

**MÓDULO INTERACTIVO PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS  
SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS UTILIZADOS EN MECATRÓNICA,  
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.**

**ANDREA JULIANA GÓMEZ PAREDES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MÉCANICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA  
2012**

**MÓDULO INTERACTIVO PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS  
SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS UTILIZADOS EN MECATRÓNICA,  
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.**

**ANDREA JULIANA GÓMEZ PAREDES**

**Proyecto de grado presentado para optar al título de Diseñador Industrial**

**Director**

**MIGUEL ENRIQUE HIGUERA M.**

**Diseñador Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MÉCANICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2012**

## **DEDICATORIA**

**A mi hijo Juan Carlos, por llenar mis días de Alegría**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al profe Miguel Higuera, por adoptar mí proyecto cuando quedo huerfanito.

A Isrra, por el ánimo que me ofreció en los momentos difíciles.

A Raúl Cadena, por asesorarme con los componentes y solucionarme los problemas eléctricos.

A Juan Carlos Mesa, por llegar en el momento indicado a aclarar y salvarme con los temas de los autómatas.

A Roger Román por darme el punto de partida del cableado.

Al profe Juan Carlos Moreno porque sus socarronerías crearon en mí el reto de dar lo mejor.

A mis Juancas, por el tiempo que les quite en familia.

A mis padres, por la paciencia. Y a mis hermanos por la camaradería.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	16
1. ORIGEN	17
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. OBJETIVOS	20
3.1 GENERAL	20
3.2 ESPECIFICOS	20
4. ALCANCE	21
5. MARCO TEORICO	22
5.1 OBJETOS INTELIGENTES	22
5.2 PLC	23
5.3 LOGO	28
5.4 SISTEMAS DE CONTROL	29
5.5 QUIPOS EXISTENTES PARA PRÀCTICAS CON SISTEMAS	36
5.6 ANALISIS DE LA INFORMACION	39
6. METODOLOGÍA	41
6.1 DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS	41
6.1.1 Selección de componentes necesarios	41
6.1.2 Contenido de las prácticas: (Anexo 1)	42
6.2 DISEÑO DEL MÓDULO INTERACTIVO	43
6.2.1 Requerimientos	50
6.2.2 Planteamiento de alternativas	53
6.2.3 Evaluación y selección de alternativa	57
6.2.4 Comprobación	62
6.2.5 Ajustes de la alternativa seleccionada	71

6.3	CONSTRUCCION DEL MODELO	74
6.3.1	Planos técnicos	74
6.3.2	Modelo funcional	80
6.4	MANUAL DE USO	82
6.4.1	Características Técnicas	86
6.4.2	Estructura del módulo	86
6.4.3	Ejercicios de Aplicación en el sistema “SINCO”	94
6.5	IMAGEN DE LA MARCA	138
6.5.1	Placa de especificaciones técnicas de “SINCO”	139
6.6	PRODUCCIÓN	139
6.6.1	Proceso de producción	139
6.6.2	Costos de producción	140
7.	CONCLUSIONES	142
	BIBLIOGRAFIA	144
	ANEXOS	146

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. PLC S7-200	23
Figura 2. LOGO Siemens RC12/24	28
Figura 3. Zonas de trabajo en el plano horizontal.	46
Figura 4. Distancia entre teclas para máquinas.	47
Figura 5. Distancia recomendada entre controles de mando adyacentes	48
Figura 6. Dimensiones recomendadas para los controles.	49
Figura 7. Alternativa espacial 1	54
Figura 8. Alternativa espacial 2	54
Figura 9. Alternativa espacial 3	55
Figura 10. Alternativa espacial 4	55
Figura 11. Alternativa formal 1	56
Figura 12. Alternativa formal 2	56
Figura 13. Alternativa formal 3	57
Figura 14. Alternativa formal 4	57
Figura 15. Alternativa de ubicación espacial a comprobar	61
Figura 16. Comprobación técnica.	62
Figura 17. Comprobación ergonómica.	66
Figura 18. Resultado final de ubicación espacial.	72
Figura 19. Alternativa formada seleccionada para construir el modelo final.	73
Figura 20. Carcasa superior, Isométrica	74
Figura 21. Carcasa superior, Vista lateral	74
Figura 22. Carcasa superior, Desarrollo	75
Figura 23. Carcasa inferior, Isométrica	76
Figura 24. Carcasa inferior, Vista lateral	76
Figura 25. Carcasa inferior. Vista frontal	77
Figura 26. Carcasa inferior, Desarrollo	77

Figura 27. Carcasa superior, Ubicación espacial	78
Figura 28. Diagrama unifilar de conexión eléctrica	79
Figura 29. Carcasa superior modelo funcional.	80
Figura 30. Carcasa inferior	80
Figura 31. Montaje y cableado	81
Figura 32. "SINCO"	81
Figura 33. Modelo funcional	82
Figura 34. Proceso de salidas del PLC	85
Figura 35. Diagrama de señal digital y analógica.	86
Figura 36. Estructura del equipo	87
Figura 37. Componentes fuente de poder	88
Figura 38. Componentes del entrenador LOGO	89
Figura 39. Componentes entrenador PLC	90
Figura 40. Entradas externas	91
Figura 41. Secuencia de uso de las entradas digitales	92
Figura 42. Secuencia de uso de las entradas analógicas	93
Figura 43. Secuencia de uso de las salidas	94
Figura 44. Estructura del LOGO	96
Figura 45. Diagrama de conexión LOGO	97
Figura 46. Interfaz de transferencia de programas LOGO	98
Figura 47. Icono de transferencias de programas del PC al LOGO	99
Figura 48. Indicador de proceso de transferencia del programa	100
Figura 49. Estructura del PLC S7-200	100
Figura 50. Conexión S7-200 CPU 222 Siemens.	101
Figura 51. Configuración de parámetros de comunicación PLC	103
Figura 52. Ajuste de interfaz de comunicación.	103
Figura 53. Propiedades de velocidad de transferencia	104
Figura 54. Diagramas operador lógico AND	106
Figura 55. Diagramas operador lógico OR.	107
Figura 56. Diagramas operador lógico NOT.	108

Figura 57. Solución LOGO Soft Comfort. Práctica 2.	109
Figura 58. Solución Step 7 Microwin.	110
Figura 59. Diagramas operador lógico NAND.	112
Figura 60. Diagramas operador lógico NOR.	113
Figura 61. Diagramas operador lógico XOR.	114
Figura 62. Diagrama de funciones (LOGO) ítem 1A. Práctica 4.	117
Figura 63. Diagrama de funciones (PLC) ítem 1A. Práctica 4.	118
Figura 64. Diagrama de escalera (PLC) ítem 1A. Práctica 4.	119
Figura 65. Diagrama de funciones (LOGO) ítem 1B. Práctica 4.	122
Figura 66. Diagrama de funciones (PLC) ítem 1B. Práctica 4.	123
Figura 67. Diagrama de escalera (PLC) ítem 1B. Práctica 4.	123
Figura 68. Diagrama de funciones (LOGO) ítem A. Práctica 5.	127
Figura 69. Diagrama de funciones (PLC) ítem A. Práctica 5.	128
Figura 70. Diagrama de escalera (PLC) ítem A. Práctica 5.	129
Figura 71. Diagrama de Funciones (LOGO) ítem B. Práctica 5.	130
Figura 72. Diagrama de Funciones (PLC) ítem B. Práctica 5.	131
Figura 73. Diagrama de escalera (PLC) ítem B. Práctica 5.	131
Figura 74. Diagrama de Funciones LOGO). Práctica 6.	134
Figura 75. Diagrama de Funciones (PLC). Práctica 6.	134
Figura 76. Diagrama de escalera (PLC). Práctica 6.	136
Figura 77. Proporciones del LOGOtipo	138
Figura 78. LOGO final	138
Figura 79. Placa De Especificaciones Técnicas.	139
Figura 80. Proceso de producción.	139

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis de datos obtenidos en la comprobación	58
Tabla 2. Evaluación de funcionamiento	67
Tabla 3. Complejidad.	68
Tabla 4. Satisfacción	69
Tabla 5. Comprensión de las instrucciones.	70
Tabla 6. Operación lógica	86
Tabla 7. Tabla de verdad operación lógica AND	107
Tabla 8. Tabla de verdad operación lógica OR.	108
Tabla 9. Tabla de verdad operación lógica NOT	108
Tabla 10. Tabla de nomenclatura ejercicio práctica 2.	109
Tabla 11. Tabla de verdad operación lógica NAND.	112
Tabla 12. Tabla de verdad operación lógica NOR.	113
Tabla 13. Tabla de verdad operación lógica XOR.	114
Tabla 14. Tabla de nomenclatura. Ítem 1A. Práctica 4.	116
Tabla 15. Tabla de nomenclatura Ítem 1B. Práctica 4.	122
Tabla 16. Tabla de nomenclatura Ítem A. Práctica 5.	127
Tabla 17. Tabla de nomenclatura Ítem B. Práctica 5.	130
Tabla 18. Tabla de nomenclatura. Práctica 6.	133
Tabla 19. Costos de componentes electrónicos.	140
Tabla 20. Costos la carcasa.	140
Tabla 21. Costos montaje y cableado	141
Tabla 22. Costos Automatas	141
Tabla 23. Costos total de producción	141

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO 1. Contenido de las prácticas	146
ANEXO 2. Datos técnicos de los dispositivos de automatización.	158
ANEXO 3. Comprobación De Compresión De Mandos Y Ubicación Espacial.	163
ANEXO 4. Formato De Evaluación	171

## RESUMEN

**TITULO:** MÓDULO INTERACTIVO PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS UTILIZADOS EN MECATRÓNICA, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN\*

**AUTOR:** ANDREA JULIANA GÓMEZ PAREDES\*\*

**PALABRAS CLAVES:** AUTOMATIZACIÒN, CONTROL, SISTEMAS, MECATRÓNICA.

### Descripción

La implementación de un módulo interactivo de control como parte del desarrollo de la asignatura de Fundamentos del Diseño Mecatrónico tiene como objetivo formar profesionales de Diseño Industrial con conocimientos básicos de mecatrónica. El módulo que se presenta en este proyecto consiste en un unidad central la cual contiene los autómatas LOGO Siemens, un PLC S7-200 CPU 222 y una fuente de poder Logo POWER 24V.

Este proyecto cuenta con 6 ejercicios de aplicación en el módulo, estructuradas de tal modo que pueden ser realizadas por usuarios sin experiencia en automatización, pero con conocimiento previo del tema. Cada una de aplicaciones consta de un marco teórico del tema a desarrollar en las prácticas, objetivos, planteamiento, metodología, desarrollo. Las aplicaciones de mecatrónica en la etapa de diseño están determinadas por interacciones didácticas apropiadas de acuerdo al objetivo planteado.

Los resultados obtenidos en "SINCO" son el producto del análisis de evaluaciones por método de escenarios, comprobaciones ergonómicas y técnicas realizadas con los usuarios objetivos (estudiantes de diseño industrial UIS entre 19 y 30 años). Finalizando con el ordenamiento de funciones, planteamiento de distancias adecuadas entre componentes para la ejecución de operaciones sin obstrucciones, propuestas de secuencias de uso para las acciones en lenguaje simple para garantizar la satisfacción del usuario sobre la comprensibilidad de su modo de uso y elementos de seguridad que garantiza la protección de los usuarios y los equipos.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: Miguel Enrique Higuera Marín, Diseñador Industrial.

## **ABSTRACT**

**TITLE:** INTERACTIVE MODULE FOR THE TEACHING AND LEARNING OF BASIC CONTROL SYSTEMS USED IN MECHATRONICS, DESIGN AND CONSTRUCTION\*

**AUTHOR:** ANDREA JULIANA GÓMEZ PAREDES\*\*

**KEY WORDS:** AUTOMATION, CONTROL SYSTEMS, MECHATRONICS

### **DESCRIPTION:**

The implementation of an interactive control module as part of the Fundamentals Mechatronic Design course aims to train Industrial Design professionals with basic knowledge of mechatronics. The module presented in this project consists of a central unit which contains the PLC LOGO Siemens, a PLC S7-200 CPU 222 and a Logo POWER 24V power supply.

This project includes 6 application exercises which are structured in such a way that they can be performed by users without experience in automation, but with prior knowledge of the topic. Each application consists of a theoretical framework of the theme to develop during the practices: objectives, approach, methodology and development. The applications of mechatronics in the design stage are determined by appropriate educational interactions according to the stated goal.

The results obtained in "SINCO" are the product of the analysis of assessments by method of scenarios, ergonomic and technical checks performed with target users (UIS industrial design students aged 19 to 30). Ending with the ordering of functions; setting appropriate distances between components so that the execution of operations can be performed without obstructions; proposals of sequences of use in simple language to ensure the satisfaction of the user on the comprehensibility of the mode of use and elements of security that guarantee the protection of users and computers.

---

\* Work Degree

\*\* Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Director Miguel Enrique Higuera Marin. Industrial Designer

## INTRODUCCION

La constante innovación tecnología y la aparición persistente de objetos inteligentes en nuestro diario vivir, exige nuevos planteamientos en la ejecución de proyectos, es elemental la introducción de áreas y elementos que ofrezcan a los estudiantes la posibilidad de comprobar y experimentar mediante uso de sus conocimientos aplicados en los laboratorios y con los equipos necesarios.

Partiendo de la situación expuesta el propósito de este proyecto es diseñar y construir un modelo funcional de un módulo interactivo para la enseñanza y aprendizaje de los sistemas de control básicos de la mecatrónica, en el cual los estudiantes de la asignatura Fundamentos del diseño mecatrónico, puedan aplicar los conocimientos adquiridos y fortalecer esta disciplina, haciéndolos más competitivos en el campo del diseño industrial.

Los usuarios potenciales son los estudiantes a quienes va dirigida la asignatura, las comprobaciones ergonómicas y técnicas se realizan directamente con ellos. Se plantean 6 prácticas para realizar en el módulo interactivo, el cual es diseñado teniendo en cuenta los parámetros ergonómicos del público objetivo.

## 1. ORIGEN

La aplicación de tecnologías en los objetos de nuestro uso cotidiano nos exige la capacitación de profesionales con conocimiento en áreas de la ciencia como la robótica y la mecatrónica, las cuales son actividades característicamente prácticas además de teóricas, lo cual nos hace pensar en lo indispensable que es su enseñanza en un laboratorio.

De esta forma el alumno desarrolla habilidades, aprende técnicas básicas y se relaciona con el uso de instrumentos y aparatos necesarios en el aprendizaje de los sistemas de control mecatrónico.

El Grupo de Investigación en Robótica de Servicio y Diseño Industrial (GIROD) adquirió 10 equipos de control (5 PLC S7-200 y 5 LOGO Siemens) a partir de un proyecto de investigación para apoyar el desarrollo de la asignatura, aprovechando estos elementos, se realizara creación de prácticas y bancos de trabajo, donde los estudiantes obtengan beneficios de la experiencia recibida al interactuar con los equipos.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La implementación de nuevas tecnologías en el campo proyectual del Diseño Industrial, requiere de la integración de saberes en los diversos campos del conocimiento. Esta integralidad implica acciones de tipo interdisciplinar y transdisciplinar y la obligatoriedad del dominio de recursos técnicos y el conocimiento de los recursos instrumentales.

Afirmaciones como la anterior crean propósitos, es imperativa la necesidad de adecuar áreas y la adquisición de equipos, pero más importante aun es la creación de rutas técnicas para la comprensión y el dominio de los sistemas de control básicos de automatización, que sean apropiados por los estudiantes durante el proceso de fundamentación básica en mecatrónica, en trabajos de grado y en proyectos de investigación.

Igualmente este dominio técnico representa ventaja de tipo económico en la industria ante la notable mejoría de los procesos, tecnologías productivas limpias y a largo plazo mejor calidad de vida tanto para usuarios directos como indirectos.

Este módulo interactivo tiene como objetivo principal dar apoyo a la asignatura de fundamentos del diseño mecatrónico, y a su vez brindar la posibilidad de capacitar en los conceptos básicos de sistemas de control al personal de empresas, estudiantes y usuarios interesados en adquirir conocimientos en el área de mecatrónica y automatización.

La propuesta de un módulo interactivo para el aprendizaje de sistemas de control tiene como propósito capacitar al estudiante en este campo, por medio de temas tratados en la asignatura fundamentos del diseño mecatrónico, y llevadas a la práctica en los módulos.

La experimentación en estos espacios de trabajo tiene como fin reafirmar los conocimientos adquiridos en clase.

*“me lo contaron y lo olvide, lo vi y lo entendí, lo hice y lo aprendí”*

Confucio

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. GENERAL**

Diseñar y construir un módulo interactivo para la enseñanza y el aprendizaje de los sistemas de control básicos utilizados en mecatrónica.

#### **3.2. ESPECIFICOS**

Diseñar las 6 prácticas a desarrollar en los módulos interactivos para la enseñanza y el aprendizaje de los sistemas de control básicos utilizados en mecatrónica, aplicando los conceptos adquiridos en la materia de fundamentos del diseño mecatrónico.

Diseñar un módulo interactivo para realizar prácticas de sistemas de control básicos en mecatrónica, como aplicación de la asignatura de fundamentos del diseño mecatrónico.

Organizar la secuencia de uso de cada una de las 6 prácticas a ejecutar en los módulos interactivos.

Adaptar los componentes requeridos para la ejecución del taller a los espacios con los que se cuentan para la enseñanza de la asignatura (salones de clase del edificio de la Escuela de Diseño Industrial UIS).

Construir un modelo funcional de un módulo interactivo para la enseñanza y el aprendizaje de sistemas de control

#### **4. ALCANCE**

Construir un modelo funcional de un módulo interactivo para la enseñanza y el aprendizaje de sistemas de control, estableciendo las prácticas a realizar, las cuales permitan al estudiante aplicar los conceptos adquiridos en la asignatura de fundamentos del diseño mecatrónico.

## **5. MARCO TEORICO**

### **5.1 OBJETOS INTELIGENTES**

Un objeto inteligente es aquel que es capaz de "percibir" una situación, un contexto o una acción, "interpretar" dicha situación y "actuar" en consecuencia. Dicho de este modo, podemos pensar que estas pautas son similares a las del ser humano o a las de cualquier ser vivo. Pero existen grandes diferencias. Los objetos inteligentes perciben mediante sensores desde los detectores de presencia hasta los detectores de movimiento del iris o el reconocimiento de voz. Interpretan esta información basándose en algoritmos y actúan con motores, palancas, luces, emisores de sonido, pantallas... Por lo tanto, estamos hablando de unos algoritmos. Además, hoy en día nos encontramos también con objetos inteligentes compuestos por materiales inteligentes, que basan dicha inteligencia en cambios en su estructura molecular.

Esto quiere decir que son objetos con cierto nivel de autonomía, puesto que no necesitan una acción voluntaria de una persona para poder realizar diferentes acciones; ellos deciden.

## 5.2 PLC

Figura 1. PLC S7-200



Fuente: <http://www.siemens.com>

Los controladores lógicos programables o PLC son dispositivos electrónicos ampliamente utilizados en la automatización industrial.

La historia de los PLC se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relevadores, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinatorial.

El sistema basado en relevadores, tenía un tiempo de vida limitado y se necesitaba un sistema de mantenimiento muy estricto. El alambrado de muchos relevadores en un sistema muy grande era muy complicado; si había una falla, la detección del error era muy tediosa y lenta.

La empresa Bedford associates (Bedford, MA) propuso un sistema al que llamó modular digital controller o MODICON. EL MODICON 084 fue el primer PLC

producido comercialmente. Este nuevo controlador tenía que ser fácilmente programable, su vida útil tenía que ser larga y ser resistente a ambientes difíciles. Esto logro con técnicas de programación conocidas y reemplazando los relevadores por elementos de estado sólido. Con este sistema, cuando la producción necesitaba variarse, solo se tenía que variar el sistema.

En los años 80 se intentó estandarizar la comunicación entre PLC con el protocolo de automatización de manufactura de la General Motors (MAP). En estos tiempos el tamaño del PLC se redujo, su programación se realizaba mediante computadoras personales (PC) en vez de terminales dedicadas solo a ese propósito.

En los años 90 se introdujeron nuevos protocolos y se mejoraron algunos anteriores, el estándar IEC 1131-3 intento combinar los lenguajes de programación de los PLC en un solo estándar internacional. Ahora se tienen PLC que se programan en función de diagramas de bloques, listas de instrucciones, lenguaje C, etc. Al mismo tiempo. También se ha dado el caso en que computadoras personales (PC) han reemplazado a los PLC, como ejemplo, la compañía original que diseño el primer PLC (MODICON) ahora crea sistemas de control basados en PC.

Hoy en día, los PLC no solo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como los controladores proporcional integral derivativo (PID).

Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distributivo.

## Características:

Un PLC está compuesto por una serie de módulos con una función determinada.

- **CPU:** ejecuta de modo continuo el programa en función de los datos contenidos en la memoria con velocidades que actualmente alcanzan varios cientos de miles de instrucciones por segundo.
- **Memoria:** la memoria, se encuentra dividida en dos partes: una memoria de programa; en la que están almacenadas las instrucciones del programa a ejecutar y una memoria de datos, en la que están almacenados los resultados intermediarios de cálculos y los diversos estados.
- **Relevadores:** existen físicamente y son extremos al controlador, se conectan al mundo real y reciben señales de sensores, switches, etc.
- **Relevadores internos:** se encuentran simulados vía software, son completamente internos al PLC, por lo que los externos pueden eliminarse o remplazarse.
- **Contadores:** también son simulados por software y se les programa para contar pulsos de señal.

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

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

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

- Espacios reducidos
- Proceso 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

Como algunos ejemplos de aplicaciones generales tenemos:

- Maniobra de maquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas de transfer
- Maquinaria de embalaje
- Maniobra de instalación
  - Instalación de aire acondicionado, calefacción
  - Instalaciones de seguridad
- Señalización y control
  - Chequeo de programas
  - Señalización del estado de procesos

Algunas de las ventajas que tienen los PLC son:

- Menor tiempo de empleo en la elaboración de proyectos debido a que:
  - no es necesario dibujar el esquema de contactos
  - no es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
  - La lista de materiales queda reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente se elimina parte del problema de contar con diferentes proveedores y distintos plazos de entrega.
  - Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos
  - Mínimo espacio de ocupación.
  - Menor costo de mano de obra de la instalación
  - Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles. Los mismos operadores pueden indicar y detectar averías.
  - Posibilidad de operar varias máquinas con un mismo técnico
  - Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
  - Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el operador sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

### 5.3 LOGO

Figura 2. LOGO Siemens RC12/24



Fuente: <http://www.siemens.com>

LOGO es el módulo lógico universal de Siemens, es un mini autómatas pensado para tareas sencillas de automatización. Es común verlo en control de luces para escalera, control de riego o portones automáticos. Si bien estas tareas parecen muy sencillas este mini PLC permite agregarle entradas analógicas y hasta un módulo de comunicaciones.

#### Características

- Control
- Panel de mando y display retroiluminado.
- Fuente de alimentación.
- Interfaz para módulos de ampliación.
- Interfaz para tarjeta de memoria, tarjeta de batería, tarjeta de memoria/batería combinada o un cable PC.

- Interfaz para un visualizador de textos (TD) opcional.
- Funciones estándar preconfiguradas, p. ej. retardo a la conexión, retardo a la desconexión, relé de impulsos e interruptor software.
- Temporizadores.
- Marcas digitales y analógicas.
- Entradas y salidas en función del tipo de dispositivo.

## **Aplicaciones**

LOGO ofrece soluciones para:

- Aplicaciones domóticas y técnica de instalación (p. ej. alumbrado de escaleras, iluminación exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.),
- Ingeniería mecánica y construcción de máquinas y aparatos (p. ej. sistemas de control de puertas, sistemas de climatización, bombas de agua no potable, etc.). sistemas de control especiales en invernaderos o invernáculos, procesamiento de señales de control mediante la conexión de un módulo de comunicación
- Control distribuido "in situ" de máquinas y procesos
- Producción en serie de máquinas pequeñas
- Tableros y armarios eléctricos

## **5.4 SISTEMAS DE CONTROL**

Los sistemas de control según la Teoría Cibernética se aplican en esencia para los organismos vivos, las máquinas y las organizaciones. Estos sistemas fueron relacionados por primera vez en 1948 por Norbert Wiener en su obra Cibernética y Sociedad con aplicación en la teoría de los mecanismos de control. Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su

propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados. Hoy en día los procesos de control son síntomas del proceso industrial que estamos viviendo. Estos sistemas se usan típicamente en sustituir un trabajador pasivo que controla un determinado sistema (ya sea eléctrico, mecánico, etc.) con una posibilidad nula o casi nula de error, y un grado de eficiencia mucho más grande que el de un trabajador. Los sistemas de control más modernos en ingeniería automatizan procesos en base a muchos parámetros y reciben el nombre de Controladores de Automatización Programables (PAC).

Los sistemas de control deben conseguir los siguientes objetivos:

- Ser estables y robustos frente a perturbaciones y errores en los modelos.
- Ser eficiente según un criterio preestablecido evitando comportamientos bruscos e irreales.

### **Clasificación de los Sistemas de Control según su comportamiento**

**A.** Sistema de control de lazo abierto: Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador. Ejemplo 1: el llenado de un tanque usando una manguera de jardín. Mientras que la llave siga abierta, el agua fluirá. La altura del agua en el tanque no puede hacer que la llave se cierre y por tanto no nos sirve para un proceso que necesite de un control de contenido o concentración. Ejemplo 2: Al hacer una tostada, lo que hacemos es controlar el tiempo de tostado de ella misma entrando una variable (en este caso el grado de tostado

que queremos). En definitiva, el que nosotros introducimos como parámetro es el tiempo.

Estos sistemas se caracterizan por:

- Ser sencillos y de fácil concepto.
- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
- La salida no se compara con la entrada.
- Ser afectado por las perturbaciones. Éstas pueden ser tangibles o intangibles.
- La precisión depende de la previa calibración del sistema.

**B. Sistema de control de lazo cerrado:** Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia. El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre.
- Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar
- Vigilar un proceso es especialmente duro en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o despiste, con los consiguientes riesgos que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso.

Sus características son:

- Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- Su propiedad de retroalimentación.
- Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.

Un ejemplo de un sistema de control de lazo cerrado sería el termo tanque de agua que utilizamos para bañarnos. Otro ejemplo sería un regulador de nivel de gran sensibilidad de un depósito. El movimiento de la boya produce más o menos obstrucción en un chorro de aire o gas a baja presión. Esto se traduce en cambios de presión que afectan a la membrana de la válvula de paso, haciendo que se abra más cuanto más cerca se encuentre del nivel máximo.

## **Tipos de Sistemas de Control**

Los sistemas de control son agrupados en tres tipos básicos:

- A.** Hechos por el hombre. Como los sistemas eléctricos o electrónicos que están permanentemente capturando señales de estado del sistema bajo su control y que al detectar una desviación de los parámetros pre-establecidos del funcionamiento normal del sistema, actúan mediante sensores y actuadores, para llevar al sistema de vuelta a sus condiciones operacionales normales de funcionamiento. Un claro ejemplo de este será un termostato, el cual capta consecutivamente señales de temperatura. En el momento en que la temperatura desciende o aumenta y sale del rango, este actúa encendiendo un sistema de refrigeración o de calefacción.
- Por su causalidad pueden ser: causales y no causales. Un sistema es causal si existe una relación de causalidad entre las salidas y las entradas del sistema, más explícitamente, entre la salida y los valores futuros de la entrada.
- Según el número de entradas y salidas del sistema, se denominan:
  - De una entrada y una salida o SISO (single input, single output).
  - De una entrada y múltiples salidas o SIMO (single input, multiple output).
  - De múltiples entradas y una salida o MISO (multiple input, single output).

- De múltiples entradas y múltiples salidas o MIMO (múltiple input, múltiple output).
- Según la ecuación que define el sistema, se denomina:
  - Lineal, si la ecuación diferencial que lo define es lineal.
  - No lineal, si la ecuación diferencial que lo define es no lineal.
- Las señales o variables de los sistemas dinámicos son función del tiempo. Y de acuerdo con ello estos sistemas son:
  - De tiempo continuo, si el modelo del sistema es una ecuación diferencial, y por tanto el tiempo se considera infinitamente divisible. Las variables de tiempo continuo se denominan también analógicas.
  - De tiempo discreto, si el sistema está definido por una ecuación por diferencias. El tiempo se considera dividido en períodos de valor constante. Los valores de las variables son digitales (sistemas binario, hexadecimal, etc.), y su valor solo se conoce en cada período.
  - De eventos discretos, si el sistema evoluciona de acuerdo con variables cuyo valor se conoce al producirse un determinado evento.
- Según la relación entre las variables de los sistemas, diremos que:
  - Dos sistemas están acoplados, cuando las variables de uno de ellos están relacionadas con las del otro sistema.
  - Dos sistemas están desacoplados, si las variables de ambos sistemas no tienen ninguna relación.

- En función de la evolución de las variables de un sistema en el tiempo y el espacio, pueden ser:
  - Estacionarios, cuando sus variables son constantes en el tiempo y en el espacio.
  - No estacionarios, cuando sus variables no son constantes en el tiempo o en el espacio.
  
- Según sea la respuesta del sistema (valor de la salida) respecto a la variación de la entrada del sistema:
  - El sistema se considera estable cuando ante una variación muy rápida de la entrada se produce una respuesta acotada de la salida.
  - El sistema se considera inestable cuando ante una entrada igual a la anteriormente se produce una respuesta no acotada de la salida.
  
- Si se comparan o no, la entrada y la salida de un sistema, para controlar esta última, el sistema se denomina:
  - Sistema en lazo abierto, cuando la salida para ser controlada, no se compara con el valor de la señal de entrada o señal de referencia.
  - Sistema en lazo cerrado, cuando la salida para ser controlada, se compara con la señal de referencia. La señal de salida que es llevada junto a la señal de entrada, para ser comparada, se denomina señal de feedback o de retroalimentación.
  
- Según la posibilidad de predecir el comportamiento de un sistema, es decir su respuesta, se clasifican en:


- Sistema determinista, cuando su comportamiento futuro es predecible dentro de unos límites de tolerancia.
  - Sistema estocástico, si es imposible predecir el comportamiento futuro. Las variables del sistema se denominan aleatorias.
- B.** Un sistema de control puede ser neumático, eléctrico, mecánico o de cualquier tipo, su función es recibir entradas y coordinar una o varias respuestas según su lazo de control (para lo que está programado).
- C.** Control Predictivo, son los sistemas de control que trabajan con un sistema predictivo, y no activo como el tradicional (ejecutan la solución al problema antes de que empiece a afectar al proceso). De esta manera, mejora la eficiencia del proceso contrarrestando rápidamente los efectos.

### **Características de un Sistema de Control**


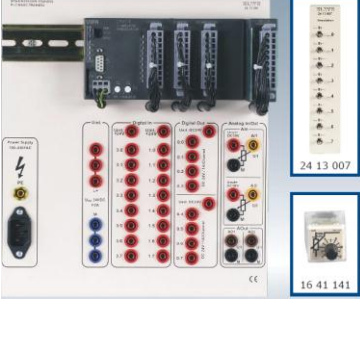
- Señal de Corriente de Entrada: Considerada como estímulo aplicado a un sistema desde una fuente de energía externa con el propósito de que el sistema produzca una respuesta específica.
- Señal de Corriente de Salida: Respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implicaba la entrada.
- Variable Manipulada: Es el elemento al cual se le modifica su magnitud, para lograr la respuesta deseada. Es decir, se manipula la entrada del proceso.
- Variable Controlada: Es el elemento que se desea controlar. Se puede decir que es la salida del proceso.
- Conversión: Mediante receptores se generan las variaciones o cambios que se producen en la variable.
- Variaciones Externas: Son los factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo.

- Fuente de Energía: Es la que entrega la energía necesaria para generar cualquier tipo de actividad dentro del sistema.
- Retroalimentación: La retroalimentación es una característica importante de los sistemas de control de lazo cerrado. Es una relación secuencial de causas y efectos entre las variables de estado. Dependiendo de la acción correctiva que tome el sistema, este puede apoyar o no una decisión, cuando en el sistema se produce un retorno se dice que hay una retroalimentación negativa; si el sistema apoya la decisión inicial se dice que hay una retroalimentación positiva.
- Variables de fase: Son variables que resultan de la transformación del sistema original a la forma canónica controlable. De aquí se obtiene también la matriz de control cuyo rango debe ser de orden completo para controlar el sistema.

## 5.5 EQUIPOS EXISTENTES PARA PRÁCTICAS CON SISTEMAS MECATRÓNICOS Y ROBOTICOS

Alternativas del mercado	Tipos de pruebas	Descripción
<p>Banco de pruebas de equipamiento eléctrico y electrónico</p> 	<p>Alternador trifásico</p> <p>La carga de la batería con el alternador.</p> <p>El alternador de carga (2 / 3 de potencia nominal, la velocidad fijada por el fabricante)</p> <p>La simulación de defectos como por ejemplo, interrupción o cortocircuito de cada uno de los diodos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muebles marco soporte con motor de velocidad variable de las agujas del reloj y las agujas del reloj y con tres fases del transformador</li> <li>• Voltaje de salida de 12 V, físicamente separados</li> <li>• Montaje para osciloscopio</li> <li>• Dos bastidores de acero</li> <li>• Conservación de gabinete</li> <li>• Alternador trifásico, montada con soportes de batería</li> <li>• Panel con interruptor de encendido</li> <li>• Panel con voltímetro 0-15 V</li> </ul>

<p>Laboratorio para DC y AC monofásico</p> 	<p>Laboratorio para DC y AC monofásico consiste en tarjetas educativas, cada una de ellas puede ser alimentada por la Unidad base 2000.</p> <p>Este paquete de laboratorio, está diseñado para brindar el conocimiento básico de electricidad cuando se usa DC y AC</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas de voltaje DC análogas y digitales.</li> <li>• Medidas de corriente DC</li> <li>• Medidas de resistencia</li> <li>• Medidas de potencia</li> <li>• Medidas de resistores, Ley de Ohm y conexión serial.</li> </ul>
<p>Laboratorio de mecatrónica.</p> 	<p>Desarrollo de prácticas con servomotores, control de procesos industriales, etapas de potencia, diseñando para aplicación de conocimientos intermedios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tópicos cubiertos</li> <li>• Drives Mecánicos</li> <li>• Flujo de potencia</li> <li>• Servo Control</li> <li>• Control de motor eléctrico</li> <li>• Drives electrónicos</li> <li>• Controladores programables</li> <li>• Control de procesos</li> </ul>
	<p>Estación de pruebas para prácticas con motores de DC, sensores de temperatura, fotoresistencias y servomotores.</p>	<p>Es una estructura compuesta por una superficie en bloque y 3 soportes de apoyo. Cuenta con 2 gavetas a lado y lado que funcionan por rieles. Kits para realizar las prácticas de sensores y motores.</p>
<p>Laboratorio para prácticas de sistemas de control.</p> 	<p>Aplicaciones en automatización domestica, sistemas de control industrias, desarrollo de procesos de producción.</p>	<p>Estructura compuesta por un tablero cableado, sistema de rieles para la ubicación de equipos, gabinetes para ubicar herramientas y equipos, voltaje de salida de 12/24V</p>

	<p style="text-align: center;"><b>Laboratorio para prácticas con PLC</b></p> <p>Aplicaciones en automatización domestica, sistemas de control industrias, desarrollo de procesos de producción.</p>	<p>Cómodo y maniobrable; su poco peso (aproximadamente 38 Kg.), diseño físico y estructura rodante (rodachina en cada esquina) hacen que sea de fácil desplazamiento. Presenta una altura ideal (aproximadamente 1.20 mts.), lo cual permite que este al nivel de maniobra constituyendo de esta forma un equipo con alta ergonomía.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Tablero para prácticas con PLC</b></p> <p>Aplicaciones en automatización domestica, sistemas de control industrias, desarrollo de procesos de producción.</p>	<p>Estructura simple y ordenada, alimentación integrada, entradas y salidas con casquillos de seguridad de 4 mm</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Tablero para Prácticas con LOGO</b></p> <p>Aplicaciones en automatización domestica, sistemas de control industrias, desarrollo de procesos de producción.</p>	<p>Placa base entrenador LOGO con adaptadores de conexión, entradas y salidas con casquillos de seguridad de 4 mm</p>

	<p>Tablero para prácticas con PLC</p> <p>Aplicaciones en automatización domestica, sistemas de control industrias, desarrollo de procesos de producción.</p>	<p>Panel de conexión con 136 borneras en dos filas de 68 bornes, medidor anÁLOGO de tensión, medidor digital de corriente, pulsador N/O, pulsador N/C, interruptores de codillo para emulación de entradas (16), led de señalización para emulación de salidas (16)</p>
---	--	---

## 5.6 ANALISIS DE LA INFORMACION

- **Equipos existentes para prácticas con sistemas mecatrónico y robóticos**

Características de los entrenadores existentes:

**De uso:** los bancos de entrenamiento de mecatrónica existentes ofrecen la posibilidad de realizar tareas en posición sedente (planos de trabajo horizontal) o de pie (plano de trabajo vertical), dependiendo de las necesidades y los equipos necesarios es el tamaño de los puestos de trabajo. Sus dimensiones o posibilidad de ubicación (fija) dificultan su traslado.

**Formales:** en general las características físicas de estos equipos son robustas, dadas por grandes estructuras metálicas que contienen los PLCs, bordes agudos y cableados a la vista.

**Funcionales:** los productos que encontramos en el mercado tienen visibles sus conexiones lo que le permite al usuario observar el cableado de los equipos, aunque este factor ofrece la posibilidad establecer el esquema electrónico del

tablero, a su vez la cantidad de cables generan confusión en su funcionamiento, teniendo en cuenta que este no tiene un conocimiento avanzado sobre el tema.

Algunos de estos equipos dan como opción módulos independientes lo que permite al usuario crear dispositivos de acuerdo a su necesidad.

Los aparatos comerciales cuentan con serigrafía en sus tableros que indican la relación de cada una de las conexiones con los autómatas.

**Estructurales:** en el mercado encontramos equipos compuestos por planos verticales que contienen los aparatos de automatización, y planos horizontales que permiten la realización de montajes, algunos cuentan con armarios para guardar los elementos del equipo.

