

**DISEÑO DE LA LOGÍSTICA DOCUMENTAL Y
FÍSICA PARA LA REALIZACIÓN DE PRACTICAS DE
SELECCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y DIAGNÓSTICO
EN AUTÓMATAS PROGRAMABLES EN EL MARCO
DE LA REESTRUCTURACIÓN DEL LABORATORIO
DE MECATRÓNICA**

**LIBARDO ENRIQUE MENDOZA GENEY
JAVIER ISAAC RODRIGUEZ VIZCAÍNO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.005

**DISEÑO DE LA LOGÍSTICA DOCUMENTAL Y
FÍSICA PARA LA REALIZACIÓN DE PRACTICAS DE
SELECCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y DIAGNÓSTICO
EN AUTÓMATAS PROGRAMABLES EN EL MARCO
DE LA REESTRUCTURACIÓN DEL LABORATORIO
DE MECATRÓNICA**

**LIBARDO ENRIQUE MENDOZA GENEY
JAVIER ISAAC RODRIGUEZ VIZCAÍNO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.005

**DISEÑO DE LA LOGÍSTICA DOCUMENTAL Y
FÍSICA PARA LA REALIZACIÓN DE PRACTICAS DE
SELECCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y DIAGNÓSTICO
EN AUTÓMATAS PROGRAMABLES EN EL MARCO
DE LA REESTRUCTURACIÓN DEL LABORATORIO
DE MECATRÓNICA**

**LIBARDO ENRIQUE MENDOZA GENEY
JAVIER ISAAC RODRIGUEZ VIZCAÍNO**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

**JORGE ENRIQUE MENESES FLORES
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.005

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, 22 de Agosto del 2.005

DEDICATORIA

A Dios.

A mi madre Ruby y a mi padre Libardo,
personas que con su sacrificio y esfuerzo
me dieron fuerzas para seguir trabajando.
A Sandra, por su cariño y amor incondicional.
A mis hermanos Isaac y Argemiro, que
con su apoyo, ejemplo, nobleza y alegría
me han enseñado a entregar lo mejor de mí.
A mi ahijado Diego Andrés por haber nacido.

LIBARDO ENRIQUE

DEDICATORIA

A mi hermanito Josué Miguel.

JAVIER ISAAC

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

EVELIO MEJÍA VALENZUELA, Ingeniero Mecánico, por su inmenso apoyo y su esmero por enseñarnos a buscar el camino hacia la excelencia.

JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ, Ingeniero Mecánico, profesor de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS y director de este proyecto, por su valiosa colaboración durante el desarrollo del mismo.

Al **Grupo de Investigación en Mecatrónica GIMKT**, en especial a nuestro compañero y amigo José Verdeza, por su valiosa colaboración.

A todos nuestros **FAMILIARES**, que nos motivaron de una u otra forma a culminar este gran trabajo.

A todos nuestros **AMIGOS**.

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	3
1.1 Objetivo General	3
1.2 Objetivos Específicos	3
2. IDENTIFICACIÓN DE CONCEPTOS	5
3. PRACTICAS DE LABORATORIO	8
3.1 Prácticas Básicas.	8
3.1.1 Cableado y Medición de Señales e Interpretación de Esquemas Eléctricos	8
3.1.2 Estudio e Identificación de la Arquitectura del Controlador Flexlogix 1794.L33B.	9
3.1.3 Creación y Organización de un Proyecto en un Controlador FlexLogix bajo RSLogix 5000.	9
3.1.4 Creación e Implementación de un Lazo de Control Abierto.	9
3.1.5 Practicas de Operaciones Básicas de Programación	10
3.1.6 Instrucciones de Comparación	10
3.1.7 Instrucciones Matemáticas	10
3.1.8 Instrucciones de Control de Programas.	11
3.1.9 Instrucciones Especiales	11
3.1.10 Desarrollo de Rutina de Fallo	11
3.2 Prácticas de Aplicación	11
3.2.1 Pruebas Básicas de Evaluación de Tecnologías	12

3.2.2	Pruebas de Aplicación de Grafcet y Gemma	12
3.2.3	Practicas de Integración en Lazo Abierto	12
4.	LOGÍSTICA FÍSICA	15
4.1	Diseño de Logística Física	15
4.1.1	BANCO DE PRUEBAS	15
4.1.1.1	Paneles de Montaje	17
4.1.1.2	Mesa de Trabajo	18
4.1.2	DISPOSITIVOS ADICIONALES	19
4.1.2.1	Módulos Funcionales	20
4.1.2.2	Elementos de Sujeción	27
4.2	Construcción del prototipo de logistica fisica	28
4.2.1	BANCO DE PRUEBAS	29
4.2.1.1	Panel de Montaje	29
4.2.2	DISPOSITIVOS ADICIONALES	32
4.2.2.1	Módulos Funcionales	32
4.2.2.2	Elementos de sujeción	34
5.	LOGÍSTICA DOCUMENTAL	36
5.1	Manual de Laboratorio	36
5.1.1	Numeración de la Prueba	37
5.1.2	Título	37
5.1.3	Objetivos	37
5.1.4	Preguntas Preliminares	38
5.1.5	Fundamentación Previa al Laboratorio	38
5.1.6	Ejemplo de Aplicación	38
5.1.7	Elementos Involucrados en la Práctica	38

5.1.8	Esquema de Montaje	39
5.1.9	Esquema de Conexión Eléctrica.	40
5.1.10	Procedimiento	41
5.1.11	Evaluación	42
5.2	Manual de Entrenamiento para la Programación de Autómatas Programables Flexlogix L33b	42
5.2.1	Capitulo 1: Introducción a la Automatización Industrial y Autómatas Programables.	43
5.2.2	Capitulo 2: Estudio e Identificación de la Arquitectura del Controlador Flexlogix 1794.L33B.	43
5.2.3	Capitulo 3: Conceptos de Creación y Organización de un Proyecto en un Controlador Flex Logix	43
5.2.4	Capitulo 4: Organización de Tags.	43
5.2.5	Capitulo 5: Operaciones Básicas de Programación	43
5.2.6	Capitulo 6: Instrucciones de Comparación	44
5.2.7	Capitulo 7: Instrucciones Matemáticas	44
5.2.8	Capitulo 8: Instrucciones de Control de Programa	44
5.2.9	Capitulo 9: Instrucciones Especiales	44
5.2.10	Capitulo 10: Rutinas de Fallo	45
6.	DOCUMENTO REESTRUCTURACIÓN LABORATORIO DE MECATRÓNICA	46
6.1	Descripción de la Necesidad	47
6.2	Objetivos del Proyecto	47
6.3	Zona Afectada y Población Objetivo del Proyecto	47
6.4	Descripción de la Situación Actual	48
6.5	Descripción y Cuantificación de la Necesidad	48
6.6	Descripción de la Opción Planteada	48
6.7	Descripción y Cuantificación de los Principales Beneficios	48
6.8	Presupuesto del Proyecto	49
6.9	Capacidad de la Instalación	49
6.10	Efecto Ambiental	49
6.11	Marco Institucional	49
6.12	Anexos	50

CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	56

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Relación conceptos-competencias profesionales	7
Tabla 2. Relación Practicas-Competencias profesionales-conceptos a fundamentalar	14

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Panel de Montaje	17
Figura 2. Doble Placa de Montaje con apoyo	17
Figura 3. Detalles de panel de Montaje	18
Figura 4. Figura 4 Mesa de Trabajo	19
Figura 5 Mesa de Trabajo con Panel de Montaje	19
Figura 6 Emulador de Entradas Digitales	21
Figura 7 Emulador de salidas digitales	22
Figura 8. Emuladores de Entradas y Salidas Análogas	23
Figura 9. Módulo de Integración de Entradas Digitales	24
Figura 10. Módulo de Integración de Salidas Digitales	24
Figura 11. Módulos de Integración de Entradas y Salidas Análogas	25
Figura 12. Módulo de Fuente de Alimentación	26
Figura 13. Módulo de integración de mímicos	26
Figura 14 Elementos de Sujeción	27
Figura 15. Montaje de elementos de sujeción	27
Figura 16. Montaje de módulos en el Banco de Pruebas	28
Figura 17. Banco de Pruebas	29
Figura 18. Panel de montaje.	30
Figura 19. Detalle de sujeción del panel de montaje.	31
Figura 20. Detalle de soportes laterales.	31
Figura 21. Módulo de integración de entradas digitales	32
Figura 22. Módulo de integración de entradas y salidas análogas.	33
Figura 23. Modulo de fuente de alimentación.	33
Figura 24. Elementos de sujeción.	34
Figura 25. Fijación de dispositivos adicionales al panel de montaje	34
Figura 26. Montaje de módulos de controladores en el Banco de Pruebas (prototipo)	35
Figura 27. Montaje de módulos en el Banco de Pruebas (prototipo)	35
Figura 28. Descripción del manual de laboratorio P1	37
Figura 29. Descripción del manual de laboratorio P2	39
Figura 30. Descripción del manual de laboratorio P3	40
Figura 31. Descripción del manual de laboratorio P4	41

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Planos Panel de Montaje	57
Anexo B. Planos Mesa de trabajo	61
Anexo C. Planos Modulos Funcionales.	64
Anexo D. Planos Elementos de Sujeción	79

RESUMEN

TÍTULO:

DISEÑO DE LA LOGÍSTICA DOCUMENTAL Y FÍSICA PARA LA REALIZACIÓN DE PRACTICAS DE SELECCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y DIAGNÓSTICO EN AUTÓMATAS PROGRAMABLES EN EL MARCO DE LA REESTRUCTURACIÓN DEL LABORATORIO DE MECATRÓNICA*

AUTORES:

Libardo E. Mendoza Geney.
Javier I. Rodríguez Vizcaíno.**

PALABRAS CLAVES:

Mecatrónica, Automatización Industrial, Controladores, Autómatas Programables.

DESCRIPCIÓN:

Este proyecto tiene como objetivo diseñar una estructura didáctica alternativa a la existente en el laboratorio de investigación en mecatrónica de la Universidad Industrial de Santander que permita la fundamentación de conceptos en el uso, selección y mantenimiento de Autómatas Programables incorporados en un sistema de control automático.

Para lograr este objetivo satisfactoriamente se definieron tareas procedimentales:

* Proyecto de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Jorge Meneses F.

Inicialmente este proceso consiste en relacionar las competencias que demanda el escenario laboral del Ingeniero Mecánico en cuanto a la mecatrónica con los conceptos a fundamentar en el aprendizaje de Autómatas Programables.

Seguidamente se determinan y definen los recursos didácticos para lograr el desarrollo de esta fundamentación sobre la comunidad estudiantil, a través del diseño y selección de experiencias de laboratorio. Las prácticas de laboratorio se estructuran en dos categorías: Prácticas Básicas (estas experiencias de laboratorio están encaminadas a fortalecer y complementar conceptos básicos) y Prácticas de Aplicación (enfocadas a situar al estudiante en un contexto industrial real, con situaciones y problemáticas que permiten emplear y conjugar todos los conceptos básicos en aplicaciones concretas).

Una vez diseñadas y seleccionadas las pruebas, se especifican las necesidades físicas para su ejecución, que conlleva a diseñar y posteriormente construir una logística física conformada por bancos de pruebas y accesorios que permitan realizar el montaje, visualizar, manipular e integrar los diferentes dispositivos y equipos correspondientes al desarrollo de cada práctica.

Realizado este proceso se elabora en forma estratégica una documentación que permita la funcionalidad de la estructura didáctica implementada:

- Manual de Laboratorio
- Manual de Entrenamiento para la Programación de Autómatas Programables FlexLogix L33B
- Material de Apoyo al docente

SUMMARY

TITLE

DESIGN OF DOCUMENTAL AND PHYSICAL LOGISTIC FOR PRACTICES IN SELECTION, USE AND CHECKING OF PROGRAMMABLE CONTROLLERS FOCUS IN THE MECHATRONICS LABORATORY ADEQUACY.*

AUTHORS:

Libardo Enrique Mendoza Geney
Javier Isaac Rodríguez Vizcaíno.**

KEY WORDS:

Mechatronic, Industrial Automatization, Programmable Controller.

DESCRIPTION:

This development looks for design an alternative didactical structure from existent, in the -Universidad Industrial de Santander- Mechatronic's Laboratory which able theorization in use, selection, and maintenance of programmable controllers as elements of automatic control systems.

In order to reach this goal there where defined methodological jobs:

Initially there where related the demanding industrial competencies for mechanical engineers in mechatronics with concepts to work in programmable controller's apprenticeship.

Then, there where determined and defined didactical resources required achieving the aim, through design and selection of laboratory practices.

These practices are divided in basics and application ones, first seek developing of basic concepts and second are real industrial problems allowing utilize of concepts in true troubles.

* Degree Project.

** Physical-mechanical Engineer Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Jorge Meneses F.

Once designed and chosen practices there are specified performance requirements to design and construct a physical logistic who allows assemble, visualizes, handle, and integrate equipment required for each practice.

Finally there were made documents supporting this methodology:

- Laboratory Manual
- FlexLogix L33B programmable controller training manual.
- Teaching supporting document.

INTRODUCCIÓN

Dentro del marco actual de inminente globalización, en donde se presenta cercanía de mercados y posibilidades multilaterales de acceso, son las empresas que se preocupan por estar en procesos de mejoramiento continuo las que obtendrán solidez y permanencia. Lo anterior exige la optimización de la producción, la eficiencia de consumos de energía, la reducción de tiempos de ciclos, etcétera, como actividades que involucran a todos los miembros de una familia empresarial y por supuesto al ingeniero mecánico en la búsqueda del mejoramiento de sus capacidades profesionales.

La Mecatrónica se ha mostrado como una disciplina que orienta sus esfuerzos a posibilitar el máximo despliegue de capacidades de producción y generación de valor agregado, a través de la integración e implementación de bloques tecnológicos (controladores, sensores y actuadores) para el control y supervisión de procesos industriales. Los autómatas programables son un tipo de controladores cuya función es el gobierno de los elementos en un sistema automatizado; el desarrollo de habilidades en el ingeniero mecánico en la selección, mantenimiento e integración de estos dispositivos tecnológicos complementa la formación de un perfil profesional que sea un reflejo de las necesidades actuales del entorno industrial nacional, y a su vez le permitan a las empresas colombianas ser competentes en este mercado globalizado.

Este documento plantea un proyecto en el cual se lleva a cabo el diseño de un material didáctico, físico y documental, para el desarrollo de prácticas de laboratorio, que fortalezcan las habilidades para la selección, manejo e

integración de autómatas programables, dentro del macroproyecto de reestructuración y acondicionamiento físico del Laboratorio de Mecatrónica de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

La estructura de este documento va de acuerdo con la metodología desarrollada para el diseño de la logística física y documental para el desarrollo de prácticas en Autómatas Programables:

Inicialmente se realiza la identificación de las competencias profesionales que demanda el escenario laboral del ingeniero mecánico en cuanto a la mecatrónica y posteriormente relacionar estas competencias con los conceptos a fundamentar en el aprendizaje de Autómatas Programables (capítulo 2). Seguidamente se determinan y definen los recursos didácticos para lograr el desarrollo de esta fundamentación sobre la comunidad estudiantil, a través del diseño y selección de experiencias de laboratorio (capítulo 3). Una vez diseñadas y seleccionadas las pruebas, se especifican las necesidades físicas para su ejecución, que conlleva a diseñar y posteriormente construir un prototipo de la logística física (capítulo 4 y 5).

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una estructura didáctica alternativa a la existente en el laboratorio de investigación en mecatrónica que permita la fundamentación de conceptos en el uso, selección y mantenimiento de Autómatas Programables incorporados en un sistema de control automático; y así contribuir al cumplimiento de la pertinencia social de la Escuela de Ingeniería Mecánica de La Universidad Industrial de Santander en su papel como formadoras de profesionales competentes.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los conceptos y principios básicos necesarios para la formación de competencias de selección, implementación y diagnóstico de Autómatas Programables y su integración dentro de un lazo de control automático.
- Diseñar las prácticas de laboratorio orientadas hacia los conceptos y principios identificados, estructuradas así:
 - ✓ Prácticas Básicas: enfocadas a fortalecer y complementar conceptos básicos tales como cableado de autómatas, principio de funcionamiento, operaciones básicas de programación, procedimiento, conceptos y tareas comunes

de los controladores Flexlogix (autómatas AB), operaciones básicas y avanzadas de programación.

- ✓ Prácticas de Aplicación: enfocadas a situar al estudiante en un contexto industrial real, con situaciones y problemáticas que permiten emplear y conjugar todos los conceptos básicos en aplicaciones concretas, enmarcadas en los siguientes tópicos: pruebas de evaluación de tecnologías, pruebas de aplicación de grafcet y gemma, pruebas de integración en lazo abierto y en lazo cerrado.
- Diseñar la infraestructura física necesaria para implementar las prácticas de laboratorio definidas:
 - ✓ Banco de pruebas conformada por panel de montaje y mesa de trabajo.
 - ✓ Dispositivos Adicionales compuestos por módulos funcionales (módulos emuladores, módulos de integración, fuentes de alimentación y módulos de integración de mímicos) y elementos de sujeción.
 - ✓ Construir un prototipo de la infraestructura física diseñada, el cual incluye una mesa de trabajo, un par de soportes laterales y un panel de montaje.
- Elaborar la documentación que permita la funcionalidad de la logística desarrollada, lo cual consiste en un manual de entrenamiento para la programación de autómatas programables FlexLogix L33B, un manual de laboratorios con los preparativos, procedimiento a seguir y

evaluaciones y un material didáctico de apoyo al docente (presentación multimedia).

2. IDENTIFICACIÓN DE CONCEPTOS

Con el objetivo de partir de una estrategia clave para identificar de forma eficiente los conceptos a fundamentar en torno al aprendizaje de Autómatas Programables Industriales en la academia, se relacionan las competencias profesionales que demanda el escenario laboral del Ingeniero Mecánico en este campo y los conceptos que se deben impartir en la academia para proporcionar a los estudiantes herramientas y elementos para un óptimo desempeño laboral en su vida profesional.

