



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UN SISTEMA
MECATRÓNICO ELEVADOR DE PALETS, CASO PRÁCTICO
LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (EIS)”**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

Presentado por:

**Masabanda Chasi Fernando Roberto
Ureña Velasco Miguel Orlando**

Riobamba – Ecuador

2009

AGRADECIMIENTO

A Dios, y a nuestros profesores que han transmitido sus conocimientos en el transcurso de nuestra vida estudiantil, formándonos como profesionales con valores, siempre dispuestos a ayudar y servir a la sociedad, y así enorgullecer a quienes han estado siempre junto a nosotros.

Fernando Masabanda Chasi.

A Dios por guiar mi camino para seguir adelante; a mis maestros, quienes supieron compartir sus conocimientos, al Ing. Marco Viteri, como Director de Tesis, de quien hemos recibido un apoyo.

Miguel Ureña Velasco.

DEDICATORIA

A mis padres, por haberse convertido en mi apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera, a mi hija, quien se ha transformado en mi incentivo para poder cumplir mis metas planteadas, y a mis familiares y amigos por su confianza.

Miguel Ureña Velasco.

A mis padres, por apoyarme y guiarme en todas las etapas que se presentan en mi vida; a mis hermanos, por llenar de alegría mi vida por estar siempre junto a mi; a mis familiares y amigos por su muestra de cariño.

Fernando Masabanda Chasi.

FIRMAS RESPONSABLES

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Romeo Rodríguez DECANO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Iván Menes DIRECTOR DE LA ESCUELA INGENIERÍA EN SISTEMAS
Ing. Marco Viteri B. DIRECTOR DE TESIS
Dr. Rigoberto Muñoz MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Tlgo. Carlos Rodríguez DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN
NOTA DE LA TESIS	

“Nosotros, Miguel Orlando Ureña Velasco y Fernando Roberto Masabanda Chasi, somos responsables de las ideas, investigación y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

Miguel O. Ureña V.

Fernando R. Masabanda Ch.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ABREVIATURAS

A	amperio
AWL	Anweisungsliste
gr	gramo
Kg	Kilogramo
mA	Miliamperio
mm	milímetro
V	voltio
W	Watts

ACRÓNIMOS

ABS	<i>Antiblockiersystem</i> (sistema de antibloqueo)
AMN	Asociación Mercosur de Normalización
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
AP	Autómata Programable
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	Asociación estadounidense para pruebas de materiales
c.a.	Corriente Alterna
c.c.	Corriente Continua
CAD	Sistemas de diseño asistido por ordenador
CCIR	Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones

CCITT	Comité Consultatif International de Telegraphie et Telephonie
CEE	Comisión de reglamentación para equipos eléctricos
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
CEN	Organismo de estandarización de la Comunidad Europea
CEN	Organismo de normalización de la Comunidad Europea
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique - Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.
CIM	computer integrated manufacturing
CNC	Computer Numerical Control (Control numérico por computadora)
COPANT	Comisión Panamericana de Normas Técnicas
E/S	Entradas/Salidas
ESP	Elektronisches Stabilitätsprogramm (programa electrónico de estabilidad)
FB	Functional Blocks (Bloques Funcionales)
FBD	Function Block Diagram (Diagrama de bloques funcionales)
IC	Circuitos integrados
IEC	International Electrotechnical Commission
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronical Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IL	Instruction List (Lista de instrucciones)
ISO	International Organization for Standardization
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
JCP	The Java Community Process(SM) Program
LD	Diagram Ladder (Diagrama de contactos)

MHCN	Máquinas de Herramientas de Control Numérico
MIMO	multiple input, multiple output
MISO	multiple input, single output
MMI	Interfaces hombre-máquina
NC	Normal Cerrado
PC	Personal Computer
PI	Proporcional Integral
PID	Proporcional Integral Derivativo
PLC	Programmable Logic Controller (Controlador lógico programable)
POU	Unidades de Organización de Programas
RIOS	Remote Input Output Stations (Estaciones de entrada/salida remota)
SFC	Secuential Function Chart (Gráfico Funcional Secuencial)
SIMO	single input, multiple output
SISO	single input, single output
ST	Structured Text (Texto estructurado)
TE	Equipos de ensayo
VCA	Voltaje Corriente Alterna
VDC	Voltaje Corriente Continua
W3C	World Wide Web Consortium

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

MECATRÓNICA	iError! Marcador no definido.
1.1 Introducción a la Mecatrónica	iError! Marcador no definido.
1.2 Antecedentes.....	iError! Marcador no definido.
1.3 Sistema Mecatrónico	iError! Marcador no definido.
1.4 Aplicaciones	iError! Marcador no definido.
1.5 Componentes	iError! Marcador no definido.
1.5.1 Mecanismos	iError! Marcador no definido.
1.5.2 Actuadores.....	iError! Marcador no definido.
1.5.2.1 Sistemas eléctricos	iError! Marcador no definido.
1.5.3 Controles	iError! Marcador no definido.
1.5.4 Sensores	iError! Marcador no definido.
1.5.4.1 Sensores de proximidad inductivos	iError! Marcador no definido.
Ventajas de los sensores de proximidad inductivos	iError! Marcador no definido.
definido.	

Desventajas de los sensores de proximidad inductivos	iError! Marcador no definido.
1.5.4.2 Sensores de proximidad capacitivos	iError! Marcador no definido.
Componentes de un sensor de proximidad capacitivo:	iError! Marcador no definido.
Ventajas de los sensores de proximidad capacitivos	iError! Marcador no definido.
Desventajas de los sensores de proximidad capacitivos	iError! Marcador no definido.
1.5.4.3 Sensores fotoeléctricos	iError! Marcador no definido.
Ventajas de los sensores fotoeléctricos	iError! Marcador no definido.
Desventajas de los sensores fotoeléctricos ...	iError! Marcador no definido.
1.5.4.4 Sensores magnéticos.....	iError! Marcador no definido.
1.6 Análisis y modelado.....	iError! Marcador no definido.

CAPÍTULO II

CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS	iError! Marcador no definido.
2.1 Introducción	iError! Marcador no definido.
2.2 Sistema Automatizado	iError! Marcador no definido.
2.2.1 Objetivos de la automatización	iError! Marcador no definido.
2.2.2 Tipos de Automatización	iError! Marcador no definido.
2.2.3 Elementos de una Instalación Automatizada	iError! Marcador no definido.
2.3 Tipos de Sistemas de Control.....	iError! Marcador no definido.
2.4 Control regulador y servocontrol	iError! Marcador no definido.

2.4.1	Estructura interna y funcionamiento	iError! Marcador no definido.
2.4.2	Control de posición.....	iError! Marcador no definido.
2.5	Señales de transmisión	iError! Marcador no definido.
2.6	Estrategias de control	iError! Marcador no definido.
2.6.1	Control por retroalimentación	iError! Marcador no definido.
2.6.2	Control por acción precalculada	iError! Marcador no definido.
2.7	Razones principales para el control de procesos	iError! Marcador no definido.
2.8	Bases necesarias para el control de procesos	iError! Marcador no definido.

CAPÍTULO III

Controlador Lógico Programable (PLC) **iError! Marcador no definido.**

3.1	Introducción	iError! Marcador no definido.
3.2	Sistemas y componentes de un PLC	iError! Marcador no definido.
3.3	Estándares	iError! Marcador no definido.
3.3.1	Definición de estándares.....	iError! Marcador no definido.
3.3.2	Organismos Internacionales de Normalización	iError! Marcador no definido.
3.4	Estándar IEC	iError! Marcador no definido.
3.4.1	ESTUDIO DEL ESTANDAR IEC 61131	iError! Marcador no definido.
3.4.1.1	Estándar IEC 61131-1 (Vista General)	iError! Marcador no definido.
3.4.1.2	Estándar IEC 61131-2 (Especificaciones y ensayos de los equipos).....	iError! Marcador no definido.
3.4.1.3	Estándar IEC 61131-3	iError! Marcador no definido.

Elementos comunes	iError! Marcador no definido.
Lenguajes de Programación	iError! Marcador no definido.

CAPÍTULO IV

4 MÁQUINAS Y MECANISMOS.....	iError! Marcador no definido.
4.1 Sistemas de elevación	iError! Marcador no definido.
4.2 Módulos de elevación.....	iError! Marcador no definido.
4.2.1 Tipos de elevadores	iError! Marcador no definido.
4.3 Estructuras para módulos.....	iError! Marcador no definido.
4.3.1 Perfiles	iError! Marcador no definido.
4.3.1.1 Generalidades técnicas	iError! Marcador no definido.
4.4 Sistemas de transmisión	iError! Marcador no definido.
4.4.1 Correas de transmisión	iError! Marcador no definido.
4.4.2 Sistemas de transportadores de banda	iError! Marcador no definido.
4.4.3 Modelos de bandas de transporte:	iError! Marcador no definido.
4.5 Operadores para transmisión de movimientos	iError! Marcador no definido.
definido.	
4.5.1 Tornillo sinfín.....	iError! Marcador no definido.
4.5.1.1 Descripción	iError! Marcador no definido.
4.5.1.2 Utilidad	iError! Marcador no definido.
4.6 Transformación de giratorio en giratorio ..	iError! Marcador no definido.
4.6.1 Sistema polea-correa.....	iError! Marcador no definido.
4.6.1.1 Descripción	iError! Marcador no definido.
4.6.1.2 Características.....	iError! Marcador no definido.
4.6.2 Relación de velocidades	iError! Marcador no definido.
4.6.2.1 Aumento de la velocidad de giro.	iError! Marcador no definido.
4.6.2.2 Disminución de la velocidad de giro.....	iError! Marcador no definido.

- 4.6.2.3 Mantenimiento de la velocidad de giro..... **iError! Marcador no definido.**
- 4.6.2.4 Multiplicadores de velocidad..... **iError! Marcador no definido.**

CAPÍTULO V

MÓDULO ELEVADOR DE PALETIZADO. **iError! Marcador no definido.**

- 5.1 Elevador de paletizado..... **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.1 Descripción de la operación..... **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.2 Partes constitutivas..... **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.2.1 Sistema mecánico..... **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.2.2 Especificaciones generales de los perfiles usados **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.2.3 Montaje del sistema mecánico **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.2.4 Unión general..... **iError! Marcador no definido.**
 - Conector de perfil perpendicular **iError! Marcador no definido.**
 - Tuerca cabeza martillo **iError! Marcador no definido.**
 - Tapa plástica..... **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.2.5 Banda corta **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.3 Sistema eléctrico **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.3.1 Panel de control..... **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.3.2 PLC Twido Programable **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.3.3 Cables de interfases de comunicación..... **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.3.4 Sensores magnéticos de posicionamiento. **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.3.5 Finales de carrera **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.3.6 Relés de control..... **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.3.7 Regletas borneras..... **iError! Marcador no definido.**
 - 5.1.3.8 Motor eléctrico. **iError! Marcador no definido.**

5.1.3.9 Tornillo sin fin	iError! Marcador no definido.
5.2 Datos técnicos módulo elevador.....	iError! Marcador no definido.
5.2.1 Datos técnicos de los elementos	iError! Marcador no definido.
5.2.1.1 Motoreductor.....	iError! Marcador no definido.
5.2.1.2 Sensores magnéticos	iError! Marcador no definido.
5.2.1.3 Finales de carrera	iError! Marcador no definido.
Descripción	iError! Marcador no definido.
Funcionamiento	iError! Marcador no definido.
5.2.1.4 Pulsador paro	iError! Marcador no definido.
5.2.1.5 Lámpara de señalización.....	iError! Marcador no definido.
5.2.1.6 Selector manual	iError! Marcador no definido.
5.2.1.7 Pulsador inicio ciclo automático	iError! Marcador no definido.
5.2.1.8 Relé K1, K2.....	iError! Marcador no definido.
5.2.1.9 Relé K11, K22	iError! Marcador no definido.
5.3 Puesta a punto del equipo.....	iError! Marcador no definido.
5.3.1 Comprobación de la continuidad de las conexiones eléctricas.	iError!
	Marcador no definido.
5.3.2 Medición de voltaje y resistencia mediante dispositivos de medición.....	iError!
	Marcador no definido.
5.3.3 Verificación de las funciones individuales..	iError! Marcador no definido.
5.3.4 Verificación de la interacción de funciones conectadas en módulos entrelazados.....	iError! Marcador no definido.
5.3.5 Documentación de los hechos técnicos en forma de registros	iError!
	Marcador no definido.
5.3.6 Cambio de los parámetros de operación...	iError! Marcador no definido.
5.4 Detección y eliminación de fallas.....	iError! Marcador no definido.
5.4.1 Localización de la falla	iError! Marcador no definido.

5.5	Conexiones de la instalación.....	iError! Marcador no definido.
5.5.1	Conexión eléctrica.....	iError! Marcador no definido.
5.6	Instalación del software de programación	iError! Marcador no definido.
5.7	Programación	iError! Marcador no definido.
5.7.1	Grafcet	iError! Marcador no definido.
5.7.2	Ecuaciones	iError! Marcador no definido.
5.7.3	Creación y puesta a punto del programa. .	iError! Marcador no definido.
5.7.4	Programa Módulo Elevador de Paletizado.	iError! Marcador no definido.
5.7.4.1	Código de colores de entradas y salidas...	iError! Marcador no definido.
5.7.4.2	Declaración de símbolos	iError! Marcador no definido.
5.7.4.3	Diagrama ladder.....	iError! Marcador no definido.
5.7.5	Instalación del programa en el PLC.....	iError! Marcador no definido.
5.7.5.1	La instalación del programa	iError! Marcador no definido.
5.7.5.2	Variantes de programa	iError! Marcador no definido.
5.7.5.3	Métodos indirectos.	iError! Marcador no definido.
5.7.5.4	Tareas	iError! Marcador no definido.
5.7.6	Control del equipo de elevación y banda con selector	iError! Marcador no definido.
5.7.6.1	Notas y objetivos metodológicos.....	iError! Marcador no definido.
5.7.7	Recomendaciones de seguridad	iError! Marcador no definido.
5.7.7.1	Función paro	iError! Marcador no definido.
5.7.7.2	La función inicio.....	iError! Marcador no definido.
5.8	Manual de usuario	iError! Marcador no definido.
5.8.1	Contenido general.....	iError! Marcador no definido.
5.8.2	Partes constitutivas del elevador.....	iError! Marcador no definido.
5.8.2.1	Sistema mecánico.....	iError! Marcador no definido.
5.8.2.2	Sistema eléctrico	iError! Marcador no definido.
5.8.3	Detalle de elementos constitutivos	iError! Marcador no definido.

5.8.3.1 Suministro de energía.	iError! Marcador no definido.
5.8.4 Función.....	iError! Marcador no definido.
5.8.4.1 Actuadores.....	iError! Marcador no definido.
5.8.4.2 Lámpara de operación	iError! Marcador no definido.
5.8.4.3 Sensores.	iError! Marcador no definido.
5.8.4.4 Panel de control con paro de emergencia .	iError! Marcador no definido.
5.8.5 PLC.....	iError! Marcador no definido.
5.8.5.1 Conexión y asignación de direcciones	iError! Marcador no definido.
5.8.5.2 Programación indirecta	iError! Marcador no definido.
5.8.5.3 Selección de nivel	iError! Marcador no definido.
5.8.5.4 Posición inicio.....	iError! Marcador no definido.
5.8.6 Datos técnicos.....	iError! Marcador no definido.
5.8.6.1 Asignación de direcciones.	iError! Marcador no definido.
5.8.6.2 Información del usuario	iError! Marcador no definido.
5.8.6.3 Instrucciones de seguridad	iError! Marcador no definido.
5.9 Puesta a punto del equipo	iError! Marcador no definido.
5.9.1 Mantenimiento del módulo elevador de paletizado	iError! Marcador no definido.
definido.	
5.9.2 Actividades de Mantenimiento del Módulo	iError! Marcador no definido.
5.9.2.1 Sistema Mecánico	iError! Marcador no definido.
5.9.2.2 Sistema eléctrico	iError! Marcador no definido.
5.9.3 Desmontaje y montaje de bandas y poleas	iError! Marcador no definido.
definido.	

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA III.1	Operadores IEC 1131-3 vs Simantec S7iError!	Marcador	no
	definido.		
TABLA V.2	Asignación de direcciones de entradas al PLCiError!	Marcador	no
	definido.		