De igual manera encontramos módulos que ofrecen la posibilidad de ubicar horizontal o vertical mente los equipos, estos requieren de armazones extras para su uso.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS

Las prácticas planteadas se determinaron teniendo como prioridad los usuarios específicos del módulo interactivo, en este caso estudiantes de diseño industrial entre los 19 y 30 años con conocimientos básicos de electrónica. El taller se realizara en grupos de 3 alumnos.

Se proponen prácticas con las funciones y componentes básicos de los sistemas de control, para así iniciar la inducción a la automatización de procesos, el planteamiento de dichas prácticas no limitan la aplicación de experimentos distintos a estas, siempre y cuando las nuevas pruebas cumplan con las características técnicas del módulo interactivo como lo son: fuentes de energía, y características de los elementos a emplear.

La estructura de las prácticas se basa en el método ABP (aprendizaje basado en problemas)

Durante el desarrollo de las prácticas el usuario empleara los software LOGO Soft y Step 7 los cuales son necesarios para la programación de los autómatas.

**6.1.1 Selección de componentes necesarios.** Para la realización de las prácticas se sugieren elementos posibles de encontrar en el mercado regional, que su uso no requiera de montajes complejos y que además no tengan costos elevados.

Deben cumplir con las características técnicas del módulo, estos componentes pueden ser aparatos electrónicos siempre y cuando cumplan con las condiciones

técnicas del equipo. El empleo de componentes que no cumplan con las especificaciones puede provocar daños en el módulo interactivo.

Los autómatas programables a emplear son el LOGO Basic OBA6 y el PLC S7-200, los cuales funcionan con una fuente de poder de 24V 1,3 A.

### **6.1.2 Contenido de las prácticas: (Anexo 1)**

- **Práctica 1:** Conociendo y transmitiendo datos al LOGO y a el PLC.

Esta práctica tiene como finalidad relacionar el usuario con los sistemas de automatización empleados, permitiendo la identificación y ubicación de los elementos que los componen. Además entablar comunicación entre el los autómatas y el PC por medio de los cables requeridos por cada uno para la transferencia de datos

- **Práctica 2:** Funciones lógicas AND, OR Y NOT

El objetivo de esta práctica es especificar claramente el funcionamiento de las compuertas lógicas digitales básicas en el desarrollo de procesos automáticos. Además de implementar los software de programación para transferir el programa a los autómatas y así realizar la simulación en el módulo interactivo.

- **Práctica 3:** Funciones EXOR, NOR Y NAND

En esta práctica se tiene como propósito explicar otras operaciones de lógica digital que complementan a las funciones básicas anteriormente trabajadas. Esta práctica permite realizar comparaciones entre las compuertas lógicas básicas y sus inversas.

- **Práctica 4:** Temporizadores

Con esta práctica busca conocer el funcionamiento y las aplicaciones de temporizadores de los PLC en diferentes sectores productivos de la industria.

- **Práctica 5:** Contadores

El desarrollo de esta práctica propone conocer los distintos campos de aplicación de esta función con la que cuenta el PLC, y diferenciar los tipos de contadores con los que cuentan esto.

- **Práctica 6:** Aplicación de conceptos

Para la realización de esta práctica es importante tener claro los conceptos vistos en los ejercicios anteriores, pues su finalidad es aplicar todo lo visto en el taller.

## **6.2 DISEÑO DEL MÓDULO INTERACTIVO**

Se establecen parámetros técnicos y ergonómicos necesarios para el planteamiento de los requerimientos del diseño del módulo interactivo.

La parametrización técnica se formula con base en las advertencias indicadas en los manuales tanto de LOGO como PLC.

En los parámetros ergonómicos se establecerán: selección de la postura en la que se realizaran las prácticas, recomendaciones para las superficies de trabajo y los elementos de relaciones de control.

### **PARÁMETROS TÉCNICOS**

Los dispositivos de automatización que componen el módulo interactivo tienen las siguientes características: (Anexo 2)

- **LOGO Power 24V**

Es una fuente de alimentación con control primario para dispositivos LOGO (esta misma es empleada como alimentación del PLC).

Tensión de entrada: 100-240 V AC

Tensión de salida: 24 V DC

Intensidad de entrada: 1,3 A

- **LOGO 12/24RC**

Tensión de entrada: 12/24 V DC

Entradas digitales: 8

Entradas analógicas: 4(I1=AI3, I2=AI4, I7=AI1, I8=AI2)

Salidas digitales: 4

Tipo de salida: salidas de relé

- **PLC S7-200 CPU 222**

Tensión de entrada: 24 V DC

Entradas digitales: 8

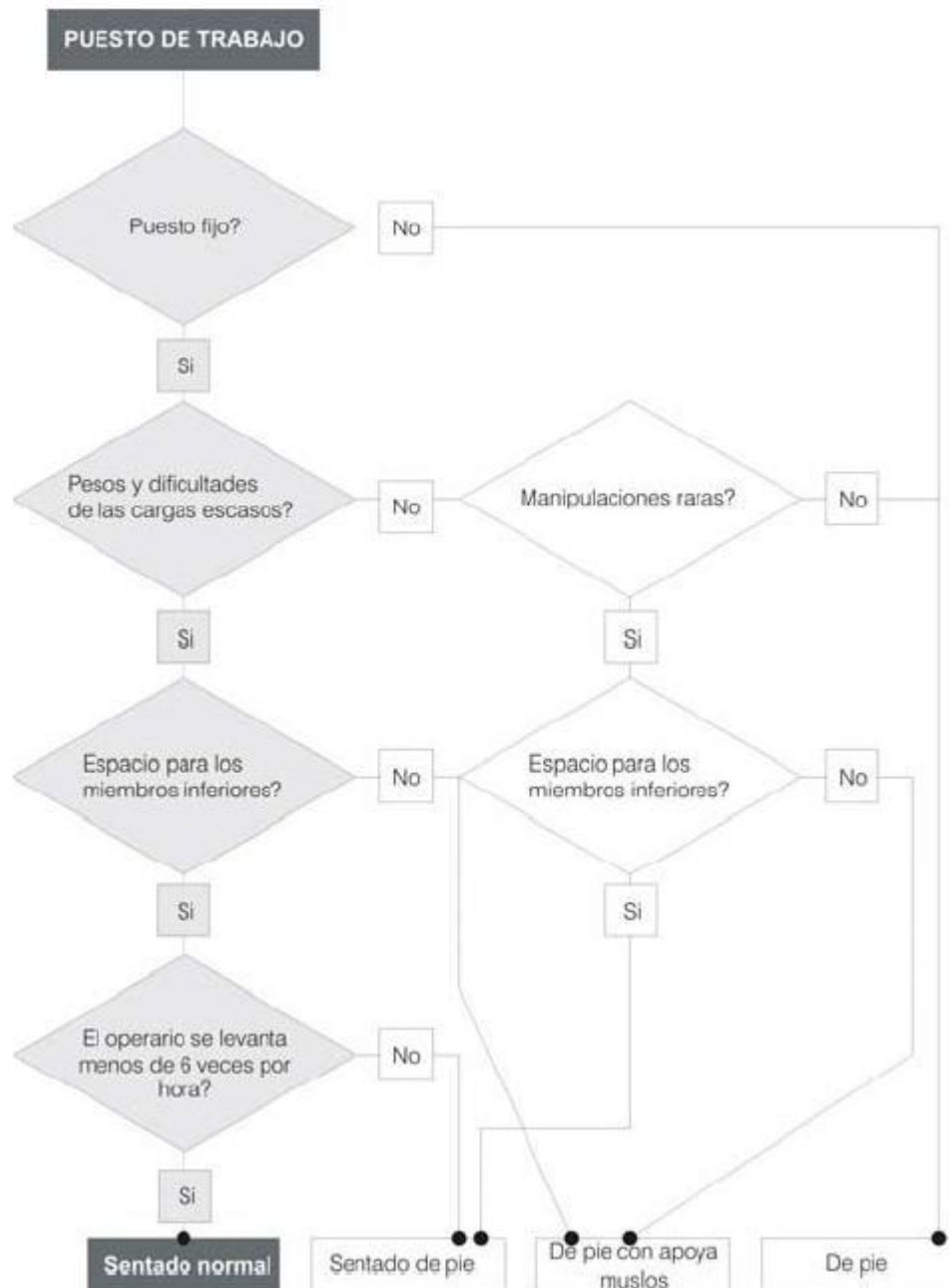
Entradas analógicas: no

Salidas digitales: 6

Tipo de salida: sin relé

## **PARÁMETROS ERGONÓMICOS**

a. Selección de la postura para realizar la práctica.

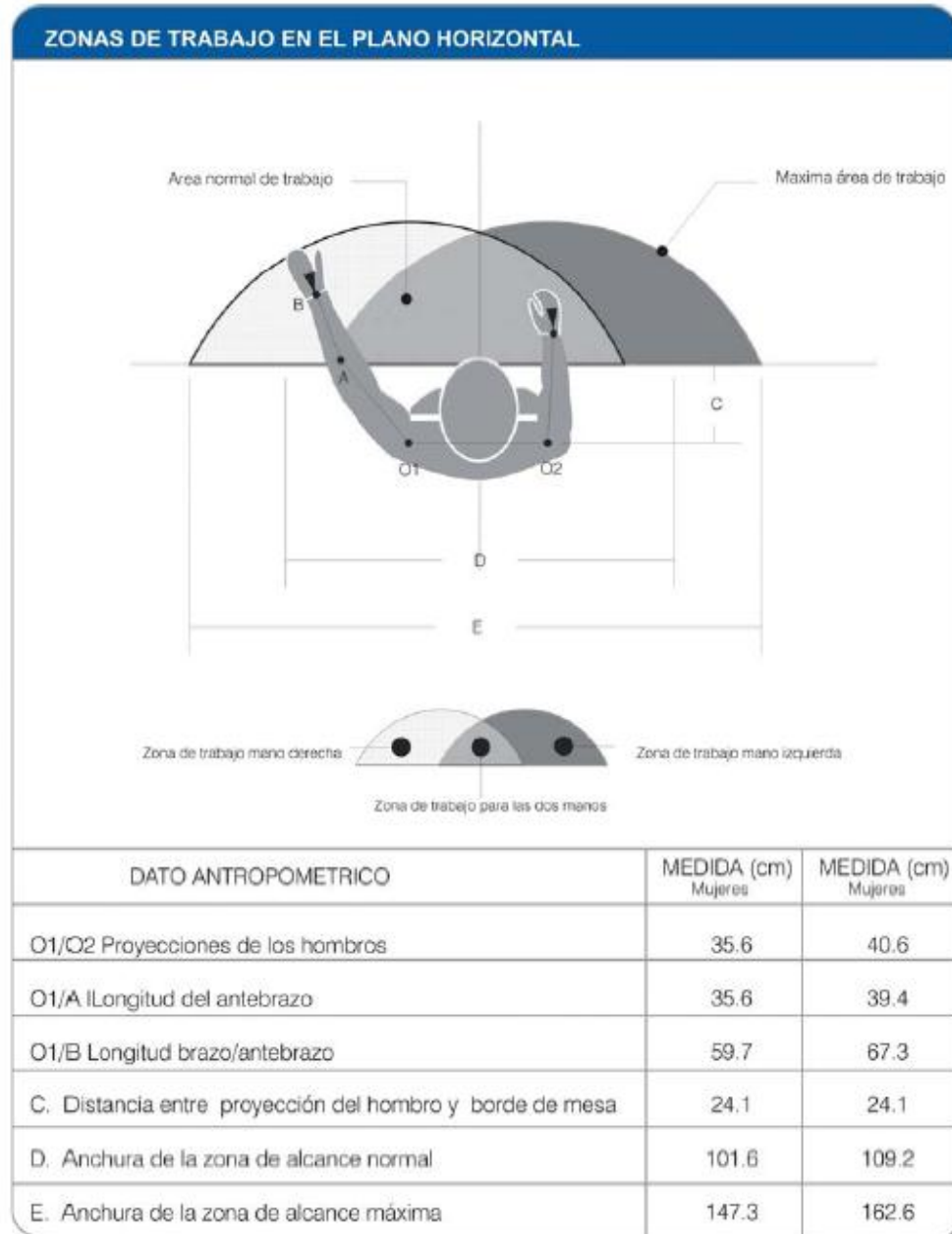


Fuente: FREMAP, Equipo de prevención Ergonomía de la Fundación MAPFRE. Editorial MAPFRE, España 1997. p.114.

Diagrama usado para definir la posición adecuada para realizar las prácticas en el módulo.

b. Zonas de trabajo en el plano horizontal.

Figura 3. Zonas de trabajo en el plano horizontal.



Fuente: FREMAP, Equipo de prevención Ergonomía de la Fundación MAPFRE. Editorial MAPFRE, España 1997.

Datos antropométricos para establecer las áreas mínimas y máximas para el desarrollo de tareas de modo adecuado.

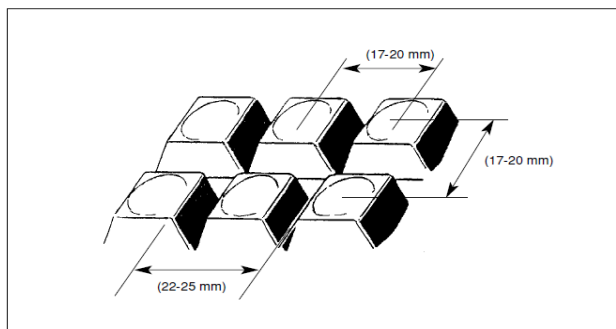
c. Relaciones de control.

Las funciones básicas de los controles son:

- activar o desactivar el sistema o parte de él (activar un torno, un coche, un ordenador, encender la luz eléctrica en un local...).
- impartir órdenes al sistema con valores discretos (seleccionar los canales en un receptor de televisión).
- impartir órdenes al sistema con valores continuos (controlar el volumen de sonido de una radio).
- impartir órdenes al sistema ininterrumpidamente (controlar la dirección de un vehículo).
- introducir datos en el sistema (utilizar un programa informático en un ordenador personal).

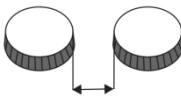

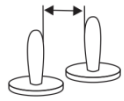
Para ejecutar estas funciones existen diferentes tipos básicos de controles que pueden combinarse entre sí para obtener dispositivos más prácticos.

**Figura 4. Distancia entre teclas para máquinas.**



Fuente: Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo, Pedro Mondelo.



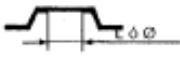
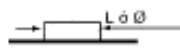
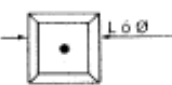








**Figura 5. Distancia recomendada entre controles de mando adyacentes**

# de miembros del cuerpo y tipo de uso	Mandos 	Pulsadores 	Interruptores 
1 casualmente	2,5-5 cm	1,3-5cm	1,8-5cm
1 secuencialmente		0,6-2,5cm	1,3-2,5cm
2 simultáneamente	7,6-12,7cm	-	-
2 casual/secuencial	-	1,3cm	1,6-1,8cm

Fuente: Ergonomía de Maccormick Espacios físicos y distribución, Ernest J. Maccormick

Tabla empleada para establecer las distancias mínimas de controles de mando como los potenciómetros, e interruptores para la activación de las entradas del módulo.

Figura 6. Dimensiones recomendadas para los controles.

TIPO	EJEMPLOS	DIMENSIONES (mm)
Tecla o botón basculante de 2 posiciones		$L \geq 10$
Tecla o botón basculante de 3 posiciones		$H = 7$ hasta varias decenas de mm según la utilización.
Botón pulsador emergente con 1 posición de reposo		$L \text{ ó } \varnothing \geq 20$
Botón pulsador sobresaliente o de tecla		Botón pulsador: $L \text{ ó } \varnothing \geq 20$ Tecla de teclado: $L \text{ ó } \varnothing \geq 12$
Tecla sensitiva		$L \text{ ó } \varnothing \geq 20$
Tecla de cursor		$L \geq 15$
Botón rotativo emergente por el anillo		Según utilización
Botón de cursor		$L \geq 15 - H \geq 7$
Botón pulsador tipo champiñón		$\varnothing \geq 40$ deseable 70-80
Botón rotativo liso o moleteado		$\varnothing = 7$ (dos dedos), hasta 80 (toda la mano)
Botón rotativo con muescas		$\varnothing = 15$ a 80
Botón rotativo de dos espesores o de llave		$L = 20$ a 80
Manipulador (pequeña palanca)		$\varnothing = 10$ a 15 $L = 60$ a 100

Fuente: Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo, Pedro Mondelo.

Uso de dimensiones recomendadas para interruptores y perilla para potenciómetros.

**6.2.1 Requerimientos.** La determinación de requerimientos está basada en los usuarios objetivos (estudiantes de diseño industrial entre 19 y 30 años) con conocimientos básicos de electrónica, los cuales conforman grupos de 3 alumnos para el desarrollo del taller. Además de los parámetros establecidos en el ítem anterior.

#### **6.2.1.1 De uso**

- Las prácticas se realizarán por el usuario en posición sedente.
- El módulo está diseñado teniendo en cuenta las medidas antropométricas del usuario específicos (estudiantes de Diseño Industrial UIS, entre 19 y 30 años).
- Contiene un manual del procedimiento y especificación de las herramientas.
- Las conexiones eléctricas están recubiertas con materiales aislantes para evitar descargas a los usuarios.
- El módulo permite la realización mantenimiento o reparación de sus componentes.
- La ubicación del módulo debe ser en una superficie plana horizontal.

#### **6.2.1.2 De función**

- Los materiales son aislantes y resistentes para así dar estructura al módulo, con texturas y materiales que permitan el acoplamiento de las herramientas, y la diferenciación de sus operaciones.

- Debe tener diferentes colores para así permitir la diferenciación de los elementos.
- Debe tener la flexibilidad para la realización de prácticas diferentes a las alternativas.
- El módulo indica el estado de las operaciones por medio de testigos luminosos.

### **6.2.1.3 Estructurales**

- Los materiales son resistentes a la manipulación constante de los usuarios específicos.
- Conexiones internas accesibles para permitir el mantenimiento y la reparación de daños causados por el uso.
- Construido en materiales livianos, que permitan su transporte a diferentes lugares.
- El cableado está ubicado de tal modo que no interfiere con la manipulación del panel de control, y a su vez protegido de factores exteriores.
- Elementos de seguridad, que garantizan la protección de los autómatas
- Indicadores de activación de funciones (testigos), y elementos informativos brindan al usuario la certeza de su funcionamiento.

#### **6.2.1.4 Formales**

- Uso de dimensiones mínimas necesarias para la ubicación de todos los elementos que se requieren para la realización de las prácticas.
- Uso controlado de la forma mediante elementos formales sencillos, superficies con bordes suavizados y superficies lisas con contrastes entre sus piezas para permitir la diferenciación de las funciones del módulo.

#### **6.2.1.5 Técnico-productivos**

- Se tiene en cuenta las dimensiones comerciales de los elementos que conforman el módulo, para evitar el desperdicio de material, aprovechar al máximo el espacio y a su vez garantizar la posibilidad de reemplazar componentes averiados.
- Los elementos que componen al módulo son comercializados en la región.

#### **6.2.1.6 De usabilidad**

- El módulo permite realizar todas las actividades que se especifican en las prácticas como conexiones y ejecución de estas. De igual manera no limita la realización de otras prácticas o comprobaciones de sistemas de control.
- Cuenta con todas las especificaciones y elementos necesarios para la realización de la práctica completa.
- Implementación de un PLC S7-200 siemens, un LOGO siemens y cada uno de los conectores necesarios para la activación de las funciones.

- Uso de estímulos visuales para informar el funcionamiento del módulo.
- Disminución de la complejidad, organizar y ocultar elementos que generen contaminación visual que perjudique la comprensión de las funciones.
- Uso de instructivos sencillos, que permitan la comprensión de las operaciones para que los usuarios las entiendan en su totalidad.
- Uso topografía indicadora de secuencias, por medio de líneas guías y letras que indiquen las posibles secuencias de uso.

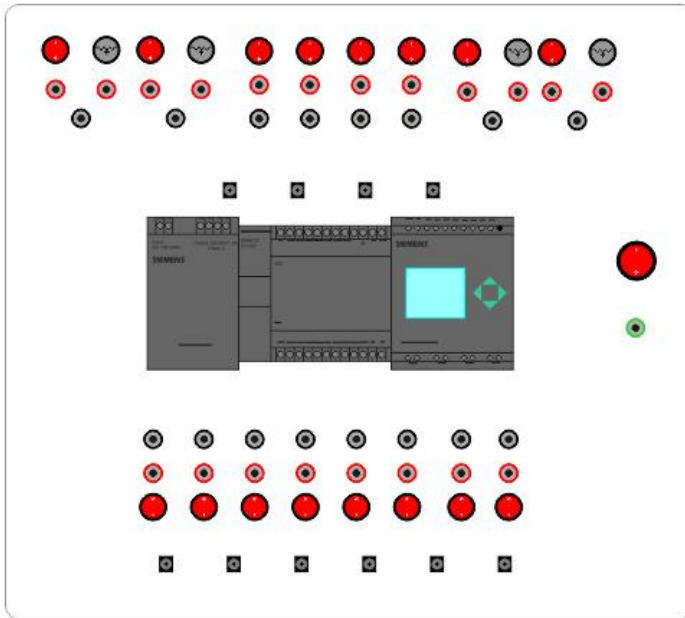
#### **6.2.1.7 Ergonómicos**

- Uso de dimensiones apropiadas para el desarrollo de las actividades en zonas de trabajo horizontales. Ubicación de botones y controladores a distancias recomendadas para el desarrollo apropiado de las tareas, ángulo de inclinación para proporcionar mayor visibilidad a los elementos que conforman el módulo.
- Testigos luminosos que ofrecen a los usuarios retroalimentación durante el desarrollo de las tareas.

#### **6.2.2 Planteamiento de alternativas**

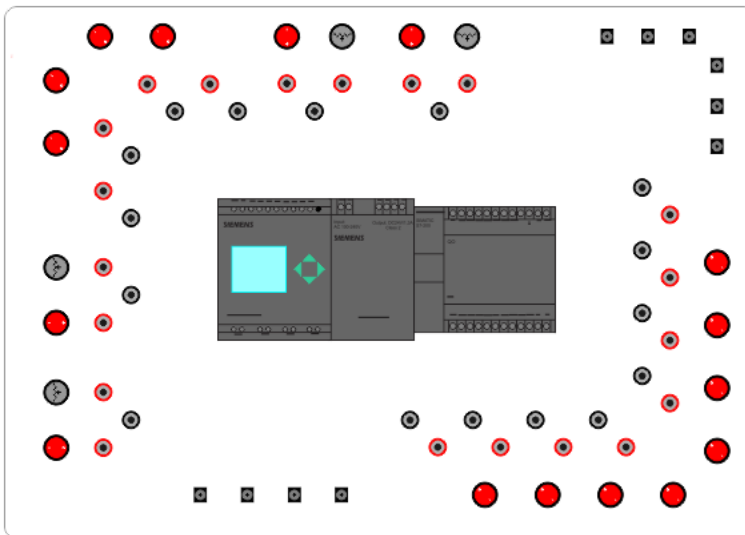
##### **6.2.2.1 Alternativas de ubicación espacial de los componentes en el módulo**

Figura 7. Alternativa espacial 1



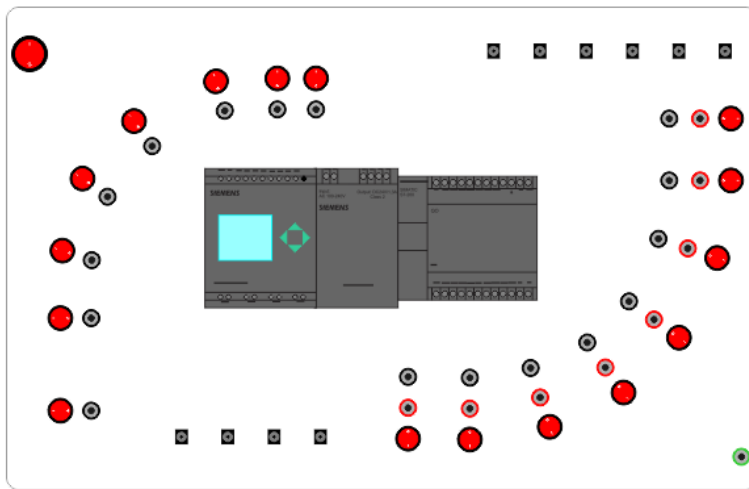
Orden lineal, relacion simetrica eje vertical, jerarquización de las funciones de forma descendente.

Figura 8. Alternativa espacial 2



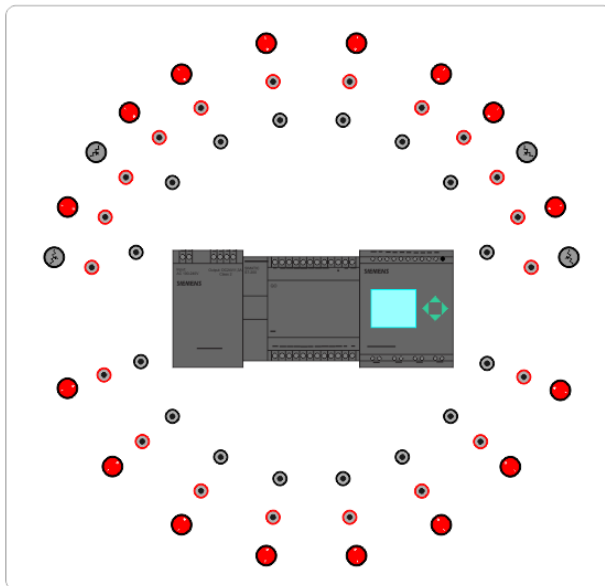
Orden asimetrico, ubicación de secuencia de procesos en linea diagonal

**Figura 9. Alternativa espacial 3**



Orden asimétrico,  
generado por curva

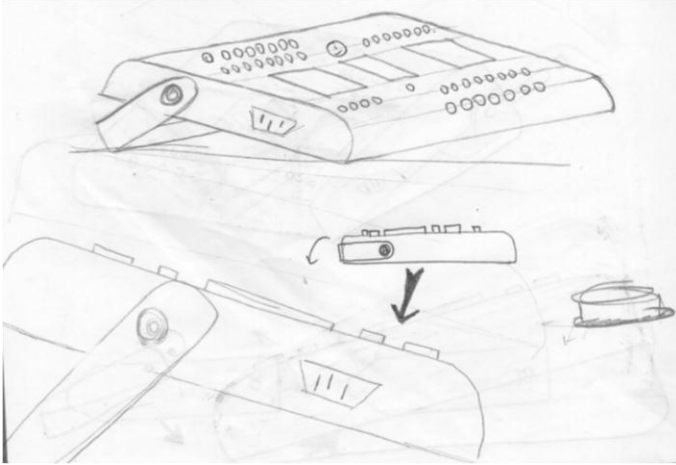
**Figura 10. Alternativa espacial 4**



Orden generado a partir de  
radiación concéntrica.

### 6.2.2.2 Alternativas formales del módulo

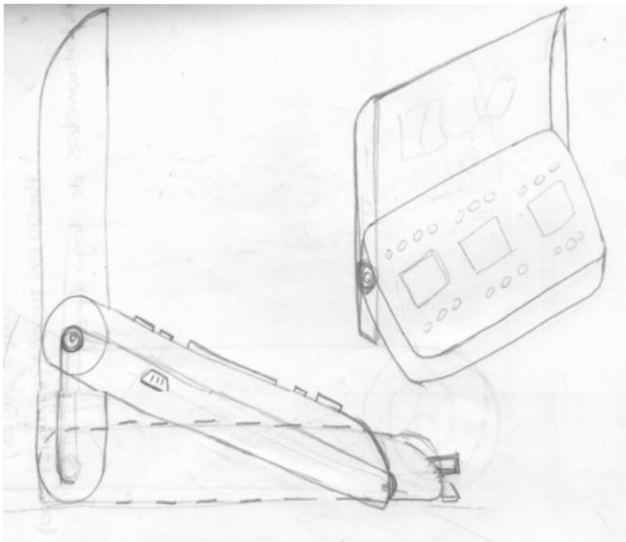
**Figura 11. Alternativa formal 1**



**Ventajas:** inclinación graduable mediante asa para el transporte del elemento. Curvas suaves agradables a la vista.

**Desventajas:** Mecanismo de graduación para mantener la posición en cada situación de rotación. Superficies curvas complicadas para la manufactura.

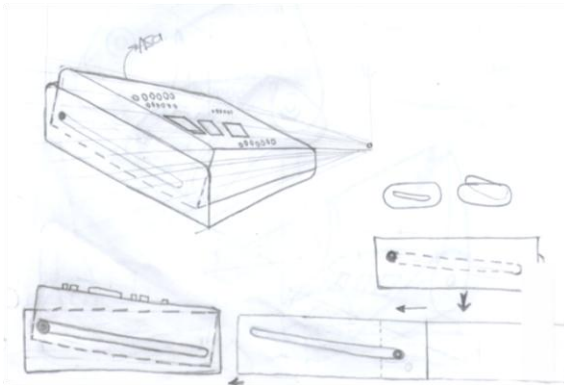
**Figura 12. Alternativa formal 2**



**Ventajas:** inclinación graduable mediante una protección superior desplegable al momento de utilizar el tablero de control.

**Desventajas:** Mecanismo de graduación para mantener la posición en cada situación de rotación o ajuste único mediante mecanismo de gatillo. Mayor espacio. Mayor cantidad de material.

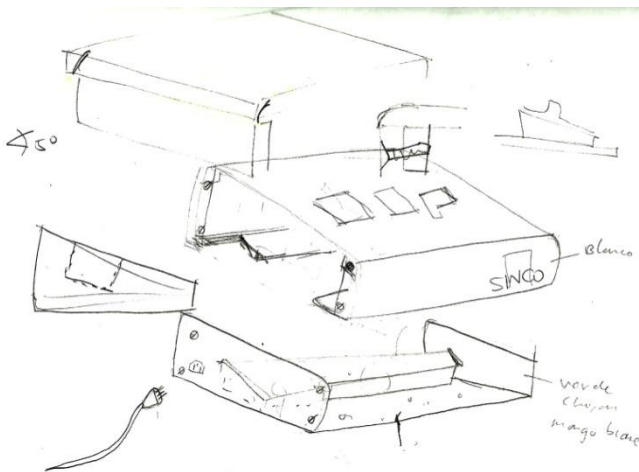
**Figura 13. Alternativa formal 3**



**Ventajas:** inclinación graduable mediante carcasa inferior y guías de trayectoria.

**Desventajas:** Mecanismo de graduación para mantener la posición en cada situación de rotación mediante pines. Mayor cantidad de material.

**Figura 14. Alternativa formal 4**



**Ventajas:** inclinación estándar mediante inclinación de la carcasa. Protección realizada con dos piezas dobladas.

**Desventajas:** Necesidad de ajustar la inclinación del LOGO, la fuente y el PLC. No tiene asas para portarlo. No tienen protección superior de los elementos.

### 6.2.3 Evaluación y selección de alternativa

## APROXIMACIÓN DE DISEÑO

En esta etapa de diseño se realizó un método de escenarios con el cual se buscaba establecer el nivel de comprensión de los usuarios e identificar el mayor número de alternativas posibles para la organización de los elementos de control del módulo interactivo para la enseñanza y aprendizaje de sistemas de control básicos en la mecatrónica. (ANEXO 3).

## Resultados obtenidos

Tabla 1. Análisis de datos obtenidos en la comprobación

		LOGO		PLC		PROTOBOARD	
		Entradas		Salidas	Entradas		Salidas
		D/A	D				
LINEAL	vertical arriba	1	8		3		6
	vertical abajo			1	6		
	diagonal arriba		2				
	diagonal abajo						
	Horizontal			9	1	10	3
TRIANGULAR	Arriba	6					
	Abajo						
	Derecha						
	Izquierda						
	Horizontal						
ALEATORIA	vertical arriba	2					
	vertical abajo						
	diagonal arriba						
	diagonal abajo						
	Horizontal	1					
UBICACION	Arriba	6	6		2	9	3
	Abajo	1	1	9	6	1	
	Derecha	2	2	1			5
	Izquierda				2		1
	Diagonal						
	Curva	1	1				

Resultados basados en las 10 evaluaciones obtenidas en el método de escenarios.

### **Conclusiones del Experimento**

Según lo observado durante la realización de las pruebas, los usuarios consideran que la ubicación de los componentes debe ser de igual forma como se encuentran disponibles en los autómatas es decir entradas y salidas del LOGO arriba y abajo respectivamente, y entradas y salidas del PLC abajo y arriba respectivamente.

Es necesario considerar la posibilidad de disminuir al máximo el número de conectores (bananas), sin restringir las funciones de los autómatas. Esta reducción de conectores permita la comprensión del funcionamiento del módulo eliminando la posibilidad de errores.

Durante el desarrollo de la experimentación se visualizó que para los usuarios la ubicación de los autómatas de modo lineal continuo genera la sensación de que todos se comportan como un solo elemento, lo cual no es cierto, por lo tanto la separación de los equipos es decir, el PLC del LOGO y el LOGO POWER, permitiría la apreciación más detallada del funcionamiento de los dispositivos de automatización.

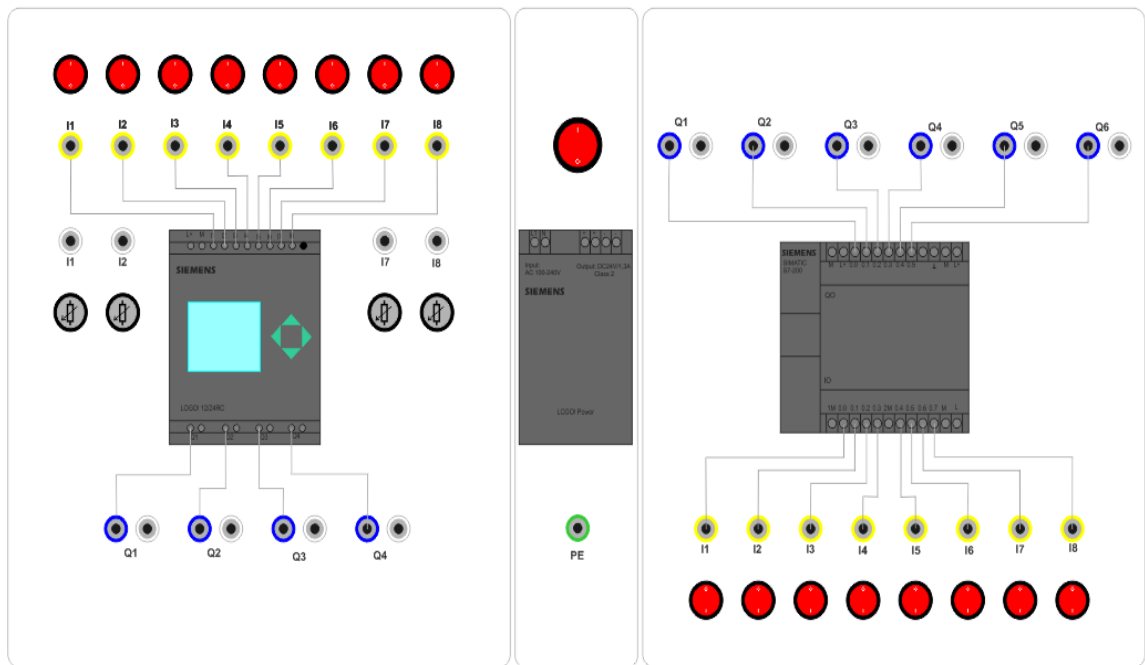
Es necesario el uso de líneas conductoras que indiquen los caminos entre conectores, y evidencien las posibles decisiones que pueden tomar los usuarios.

De igual manera durante el desarrollo del experimento se apreció que para los usuarios no es muy significativo que la protoboard se encuentre contenida dentro del módulo.

Basado en las conclusiones anteriores resultado de la experimentación por método de escenarios se plantean nuevas alternativas de ubicación espacial.

## REFINAMIENTO ESPACIAL

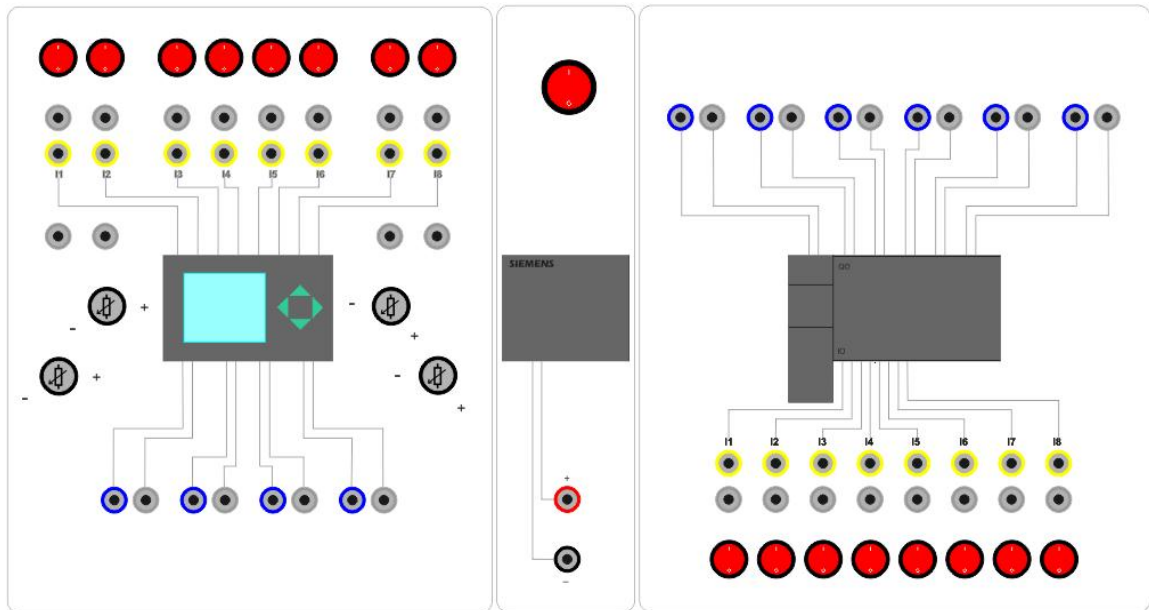
Como resultado de la comprobación anterior se plantea la siguiente alternativa a evaluar, la cual se obtiene al observar y analizar los datos obtenidos por los usuarios durante el desarrollo del método de escenarios.