De esta manera, en primera instancia, se identifican las competencias profesionales a partir de un estudio en los campos de desempeño profesional del ingeniero mecánico, las necesidades académicas en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial, y los planes de estudios de pregrado y postgrado de otras universidades con respecto al área de la mecatrónica. Las competencias profesionales identificadas son:

- Diseñar e implementar sistemas automatizados aplicados a las diferentes disciplinas que están en el entorno de desempeño del ingeniero mecánico: diseño de maquinas, área energética y mantenimiento industrial.
- Identificar y conocer los diferentes dispositivos tecnológicos involucrados en un sistema de control automático, caracterizando la parte operativa (flujo de alta potencia) y la parte de mando (flujo de baja potencia).

- Seleccionar y evaluar opciones tecnológicas en cuanto a Autómatas Programables a partir de requerimientos de tamaño, tipos de señales a controlar, memoria y tipo de estructura (modular o compacta), teniendo en cuenta las especificaciones y requerimientos por el proceso o maquina a controlar.
- Realizar la instalación, mantenimiento y diagnostico de autómatas programables dentro de un sistema de control automático.

A partir de la definición de las competencias profesionales que demanda el escenario laboral del Ingeniero Mecánico en cuanto a la mecatrónica se relacionan con los conceptos a fundamentar en el aprendizaje de Autómatas Programables. De esta manera se definen los **conceptos a fundamentar**, los cuales se enlistan a continuación:

- Comprender el principio de funcionamiento de Autómatas Programables.
- Caracterizar la arquitectura externa e interna de los autómatas programables, basado en conceptos de modularidad, tipos de memorias, funciones y ciclo básico de trabajo de la cpu, tiempo de respuesta, especificaciones de alimentación, con el objetivo de conllevar al estudiante a desarrollar criterios de selección y diagnóstico.
- Conocer e implementar las diferentes herramientas que proporcionan los autómatas programables a nivel de software y hardware, logrando

la optimización de su funcionamiento dentro de un sistema de control automático y un mejor manejo de los recursos del sistema.

- Diseñar automatismos secuenciales lógicos a través de herramientas metodológicas de diseño como el GRAFCET y GEMMA.

La tabla a continuación muestra de manera específica la relación de los conceptos a fundamentar con las competencias profesionales del ingeniero mecánico.

Tabla 1. Relación conceptos-competencias profesionales

		COMPETENCIAS PROFESIONALES			
		Implementar SCA en disciplinas del Ing mec.	Identificar elem. de un SCA	Selección y evaluar de API	Instalación, mtto diagnóstico de API
CONCEPTOS	Principio de Funcionamiento			X	X
	Características de la arquitectura de un API	X		X	X
	Diseño deAutomatismos Secuenciales lógicos	X	X		
	Herramientas de un API	X		X	X

3. PRACTICAS DE LABORATORIO

Las prácticas de laboratorio son diseñadas con el objetivo de complementar y fundamentar conceptos y definiciones que están estructurados dentro de la enseñanza a nivel de pregrado y postgrado, que fortalecen los conceptos académicos identificados.

Las prácticas de laboratorio se han estructurado en dos categorías: Practicas Básicas y Prácticas de Aplicación.

3.1 PRACTICAS BÁSICAS.

Estas experiencias de laboratorio están encaminadas a fortalecer y complementar conceptos básicos tales como cableado de autómatas, principio de funcionamiento, operaciones básicas de programación, etc.

3.1.1 Cableado y Medición de Señales e Interpretación de Esquemas Eléctricos

- Cableado General de Controladores
- Conexión y Medición de Señales Discretas
- Conexión y Medición de Señales Análogas
- Cableado de Sistemas de Control

En ésta práctica se fundamentan conceptos acerca de principios de funcionamiento de señales de entradas y salidas en un autómata

programable, su conexión alimentación y rango de operación estandarizado. Además se desarrollan cableados para la integración de elementos de un sistema de control automático, teniendo en cuenta restricciones de consumo eléctrico para captadores, actuadores o preactuadores de acuerdo con las especificaciones del autómeta.

3.1.2 Estudio e Identificación de la Arquitectura del Controlador Flexlogix 1794.L33B.

Enfocada a identificar la estructura interna y externa de los autómetas programables y los estados operativos de la CPU. El conocimiento sobre los diferentes estados operativos de las CPU sirve de ayuda para la programación del arranque, la prueba del autómeta y el diagnóstico de fallos.

3.1.3 Creación y Organización de un Proyecto en un Controlador FlexLogix bajo RSLogix 5000.

- Creación de un Archivo de Proyecto
- Organización de Tareas, Programas y Rutinas.

Tiene como propósito configurar proyectos de programación en el software RSLogix 5000 para controladores FlexLogix familiarizado al estudiante con el entorno del software.

3.1.4 Creación e Implementación de un Lazo de Control Abierto.

Tiene como propósito implementar un autómeta Allen Bradley 1794 L33 dentro de un lazo de control abierto definiendo la organización general, la

configuración de hardware, y su organización en tags bajo el software RSLogix 5000 para controladores FlexLogix.

3.1.5 Practicas de Operaciones Básicas de Programación

- Operaciones de Transferencia y Movimiento de Datos
- Operaciones Lógicas con Bits.
- Operaciones de Temporización.
- Operaciones de Contaje.

Desarrolla habilidades en la implementación de operaciones básicas de programación para realizar proyectos de automatización de nivel básico.

3.1.6 Instrucciones de Comparación

Permite realizar operaciones que permitan comparar valores de datos usando una expresión o una instrucción de comparación específica en una aplicación de un sistema de control.

3.1.7 Instrucciones Matemáticas

- Instrucciones y Ecuaciones Aritméticas.
- Operaciones Matemáticas Avanzadas y Trigonométricas
- Operaciones de Conversión

Esta práctica es diseñada con el objetivo de implementar herramientas que permitan realizar operaciones matemáticas básicas y avanzadas, con el

propósito de establecer un nivel superior de control para un sistema determinado.

3.1.8 Instrucciones de Control de Programas.

Se tiene como finalidad lograr el diseño de programas con un grado mayor de optimización, a través de herramientas de llamados condicionales y estratégicos para cambiar o interrumpir el flujo de la lógica programada.

3.1.9 Instrucciones Especiales

Estas prácticas están enfocadas a realizar el tratamiento a señales análogas a través de bloques especiales de programación: Control PID, configuración de la instrucción.

3.1.10 Desarrollo de Rutina de Fallo

Tiene como propósito emplear herramientas para tratamientos de fallos en caso de condiciones críticas en un automatismo, que ameriten que el controlador ejerza una acción determinada para tal fallo.

3.2 PRACTICAS DE APLICACIÓN

Las prácticas de aplicación están enfocadas a situar al estudiante en un contexto industrial real, con situaciones y problemáticas que permiten emplear y conjugar todos los conceptos básicos en aplicaciones concretas.

3.2.1 Pruebas Básicas de Evaluación de Tecnologías

- Generador de Múltiples Frecuencias
- Supervisión de un Grupo de Ventiladores
- Manejo de dos Visualizadores (display) de Siete Segmentos.

Principalmente este conjunto de prácticas están enfocadas a establecer lineamientos para la migración de marcas de autómatas y criterios de selección debido a que éstas se emplean en la metodología actual de aprendizaje de autómatas programables.

3.2.2 Pruebas de Aplicación de Grafcet y Gemma

- Control de una estación de embalajes de paquetes
- Control de una planta embotelladora: carga, llenado y taponado.
- Automatización de un sistema con tolva con tres bandas y una banda giratoria
- Automatización de una estación automática de lavado de vehículos

Estas prácticas permiten desarrollar habilidades en el diseño y programación de automatismos lógicos secuenciales a través de la metodología de GRAFCET y GEMMA, utilizando las herramientas disponibles en el software de programación.

3.2.3 Practicas de Integración en Lazo Abierto

- Medición de velocidad lineal
- Medición de velocidad rotacional
- Características de respuesta de un potenciómetro lineal.

- Arranque estrella-triángulo de un Motor Trifásico.
- Inversión del sentido de giro de un motor trifásico

Estas prácticas permiten realizar el control de un sistema real integrando elementos reales de un sistema de control tales como sensores, actuadores y preactuadores.

Tabla 2. Relación Practicas-Competencias profesionales-conceptos a fundamentar

Nro	Prueba	CONCEPTOS				HABILIDADES			
		Principios de Funcionamiento	Características de la Arquitectura de un API	Diseño de Automatizmos	Herramientas de un API	Implementar Sist. Aut. en diferentes disciplinas ing mecánico	Identificación de elementos de un SCA	Selección y evaluación de Automatas	Realizar instalación, mantenimiento y diagnóstico de API
1	Cableado y Medición de señales	X	X					X	X
2	Estudio de la Arquitectura del controlador Flexlogix	X	X		X			X	X
3	Procedimiento, conceptos y tareas comunes del controlador Flexlogix	X	X		X			X	X
4	Operaciones Básicas de Programación	X	X		X			X	X
5	Instrucciones de Comparación	X			X			X	X
6	Instrucciones Matemáticas	X			X			X	X
7	Instrucciones de Salto y Control de Programas	X			X			X	X
8	Instrucciones Especiales	X			X			X	X
9	Desarrollo de rutinas de fallo	X	X		X			X	X
10	Generador de Múltiples Frecuencias	X		X	X			X	
11	Supervisión de Ventiladores	X		X	X			X	
12	Configuración de display	X		X	X			X	
13	Control de un Planta Embotelladora	X		X	X	X		X	
14	Arranque estrella-triángulo, inversión de giro de un motor trifásico	X		X	X	X			
15	Control de una estación de embalajes de paquetes	X		X	X	X			
16	Automatización de un sistema con tolva con tres bandas y una banda giratoria	X		X	X	X			
17	Automatización de una estación automática de lavado de vehículos	X		X	X	X			
18	Medición de velocidad Lineal	X		X	X	X	X		
19	Medición de velocidad Rotacional	X		X	X	X	X		
20	Características de respuesta de un potenciómetro lineal	X		X	X	X	X		
21	Arranque estrella-triángulo de un motor trifásico	X		X	X	X	X		
22	Inversión del sentido de giro de un motor trifásico	X		X	X	X	X		

4. LOGÍSTICA FÍSICA

La realización de las pruebas de laboratorio cuentan con un complemento práctico consistente en una logística física conformada por **bancos de pruebas** y **dispositivos adicionales** que permiten realizar el montaje, visualizar, manipular e integrar los diferentes dispositivos y equipos correspondientes al desarrollo de cada práctica.

4.1 Diseño de Logística Física

4.1.1 BANCO DE PRUEBAS

El diseño de los bancos parte de la definición de requerimientos de naturaleza funcional, económica, ergonómica y espacial:

- El banco de pruebas debe permitir facilidad de montaje, transporte y manipulación de los elementos involucrados en la práctica.
- El espacio ocupado por el banco debe concordar con el espacio disponible en el laboratorio de mecatrónica.
- Se debe tener en cuenta requerimientos ergonómicos que permitan una óptima geometría.
- Para el desarrollo de las prácticas es necesario vincular otros accesorios complementarios al banco de pruebas tales como computadores,

multímetros, etc. Por tal razón se debe implementar una estrategia de conexión con tales dispositivos.

- La robustez mecánica es un factor determinante en el diseño del banco, debido al frecuente sometimiento de esfuerzos en su normal funcionamiento.
- El diseño del banco debe tener en cuenta lineamientos económicos que permitan criterios de viabilidad en su construcción, ya que esto no se logra con opciones comerciales.
- Se debe tener en cuenta criterios de estética en el momento del diseño del banco de pruebas.
- El banco de pruebas debe contar con un espacio de trabajo suficiente para dos estudiantes que permita garantizar comodidad y libertad de movimiento.

Una vez realizada la definición de los requerimientos para un óptimo diseño del banco de pruebas para las prácticas de Autómatas Programables y la incorporación de las necesidades para el uso de sensores y actuadores eléctricos, se realiza el diseño y la construcción del prototipo del banco de pruebas.

El banco de pruebas consta de:

- Paneles de Montaje
- Mesa de Trabajo
- Soportes Laterales

4.1.1.1 Paneles de Montaje

El banco cuenta con dos placas de montaje de dimensiones de 1m x 0.7m, inclinadas con un ángulo de 70° que permite facilidad en el montaje y alcance de elementos, sin interferir con la visualización y toma de datos (figura 1). Ésta disposición se logra con el uso de apoyos laterales que a su vez también permiten la disposición horizontal de la placa de montaje (figura 2). Las condiciones críticas de resistencia para el diseño de los paneles de montaje se encuentran basadas en la carga producida por los elementos de mayor peso utilizados en las prácticas, que en este caso corresponden a prácticas que vinculan accionamientos eléctricos.

Cada panel está constituido por platinas de aluminio de 1m de longitud, 2" de ancho por ½" de espesor formando un perfil en T, se apoyan sobre cuatro platinas verticales, a las que se fijan por medio de tornillos avellanados (figura 3). Para mayor detalle consultar planos en anexo A.

Figura 1. Panel de Montaje

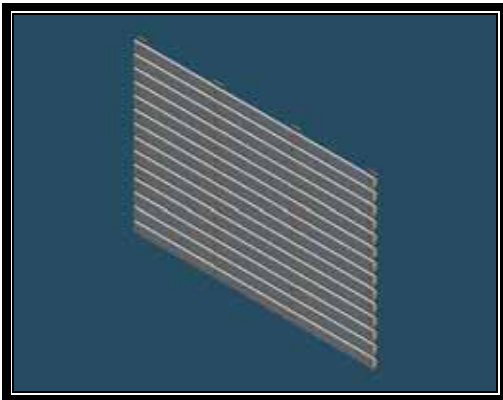


Figura 2. Doble Placa de Montaje con apoyo

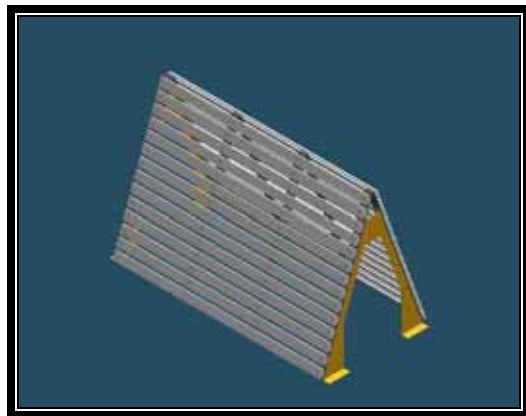
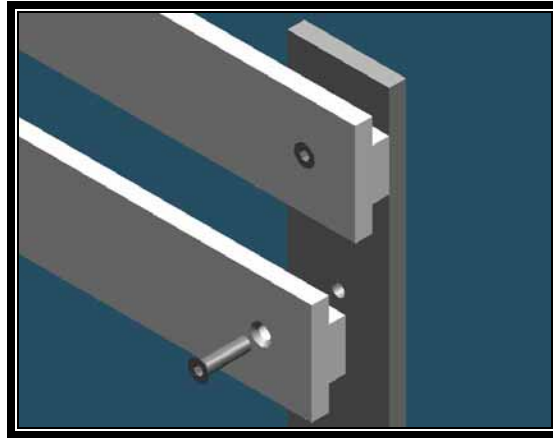


Figura 3. Detalles de panel de Montaje



4.1.1.2 Mesa de Trabajo

La mesa de trabajo permite el sostenimiento de las placas de montaje. Consiste en una superficie de de 1.2m x 0.8 m apoyado sobre una base de perfiles tubulares, que además cuenta con un espacio adicional con el objetivo de colocar accesorios complementarios en las pruebas tales como multímetros, computadores, mímicos, etc. (figura 4 y figura 5)

El calculo estructural de la mesa de trabajo esta basado en similares condiciones críticas que el panel de montaje. Las dimensiones determinadas son:

Alto: 1 m

Largo: 1.2 m

Ancho: 0.8 m

Para mayor detalle ver planos en Anexo B

Figura 4 Mesa de Trabajo

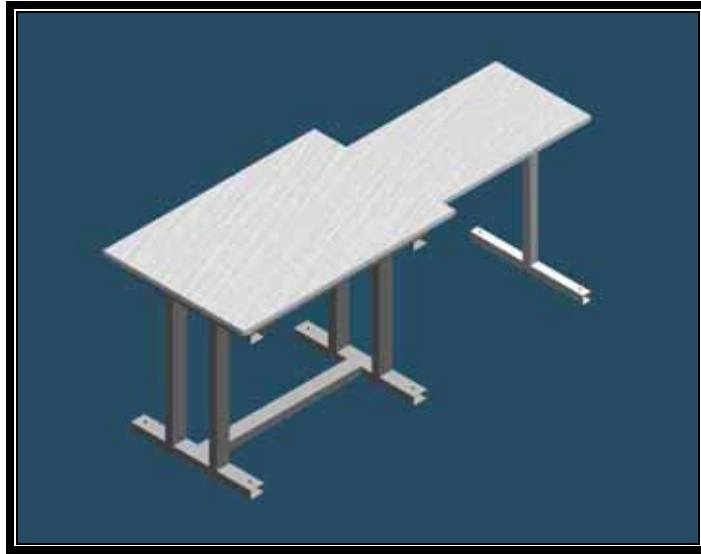
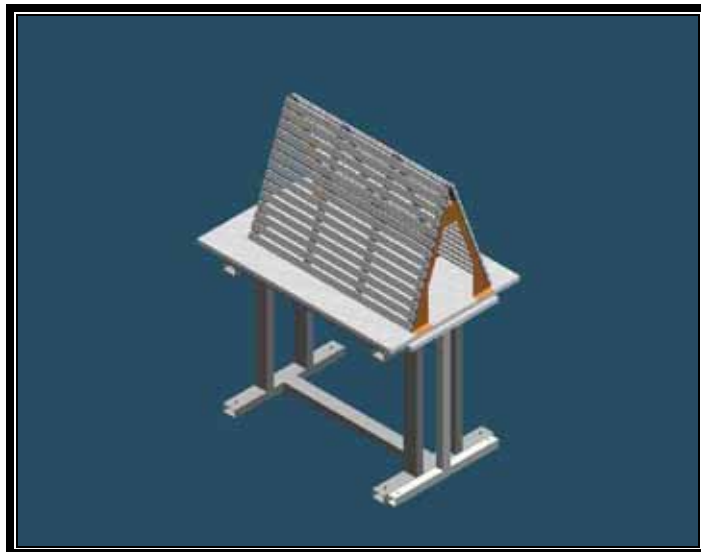


Figura 5 Mesa de Trabajo con Panel de Montaje



4.1.2 DISPOSITIVOS ADICIONALES

La implementación física complementaria para el desarrollo de las experiencias de laboratorio consiste en un conjunto de accesorios que cumplen funciones específicas contribuyendo a lograr los objetivos propuestos en cada práctica.