TABLA V.3 Asignación de direcciones de salidas al PLC*Error!* **Marcador no definido.**

TABLA V.4 Designación de entradas y salidas..... *Error!* **Marcador no definido.**

TABLA V.5 Asignación de direcciones de entradas al PLC*Error!* **Marcador no definido.**

TABLA V.6 Asignación de direcciones de salidas al PLC.*Error!* **Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° I.1 Constituyentes de la mecatrónica y áreas relacionadas. **iError! Marcador no definido.**

Figura N° I.2 Sistemas mecatrónicos..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° I.3 Sensor de proximidad inductivo..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° I.4 Sensor de proximidad capacitivo. .. **iError! Marcador no definido.**

Figura N° I.5 Sensor fotoeléctrico **iError! Marcador no definido.**

Figura N° I.6 Sensor magnético..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° II.7 Estructura de un Sistema Automatizado **iError! Marcador no definido.**

Figura N° II.8 Sistema Llenado de Botellas..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° II.9 Diagrama del circuito de control implementado en un servo . **iError! Marcador no definido.**

Figura N° II.10 Sistema de control del intercambiador de calor. **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.11 Componentes de un PLC..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.12. PLC modular **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.13 Estructura funcional de un sistema de autómatas programables
.....
iError! Marcador no definido.

Figura N° III.14 Función de interfaz con los sensores y actuadores **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.15 Función de interfaz hombre-máquina (MMI) **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.16 Funciones de programación, puesta a punto, ensayo y documentación..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.17 Esquema de interfaz..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IIII.18 Partes de IEC-1131-3 **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.19 Modelo de software..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.20 SFC, ejemplo **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.21 Lenguajes IEC-1131-3 **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.22 IEC 1131-3 vs Simantec S7 **iError! Marcador no definido.**

Figura N° III.23 Diagrama ladder.....-101-

Figura N° III.24 Diagrama bloque de funciones. **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.25 Sistema de paletizado..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.26 Módulos de elevación..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.27 Elevador de palets con bastidor de carga **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.28 Carretilla apiladora y desapiladora de palets **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.29 Elevador de palets con transportador de rodillos motorizado **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.30 Elevador de palets con accionamiento a través de correas dentadas **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.31 Elevador de palets con bastidor de carga motorizado. **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.32 Estructura modular..... **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.33 Sistema de transmisión **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.34 Correas de transmisión **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.35 Sistema de Transportadores de bandas **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.36 Modelos de bandas **iError! Marcador no definido.**

Figura N° IV.37 Sistema de transporte por rodillos **iError! Marcador no definido.**

- Figura N° IV.38** Tornillo sin fin **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° IV.39** Sistema polea-correa **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° IV.40** Relación de velocidades..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° IV.41** Aumento de la velocidad de giro.....-119-
- Figura N° IV.42** Disminución de la velocidad de giro.**iError! Marcador no definido.**
- Figura N° IV.43** Mantenimiento de la velocidad de giro.**iError! Marcador no definido.**
- Figura N° IV.44** Multiplicadores de velocidad **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.45** Elevador de paletizado..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.46** Movimientos del elevador de paletizado.**iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.47** Estructura base. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.48** Estructura vertical..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.49** Estructura soporte de banda y elevación.**iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.50** Perfil modular..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.51** Unión general..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.52** Unión de perfil perpendicular. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.53** Tuerca cabeza martillo..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.54** Tapa plástica. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.55** Banda corta **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.56** Panel de control..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.57** PLC Twido..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.58** Interfaz de comunicación. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.59** Sensores magnéticos de posicionamiento.**iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.60** Finales de carrera. **iError! Marcador no definido.**

- Figura N° V.61** Relés de control y regleta bornera. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.62** Motor eléctrico..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.63** Tornillo sin fin. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.64** Motoreductor..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.65** Sensor magnético. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.66** Final de carrera. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.67** Diagrama Grapcet..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.68** Declaración de símbolos. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.69** Diagrama Ladder (parte I). **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.70** Diagrama Ladder (parte II). **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.71** Diagrama Ladder (parte III). **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.72** Cable de comunicación. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.73** Módulo elevador de paletizado..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.74** Partes constitutivas del modulo del elevador **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.75** Elevador en un almacén de bandas transportadoras. **iError! Marcador no definido.**
- Figura N° V.76** Panel de control..... **iError! Marcador no definido.**

INTRODUCCIÓN

La modernización del soporte tecnológico de las empresas, es un factor vital que contribuye al logro de las condiciones requeridas para el cambio. En este contexto, el sector educativo realiza ya grandes esfuerzos a fin de adaptar las modernas tecnologías en diferentes disciplinas.

El currículum académico también deberá considerar una interrelación entre la institución educativa y el sector productivo, de tal forma que el sector educativo recoja y atienda las necesidades de la industria; pero donde el sector productivo también ofrezca oportunidades de aprendizaje para el estudiante.

Para equipar completamente el laboratorio de Automatización Industrial en la Escuela de Ingeniería en Sistemas se desarrollan diferentes sistemas modulares de un proceso productivo. La ejecución de la tesis se enfoca en el desarrollo e implementación de un sistema automático de ensamblaje en línea de un elevador de paletizado, el mismo que está compuesto por actuadores electrónicos, sensores, bandas transportadoras, elementos mecánicos, los mismos que a través de la programación en circuitos lógicos ganan versatilidad en sus funciones.

El sistema de elevador de paletizado recibe elementos de un proceso anterior para proceder a elevarlos a una determinada altura y de acuerdo a los requerimientos del mismo, darle una ubicación en un proceso posterior.

ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN

PROBLEMATIZACIÓN

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe un sistema mecatrónico elevador de palets implementado para el transporte vertical y horizontal de cargas?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de implementar un Sistema Mecatrónico con relación a un sistema manual?
- ¿Qué tipos de Elevadores automatizados existen en el mercado a nivel industrial?
- ¿Qué estándar se usa en el control de procesos automatizados y cuales son sus características?
- ¿Cuáles son las ventajas de la utilización de un Circuito Lógico Programable (PLC) para la automatización de procesos?

DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar, ensamblar y programar un sistema mecatrónico elevador de palets.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar la programación de los mandos lógicos, aplicando ahora las diferentes técnicas de programación para el control del sistema bajo el estándar IEC-61131.
- Determinar los diferentes componentes y las características técnicas del módulo mecatrónico elevador de palets.
- Elaborar el manual de usuario para garantizar el funcionamiento del módulo elevador.
- Desarrollar sistemas de mando con módulos de pasos, con condiciones de seguridad (parada de emergencia y desbloqueo de la parada de emergencia) para aplicarlos en el módulo elevador
- Iniciar al estudiante en las estructuras básicas y del funcionamiento de un sistema de control lógico programable (PLC).

JUSTIFICACIÓN

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El avance tecnológico nos permite disponer de varios elementos que contribuyen a los procesos de automatización de tareas industriales, tanto mecánicos como electrónicos, etc., todos ellos combinados con la informática de tal forma de proponer soluciones a lo que la sociedad demanda.

El objetivo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo es el de "Formar profesionales competitivos, emprendedores, conscientes de su identidad

nacional, justicia social, democracia y preservación del ambiente sano, a través de la generación, transmisión, adaptación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico para contribuir al desarrollo sustentable de nuestro país", por lo que la Facultad de Informática y Electrónica se ve en la necesidad de implantar un laboratorio de automatización industrial equipado con material didáctico que sirva para el mejor aprendizaje/enseñanza de los estudiantes, el laboratorio de Automatización Industrial cuenta con un sistema de control de procesos, el cual no se encuentra concluido en su totalidad, por lo que es necesario la implementación de uno mas de los módulos faltantes (Elevador de Palets).

JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA APLICATIVA

La investigación se encuentra dirigida como material didáctico a los alumnos de la Facultad de Informática y Electrónica, los mismos que podrán usar y aprender del material que se encontrará disponible para un mejor aprendizaje, se podrá aportar con el módulo que ayudará al ensamblaje del sistema de control de procesos que se encuentra en el laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la ESPOCH, además la Investigación y la parte práctica servirá para poder realizar la automatización de procesos en el área industrial, es decir a mayor escala servirá para reducir costos de producción de uno u otro producto.

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

“El diseño, ensamblaje y programación del sistema mecatrónico elevador de palets para el transporte vertical y ubicación de cargas que en la actualidad se lo realiza de forma manual, además contribuirá al mejor aprendizaje de los estudiantes de la FIE en el campo de la mecatrónica y su futura utilización en la automatización de procesos industriales“

CAPÍTULO I

MECATRÓNICA

1.1 Introducción a la Mecatrónica

El término "Mecatrónica" fue introducido por primera vez en 1969 por el ingeniero Tetsuro Mori, trabajador de la empresa japonesa Yaskawa. En un principio se definió como la integración de la mecánica y la electrónica en una máquina o producto, pero luego se consolidó como una especialidad de la ingeniería e incorporó otros elementos como los sistemas de computación, los desarrollos de la microelectrónica, la inteligencia artificial, la teoría de control y otros relacionados con la informática, estabilidad y alcanzabilidad. Teniendo como objetivo la optimización de los elementos industriales a través de la optimización de cada uno de sus subprocesos con nuevas herramientas sinérgicas.

La definición de mecatrónica propuesta por J.A. Rietdijk: "*Mecatrónica es la combinación sinérgica de la ingeniería mecánica de precisión, de la electrónica, del control automático y de los sistemas para el diseño de productos y procesos para una producción con mayor plusvalía y calidad*".

Una definición más amplia de mecatrónica en el diseño de productos y máquinas ha sido adaptada así para estas notas: "mecatrónica es el diseño y manufactura de productos y sistemas que posee una funcionalidad mecánica y un control algorítmico integrado".

La mecatrónica está centrada en mecanismos, componentes electrónicos y módulos de computación los cuales combinados hacen posible la generación de sistemas más flexibles, versátiles, económicos, fiables y simples (figura I.1).

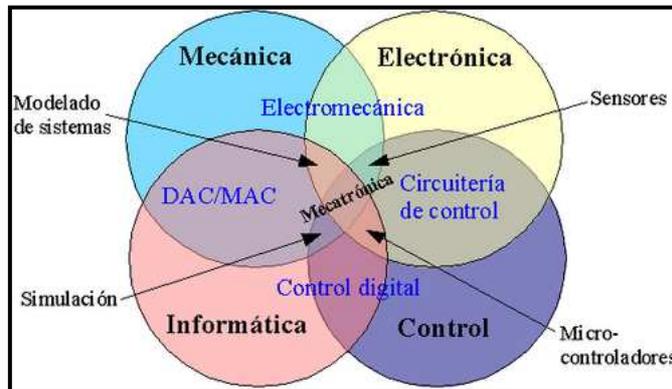


Figura N° I.1 Constituyentes de la mecatrónica y áreas relacionadas.

El propósito de este campo de ingeniería interdisciplinaria es el estudio de los autómatas desde una perspectiva de la ingeniería y ser de utilidad a sistemas híbridos de control como los sistemas de producción.

El profesional mecatrónico tiene la oportunidad de desempeñarse en las actividades donde interaccionan la mecánica con la electrónica en un ambiente computarizado, a fin de lograr la optimización de los procesos productivos a través de la automatización industrial.

En el proceso de diseño para un producto o sistema con un controlador electrónico de forma convencional. Los componentes mecánicos son diseñados aisladamente del controlador electrónico, el cual es entonces diseñado para encajar con la mecánica. No hay razón para que esto deba llevar a una mecánica de solución general de diseño óptima (de hecho usualmente no lo hace). La partición entre las funciones, mecánica y electrónica.

La mecatrónica de por sí no apunta a ser precisamente una tecnología y/o ingeniería, es la síntesis de tecnologías, usando no solamente tecnología mecánica convencional, sino también tecnología de ingeniería existente tal como electrónica, ingeniería de sistemas, etc. Librementemente para los propósitos necesarios. O sea, se requieren dos conceptos básicos para mezclar las tecnologías en este rango amplio y organizarlas, el concepto de sistema y el de interfase.

Las mecatrónica es el mecanismo preciso de operación como elemento componente de la función principal, y del propósito más importante, y la función de información de control avanzada, donde los elementos componentes ejecutan cada una de las funciones independientemente. La comparación entre los elementos componentes del sistema mecatrónico y los del ser humano. El computador responde al cerebro, los

sensores a los cinco sentidos, los ejecutores a los músculos, el mecanismo al esqueleto, y la fuente de energía al metabolismo. Ya que el robot es el típico sistema mecatrónica que logra hacer actividades humanas con la ingeniería, la meta del sistema mecatrónico es el desarrollado bien balanceado y la conexión orgánica.

1.2 Antecedentes

El mundo actual esta caracterizado por la apertura de los mercados regionales y la transición hacia una economía global. El éxito de una empresa depende de la calidad y de la disponibilidad de los productos que fabrique.

La técnica de la producción y de la fabricación es, por consiguiente, un factor prioritario para la competitividad. Esta realidad nos ha de conducir, necesariamente, a una utilización muy intensiva de la capacidad de las máquinas y de las instalaciones de fabricación de productos, teniendo la necesidad de elevar el producto para que en un proceso posterior sean almacenados. Por tanto, también tendrá que aumentar la necesidad de personal especializado y altamente preparado para la construcción, el mantenimiento y la operación del sistema elevador.

1.3 Sistema Mecatrónico

Un sistema mecatrónico es aquel sistema digital que recoge señales, las procesa y emite una respuesta por medio de actuadores, generando movimientos o acciones sobre el sistema en el que se va a actuar: Los sistemas mecánicos están integrados con sensores, microprocesadores y controladores. Los robots, las máquinas controladas

digitalmente, los vehículos guiados automáticamente, etc. se deben considerar como sistemas mecatrónicos.

La Mecatrónica debe combinar la mecánica, la electrónica y la informática unos con otros, y hacer una descripción integradora en un solo modelo mecatrónico, en vez de varios modelos independientes. Los sistemas mecatrónicos tienen la tarea de, con la sensorica, el procesamiento, la actorica y elementos de la mecánica, electrónica e informática (así como otras tecnologías que sean necesarias), transformar, transportar o almacenar la energía, la materia y/o la información (figura I.2).

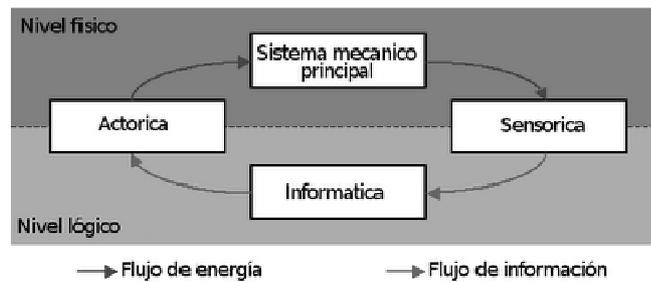


Figura N° I.2 Sistemas mecatrónicos.

Los sistemas mecatrónicos pueden entonces ser divididos en grupos funcionales, unos que forman los lazos de control mediante módulos eléctricos, magnéticos, térmicos, ópticos, mecánicos, sensores para la recolección de variables a supervisar, actuadores para la regular y controlar así como procesadores e informática para manejo de la información.

No es posible imaginar ninguno de los campos de la tecnología sin los sistemas mecatrónicos. Se encuentran en muchos aspectos, desde la fabricación de autos, pasando por los procesos de producción y hasta en las telecomunicaciones. En los

automóviles modernos los frenos ABS, control de encendido electrónico, inyección electrónica, control adaptativo de estabilidad (ESP) o cajas de cambios automáticas, probablemente ya no son nada especial. Pero todos estos son ejemplos clásicos de sistemas mecatrónicos. Desde hace poco tiempo estos sistemas mecatrónicos son incluidos en los coches de serie.

Los sistemas mecatrónicos también se ven en las técnicas de producción flexible, gracias a las cuales se pueden fabricar con facilidad, precisa y rápidamente complicados componentes, en los que se usan máquinas herramientas con seis o más grados de libertad controlados numéricamente.