Esta alternativa es sometida a la revisión de un ingeniero electrónico el cual indica que es necesario agregar un línea mas de conectores para garantizar la seguridad de los automatados. La adición de dichos elementos permiten proteger las entradas de los equipos, pues estas condicionarían las funciones de los puertos, y disminuirían la posibilidad de daños por errores en su uso.

Partiendo de la situación expuesta, se replantea la propuesta por la siguiente:

**Figura 15. Alternativa de ubicación espacial a comprobar**



### Características

- Distribución lineal de los componentes empleados en el tablero, como aplicación de los resultados obtenidos al observar que para los usuarios es más claro el funcionamiento o el proceso que se debe realizar para ejecutar cada una de las funciones del modo correcto.
- El uso de líneas conductoras indicadoras de relaciones entre componentes, como guías para la toma de decisiones en el funcionamiento del sistema.
- Manejo de colores para diferenciar los tipos de puertos conectores (entradas, entradas digitales, entradas analógicas y salidas)
- Puertos adicionales (positivo y negativo) que permiten energizar elementos externos al sistema.

- Separación de los equipos de automatización (LOGO, PLC, LOGO POWER), sugerido por los usuarios para no establecer ningún tipo de dependencia entre estos, sensación que reflejaba la agrupación de estos en línea.
- Demarcación de cada uno de los autómatas y los componentes requeridos para el funcionamiento de estos, para unificar las operaciones en cada uno de los PLC.

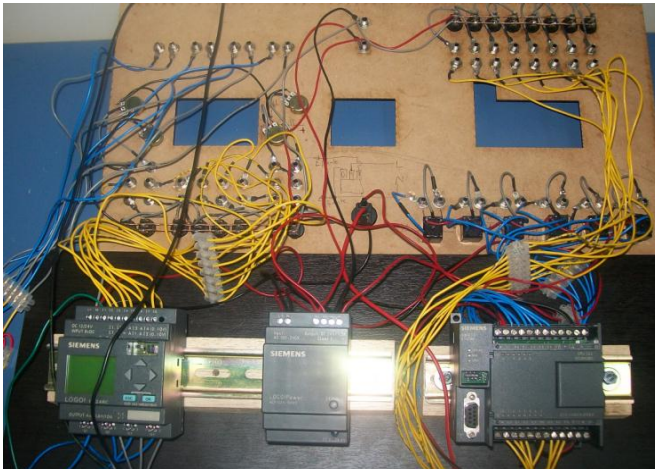
**6.2.4 Comprobación.** Elaboración de comprobación técnica para detectar posibles fallas en las conexiones y una experimentación ergonómica para identificar la modificación dimensional necesaria en el modelo.

#### 6.2.4.1 Técnica

**Figura 16. Comprobación técnica.**



El desarrollo de esta comprobación se realizó con el apoyo de un ingeniero electrónico y un ingeniero mecánico.



En esta comprobación se evalúa el funcionamiento de la red eléctrica del sistema de automatización, se revisa que tanto las entradas como las salidas estén a 24V, y que haya continuidad en el circuito.

Fue necesario realizar un arreglo a los interruptores planteados para activar entradas digitales, pues estos interruptores son escogidos por cumplir con dos funciones, funcionar como pulsador y a su vez contar con un testigo luminoso, pero estos elementos están fabricados para funcionar a 110 V, como nuestra fuente maneja 24V, se realiza un cambio en las resistencias internas de los interruptores usados, para lograr obtener los resultados por los cuales fueron seleccionados.

De igual modo se emplean resistencias para controlar el voltaje de los potenciómetros los cual funciona entre (0 y 10V).

Se emplean relés en las salidas del PLC para garantizar la seguridad del autómeta en caso de errores cometidos por el usuario.

#### **6.2.4.2 Ergonómica**

**PRUEBA.** Eficiencia del modelo

**Metodología:** Evaluación por Observación. Test de usabilidad clásico. El usuario interactuó con el sistema y comprobó las funciones de este, como usuario objetivo.

#### **Objetivo Principal:**

Evaluar el uso adecuado de las funciones establecidas.

#### **Objetivos secundarios**

Determinar si la secuencia de uso le ofrece al usuario las instrucciones necesarias para la realización de las prácticas.

Identificar fortalezas y debilidades en la comprensión del sistema.

**Justificación:** Esta evaluación tiene por intención corroborar las secuencias de uso planteadas para el módulo, con el fin descartar errores, obtener sugerencias de los usuarios objetivo.

**Muestra:** 15 usuarios tipo aleatorio. *Sesgo:* el evaluador y personas con conocimientos avanzados en automatización

## **VARIABLES INDEPENDIENTES**

### **Variables ambientales:**

Salón con iluminación artificial, con una temperatura de  $22^{\circ}\text{C} \pm 5$ ;

### **Variables personales:**

**Edad:** 19 – 30 años. Estudiantes universitarios. Con conocimientos de electrónica básica y conceptos claros de programación lógica.

### **Variables de equipo:**

- Modelo de pruebas.
- toma corriente
- 1 Cámara de video
- Ajuste de conexiones.
- mesa de trabajo
- Formularios de encuestas, impresos.

## VARIABLES DEPENDIENTES

**Efectividad.** Medida cualitativa en la que el sistema ayuda a cumplir con la realización de la tarea. Se le pide a la persona que evalúe la eficiencia del funcionamiento mediante escala de diferencial semántico, de manera que indicara lo práctico que es el sistema para él.

**Comprensibilidad.** El usuario evaluó la imagen del sistema y las secuencias de uso, mediante escala de diferencial semántico.

## VARIABLES CONTROLADAS

**Ubicación de la persona:** Posición sedente.

**Modelo de pruebas:** una lámina de mdf a escala real (propuesta) con elementos como interruptores, bananas conectoras, potenciómetros, elementos de seguridad, con distancias y dimensiones basadas en tablas antropométricas. Ubicada sobre una superficie horizontal y con funcionamiento técnico total.

## PROCEDIMIENTO

**Obtención de la muestra.** 15 estudiantes con las características requeridas, presentes en el campus universitario; se solicitó cordialmente su participación en el experimento, explicando el motivo del mismo y el tiempo aproximado que tomaría.

**Instrucciones.** El evaluador tomará los datos de la persona y le explicará las tareas que realizará. Tendrá derecho a parar la prueba en cualquier momento, y a pedir ayuda o más instructivos. Se instruirá la forma como el usuario utilizara el sistema. (Se hace una breve demostración)

**Tareas a realizar.** Al usuario se le da a conocer la programación que se encuentra cargada tanto en el LOGO como en el PLC, se le indica la agrupación de funciones, posterior a esto, el sujeto acciona los mandos que considera necesarios para la comprobación del funcionamiento de la práctica

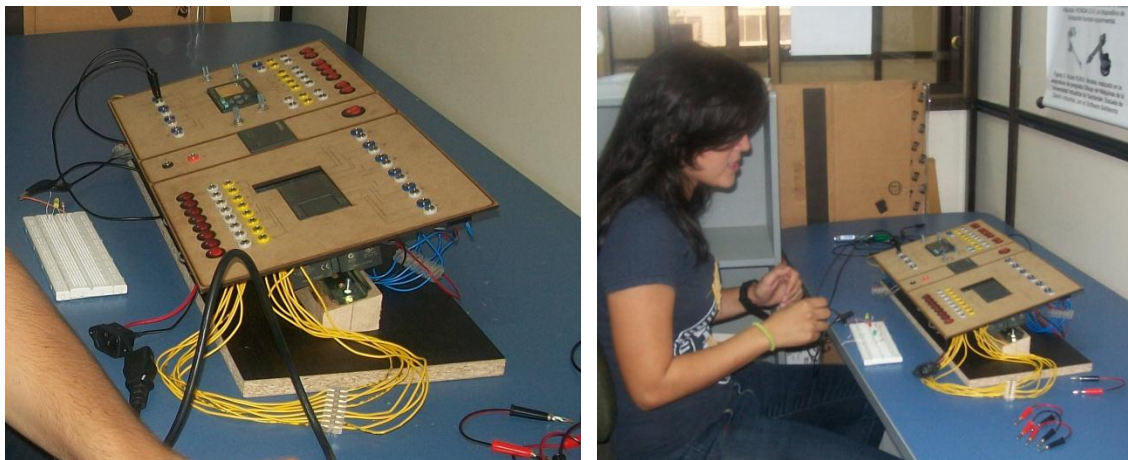
**Formulario.** Concluidas las actividades, se le pide que llene el formato de evaluación.

**Análisis de los resultados.** El material recopilado en video fue evaluado, al igual que los formatos suministrados. Se logra con estos confirmar las prestaciones del sistema, y detectar fallos o errores del mismo.

#### **FORMATO DE EVALUACION (Anexo 4)**

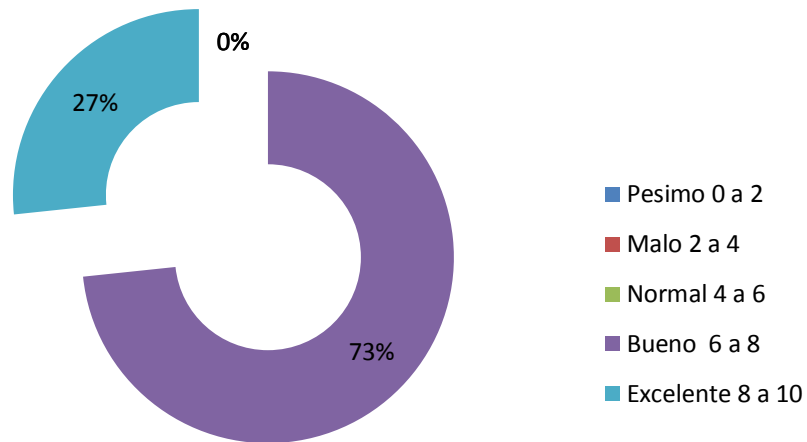
#### **6.2.4.3 Análisis de los resultados obtenidos en la comprobación ergonómica.**

**Figura 17. Comprobación ergonómica.**



**A.** A la pregunta “¿Considera que el funcionamiento de Módulo es?”, la gente respondió positivamente

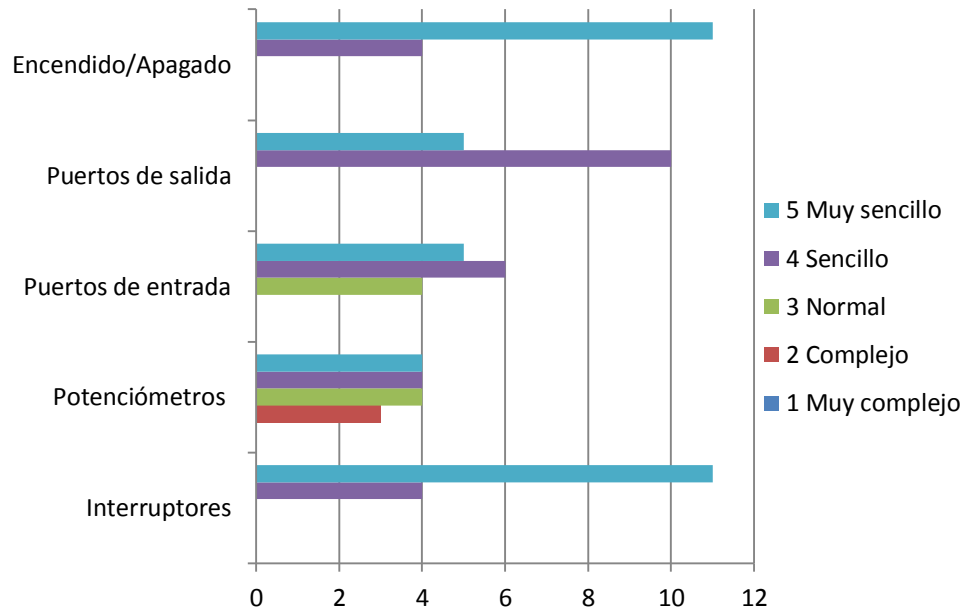
**Tabla 2. Evaluación de funcionamiento**



Durante el desarrollo de la evaluación, los usuarios realizaron una tarea para simular el funcionamiento del equipo, según lo observado durante la ejecución de dicha actividad, los usuarios obtienen una interacción sencilla con los mandos, aunque se ejecutan de modo irregular una de las operaciones, los resultados de comprensión son excelentes.

**B.** A la pregunta “¿Cuales funciones consideran fueron más complicada de ejecutar?”. Los usuarios respondieron:

**Tabla 3. Complejidad.**



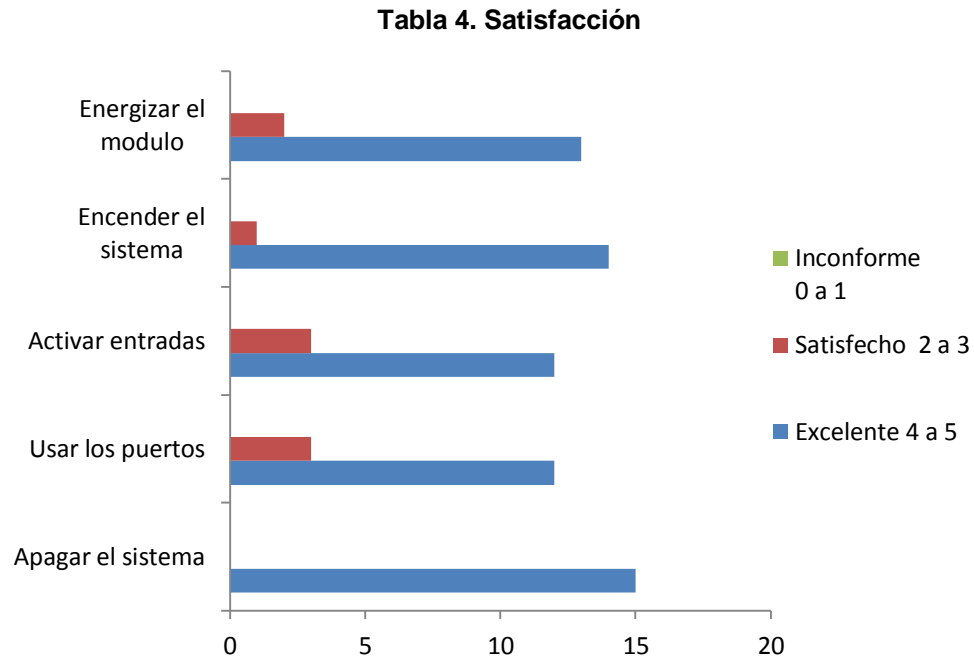
En el análisis de la gráfica se observa que para los usuarios el uso de los potenciómetros les resulta con un alto grado de complejidad, y que esta sensación a su vez afecta la interacción de modo adecuado con las entradas, dicha incomodidad solo se presenta para la activación de entradas analógicas, en el caso de las digitales los usuarios las evalúan como muy sencillas.

*A la pregunta “Si su respuesta es de 1 a 3 ¿Porque esta(s) acción(es) le resulta complicada de realizar?” Los usuarios opinaron:*

- Dicen sentir inconformidad con la activación de las entradas analógicas, pues para ellos es necesario el uso de un código de color que les indique la relación entre el puerto de conexión que la activa y el activador, en este caso el potenciómetro.
- De igual manera les resulta necesario el uso de señalización para indicar el sentido en el que se aumenta y disminuye la potencia.

- Indican que la distancia entre potenciómetros es cómoda en el momento de ser manipulados.

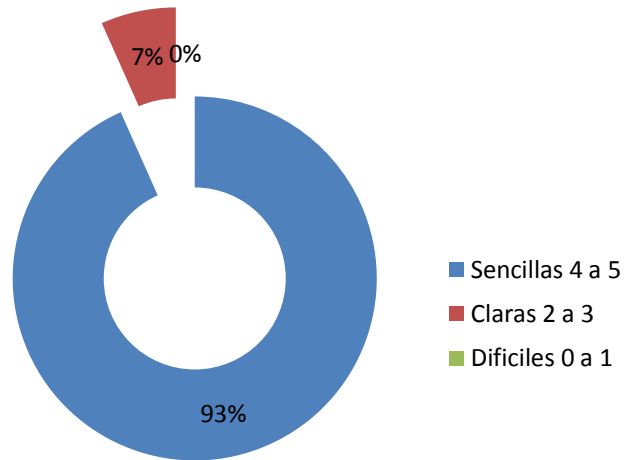
C. A la pregunta “ ¿Qué tan satisfecho se sintió al momento de...?”, los usuarios respondieron:



Nuevamente podemos observar que las operaciones necesarias para activar las entradas analógicas no generan satisfacción para aproximadamente el 30% de los usuarios encuestados, es necesario replantear la relación establecida para indicar la secuencia de uso de esta función

D. A la pregunta “¿Las instrucciones para el accionamiento de las funciones fueron?”, los usuarios respondieron:

**Tabla 5. Comprensión de las instrucciones.**



Los resultados evidencian que el conocimiento generado por el usuario luego de atender las instrucciones y utilizar el módulo interactivo es satisfactorio, es necesario intervenir una de las operaciones de mandos que genera incertidumbre en el usuario al momento de ejecutarla (activación de entradas analógicas.)

**E.** A la pregunta. “¿Qué considera usted que falta o sobra al sistema para cumplir con el objetivo de ser un módulo interactivo para la enseñanza y aprendizaje de sistemas de control básicos de mecatrónica?”, los usuarios opinaron:

- Falta de testigo en las salidas, es decir: el uso de una señal de aviso que indique la activación de las salidas sin necesidad de agregar elementos externos al equipo.
- Mejor señalización en el uso de los potenciómetros.
- Uso de color en los puertos de conexión de los potenciómetros, distinto al de los puertos de los interruptores.

Grosso modo podemos concluir que el módulo interactivo para la enseñanza y aprendizaje de sistemas de control mecatrónico tiene gran acogida entre los usuarios objetivo del proyecto.

Aunque es necesario realizar unos leves cambios a la interfaz, esta evaluación de demostró en general cumplir con su objetivo, se efectúa de modo satisfactorio con los objetivos principales.

Se observa que la distancia entre componentes es la adecuada, no se genera ningún tipo de error operacional al ser manipulados los elementos para activar funciones.

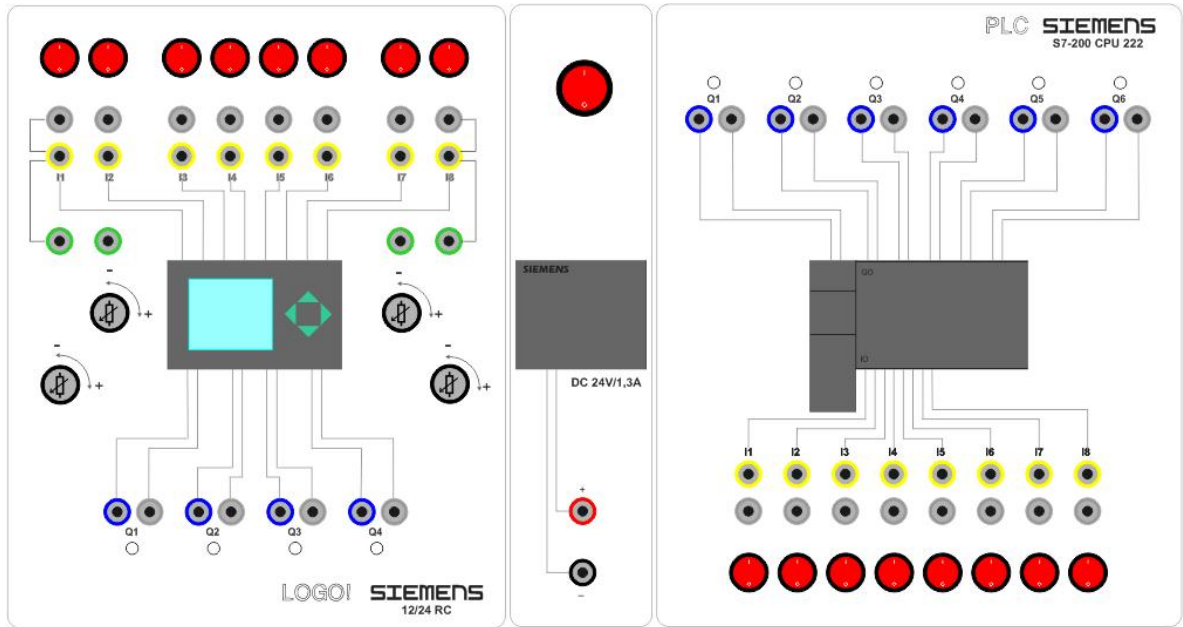
Es necesario realizar cambios en las observaciones realizadas por los usuarios como lo son:

- Mejoramiento en la interfaz de las entradas analógicas, uso de colores que diferencien su funcionamiento del de las entradas digitales, señalización para indicar el sentido en el que se aumenta y disminuye la potencia.
- Uso de testigo en las salidas

#### **6.2.5 Ajustes de la alternativa seleccionada**

### **RESULTADO FINAL DE UBICACIÓN ESPACIAL DE COMPONENTES**

Figura 18. Resultado final de ubicación espacial.



Como solución a la falta de comprensión de las operaciones necesarias para la activación de entradas analógicas se agregan líneas guía que indican las posibles acciones en la aplicación de las entradas del LOGO. Igualmente se emplea diagrama de líneas guía para indicar el aumento o disminución de la tensión al manipular los potenciómetros.

Se propone que los elementos de las entradas analógicas se relacionen entre ellas por el color verde tanto en los puertos de conexión como en las perillas de los potenciómetros.

Uso de leds como testigos de activación de cada una de las entradas, esta activación está controlada por el tipo de programa que se encuentre en los autómatas.

## RESULTADO FINAL DE MODELO FORMAL

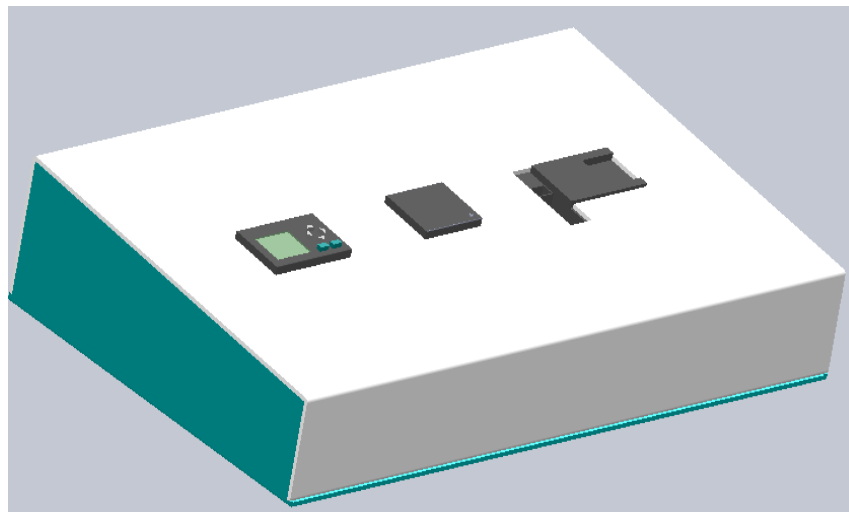
Para la selección de alternativa formal se optó por escoger la alternativa con menor dificultad de producción, lo cual va directamente relacionado con el costo de elaboración para futuros módulos.

Para aminorar la complejidad de aprendizaje del sistema se prefieren formas sencillas, superficies planas y aristas suavizadas, cuyo diseño minimalista disminuye la contaminación visual del tablero de control, permitiendo una superficie de trabajo despejada.

El uso de dos piezas para la elaboración de la carcasa facilita la posibilidad de realizar revisiones o mantenimiento al cableado interno del circuito, la forma de empalme de los cables se realiza con borneras, cada uno de los cables tendrá un número específico que corresponde a la entrada o salida con la que mantiene la relación, con esta medida el reconocimiento de relaciones es clara.

Dicho lo anterior, sumado que cumple con las dimensiones mínimas necesarias (52 cmx32cm), y que su forma simple no requiere de mantenimiento extra se elige la alternativa formal 4.

**Figura 19. Alternativa formal seleccionada para construir el modelo final.**



Los materiales para la construcción del módulo “SINCO” son:

Carcasa superior: Acrílico blanco de 3 mm

Carcasa inferior: Acrílico celeste de 3 mm

## 6.3 CONSTRUCCION DEL MODELO

### 6.3.1 Planos técnicos

Figura 20. Carcasa superior, Isométrica

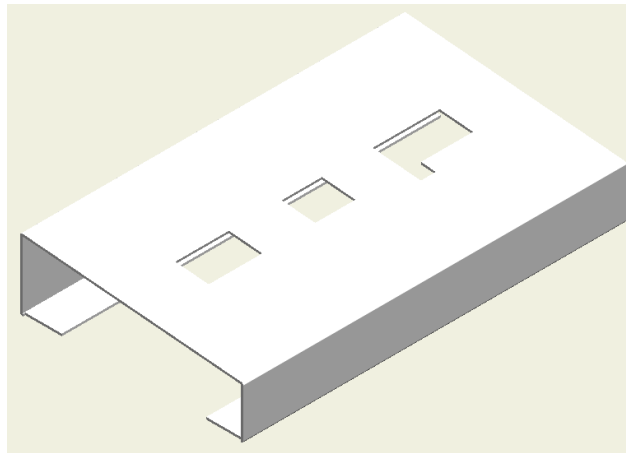
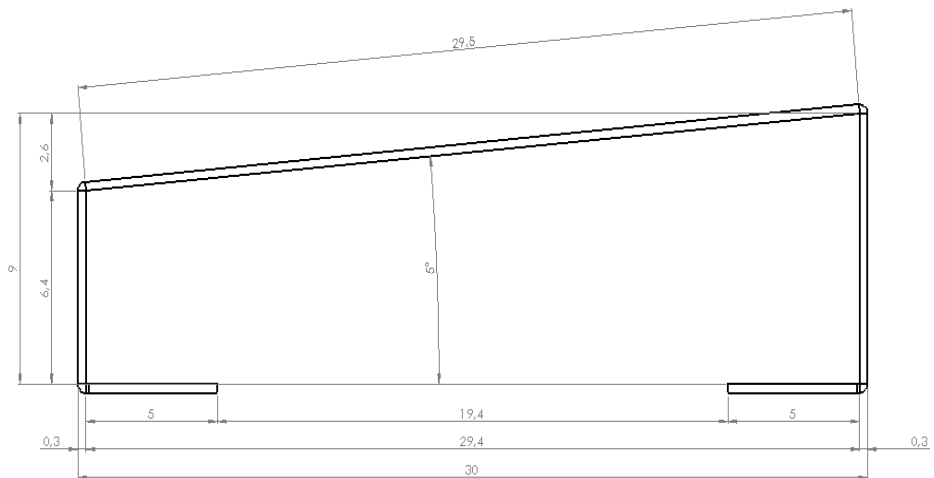
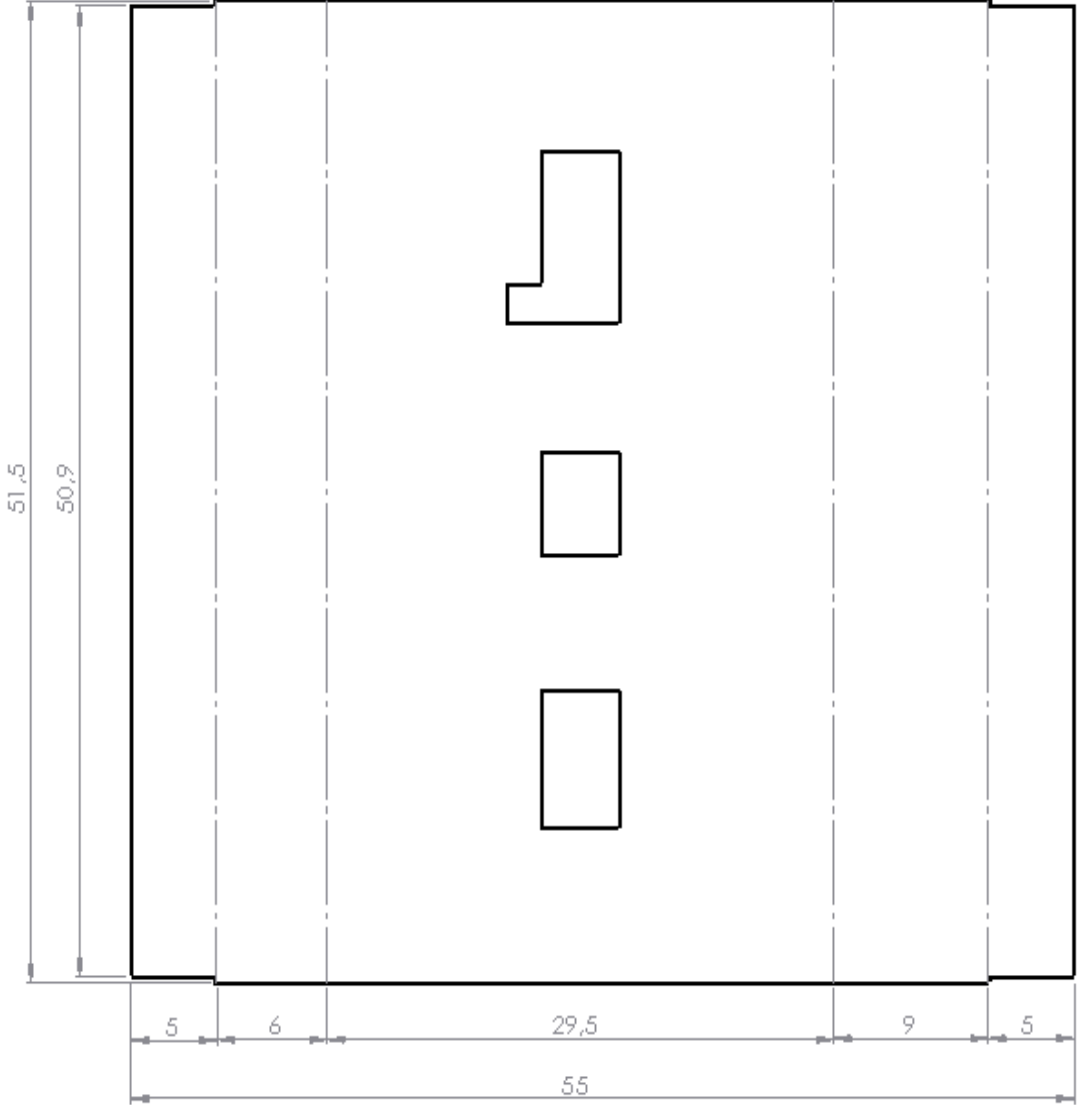


Figura 21. Carcasa superior, Vista lateral



Medidas en centímetros.

Figura 22. Carcasa superior, Desarrollo



Medidas en centímetros.

Figura 23. Carcasa inferior, Isométrica

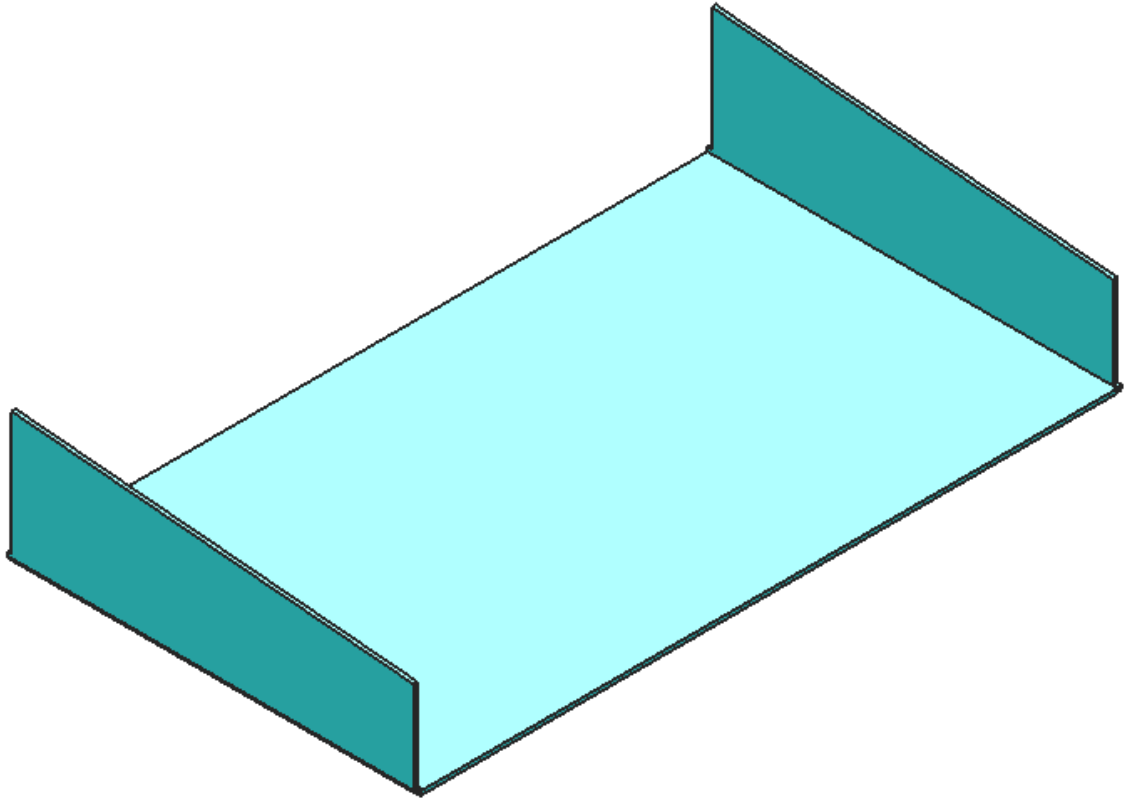
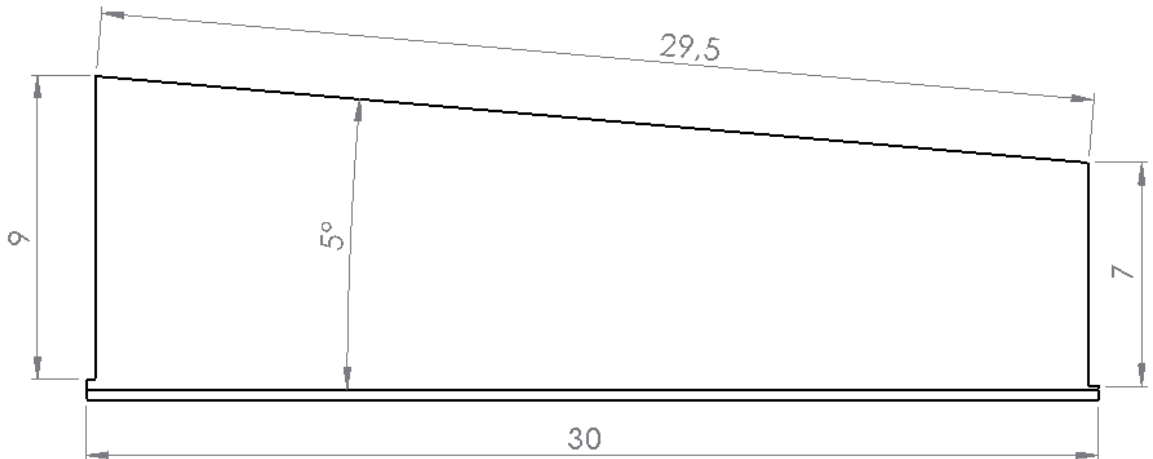
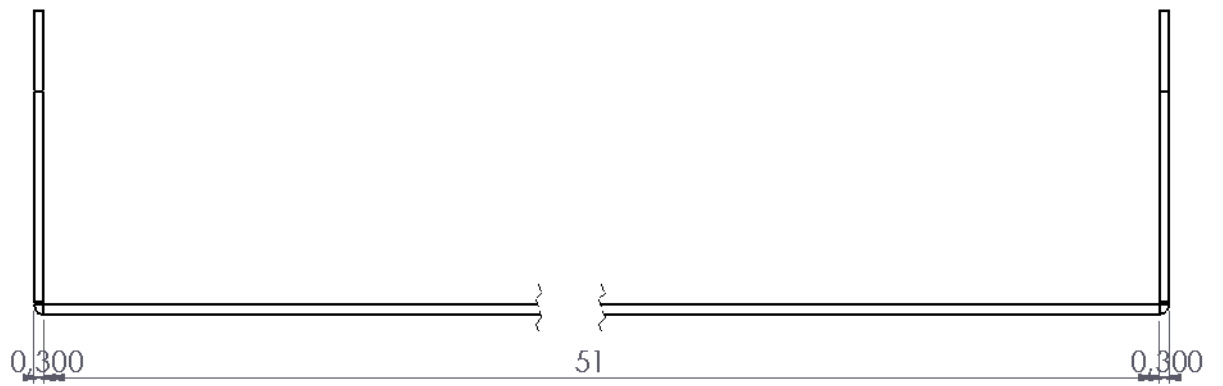


Figura 24. Carcasa inferior, Vista lateral



Medidas en centímetros.

**Figura 25. Carcasa inferior. Vista frontal**



Medidas en centímetros.