Los dispositivos adicionales se clasifican en:

- Módulos Funcionales
- Elementos de Sujeción

4.1.2.1 Módulos Funcionales

Estos accesorios son de naturaleza modular lo que permite flexibilidad en la selección de los elementos a implementar en cada experiencia de laboratorio.

Estos elementos se clasifican en cuatro categorías:

- Módulos Emuladores
- Módulos de Integración
- Módulos de Fuentes de alimentación
- Módulos de Integración de Mímicos

Los módulos Emuladores, de Integración y de Fuentes de alimentación consisten en cubiertas de lámina doblada montadas sobre un riel, que a su vez pueden ser instalados sobre la placa de montaje en el banco de pruebas. Para mayor detalle ver planos en Anexo C

Los módulos emuladores y de integración contienen conectores en donde se agrupa el cableado de señales de entrada o salidas de los módulos de expansión de los autómatas programables.

Los mímicos consisten en emuladores de procesos reales que permiten ser utilizados como herramientas didácticas para diseño de programas de control. Algunos de los mímicos implementados hacen parte de la logística que se encuentra actualmente en el laboratorio de mecatrónica.

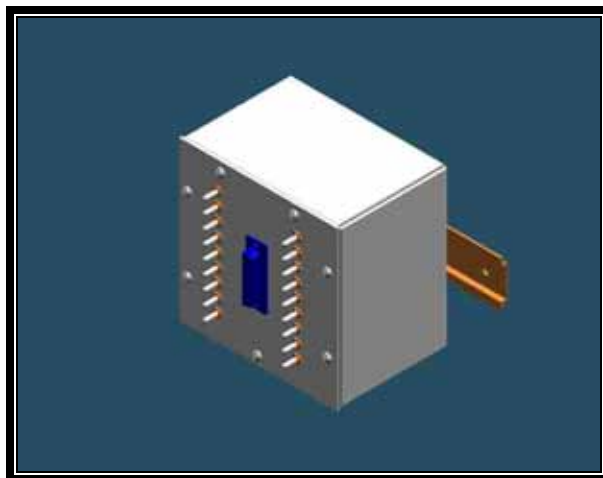
4.1.2.1.1 Módulos Emuladores

Los módulos emuladores permiten emular señales de entradas y salidas, ya sean digitales o análogas, con el objetivo de realizar pruebas de programas con los módulos con que cuenta el autómeta.

- *Emuladores de Entradas Digitales*

Los módulos emuladores de entradas digitales contienen switches de enclavamientos que permiten emular señales de 24 V CC al módulo de entradas digitales 1794-IB16 de la familia Flexlogix. (Fig. 6)

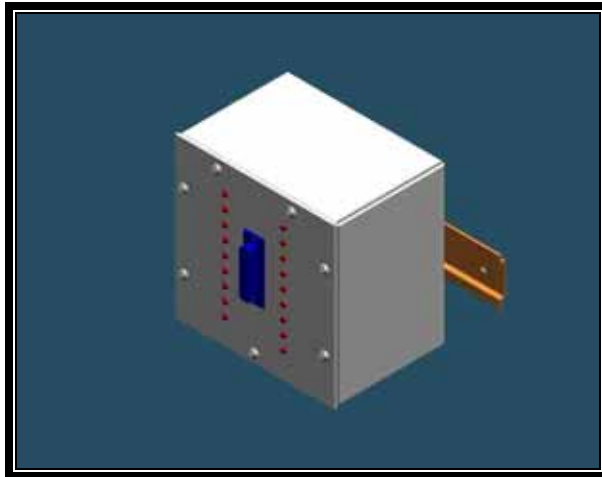
Figura 6 Emulador de Entradas Digitales



- *Emuladores de Salidas digitales*

Los módulos emuladores de salidas digitales contienen leds indicadores que permiten visualizar el estado de las señales provenientes del módulo de salidas digitales 1794-OB16 de la familia Flexlogix. (Fig. 7)

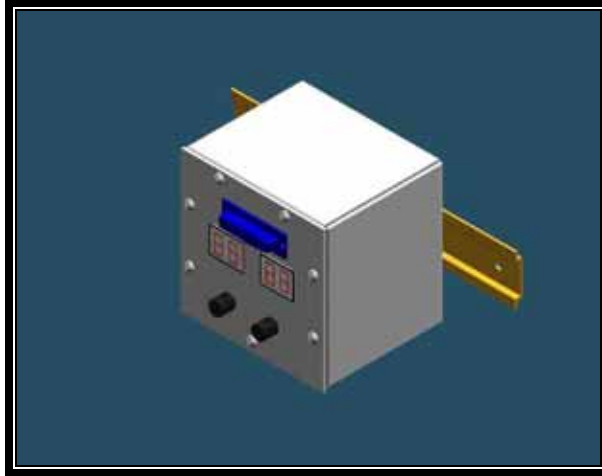
Figura 7 Emulador de salidas digitales



- *Emuladores de Entradas y Salidas Análogas.*

Los módulos emuladores de entradas y salidas análogas permiten generar una señal continua a través de un potenciómetro para emular entradas y displays para visualizar respuestas de salidas. Cuentan con dos entradas y dos salidas análogas (fig.8).

Figura 8. Emuladores de Entradas y Salidas Análogas



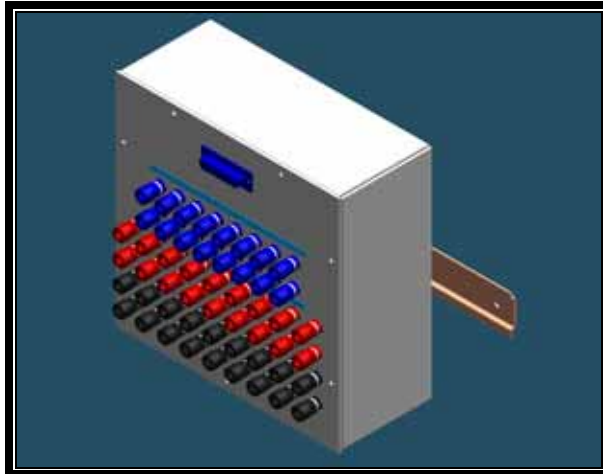
4.1.2.1.2 Módulos de Integración

Los módulos de integración permiten la vinculación de elementos externos pertenecientes a un proceso real (sensores, actuadores, preactuadores) dentro de un lazo de control.

- *Módulos de Integración de Entradas Digitales*

Los módulos de integración de entradas digitales contienen una serie de plugs que permiten la conexión e integración de señales de entradas digitales provenientes de un proceso real. Estos módulos cuentan con 16 entradas. (Figura. 9)

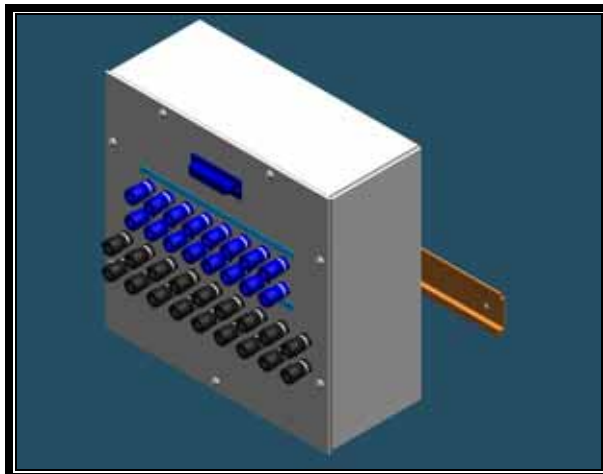
Figura 9. Módulo de Integración de Entradas Digitales



- *Módulos de Integración de Salidas Digitales*

Los módulos de integración de salidas digitales contienen una serie de plugs que permiten la conexión e integración de señales de salidas digitales dirigidas a un proceso real. Cuentan con 16 salidas (Fig.10).

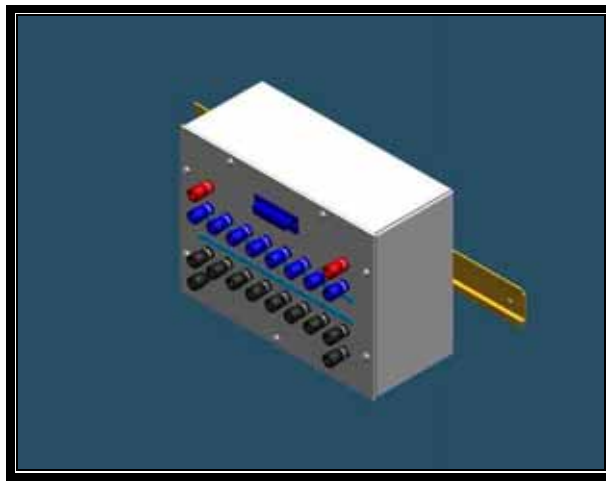
Figura 10. Módulo de Integración de Salidas Digitales



- *Módulos de Integración de Entradas y Salidas Análogas*

Los módulos de integración de entradas y salidas análogas permiten integrar elementos de un sistema de control real de señales continuas. Estos módulos cuentan con dos entradas y dos salidas análogas para integrar sensores o actuadores (Fig.11).

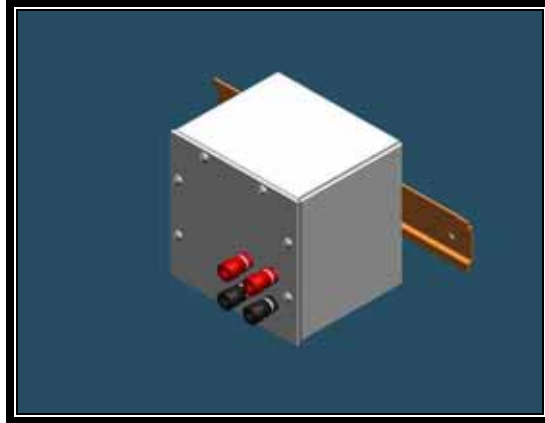
Figura 11. Módulos de Integración de Entradas y Salidas Análogas



4.1.2.1.3 Módulos de Fuentes de Alimentación

Los módulos de fuente de alimentación son los elementos que suministran la alimentación a controladores y módulos. Contienen plugs que permiten conexión rápida a módulos emuladores o a integradores. (Fig.12)

Figura 12. Módulo de Fuente de Alimentación

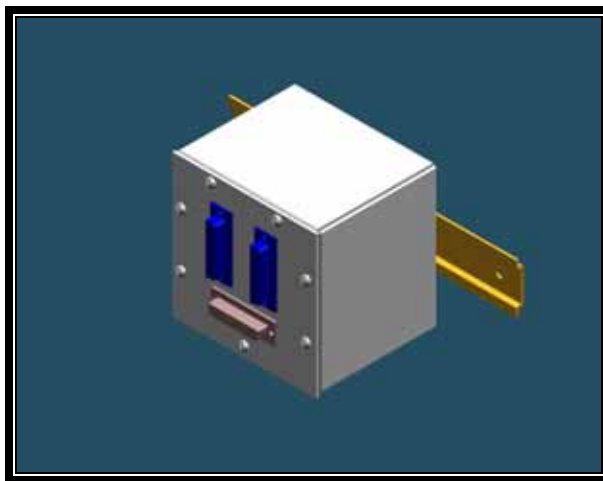


4.1.2.1.4 Módulos de Integración de Mímicos

Dentro de las prácticas diseñadas se han incorporado los mímicos que actualmente se emplean en la metodología actual de aprendizaje de autómatas programables.

Los módulos de integración de mímicos permiten realizar la interfase para la vinculación de mímicos a la estructura didáctica propuesta (Fig. 13).

Figura 13. Módulo de integración de mímicos



4.1.2.2 Elementos de Sujeción

Estos dispositivos tienen como función asegurar el fácil y rápido montaje de los módulos funcionales sobre el panel de montaje garantizando la estabilidad de estos elementos (Fig. 14). Los elementos de sujeción consisten en una tuerca y una perilla-tornillo que se apoyan en las alas del panel de montaje y el elemento a montar (Figura 15). **Para mayor detalle ver anexo D.**

Figura 14 Elementos de Sujeción

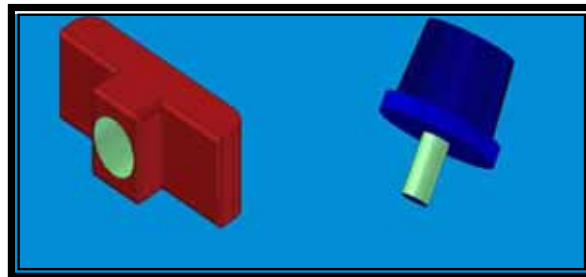


Figura 15. Montaje de elementos de sujeción

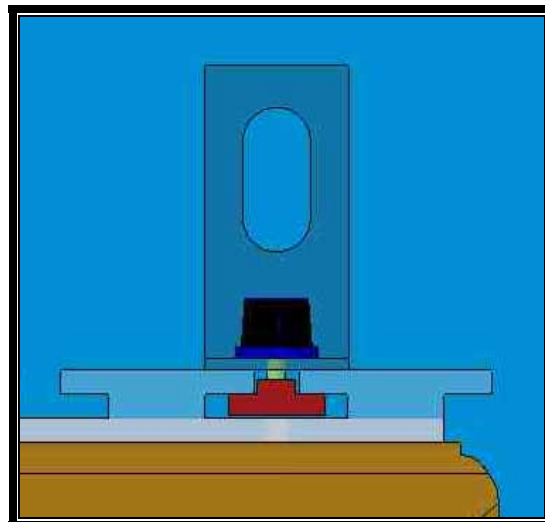
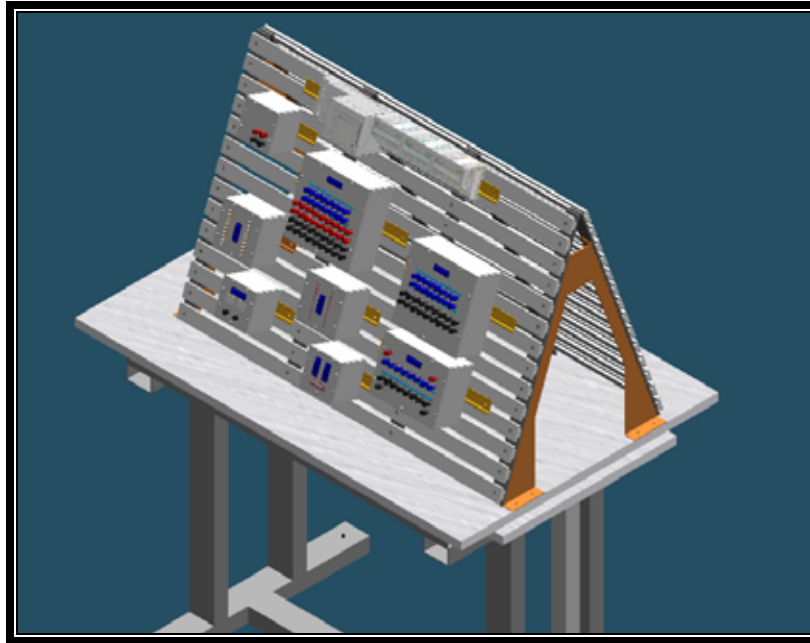


Figura 16. Montaje de módulos en el Banco de Pruebas



4.2 Construcción del prototipo de logística física

Con el objetivo de crear un punto de referencia para la ejecución del plan de reestructuración del Laboratorio de Mecatrónica y de esta manera brindar una visión del impacto académico y organizacional que aporta este proyecto se llevó a cabo la construcción del prototipo de la infraestructura física diseñada, consistente en una mesa de trabajo, un par de soportes laterales, un panel de montaje, dos módulos funcionales (cajas de conexión) y un módulo de fuente de alimentación.

4.2.1 BANCO DE PRUEBAS

La construcción del banco de pruebas se realizó en forma parcial, constituido por un panel de montaje con sus respectivos apoyos laterales y la mesa de trabajo (figura 17).

Figura 17. Banco de Pruebas



4.2.1.1 Panel de Montaje

El panel de montaje construido consiste en un arreglo de perfiles compuestos por platinas de aluminio de 2" x ¼" y tubería cuadrada de aluminio con una longitud de 1m (figura 18). Este arreglo de perfiles posee agujeros pasantes avellanados y están soportados por cuatro platinas verticales de aluminio de 2" x ¼" distribuidas

uniformemente las cuales poseen un roscado que permite el montaje con tornillos Allen de cabeza avellanada de 3/16" X ¼" (ver figura 19). Para mejorar la dureza del panel y hacerlo más resistente a la oxidación y manipulación continua se le realizó un tratamiento superficial de anodizado.

Los soportes laterales están contruidos en lámina de acero calibre 18, cuentan con agujeros en la parte inferior que permiten su montaje en la mesa de trabajo y agujeros a lo largo del dobléz para la sujeción del panel de montaje (figura 20). Los soportes laterales cuentan con un acabado superficial consistente en la aplicación de una pintura electrostática con el fin de protegerlos de la corrosión, y así asegurar su durabilidad.

Figura 18. Panel de montaje.



Figura 19. Detalle de sujeción del panel de montaje.



Figura 20. Detalle de soportes laterales.



4.2.2 DISPOSITIVOS ADICIONALES

Los dispositivos adicionales son un conjunto de accesorios que cumplen funciones específicas para lograr la modularidad y la vinculación de otros elementos tales como sensores o actuadores. Los dispositivos adicionales se clasifican en:

- Módulos Funcionales
- Elementos de Sujeción

4.2.2.1 Módulos Funcionales

El prototipo construido cuenta con un módulo de integración de entradas digitales, un módulo de integración de entradas y salidas analógicas (figura 21 y 22) y un módulo de fuente de alimentación (figura 23). Estos módulos consisten en cubiertas de lámina doblada y una platina soporte en la parte posterior para la sujeción sobre el panel de montaje en el banco de pruebas. Los módulos de integración contienen conectores en donde se agrupa el cableado de señales de entrada o salidas de los módulos de expansión de los autómatas programables y plugs de conexión rápida para facilitar el cableado de diferentes sensores o actuadores.

Figura 21. Módulo de integración de entradas digitales



Figura 22. Módulo de integración de entradas y salidas analógicas.



Figura 23. Módulo de fuente de alimentación.