Ejemplos de sistemas mecatrónicos:

- Mecanismos automáticos
- Brazos Robots - por ejemplo los que arman las carrocerías de los carros, o los de los submarinos
- Módulos de máquinas-herramientas
- Cámaras digitales
- Basculas Electrónicas
- Reproductores CD/DVD
- Conducción asistida de vehículos

1.4 Aplicaciones

La introducción de la mecatrónica ha facilitado la técnica de organización y

división del trabajo, sobre todo en la producción en masa, basadas en la mayor especialización, simplificación y repetitividad de las tareas productivas, lo que ha facilitado el diseño y programación e introducción de la mecatrónica.

Entre las principales aplicaciones no industriales de la mecatrónica. Es necesario mencionar su utilización en plantas de energía nuclear, en la exploración submarina, la minería, construcciones, agricultura, medicina etc.

Las principales aplicaciones industriales son las siguientes:

- Fundición en molde. Esta fue la primera aplicación industrial.
- Soldadura de Punto. Actualmente es la principal área la presente generación de la mecatrónica. Ampliamente utilizada en la industria automotriz. En promedio, este reduce a la mitad la fuerza laboral necesaria.
- Soldaduras de Arco. No requiere de modificaciones sustanciales en el equipo de soldadura y aumenta la flexibilidad y la velocidad.
- Moldeado por Extrusión. De gran Importancia por creciente demanda de partes especializadas de gran complejidad y precisión.
- Forjado. La principal aplicación es la manipulación de partes metálicas calientes.
- Aplicaciones de Prensado. Partes y, panales de vehículos y estructuras de aviones, electrodomésticos y otros productos metalmecánicos. Esta es un área de rápido desarrollo de nuevos tipos de mecatrónica.

- Pinturas y Tratamiento de Superficies. El mejoramiento de las condiciones de trabajo y la flexibilidad han sido las principales razones para el desarrollo de estas aplicaciones.
- Moldeado Plástico. Descarga de máquinas de inyección de moldes, carga de moldes, paletización y empaque de moldes, etc. Alta contribución al mejoramiento de las condiciones de trabajo, al ahorro de mano obra, a la reducción del tiempo de producción, y al aumento de la productividad.
- Aplicaciones en la Fundición. Carga y descarga de máquinas, manejo de materiales calientes, manejo de moldes, etc. Las difíciles condiciones de trabajo hace necesario que se creen equipos mecatrónicos, aunque ha sido muy difícil su diseño y eficacia.
- Carga y Descarga de Máquina Herramientas. Este tipo de maquinaria aumentan la flexibilidad y versatilidad de las máquinas herramientas y permiten su articulación entre si. Contribuyen a la reducción de stocks, minimizan costos del trabajo directo e indirecto, aumentan la calidad de la producción y maximizar la utilización del equipo.
- En aparatos y maquinaria eléctrica y electrónica, juguetes, ingeniería mecánica, industrial automotriz, etc.

Las diversas aplicaciones industriales implican la clasificación de las máquinas mecatrónicas en cinco tipos de operaciones efectuadas:

- A. De manejo de materiales: carga y descarga de máquinas herramienta, moldeado de plástico.
- B. De tratamiento de superficie.

- C. De ensamblaje y transferencia.
- D. De soldadura, y
- E. De procesamiento por calor; moldeado, prensado, etc.

1.5 Componentes

1.5.1 Mecanismos

En el área de mecanismos, los principales problemas son reducción de complejidad, eliminación de mecanismos y síntesis de mecanismos mecatrónicos.

La reducción de la complejidad se refiere a reducir el número de elementos del mecanismo, mediante el uso de control inteligente. La eliminación del mecanismo implica el uso directo de actuadores y de controles más sofisticados. La síntesis de mecanismos mecatrónicos consiste en utilizar actuadores directamente en el mecanismo para mejorar su movimiento; un ejemplo de síntesis es el desarrollo de rodamientos con actuación magnética para eliminar la fricción. Se identifica por una mejor caracterización del mecanismo y el diseño por computadora.

1.5.2 Actuadores

Todo mecanismo requiere de una fuente de potencia para operar. Inicialmente esta fuente de potencia fue de origen animal, posteriormente se aprovechó la fuerza generada por el flujo de aire o agua, pasando luego a la generación de potencia con

vapor, por combustión interna y actualmente con electricidad. Si esta fuente de potencia es modulable o controlable, se tiene un actuador. Los principales desarrollos de los actuadores en la Mecatrónica son: manejo directo, eliminando mecanismos, utilizando actuadores electromagnéticos, piezoeléctricos y ultrasónicos. También deben considerarse los actuadores neumáticos u oleo-hidráulicos. Un tipo de actuadores muy utilizados son los motores eléctricos; se han desarrollado investigaciones en nuevos modelos matemáticos, nuevos tipos de manejadores y en nuevos tipos de control. Un tipo de actuador que se ha utilizado mucho en nanomaquinaria son los actuadores electrostáticos.

1.5.2.1 Sistemas eléctricos

Los actuadores de este tipo no requieren de alguna actividad física, y son mucho mas simples en forma ya que estos solo necesitan de la corriente eléctrica como fuente de poder, y esta no necesita de estar junto al dispositivo, permitiendo que exista una gran distancia entre estos si es así como se requiere. Las ventajas que ofrecen estos tipos de actuadores son, entre otros, la exactitud con la que operan, su alta repetibilidad y el espacio en piso requerido es pequeño, esto los hace ideales para actividades como las de ensamblaje.

Por lo general los actuadores de estos tipos tienen un acondicionamiento eléctrico, por medio de servomotores o de motores paso a paso. La salida que brinda un motor paso a paso es la de un incremento en el ángulo que es iniciado por los pulsos eléctricos precisos para esto. Los robots dirigidos por un motor paso a paso se utilizan

para aplicaciones de trabajo ligero, ya que una carga pesada puede ocasionar una pérdida de pasos y la subsecuente inexactitud. Existen tres tipos de motores paso a paso, reductancia variable, imán permanente e híbridos.

Los servomotores proporcionan un control excelente con los requisitos de mantenimiento mínimos. El control del momento de torsión es posible si, respectivamente, se controlan el voltaje o la corriente que se aplican al motor. Las ventajas que tales motores ofrecen incluyen un momento de torsión elevado, un tamaño pequeño de estructura y una carga ligera, así como una curva de velocidad lineal, lo cual reduce el esfuerzo computacional.

1.5.3 Controles

Un área muy desarrollada en la Mecatrónica es el control. Se tienen dos tendencias importantes: el uso de las técnicas más modernas de la teoría de control automático y el desarrollo de controles inteligentes, que busca mejorar la percepción del medio ambiente y obtener una mejor autonomía. Algunos de los avances más importantes en la rama del control automático son: redes neuronales, modos deslizantes, control de sistemas a eventos discretos, control adaptable, lógica difusa y control robusto.

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 deben conseguir los siguientes objetivos:

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

Necesidades de la supervisión de procesos

- Limitaciones de la visualización de los sistemas de adquisición y control.
- Control vs Monitorización
- Control software. Cierre de lazo de control.
- Recoger, almacenar y visualizar información.
- Minería de datos

1.5.4 Sensores

Un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio, es decir, la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). También, es capaz de medir una cantidad como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica). Esta información, o salida del sensor, es la base del proceso de monitoreo y control de un proceso de fabricación.

Los sensores sin contacto son dispositivos electrónicos de estado sólido que crean un campo de energía o haz y reaccionan ante una alteración en ese campo.

Algunas características de los sensores sin contacto son:

- No se requiere contacto físico.
- No tienen componentes móviles que puedan atascarse, desgastarse o romperse (por lo tanto, necesitan menos mantenimiento).
- Generalmente operan más rápido.
- Son más flexibles en cuanto a su aplicación.

Los sensores fotoeléctricos, inductivos, capacitivos, magnéticos corresponden a sensores sin contacto. Al no haber contacto físico, se elimina la posibilidad de desgaste; sin embargo, en raras ocasiones podría haber una interacción entre el sensor y el objeto. Los sensores sin contacto también son susceptibles a la energía emitida por otros dispositivos o procesos.

1.5.4.1 Sensores de proximidad inductivos

Los sensores de proximidad inductivos son dispositivos de estado sólido diseñados para detectar objetos metálicos. Los sensores de proximidad inductivos operan según el principio del oscilador neutralizado de corrientes parásitas. Estos sensores se diseñan para generar un campo electromagnético, y cuando un objeto metálico entra en este campo, se inducen corrientes de superficie (corrientes parásitas) en el objeto metálico, las cuales restan energía al campo electromagnético, dando lugar a una pérdida de energía en el circuito del oscilador y, por tanto, a una reducción de la amplitud de la oscilación. El circuito activador detecta este cambio y genera una señal de encendido o apagado. Cuando el objeto sale del campo electromagnético, el oscilador se regenera y el sensor vuelve a su estado normal.

Los sensores de proximidad inductivos detectan tanto metales férricos (que contienen hierro) como no férricos. Generalmente, estos dispositivos se utilizan para detectar la posición de objetos metálicos en procesos de maquinado automatizado y en operaciones de detección de presencia de envases metálicos en procesos automatizados de envasado de alimentos o bebidas.

Un sensor de proximidad inductivo consta de cuatro componentes básicos, (figura I.3).

- Conjunto de núcleo / bobina: este genera un campo electromagnético a partir de la energía eléctrica suministrada por el oscilador.

- Oscilador: suministra energía eléctrica al conjunto de núcleo de ferrita y bobina.
- Circuito activador: detecta los cambios en la amplitud de la oscilación. Estos cambios se producen cuando un objeto metálico entra o sale del campo electromagnético irradiado desde la cara del sensor.
- Salida de estado sólido: cuando se detecta un cambio suficiente en el campo electromagnético, la salida de estado sólido proporciona una señal eléctrica para la conexión en interfase con un PLC o una lógica de máquina. Esta señal indica la presencia o ausencia de un objeto metálico en el campo de detección.

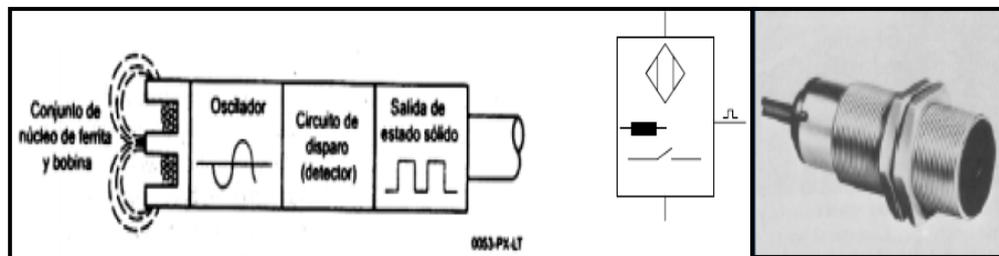


Figura N° I.3 Sensor de proximidad inductivo

Ventajas de los sensores de proximidad inductivos

- No se ven afectados por la humedad.
- No se ven afectados por el polvo o la suciedad.
- Carecen de partes móviles, por lo que no hay desgaste mecánico.
- No dependen del color.
- Tienen una dependencia menor de la superficie que otras tecnologías de detección.

Desventajas de los sensores de proximidad inductivos

- Sólo detectan la presencia de objetos metálicos.

- El margen de operación es más corto que el de otros dispositivos de detección disponibles.
- Pueden verse afectados por campos electromagnéticos intensos.

1.5.4.2 Sensores de proximidad capacitivos

Los sensores capacitivos permiten detectar objetos metálicos y no metálicos, sólidos y líquidos, si bien son más apropiados para detectar objetos no metálicos debido a sus características y costo en comparación con los sensores de proximidad inductivos.

Los sensores de proximidad capacitivos son similares a los inductivos en cuanto a su tamaño, forma y “concepto”. Sin embargo, a diferencia de estos últimos que utilizan campos magnéticos para detectar objetos, los sensores de proximidad capacitivos reaccionan a alteraciones en campos electrostáticos. La sonda situada detrás de la cara del sensor es una placa condensadora. Al aplicar corriente al sensor, se genera un campo electrostático que reacciona a los cambios de la capacitancia causados por la presencia de un objeto. Cuando el objeto se encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el circuito de encendido y apagado.

La capacidad del sensor para detectar el objeto depende del tamaño y de la constante dieléctrica del objeto, así como de su distancia con respecto al sensor. Un

sensor de proximidad capacitivo consta de cinco componentes básicos, (figura I.4).

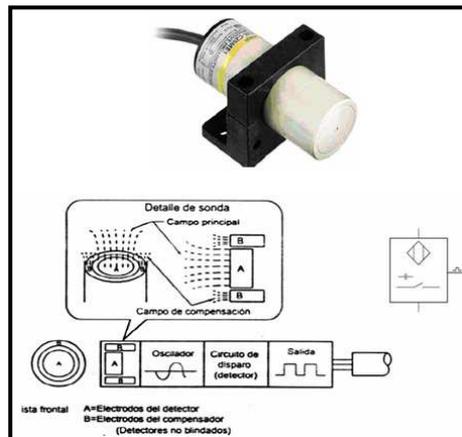


Figura N° I.4 Sensor de proximidad capacitivo.

Componentes de un sensor de proximidad capacitivo:

- Sonda o placa capacitiva: irradia un campo electrostático que genera un acoplamiento capacitivo entre la sonda y el objeto que entra en el campo.
- Oscilador: suministra energía eléctrica a la sonda o placa capacitiva.
- Circuito de disparo: detecta los cambios en la amplitud de la oscilación. Los cambios ocurren cuando un objeto entra o sale del campo electrostático irradiado desde la cara del sensor.
- Señal del sensor: una vez detectado un cambio suficiente en el campo electrostático, la salida de estado sólido genera una señal eléctrica que la debe interpretar un dispositivo de interfase tal como un PLC. Esta señal indica la presencia o ausencia de un objeto metálico en el campo de detección.
- Potenciómetro de ajuste: como su nombre lo indica, se emplea para ajustar la sensibilidad del dispositivo, esto es, si el potenciómetro se gira a la derecha (sentido horario), la sensibilidad aumenta; si se gira a la izquierda (sentido antihorario), la sensibilidad disminuye.

Ventajas de los sensores de proximidad capacitivos

- Detectan objetos metálicos y no metálicos, así como líquidos y sólidos.
- Pueden “ver a través” de ciertos materiales (cajas de productos).
- Son de estado sólidos y tienen una larga vida útil.
- Disponen de muchas configuraciones de montaje.

Desventajas de los sensores de proximidad capacitivos

- Distancia de detección corta (1 pulgada o menos) que varía en función del material detectado.
- Son muy sensibles a factores ambientales: la humedad en climas costeros o lluviosos puede afectar el resultado de la detección.
- No son selectivos con respecto al objeto detectado: es esencial controlar qué es lo que se aproxima al sensor.

1.5.4.3 Sensores fotoeléctricos

En su forma más básica, un sensor fotoeléctrico se puede considerar como un interruptor en el que la función del accionador mecánico o palanca se sustituye por un haz de luz. Al sustituir la palanca por un haz de luz, el dispositivo se puede utilizar en aplicaciones que requieren distancias de detección que vayan de menos de 2.54 centímetros (1 pulgada) a cien metros o más (varios cientos de pies).

Todos los sensores fotoeléctricos operan detectando un cambio en la cantidad de luz recibida por un foto detector, este cambio de luz permite al sensor captar la presencia o ausencia del objeto así como su tamaño, reflectividad, opacidad, translucidez o color. Estos dispositivos logran una detección precisa de objetos sin contacto físico, (figura I.5).

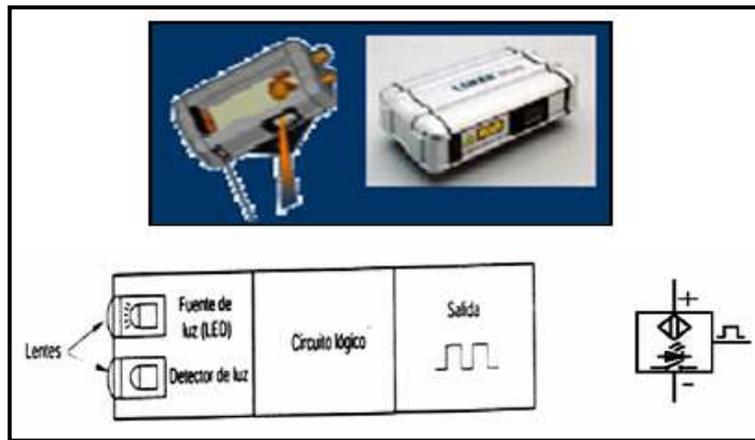


Figura N° I.5 Sensor fotoeléctrico

Ventajas de los sensores fotoeléctricos

- Por norma general, siempre es mejor utilizar sensores fotoeléctricos de haz transmitido.
- A causa del haz efectivo claramente definido, los sensores de haz transmitido suelen ser los más confiables para el conteo exacto de piezas.
- El uso de sensores de haz transmitido elimina la variable del color o la reflectividad de la superficie.
- Tienen bajos costos de mantenimiento, debido a su capacidad de detectar a través de superficies con suciedad acumulada.
- Pueden detectar piezas pequeñas o posiciones precisas (utilizando

pequeñas aberturas o fibras ópticas).