**Figura 26. Carcasa inferior, Desarrollo**

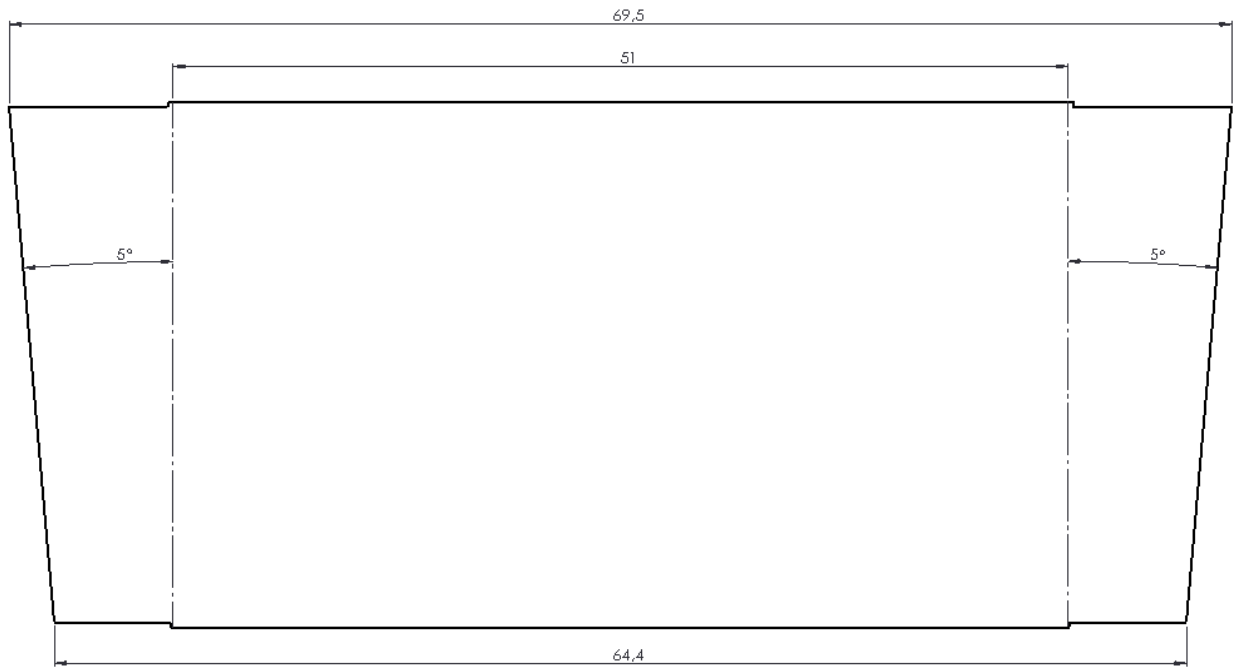
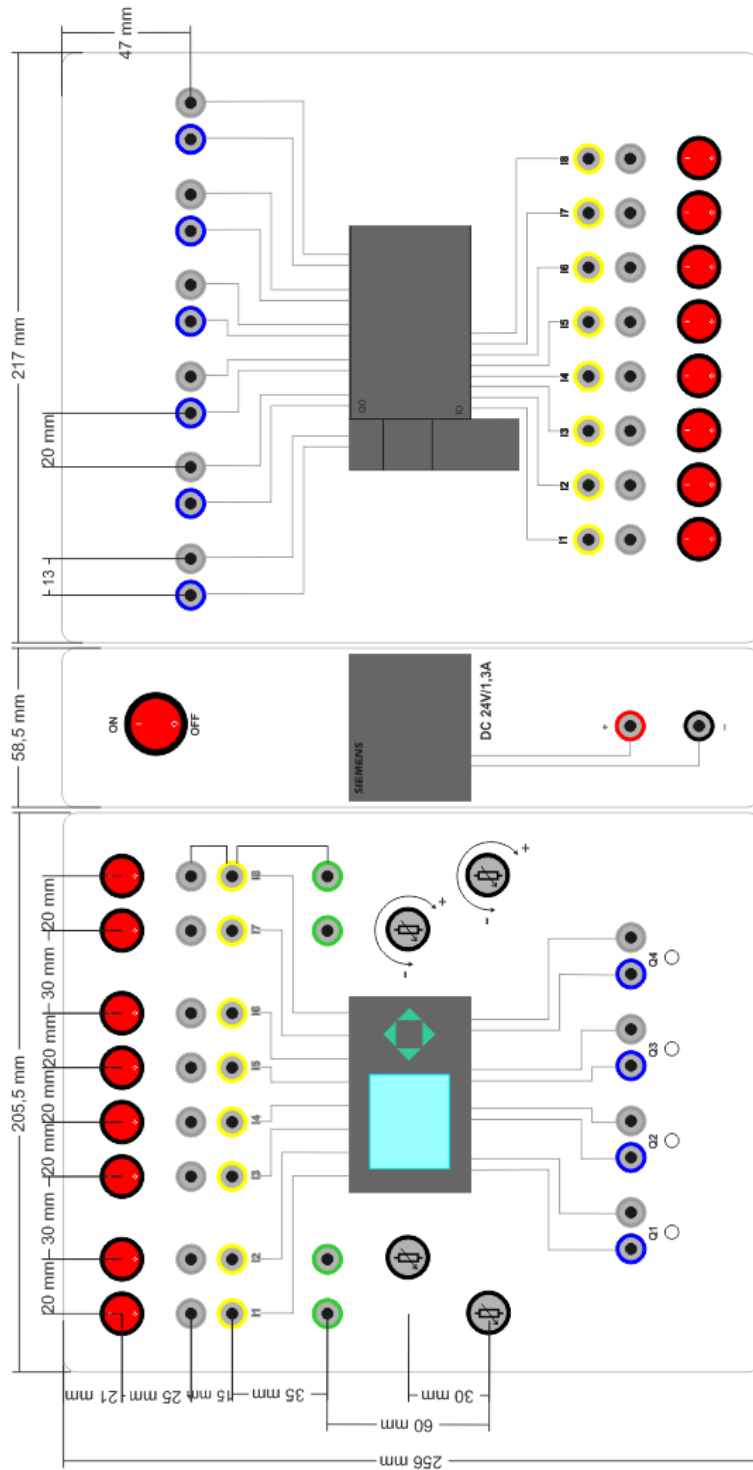
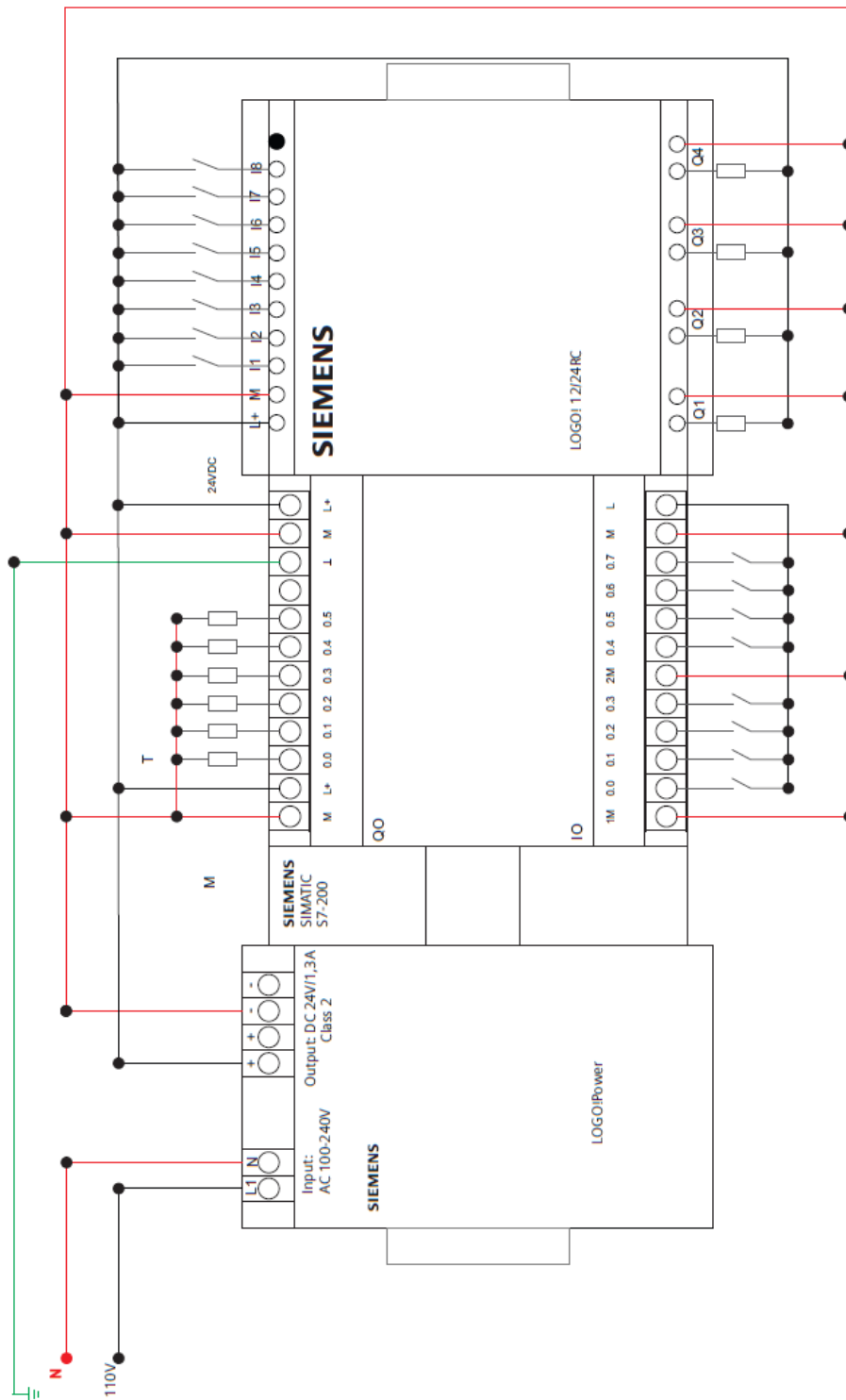


Figura 27. Carcasa superior, Ubicación espacial



Medidas en centímetros.

Figura 28. Diagrama unifilar de conexión eléctrica



Fuente: Roger Alfonso Román, 2011

6.3.2 Modelo funcional

Figura 29. Carcasa superior modelo funcional.

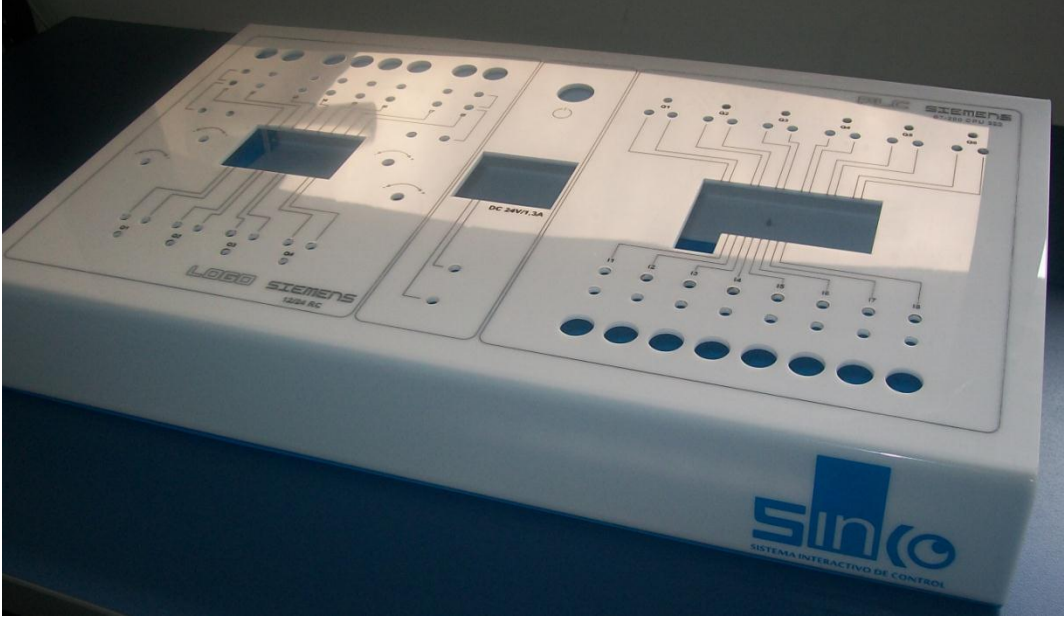


Figura 30. Carcasa inferior



Figura 31. Montaje y cableado

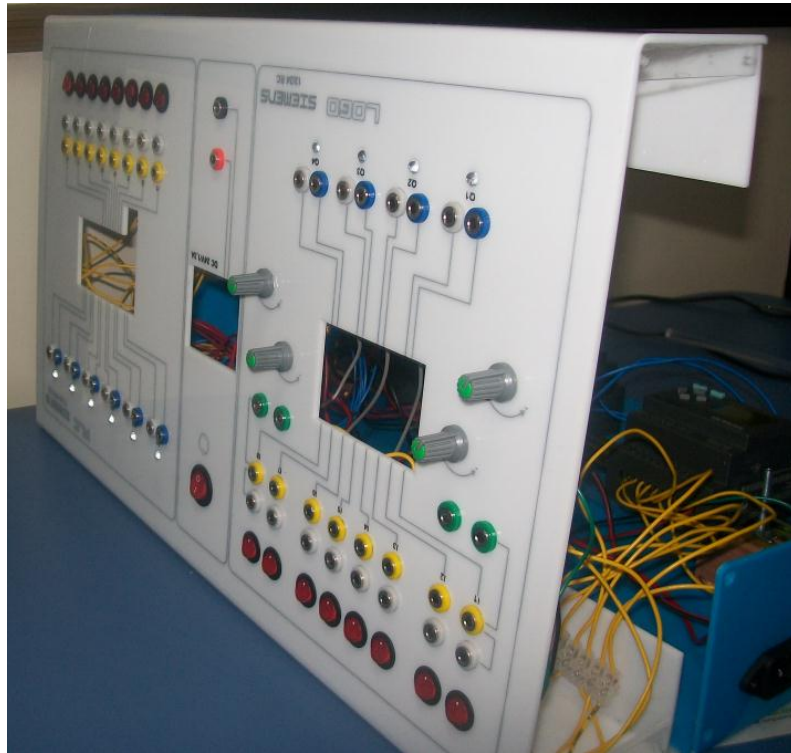


Figura 32. "SINCO"



**Figura 33. Modelo funcional**



## **6.4 MANUAL DE USO**

### **INTRODUCCIÓN**

Los autómatas programables son herramientas que permiten optimizar el funcionamiento de tareas ejercidas por maquinaria y dispositivos de diversos tipos, ayudando a realizar labores de control, monitoreo, sincronización, evaluación de procesos de fabricación y administración instalaciones comerciales y residenciales. Dicha optimización se ve reflejada a través de diversos factores de tipo económico, espaciales, de seguridad, flexibilidad, calidad de acabados y en tiempos de ejecución.

Los autómatas programables nacen de la necesidad de sustituir técnicas y reducir equipos utilizados en la automatización de procesos, para de esta manera hacer más eficientes el uso de los recursos a disposición, además de ello tienen como finalidad que las funciones del operario sean más sencillas, con la parte de

supervisión y monitoreo del proceso a través de la interfaz entre hombre maquina (HMI).

## **MARCO TEÓRICO GENERAL.**

### **Autómata programable o PLC (controlador lógico programable).**

EL PLC es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada/salida digitales y analógicas, varios tipos de máquinas o procesos. De una manera general, podemos definir al controlador lógico programable a toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control.

Las autómatas programables dadas las ventajas que ofrecen en el control, monitoreo y ejecución de procesos, son utilizados e implementados en una gran variedad de sectores entre los que podemos encontrar:

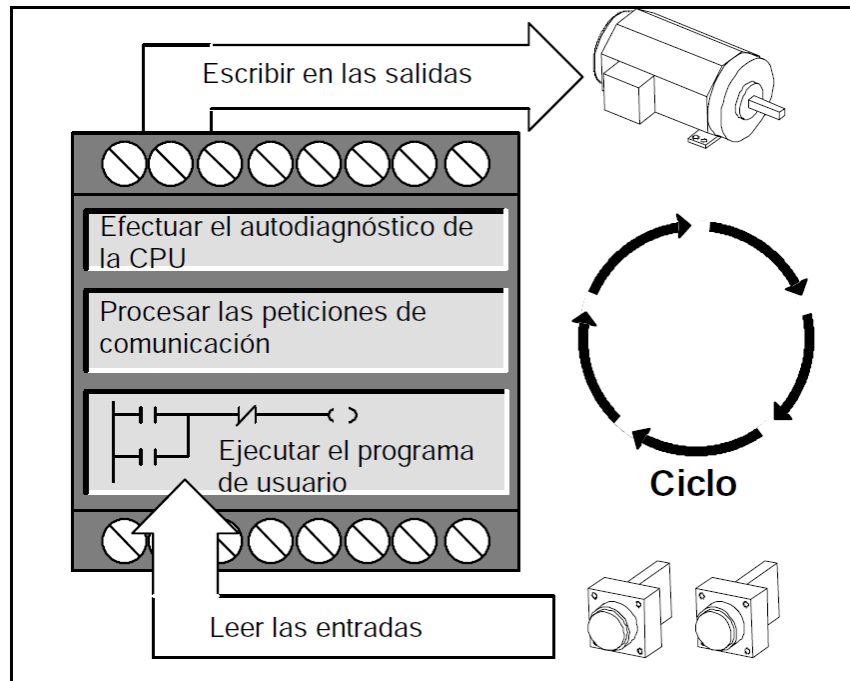
- Sector automotriz.
- Maquinas herramientas.
- Sistemas de movimiento y almacenaje.
- Sistemas de inspección.
- Industrias de alimentos.
- Plantas químicas y petroquímicas.
- Robots industriales.
- Servicios comerciales y residenciales.

## **Funcionamiento básico.**

El autómata programable funciona de manera cíclica ejecutando las tareas de una forma repetitiva, cada ciclo se compone de las siguientes etapas:

- **Lectura de entradas:** por medio del módulo de entradas se recibe la información necesaria para la ejecución de las instrucciones programadas y ésta es grabada en la PAE (imagen de proceso de entradas), dicha información proviene de sensores encargados de captar las magnitudes físicas o por medio de indicaciones enviadas directamente por el operador.
- **Ejecución lógica del programa:** el PLC basado en la información recibida por medio de las entradas y en la lógica que ha sido programada en la CPU del autómata, realiza la ejecución de las operaciones del programa y guarda los valores resultantes en las áreas de memoria destinadas para tal fin.
- **Procesar peticiones de comunicación:** se procesan los mensajes recibidos por el puerto de comunicación o de los módulos inteligentes.
- **Efectuar autodiagnóstico de la CPU:** comprueba el correcto funcionamiento de los módulos de ampliación y del programa que se ejecuta en la CPU.
- **Escritura de salidas:** Una vez el programa lógico ha sido ejecutado las instrucciones de salida que controlaran el funcionamiento de actuadores y preactuadores son inscritas la PAO (imagen de proceso de salidas).

Figura 34. Proceso de salidas del PLC



Fuente: <http://siemens.com>

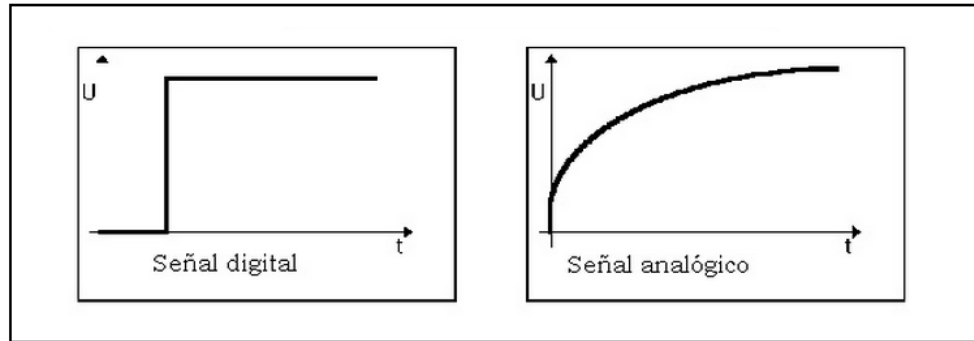
Los autómatas programables manejan dos clases de señales:

**Analógicas:** trabajan con señales continuas que pueden variar dentro de un rango determinado, es decir pueden tomar cualquier valor dentro de un conjunto específico.

**Digitales:** manejan señales de todo o nada, es decir señales binarias las cuales pueden solo pueden tomar dos estados.

- Estado 1= presencia de tensión (interruptor encendido **ON**).
- Estado 2= no hay tensión (interruptor apagado **OFF**).

**Figura 35. Diagrama de señal digital y analógica.**



### Tablas de verdad

Ayudan a establecer el resultado de operaciones lógicas que son esquematizadas por medio del algebra booleana la cual es basada en lógica de conjuntos cuyo dominio son valores binarios "1" ó "0".

*Las principales operaciones lógicas son: AND, OR, NOT.*

**Tabla 6. Operación lógica**

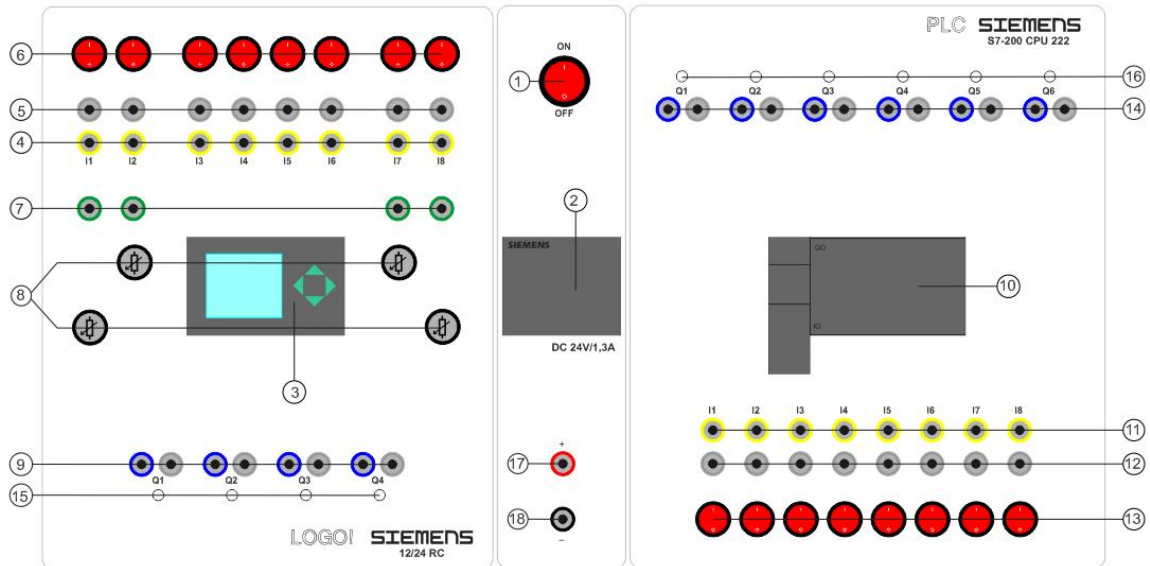
OPERACIÓN LÓGICA		
Entradas		Resultado
Nombre variable 1	Nombre variable 2	Nombre salida
valor binario 1	valor binario2	valor binario 3
valor binario 4	valor binario5	valor binario 6

#### 6.4.1 Características técnicas

Voltaje de entrada:	110-240V AC
Intensidad de corriente:	0,7 a 0,35 A
Frecuencia:	50/60 Hz
Temperatura máxima de funcionamiento:	55°
Voltaje de salida:	24 V DC 1,3 A

#### 6.4.2 Estructura del módulo

Figura 36. Estructura del equipo



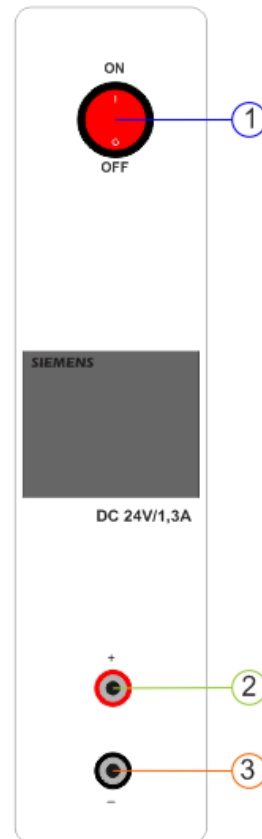
- 1 Interruptor de Encendido/Apagado
- 2 Fuente de poder del módulo (LOGO POWER DC 24V/1,3A)
- 3 LOGO Siemens 12/23RC
- 4 Entradas, LOGO
- 5 Puertos de conexión a entradas digitales, LOGO
- 6 Interruptores activadores de entradas digitales, LOGO
- 7 Puertos de conexión a entradas analógicas, LOGO
- 8 Potenciómetros activadores de entradas analógicas, LOGO
- 9 Salidas a relé, LOGO
- 10 PLC Siemens S7-200 CPU 222
- 11 Entradas, PLC
- 12 Puertos de conexión a entradas digitales, PLC
- 13 Interruptores activadores de entradas digitales, PLC
- 14 Salidas a relé. PLC
- 15 Leds indicadores de activación de las salidas, LOGO
- 16 Leds indicadores de activación de las salidas, PLC
- 17 Puerto de conexión a positivo

18 Puerto de conexión a negativo

#### 6.4.2.1 Fuente de poder del módulo

Figura 37. Componentes fuente de poder

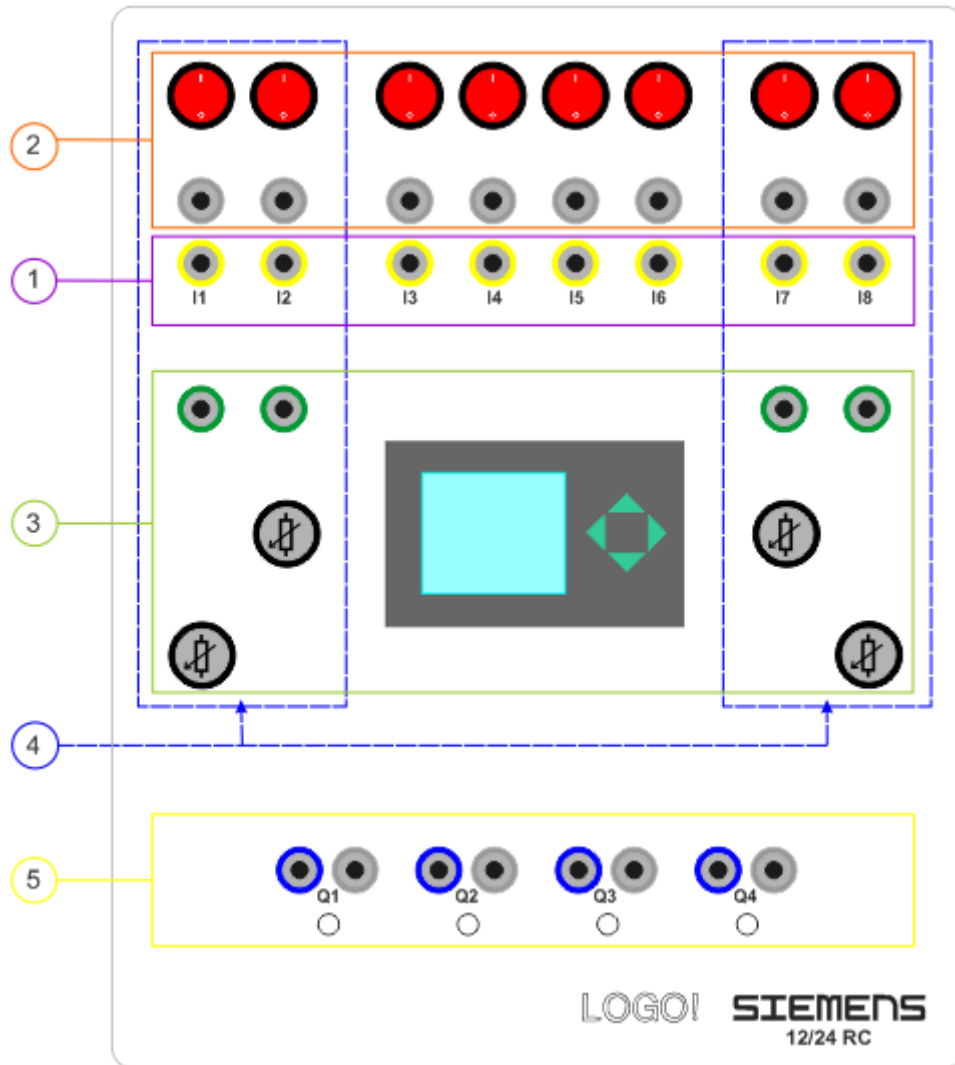
1. Interruptor de Encendido/Apagado
2. Puerto de conexión a positivo
3. Puerto de conexión a negativo



***Nota: para encender o apagar el modulo oprima el interruptor (1)***

#### 6.4.2.2 Entrenador LOGO

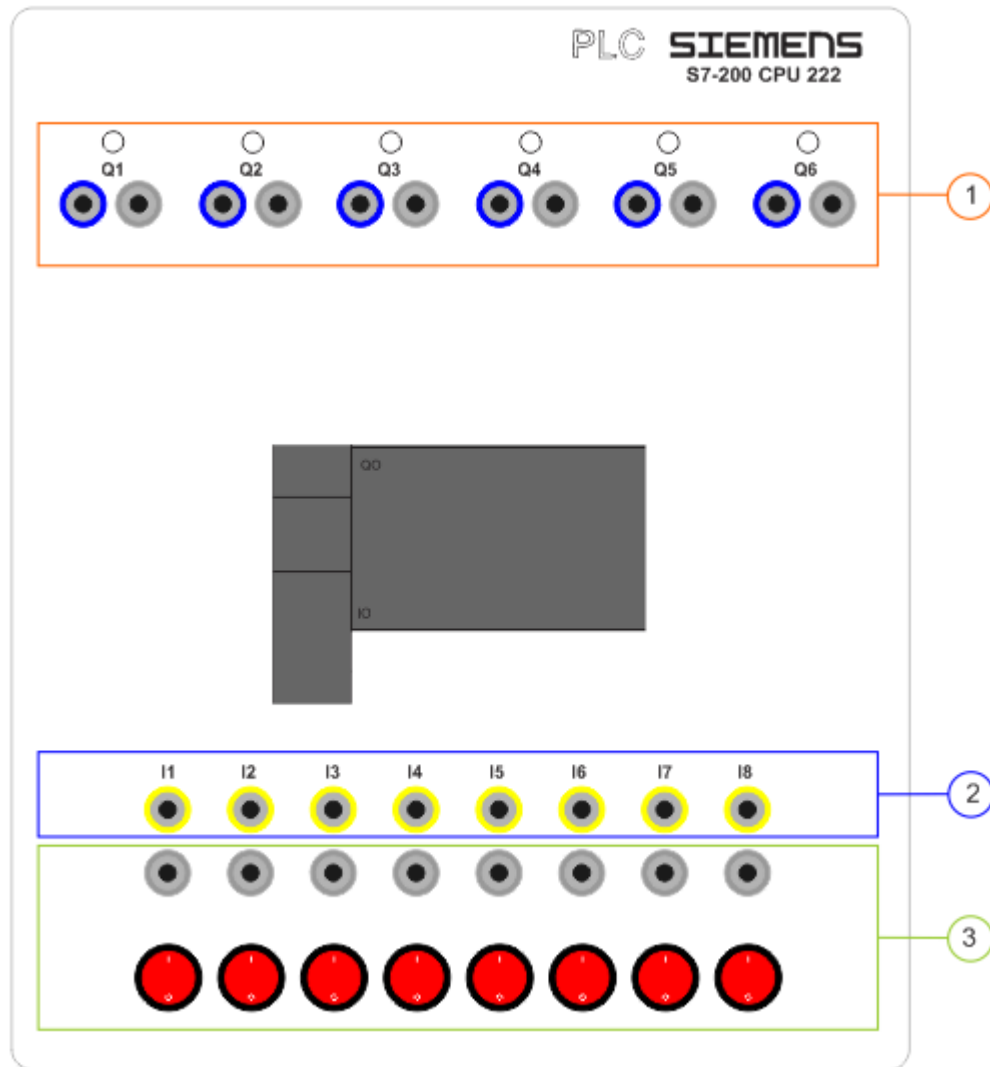
Figura 38. Componentes del entrenador LOGO



- 1 Entradas.
- 2 Puertos de conexión e interruptores de activación de entradas digitales.
- 3 Puertos de conexión y potenciómetros de activación de entradas analógicas.
- 4 Entradas analógicas/digitales.
- 5 Salidas y leds como testigo de activación.

#### 6.4.2.3 Entrenador PLC S7-200

Figura 39. Componentes entrenador PLC



- 1 Entradas.
- 2 Puertos de conexión e interruptores de activación de entradas digitales..
- 3 Salidas y leds como testigo de activación

## COMO FUNCIONAN LAS ENTRADAS EN EL MÓDULO

¿Qué es una entrada?

En teoría de control, las entradas de un sistema son las señales o estímulos que alimentan a éste y que pueden ser alteradas por éste.

Las entradas tanto del LOGO como del PLC son energizadas por la fuente de energía (LOGO power) a 24V, en el módulo cuentan con 8 puertos de conexión. Los tipos de conexión que se pueden realizar a las entradas son:

- **Entradas externas** (I1,I2,I3,I4,I5,I6,I7,I8)

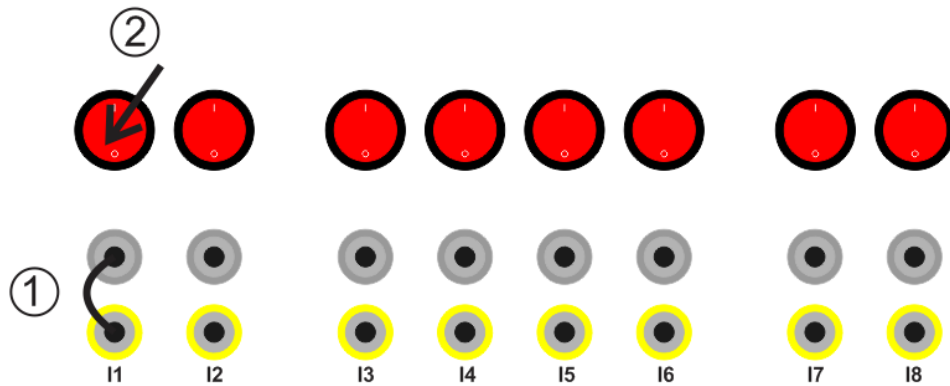
Este tipo de entrada que se conecta directamente al autómata, es decir dispositivos externos al módulo como pueden ser luces, sensores, motores, pulsadores y otros elementos electrónicos que se desempeñan como señales activadoras del sistema. Las llamadas entradas externas del módulo son las conexiones relacionadas directamente con el LOGO.



- **Entradas Digitales** (I1,I2,I3,I4,I5,I6,I7,I8)

Las entradas *digitales* se caracterizan por presentar dos estados diferenciados: presencia (1) o ausencia de señal (0). El estado en el que se encuentran las entradas se puede visualizar mediante el piloto luminoso de los interruptores, que se encienden cuando la entrada está activada.

Figura 41. Secuencia de uso de las entradas digitales



### **Modo de uso**

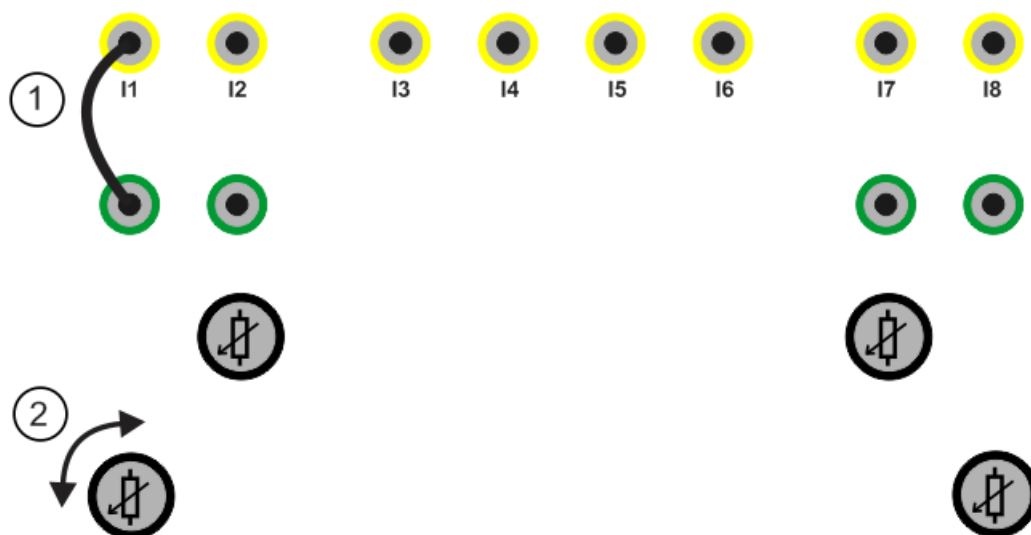
1. Conecte el puerto de entradas externas (amarillo) con el puerto de entradas digitales (gris), por medio de conectores terminal tipo banana.
2. Pulse el interruptor para activar o desactivar la entrada a usar.

**Nota:** para activar las entradas digitales es obligatorio realizar esta relación entre puertos, de no hacer el contacto entre ellas la entrada enciende el testigo de activado pero el autómata no recibe ningún tipo de señal de entrada, ya que el circuito de activación no se ha completado (cerrado).

- **Entradas analógicas** (I1, I2, I7, I8) disponibles únicamente en el LOGO

Las Entradas analógicas tienen como función la conversión de una magnitud analógica (tensión o corriente) equivalente a una magnitud física (temperatura, presión, grado de acidez, etc.) en una expresión binaria. Esto se realiza mediante convertidores analógico-digitales

Figura 42. Secuencia de uso de las entradas analógicas



### **Modo de uso**

1. Conecte los el puerto de entradas externas (amarillo) con el puerto de entradas analógicas (verde), por medio de conectores terminal tipo banana.
2. Gire el potenciómetro para activar o desactivar la entrada a usar.

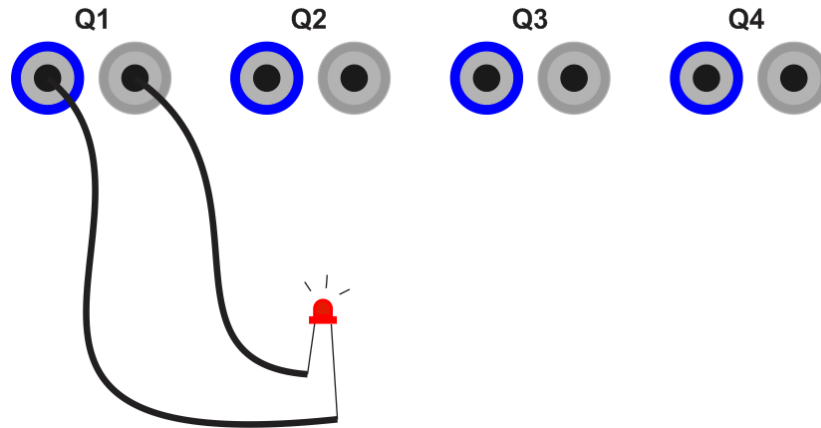
**Nota:** para activar las entradas analógicas es obligatorio realizar esta relación entre puertos, de no hacer el contacto entre ellas la entrada el potenciómetro puede ser manipulado pero el autómata no recibe ningún tipo de señal de entrada, ya que el circuito de activación no se ha completado (cerrado).