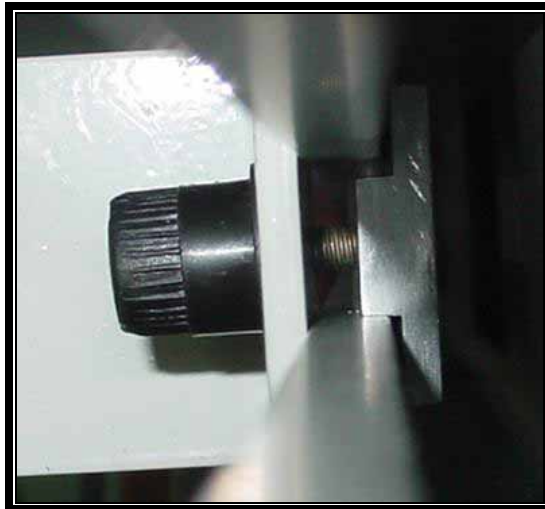
4.2.2.2 Elementos de sujeción

Los elementos de sujeción consisten en una tuerca de aluminio y una perilla-tornillo que se apoyan en las alas del panel de montaje y el elemento a montar (figura 24). Estos dispositivos tienen como función asegurar el fácil y rápido montaje de los módulos funcionales sobre el panel de montaje garantizando la estabilidad de estos elementos (figura 25).

Figura 24. Elementos de sujeción.



Figura 25. Fijación de dispositivos adicionales al panel de montaje



La figura 26 muestra la disposición del banco de pruebas con los módulos funcionales para el controlador. La figura 27 corresponde al banco de pruebas con los módulos de controladores, sensores y actuadores.

Figura 26. Montaje de módulos de controladores en el Banco de Pruebas (prototipo)

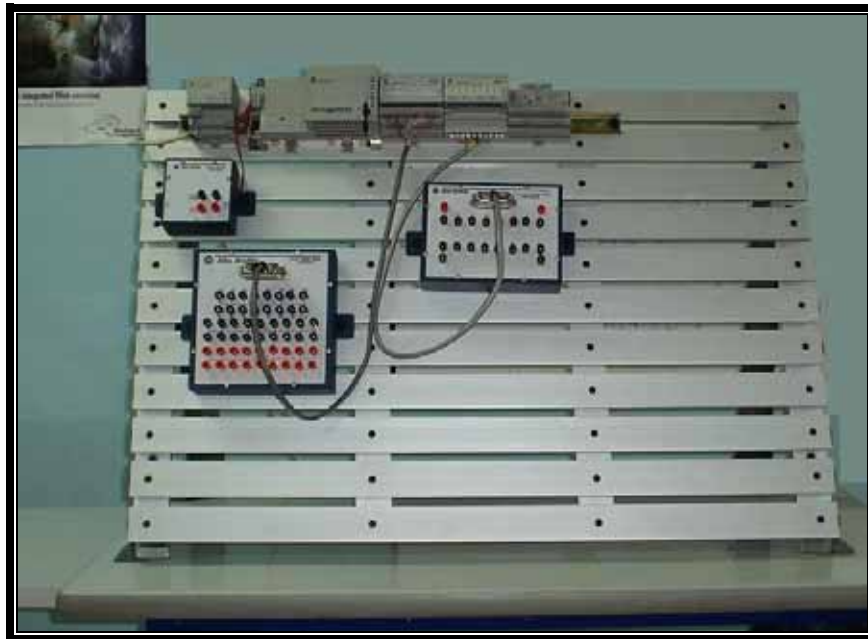
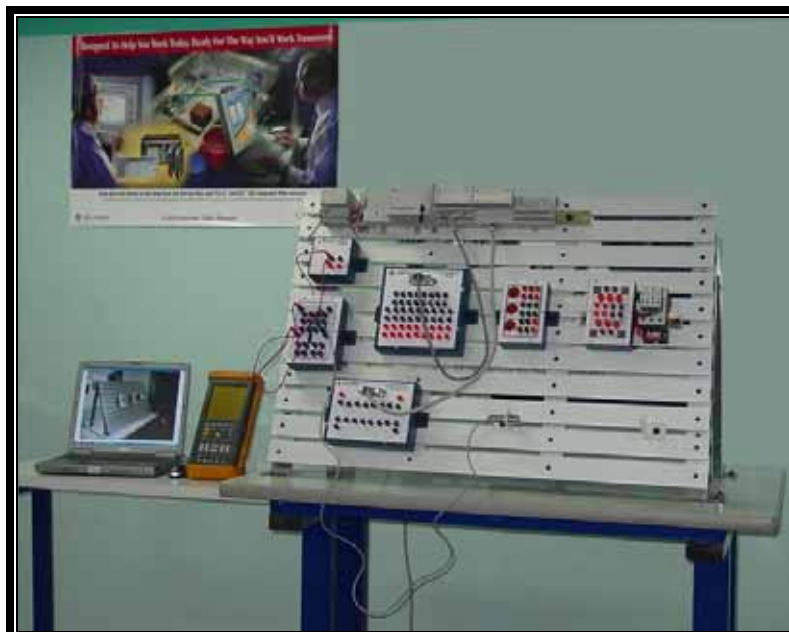


Figura 27. Montaje de módulos en el Banco de Pruebas (prototipo)



5. LOGÍSTICA DOCUMENTAL

El material de documentación constituye el soporte que permite la funcionalidad de la logística física implementada que asegura su buen funcionamiento y completo aprovechamiento por parte de los estudiantes.

Básicamente el soporte documental esta constituido por tres elementos:

- Manual de Laboratorio
- Manual de Entrenamiento para la Programación de Autómatas Programables FlexLogix L33B
- Material de Apoyo al docente

5.1 MANUAL DE LABORATORIO

Las experiencias de laboratorio cuentan con un soporte teórico para su preparación y ejecución contenido en manuales de trabajo. El diseño de manuales ha sido enfocado a lograr un óptimo desarrollo de las prácticas por parte de estudiantes y auxiliares.

La estructura del manual de prácticas está diseñada con el fin de explotar al máximo el contenido conceptual y desarrollo de habilidades. La estructura diseñada es la siguiente:

5.1.1 Numeración de la Prueba

Cada práctica cuenta con una numeración correspondiente al capítulo en el manual de programación de los controladores Flexlogix L33B.

5.1.2 Título

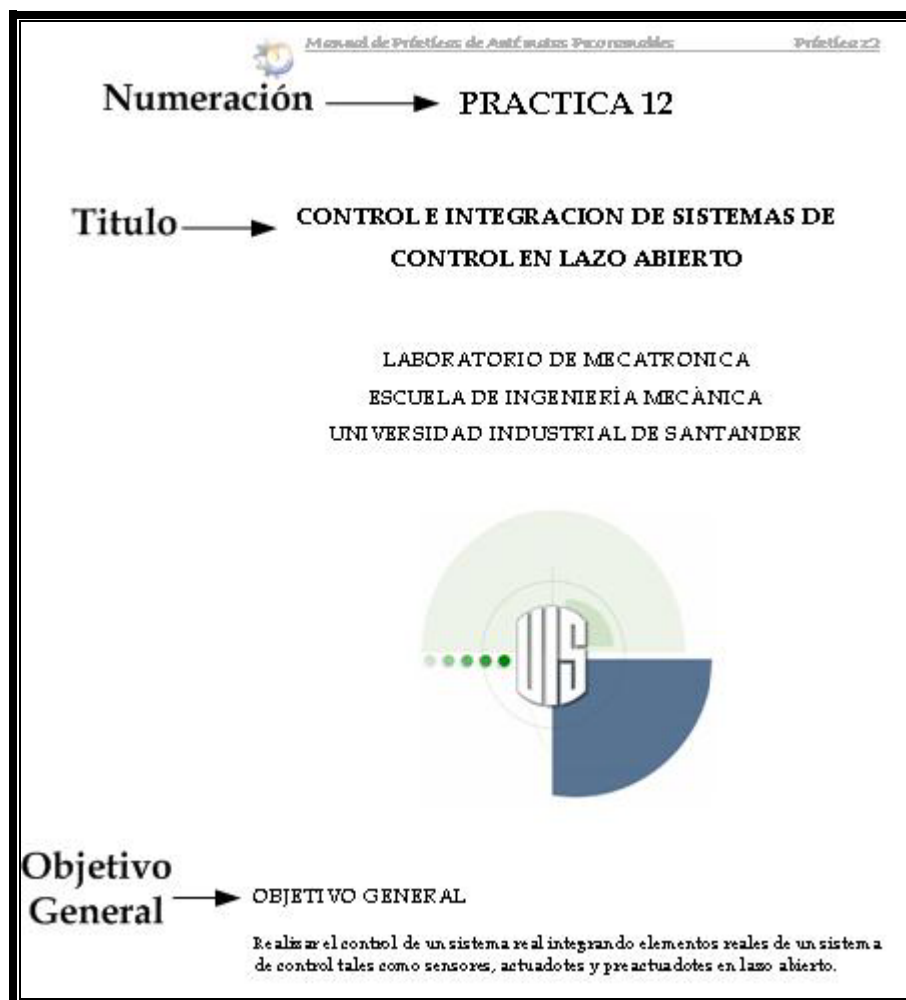
Nombre respectivo para cada práctica.

5.1.3 Objetivos

Objetivo General

Objetivos Específicos

Figura 28. Descripción del manual de laboratorio P1



5.1.4 Preguntas Preliminares

Con el objetivo de introducir y ambientar al estudiante en la temática que se abordará en las pruebas, se realiza una serie de preguntas preliminares relacionadas con el tópico a tratar.

5.1.5 Fundamentación Previa al Laboratorio

Este punto va a ser común para todas las prácticas. En este ítem se realiza la visión general de la prueba, que consiste en un estudio bibliográfico, caracterización de los dispositivos presentes en la experiencia (detalles de catálogos) y toma de notas acerca de tópicos interesantes y desconocidos.

5.1.6 Ejemplo de Aplicación

Se realiza una breve descripción de la temática a tratar situada en el contexto industrial actual, planteando las competencias a desarrollar y ejemplos de aplicación.

5.1.7 Elementos Involucrados en la Práctica

Enumeración de los dispositivos y elementos que han de implementarse en la práctica correspondiente.

Figura 29. Descripción del manual de laboratorio P2

Manual de Prácticas de Automatos Programables Prácticas 23

obtener una velocidad adecuada para que las botellas no caigan o para que el proceso no sea muy lento.

Ejemplo de aplicación →

Elementos involucrados en la practica →

Figura 1. Transporte de botellas

1.4 ELEMENTOS INVOLUCRADOS EN LA PRACTICA

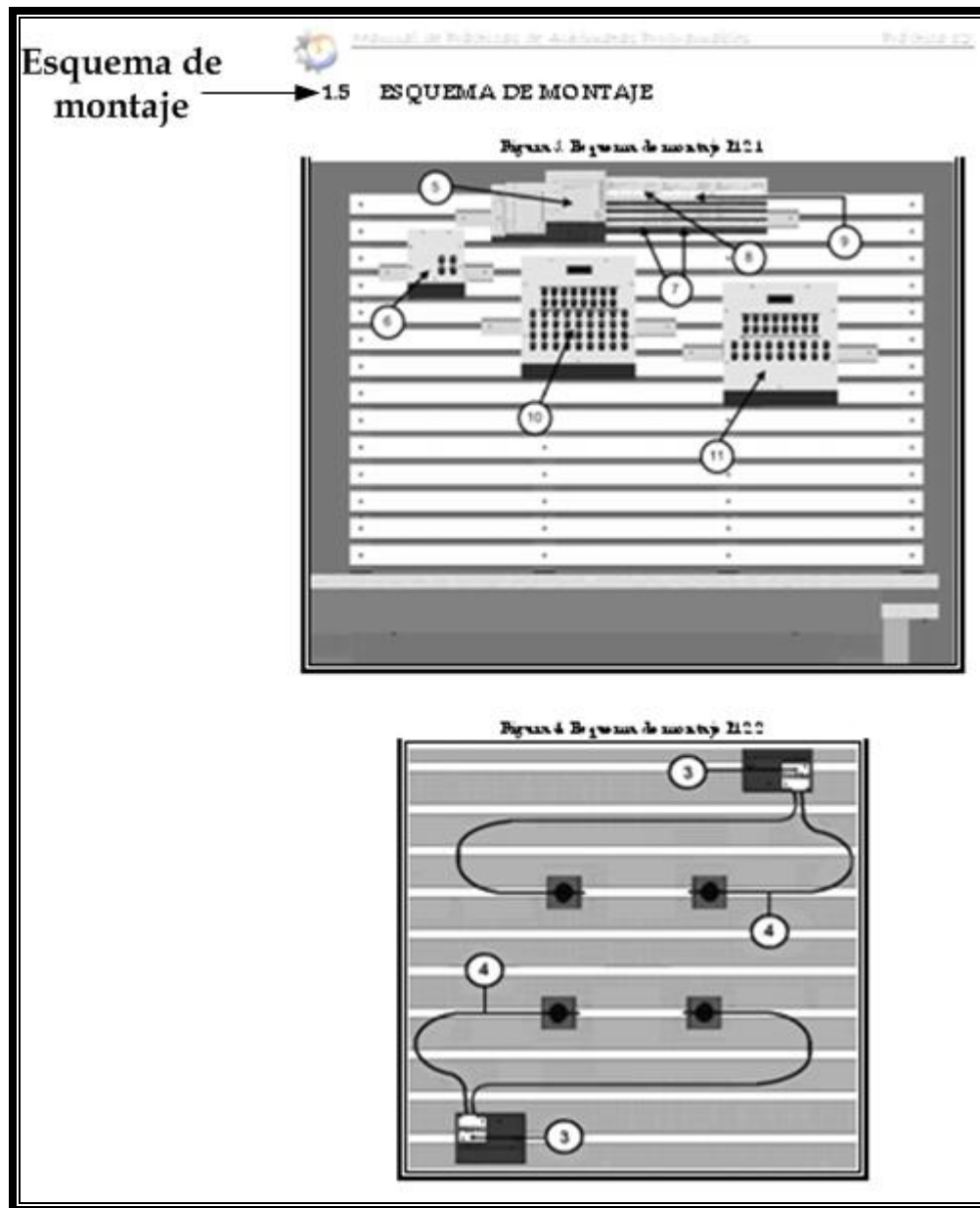
Figura 2. Elementos para la practica 11.2.1

Item	Cant.	Nomenclatura	Descripción
1	1	Computador personal	-
2	1	Software RSLogix 5000	Soft. de programación de automatiz FlexLogix
3	2	Sensor óptico LLI	SOEG-L-Q00-PA-K-2L
4	2	Unidad de fibra óptica	SOEZ-LLE-RT-2,0-M6
5	1	Automata Programable	Controlador Flex-Logix 1794-L33B
6	1	Fuente de Alimentación	Modulo 1794 PS13
7	2	Unidad Base	Modulo 1794 TB3
8	1	Modulo de entradas digitales	Modulo 1794 EB16
9	1	Modulo de salidas digitales	Modulo 1794 OB16
10	1	Mod. de conexión de entradas digitales	Caja de bornes para entradas digitales
11	1	Mod. de conexión de salidas digitales	Caja de bornes para salidas digitales
12	1	Pulsador	Pulsador industrial

5.1.8 Esquema de Montaje

Se presenta una descripción gráfica del montaje y la disposición de los elementos en el banco de pruebas.

Figura 30. Descripción del manual de laboratorio P3



5.1.9 Esquema de Conexión Eléctrica.

Si es necesario, se presenta el diagrama eléctrico para la conexión de cada elemento presente en la prueba.

5.1.10 Procedimiento

Se realiza el montaje y se desarrolla el orden de la práctica de acuerdo con las necesidades respectivas. Se lleva a cabo un seguimiento continuo en la retroalimentación de objetivos por parte de los auxiliares.

Figura 31. Descripción del manual de laboratorio P4

Manual de Prácticas de Automatas Programables
Práctica 22

Esquema de conexión eléctrica

1.6 ESQUEMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA

Figura 5. Esquema eléctrico

F1: Sensor Óptico 1
 F2: Sensor Óptico 2
 L1: Relé 1
 L2: Relé 2

Procedimiento

1.7 PROCEDIMIENTO

En esta práctica se utilizan 2 sensores ópticos con sus respectivas fibras que se encuentran separados uno del otro 10 cm. aproximadamente. Se busca determinar la velocidad de un objeto que atraviesa los dos sensores ópticos. La señal del sensor que advierte la presencia del objeto se debe dar solo cuando un objeto pase por el rayo. Considerando que la velocidad es constante se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = \frac{X}{t} \quad \times 10 \text{ cm} \quad t \text{ tiempo (s)}$$

5.1.11 Evaluación

Se plantean las tareas complementarias a realizar para cumplir a cabalidad los objetivos de la práctica por parte de los estudiantes.

5.2 MANUAL DE ENTRENAMIENTO PARA LA PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS PROGRAMABLES FLEXLOGIX L33B

Este documento se desarrolla con el propósito de crear un elemento de ayuda didáctica para el aprendizaje de conceptos fundamentales y operaciones básicas de programación de autómatas Programables FlexLogix.

El manual de programación se convierte en el soporte para la realización de programas en las prácticas de laboratorio y en un elemento de consulta para estudiantes y docentes.

El manual de programación está estructurado por capítulos que desglosan en forma progresiva los conceptos teóricos concernientes a autómatas programables e instrucciones disponibles en el software RSLogix5000 para la programación de los controladores FlexLogixL33B.

Los temas en cada capítulo corresponden respectivamente a las prácticas planteadas en el Manual de Prácticas, de la siguiente manera:

5.2.1 Capítulo 1: Introducción a la Automatización Industrial y Autómatas Programables.

El capítulo 1 contiene información acerca de los conceptos básicos concernientes a la disciplina de la Automatización Industrial y Autómatas Programables. Se realiza una breve descripción de los diferentes tipos de sistemas de control y terminologías y conceptos relacionados con los Autómatas Programables.

5.2.2 Capítulo 2: Estudio e Identificación de la Arquitectura del Controlador Flexlogix 1794.L33B.

El capítulo 2 consiste en el soporte para la práctica 2 del Manual de Prácticas, la cual consiste en un taller que busca confrontar los conceptos contenidos en el capítulo 1 con la tecnología en particular de Allen Bradley, identificando el tipo de estructura, las gamas, etc. que este fabricante suministra.