- Detectan líquidos o sólidos opacos dentro de contenedores translúcidos o transparentes.
- Al usar un emisor y receptor mecánicamente convergentes se puede detectar la diferencia entre una superficie brillante y una opaca basándose en el reflejo especular.

Desventajas de los sensores fotoeléctricos

- Cuando se utilizan a corta distancia, algunos detectores de haz transmitidos tienen tanto margen que tienden a ver a través de materiales opacos delgados (papel, tela, etc.) y resulta difícil establecer un punto de operación de control de sensibilidad debido al exceso de margen.
- Las piezas muy pequeñas que no alcanzan a interrumpir el 50% del haz efectivo pueden ser difíciles de detectar con exactitud.
- Es posible que la detección de haz transmitido no sea la adecuada para detectar objetos translúcidos o transparentes.

1.5.4.4 Sensores magnéticos

Los sensores magnéticos (microrruptores magnéticos ó Reeds) actúan sin contacto mecánico y tienen muchas ventajas sobre los sensores convencionales para multitud de aplicaciones. Generalmente, los sensores magnéticos son más compactos y fáciles de instalar, lo cual aumenta las ventajas de su instalación en espacios pequeños; tienen una rapidez de actuación muy alta. No están sujetos a fatigas mecánicas que

puedan producirles daños.

Los sensores magnéticos constan de una ampolla de vidrio llena de gas inerte en la cual dos pequeñas laminillas imantadas intentan juntarse sin conseguirlo, al no tener fuerza de atracción de entidad suficiente para vencer su propia rigidez, cuando esta ampolla entra en el campo de acción de un campo magnético más fuerte, se refuerza el campo propio de las laminillas que vencen su rigidez y se juntan, haciendo el contacto eléctrico.

Cuando desaparece el campo magnético exterior, la fuerza que las mantiene junta vuelven a su pequeño valor residual y su rigidez las separa, quedando el circuito eléctrico interrumpido, (figura I.6).

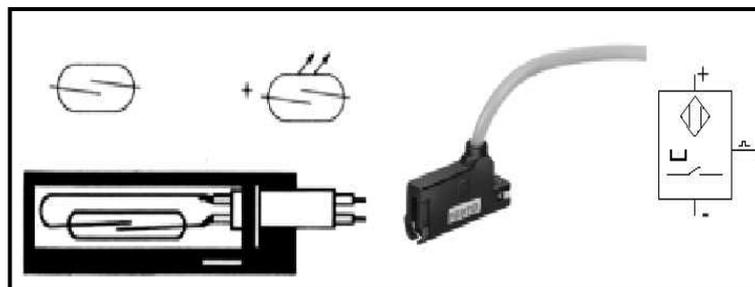


Figura N° I.6 Sensor magnético

Para facilitar la manejabilidad de los contactos del sensor magnético, se construyen encerrándolos en un bloque de resina inyectada que fija los cables conectores o el enchufe, según sea el caso, formando un conjunto compacto.

Como en los casos anteriores, se disponen de sensores magnéticos normalmente abiertos y normalmente cerrados.

En los cilindros modernos se dispone de acanaladuras, en toda su longitud, que

permiten situar y fijar adecuadamente estos sensores en cualquier punto de su carrera. Los sensores cambian de condición cuando el émbolo magnético del cilindro se aproxima por el interior del tubo. Para la fabricación de los tubos de los cilindros deben emplearse materiales tales como aluminio extruido, latón pulido, plástico, poliéster reforzado con fibra de vidrio, etc., para evitar interferencia con los sensores.

Los sensores magnéticos no deben instalarse en las proximidades de máquinas que generan campos magnéticos importantes, como las máquinas de soldadura.

1.6 Análisis y modelado

Por análisis se entiende la obtención de una descripción o modelo de los sistemas por métodos matemáticos y gráficos. El principal problema radica en que muchos sistemas de control no se describen con modelos continuos, ya sea en el estado o en el tiempo; mientras los sistemas mecánicos son modelos continuos. Este problema ha provocado el uso de nuevas técnicas de modelado, tales como: redes neuronales, redes de Petri, lógica difusa, onduletas, memorias asociativas, agentes cooperativos, modelos algorítmicos y modelos lingüísticos.

Otros dos problemas a resolver son la reducción de modelos y la obtención automática de modelos; ambos problemas están relacionados teóricamente y se han enfocado recientemente a resolver este problema para sistemas multivariables.

Los modelos son necesarios para poder realizar síntesis de dispositivos

mecatrónicos y optimización de procesos.

Los problemas considerados en la ingeniería de los sistemas de control, básicamente se tratan mediante dos pasos fundamentales como son:

1. El análisis.
2. El diseño.

En el análisis se investiga las características de un sistema existente. Mientras que en el diseño se escogen los componentes para crear un sistema de control que posteriormente ejecute una tarea particular. Existen dos métodos de diseño:

1. Diseño por análisis.
2. Diseño por síntesis.

El diseño por análisis modifica las características de un sistema existente o de un modelo estándar del sistema y el diseño por síntesis en el cual se define la forma del sistema a partir de sus especificaciones.

La representación de los problemas en los sistemas de control se lleva a cabo mediante tres representaciones básicas o modelos:

1. Ecuaciones diferenciales, integrales, derivadas y otras relaciones matemáticas.
2. Diagramas en bloque.
3. Gráficas en flujo de análisis.

Los diagramas en bloque y las gráficas de flujo son representaciones gráficas que pretenden el acortamiento del proceso correctivo del sistema, sin importar si está caracterizado de manera esquemática o mediante ecuaciones matemáticas. Las ecuaciones diferenciales y otras relaciones matemáticas, se emplean cuando se requieren relaciones detalladas del sistema. Cada sistema de control se puede representar teóricamente por sus ecuaciones matemáticas. El uso de operaciones matemáticas es patente en todos los controladores de tipo P, PI y PID, que debido a la combinación y superposición de cálculos matemáticos ayuda a controlar circuitos, montajes y sistemas industriales para así ayudar en el perfeccionamiento de los mismos.

Para el análisis y modelado de un sistema mecatrónico se deberá tomar en cuenta:

1. 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.
2. Señal de Corriente de Salida: Respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implicaba la entrada.
3. 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.
4. Variable Controlada: Es el elemento que se desea controlar. Se puede decir que es la salida del proceso.
5. Conversión: Mediante receptores se generan las variaciones o cambios que se producen en la variable.

6. Variaciones Externas: Son los factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo.
7. Fuente de Energía: Es la que entrega la energía necesaria para generar cualquier tipo de actividad dentro del sistema.
8. 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 del sistema. 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.

CAPÍTULO II

CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS

2.1 Introducción

En las últimas décadas se ha seguido la tendencia de automatizar de manera progresiva procesos productivos de todo tipo. Esta tendencia ha sido y sigue siendo posible gracias al desarrollo y abaratamiento de la tecnología necesaria. Los objetivos que persigue el control automático de las máquinas y de los procesos de producción son:

- Mejorar la calidad y mantener un nivel de calidad constante.
- Producir las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Mejorar la productividad y reducir costes.
- Hacer más flexible el sistema productivo.

Estos objetivos se han convertido de hecho en requisitos indispensables para mantener la competitividad, por lo que el aumento del nivel de automatización de los procesos es simplemente una necesidad para sobrevivir en el mercado actual.

Se pueden distinguir varios niveles en la automatización de un proceso productivo:

1. Nivel de máquina. En este nivel se considera la automatización de una máquina que realiza una tarea productiva simple determinada.
2. Nivel de célula (de grupo). En este nivel se considera el control automatizado de un conjunto de máquinas que trabajan conjunta y coordinadamente para realizar un proceso de producción más complejo.
3. Nivel de planta. En este nivel se considera el control automatizado de toda la planta de producción que trabaja de forma coordinada para cumplir unos objetivos de producción global de la fábrica.
4. Nivel de empresa. En este nivel se considera el conjunto de la empresa (gestión, ventas, producción).

Los niveles 3 y 4 requieren de una red informática que permita el flujo de todos los datos de la empresa relacionados con la producción y la gestión. En esencia estos niveles se implementan mediante ordenadores conectados entre sí y con las células de producción del nivel 2.

En el nivel 2 puede haber una red local de comunicación entre los distintos elementos de una célula (si las máquinas están muy separadas).

Los niveles 1 y 2 se implementan mediante sensores, actuadores y equipos de control.

2.2 Sistema Automatizado

Se define un sistema (máquina o proceso) automatizado como aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención del operario) ante los cambios que se producen en el mismo, dando lugar a las acciones adecuadas para cumplir la función para la que ha sido diseñado.

Para la automatización de procesos, se desarrollaron máquinas operadas con Controles Programables (PLC), actualmente de gran ampliación en industrias como la textil y la alimentación.

Para la información de las etapas de diseño y control de la producción se desarrollaron programas de computación para el diseño (CAD), para la ingeniería (CAE), para la manufactura (CAM), para el manejo de proyectos, para la planeación de requerimientos, para la programación de la producción, para el control de calidad, etc.

La inserción de tecnologías de la información producción industrial de los países desarrollados ha conocido un ritmo de crecimiento cada vez más elevado en los últimos años. Por ejemplo, la información amplía enormemente la capacidad de controlar la producción con máquinas de control computarizado y permite avanzar hacia mayores y más complejos sistemas de automatización, unas de cuyas expresiones más sofisticadas

y más ahorradoras de trabajo humano directo son los robots, los sistemas flexibles de producción y los sistemas de automatización integrada de la producción (computer integrated manufacturing (CIM)).

Aunque es evidente que la automatización sustituye a un alto porcentaje de la fuerza laboral no calificada, reduciendo la participación de los salarios en total de costos de producción, las principales razones para automatizar no incluye necesariamente la reducción del costo del trabajo.

Por otra parte, la automatización electromecánica tradicional ya ha reducido significativamente la participación de este costo en los costos de producción.

Entre estos costos está el trabajo indirecto, administración, control de calidad, compras de insumos, flujos de información, demoras de proveedores, tiempos muertos por falta de flexibilidad y adaptabilidad etc. Estos son los costos que pueden ser reducidos por las nuevas tecnologías de automatización al permitir mayor continuidad, intensidad y control integrado del proceso de producción, mejor calidad del producto y reducción significativa de errores y rechazos, y a la mayor flexibilidad y adaptabilidad de la producción a medida y en pequeños lotes o pequeñas escalas de producción.

La mayor calidad en los productos se logra mediante exactitud de las máquinas automatizadas y por la eliminación de los errores propios del ser humano; lo que a su vez repercute grandes ahorros de tiempo y materia al eliminarse la producción de piezas defectuosas.

La flexibilidad de las máquinas permite su fácil adaptación tanto a una producción individualizadas y diferenciada en la misma línea de producción, como mi cambio total de la producción. Esto posibilite una adecuación flexible a las diversas demandas del mercado.

La automatización en los procesos industriales, se basa en la capacidad para controlar la información necesaria en el proceso productivo, mediante los mecanismos de medición y evaluación de las normas de producción. A través de diversos instrumentos controlados por la información suministrada por el computador, se regula el funcionamiento de las máquinas u otros elementos que operan el proceso productivo.

La figura II.7 muestra la estructura típica de un sistema automatizado:

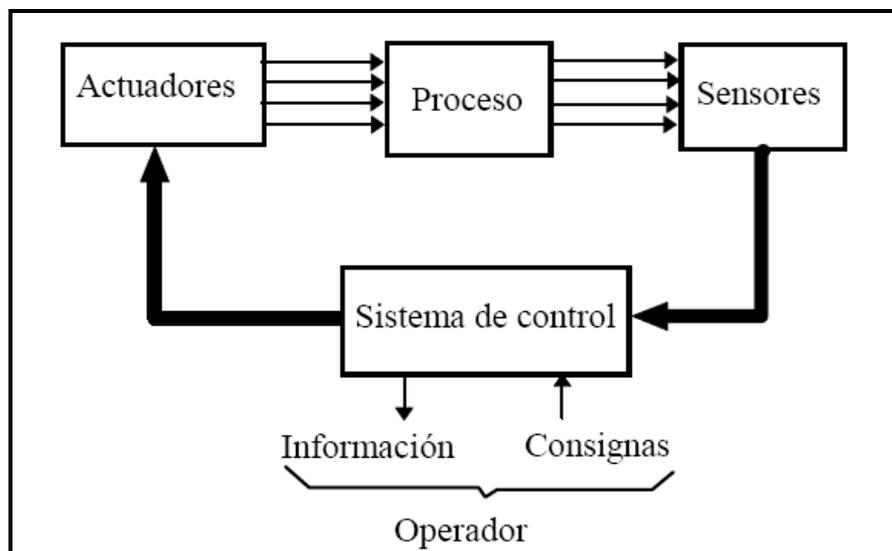


Figura N° II.7 Estructura de un Sistema Automatizado

Como se observa, se trata de un sistema en bucle cerrado, donde la información sobre los cambios del proceso captada por los sensores es procesada por el sistema de control dando lugar a las acciones necesarias, que se implementan físicamente sobre el

proceso por medio de los actuadores. Este sistema de control se comunica eventualmente con el operador, recibiendo de éste consignas de funcionamiento (marcha, paro, cambio de características de producción, etc), y comunicándole información sobre el estado del proceso (para la supervisión del correcto funcionamiento).

El proceso de llenado de botellas Fig. II.8 es un ejemplo de sistema automatizado:

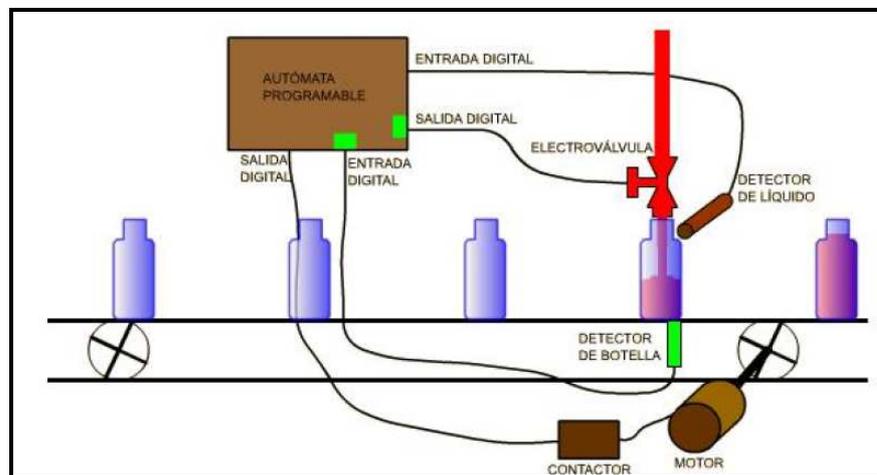


Figura N° II.8 Sistema Llenado de Botellas

El sistema de control lo constituye normalmente un equipo electrónico programable, (en la mayoría de casos un autómata programable industrial) que se programa para que active y desactive los actuadores en los momentos adecuados en función de las señales de los sensores.

Los actuadores son elementos capaces de producir un efecto sobre el proceso (cilindros neumáticos e hidráulicos, motores eléctricos, electroválvulas, etc.). Como el sistema de control únicamente maneja señales eléctricas los actuadores disponen de un

elemento de interfaz (o preactuador) que reacciona a esas señales eléctricas actuando sobre los elementos finales.

Los sensores son elementos que captan propiedades físicas del proceso (como presencia de objetos, velocidad, temperatura, etc.) y producen una señal eléctrica en función de estas propiedades. Lo normal es que se conecten directamente al sistema de control (autómata), aunque pueden conectarse directamente a un elemento actuador en sistemas muy sencillos.