### **SALIDAS**

Una salida es la respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implicaba la entrada.

Cada una de las salidas está compuesta por dos puertos, uno azul, el cual se encuentra comunicado directamente con el PLC, y uno gris, que es el encargado de energizar la salida.

Figura 43. Secuencia de uso de las salidas



**Modo de uso:**

Use conectores tipo banana con terminales caimán para fácil manejo de salidas externas, véase la figura.

### 6.4.3 EJERCICIOS DE APLICACIÓN EN EL SISTEMA “SINCO”

#### PRÁCTICA 1.

**Tema:** reconocimiento físico de los elementos por los que están conformados los autómatas programables S7-200(CPU 222) y LOGO12/24 RC de Siemens.

**Objetivos:**

- identificar cada uno de las partes que conforman a los autómatas S7-200 CPU 222 y LOGO12/24 RC de Siemens.
- Explicar la función de los elementos que componen la estructura de los autómatas S7-200 CPU 222 y LOGO12/24 RC de Siemens.
- Determinar el tipo de entradas que manejan los autómatas pertenecientes al sistema.

- Indicar la metodología utilizada para transferir un programa de prueba a los autómatas S7-200 CPU 222 y LOGO 12/24 RC de Siemens.

### **Planteamiento:**

En esta práctica se conocerán las características generales de los autómatas empleados en el módulo interactivo en el cual se desarrollaran las prácticas de programación, manipulación, comunicación y funcionamiento de los autómatas S7-200 CPU 222 LOGO12/24 RC de Siemens por parte del estudiante.

### **Metodología:**

1. Reconocimiento de los elementos que componen el autómata LOGO12/24 RC de Siemens.
  - Entradas digitales y analógicas.
  - Panel de control.
  - Pantalla LCD.
  - Puerto de comunicación.
  - Borneras de alimentación.
2. Realizar un diagrama de conexión del cableado del autómata LOGO 12/24RC de Siemens.
3. Transferir un programa de prueba al autómata por medio del puerto de conexión frontal.
4. Reconocimiento de los elementos que componen al autómata S7-200 CPU 222 de Siemens.
  - Borneras de alimentación.
  - Entradas.

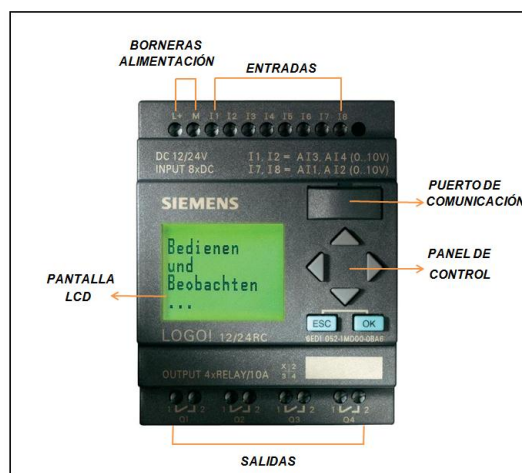
- Salidas
  - Selector de modo.
  - Leds indicadores de estado de entradas y salidas.
  - Puerto de comunicación.
5. Realizar un diagrama de conexión del cableado del autómata PLC S7-200 de Siemens.
  6. Determinar tipo de entradas y salidas que proporciona el autómata S7-200 CPU 222 de Siemens.
  7. Transferir un programa de prueba del PC al autómata por medio del puerto de comunicación.

Especificar las características principales de la fuente de alimentación utilizada para los autómatas S7-200 CPU 222 y LOGO12/24 RC de Siemens.

## DESARROLLO

### 1. Partes del LOGO

Figura 44. Estructura del LOGO

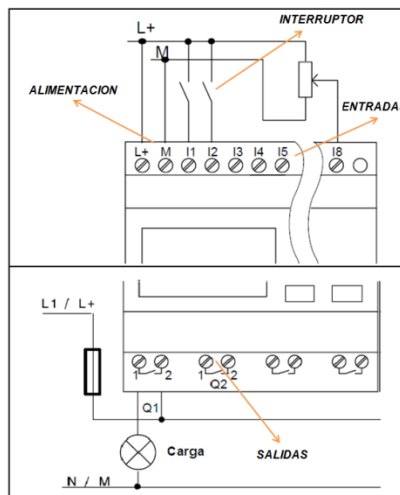


Fuente: <http://www.siemens>, modificado por el autor.

EL LOGO 12/24 RC de siemens cuenta con la posibilidad de utilizar las entradas I1, I2, I7, I8 como entradas de señal digital o analógica dependiendo la nomenclatura y utilización dentro del programa realizado por el usuario.

## 2. Conexión LOGO 12/24 RC Siemens.

Figura 45. Diagrama de conexión LOGO



Fuente: Manual siemens 2009, modificado por el autor

## 3. Tipos de entradas y salidas del LOGO

El LOGO12/24 de Siemens cuenta con 4 entradas que pueden cumplir con la doble funcionalidad de ser digitales o analógicas, su funcionamiento depende de su uso dentro del programa. En el caso de utilizarse como entradas digitales la nomenclatura será **I1, I2, I3, I4** y para entradas analógicas AI1, AI2, AI3, AI4.

Para los contadores es recomendable usar las entradas rápidas I5, I6.

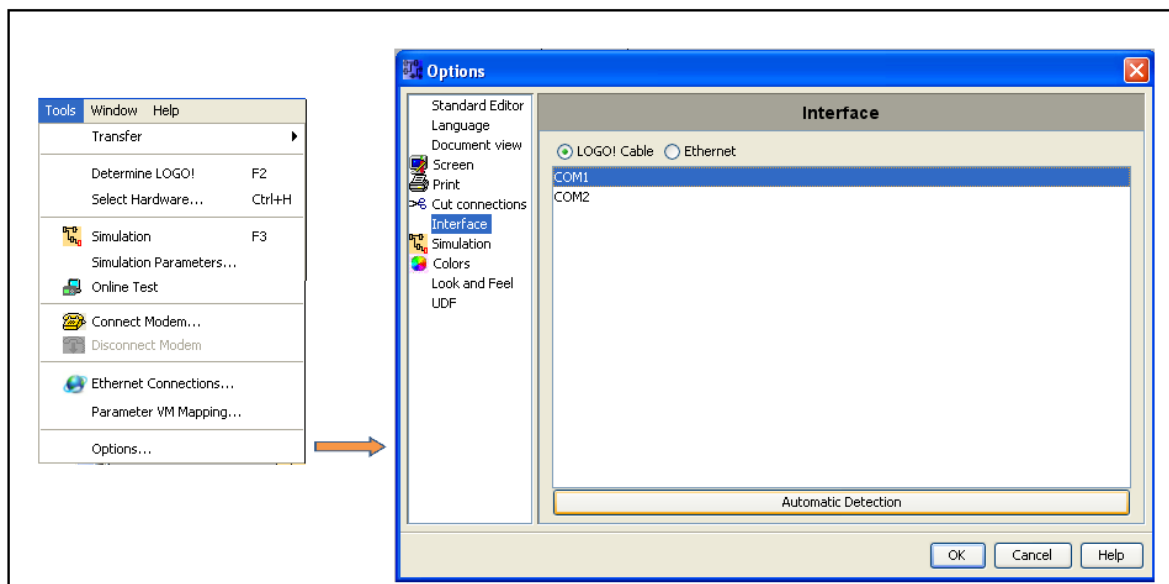
Éste autómata cuenta con 4 salidas tipo relé con una capacidad hasta de 10A las cuales están libres del tensión de alimentación y de las entradas.

En el caso de necesitar más entradas o salidas es posible aumentar su disposición por medio de módulos de ampliación, los cuales se encuentran en el mercado en diferentes configuraciones según sean las necesidades del proceso a controlar debe ser seleccionado por el usuario.

#### 4. Comunicación y transferencia de programas entre el PC y el autómata LOGO12/24 RC.

- Para realizar la comunicación entre el autómata LOGO12/24 RC y el PC es necesario contar con un cable PPI con numero de referencia 6ED1057-1AA00-0BA0 o 6ED1050-1AA00-0AE5.
- Se realiza la conexión por medio del cable PPI entre el PC y el puerto de comunicación frontal del autómata LOGO12/24 RC.
- En el programa LOGO Soft Comfort V 7.0 se realiza la configuración de la interfaz para que sea posible el reconocimiento y comunicación entre el autómata LOGO12/24 RC y el PC.

**Figura 46. Interfaz de transferencia de programas LOGO**



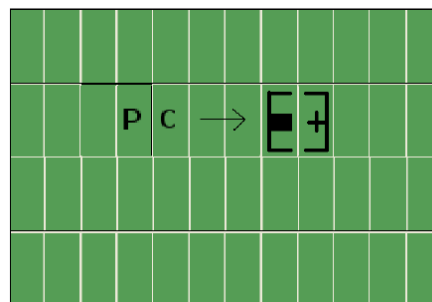
Una vez abierto el programa LOGO Soft comfort se realizan los siguientes pasos para acceder a la ventana de configuración de interfaz:

- Nos ubicamos en la barra de menús.
- Seleccionamos la pestaña de herramientas.
- Se realiza clic sobre la pestaña opciones.
- Se escoge la opción interfaz.
- En el icono de detección automática se realiza clic.

**NOTA: en caso de que el programa no detecte automáticamente la comunicación entre el autómeta y el PC, apague y vuelva a encender el autómeta realizando de nuevo el procedimiento anteriormente descrito.**

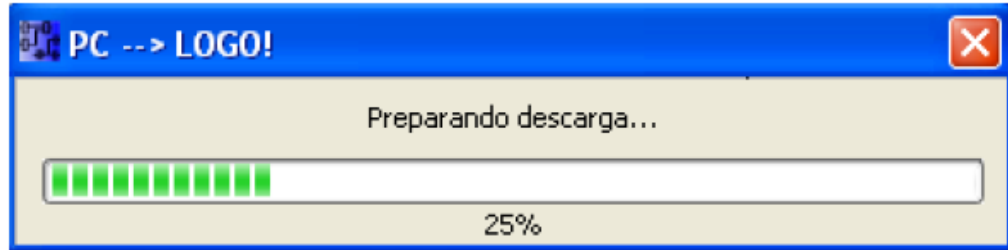
- Para realizar la transferencia de programas al autómeta es necesario que esté se encuentre en modo stop. Esta acción se puede realizar por medio del panel de mando ubicado en la parte frontal del autómeta, o directamente por medio del programa LOGO Soft Comfort a través del ícono que se encuentra en la barra de herramientas estándar.
- En la barra de herramientas estándar se encuentra ubicado el icono que permite la transferencia de programas del PC al autómeta o viceversa. Una vez seleccionada esta opción de visualizará en la pantalla LCD de LOGO 12/24 RC la siguiente imagen.

**Figura 47. Icono de transferencias de programas del PC al LOGO**



Por medio del monitor del computador se visualiza el proceso de transferencia del programa.

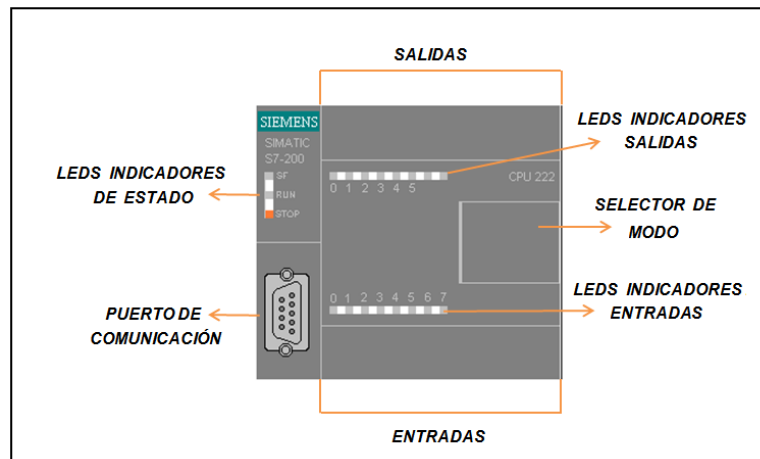
Figura 48. Indicador de proceso de transferencia del programa



Para que el programa corra el autómata debe estar en modo START

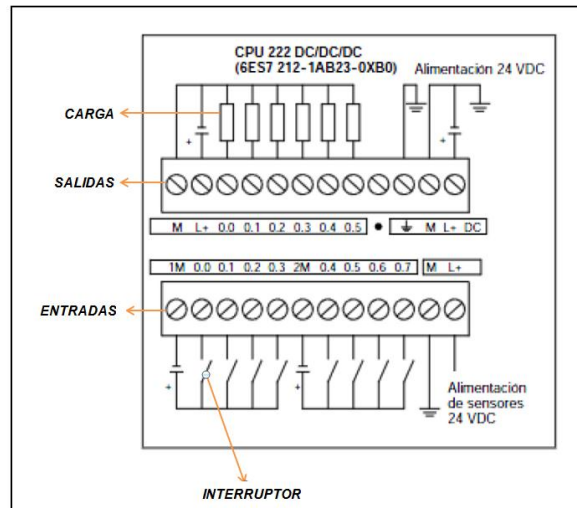
## 5. Partes del PLC S7-200

Figura 49. Estructura del PLC S7-200



## 6. Conexión PLC S7-200 Siemens.

Figura 50. Conexión S7-200 CPU 222 Siemens.



Fuente: Manual siemens 2009, modificado por el autor

## 7. Tipo de entradas y salidas del PLC S7-200 de siemens

- El autómata **S7-200 CPU 222** tiene a disposición 8 entradas digitales las cuales toman los siguientes valores lógicos

**Estado lógico 1**= HIGH cuando la entrada cuenta con una tensión entre 15 VDC y 24VDC 2.5 mA.

**Estado lógico 0**= LOW cuando la entrada se encuentra en un rango de tensión menor a 15 VDC a 1 mA.

Al no contar con entradas analógicas existe la posibilidad de incorporarlas por medio de módulos de ampliación analógicos que son ensamblables a la CPU.

El autómata s7-200 CPU 222 cuenta con 6 salidas digitales integradas tipo transistor ofreciendo una intensidad nominal por salida de 0.75 A.

- El PLC **S7-200 Siemens** cuenta con 8 entradas digitales que toman los siguientes valores lógicos.

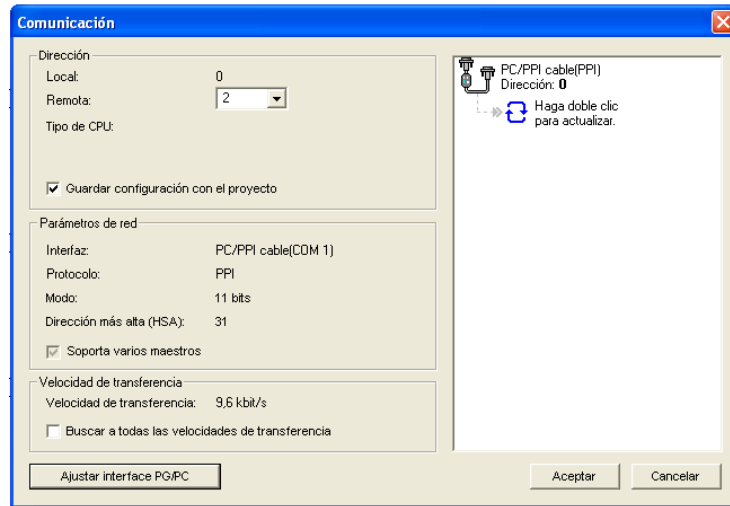
**Estado lógico 1= HIGH** adoptan este valor cuando en la entrada se cuenta con una tensión superior a 12 VCC.

**Estado lógico 0=LOW** adopta este estado cuando en la entrada se cuenta con una tensión inferior a 5 VCC.

## 8. Comunicación y transferencia de programas entre el PC y el autómata PLC S7-200

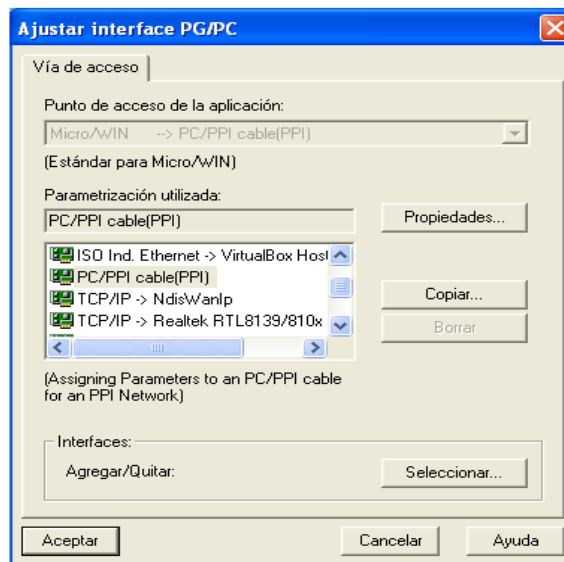
- Para establecer la comunicación entre el autómata S7-200 CPU 222 y el PC es necesario contar con el cable de programación PC/PPI (USB/RS485) sirve para conectar el PC al PLC S7-200. El cual se conecta por medio del puerto serial USB del computador.
- Los parámetros de comunicación deben ser configurados por medio del software Step Microwin, a través del icono de comunicación ubicado en la barra de navegación se accede a la ventana que permitirá establecer dichos parámetros.

Figura 51. Configuración de parámetros de comunicación PLC



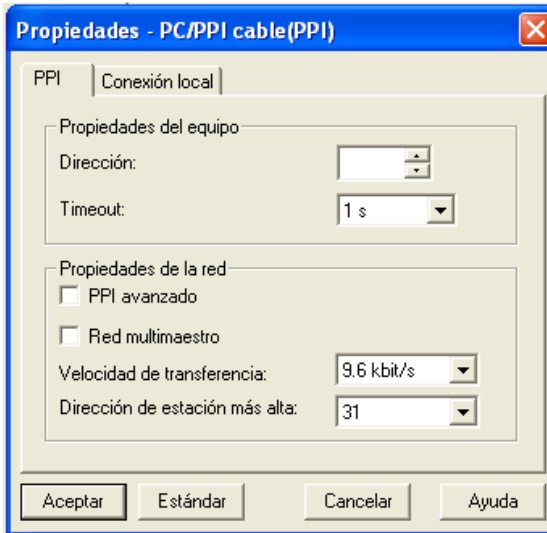
- En esta ventana es detectada la CPU que se encuentra conectada al PC realizando doble clic sobre el icono de actualizar.
- Es posible que aún no haya ajustado la interface de comunicación del PC, en este caso se hace clic en el icono ajustar interface PC y se selecciona la opción **PC/PPI CABLE PPI**.

Figura 52. Ajuste de interfaz de comunicación.



- Luego se selecciona las propiedades de **PC/PPI CABLE PPI** colocando la velocidad de transferencia en 9.6 kbit/s.

**Figura 53. Propiedades de velocidad de transferencia**



- Para la transferencia de programas el autómatas debe encontrarse en modo STOP es por ello que se recomienda que el selector de modo se encuentre en modo TERM y a partir del icono dispuesto en el software se pase a modo STOP.
- Luego de que ya ha sido comunicada la CPU con el autómatas y el programa se encuentre abierto en el Step 7 Microwin, se hace clic en el icono cargar en CPU y el programa será transferido del PC al autómatas.

Una vez transferido el programa, el software preguntara si desea cambiar el modo de funcionamiento del autómatas a **Run** para empezar con el funcionamiento del proceso realizado por el programa cargado al autómatas.

## **Práctica 2.**

**Tema:** conocimiento de los operadores lógicos AND OR y NOT

**Objetivos:**

- Identificar y entender funcionamiento de los operadores lógicos AND, OR y NOT
- Realizar un programa que ayude a comprender el uso de las operaciones lógicas dentro del software step 7 Microwin y LOGO Soft Comfort.
- Transferir los programas de prueba al módulo de automatización y realizar la simulación de los operadores lógicos AND, OR y NOT.
- Realizar las tablas de verdad para los operadores lógicos AND,OR y NOT .

**Planteamiento:**

Los operadores lógicos son aquellos que permiten desarrollar los programas, ya que mediante la combinación de éstos se pueden establecen las secuencias y características necesarias que debe poseer los programa de control que regularan el funcionamiento del autómeta y por tanto el del proceso.

Mediante el uso de los softwares Step 7 Microwin y LOGO Soft Comfort se debe establecer el uso de los operadores lógicos AND, OR y NOT, haciendo una simulación de éstos por medio del módulo interactivo, además de ello se debe realizar el siguiente programa de aplicación.

- En un pasillo el control de las luces esta dado de la siguiente forma; la luminaria (2) es la luz general del pasillo, la cual permanece encendida siempre y cuando no esté activada una de las luces principales. La luminaria 1(luz principal), enciende cuando se activa uno de los interruptores, y la luminaria 3(luz principal), se enciende cuando están activados los dos interruptores.

**Metodología:**

1. Realizar las tablas de verdad para los operadores lógicos AND, OR y NOT.
2. Efectuar los diagramas de escalera (KOP) y mostrar la estructura del diagrama de funciones (FUP) para cada uno de los operadores lógicos AND, OR y NOT.
3. Elaborar el programa solución para el problema propuesto.
4. Cargar en cada uno de los autómatas el programa respectivo y realizar la simulación en el módulo interactivo.

**Desarrollo:**

Ítems 1. y 2. Tablas de verdad para, diagramas de escalera (KOP) y estructura del diagrama de funciones (FUP) para cada uno de los operadores lógicos AND, OR y NOT.

- **Operador lógico AND**

Figura 54. Diagramas operador lógico AND

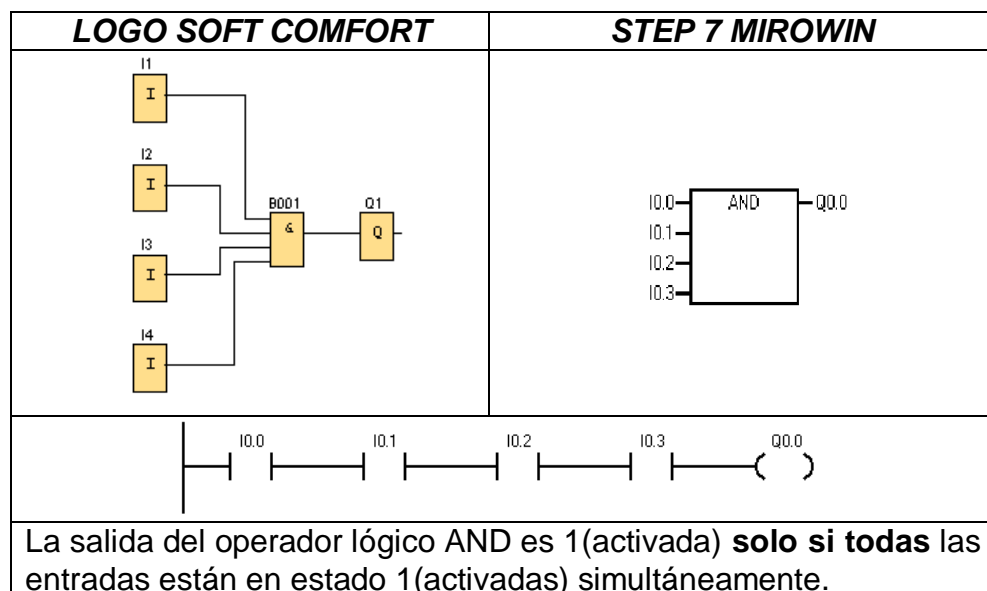


Tabla 7. Tabla de verdad operación lógica AND

AND				
I1	I2	I3	I4	Q1
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

- Operador lógico OR.

Figura 55. Diagramas operador lógico OR.

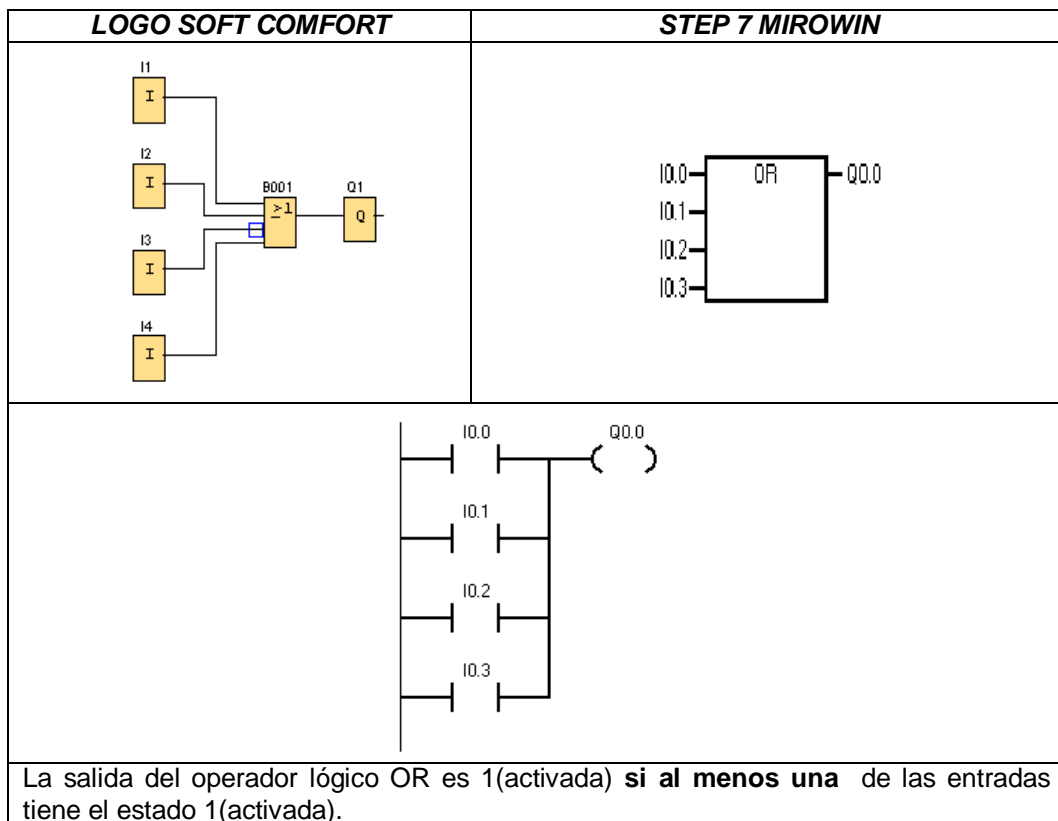


Tabla 8. Tabla de verdad operación lógica OR.

OR				
I1	I2	I3	I4	Q1
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

- Operador lógico NOT.

Figura 56. Diagramas operador lógico NOT.

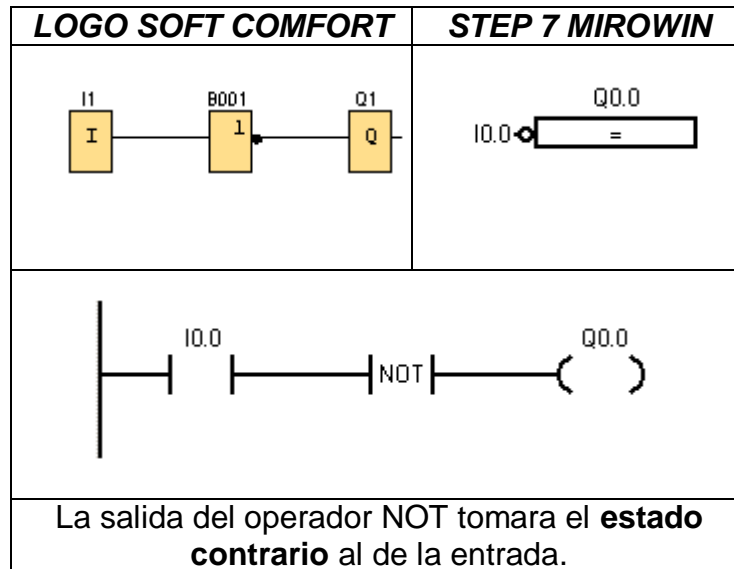


Tabla 9. Tabla de verdad operación lógica NOT

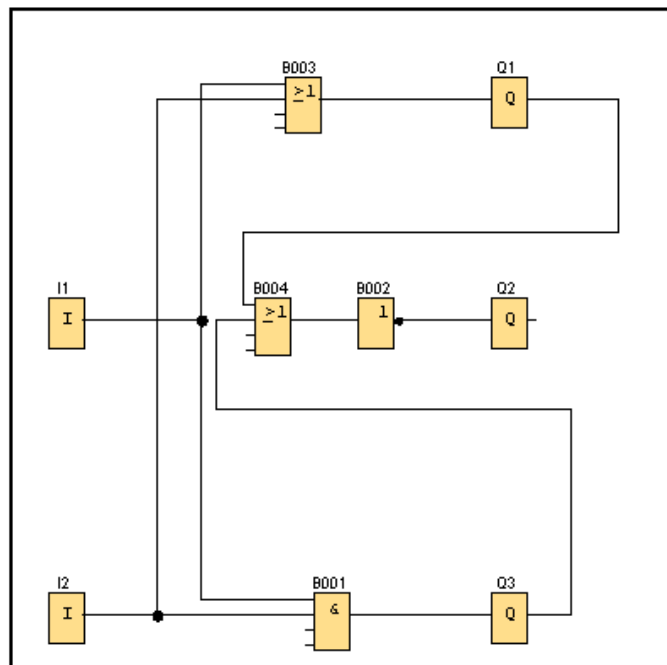
NOT	
ENTRADA	SALIDA
1	0
0	1

3. Solución al problema planteado.

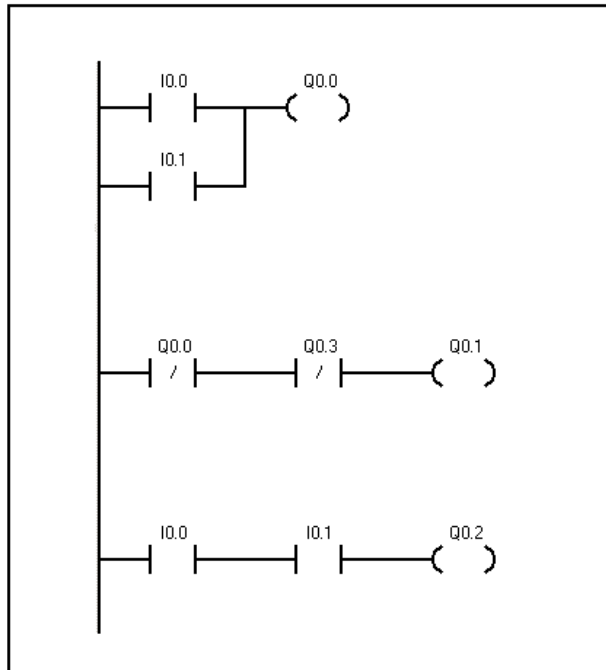
Tabla 10. Tabla de nomenclatura ejercicio práctica 2.

<i>NOMENCLATURA LOGO SOFT COMFORT</i>	<i>NOMENCLATURA STEP 7 MICROWIN</i>	<i>FUNCIÓN</i>
I1	I0.0	Interruptor 1
I2	I0.1	Interruptor2
Q1	Q0.0	Luminaria 1(luz principal)
Q2	Q0.1	Luminaria 2 (luz general pasillo )
Q3	Q0.2	Luminaria 3(luz principal)

Figura 57. Solución LOGO Soft Comfort. Práctica 2.



**Figura 58. Solución Step 7 Microwin.**



4. Para cargar en cada uno de los autómatas el programa realizado es necesario encender el modulo como se indica en la figura 37. Posteriormente se realiza la comunicación y transferencia entre PC y LOGO 24/12 RC ó PLC S7-200 como se desarrollo en la práctica 1 en los ítems 4 y 8 respectivamente.

Realizada la transferencia de la programación simulamos en el módulo el proceso planteado, para llevar a cabo esta actividad es necesario establecer las conexiones de las entradas a activar en el sistema (figura 41), los resultados de las acciones realizadas durante esta secuencia se verán reflejados por medio del led testigo de cada salida.

***Nota: el proceso puede variar dependiendo de la programación planteada por el usuario.***

### **Práctica 3.**

**Tema:** conocimiento de los operadores lógicos XOR(O exclusiva), NOR y NAND.

**Objetivos:**

- Identificar y entender funcionamiento de los operadores lógicos XOR(O exclusiva), NOR y NAD.
- Transferir los programas de prueba al módulo de automatización y realizar la simulación de los operadores lógicos NAND, NOR y XOR.

**Planteamiento:**

Cuando se trabaja con lógica booleana mediante el uso de operadores lógicos existe la posibilidad de usar el complemento lógico o negación. La negación más conocida es en la que un valor verdadero produce un valor falso o viceversa.

A través del software Step 7 Microwin y LOGO Soft Comfort se debe utilizar el concepto de los operadores lógicos complemento XOR(O exclusiva), NOR y NAND para realizar la simulación por medio del módulo interactivo

**Metodología:**

1. Establecer las tablas de verdad, diagrama de escalera y diagrama de funciones para cada una de las operaciones lógicas XOR(O exclusiva), NOR y NAND.
2. Programar cada uno de los operadores lógicos complemento XOR(O exclusiva), NOR y NAND mediante el software Step 7 Microwin y LOGO Soft Comfort.
3. Transferir el programa a cada uno de los autómatas para realizar la simulación pertinente en el módulo interactivo.

**Desarrollo**

**Ítems 1. y 2.** Tablas de verdad para, diagramas de escalera (KOP) y estructura del diagrama de funciones (FUP) para cada uno de los operadores lógicos XOR(O exclusiva), NOR y NAND.

- **Operador lógico NAND**

Figura 59. Diagramas operador lógico NAND.

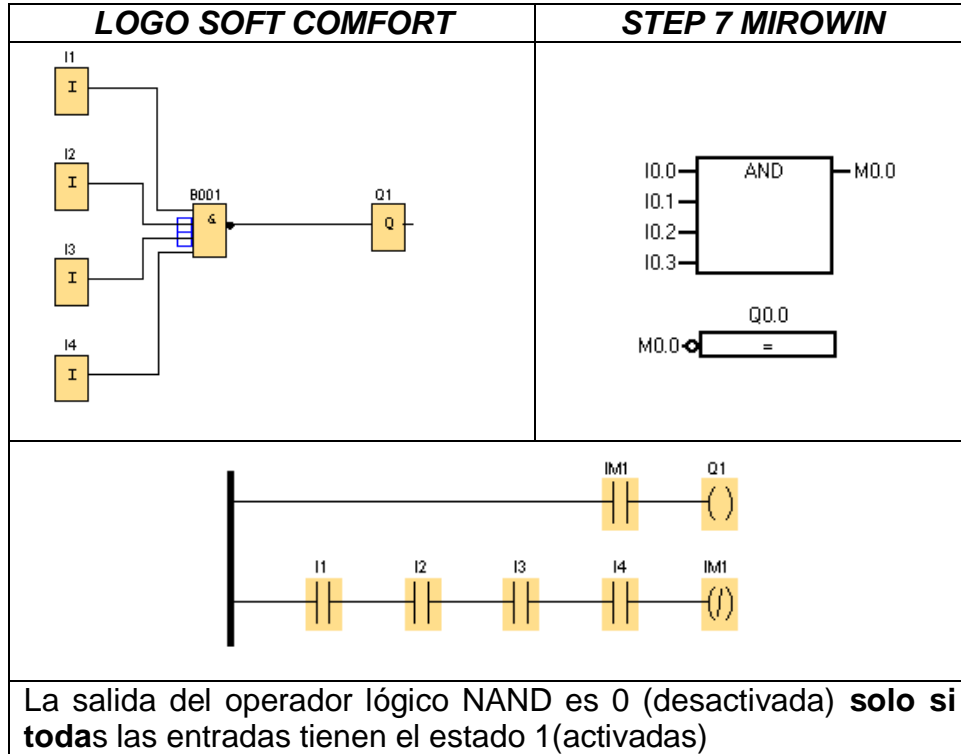


Tabla 11. Tabla de verdad operación lógica NAND.

NAND				
I1	I2	I3	I4	Q1
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

- **Operador lógico NOR**

Figura 60. Diagramas operador lógico NOR.

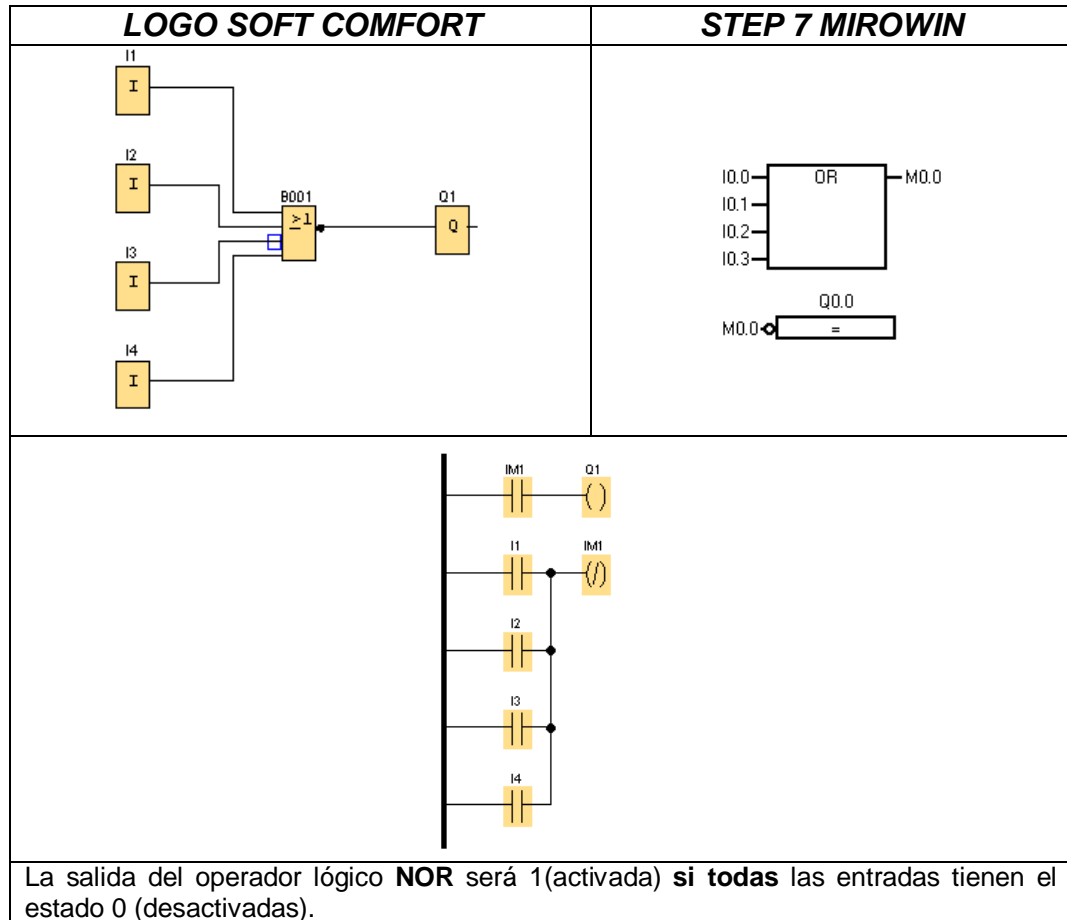


Tabla 12. Tabla de verdad operación lógica NOR.