5.2.3 Capítulo 3: Conceptos de Creación y Organización de un Proyecto en un Controlador Flex Logix

En este capítulo se realiza una descripción de los elementos que el software RSLogix 5000 provee para organizar un proyecto, los cuales son: Tasks (tareas), Programs (programas), routines (rutinas).

5.2.4 Capítulo 4: Organización de Tags.

El capítulo 4 define la figura que maneja el software RSLogix 5000 para organizar los elementos dentro de la programación (TAGS). Así mismo se detalla el procedimiento para la creación y modificación de TAGS.

5.2.5 Capítulo 5: Operaciones Básicas de Programación

El capítulo comprende 5 temáticas para la programación básica de los controladores FlexLogix:

- Instrucciones con Bits.
- Operaciones Lógicas
- Operaciones de Temporización.
- Operaciones de Contaje
- Operaciones de Transferencia y Movimiento

5.2.6 Capítulo 6: Instrucciones de Comparación

En este capítulo se hace énfasis en las instrucciones que realizan operaciones de comparación de datos usando una expresión o una instrucción de comparación específica tales como mayor que, mayor o igual que, igual que, menor que, etc.

5.2.7 Capítulo 7: Instrucciones Matemáticas

El capítulo 7 abarca la implementación de herramientas que permitan realizar operaciones matemáticas básicas y avanzadas, con el propósito de establecer un nivel superior de control para un sistema determinado (suma, resta, logaritmo, potencias, valor absoluto, etc.).

5.2.8 Capítulo 8: Instrucciones de Control de Programa

Las instrucciones de control de programa se utilizan para cambiar el flujo de una lógica programada: llamada de rutinas, saltar sobre una sección de la lógica, deshabilitar tareas, detener la ejecución de una rutina, etc.

5.2.9 Capítulo 9: Instrucciones Especiales

En este capítulo se realiza una descripción detallada de la instrucción PID, para la regulación de un sistema de control análogo. Se especifica cada uno de los

parámetros para la configuración de la instrucción: tiempo de actualización, constantes, banda muerta, alarmas, etc.

5.2.10 Capítulo 10: Rutinas de Fallo

En este capítulo se detallan las herramientas del software RSLogix 5000 para el tratamiento y diagnóstico de fallo.

6 DOCUMENTO REESTRUCTURACIÓN LABORATORIO DE MECATRÓNICA

Este documento fue generado, luego de analizar la situación actual del laboratorio, y evidenciar la necesidad de contar con un espacio adecuado para la enseñanza práctica de la mecatrónica, con el propósito de mostrar todos los aspectos relacionados con el diseño de la reestructuración.

Además, este documento cuenta con los requisitos exigidos por el Banco de Proyectos de Inversión de la Universidad Industrial de Santander, para ser presentado ante este. *Este documento se encuentra en la Escuela de Ingeniería Mecánica y en el Laboratorio de Mecatrónica.*

Los ítems tratados en este documento son los siguientes:

- Descripción de la necesidad.
- Objetivos del proyecto.
- Zona afectada y población objetivo del proyecto.
- Descripción de la situación actual.
- Descripción y cuantificación de la necesidad.
- Descripción de la solución planteada.
- Descripción y cuantificación de los principales beneficios.
- Presupuesto del proyecto.
- Capacidad de la instalación.
- Efecto ambiental.
- Marco institucional.
- Anexos

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD

En este capítulo, se hace una disertación sobre la situación actual de la Mecatrónica y su relación con la industria moderna, enfatizando el hecho, de la necesidad de contar con profesionales capacitados en el área. Se describe también, el interés por la Escuela de Ingeniería Mecánica de suplir esta necesidad, pero evidenciando también, el hecho de que se debe contar con un espacio agradable, el cual cuente con la infraestructura física necesaria para complementar con un aprendizaje práctico, la enseñanza teórica recibida en el área de la Mecatrónica.

6.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Aquí, se consigna el objetivo general del proyecto, el cual en forma resumida, plantea la planificación, la reestructuración, el diseño del mobiliario, la distribución de planta y el equipamiento del laboratorio, para superar las falencias actuales. Además se divide este objetivo en objetivos específicos, dentro de los cuales se encuentra, entre otros, la adecuación del espacio físico y la adquisición, montaje y puesta en marcha de los equipos.

6.3 ZONA AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO DEL PROYECTO

En este ítem se examina, la cantidad de estudiantes que harán uso de este laboratorio, las materias que lo utilizarán de apoyo, con el fin de ayudar a justificar la inversión solicitada.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se estudia la situación actual del laboratorio, la manera como se ha venido resolviendo el problema de manera parcial, con equipos donados, obtenidos por compras aisladas y por medio de trabajos de grado, y aunque se cuenta con el espacio físico, no se cuenta con una logística física ni documental estructurado que permita la realización de pruebas las cuales proporcionen un aprendizaje eficaz.

6.5 DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD

En este ítem se describen las actividades principales que demandara la reestructuración del laboratorio, la redistribución de las conexiones eléctricas, la adecuación del espacio físico, la instalación del aire acondicionado, la adquisición de equipos y la construcción y montaje de la logística física conformada por los bancos de pruebas y los accesorios necesarios.

6.6 DESCRIPCIÓN DE LA OPCIÓN PLANTEADA

Aquí, se plantean los salones en los que se realizara la obra, la realización del proyecto en una sola etapa, dada la necesidad de contar con este laboratorio lo más pronto posible.

6.7 DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES BENEFICIOS

En este capítulo se estudian los principales beneficios que se obtendrían, de realizarse el proyecto, como por ejemplo, la realización de pruebas con nueva

tecnología, las cuales permitirían, un mejor análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las prácticas y de esta manera, una mejor confrontación de la teoría con el modelo establecido.

6.8 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

En este capítulo se muestra una tabla, en la cual están consignados de manera general, los costos del proyecto, los presupuestos detallados se encuentran en los anexos.

6.9 CAPACIDAD DE LA INSTALACIÓN

En este ítem, se examina la disponibilidad del laboratorio, una vez el proyecto se haya finalizado, en resumen, el laboratorio estará disponible 36 horas a la semana, para desarrollar pruebas con intensidad de dos horas para un total de 24 estudiantes en el área de trabajo.

6.10 EFECTO AMBIENTAL

En este capítulo, se plantea el hecho de que los dispositivos utilizados en el laboratorio son de tipo mecánico, eléctrico y electrónico, y sus niveles de emisión electromagnética, no significan riesgo alguno para la salud y además, no tienen ningún tipo de restricción ambiental.

6.11 MARCO INSTITUCIONAL

En este capítulo se muestra que el proyecto propuesto, obedece a la calidad de la inversión, acorde con las normas y políticas institucionales, además de los criterios

de elegibilidad consignados en una serie de documentos los cuales son estudiados.

6.12 ANEXOS

En los anexos están consignados, la lista de los dispositivos necesarios, el presupuesto detallado del proyecto, los planos eléctricos, los planos de adecuación y los planos de distribución del aire acondicionado.

CONCLUSIONES

- El proceso de diseño de la logística física y documental para la realización de prácticas de laboratorio basado en las necesidades evidenciadas en el entorno académico local, logra superar económica y académicamente de manera significativa cualquier propuesta de solución comercial, evidenciando la importancia de la realización de proyectos de este tipo por estudiantes que aporten su talento a raíz del conocimiento de las necesidades específicas en la enseñanza de una disciplina determinada.
- La metodología propuesta para llevar a cabo la reestructuración y el diseño de una logística para el desarrollo de prácticas del laboratorio de mecatrónica se convierte en una opción piloto para realizar futuros proyectos en laboratorios basados en las necesidades que el entorno laboral del ingeniero mecánico o cualquier otra disciplina demanda.
- La identificación de los conceptos a fundamentar a partir de las competencias que demanda el entorno laboral del ingeniero mecánico en cuanto a la mecatrónica y más específicamente en la aplicación de los autómatas programables están orientados de manera insistente en la selección, diagnóstico e implementación de las herramientas de software y hardware disponibles.

- La estructuración de las prácticas planteadas (prácticas básicas y prácticas de aplicación), conllevan al estudiante a adquirir nuevos conceptos y destrezas de manera progresiva y vislumbran la importancia de la aplicación de todos los conceptos básicos contenidos en el aprendizaje de los Automatas Programables en un contexto industrial real.
- La construcción del prototipo de la logística física permite visionar los alcances que se logran obtener a través de la construcción del proyecto planteado en su totalidad. Además, con esta herramienta se logra realizar determinadas prácticas que permiten llevar a cabo pruebas pilotos para la optimización del desarrollo de practicas.
- El diseño de la documentación consistente en el Manual de Prácticas y el Manual de Programación que soportan las prácticas diseñadas, se estructuran de manera que ayudan a lograr a los objetivos propuestos en cada práctica a través de la implementación de estrategias tales como ejemplos de aplicación, fundamentación previa, etc.

RECOMENDACIONES

- El documento que proyecta la reestructuración del Laboratorio de Mecatrónica es entregado en la división de Planeación de la Universidad, de esta manera se recomienda empezar el proceso de consecución de recursos para acondicionar el laboratorio de acuerdo con el proceso inicialmente planteado y conllevado.
- Los aportes y donaciones obtenidos por la empresa ROCKWELL AUTOMATION que conforma más del 70% del valor total del proyecto de grado no logran ser explotados al máximo, por lo que se recomienda tener en cuenta estos dispositivos para futuros proyectos de grado y así lograr el máximo despliegue de la capacidad de formación y evitar el almacenamiento de equipos de gran valor didáctico.
- El prototipo construido sirve como punto de referencia para agilizar la construcción total del mobiliario restante en el proceso para llevar a cabo la reestructuración del Laboratorio de Mecatrónica.
- El prototipo construido y el manual de laboratorio junto con algunos dispositivos tales como sensores y actuadores con los cuales ya se contaban posibilitan el desarrollo de algunas pruebas, este hecho puede ser aprovechado por los profesores del área mientras el proceso de reestructuración es llevado a cabo.

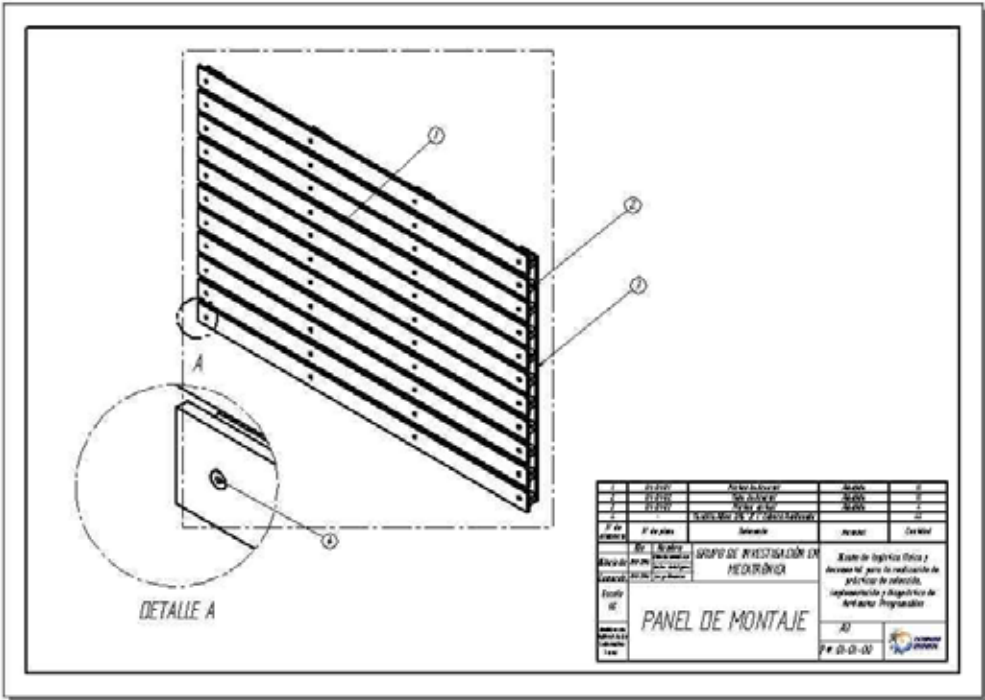
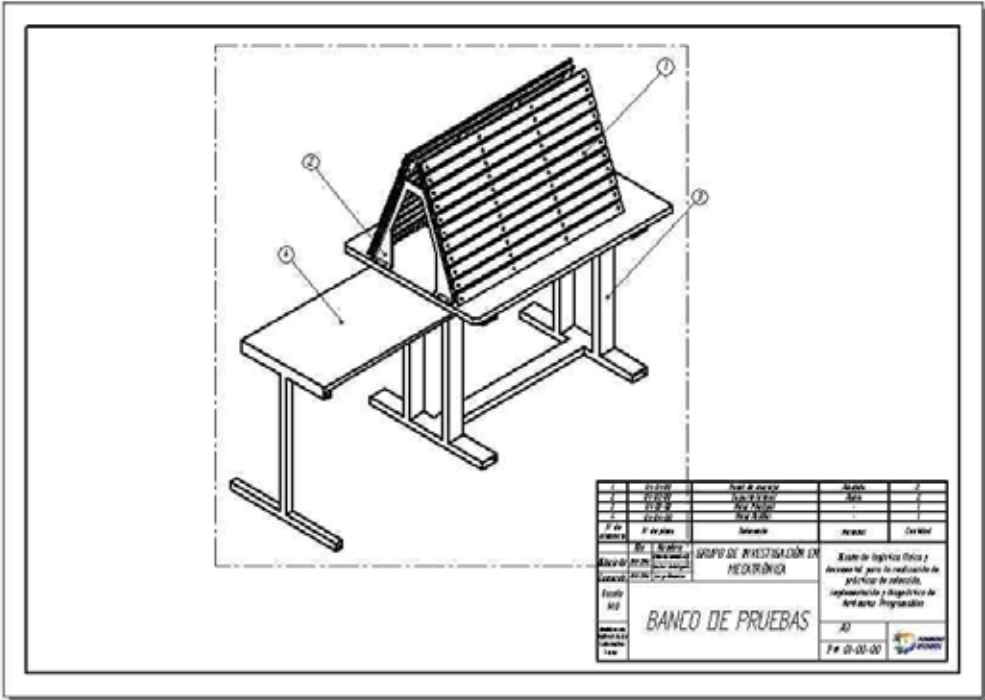
BIBLIOGRAFÍA

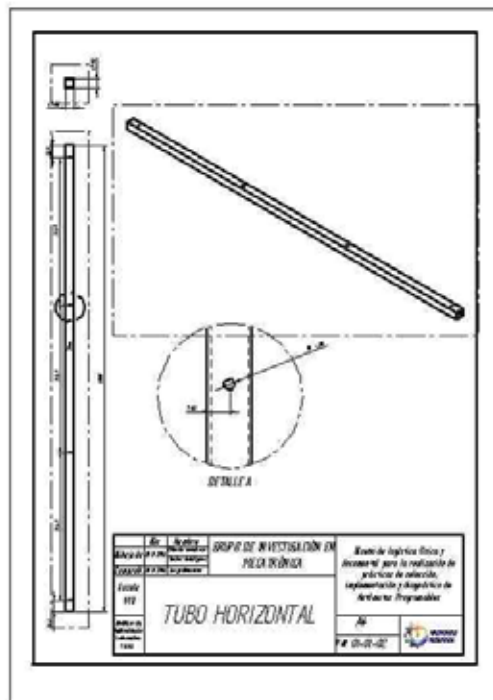
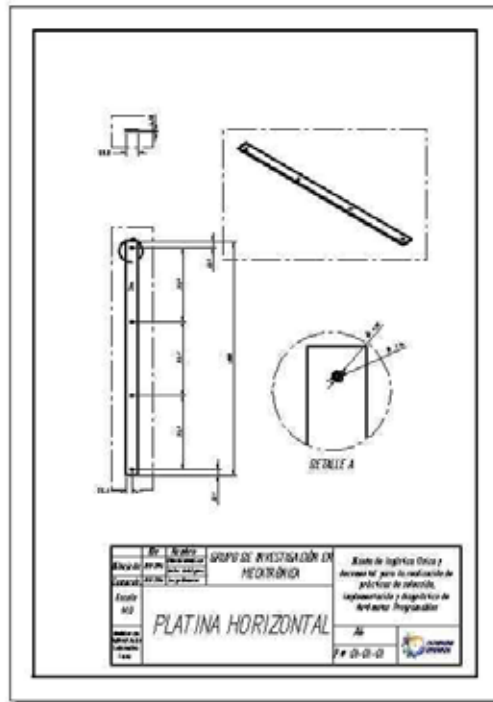
- **BALCELLS, Joseph y ROMERAL, José.** Autómatas Programables. Alfaomega 1998.
- **MANUAL DE PROGRAMACIÓN.** Procedimientos Comunes de los Controladores Logix5000. Rockwell Automation.
- **MANUAL DE USUARIO.** Sistemas Flexlogix. Rockwell Automation.
- **REFERENCE MANUAL.** Logix5000 Controllers General Instructions. Rockwell Automation.
- **BOHÓRQUEZ, Jhon y HERRERA, Pedro.** Autómata Programable S7-314IFM. Manual de Entrenamiento.
- **LAGOS, Hernando y RODRÍGUEZ, Omar.** Módulos de Entrenamiento de Controladores Lógicos Programables, Diseño, Construcción y Montaje.
- www.gunt.de
- <http://www.fbk.com/e-learning/>
- www.tii-tech.com/spanish/product.html
- www.usdidactic.com

