:		13. ENTRENAR:	
14. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				15. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		16. NO CAMBIA EN CASO DE:		17. ENTRENAR:	
18. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				19. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		20. NO CAMBIA EN CASO DE:		21. ENTRENAR:	
22. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				23. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		24. NO CAMBIA EN CASO DE:		25. ENTRENAR:	
26. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				27. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		28. NO CAMBIA EN CASO DE:		29. ENTRENAR:	
30. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				31. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		32. NO CAMBIA EN CASO DE:		33. ENTRENAR:	
34. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				35. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		36. NO CAMBIA EN CASO DE:		37. ENTRENAR:	
38. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				39. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		40. NO CAMBIA EN CASO DE:		41. ENTRENAR:	
42. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				43. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		44. NO CAMBIA EN CASO DE:		45. ENTRENAR:	
46. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				47. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		48. NO CAMBIA EN CASO DE:		49. ENTRENAR:	
50. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				51. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		52. NO CAMBIA EN CASO DE:		53. ENTRENAR:	
54. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				55. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		56. NO CAMBIA EN CASO DE:		57. ENTRENAR:	
58. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				59. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		60. NO CAMBIA EN CASO DE:		61. ENTRENAR:	
62. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				63. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		64. NO CAMBIA EN CASO DE:		65. ENTRENAR:	
66. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				67. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		68. NO CAMBIA EN CASO DE:		69. ENTRENAR:	
70. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				71. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		72. NO CAMBIA EN CASO DE:		73. ENTRENAR:	
74. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				75. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		76. NO CAMBIA EN CASO DE:		77. ENTRENAR:	
78. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				79. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		80. NO CAMBIA EN CASO DE:		81. ENTRENAR:	
82. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				83. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		84. NO CAMBIA EN CASO DE:		85. ENTRENAR:	
86. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				87. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		88. NO CAMBIA EN CASO DE:		89. ENTRENAR:	
90. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				91. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		92. NO CAMBIA EN CASO DE:		93. ENTRENAR:	
94. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				95. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		96. NO CAMBIA EN CASO DE:		97. ENTRENAR:	
98. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				99. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		100. NO CAMBIA EN CASO DE:		101. ENTRENAR:	
102. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				103. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		104. NO CAMBIA EN CASO DE:		105. ENTRENAR:	
106. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				107. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		108. NO CAMBIA EN CASO DE:		109. ENTRENAR:	
110. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				111. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		112. NO CAMBIA EN CASO DE:		113. ENTRENAR:	
114. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				115. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		116. NO CAMBIA EN CASO DE:		117. ENTRENAR:	
118. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				119. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		120. NO CAMBIA EN CASO DE:		121. ENTRENAR:	
122. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				123. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		124. NO CAMBIA EN CASO DE:		125. ENTRENAR:	
126. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				127. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		128. NO CAMBIA EN CASO DE:		129. ENTRENAR:	
130. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				131. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		132. NO CAMBIA EN CASO DE:		133. ENTRENAR:	
134. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				135. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		136. NO CAMBIA EN CASO DE:		137. ENTRENAR:	
138. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				139. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:		140. NO CAMBIA EN CASO DE:		141. ENTRENAR:	
142. NO SE INICIA LO CONTRA: ACADÉMICO				143. DEBEN HABER Y NO DEBEN HABER:					

[illegible]

[illegible]



[illegible]