NOR				
I1	I2	I3	I4	Q1
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

- Operador lógico XOR.

Figura 61. Diagramas operador lógico XOR.

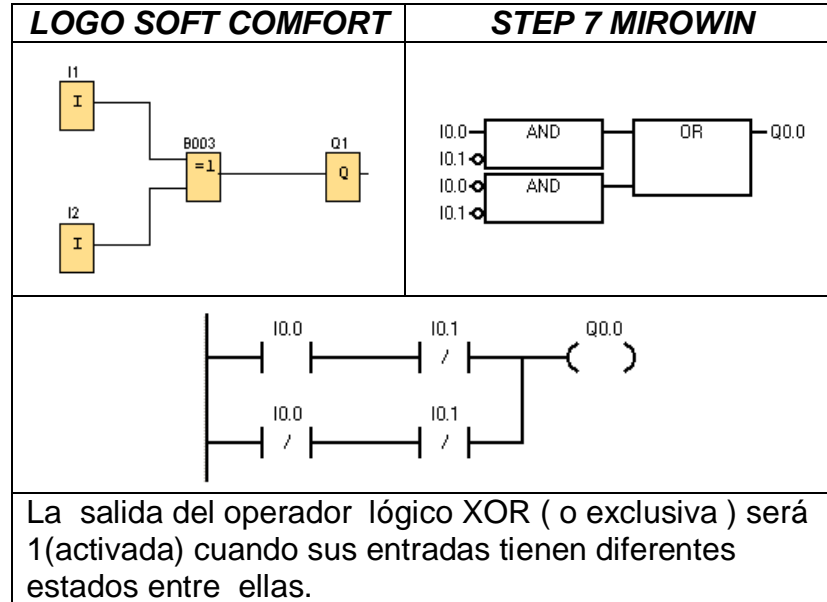


Tabla 13. Tabla de verdad operación lógica XOR.

XOR		
I1	I2	Q1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3. Para cargar en cada uno de los autómatas el programa realizado es necesario encender el modulo como se indica en la figura 37. Posteriormente se realiza la comunicación y transferencia entre PC y LOGO 24/12 RC ó PLC S7-200 como se desarrollo en la práctica 1 en los ítems 4 y 8 respectivamente.

Realizada la transferencia de la programación simulamos en el módulo el proceso planteado, para llevar a cabo esta actividad es necesario establecer las conexiones de las entradas a activar en el sistema (figura 41), los

resultados de las acciones realizadas durante esta secuencia se verán reflejados por medio del led testigo de cada salida.

***Nota: el proceso puede variar dependiendo de la programación planteada por el usuario.***

#### **Práctica 4.**

**Tema:** uso de temporizadores mediante secuencias de activación.

#### **Objetivos:**

- Conocer el funcionamiento de las diversas clases de temporizadores con que cuentan los softwares Step 7 Microwin y LOGO Soft Comfort.
- Realizar un programa de aplicación en el cual se aplique el concepto de programa secuencial y tiempos de retardo mediante temporizadores.
- Transferir el programa de aplicación a cada uno de los autómatas pertenecientes al módulo interactivo y realizar la simulación en éste.

#### **Planteamiento:**

Los temporizadores son funciones que nos permiten regular el tiempo en que sucede la conexión o desconexión de alguna función, operador lógico o bobina de encendido, se puede decir que los temporizadores funcionan como relés auxiliares en los cuales controlamos el tiempo en que se cierran sus contactos.

Mediante el uso de los temporizadores se pueden realizar secuencias en las cuales se controle el tiempo de activación o desactivación de los actuadores que posee el proceso. A continuación se plantean dos problemas en los cuales se hace necesario el uso de temporizadores para cumplir con los requerimientos solicitados.

- A.** Realizar una secuencia de 4 luces (a,b,c,d) las cuales se encienden de la siguiente forma: activando un pulsador(1) se inicia la secuencia , cada luz permanece encendida durante 3s, y se apaga al término de este lapso, de tal modo que al dar inicio al sistema se enciende la luz (a) la cual permanece activada durante 3s, transcurrido este tiempo se apaga y se enciende la luz (b), se repite la misma secuencia de la luz anterior, y así sucesivamente hasta completar el ciclo. Al término de este inicia de manera automática un nuevo ciclo el cual se detiene al ser desactivado por el pulsador (2).
- B.** El encendido de dos motores está controlado por un sensor de luz, el cual los activa cuando se oculta el sol y los desactiva cuando éste vuelve a salir.

El funcionamiento de los motores es de la siguiente manera: el sensor de luz al percibir la ausencia del sol enciende el motor(a), 5s después arranca el motor (b), los motores permanecen encendidos de modo simultáneo hasta que el sensor recibe la luz del sol.

### **Metodología:**

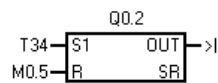
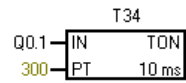
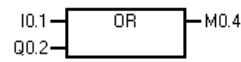
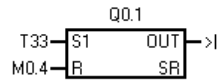
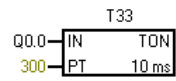
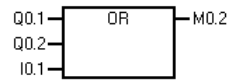
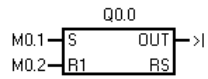
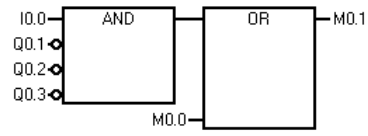
1. Mediante el uso de temporizadores plantear el desarrollo de los programas propuestos en los softwares Step Microwin y LOGO Soft Comfort en lenguaje KOP (diagrama de escalera) y FUP (diagrama de funciones).
2. Realizar la simulación de los dos problemas propuestos en los autómatas LOGO 12/24 RC Siemens y S7-200 CPU 222 pertenecientes al módulo interactivo.

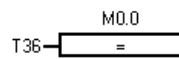
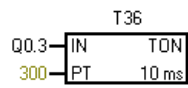
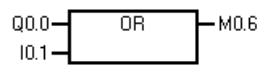
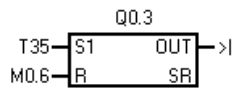
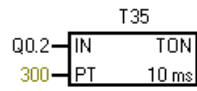
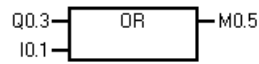
### **Desarrollo**

- 1A.** Desarrollo de los programas propuestos en los softwares Step Microwin y LOGO Soft Comfort en lenguaje KOP (diagrama de escalera) y FUP (diagrama de funciones).



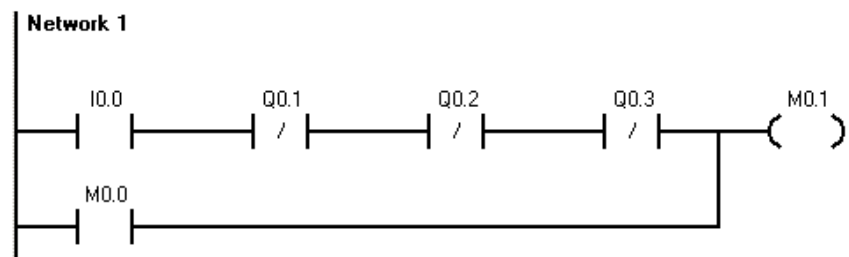
**Figura 63. Diagrama de funciones (PLC) ítem 1A. Práctica 4.**

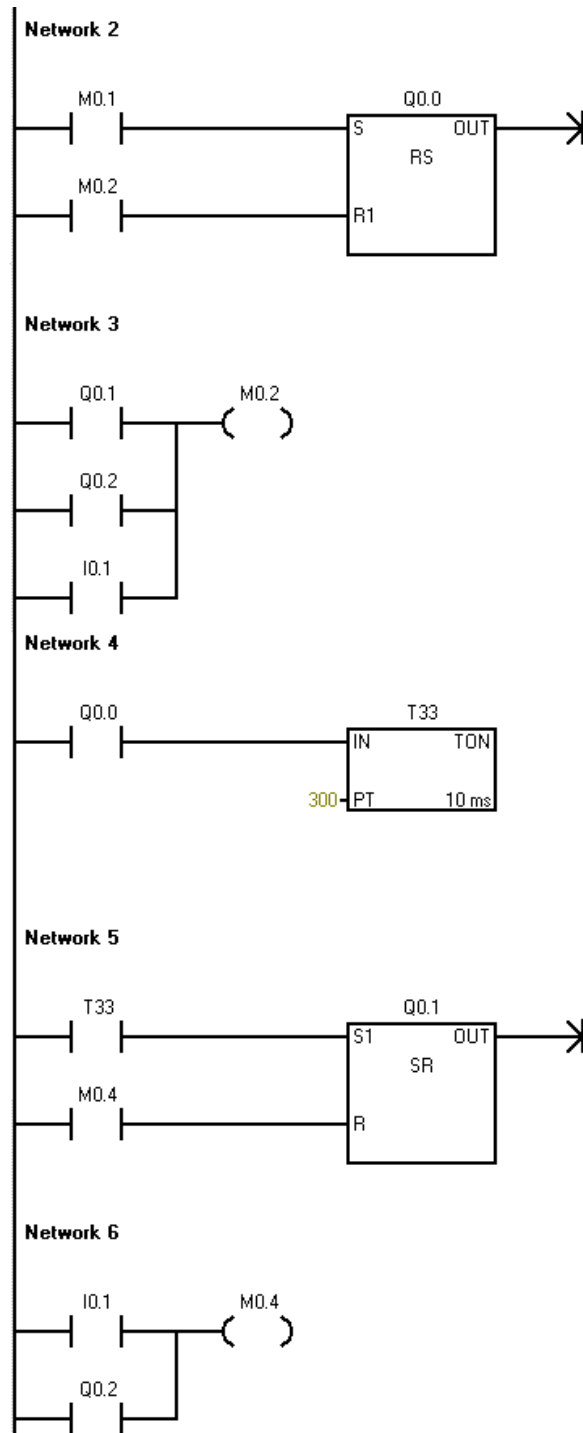


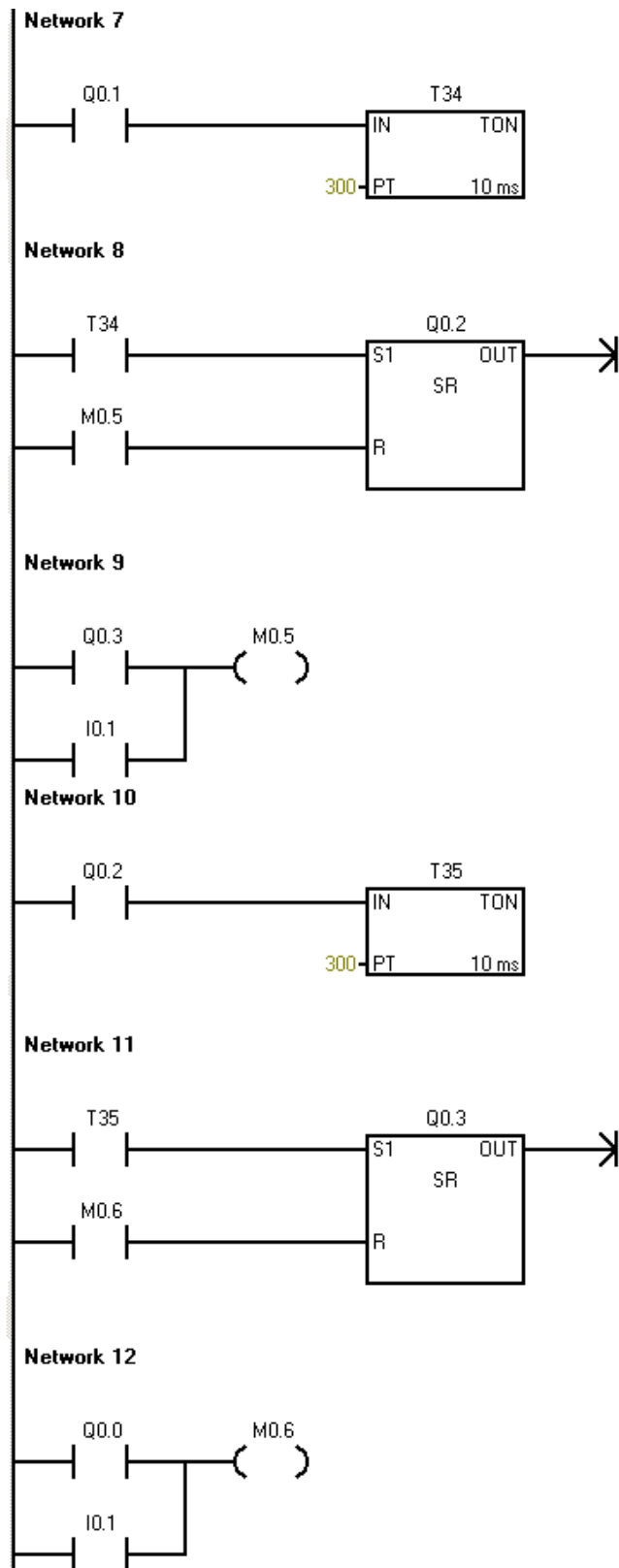


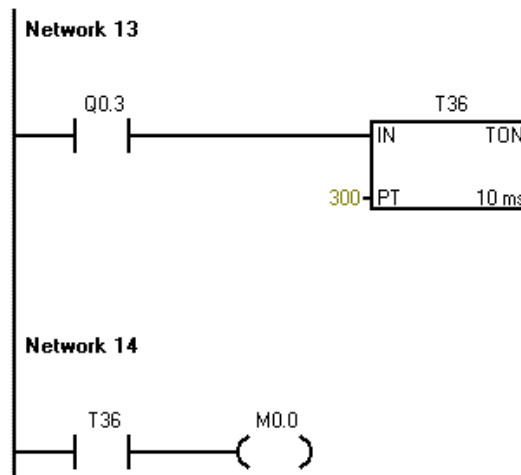
- Solución FUP (diagrama de escalera).

Figura 64. Diagrama de escalera (PLC) ítem 1A. Práctica 4.









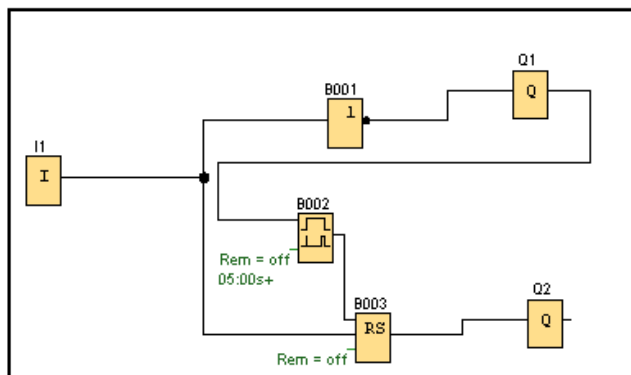
**1B.** Desarrollo de los programas propuestos en los softwares Step Microwin y LOGO Soft Comfort en lenguaje KOP (diagrama de escalera) y FUP (diagrama de funciones).

**Tabla 15. Tabla de nomenclatura ítem 1B. Práctica 4.**

NOMENCLATURA LOGO SOFT COMFORT	NOMENCLATURA STEP 7 MICROWIN	FUNCIÓN
I1	I0.0	Sensor luz solar
Q1	Q0.1	Motor A
Q2	Q0.2	Motor B

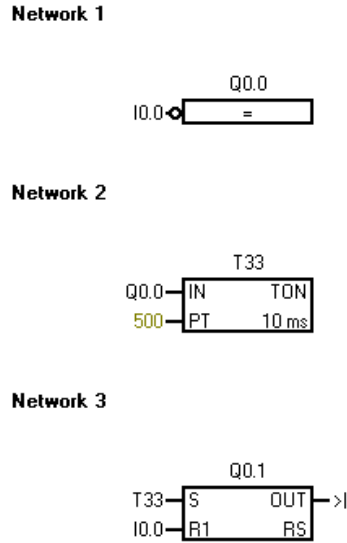
- Solución FUP (diagrama de funciones) en LOGO Soft Comfort.

**Figura 65. Diagrama de funciones (LOGO) ítem 1B. Práctica 4.**



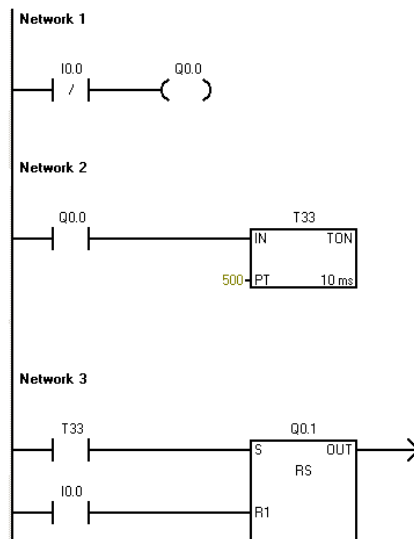
- Solución FUP (diagrama de funciones) en Step 7 Microwin.

Figura 66. Diagrama de funciones (PLC) ítem 1B. Práctica 4.



Solución FUP (diagrama de escalera).

Figura 67. Diagrama de escalera (PLC) ítem 1B. Práctica 4.



2. Para cargar en cada uno de los autómatas el programa realizado es necesario encender el modulo como se indica en la figura 37. Posteriormente se realiza la comunicación y transferencia entre PC y LOGO 24/12 RC ó PLC S7-200 como se desarrollo en la práctica 1 en los ítems 4 y 8 respectivamente.

Realizada la transferencia de la programación simulamos en el módulo el proceso planteado, para llevar a cabo esta actividad es necesario establecer las conexiones de las entradas a activar en el sistema (figura 41), los resultados de las acciones realizadas durante esta secuencia se verán reflejados por medio del led testigo de cada salida.

***Nota: el proceso puede variar dependiendo de la programación planteada por el usuario.***

## **Práctica 5.**

**Tema:** manejo de contadores adelante / atrás.

### **Objetivos:**

- Aprender sobre el uso de contadores en cada software Step Microwin y LOGO Sof Comfort.
- Realizar un programa de aplicación que permita afianzar los conceptos y conocimientos sobre los contadores.
- Transferir el programa de aplicación sobre contadores al módulo interactivo realizando la respectiva simulación de éste.

### **Planteamiento:**

El contador es una variable que aumenta o disminuye su contenido en un valor constante, permitiendo realizar control de cantidades de elementos producidos en

un proceso específico o simplemente el número de veces que se ha repetido una determinada tarea.

Mediante la solución a los problemas planteados se realizará el afianzamiento de conceptos que permiten el dominio del uso de contadores dentro de un contexto determinado

**A.** Durante el proceso de embalaje de cajas en una agencia de correo se requiere implementar un circuito para el conteo de las cajas que se desplazan sobre una banda transportadora.

Al dar inicio a la operación por medio de un pulsador (1) la banda transportadora se pone en movimiento (un motor), ésta acción activa a su vez una señal de funcionamiento (luz).

Cada vez que una caja interrumpe el rayo de luz (sensor) genera un impulso sobre el contador el cual está programado para un acumulado de 10 cajas. Cuando se termine este ciclo el motor se desactiva durante 8s (tiempo necesario para la ubicación de un nuevo embalaje), durante este instante habrá una señal que indique que el ciclo está detenido transcurrido este tiempo el motor se reactiva automáticamente con el contador en ceros para un nuevo conteo.

Este proceso finaliza por medio del pulsador (2) el cual desactiva la banda transportadora.

**B.** El acceso a un banco está condicionado por el número de clientes que pueden permanecer al mismo tiempo dentro de éste.

En la puerta de acceso al banco se encuentra ubicado un sensor (1), el cual es activado cada momento que ingresa un cliente al banco, y que a su vez funciona como contador.

Del mismo modo funciona la puerta de salida, donde se encuentra ubicado un sensor (2) el cual es activado cada vez que un cliente sale del banco, y que descuenta de la suma de acumulados.

Cuando el número máximo de cliente (7) se encuentran dentro del lugar permanece encendida una señal roja (led) que indica que ha logrado su capacidad máxima, y cuando el banco aún tiene cupo para más personas permanece encendida una señal verde (led).

### **Metodología:**

1. Empleando el uso de contadores realice el planteamiento de la solución para los problemas propuestos.
2. Transferir los programas realizados en LOGO Soft Comfort y Step 7 Microwin a los respectivos autómatas que conforman el módulo interactivo para realizar la respectiva comprobación y simulación.

### **Desarrollo:**

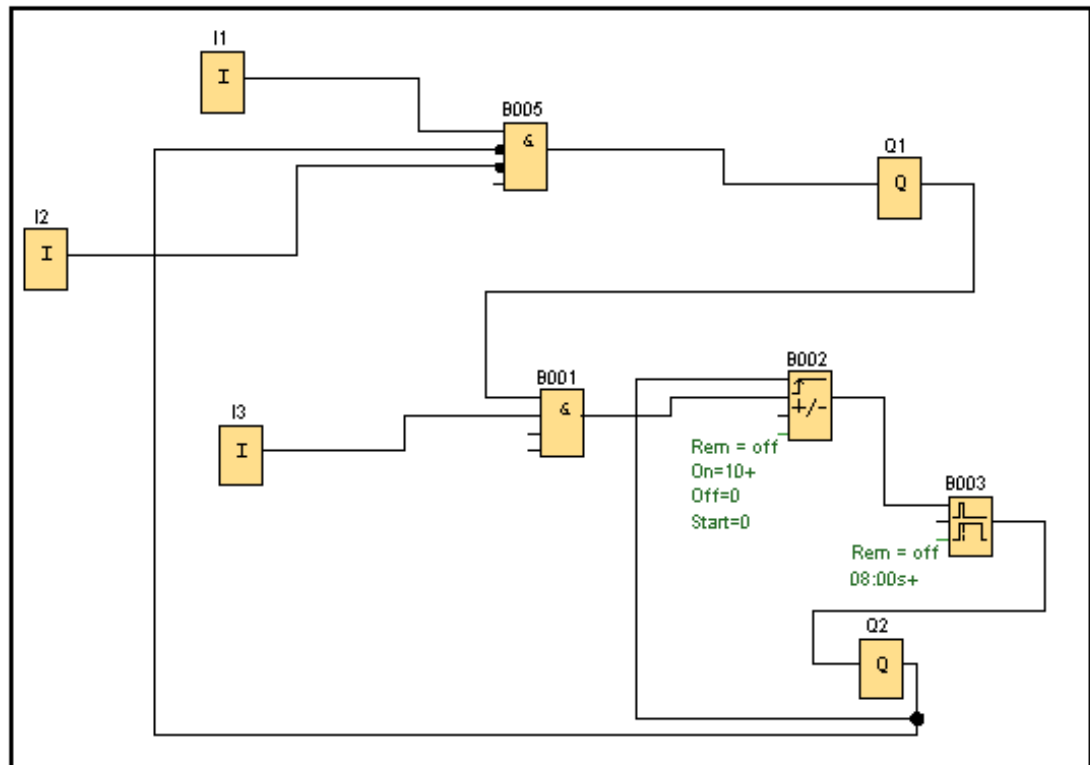
**1A.** Desarrollo de los programas propuestos en los softwares Step Microwin y LOGO Soft Comfort en lenguaje KOP (diagrama de escalera) y FUP (diagrama de funciones)

Tabla 16. Tabla de nomenclatura Ítem A. Práctica 5.

NOMENCLATURA LOGO SOFT COMFORT	NOMENCLATURA STEP 7 MICROWIN	FUNCIÓN
I1	I0.0	Interruptor de encendido.
I2	I0.1	Interruptor de apagado.
I3	I0.2	Sensor de luz (conteo)
Q1	Q0.0	Motor
Q2	Q0.1	Indicador proceso detenido

- Solución FUP (diagrama de funciones) en LOGO Soft Comfort.

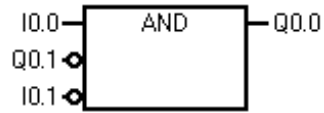
Figura 68. Diagrama de funciones (LOGO) ítem A. Práctica 5.



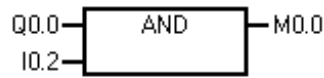
- Solución FUP (diagrama de funciones) en Step 7 Microwin

Figura 69. Diagrama de funciones (PLC) ítem A. Práctica 5.

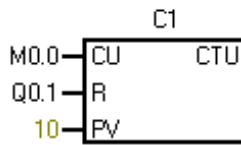
**Network 1**



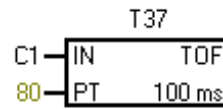
**Network 2**



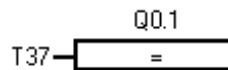
**Network 3**



**Network 4**

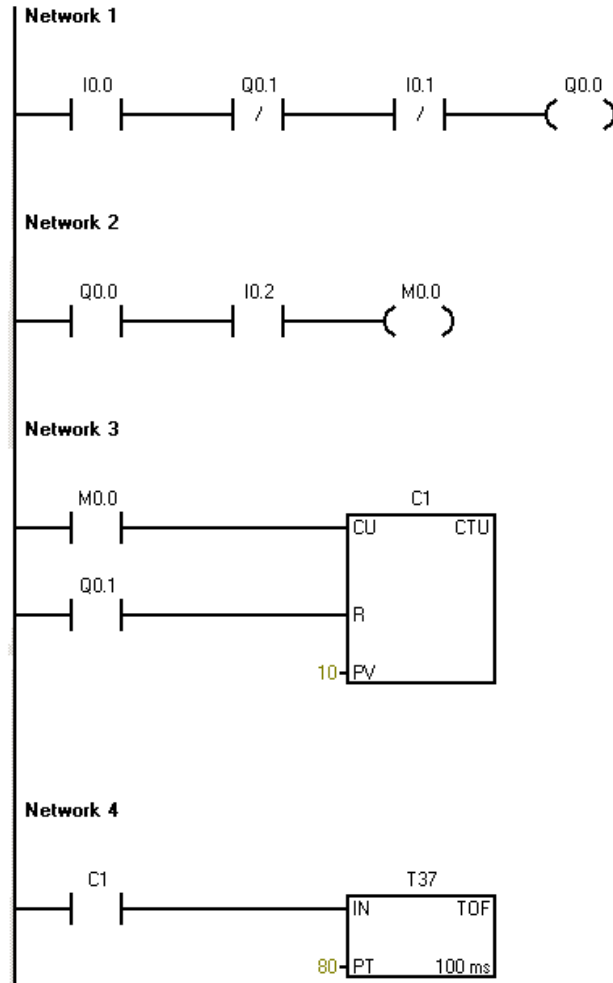


**Network 5**



- Solución KOP (diagrama escalera) en Step 7 Microwin

Figura 70. Diagrama de escalera (PLC) ítem A. Práctica 5.



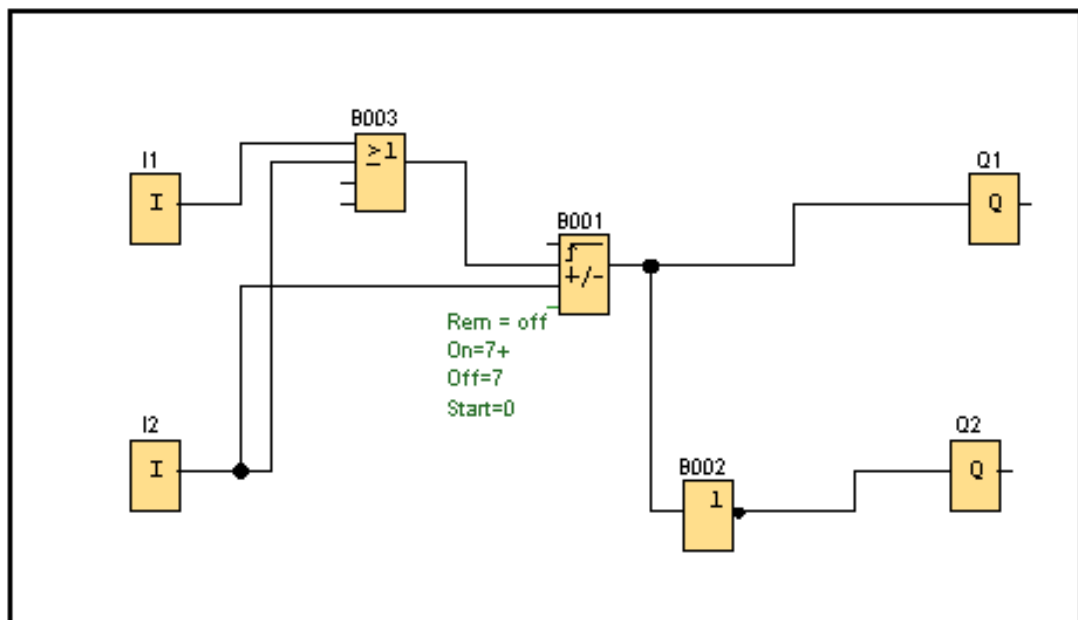
**1B.** Desarrollo de los programas propuestos en los softwares Step Microwin y LOGO Soft Comfort en lenguaje KOP (diagrama de escalera) y FUP (diagrama de funciones)

Tabla 17. Tabla de nomenclatura Ítem B. Práctica 5.

NOMENCLATURA LOGO SOFT COMFORT	NOMENCLATURA STEP 7 MICROWIN	FUNCIÓN
I1	I0.0	Sensor 1 puerta de acceso
I2	I0.1	Sensor 2 puerta de salida.
Q1	Q0.0	Señal roja (capacidad máxima).
Q2	Q0.1	Señal verde (disponibilidad).

- Solución FUP (diagrama de funciones) en LOGO Soft Comfort.

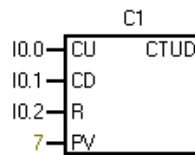
Figura 71. Diagrama de Funciones (LOGO) ítem B. Práctica 5.



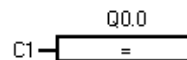
Solución FUP (diagrama de funciones) en Step 7 Microwin

Figura 72. Diagrama de Funciones (PLC) ítem B. Práctica 5.

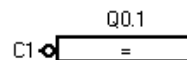
Network 1



Network 2

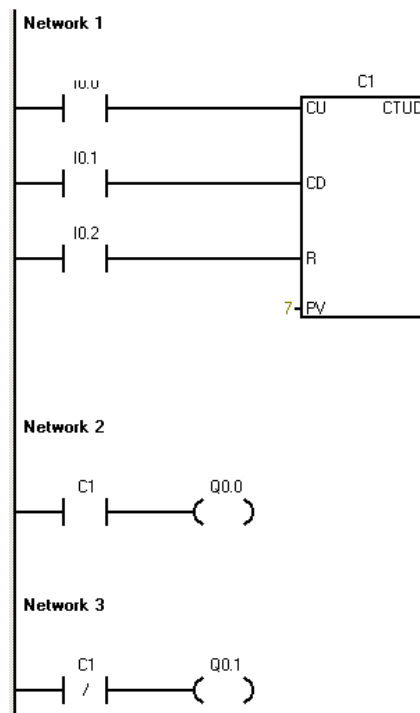


Network 3



- Solución KOP (diagrama escalera) en Step 7 Microwin

Figura 73. Diagrama de escalera (PLC) ítem B. Práctica 5.



2. Para cargar en cada uno de los autómatas el programa realizado es necesario encender el modulo como se indica en la figura 37. Posteriormente se realiza la comunicación y transferencia entre PC y LOGO 24/12 RC ó PLC S7-200 como se desarrollo en la práctica 1 en los ítems 4 y 8 respectivamente.

Realizada la transferencia de la programación simulamos en el módulo el proceso planteado, para llevar a cabo esta actividad es necesario establecer las conexiones de las entradas a activar en el sistema (figura 41), los resultados de las acciones realizadas durante esta secuencia se verán reflejados por medio del led testigo de cada salida.

***Nota: el proceso puede variar dependiendo de la programación planteada por el usuario.***

## **Práctica 6.**

**Tema:** Aplicación de conocimientos

**Objetivo:** Identificar y entender funcionamiento de los operadores lógicos XOR(O exclusiva), NOR y NAD.

Transferir los programas de prueba al módulo de automatización y realizar la simulación de los operadores lógicos NAND, NOR y XOR.

### **Planteamiento:**

En el aeropuerto se requiere un sistema que controle el ingreso de objetos peligrosos dentro del equipaje portado por los pasajeros.

Con este objetivo se plantea la siguiente solución: sobre una banda transportadora se desplaza el equipaje, el cual entra a una caja de rayos (motor con giro positivo) en esta se puede observar el contenido de los maletines. La caja

de rayos puede examinar 3 maletas al mismo tiempo, esto es controlado por un contador (sensor), el cual es activado al sentir la presencia de los objetos, cuando se encuentran los 3 equipajes dentro, la banda se detiene durante 10 s para realizar la revisión del contenido, transcurrido este tiempo la banda regresa las maletas a la posición inicial (motor con giro negativo). Cada una de las operaciones es indicada por señales de funcionamiento (luces).

**Metodología:**

1. Plantear una solución al problema en el software Step Microwin y LOGO Soft Comfort, transferirlo a los autómatas y simular su funcionamiento en cada uno de ellos.

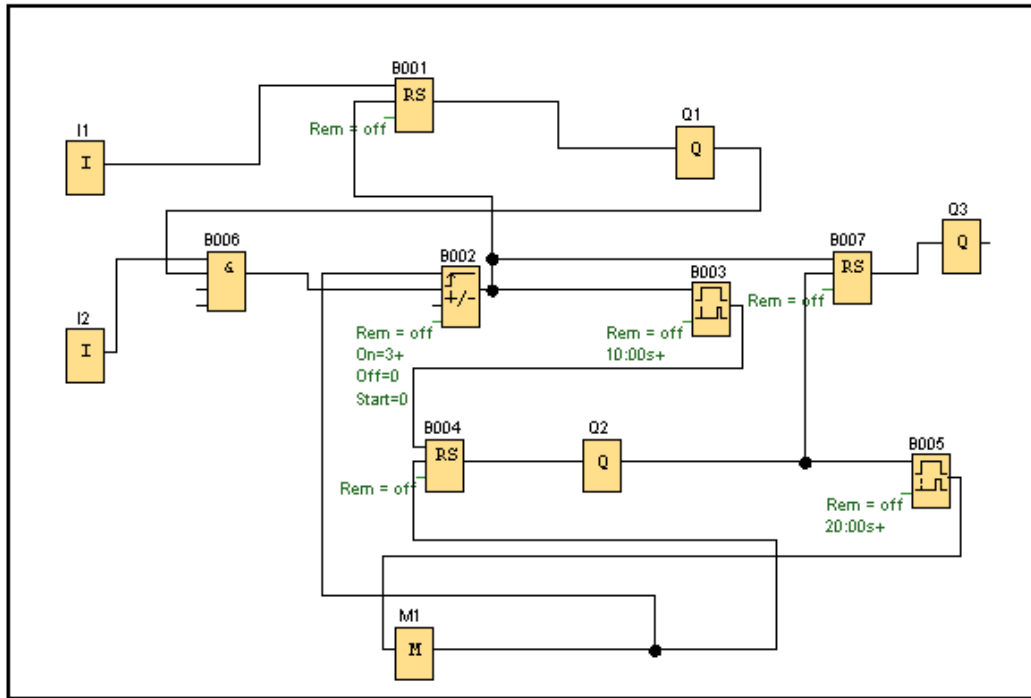
**Desarrollo:**

**Tabla 18. Tabla de nomenclatura. Práctica 6.**

<i>NOMENCLATURA LOGO SOFT COMFORT</i>	<i>NOMENCLATURA STEP 7 MICROWIN</i>	<i>FUNCIÓN</i>
I1	I0.0	Interruptor encendido banda
I2	I0.1	Sensor de conteo.
Q1	Q0.0	Motor con giro positivo
Q2	Q0.1	Motor con giro negativo
Q3	Q0.2	Indicador de revisión

- **Solución FUP (diagrama de funciones) en LOGO Soft Comfort.**

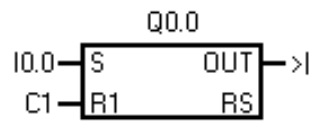
Figura 74. Diagrama de Funciones LOGO). Práctica 6.



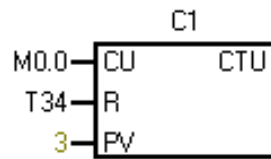
- Solución FUP (diagrama de funciones) en Step 7 Microwin

Figura 75. Diagrama de Funciones (PLC). Práctica 6.