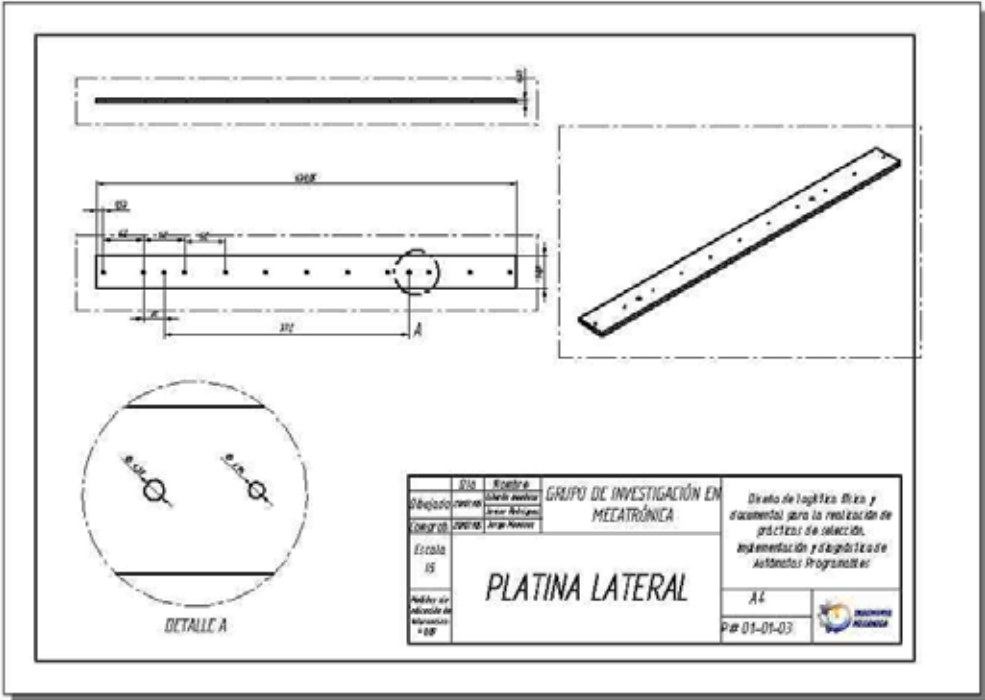
- <http://lorca.umh.es/isa/es/asignaturas/ai/#Prácticas>
- <http://electronica.udea.edu.co/cursos/labplc.htm>
- http://www.sec.upm.es/docencia/plan_00/ai/descarga_AI/doc_ai.html
- <http://isa.uniovi.es/~vsuarez/ii/>
- www.dea.icaei.upco.es/jarm/AutomatizacionIndustrial3t.htm
- www.uclm.es/profesorado/rcarcelen_plc/
- www.ab.com
- www.rockwellautomation.com

ANEXOS

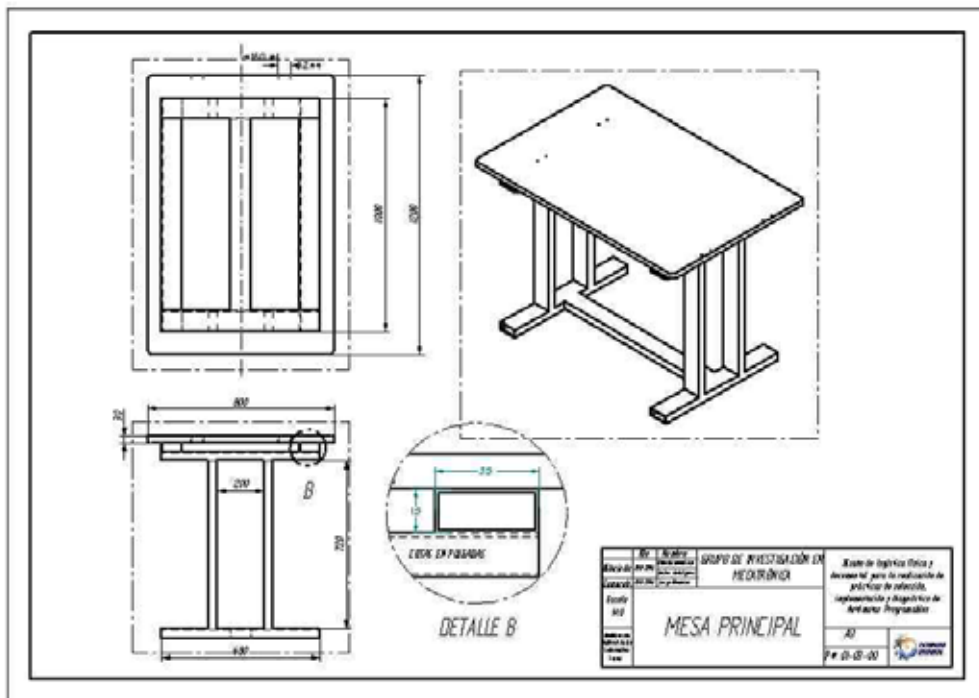
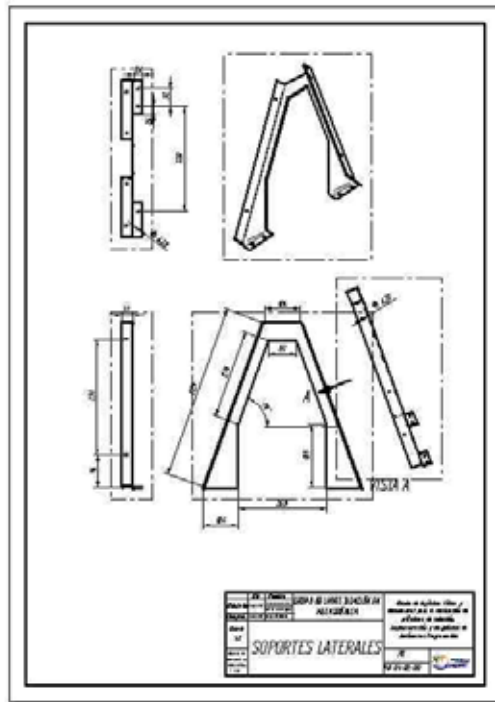
Anexo A. PLANOS PANEL DE MONTAJE

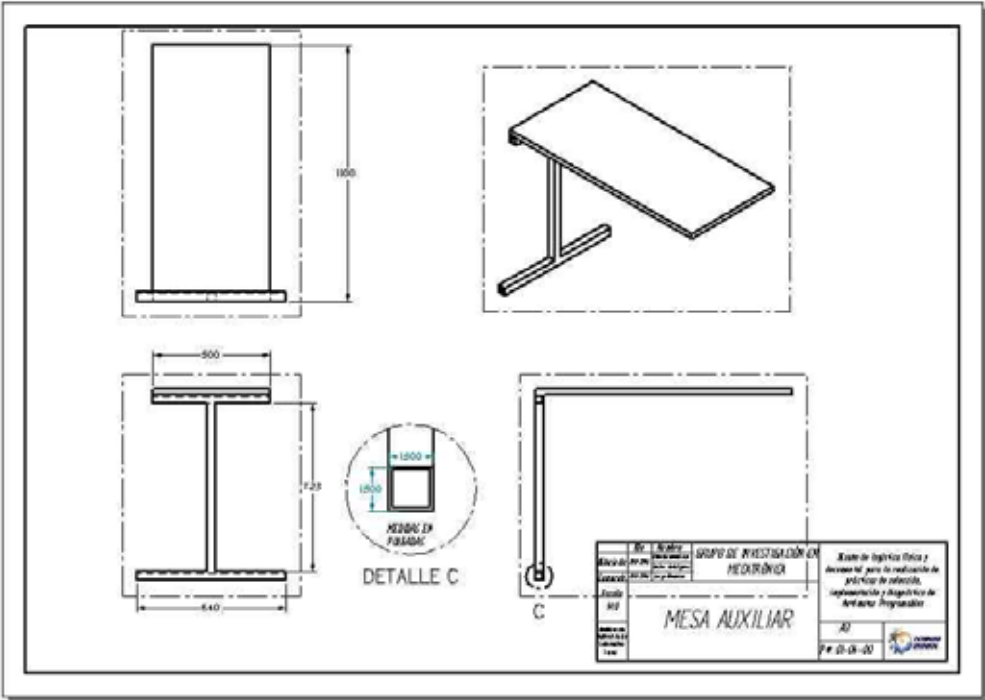




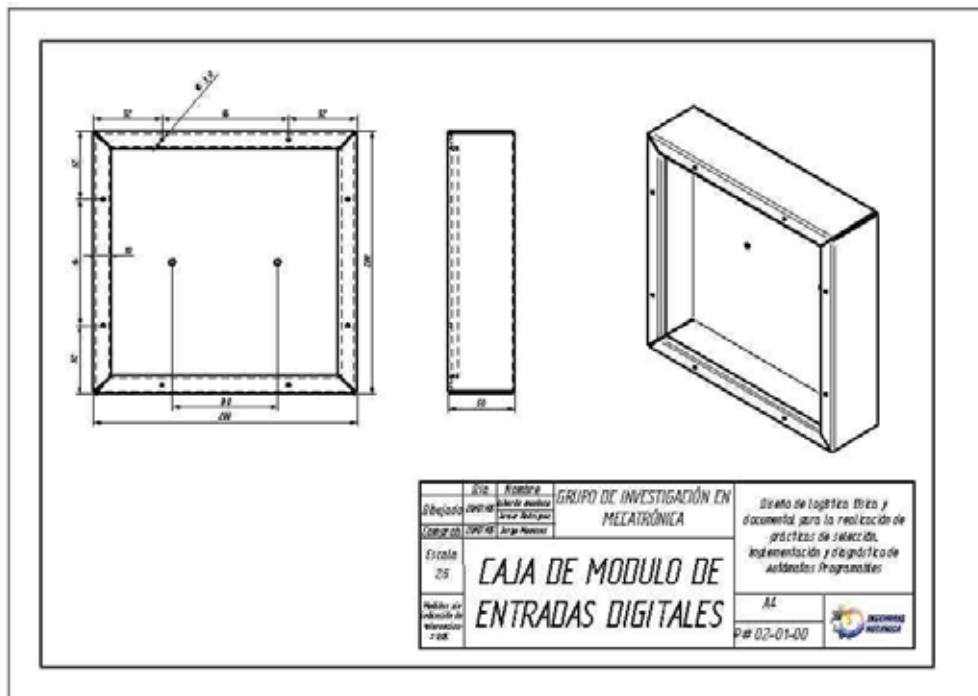
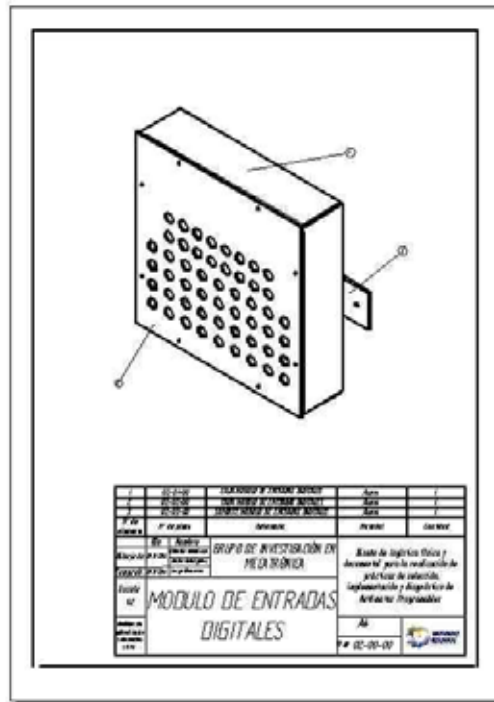


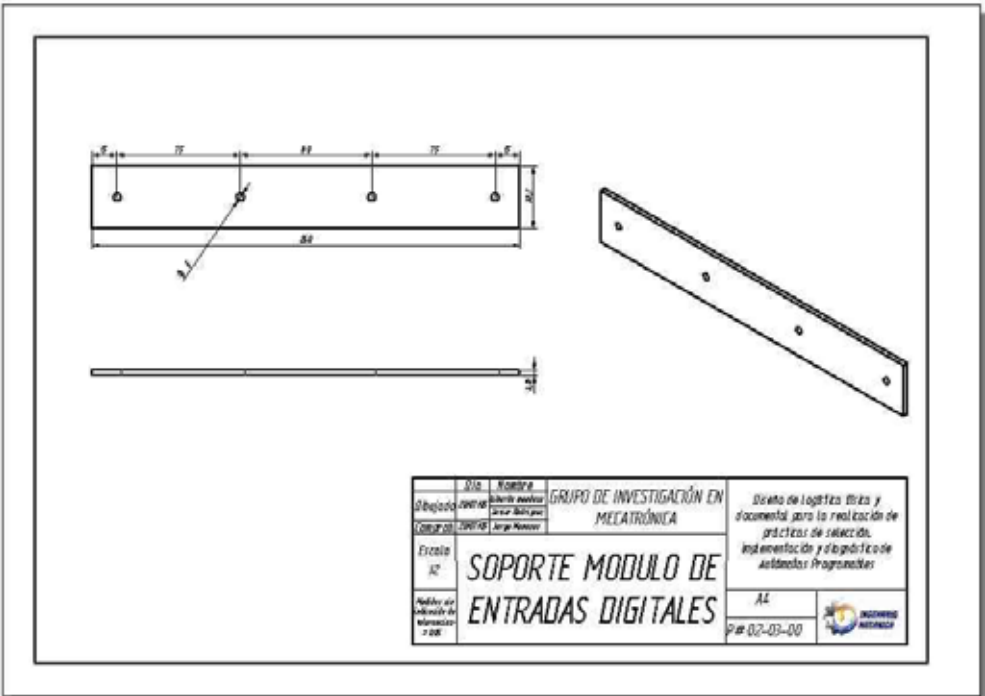
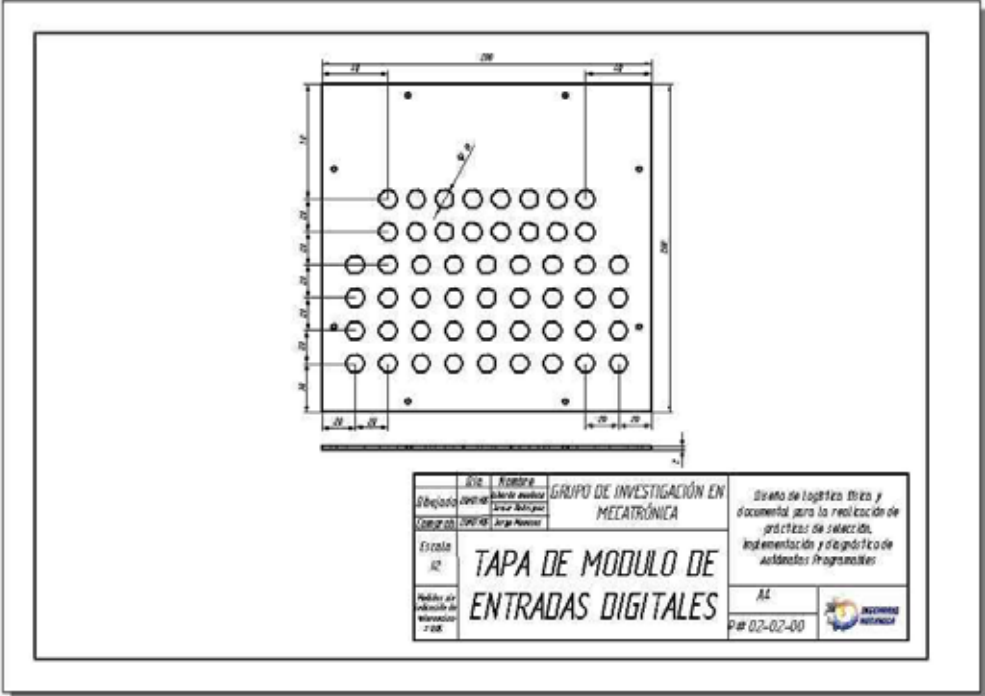
Anexo B. PLANOS MESA DE TRABAJO.

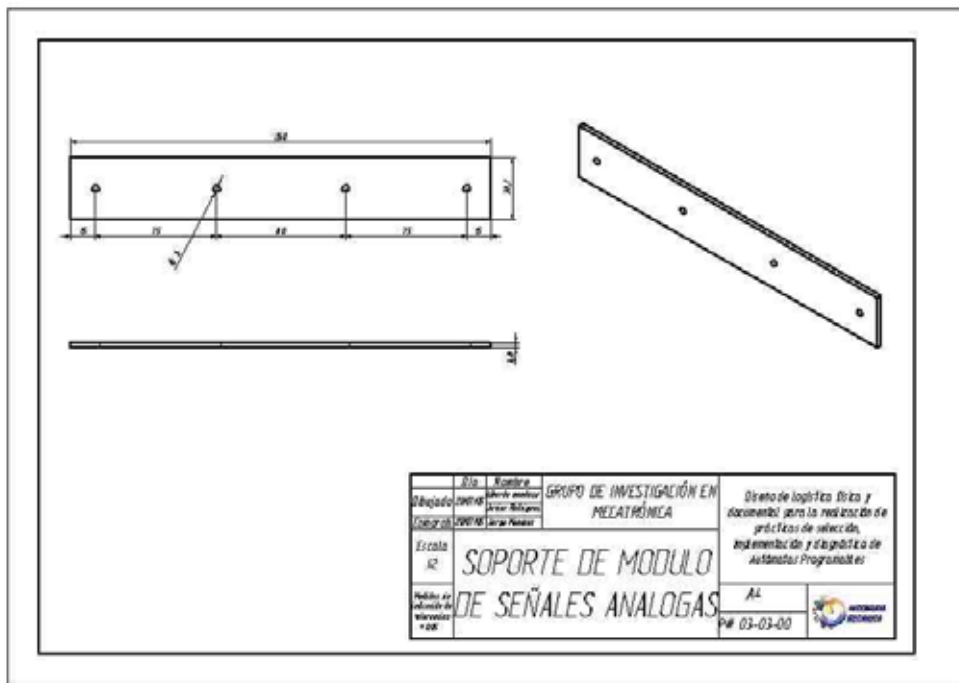
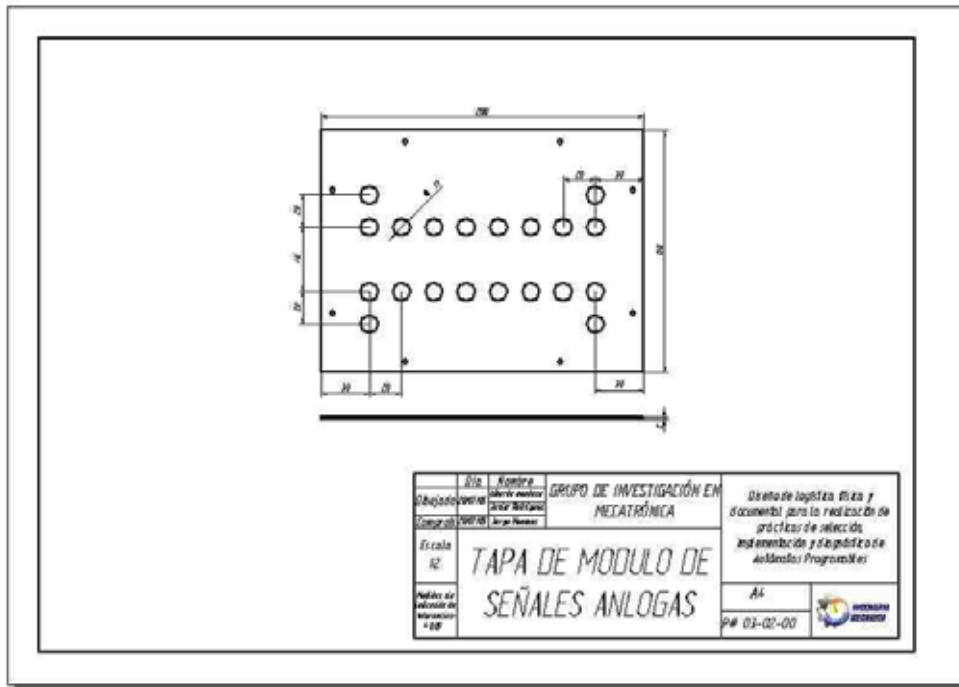