2.2.1 Objetivos de la automatización

Integrar varios aspectos de las operaciones de manufactura para:

- Mejorar la calidad y uniformidad del producto
- Minimizar el esfuerzo y los tiempos de producción.
- Mejorar la productividad reduciendo los costos de manufactura mediante un mejor control de la producción.
- Mejorar la calidad mediante procesos repetitivos.
- Reducir la intervención humana, el aburrimiento y posibilidad de error humano.
- Reducir el daño en las piezas que resultaría del manejo manual.
- Aumentar la seguridad para el personal.
- Ahorrar área en la planta haciendo más eficiente:
- El arreglo de las máquinas
- El flujo de material.

2.2.2 Tipos de Automatización

Existen cinco formas de automatizar en la industria moderna, de modo que se deberá analizar cada situación a fin de decidir correctamente el esquema más adecuado.

Los tipos de automatización son:

- Control Automático de Procesos
- El Procesamiento Electrónico de Datos
- La Automatización Fija
- El Control Numérico Computarizado
- La Automatización Flexible.

El Control Automático de Procesos, se refiere usualmente al manejo de procesos caracterizados de diversos tipos de cambios (generalmente químicos y físicos); un ejemplo de esto lo podría ser el proceso de refinación de petróleo.

El Proceso Electrónico de Datos frecuentemente es relacionado con los sistemas de información, centros de cómputo, etc. Sin embargo en la actualidad también se considera dentro de esto la obtención, análisis y registros de datos a través de interfases y computadores.

La Automatización Fija, es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo estos sistemas se han ido flexibilizando al introducir algunos elementos de programación como en el caso de los (PLC'S) O Controladores Lógicos Programables.

Un mayor nivel de flexibilidad lo poseen las máquinas de control numérico computarizado. Este tipo de control se ha aplicado con éxito a Máquinas de Herramientas de Control Numérico (MHCN). Entre las MHCN podemos mencionar:

- Fresadoras CNC.
- Tornos CNC.
- Máquinas de Electroerosionado
- Máquinas de Corte por Hilo, etc.

El mayor grado de flexibilidad en cuanto a automatización se refiere es el de los Robots industriales que en forma más genérica se les denomina como "Celdas de Manufactura Flexible".

2.2.3 Elementos de una Instalación Automatizada

- **MAQUINAS:** Son los equipos mecánicos que realizan los procesos, traslados, transformaciones, etc. de los productos o materia prima.
- **ACCIONADORES:** Son equipos acoplados a las máquinas, y que permiten realizar movimientos, calentamiento, ensamblaje, embalaje. Pueden ser:
 - **Accionadores eléctricos:** Usan la energía eléctrica, son por ejemplo, electro válvulas, motores, resistencias, cabezas de soldadura, etc.
 - **Accionadores neumáticos:** Usan la energía del aire comprimido, son por ejemplo, cilindros, válvulas, etc.
 - **Accionadores hidráulicos:** Usan la energía de la presión del agua, se usan para controlar velocidades lentas pero precisas.

- **PRE ACCIONADORES:** Se usan para comandar y activar los accionadores. Por ejemplo, contactores, switches, variadores de velocidad, distribuidores neumáticos, etc.
- **CAPTADORES:** Son los sensores y transmisores, encargados de captar las señales necesarias para conocer el estado del proceso, y luego enviarlas a la unidad de control.
- **INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA:** Permite la comunicación entre el operario y el proceso, puede ser una interfaz gráfica de computadora, pulsadores, teclados, visualizadores, etc.
- **ELEMENTOS DE MANDO:** Son los elementos de cálculo y control que gobiernan el proceso, se denominan autómatas, y conforman la unidad de control.
- Los sistemas automatizados se conforman de dos partes: parte de mando y parte operativa
- **PARTE DE MANDO:** Es la estación central de control o autómata. Es el elemento principal del sistema, encargado de la supervisión, manejo, corrección de errores, comunicación, etc.
- **PARTE OPERATIVA:** Es la parte que actúa directamente sobre la máquina, son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice las acciones. Son por ejemplo, los motores, cilindros, compresoras, bombas, relés, etc.

2.3 Tipos de Sistemas de Control

Los sistemas de control son agrupados en tres tipos básicos:

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 (multiple input, multiple 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 anillo abierto, cuando la salida para ser controlada, no se compara con el valor de la señal de entrada o señal de referencia.
 - Sistema en anillo 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.

Naturales, incluyendo sistemas biológicos. Por ejemplo, los movimientos corporales humanos como el acto de indicar un objeto que incluye como componentes del sistema

de control biológico los ojos, el brazo, la mano, el dedo y el cerebro del hombre. En la entrada se procesa el movimiento y la salida es la dirección hacia la cual se hace referencia.

Cuyos componentes están unos hechos por el hombre y los otros son naturales, Se encuentra el sistema de control de un hombre que conduce su vehículo. Éste sistema está compuesto por los ojos, las manos, el cerebro y el vehículo. La entrada se manifiesta en el rumbo que el conductor debe seguir sobre la vía y la salida es la dirección actual del automóvil. Otro ejemplo puede ser las decisiones que toma un político antes de unas elecciones. Éste sistema está compuesto por ojos, cerebro, oídos, boca. La entrada se manifiesta en las promesas que anuncia el político y la salida es el grado de aceptación de la propuesta por parte de la población.

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).

Control Predictivo, son los sistemas de control que trabajan con un sistema predictivo, y no activo como el tradicional (ejecutan la solución al problema el momento antes que este suceda). De esta manera, mejoras la eficiencia del proceso.

- Términos importantes y el objetivo del control automático de proceso.

Ahora es necesario definir algunos de los términos que se usan en el campo del control automático de proceso. El primer término es variable controlada, ésta es la variable que se debe mantener o controlar dentro de algún valor deseado. El segundo

término es punto de control, el valor que se desea tenga la variable controlada. La variable manipulada es la variable que se utiliza para mantener a la variable controlada en el punto de control (punto de fijación o de régimen). Finalmente, cualquier variable que ocasiona que la variable de control se desvíe del punto de control se define como perturbación o trastorno; en la mayoría de los procesos existe una cantidad de perturbaciones diferentes. Aquí lo importante es comprender que en la industria de procesos, estas perturbaciones son la causa más común de que se requiera el control automático de proceso; si no hubiera alteraciones, prevalecerían las condiciones de operación del diseño y no se necesitaría supervisar continuamente el proceso.

Con la definición de estos términos, el objetivo del control automático de proceso se puede establecer como sigue:

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

2.4 Control regulador y servocontrol

En algunos procesos la variable controlada se desvía, del punto de control a causa de las perturbaciones. El término control regulador se utiliza para referirse a los sistemas diseñados para compensar las perturbaciones. A veces la perturbación más importante es el punto de control mismo, esto es, el punto de control puede cambiar en función del tiempo (lo cual es típico de los procesos por lote), y en consecuencia, la

variable controlada debe ajustarse al punto de control; el termino servocontrol se refiere a los sistemas de control que han sido diseñados con tal propósito.

En la industria de procesos, el control regulador es bastante más común que el servo-control, sin embargo, el método básico para el diseño de cualquiera de los dos es esencialmente el mismo y por tanto, los principios que se exponen en este libro se aplican a ambos casos.

2.4.1 Estructura interna y funcionamiento

El componente principal de un servo es un motor de corriente continua, que realiza la función de actuador en el dispositivo: al aplicarse un voltaje entre sus dos terminales, el motor gira en un sentido a alta velocidad, pero produciendo un bajo par. Para aumentar el par del dispositivo, se utiliza una caja reductora, que transforma gran parte de la velocidad de giro en torsión.

2.4.2 Control de posición

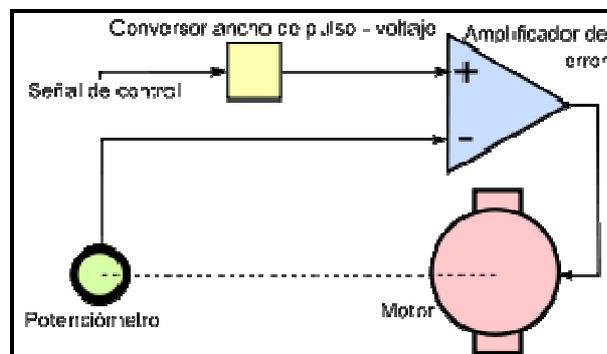


Figura N° II.9 Diagrama del circuito de control implementado en un servo

En el diagrama del circuito de control implementado en un servo, la línea punteada indica un acople mecánico, mientras que las líneas continuas indican conexión eléctrica.

El dispositivo utiliza un circuito de control para realizar la ubicación del motor en un punto, consistente en un controlador proporcional.

El punto de referencia o setpoint que es el valor de posición deseada para el motor se indica mediante una señal de control cuadrada. El ancho de pulso de la señal indica el ángulo de posición: una señal con pulsos más anchos (es decir, de mayor duración) ubicará al motor en un ángulo mayor, y viceversa.

Inicialmente, un amplificador de error calcula el valor del error de posición, que es la diferencia entre la referencia y la posición en que se encuentra el motor. Un error de posición mayor significa que hay una diferencia mayor entre el valor deseado y el existente, de modo que el motor deberá rotar más rápido para alcanzarlo; uno menor, significa que la posición del motor está cerca de la deseada por el usuario, así que el motor tendrá que rotar más lentamente. Si el servo se encuentra en la posición deseada, el error será cero, y no habrá movimiento.

Una vez que se ha obtenido el error de posición, éste se amplifica con una ganancia, y posteriormente se aplica a los terminales del motor.

2.5 Señales de transmisión

Actualmente se usan tres tipos principales, de señales en la industria de procesos. La primera es la señal neumática o presión de aire, que normalmente abarca entre 3 y 15 psig. La señal eléctrica o electrónica, normalmente toma valores, entre 4 y 20 mA. El tercer tipo de señal, el cual se está convirtiendo en el más común, es la señal digital o discreta (unos y ceros); el uso de los sistemas de control de proceso con computadoras grandes, minicomputadoras o microprocesadores está forzando el uso cada vez mayor de este tipo de señal.

2.6 Estrategias de control

2.6.1 Control por retroalimentación

Esta técnica la aplicó por primera vez James Watt hace casi 200 años, para controlar un proceso industrial; consistía en mantener constante la velocidad de una máquina de vapor con carga variable; se trataba de una aplicación del control regulador. En ese procedimiento se toma la variable controlada y se retroalimenta al controlador para que este pueda tomar una decisión. Es necesario comprender el principio de operación del control por retroalimentación para conocer sus ventajas y desventajas; para ayudar a dicha comprensión se presenta el circuito de control del intercambiador de calor en la figura II.10.

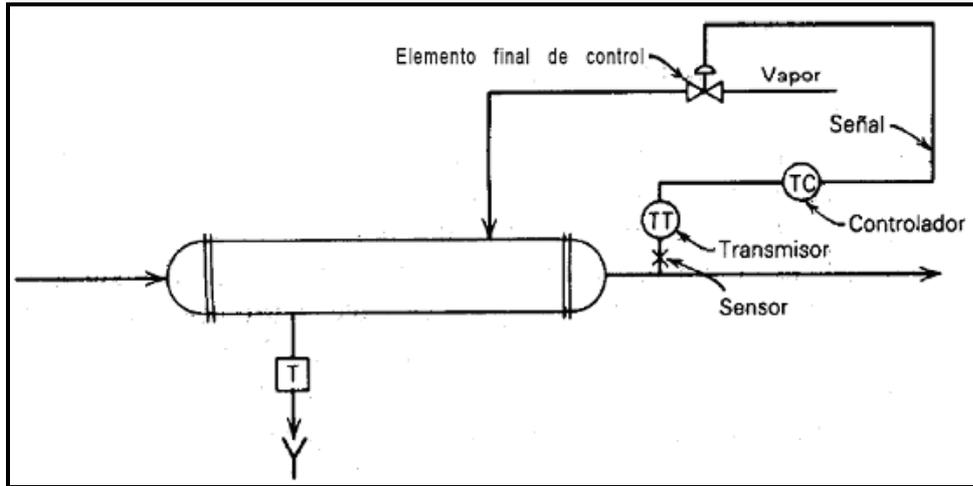


Figura N° II.10 Sistema de control del intercambiador de calor.

La ventaja del control por retroalimentación consiste en que es una técnica muy simple, como se muestra en la figura II.10, que compensa todas las perturbaciones. Cualquier perturbación puede afectar a la variable controlada, cuando ésta se desvía del punto de control, el controlador cambia su salida para que la variable regrese al punto de control. El circuito de control no detecta qué tipo de perturbación entra al proceso, únicamente trata de mantener la variable controlada en el punto de control y de esta manera compensar cualquier perturbación. La desventaja del control por retroalimentación estriba en que únicamente puede compensar la perturbación hasta que la variable controlada se ha desviado del punto de control, esto es, la perturbación se debe propagar por todo el proceso antes de que la pueda compensar el control por retroalimentación.

2.6.2 Control por acción precalculada

El control por retroalimentación es la estrategia de control más común en las industrias de proceso, ha logrado tal aceptación por su simplicidad; sin embargo, en

algunos procesos el control por retroalimentación no proporciona la función de control que se requiere, para esos procesos se deben diseñar otros tipos de control. Una de las estrategias es el control por acción precalculada. El objetivo del control por acción precalculada es medir las perturbaciones y compensarlas antes de que la variable controlada se desvíe del punto de control; si se aplica de manera correcta, la variable controlada no se desvía del punto de control.

En general, las estrategias de control son costosas, requieren una mayor inversión en el equipo, en la mano de obra necesaria para su diseño, implementación y mantenimiento que el control por retroalimentación. Por ello debe justificarse la inversión de capital, antes de implementar algún sistema. El mejor procedimiento es diseñar e implementar primero una estrategia de control sencilla, teniendo en mente que si no resulta satisfactoria entonces se justifica una estrategia más “avanzada”, sin embargo, es importante estar consciente de que en estas estrategias avanzadas aún se requiere alguna retroalimentación de compensación.

2.7 Razones principales para el control de proceso

El control automático de procesos esta definido como “una manera de mantener la variable controlada en el punto de control, a pesar de las perturbaciones”. Ahora es conveniente enumerar algunas de las “razones” por las cuales esto es importante, estas razones son producto de la experiencia industrial, tal vez no sean las únicas, pero sí las más importantes.

1. Evitar lesiones al personal de la planta o daño al equipo. La seguridad siempre debe estar en la mente de todos, ésta es la consideración más importante.
2. Mantener la calidad del producto (composición, pureza, color, etc.) en un nivel continuo y con un costo mínimo”.
3. Mantener la tasa de producción de la empresa o industria al costo mínimo.

2.8 Bases necesarias para el control de proceso

Para tener éxito en la práctica del control automático de proceso, el ingeniero debe comprender primero los principios de la ingeniería de proceso. Por lo tanto se debe conocer los principios básicos de termodinámica, flujo de fluidos; transferencia de calor, proceso de separación procesos de reacción, etc.

Para trabajar con el control de proceso también es importante entender el comportamiento dinámico de los procesos: por consiguiente., es necesario desarrollar el sistema de ecuaciones que describe diferentes procesos, esto *se* conoce como modelación.

Otro recurso importante para la práctica del control de proceso es la simulación por computadora. Muchas de las ecuaciones que se desarrollan para describir los procesos son de naturaleza no lineal y en consecuencia, la manera más exacta de resolverlas es mediante métodos numéricos, es decir; solución por computadora. La solución por computadora de los modelos de proceso se llama simulación.

CAPÍTULO III

Controlador Lógico Programable (PLC)

3.1 Introducción

El término “controlador lógico programable” es definido como sigue por la norma: IEC 61131-1:

“Un sistema electrónico digitalmente operando, diseñado para el uso en un ambiente industrial que usa una memoria programable para el almacenamiento interior de instrucciones usuario-orientadas para llevar a cabo las funciones específicas como la lógica de secuencia, cronometrado, conteo y aritmética; para controlar a través de las entradas digitales o analógicas y rendimientos, los varios tipos de máquinas o procesos”.

Se diseñan el PC y sus periféricos asociados para que ellos puedan integrarse fácilmente en un sistema del mando industrial y fácilmente puedan usarse en todas sus funciones intencionales.