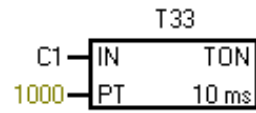
**Network 1**



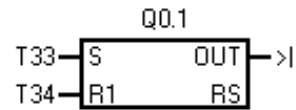
**Network 2**



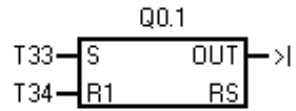
**Network 3**



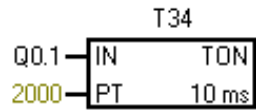
**Network 4**



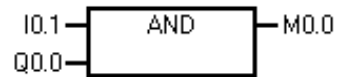
**Network 4**



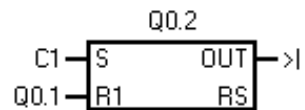
**Network 5**



**Network 6**

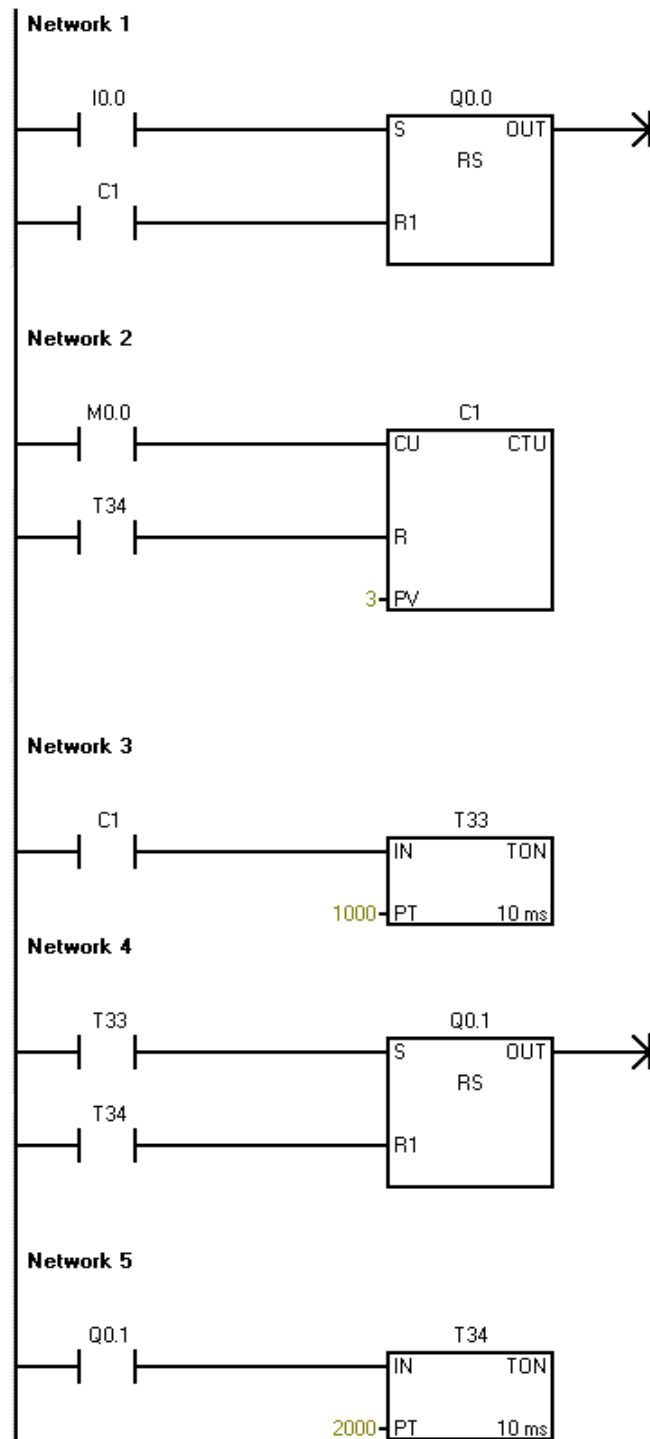


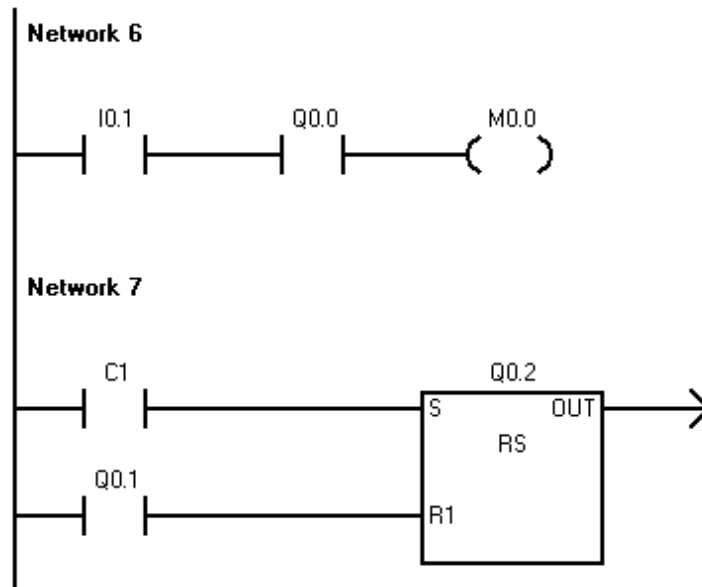
**Network 7**



**Solución KOP (diagrama escalera) en Step 7 Microwin**

Figura 76. Diagrama de escalera (PLC). Práctica 6.





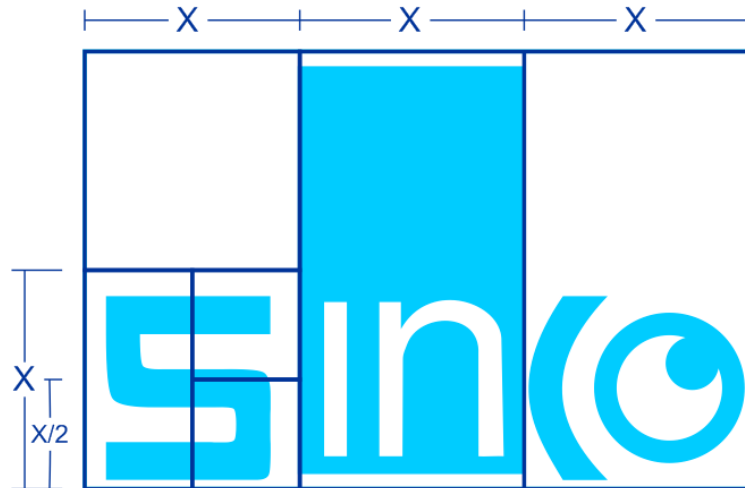
Para cargar en cada uno de los autómatas el programa realizado es necesario encender el modulo como se indica en la figura 37. Posteriormente se realiza la comunicación y transferencia entre PC y LOGO 24/12 RC ó PLC S7-200 como se desarrollo en la práctica 1 en los ítems 4 y 8 respectivamente.

Realizada la transferencia de la programación simulamos en el módulo el proceso planteado, para llevar a cabo esta actividad es necesario establecer las conexiones de las entradas a activar en el sistema (figura 41), los resultados de las acciones realizadas durante esta secuencia se verán reflejados por medio del led testigo de cada salida.

***Nota: el proceso puede variar dependiendo de la programación planteada por el usuario.***

## 6.5 IMAGEN DE LA MARCA

Figura 77. Proporciones del LOGOtipo



El nombre de la marca surge de la relación de palabras claves que componen el proyecto como lo son sistemas de control y la interacción con ellos, se emplea el uso de un número 5 con características similares a la letra S como remplazo, para así permitir una lectura nítida del nombre, y a su vez un elemento que se convierte en un símbolo fácil de recordar.

Figura 78. LOGO final



### 6.5.1 Placa de especificaciones técnicas de “SINCO”.

Placa adhesiva ubicada en la parte posterior del módulo, la cual indica los datos técnicos con los que funciona el equipo. Como lo son:

- Voltaje de entrada
- Intensidad de corriente
- Frecuencia
- Temperatura máxima de funcionamiento
- Voltaje de salida

Figura 79. Placa De Especificaciones Técnicas.



## 6.6 PRODUCCION

### 6.6.1 PROCESO DE PRODUCCION

Figura 80. Proceso de producción.



## 6.6.2 Costos de producción

### 6.6.2.1 Costos De Componentes Electrónicos

Tabla 19. Costos de componentes electrónicos.

Componente	cantidad	Valor unitario	Valor total
Pulsador luminoso grande	1	\$ 2.500	\$ 2.500
Pulsador luminoso pequeño	16	\$ 1.200	\$ 19.200
Conectores hembra	58	\$ 300	\$ 17.400
Conectores macho	58	\$ 300	\$ 17.400
Caimanes	20	\$ 600	\$ 12.000
Relé 24v	6	\$ 2.500	\$ 15.000
Potenciómetros 100k	4	\$ 800	\$ 3.200
Resistencias	20	\$ 40	\$ 800
Cable de poder	1	\$ 2.500	\$ 2.500
Leds	26	\$ 50	\$ 1.300
Cable vehículo 22"	15	\$ 600	\$ 9.000
Perillas	4	\$ 900	\$ 3.600
Bomeras	5	\$ 1.400	\$ 7.000
<b>COSTO TOTAL</b>	-	-	<b>\$ 110.900</b>

### 6.6.2.2 Costos De La Carcasa

Tabla 20. Costos la carcasa.

Componente	cantidad	Valor unitario	Valor total
Material (lamina de acrílico de 3mm)	2	\$ 42.500	\$ 85.000
Corte laser	1	\$ 55.000	\$ 55.000
Doblado	6	\$ 5.000	\$ 30.000
Grabado	1	\$ 30.000	\$ 30.000
Pirograbado	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Arandelas	58	\$ 260	\$ 15.080
Plotter de corte	2	\$ 1.500	\$ 3.000
Tornillos con tuerca	7	\$ 400	\$ 2.800
<b>COSTO TOTAL</b>	-	-	<b>\$ 236.080</b>

### 6.6.2.3 Montaje y cableado

**Tabla 21. Costos montaje y cableado**

Proceso	Tiempo en horas	Valor hora	Valor total
Montaje	2	\$ 2.361	\$ 4.722
Cableado	16	\$ 2.361	\$ 75.522
<b>COSTO TOTAL</b>	-	-	<b>\$ 80.274</b>

(Se toma como base el salario mínimo hora ordinaria de Colombia de 2012.)

#### 6.6.2.4 Autómatas

**Tabla 22. Costos Autómatas**

Referencia	Cantidad	Valor unidad	Valor total
LOGO POWER 24 V 1,3 A	1	\$ 395.000	\$ 395.000
LOGO Siemens 12/24 RC	1	\$ 220.000	\$ 220.000
PLC S7-200 CPU 222 Siemens	1	\$1'180.000	\$1'180.000
<b>COSTO TOTAL</b>	-	-	<b>\$ 1'795.000</b>

#### 6.6.2.5 Costo total de producción

**Tabla 23. Costo total de producción**

Costo de componentes electrónicos	\$ 110.900
Costos de la carcasa	\$ 236.080
Montaje y Cableado	\$80.274
Autómatas	\$ 1'795.000
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$2'222.254</b>

## 7. CONCLUSIONES

La implementación de sistemas de control en la industria como solución al perfeccionamiento de procesos, nos conduce a la búsqueda de profesionales competitivos en el campo de la automatización. El objetivo de este proyecto es ofrecer las herramientas básicas para que los estudiantes de Diseño Industrial UIS se familiaricen con este campo interdisciplinar.

“SINCO” busca integrar diferentes áreas académicas, como lo son la electrónica, los sistemas y la mecánica las cuales componen la mecatrónica, con un lenguaje de uso sencillo e intuitivo mediante el cual los usuarios (cualquier tipo de persona con conocimientos básicos de electrónica y comprensión previa de lógica de control) perciban el funcionamiento de las operaciones con menor complejidad.

Actualmente en el mercado los módulos entrenadores de PLC están dirigidos a usuarios con amplio conocimiento sobre este tipo de equipos, por lo tanto el lenguaje de uso que emplean es complicado de entender para un usuario principiante en este tema. “SINCO” cuenta con una interfaz diseñada para hacer amigable sus funciones, y a su vez posee barreras de seguridad dentro de su circuito para evitar que su mal uso genere daños al usuario y a los equipos de automatización.

Desde la perspectiva de la experiencia como futura diseñadora industrial, encuentro evidentes razones en este trabajo, para confirmar el concepto empleado en todas las prácticas proyectuales en el transcurso del desarrollo de los diferentes talleres de diseño: un diseñador propone orden, un orden que al inicio es prestado por los diferentes directores de proyecto, pero que poco a poco va siendo elaborado por el aspirante de una forma inconsciente, hasta que finalmente, su racionalidad le permite identificar su propio orden, su propuesta concreta. Eso es este proyecto, orden con la intencionalidad de encontrar un

lenguaje objetual que permita la interacción del usuario; función práctica absoluta que ordena ese mundo enmarañado tecnológico, con una baja carga simbólica y estética.

Una de las finalidades de “SINCO” es lograr que el módulo sea implementado en la materia fundamentos del diseño mecatrónico, para cumplir con este objetivo, se plantean 6 prácticas de aplicación en el equipo, cada una de estas actividades cuenta con: objetivos, marco teórico del tema a aplicar, metodología y solución. El desarrollo cuenta con la explicación paso a paso en lenguaje simple, y diagrama en los diferentes tipos de lenguaje de control empleados en este campo.

El mejor modo de lograr que este proyecto no quede solo como el cumplimiento del protocolo para adquirir el título de profesional es ofreciendo las herramientas necesarias para su ejecución, “SINCO” cuenta con un manual de uso con explicaciones sencillas sobre el accionamiento de sus funciones, al igual que cada una de las prácticas anteriormente mencionadas.

## BIBLIOGRAFIA

BALCELLS, Josep. ROMERAL, José Luis. Autómatas Programables. Editorial Alfaomega, México 1998

CLIVER, Grinyer. Diseño Inteligente productos que cambian nuestra vida. Editorial Mc Graw Hill, México 2002.

MAPFRE, Equipo de Prevención. Manual de Ergonomía de Fundación Mapfre. Segunda Edición. España. Editorial MAPFRE. Octubre 1997.

MONDELO, Pedro. GREGORI, Enrique. BLASCO, Joan. BARRAU, Pedro. Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo. Barcelona: Ediciones UPC, 1998.

PANDERO, Julios. ZELNIK, Martin. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1983.

SIEMENS, Manual de referencia LOGO Simens. Simens. S.A. Alemania, 2009

SIEMENS, Manual de referencia PLC S7-200 Simens. Simens. S.A. Alemania, 2008

## REFERENCIAS INTERNET

IRURETAGOIENA, Gari. Objetos inteligentes, una nueva serie. [En línea] Artesonado. Flylosophy. [Mountain California, E.U] Creative Commons, 2011. [citado, 18/12/2011] Disponible en Internet: <http://www.artesonado.com/flylosophy/objetos/index.htm>

SIEMENS. Novedades LOGO: Versión 6 [en línea] “ . SIEMENS. [ Buenos Aires: Argentina ] Siemens: Electricidad Lynch – Materiales Eléctricos Industriales, [Citado 20/09/2011]. Disponible en Internet: <http://www.electricidadlynch.com/novedadlogo6.htm>

QUIMINET. ¿Cómo surgen los Controladores Lógicos Programables (PLC's)? [en línea] QuimiNet, [México,D.F.] QuimiNet, Enero, 2006 [ Citado 20/09/2011]. Disponible en Internet: <http://www.quiminet.com/articulos/como-surgen-los-controladores-logicos-programables-plcs-5001.htm>

## ANEXOS

### ANEXO 1: Contenido de las prácticas

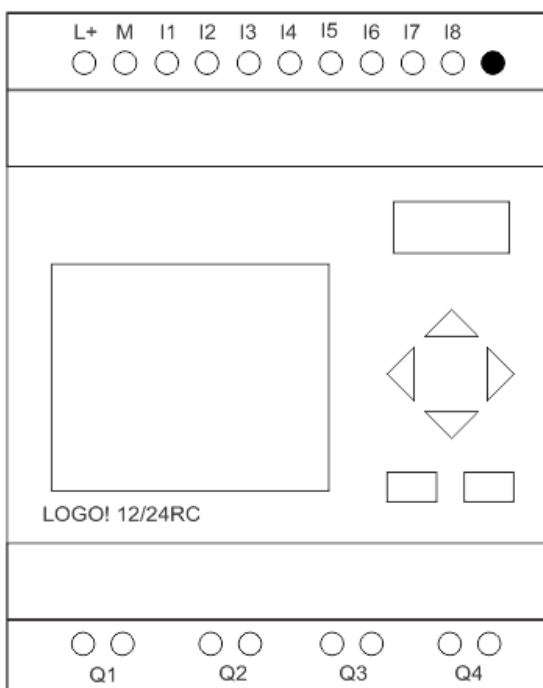
**PRÁCTICA 1:** conociendo y trasmitiendo datos al LOGO y a el PLC.

#### OBJETIVOS:

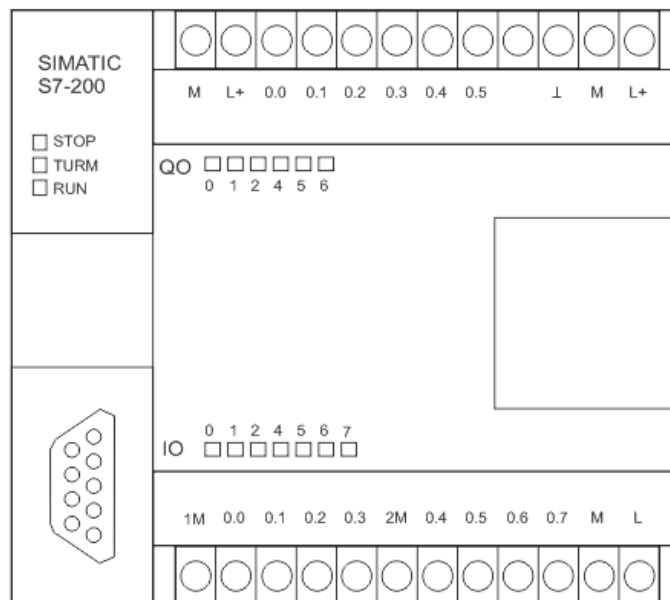
- Identificar las partes de las que están compuestos el LOGO y el PLC.
- Establecer la comunicación PC/LOGO ó PLC por medio de sus respectivos cables de datos y transferir el programa diseñado en su respectivo software (LOGO soft y step 7).

#### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Indique cada una de las partes que componen el LOGO.



- a. Fuente de alimentación
  - b. Entradas
  - c. Salidas
  - d. Panel de control
  - e. Indicador RUN/STOP
  - f. Puerto de comunicación del LOGO
2. Determinar el tipo de entradas y salidas.
  3. Realizar el diagrama de conexiones del LOGO.
  4. Transferir del PC al LOGO (por medio de cable de PC) el programa de prueba que se va cargar.
  5. Indique cada una de las partes que componen el PLC s7-200.



- a. Fuente de alimentación
- b. Entradas
- c. Salidas
- d. Selector de modo(RUN/TURM/STOP)
- e. Led's de estado
- f. Puerto de comunicación
6. Determinar el tipo de entradas y salidas.
7. Realizar el diagrama de conexiones del PLC.
8. Transferir del PC al PLC (por medio de cable multimaestro) el programa de prueba que se va cargar.
9. Determinar el voltaje, la corriente y el IP (grado de protección) de la fuente de alimentación del PLC y el LOGO.

## **CONCLUSIONES**

### **PRÁCTICA 2: Funciones básicas de lógica digital**

#### **OBJETIVOS**

- Adquirir los conceptos del funcionamiento básico de la lógica digital.
- Diseñar el programa en su respectivo software y hace la transferencia de datos del PC al LOGO y al PLC.
- Simular su funcionamiento.

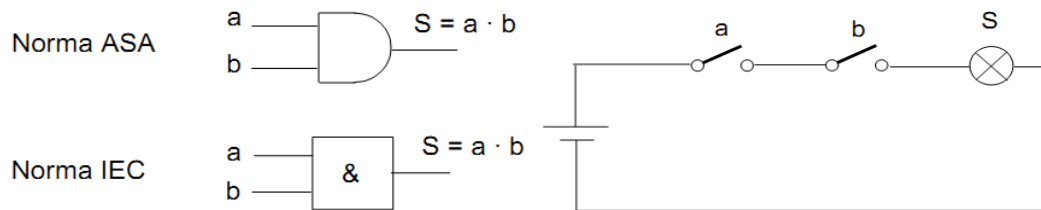
#### **MARCO TEORICO**

Las operaciones lógicas más utilizadas son: AND, OR y NOT

- **AND**

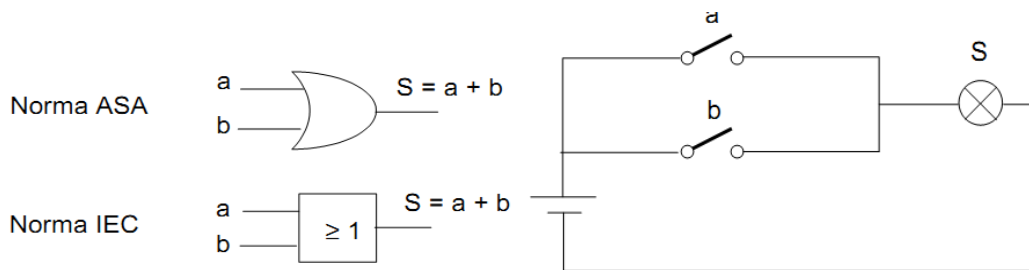
La operación lógica AND entrega como resultado V si todas las entradas son V. Esta se aplica en situaciones en las que se requiere realizar una acción si y

sólo sí se cumplen un determinado número de condiciones. En lenguaje de contactos se realiza disponiendo los contactos en serie.



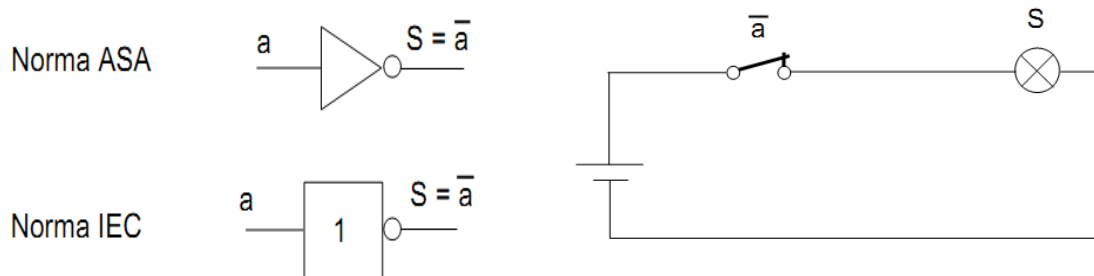
• **OR**

La operación lógica OR entrega como resultado V siempre que alguna de las entradas sea V, lo que se logra poniendo los contactos en paralelo.



• **NOT**

La operación lógica NOT entrega como resultado el estado contrario al presente en la entrada, esto se logra con el uso de Contactos Normal Cerrado.



**DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

1. Establecer las tablas de verdad, diagrama de escalera y circuito lógico para cada una de las operaciones lógicas (AND, OR y NOT).

2. Programar cada una de las operaciones lógicas anteriormente descritas, tanto en LOGO Soft como en STEP 7 y hacer su simulación en el PC.
3. En un pasillo el control de las luces esta dado de la siguiente forma: la luminaria (2) es la luz general del pasillo, la cual permanece encendida siempre y cuando no esté activada una de las luces principales. La luminaria 1 (luz principal), enciende cuando se activa uno de los interruptores, y la luminaria 3 (luz principal), se enciende cuando están activados los dos interruptores.
4. Transferir el programa diseñado a cada uno de los módulos de automatización (LOGO y PLC).
5. Simular su funcionamiento en el módulo interactivo.

## **CONCLUSIONES**

### **PRÁCTICA 3: Funciones EXOR, NOR Y NAND**

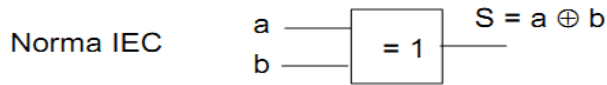
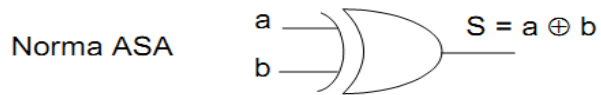
#### **OBJETIVO**

- Diferenciar las operaciones de la lógica digital, realizando las funciones inversas a las vistas anterior mente.
- Diseñar el programa en su respectivo software y hace la trasferencia de datos del PC al LOGO y al PLC.
- Simular su funcionamiento.

#### **MARCO TEORICO**

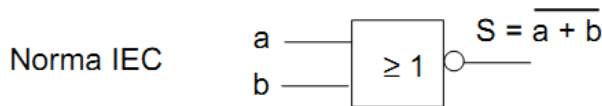
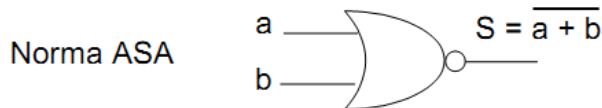
- **EXOR**

La EXOR OR exclusiva es V si alguna de las entradas, pero nunca ambas, es V también; se puede decir que es V si y sólo si las entradas son distintas.



- **NOR**

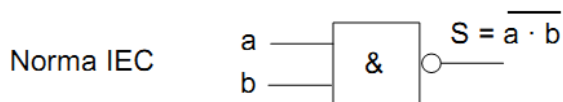
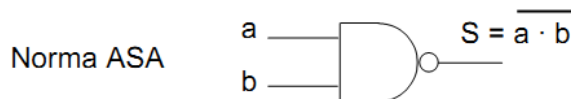
La compuerta lógica "NOR", Su función es igual que OR pero su salida invertida.



- **NAND**

La compuerta lógica "NAND", funciona igual que la compuerta AND pero el resultado en la salida es opuesto.

La salida será "0" si las entradas A "Y" B están en "1"



## DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Establecer las tablas de verdad, diagrama de escalera y circuito lógico para cada una de las operaciones lógicas, (EXOR, NOR y NAND).
2. Programar cada una de las operaciones lógicas anteriormente descritas, tanto en LOGO Soft como en STEP 7 y hacer su simulación en el PC.

3. En un pasillo el control de las luces esta dado de la siguiente forma: la luminaria (2) es la luz general del pasillo, la cual permanece encendida siempre y cuando no esté activada una de las luces principales. La luminaria 1 (luz principal), enciende cuando se activa uno de los interruptores, y la luminaria 3 (luz principal), se enciende cuando están activados los dos interruptores.
4. Transferir el programa diseñado a cada uno de los módulos de automatización (LOGO y PLC).
5. Simular su funcionamiento en el módulo interactivo.

## **CONCLUSIONES**

### **PRÁCTICA 4: Temporizadores**

#### **OBJETIVOS**

Operar, aplicar y programar temporizadores controlados por los módulos de automatización.

#### **MARCO TEORICO**

Un temporizador básicamente consiste en un elemento que se activa o desactiva después de un tiempo más o menos preestablecido. De esta manera podemos determinar el parámetro relacionado con el tiempo que ha de transcurrir para que el circuito, se detenga o empiece a funcionar o simplemente cierre un contacto o lo abra.

En la figura mostramos un diagrama funcional de lo que constituye un temporizador, para iniciar su operación tiene un circuito de lógica permisiva, como

se muestra en la gráfica tiene un reloj que genera una base de tiempo (frecuencia fija).

También cuenta con un contador decreciente con resistencia programable, cuando el conteo decrece hasta cero, se activa el relevador que corresponda a la designación al temporizador.

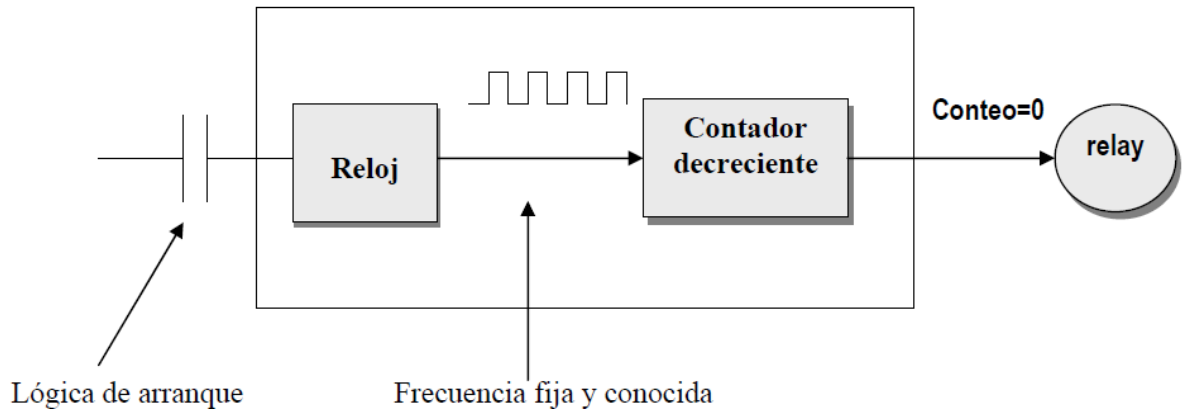


Figura. Componentes de un temporizador (diagrama de bloque)

## DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Empleando temporizadores para el desarrollo de la práctica realice un diagrama de escalera y el programa necesario para efectuar las siguientes operaciones.

1. Realizar una secuencia de 5 luces (a,b,c,d,e,f), las cuales se encienden de la siguiente forma: activando un pulsador (1) se inicia la secuencia, cada luz permanece encendida durante 3s, y se apaga al término de este lapso, de tal modo que al dar inicio al sistema se enciende la luz (a) la cual permanece activada durante 3s, transcurrido este tiempo se apaga y se enciende la luz (b), se repite la misma secuencia de la luz anterior, y así sucesivamente hasta que se completar el ciclo. Al término de este inicia de manera automática un nuevo ciclo el cual se detiene al ser desactivado por el pulsador (2).

2. El encendido de dos motores está controlado por un sensor de luz, el cual los activa cuando se oculta el sol y los desactiva cuando este vuelve a salir.

El funcionamiento de los motores es de la siguiente manera: al sensor de luz al percibir la ausencia del sol enciende el motor (a), 5s después arranca el motor (b), los motores permanecen encendidos de modo simultáneo hasta que el sensor recibe la luz del sol.

3. Simular su funcionamiento en el módulo interactivo.

## CONCLUSIONES

### PRÁCTICA 5: Contadores

#### OBJETIVOS

- Comprender el funcionamiento de los contadores en un proceso de automatización.
- Reconocer las posibles operaciones que se pueden realizar con el uso de los contadores.
- Observar el funcionamiento de procesos industriales controlados por PLC, y activados por sensores.

#### MARCO TEORICO

Un contador es un dispositivo cuya función es realizar el conteo de eventos externos provenientes de un sensor o internos ocurridos en el PLC



- Cuando el contacto RESET/STAR es cerrado el contador es reiniciado a ceros.
- Cuando se abre este contacto el contactor queda habilitado para contar.
- Cuando la cuenta del contador iguala al valor programado (preset=conteo), se activa el relevador correspondiente y por consiguiente los contactos del contactor NA se cierran o los NC se abren.

## **DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

Empleando contadores para el desarrollo de la práctica realice un diagrama de escalera y el programa necesario para efectuar las siguientes operaciones.

1. Durante el proceso de embalaje de cajas en una agencia de correo se requiere implementar un circuito para el conteo de las cajas que se desplazan sobre una banda transportadora.

Al dar inicio a la operación por medio de un pulsador (1) la banda transportadora se pone en movimiento (un motor), esta acción activa a su vez una señal de funcionamiento (luz)

Cada vez que una caja interrumpe el rayo de luz (sensor) genera un impulso sobre el contador el cual está programado para un acumulado de 10 cajas. Cuando se termine este ciclo el motor se desactiva durante 8s (tiempo necesario para la ubicación de un nuevo embalaje, durante este instante habrá una señal que indique que el ciclo está detenido) transcurrido este tiempo el motor se reactiva automáticamente con el contador en ceros para inicial un nuevo conteo.

Este proceso finaliza por medio de un pulsador (2) el cual desactiva la banda transportadora.

2. El acceso a un banco está condicionado por el número de clientes que pueden permanecer al mismo tiempo dentro de este.

En la puerta de acceso al banco se encuentra ubicado un sensor (1), el cual es activado cada momento que ingresa un cliente al banco, y que a su vez funciona como contador.

Del mismo modo funciona la puerta de salida, donde se encuentra ubicado un sensor (2), el cual es activado cada vez que un cliente sale del banco, y que descuenta de la suma de acumulados.

Cuando el número máximo de clientes (7) se encuentran dentro del lugar permanece encendida una señal roja (led) que indica que ha logrado su capacidad máxima, y cuando el banco aún tiene cupo para más personas permanece encendida una señal verde (led).

3. Simular su funcionamiento en el módulo interactivo.

## **CONCLUSIONES**

### **PRÁCTICA 6: Aplicación de conceptos**

#### **OBJETIVOS**

- Aplicar los conceptos adquiridos en las prácticas anteriores para la creación de soluciones de automatización a procesos industriales.
- Plantear los programas y circuitos eléctricos para la simulación de los ejercicios.

#### **DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

1. En el aeropuerto se requiere de un sistema que controle el ingreso de objetos peligrosos dentro del equipaje portado por los pasajeros.

Con este objetivo se plantea la siguiente solución: sobre una banda transportadora se desplaza el equipaje, el cual entra a una caja de rayos

(motor con giro positivo) en este se puede observar el contenido los maletines. La caja de rayos puede examinar 3 maletas al mismo tiempo, esto es controlado por un contador (sensor), el cual es activado al sentir la presencia de los objetos, cuando se encuentran los 3 equipajes dentro, la banda se detiene durante 10s para realizar la revisión del contenido, trascurrido este tiempo la banda regresa las maletas a la posición inicial (motor con giro negativo). Cada una de las operaciones es indicada por señales de funcionamiento (luces).

2. Un depósito de alimentos necesita mantener la temperatura de sus productos a cierto nivel, de tal modo que cuando la temperatura interna se encuentre en su límite se activen los ventiladores hasta que logren neutralizar la temperatura (alertar su estado por medio de señales).
3. Simular su funcionamiento en el módulo interactivo.

## **CONCLUSIONES**

## ANEXO 2: Datos técnicos de los dispositivos de automatización.

### LOGO power 24V.

Es una fuente de alimentación con control primario para dispositivos LOGO.se ofrecen dos rangos de corriente

	LOGO! Power 24 V / 1,3 A	LOGO! Power 24 V / 2,5 A
<b>Datos de entrada</b>		
Tensión de entrada	100 ... 240 V AC	
Rango admisible	85 ... 264 V AC	
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz	
Compensación de fallos de tensión	40 ms (a 187 V AC)	
Intensidad de entrada	0.70 ... 0,35 A	1.22 ... 0,66 A
Corriente de activación (25°C)	< 15 A	< 30 A
Protección del dispositivo	Interna	
Interruptor automático (IEC 898) recomendado en el cable de alimentación	≥ 16 A característica B ≥ 10 A característica C	
<b>Datos de salida</b>		
Tensión de salida	24 V DC	
Tolerancia total	± 3 %	
Rango de ajuste	22,2 ... 26,4 V DC	
Ondulación residual	< 200/300 mV <sub>pp</sub>	
Intensidad de salida	1,3 A	2,5 A
Limitación de sobretensión	Tip. 2,0 A	Tip. 3,4 A
Eficiencia	> 82 %	> 87 %
Conectable en paralelo para aumentar la potencia	Sí	
<b>Compatibilidad electromagnética</b>		
Supresión de interferencias	EN 50081-1, clase B según EN 55022	
Inmunidad a interferencias	EN 61000-6-2, EN 61000-4-2/-3/-4/-5/-6/-11	
<b>Seguridad</b>		
Aislamiento galvánico primario/secundario	Sí, SELV (según EN 60950 y EN 50178)	
Clase de seguridad	II	
Grado de protección	IP 20 (según EN 60529)	
Marcado CE	Sí	
Certificación UL/dJL	Sí; UL 508 / UL 60950	
Homologación FM	Sí; Class I, Div. 2, T4	
Homologación GL	Sí	
<b>Indicaciones generales</b>		
Rango de temperatura ambiente	-20 ... +55 °C, convección natural	
Temperatura de almacenamiento y transporte	-40 ... +70 °C	
Conexiones en la entrada	Un borne (1 x 2,5 mm <sup>2</sup> ó 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> ) para L1 y otro para N	
Conexiones en la salida	Dos bornes (1 x 2,5 mm <sup>2</sup> ó 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> ) para + y otros dos para -	
Montaje	Encajable en un perfil soporte de 35 mm	
Dimensiones en mm (AxAxP)	54 x 80 x 55	72 x 90 x 55
Peso aprox.	0,2 kg	0,3 kg

### Datos técnicos de LOGO 12/24RC

Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	12/24 V DC	12/24 V DC
Rango admisible	10.8 ... 28,8 V DC	10.8 ... 28,8 V DC
Protección contra inversión de polaridad	Sí	Sí
Consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 V DC</li> <li>• 24 V DC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 ... 175 mA</li> <li>• 40 ... 100mA</li> </ul>
Compensación de fallos de tensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Típ. 2 ms</li> <li>• Típ. 5 ms</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Típ. 2 ms</li> <li>• Típ. 5 ms</li> </ul>
Disipación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 V DC</li> <li>• 24 V DC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.7 ... 2,1 W</li> <li>• 1.0 ... 2,4 W</li> </ul>
Respaldo del reloj en tiempo real a 25 °C	Típ. 80 horas sin tarjeta de batería Típ. 2 años con tarjeta de batería	--
Precisión del reloj en tiempo real	Típ. $\pm 2$ s / día	--
Aislamiento galvánico	No	No
Entradas digitales		
Cantidad	8	4
Aislamiento galvánico	No	No
Número de entradas rápidas	4 (I3, I4, I5, I6)	0
Frecuencia de entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada normal</li> <li>• Entrada rápida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máx. 4 Hz</li> <li>• Máx. 5 kHz</li> </ul>
Tensión de entrada L+	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señal 0</li> <li>• Señal 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máx. 4 Hz</li> <li>• --</li> </ul>
Intensidad de entrada en	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señal 0</li> <li>• Señal 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 5 V DC</li> <li>• &gt; 8,5 V DC</li> </ul>
Tiempo de retardo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 1</li> <li>• 1 a 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0,85 mA (I3...I6)</li> <li>• &lt; 0,05 mA (I1, I2, I7, I8)</li> <li>• &gt; 1,5 mA (I3... I6)</li> <li>• &gt; 0,1 mA (I1, I2, I7, I8)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 1</li> <li>• 1 a 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 5 V DC</li> <li>• &gt; 8,5 V DC</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 1</li> <li>• 1 a 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0,85 mA</li> <li>• &gt; 1,5 mA</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 1</li> <li>• 1 a 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Típ. 1,5 ms</li> <li>• &lt;1,0 ms (I3 ... I6)</li> <li>• Típ. 1,5 ms</li> <li>• &lt;1,0 ms (I3 ... I6)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Típ. 1,5 ms</li> <li>• Típ. 1,5 ms</li> </ul>

Longitud de cable (sin pantalla)	100 m	100 m
<b>Entradas analógicas</b>		
Cantidad	4 (I1=A13, I2=A14, I7=A11, I8=A12)	--
Rango	0 ... 10 V DC impedancia de entrada 72 kΩ	--
Tiempo de ciclo para generar valores analógicos	300 ms	--
Tensión de entrada máx.	28,8 V DC	--
Longitud de cable (blindado y trenzado)	10 m	--
Límite de error	± 1,5 % a FS	--
<b>Salidas digitales</b>		
Cantidad	4	4
Tipo de salida	Salidas de relé	Salidas de relé
Aislamiento galvánico	Sí	Sí
En grupos de	1	1
Control de una entrada digital	Sí	Sí
Corriente permanente $I_{th}$ (por borne)	Máx. 10 A por relé	Máx. 5 A por relé
Corriente de cierre	Máx. 30 A	Máx. 30 A
Carga de lámparas incandescentes (25.000 ciclos de conmutación) a	1000 W	1000 W
Tubos fluorescentes con reductor de tensión (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W	10 x 58 W
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 ciclos de conmutación)	1 x 58 W	1 x 58 W
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W	10 x 58 W
Reducción de potencia	Ninguna; en todo el rango de temperatura	Ninguna; en todo el rango de temperatura
Resistencia a cortocircuitos cos 1	Protector de potencia B16, 600A	Protector de potencia B16, 600A
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Protector de potencia B16, 900A	Protector de potencia B16, 900A
Conexión en paralelo de salidas para aumentar la potencia	No admisible	No admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)	Máx. 16 A, característica B16	Máx. 16 A, característica B16
<b>Frecuencia de conmutación</b>		
Mecánica	10 Hz	10 Hz

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RC <sub>0</sub>	LOGO! DM8 12/24R
Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz	2 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz

Nota: para las lámparas fluorescentes con condensadores deben considerarse también los datos técnicos de los reductores de tensión de lámparas fluorescentes. Si se excede la corriente de cierre máxima admisible, las lámparas fluorescentes se deberán conectar a través de los reles auxiliares correspondientes.