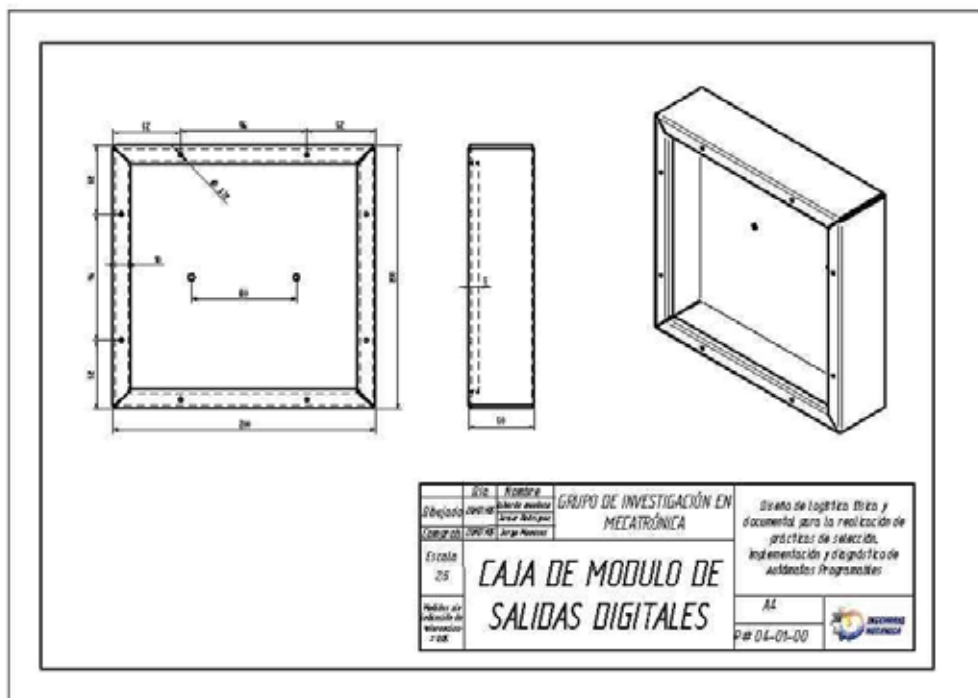
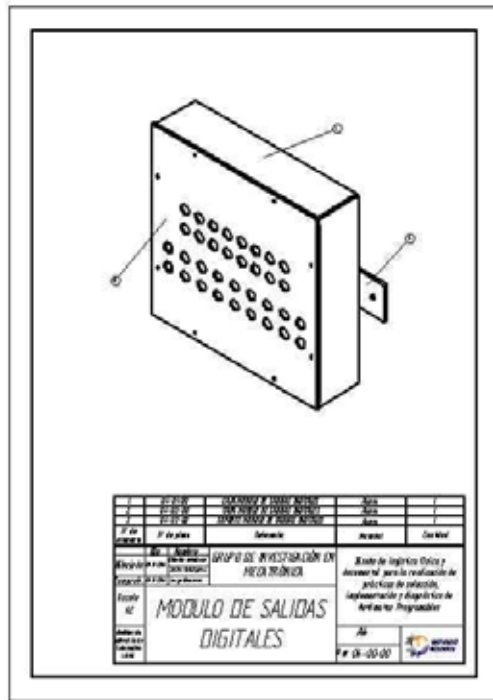


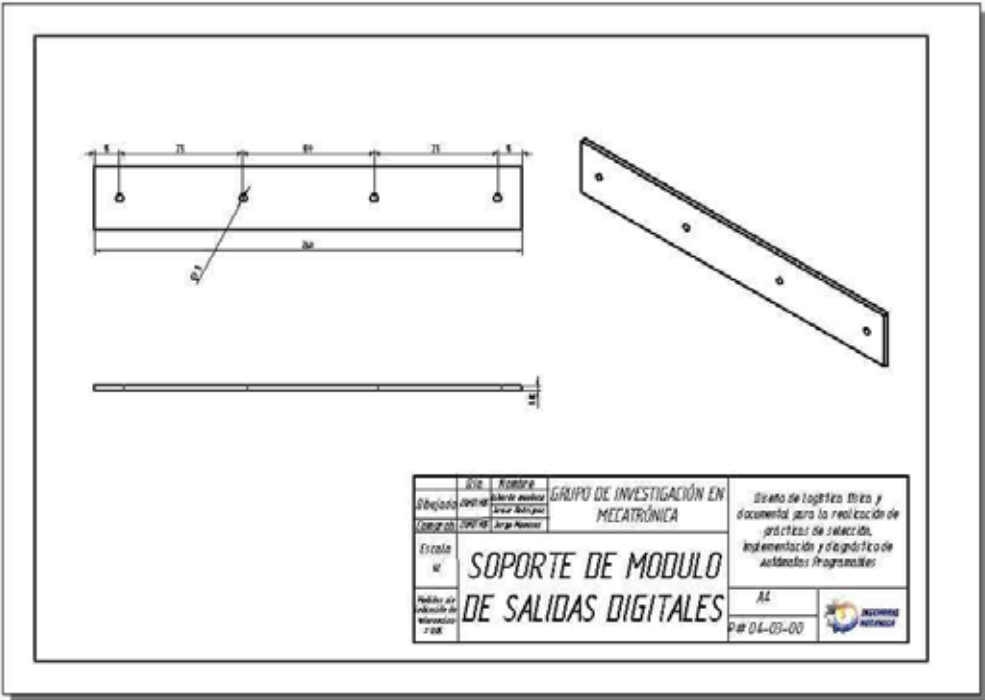
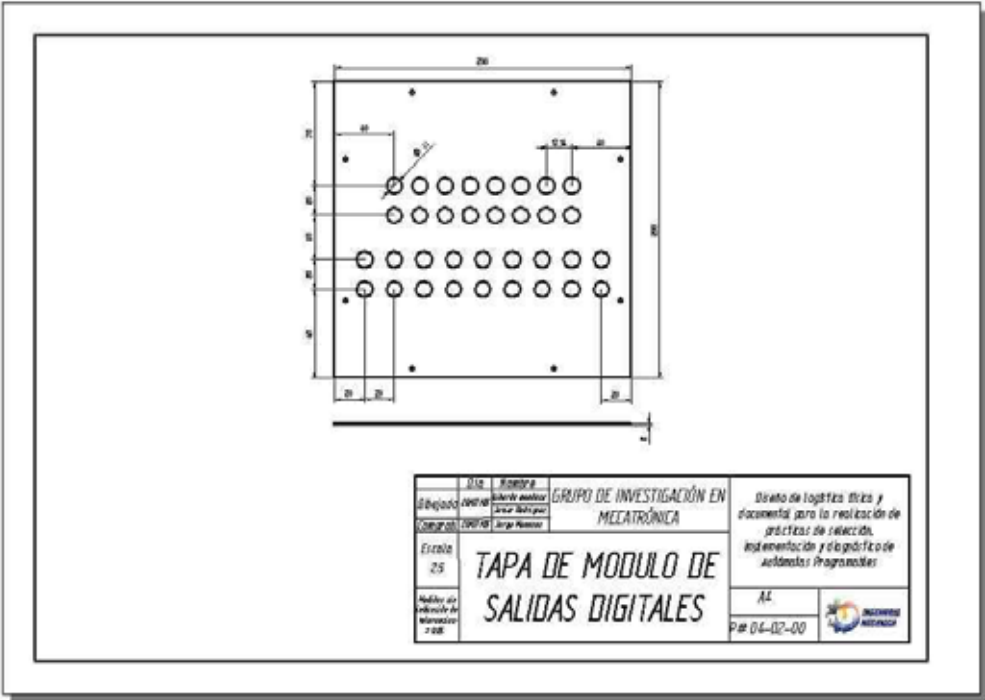
Anexo C. PLANOS MODULOS FUNCIONALES

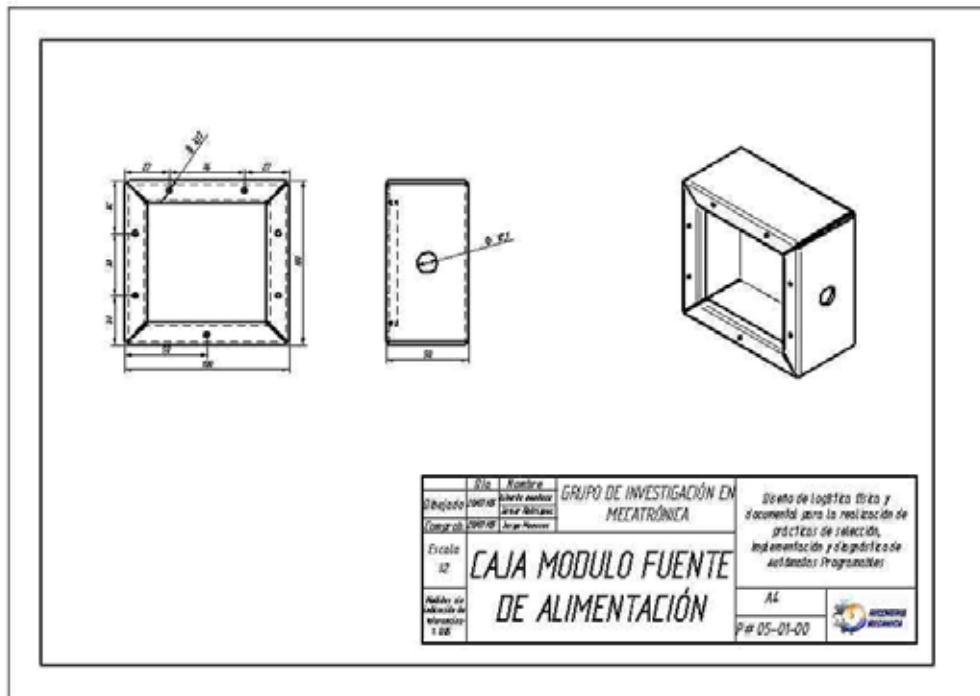
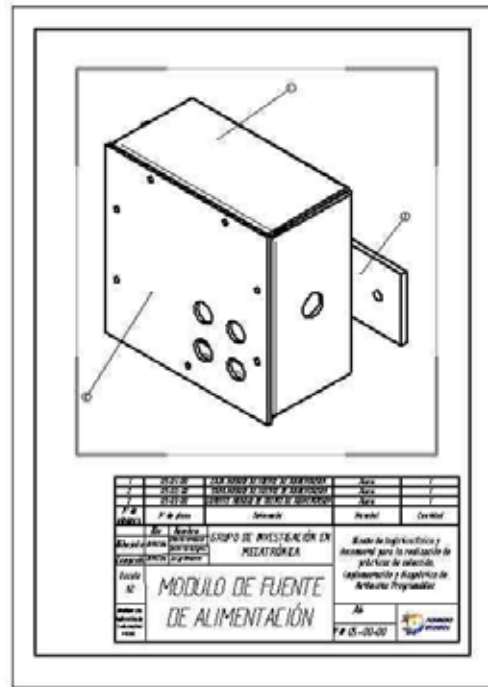


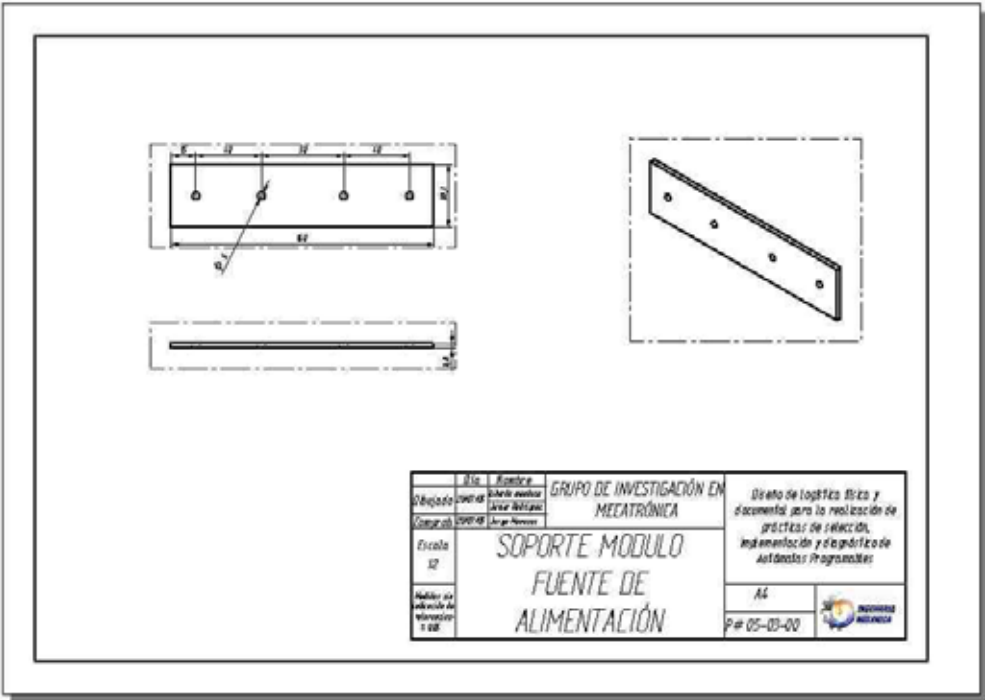
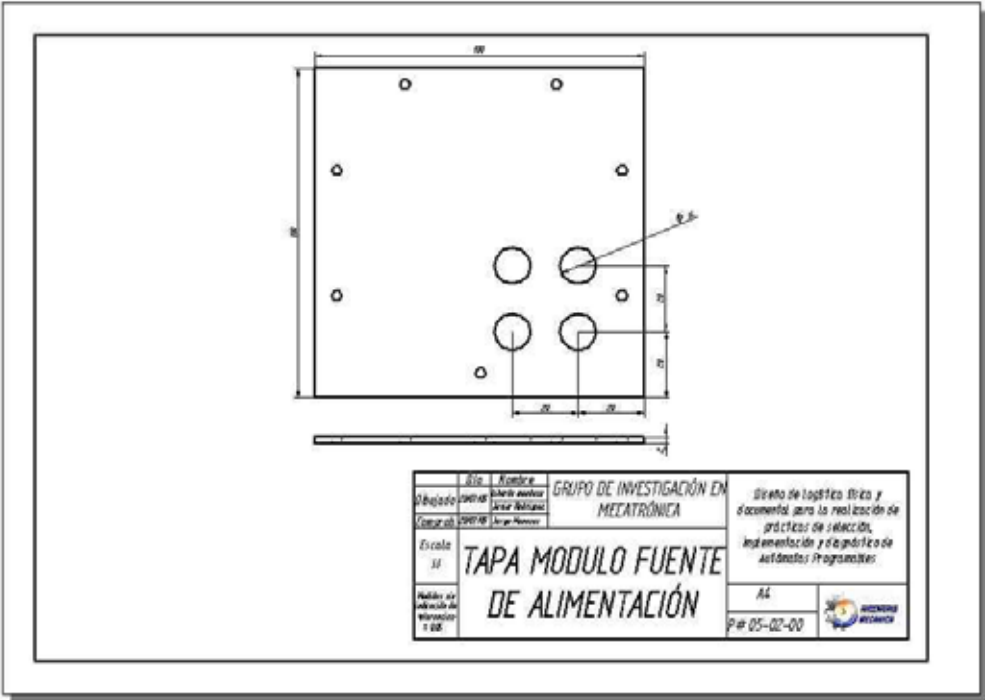


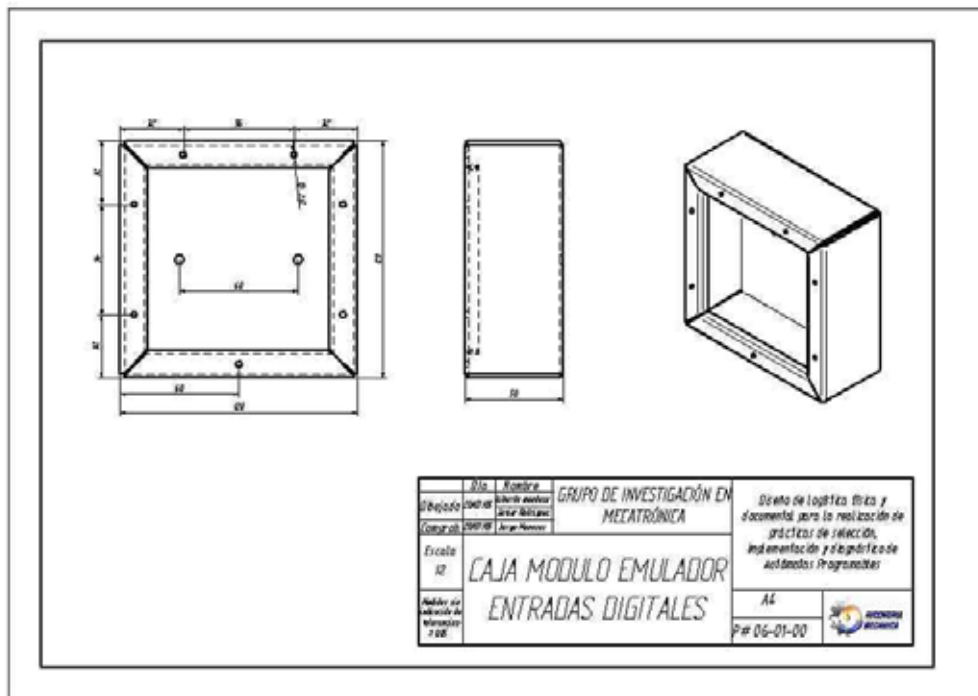
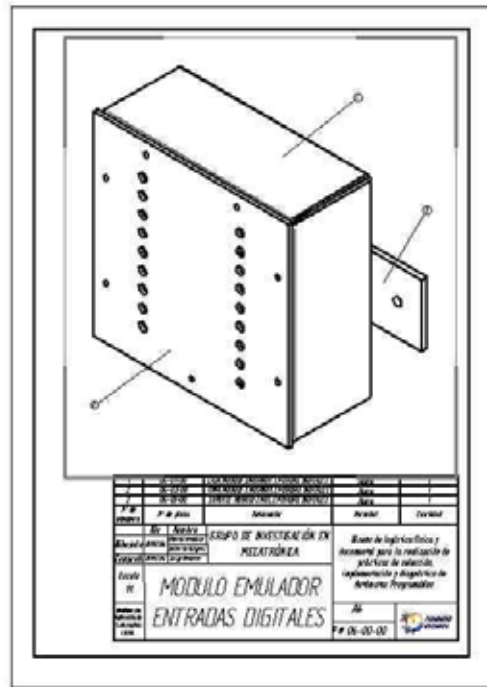