Un controlador lógico programable es por consiguiente nada más que una computadora, que apunta a las tareas del mando específicas con toda seguridad.

3.2 Sistemas y componentes de un PLC

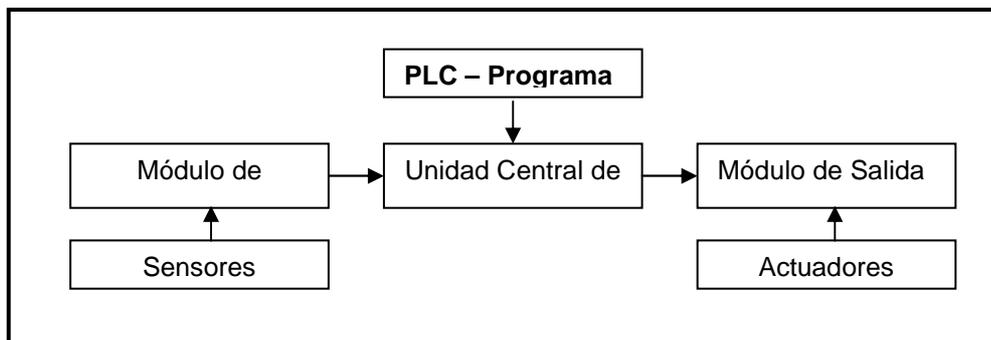


Figura N° III.11 Componentes de un PLC

La función de un módulo de la entrada es convertir las señales de entrada en señales que pueden procesarse por el PLC y pasar éstos a la unidad del mando central. La tarea inversa es realizada por un módulo de salida. Este convierte las señales del PLC en señales convenientes para los actuadores.

El proceso real de las señales se efectúa en la unidad del mando central de acuerdo con el programa guardado en la memoria. El programa de un PLC puede crearse de varias maneras, de acuerdo a los lenguajes de programación existentes.

Dependiendo cómo la unidad del mando central esté conectada a los módulos de entrada y salida, puede hacerse la diferenciación entre PLCs compacto (el módulo de la entrada, unidad del mando central y módulo de salidas que se alojan en uno solo) o PLCs modular, (figura III.12)

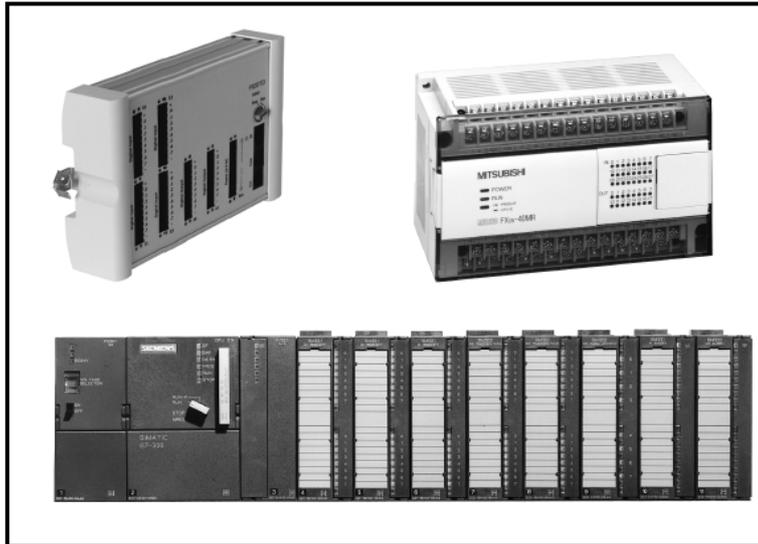


Figura N° III.12. PLC modular

3.3 Estándares

3.3.1 Definición de estándares

La normalización o estandarización es la redacción y aprobación de normas que se establecen para garantizar el acoplamiento de elementos construidos independientemente, así como garantizar el repuesto en caso de ser necesario, garantizar la calidad de los elementos fabricados y la seguridad de funcionamiento.

La normalización es el proceso de elaboración, aplicación y mejora de las normas que se aplican a distintas actividades científicas, industriales o económicas con

el fin de ordenarlas y mejorarlas. La asociación estadounidense para pruebas de materiales (ASTM), define la normalización como el proceso de formular y aplicar reglas para una aproximación ordenada a una actividad específica para el beneficio y con la cooperación de todos los involucrados.

Según la ISO (International Organization for Standardization) la Normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico.

La normalización persigue fundamentalmente tres objetivos:

- Simplificación: Se trata de reducir los modelos quedándose únicamente con los más necesarios.
- Unificación: Para permitir la intercambiabilidad a nivel internacional.
- Especificación: Se persigue evitar errores de identificación creando un lenguaje claro y preciso.

Las elevadas sumas de dinero que los países desarrollados invierten en los organismos normalizadores, tanto nacionales como internacionales, es una prueba de la importancia que se da a la normalización.

3.3.2 Organismos Internacionales de Normalización

- ANSI - Instituto Nacional Estadounidense de Estándares

- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- CEE - Comisión de reglamentación para equipos eléctricos
- CENELEC - Comité Européen de Normalisation Electrotechnique -
Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.
- CEN - Organismo de estandarización de la Comunidad Europea para
normas EN.
- COPANT - Comisión Panamericana de Normas Técnicas
- AMN - Asociación Mercosur de Normalización
- CEN - Organismo de normalización de la Comunidad Europea
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronical Engineers
- IETF - Internet Engineering Task Force
- JCP - The Java Community Process(SM) Program
- ISO - Organización Internacional para la Estandarización
- ITU - Unión Internacional de Telecomunicaciones (engloba CCITT y
CCIR)
- W3C - World Wide Web Consortium
- Organismos de las Naciones Unidas: Unesco, OMS, FAO

3.4 Estándar IEC

La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI o IEC, por sus siglas del idioma inglés International Electrotechnical Commission) es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.

Numerosas normas se desarrollan conjuntamente con la ISO (normas ISO/IEC).

La CEI, fundada en 1904 durante el Congreso Eléctrico Internacional de San Luis (EEUU), y cuyo primer presidente fue Lord Kelvin, tenía su sede en Londres hasta que en 1948 se trasladó a Ginebra. Integrada por los organismos nacionales de normalización, en las áreas indicadas, de los países miembros, en 2003 pertenecían a la CEI más de 60 países.

A la CEI se le debe el desarrollo y difusión de los estándares para algunas unidades de medida, particularmente el gauss, hercio y weber; así como la primera propuesta de un sistema de unidades estándar, el sistema Giorgi, que con el tiempo se convertiría en el sistema internacional de unidades.

En 1938, el organismo publicó el primer diccionario internacional (International Electrotechnical Vocabulary) con el propósito de unificar la terminología eléctrica, esfuerzo que se ha mantenido durante el transcurso del tiempo, siendo el Vocabulario Electrotécnico Internacional un importante referente para las empresas del sector.

3.4.1 ESTUDIO DEL ESTANDAR IEC 61131

En la actualidad aún siguen persistiendo sistemas de control específicos del fabricante, con programación dependiente y conexión compleja entre distintos sistemas de control. Esto significa para el usuario costos elevados, escasa flexibilidad y falta de normalización en las soluciones al control industrial.

La Norma IEC-61131 se refiere a:

Los autómatas programables (AP ó PLC's) y a sus periféricos correspondientes, tales como:

- Los equipos de programación y depuración (PADT's)
- Los equipos de ensayo (TE's)
- Los interfaces hombre-máquina (MMI's)

Esta norma no trata del sistema automatizado, del cual el autómata programable es un componente básico.

PADT: Programming And Debugging Tool

TE: Test Equipment

MMI: Man-Machine Interface

La finalidad de esta Norma IEC-61131 es:

- Definir e identificar las características principales que se refieren a la selección y aplicación de los PLC's y sus periféricos.
- Especificar los requisitos mínimos para las características funcionales, las condiciones de servicio, los aspectos constructivos, la seguridad general y los ensayos aplicables a los PLC's y sus periféricos.
- Definir los lenguajes de programación de uso más corriente, las reglas sintácticas y semánticas, el juego de instrucciones fundamental, los ensayos y los medios de ampliación y adaptación de los equipos.
- Dar a los usuarios una información de carácter general y unas directrices de aplicación.

- Definir las comunicaciones entre los PLC's y otros sistemas.

IEC 61131 es el primer paso en la estandarización de los autómatas programables y sus periféricos, incluyendo los lenguajes de programación que se deben utilizar. Esta norma se divide en cinco partes:

- Parte 1: Vista general.
- Parte 2: Hardware.
- Parte 3: Lenguaje de programación.
- Parte 4: Guías de usuario.
- Parte 5: Comunicación.

3.4.1.1 Estándar IEC 61131-1 (Vista General)

Objetivos

- Se dan las definiciones y un glosario de los términos utilizados en esta norma.
- Se identifican las principales características de los sistemas de autómatas programables.

Estructura funcional de un sistema de autómata programable

- Función de tratamiento de la señal.
- Función de interfaz con los sensores y actuadores.
- Función de comunicación.

- Función de interfaz hombre-máquina.
- Funciones de programación, puesta a punto, ensayo y documentación.
- Funciones de alimentación de corriente.

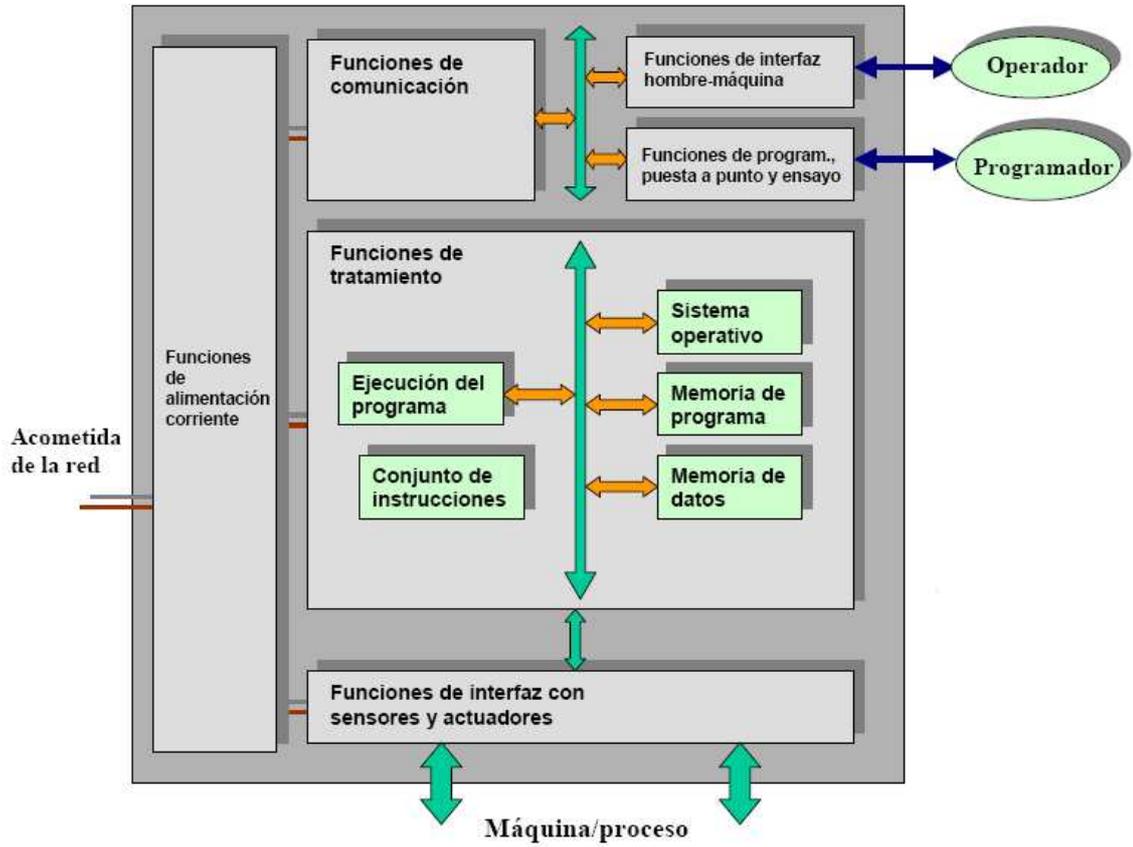


Figura N° III.13 Estructura funcional de un sistema de autómatas programables.

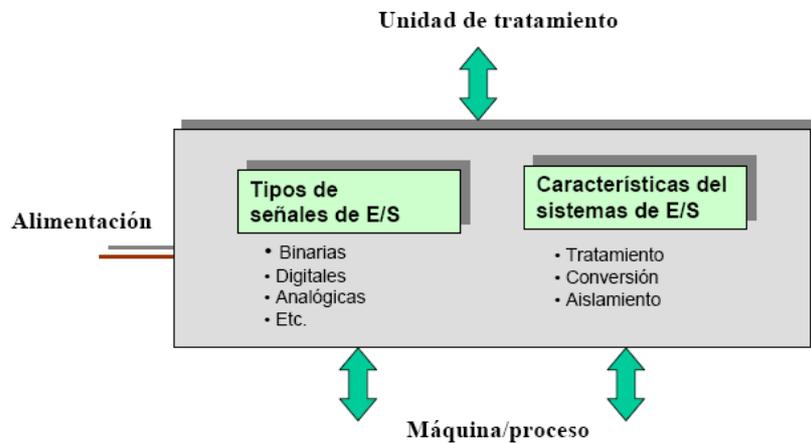


Figura N° III.14 Función de interfaz con los sensores y actuadores

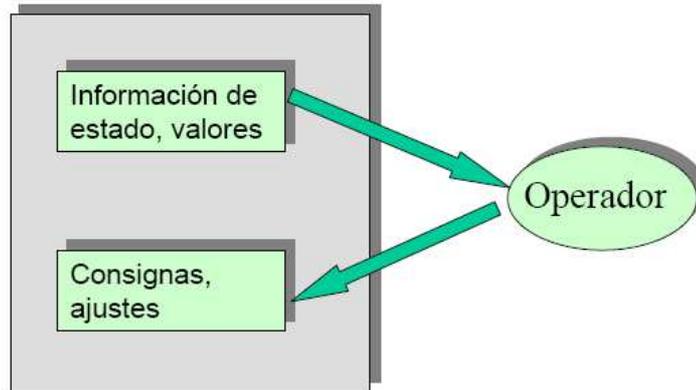


Figura N° III.15 Función de interfaz hombre-máquina (MMI)

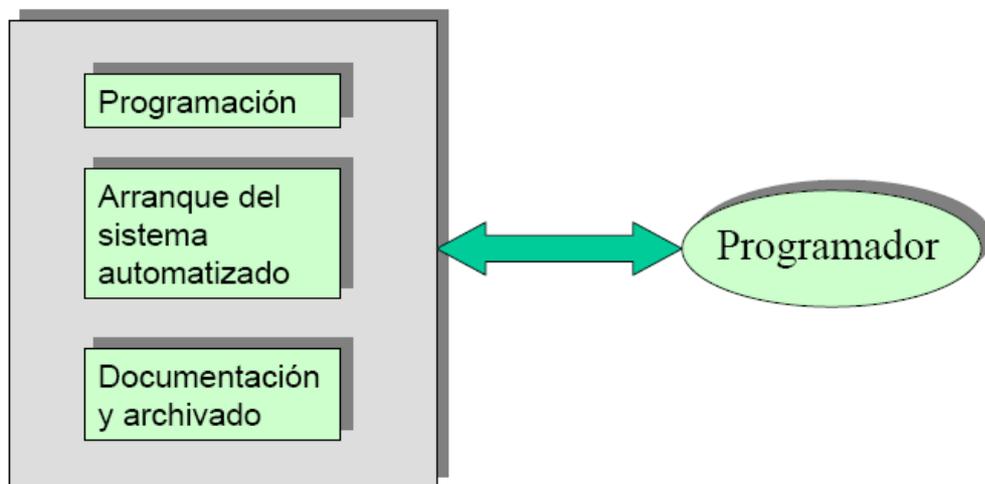


Figura N° III.16 Funciones de programación, puesta a punto, ensayo y documentación

Disponibilidad y fiabilidad, es responsabilidad del usuario en cuanto a:

- Arquitectura del sistema automatizado. Redundancias, tolerancia a fallos, funciones de diagnóstico.
- Arquitectura del sistema del autómatas programable, por ejemplo, estructura modular con autodiagnóstico.
- Diseño, ensayo y mantenimiento del programa de aplicación. Incluir funciones de diagnóstico de la ejecución, análisis y detección de averías.
- Condiciones de instalación y servicio. Mejorar las condiciones de trabajo y del entorno.