Los datos se han determinado con los dispositivos siguientes:

Lámpara fluorescente siemens 58W WG 5LZ 583-1 no compensadas.

Lámpara fluorescente siemens 58W WG 5LZ 583-1 compensadas en paralelo

Lámpara fluorescente siemens 58W WG 5LZ 501-1N con reductor de tensión.

### **Datos técnicos del PLC S7-200**

Referencia: 6ES7212-1AB23-0XB0

CPU: 222

Alimentación Nominal: 24 VCD

Nº de referencia	Modelo de CPU	Alimentación (nominal)	Entradas digitales	Salidas digitales	Puertos COM	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Conector extraíble
6ES7 211-0AA23-0XB0	CPU 221	24 VDC	6 x 24 VDC	4 x 24 VDC	1	No	No	No
6ES7 211-0BA23-0XB0	CPU 221	120 a 240 VAC	6 x 24 VDC	4 salidas de relé	1	No	No	No
6ES7 212-1AB23-0XB0	CPU 222	24 VDC	8 x 24 VDC	6 x 24 VDC	1	No	No	No
6ES7 212-1BB23-0XB0	CPU 222	120 a 240 VAC	8 x 24 VDC	6 salidas de relé	1	No	No	No
6ES7 214-1AD23-0XB0	CPU 224	24 VDC	14 x 24 VDC	10 x 24 VDC	1	No	No	Sí
6ES7 214-1BD23-0XB0	CPU 224	120 a 240 VAC	14 x 24 VDC	10 salidas de relé	1	No	No	Sí
6ES7 214-2AD23-0XB0	CPU 224XP	24 VDC	14 x 24 VDC	10 x 24 VDC	2	2	1	Sí
6ES7 214-2AS23-0XB0	CPU 224XPsi	24 VDC	14 x 24 VDC	10 x 24 VDC	2	2	1	Sí
6ES7 214-2BD23-0XB0	CPU 224XP	120 a 240 VAC	14 x 24 VDC	10 salidas de relé	2	2	1	Sí
6ES7 216-2AD23-0XB0	CPU 226	24 VDC	24 x 24 VDC	16 x 24 VDC	2	No	No	Sí
6ES7 216-2BD23-0XB0	CPU 226	120 a 240 VAC	24 x 24 VDC	16 salidas de relé	2	No	No	Sí

Tabla A-3 Datos técnicos generales de las CPUs

Nº de referencia	Nombre y descripción de la CPU	Dimensiones en mm (l x a x p)	Peso	Disipación	VDC disponible	
					+5 VDC	+24 VDC <sup>1</sup>
6ES7 211-0AA23-0XB0	CPU 221 DC/DC/DC 6 entradas/4 salidas	90 x 80 x 62	270 g	3 W	0 mA	180 mA
6ES7 211-0BA23-0XB0	CPU 221 AC/DC/relé 6 entradas/4 salidas de relé	90 x 80 x 62	310 g	6 W	0 mA	180 mA
6ES7 212-1AB23-0XB0	CPU 222 DC/DC/DC 8 entradas/6 salidas	90 x 80 x 62	270 g	5 W	340 mA	180 mA
6ES7 212-1BB23-0XB0	CPU 222 AC/DC/relé 8 entradas/6 salidas de relé	90 x 80 x 62	310 g	7 W	340 mA	180 mA
6ES7 214-1AD23-0XB0	CPU 224 DC/DC/DC 14 entradas/10 salidas	120,5 x 80 x 62	360 g	7 W	660 mA	280 mA
6ES7 214-1BD23-0XB0	CPU 224 AC/DC/relé 14 entradas/10 salidas de relé	120,5 x 80 x 62	410 g	10 W	660 mA	280 mA
6ES7 214-2AD23-0XB0	CPU 224XP DC/DC/DC 14 entradas/10 salidas	140 x 80 x 62	390 g	8 W	660 mA	280 mA
6ES7 214-2AS23-0XB0	CPU 224XPsi DC/DC/DC 14 entradas/10 salidas	140 x 80 x 62	390 g	8 W	660 mA	280 mA
6ES7 214-2BD23-0XB0	CPU 224XP AC/DC/relé 14 entradas/10 salidas de relé	140 x 80 x 62	440 g	11 W	660 mA	280 mA
6ES7 216-2AD23-0XB0	CPU 226 DC/DC/DC 24 entradas/16 salidas	196 x 80 x 62	550 g	11 W	1000 mA	400 mA
6ES7 216-2BD23-0XB0	CPU 226 AC/DC/relé 24 entradas/16 salidas de relé	196 x 80 x 62	660 g	17 W	1000 mA	400 mA

<sup>1</sup> Ésta es la alimentación de sensores de 24 VDC disponible tras tenerse en cuenta la alimentación interna de bobinas de relé y los requisitos de corriente de 24 VDC del puerto de comunicación.

## **ANEXO 3: Comprobación De Compresión De Mandos Y Ubicación Espacial.**

### **COMPROBACIÓN DE COMPRESIÓN DE MANDOS Y UBICACIÓN ESPACIAL.**

#### **FICHA TECNICA DE LA COMPROBACION**

**Lugar:** Salón de clases de la escuela de Diseño Industrial UIS.

**Número de estudiantes:** 30 (aproximadamente el 10% de los estudiantes activos).

**Perfil:** estudiantes de diseño industrial con edad entre los 19 y 30 años.

**Distribución:** grupos de 3 estudiantes.

**Tiempo:** 30 min

#### **OBJETIVO**

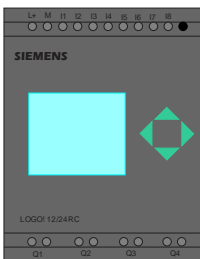
Identificar el mayor número de alternativas posibles para la organización de los elementos de control del módulo interactivo para la enseñanza y aprendizaje de sistemas de control básicos en la mecatrónica.

#### **PROCEDIMIENTO**

Los estudiantes de la clase fundamentos del diseño mecatrónico (usuarios a desarrollar la prueba) recibirán una clase previa en la cual se les dará una introducción teórica sobre los sistemas de control mecatrónico, en este caso PLC y LOGO. Posteriormente se realizará una práctica demostrativa en los equipos reales con ejemplo sencillo.

A cada grupo se le entregará todos y cada uno de los elementos necesarios (bidimensional) para la realización de pruebas en el módulo interactivo. El cual está compuesto por: 37 bananas eléctricas, 17 interruptores, 10 plugs, 4 potenciómetros, 1 protoboard, los autómatas (la fuente, el LOGO, y el PLC) y un plano de trabajo que limita el espacio para ubicar los elementos.

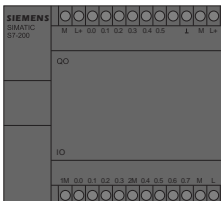
## DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS



### LOGO







Cuenta con 8 entradas (I) y 4 salidas (Q)



Estas 8 entradas son digitales, pero además, 4 de ellas también pueden ser análogas (I1, I2, I7, I8), sus 4 salidas son digitales.



**PLC** Cuenta con 8 entradas (I) todas digitales, y 6 salidas, las cuales también son digitales.

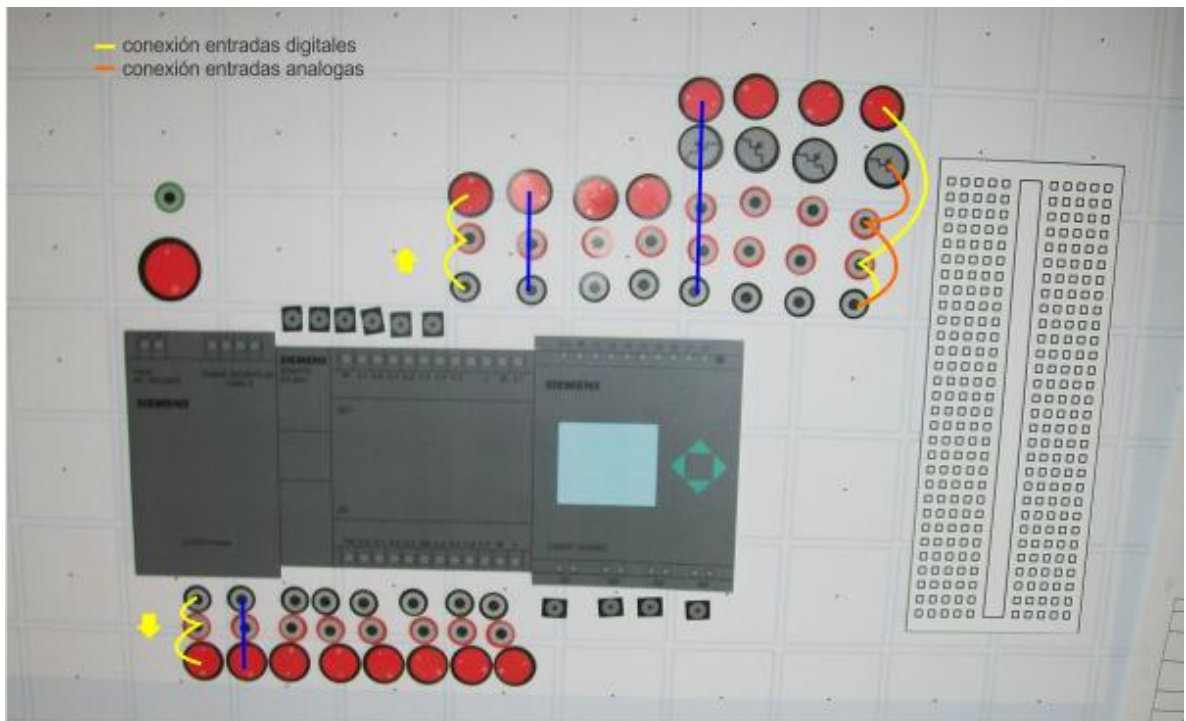
## TABLA DE COMPONENTES

FIG	SIGNIFICADO	CANT	ESPECIFICACION
	Bananas eléctricas Para c/u de las entradas	16	8 LOGO 8 PLC
	Bananas eléctricas para c/u de los posibles puentes de activación a digital o análoga	20	12 LOGO 8 PLC
	Banana eléctrica de polo a tierra	1	Para todo el tablero
	Plugs eléctrico para c/u de las salidas	10	4 LOGO 6 PLC
	Interruptores de activación de las entradas digitales	16	8 LOGO 8 PLC
	Potenciómetros para la	4	4 LOGO

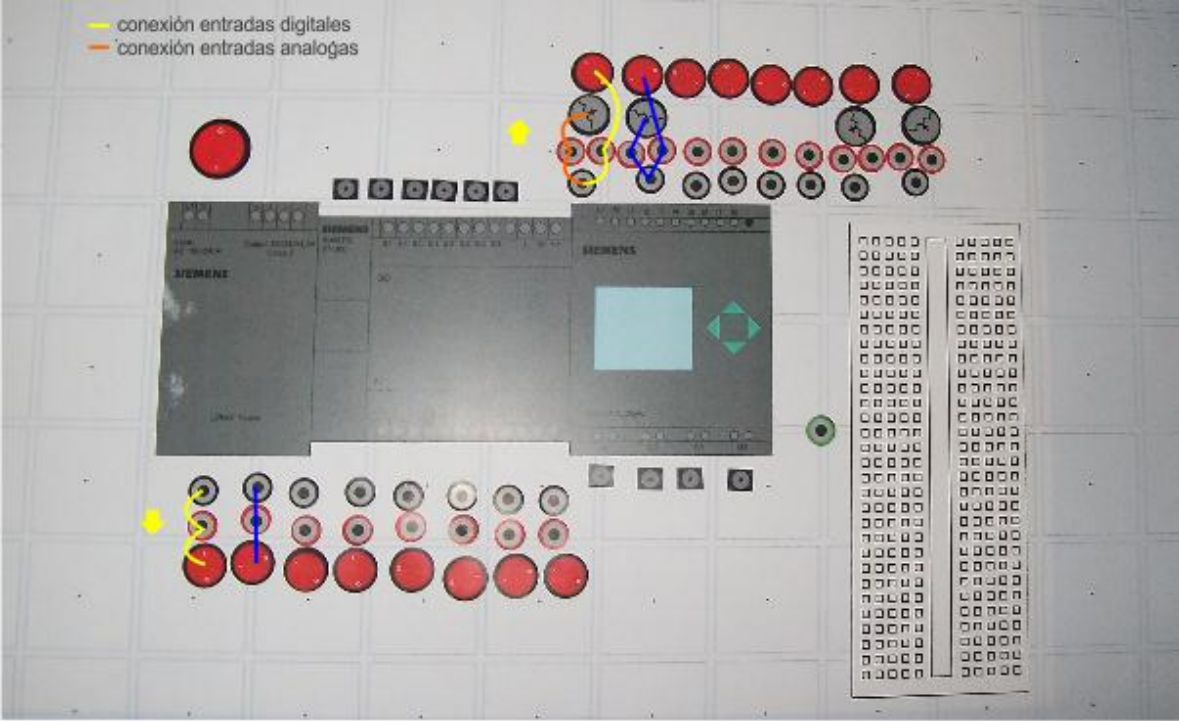
	activación de las entradas análogas		
	Interruptor de encendido y apagado	1	On/off
	Protoboard	1	Simulación

## RESULTADOS OBTENIDOS DE LA COMPROBACION

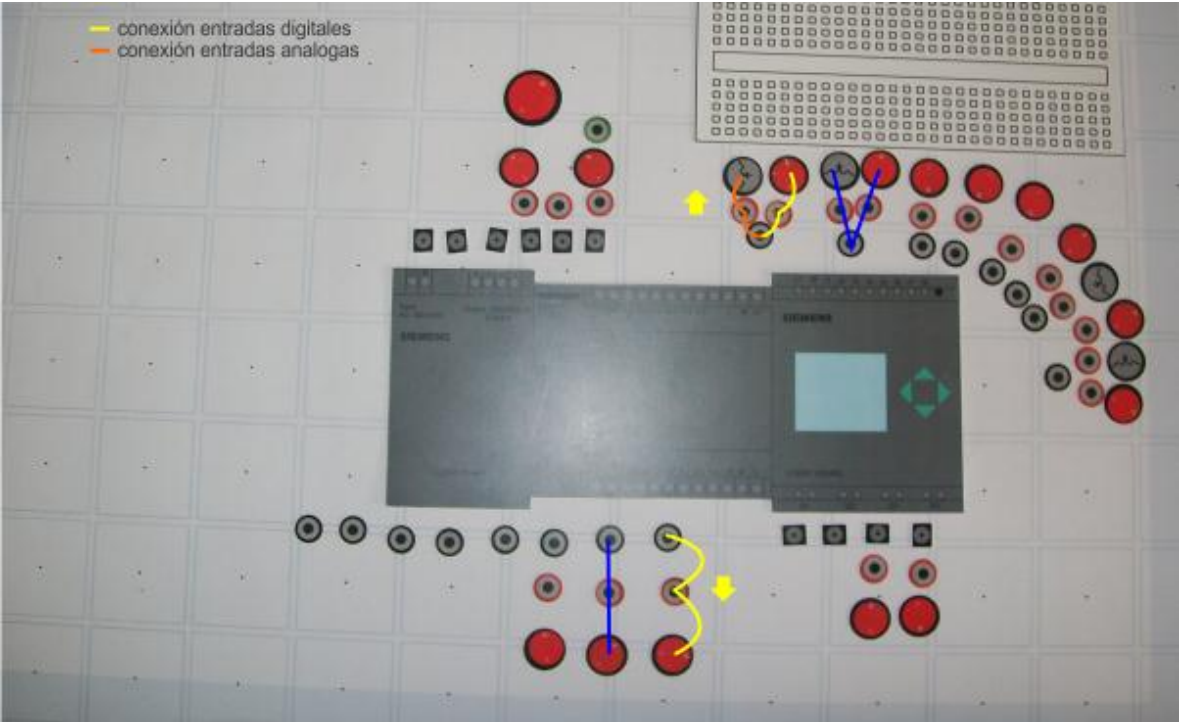
### Propuesta 1



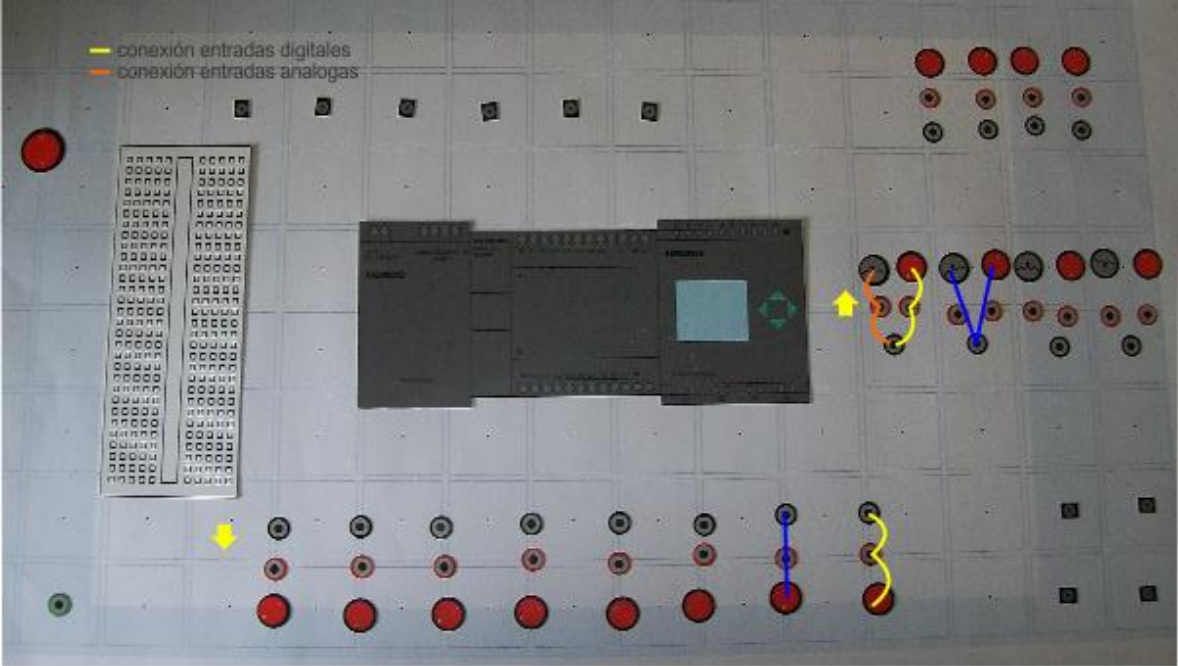
### Propuesta 2



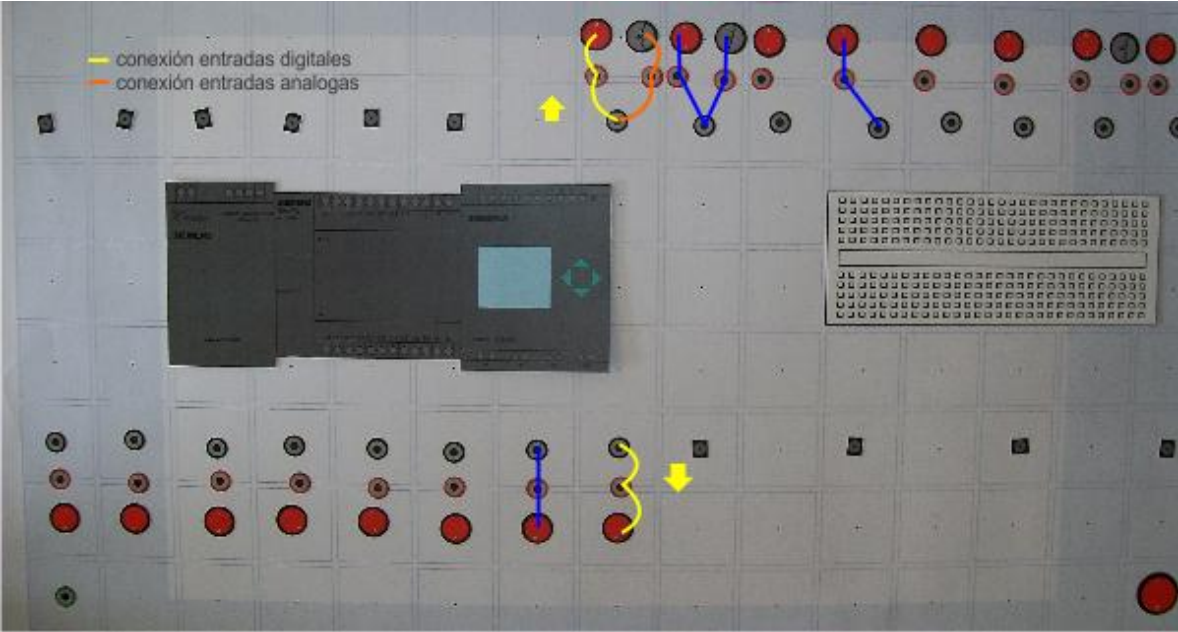
### Propuesta 3



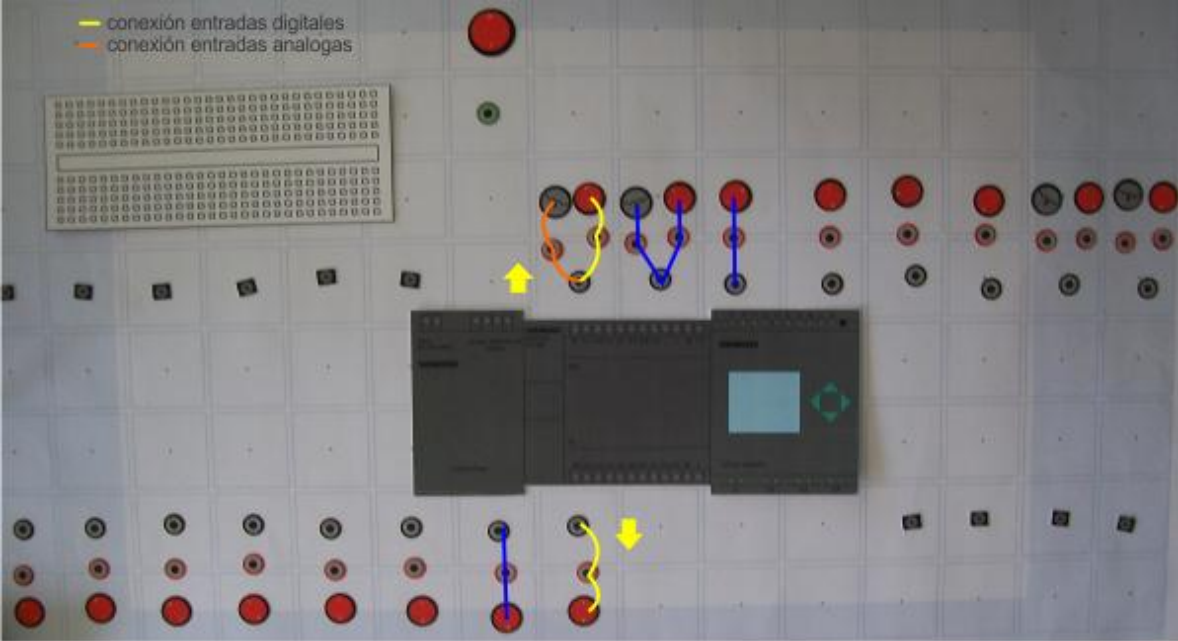
**Propuesta 4**



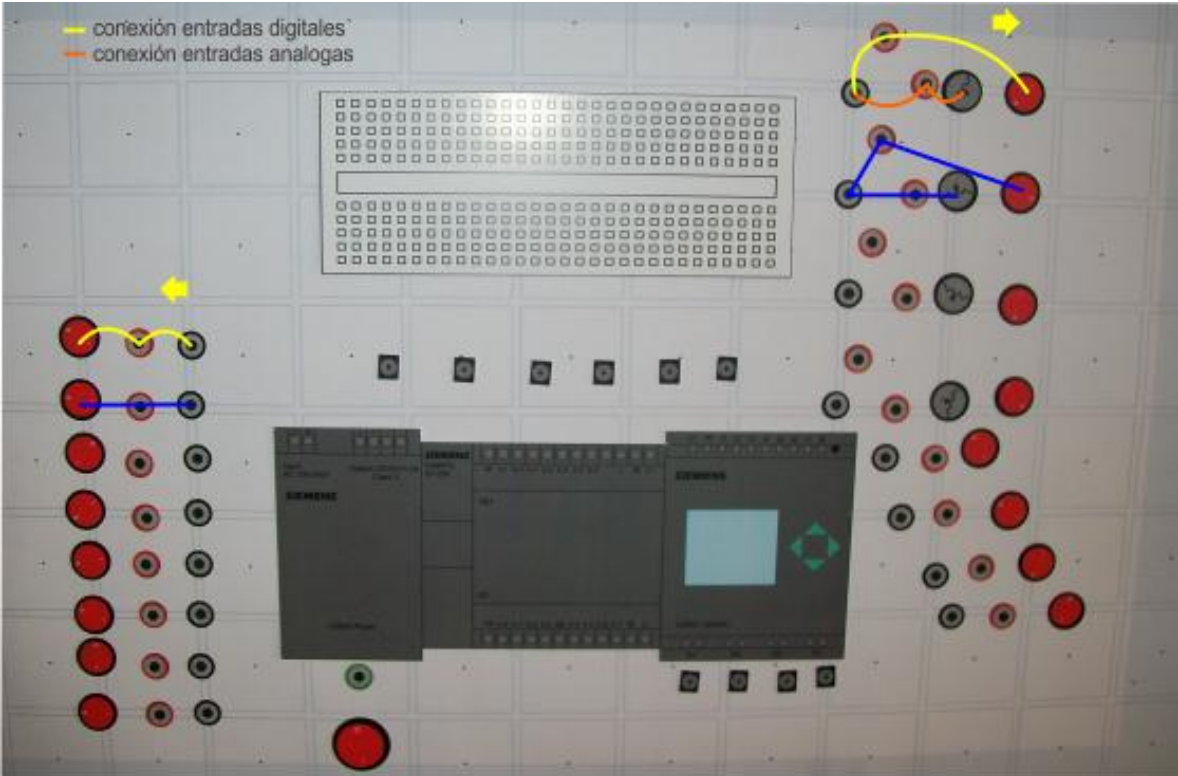
**Propuesta 5**



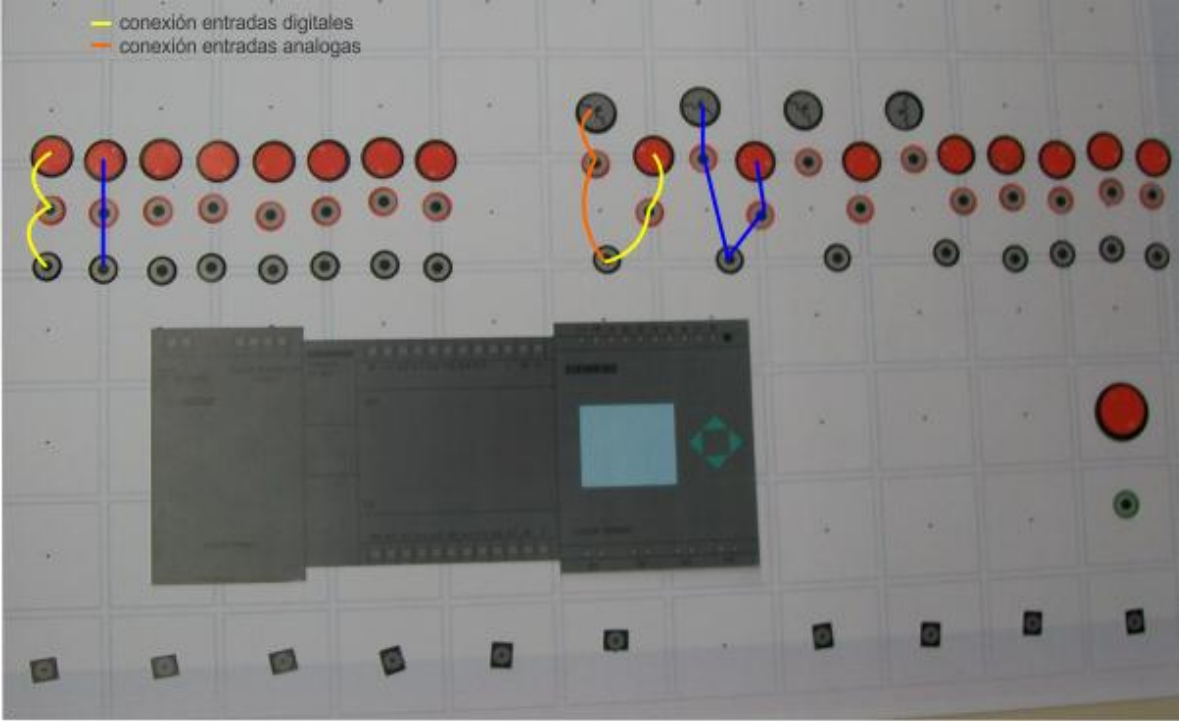
**Propuesta 6**



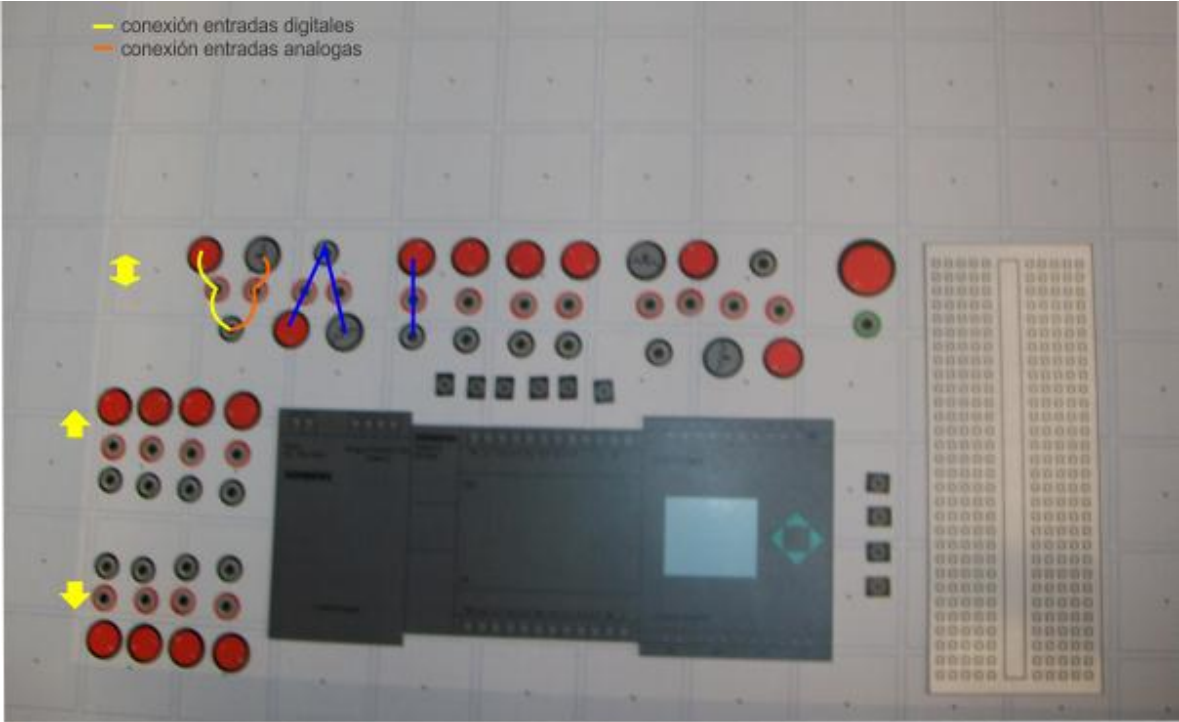
**Propuesta 7**



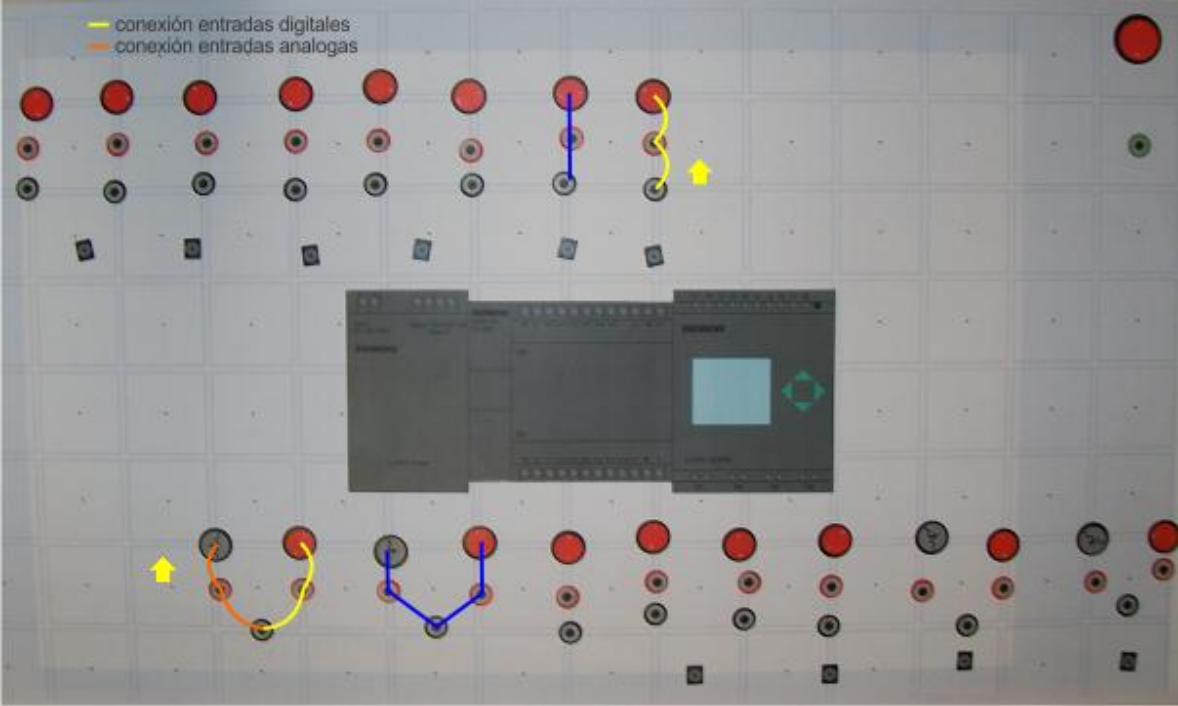
### Propuesta 8



### Propuesta 9



Propuesta 10



## ANEXO 4. Formato De Evaluación

MÓDULO INTERACTIVO PARA LA ENSEÑANZA DE SISTEMAS DE CONTROL BASICOS MECATRÓNICOS. Muchas gracias por su tiempo. Por favor, conteste el siguiente formato, solicite ayuda al evaluador en caso que no comprenda.

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Formación académica \_\_\_\_\_

**F.** Evalúe marcando con una “X” sobre la recta numérica. Considera que el funcionamiento del módulo es:



**G.** Cuales funciones consideran fueron más complicada de ejecutar. Asígnele un número de 1 a 5 siendo 1 la de mayor complejidad y 5 la más sencilla

- Interruptores \_\_\_\_\_
- Potenciómetros \_\_\_\_\_
- Puertos de entrada \_\_\_\_\_
- Puertos de salida \_\_\_\_\_
- Encendido/apagado \_\_\_\_\_

Si su respuesta es de 1 a 3 ¿Porque esta(s) acción(es) le resulta complicada de realizar?

---



---



---



---

H. Evalúe marcando con una "X" sobre la recta. ¿Qué tan satisfecho se sintió al momento de...?

	Inconforme		Satisfecho		Excelente	
	0	1	2	3	4	5
Energizar el módulo						
Encender el sistema						
Activar entradas						
Usar los puertos						
Apagar el sistema						

I. Las instrucciones para el accionamiento de las funciones fueron:

0	1	2	3	4	5
Dificiles			Claros		Sencillas

**J.** Observaciones y sugerencias. ¿Qué considera usted que falta o sobra al sistema para cumplir con el objetivo de ser un módulo interactivo para la enseñanza y aprendizaje de sistemas de control básicos de mecatrónica.?

---

---

---