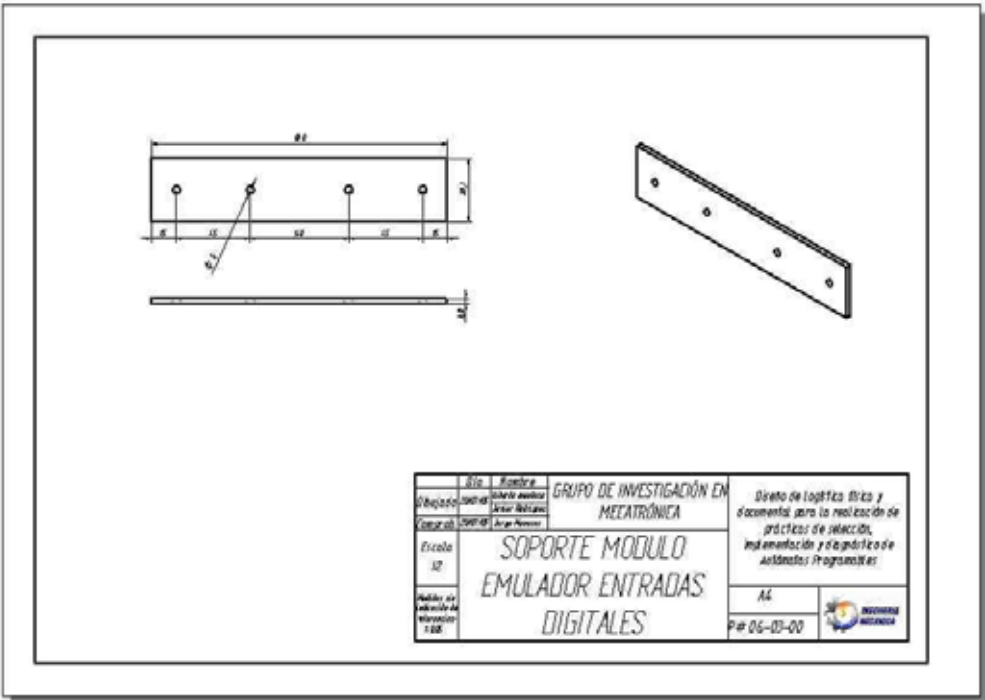
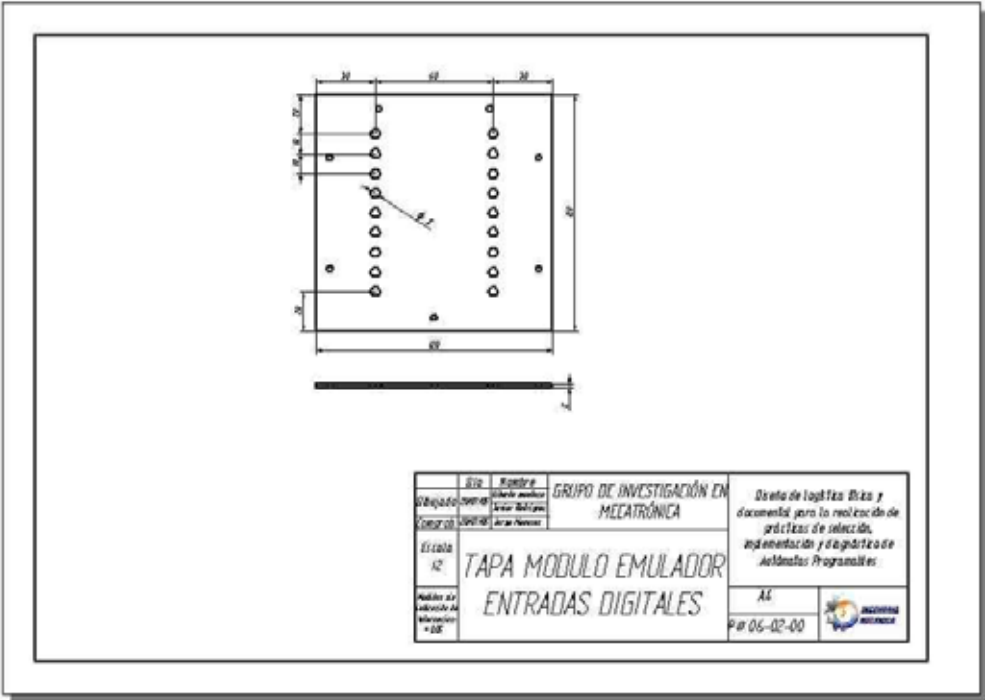


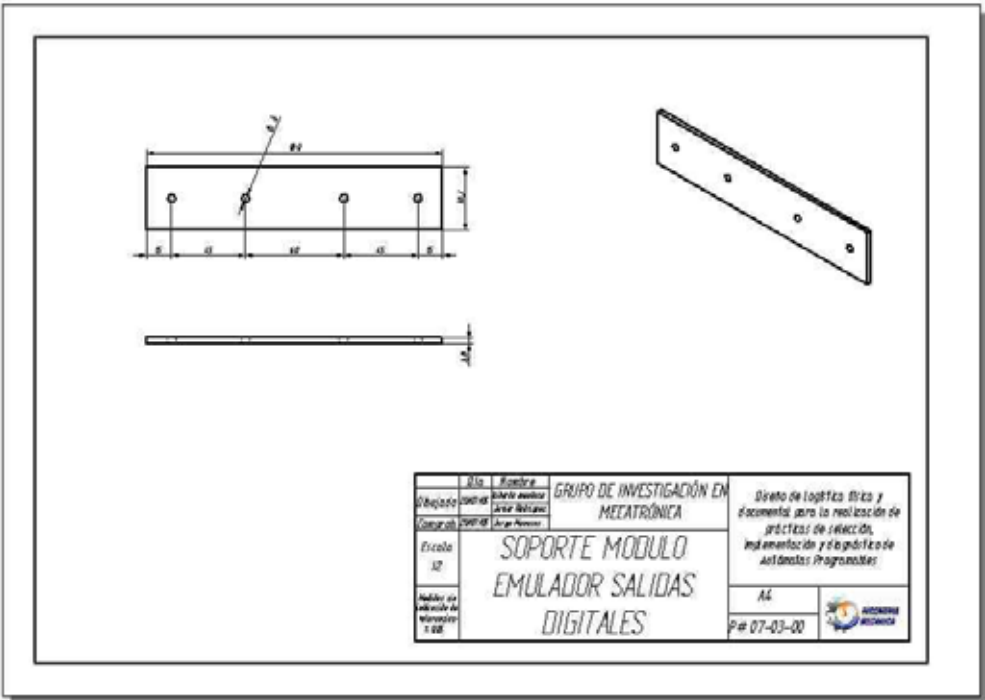
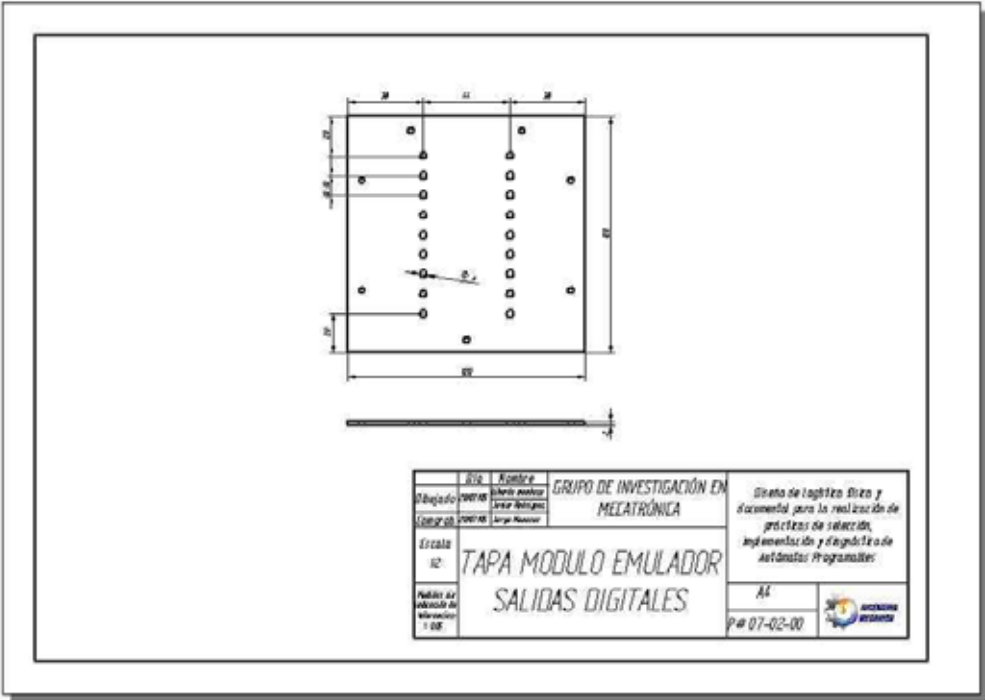


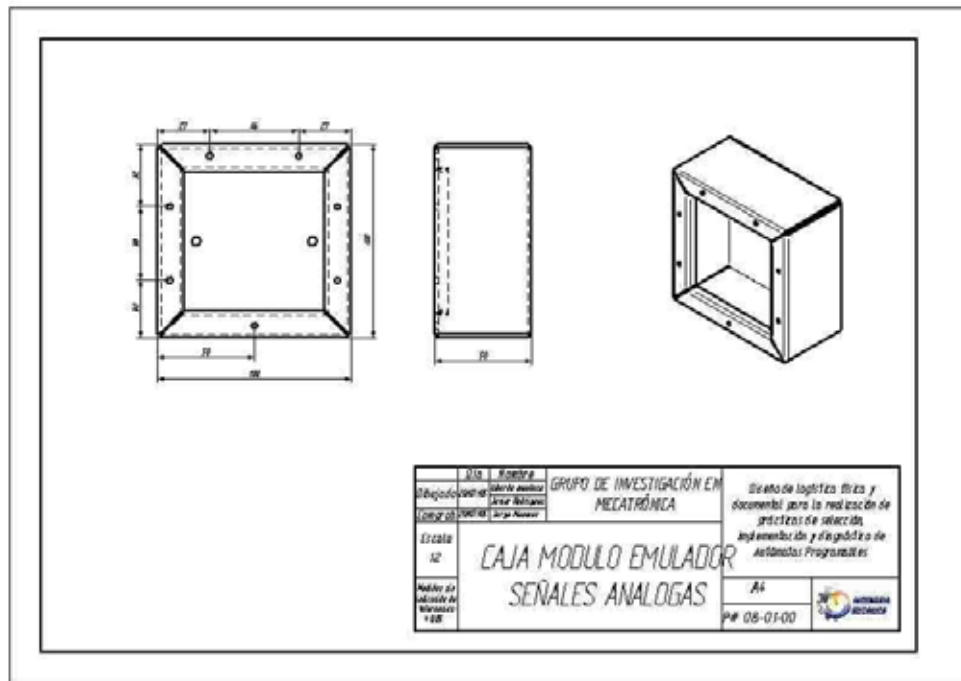
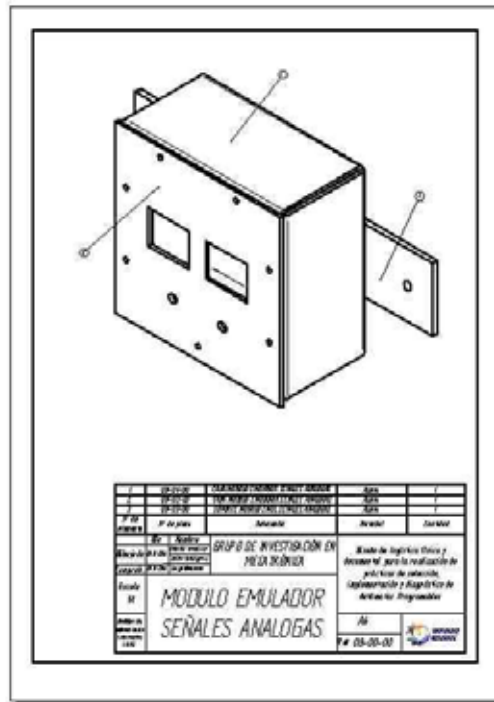


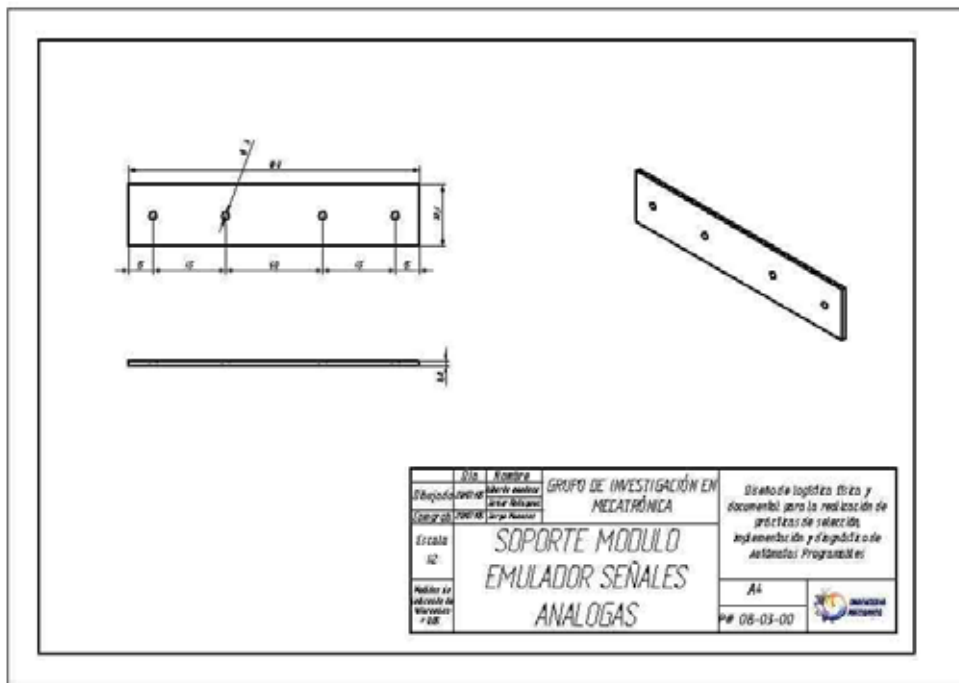
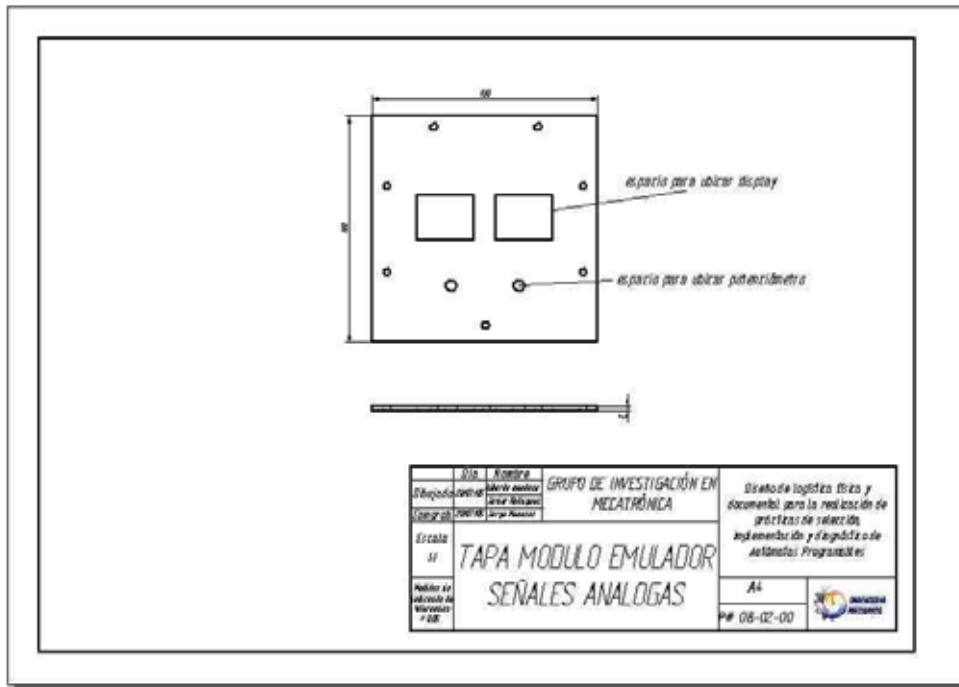




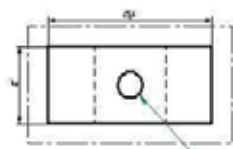




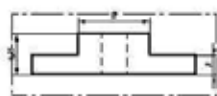
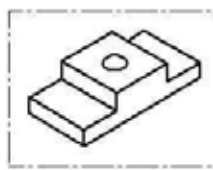




Anexo D. PLANOS DISPOSITIVOS DE SUJECIÓN



ROSCA Ø .15625 UNF
Medido en Pulgadas



No. de Proyecto No. de Control No. de Revisión	Nombre del Autor Nombre del Asesor Nombre del Profesor	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MECATRÓNICA	Sistema lógico Binario y documental para la realización de prácticas de selección, implementación y diagnóstico de Automata Programable.
Escuela de Ingeniería		ELEMENTOS DE SUJECIÓN	
Facultad de Ingeniería y Arquitectura		AL	
		P# 07-00-00	