Características ergonómicas

- Generales. Uso eficaz del sistema del AP y sus periféricos, reducción de errores, fatiga y riesgo para el operario.
- Indicadores de estado, para CPU's, fuentes de alimentación y el sistema de E/S.
- Pantallas y teclados. Visibilidad, disposición, confirmaciones.
- Otras recomendaciones. Ventiladores, acabado superficial, aristas vivas, portabilidad.

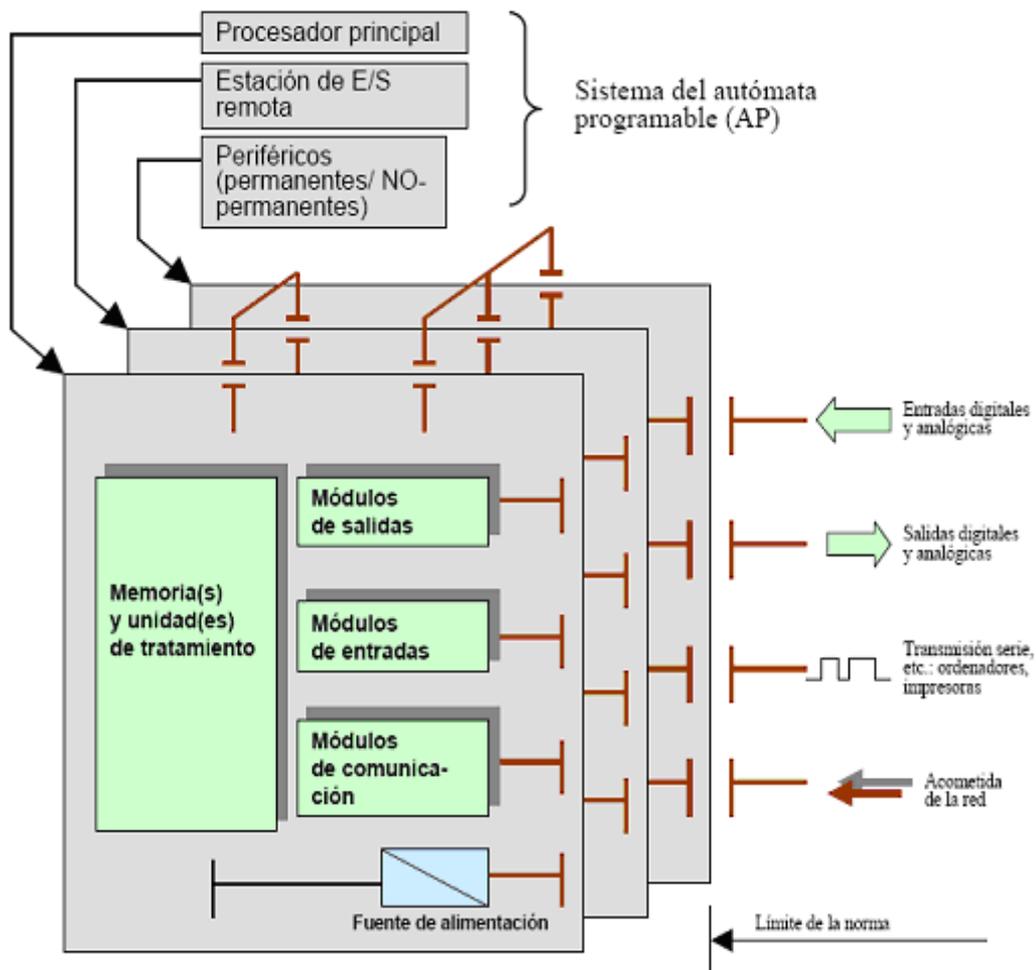


Figura N° III.17 Esquema de interfaz

3.4.1.2 Estándar IEC 61131-2 (Especificaciones y ensayos de los equipos)

Objetivos

En esta parte se especifican:

- Los requisitos eléctricos, mecánicos y funcionales para los autómatas programables y los periféricos correspondientes, así como las condiciones de servicio, almacenamiento y transporte aplicables.
- La información que ha de suministrar el fabricante.
- Los métodos y procedimientos de ensayo que han de utilizarse para la comprobación del cumplimiento de los requisitos por parte de los autómatas programables y sus periféricos.

Condiciones de servicio y requisitos del entorno físico

Es responsabilidad del usuario que no se rebasen las condiciones de servicio:

- **Condiciones de servicio normales.**
 - Condiciones del entorno físico: temperatura, humedad, contaminación, inmunidad a la corrosión, altitud.
 - Condiciones de servicio y requisitos eléctricos: alimentaciones, ruido eléctrico, sobretensiones, etc.
 - Condiciones de servicio y requisitos mecánicos: Vibraciones, choque, caída libre

- Condiciones de servicio especiales. Polvo, humo, partículas radiactivas, vapores, sales, insectos, pequeños animales, etc.
- Requisitos para el transporte y almacenaje: temperatura, presión atmosférica, humedad relativa.

Requisitos eléctricos

- Alimentación de corriente alterna (c.a.) y continua (c.c.).
- E/S digitales.
- E/S analógicas.
- Interfaces de comunicación.
- Procesador(es) principal(es) y memoria(s) del sistema AP.
- Estaciones de entrada/salida remota (RIOS).
- Periféricos: PADT, TE, MMI.
- Inmunidad al ruido y ruido emitido.
- Propiedades dieléctricas.
- Autodiagnósticos y diagnósticos.

Requisitos mecánicos

- Protecciones contra el riesgo de choques eléctricos.
- Requisitos de distancias en el aire y líneas de fuga.
- Requisitos de inflamabilidad para materiales aislantes.
- Envolvente.
- Requisitos mecánicos de los materiales de conexión.
- Disposiciones para la tierra de protección.

- Tierra funcional.
- Cables y conectores de interconexión.
- Conexión/desconexión de unidades desmontables.
- Requisitos de la batería.
- Marcado e identificación.

Información que debe facilitar el fabricante

El fabricante deberá facilitar a los usuarios la información necesaria para la aplicación, proyecto, instalación, puesta en marcha, funcionamiento y mantenimiento del sistema de autómatas programables. Adicionalmente el fabricante puede ocuparse de la formación del usuario.

- Tabla resumen con la información que se debe facilitar.
- Tipo y contenido de la información escrita: Catálogos y hojas de características, manuales de usuario, documentación técnica.
- Información relativa al cumplimiento de esta norma.
- Información relativa a la fiabilidad.
- Información relativa a la seguridad.

Ensayos y verificaciones

- Se define como ha de verificarse la conformidad del autómata programable y sus periféricos correspondientes con los requisitos fijados

en las partes 1 y 2 de la norma.

- Estos ensayos no se refieren a los métodos de aplicación de los AP para cumplir con los requisitos del sistema automatizado.
- Se dividen en ensayos de tipo y ensayos de rutina.
- Ensayos de tipo
 - Equipos a ensayar.
 - Procedimientos de verificación.
 - Condiciones generales para los ensayos.
 - Ensayos climáticos, mecánicos y eléctricos.
 - Verificación de las características de la alimentación de c.a. y c.c.
 - Verificación de las características de entrada/salida.
 - Verificación de las características del procesador principal.
 - Verificación de las estaciones de E/S remotas.
 - Verificación de las características de los periféricos.
 - Verificación del autodiagnóstico y diagnóstico.
- Ensayos de rutina
 - Ensayo estándar de rigidez dieléctrica
 - Ensayo de continuidad de la tierra de protección.

3.4.1.3 Estándar IEC 61131-3

IEC 61131-3 pretende ser la base real para estandarizar los lenguajes de programación en la automatización industrial, haciendo el trabajo independiente de cualquier compañía.

Hay muchas maneras de describir el trabajo desarrollado en la tercera parte de esta norma, indicaremos algunas de ellas son:

- IEC 61131-3 es el resultado del gran esfuerzo realizado por 7 multinacionales a los que se añaden muchos años de experiencia en el campo de la automatización industrial.
- Incluye 200 páginas de texto aproximadamente, con más de 60 tablas.
- IEC 61131-3 son las especificaciones de la sintaxis y semántica de un lenguaje de programación, incluyendo el modelo de software y la estructura del lenguaje.

Otra visión distinta es dividir el estándar en dos partes: (ver figura III.18):

- Elementos comunes.
- Lenguajes de programación.

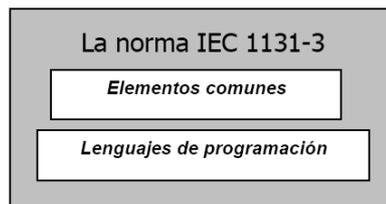


Figura N° III.18 Partes de IEC-1131-3

Elementos comunes

Tipos de datos

Dentro de los elementos comunes, se definen los tipos de datos. Los tipos de datos previenen de errores en una fase inicial, como por ejemplo la división de un dato tipo fecha por un número entero.

Los tipos comunes de datos son: variables booleanas, número entero, número real, byte y palabra, pero también fechas, horas del día y cadenas (strings).

Basado en estos tipos de datos, el usuario puede definir sus propios tipos de datos, conocidos como tipos de datos derivados. De este modo, se puede definir por ejemplo un canal de entrada analógica como un tipo de dato.

Variables

Las variables permiten identificar los objetos de datos cuyos contenidos pueden cambiar, por ejemplo, los datos asociados a entradas, salidas o a la memoria del autómata programable. Una variable se puede declarar como uno de los tipos de datos elementales definidos o como uno de los tipos de datos derivados. De este modo se crea un alto nivel de independencia con el hardware, favoreciendo la reusabilidad del software.

La extensión de las variables está normalmente limitada a la unidad de organización en la cual han sido declaradas como locales. Esto significa que sus nombres pueden ser reutilizados en otras partes sin conflictos, eliminando una frecuente fuente de errores. Si las variables deben tener una extensión global, han de ser declaradas como globales utilizando la palabra reservada `VAR_GLOBAL`.

Pueden ser asignados parámetros y valores iniciales que se restablecen al inicio, para obtener la configuración inicial correcta.

Configuración, recursos y tareas

Para entender esto mejor, vamos a ver el modelo de software, que define IEC-1131-3 (ver figura III.19).

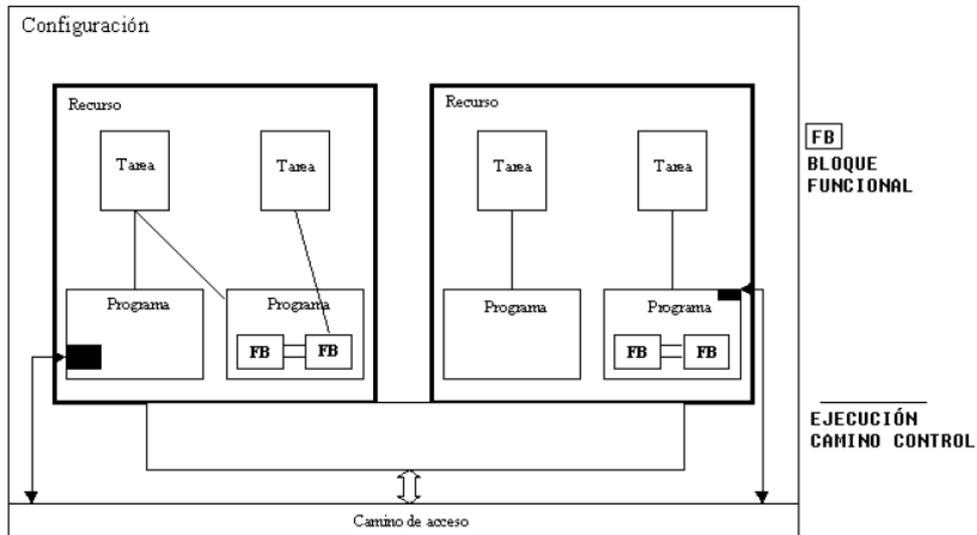


Figura N° III.19 Modelo de software

Al más alto nivel, el elemento software requerido para solucionar un problema de control particular puede ser formulado como una configuración. Una configuración es específica para un tipo de sistema de control, incluyendo las características del hardware: procesadores, direccionamiento de la memoria para los canales de I/O y otras capacidades del sistema.

Dentro de una configuración, se pueden definir uno o más recursos. Se puede entender el recurso como un procesador capaz de ejecutar programas IEC.

Con un recurso, pueden estar definidas una o más tareas. Las tareas controlan la ejecución de un conjunto de programas y/o bloques de función. Cada una de ellos puede ser ejecutado periódicamente o por una señal de disparo especificada, como el cambio de estado de una variable.

Los programas están diseñados a partir de un diferente número de elementos de software, escrito en algunos de los distintos lenguajes definidos en IEC-1131-3. Típicamente, un programa es una interacción de Funciones y Bloques Funcionales, con capacidad para intercambiar datos. Funciones y bloques funcionales son las partes básicas de construcción de un programa, que contienen una declaración de datos y variables y un conjunto de instrucciones.

Comparado esto con un PLC convencional, éste contiene un solo recurso, ejecutando una tarea que controla un único programa de manera cíclica. IEC 1131-3 incluye la posibilidad de disponer de estructuras más complejas. El futuro que incluye multi-procesamiento y gestión de programas por eventos ¡Y no está muy lejos!, observar simplemente las características de los sistemas distribuidos o los sistemas de control de tiempo real. IEC 1131-3 está disponible para un amplio rango de aplicaciones, sin tener que conocer otros lenguajes de programación adicionales.

Unidades de Organización de Programa

Dentro de IEC 1131-3, los programas, bloques Funcionales y funciones se denominan Unidades de Organización de Programas, POU's.

Funciones

IEC 1131-3 especifica funciones estándar y funciones definidas por usuario. Las funciones estándar son por ejemplo ADD (suma), ABS (valor absoluto), SQRT (raíz cuadrada), SIN (seno), y COS (coseno). Las funciones definidas por usuario, una vez implementadas pueden ser usadas indefinidamente en cualquier POU.

Las funciones no pueden contener ninguna información de estado interno, es decir, que la invocación de una función con los mismos argumentos (parámetros de entrada) debe suministrar siempre el mismo valor (salida).

Bloques Funcionales, FB's

Los bloques funcionales son los equivalentes de los circuitos integrados, IC's, que representan funciones de control especializadas. Los FB's contienen tanto datos como instrucciones, y además pueden guardar los valores de las variables (que es una de las diferencias con las funciones). Tienen un interfaz de entradas y salidas bien definido y un código interno oculto, como un circuito integrado o una caja negra. De este modo, establecen una clara separación entre los diferentes niveles de programadores, o el personal de mantenimiento. Un

lazo de control de temperatura, PID, es un excelente ejemplo de bloque funcional. Una vez definido, puede ser usado una y otra vez, en el mismo programa, en diferentes programas o en distintos proyectos. Esto lo hace altamente reutilizable.

Los bloques funcionales pueden ser escritos por el usuario en alguno de los lenguajes de la norma IEC, pero también existen FB's estándar (biestables, detección de flancos, contadores, temporizadores, etc.). Existe la posibilidad de ser llamados múltiples veces creando copias del bloque funcional que se denominan instancias. Cada instancia llevará asociado un identificador y una estructura de datos que contenga sus variables de salida e internas.

Programas

Los programas son “un conjunto lógico de todos los elementos y construcciones del lenguaje de programación que son necesarios para el tratamiento de señal previsto que se requiere para el control de una máquina o proceso mediante el sistema de autómeta programable”. Un programa puede contener, aparte de la declaración de tipos de datos, variables y su código interno, distintas instancias de funciones y bloques funcionales.

Gráfico Funcional Secuencial (Sequential Function Chart, SFC)

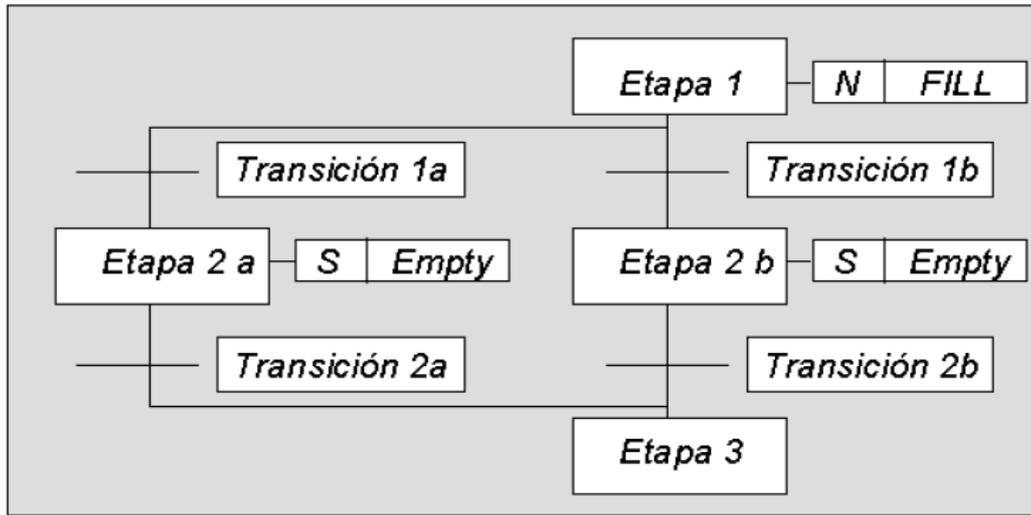


Figura N° III.20 SFC, ejemplo

SFC describe gráficamente el comportamiento secuencial de un programa de control. Esta definición deriva de las Redes de Petri y Grafcet (IEC 848), con las modificaciones adecuadas para convertir las representaciones de una norma de documentación en un conjunto de elementos de control de ejecución para una POU de un autómata programable.

SFC ayuda a estructurar la organización interna de un programa, y a descomponer un problema en partes manejables, manteniendo simultáneamente una visión global. Los elementos del SFC proporcionan un medio para subdividir una POU de un autómata programable en un conjunto de etapas y transiciones interconectadas por medio de enlaces directos. Cada etapa lleva asociados un conjunto bloques de acción y a cada transición va asociada una condición de transición que cuando se cumple, causa la desactivación de la etapa anterior a la transición y la activación de la siguiente. Los bloques de acción

permiten realizar el control del proceso. Cada elemento puede ser programado en alguno de los lenguajes IEC, incluyéndose el propio SFC. Dado que los elementos del SFC requieren almacenar información, las únicas POU's que se pueden estructurar utilizando estos elementos son los bloques funcionales y los programas.

Se pueden usar secuencias alternativas y paralelas, comúnmente utilizadas en muchas aplicaciones. Debido a su estructura general, de sencilla comprensión, SFC permite la transmisión de información entre distintas personas con distintos niveles de preparación y responsabilidad dentro de la empresa.

Lenguajes de Programación

La norma EN 61131-3 (IEC 61131-3) define cinco lenguajes de la programación, aunque la funcionalidad y estructura de estos lenguajes son muy diferentes, éstos se tratan como una familia de lenguajes por EN 61131-3 (IEC 61131-3) con intercalar los elementos de la estructura (declaración de variables, organización de las partes como la función y bloque de la función, etc.) y configuración los elementos.

Los lenguajes pueden mezclarse de forma alguna dentro de un proyecto de PLC. La unificación y la estandarización de estos cinco idiomas representan un compromiso de requisitos históricos, regionales y ramas específicas. La provisión ha sido hecho para la expansión futura, (como el principio de bloque de función o el lenguaje de texto

estructurado) más la tecnología de información necesaria, los detalles (los tipos de datos, etc.) ha estado incorporado.

Lenguajes de programación

Literales:

- Lista de instrucciones (Instruction List, IL).
- Texto estructurado (Structured Text, ST).

Gráficos:

- Diagrama de contactos (Diagram Ladder, LD).
- Diagrama de bloques funcionales (Function Block Diagram, FBD).

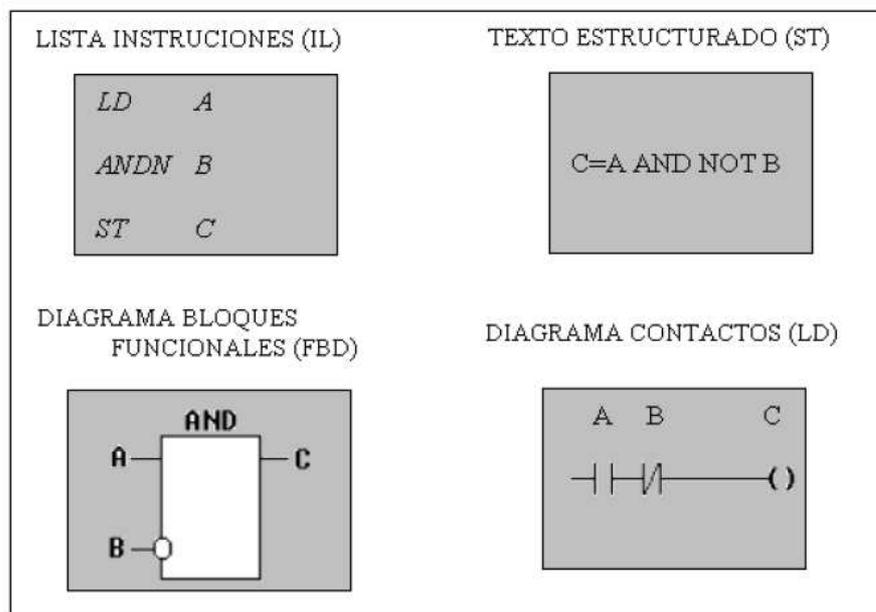


Figura N° III.21 Lenguajes IEC-1131-3

En la figura III.21, los cuatro programas describen la misma acción. La elección del lenguaje de programación depende de:

- Los conocimientos del programador.
- El problema a tratar.
- El nivel de descripción del proceso.
- La estructura del sistema de control.
- La coordinación con otras personas o departamentos.

Los cuatro lenguajes están interrelacionados y permiten su empleo para resolver conjuntamente un problema común según la experiencia del usuario.

El Diagrama de contactos (LD) tiene sus orígenes en los Estados Unidos. Está basado en la presentación gráfica de la lógica de relés. Lista de Instrucciones (IL) es el modelo de lenguaje ensamblador basado un acumulador simple; procede del alemán Anweisungsliste, AWL.

El Diagramas de Bloques Funcionales (FBD) es muy común en aplicaciones que implican flujo de información o datos entre componentes de control. Las funciones y bloques funcionales aparecen como circuitos integrados y es ampliamente utilizado en Europa. El lenguaje Texto estructurado (ST) es un lenguaje de alto nivel con orígenes en el Ada, Pascal y 'C'; puede ser utilizado para codificar expresiones complejas e instrucciones anidadas; este lenguaje dispone de estructuras para bucles (REPEAT-UNTIL; WHILE-DO), ejecución condicional (IF-THEN-ELSE; CASE), funciones (SQRT, SIN, etc.).

Lenguaje por lista de instrucciones (IL)

Está basado en un listado de símbolos nemotécnicos cercanos al lenguaje máquina. Se escribe en forma de texto, utilizando caracteres alfanuméricos para definir las líneas de operaciones lógicas. Suele ser un lenguaje potente, aunque es más complejo que los lenguajes gráficos.

Desde un lenguaje basado en la lógica cableada, se implementa fácilmente a lista de instrucciones.

Actualmente está siendo desplazado por lenguajes que aportan mayor facilidad de programación, como los lenguajes gráficos de contactos.

A cada línea de texto IL se le denomina instrucción y está formada por el operando y el operador. El operando define la función lógica (operación lógica) y el operador el direccionamiento de la variable.

Norma IEC 1131-3		Simatic S7	
Operando	Operador	Operando	Operador
LD	%I.0	LD	E1.0

Algunos fabricantes no cumplen al completo la norma IEC 1131-3 y utilizan su propia nemotecnía, como ocurre con la serie Simatic de Siemens. Debido a la gran implantación que estos autómatas tienen en la industria, en algunos casos se realiza un estudio paralelo de ambos sistemas con el fin de que se pueda observar las diferencias que hay entre ellos.

Además esto permite ver que no es tan difícil, una vez que se conoce el tipo de autómatas con que se va a trabajar estudiar el manual y aplicar las particularidades necesarias.

Figura N° III.22 IEC 1131-3 vs Simantec S7

TABLA III.1 Operadores IEC 1131-3 vs Simantec S7

OPERADOR SEGÚN:		MODIFICADOR	DESCRIPCIÓN
SIMATIC S7	Norma 1131-3		
LD	LD	N	Inicio de una red de contactos
=	ST	N	Escribe el resultado de la red en una bobina
S	S		Enclava una bobina
R	R		Desenclava un bobina
U	AND	N	Conexión en serie
O	OR	N	Conexión en paralelo
	XOR	N	Conexión "o" exclusiva
NOT	NOT		Negación
JMP	JMP	N	Salto a una etiqueta
CALL		N	Llamada a subrutina
RET	RET	N	Retorno de subrutina
ULD	AND ()	N	Asociación serie de grupos de contactos
OLD	OR ()	N	Asociación paralelo de grupos de contactos

Texto estructurado (Structured Text, ST).

A partir del estudio de los lenguajes de programación de PLCs y generalizando las particularidades de los distintos tipos de instrucciones que ellos disponen definimos dos tipos de conjuntos: el conjunto de todos los operandos que utilizan dichas instrucciones (O) y el conjunto de todas las funciones (operadores) que se ejecutan con esos operandos (F). Por lo tanto, las instrucciones de los lenguajes de PLCs podrían considerarse como elementos de

un producto cartesiano F X O formado por los pares de funciones y operandos (f,o).

Conociendo que:

La programación orientada a objeto es un método de implementación en el cual los programas son organizados como colecciones cooperativas de objetos, cada una de las cuales representa una instancia de alguna clase, y cuyas clases son todas miembros de una jerarquía de clases unida por relaciones de herencia.

Entonces nos interesa crear esa jerarquía de clases a partir de las generalidades estructurales de cualquier programación de PLCs.

Además cada estilo de programación está basado sobre su propia estructura conceptual. Para el diseño orientado a objeto esta base conceptual es el "modelo objeto", cuyos elementos son: "Abstracción, Encapsulación Modularidad, Jerarquía, Tipificación (clasificación), Concurrencia, Persistencia.". Estas propiedades también deben estar presentes en una verdadera orientación a objeto sobre PLCs.

Diagrama ladder (LD)

El diagrama ladder es un lenguaje de la programación gráfico, derivado del diagrama de circuitos de conexión directa de los relés de control.

El diagrama ladder contiene contactos de relés a la izquierda y derecha

del diagrama; éstos contactos de relés son conectados como elementos de maniobra (normalmente abierto/normalmente cerrado) mediante rutas de corrientes y elementos de bobina, (figura III.23).

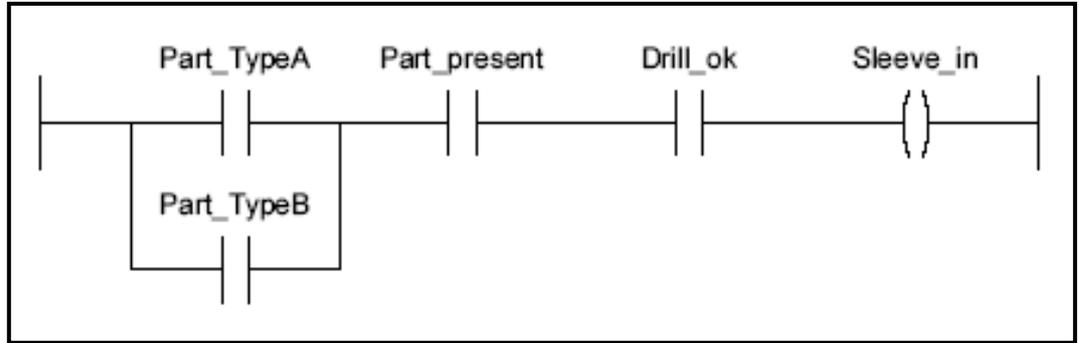


Figura N° III.23 Diagrama ladder

El diagrama de bloque de función (FBD)

En el diagrama de bloque de función, se representan las funciones y bloques de la función gráficamente e interconectó en las redes. El diagrama de bloque de funciones se origina desde los diagramas lógicos para circuitos electrónicos, (figura III.24).

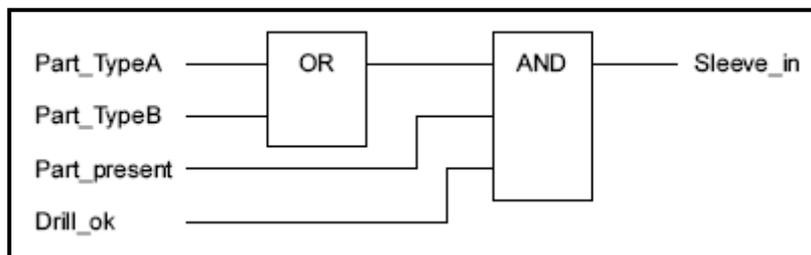


Figura N° III.24. Diagrama bloque de funciones.

CAPÍTULO IV

MÁQUINAS Y MECANISMOS

4.1 Sistemas de elevación

El progreso de la tecnología y los ciclos de vida cada vez más cortos de los productos han propiciado el desarrollo de unidades de manipulación constituidas por módulos. Con el fin de reducir considerablemente la fase de diseño y de pruebas en el ámbito de la construcción de máquinas especiales, fue necesario desglosar las funciones para definir funciones parciales. De esta manera fue posible diseñar unidades funcionales más económicas para cada una de ellas. En consecuencia, la planificación de las posibles combinaciones ha ido sustituyendo poco a poco el trabajo convencional de la planificación de proyectos de corte tradicional. Así fueron apareciendo módulos para los sistemas de control.

A fin de cuentas, la existencia de componentes modulares fue necesaria para el

desarrollo del software de los sistemas de diseño asistido por ordenador (CAD), para la simulación en tres dimensiones y para la documentación de las características de los productos. Los robots industriales y los componentes modulares de la técnica de manipulación han tenido como consecuencia un cambio radical de los métodos utilizados para el diseño y la fabricación de máquinas.

Las unidades que ejecutan los movimientos determinan la configuración de los sistemas y el criterio principal para elegirlos es el tipo de movimientos necesarios para resolver una tarea de manipulación de piezas. No obstante, existen ciertas confusiones en relación con la definición de los tipos y formas de movimientos.

Una cinta de transporte puede ejecutar, por ejemplo, un movimiento de paso a paso, es decir, un movimiento interrumpido por fases de espera temporal. También los movimientos helicoidales pueden tener esta característica.

En los procesos de producción moderna el énfasis es puesto en la flexibilidad, la operación fácil, confiable y de rápido restablecimiento.

Los productores líderes también demandan la lectura y rastreo de productos para garantizar la calidad a sus clientes. De acuerdo con las últimas tendencias en empaquetado y logística, se han desarrollado los sistemas paletizadores. Esta nueva generación de sistemas paletizadores están específicamente diseñadas para paletizar final de línea y multicarga. Con un diseño mecatrónico y con movimientos servo controlados se puede lograr fácilmente un balance óptimo entre velocidad y manejo

cuidadoso de los productos, (figura IV.25).



Figura N° IV.25 Sistema de paletizado

El diseño mecatrónico ofrece una alta confiabilidad del sistema y una flexibilidad máxima para integrar equipo periférico en multitareas en tiempo real, y con una interfase de usuario gráfica facilita la operación y procedimientos de rápida recuperación.

El paletizador esta diseñado para manejar una extensa gama de productos y materiales. Adicionalmente se puede paletizar en uno o más tipos de tarimas, sin la perdida de tiempo por el cambio de tipo, cambios de un producto a otro de manera totalmente automática de acuerdo a los requerimientos de la industria moderna.

4.2 Módulos de elevación

Si se necesita transportar los palets de un piso a otro según el proceso productivo

se utiliza un elevador de palets. Dependiendo de la capacidad requerida, se pueden transportar uno o dos al mismo tiempo. La plataforma del elevador cuenta con un contrapeso para equilibrar la carga, La fuerza motriz para el elevador puede ser proporcionado por un motor controlado por frecuencia, un sistema hidráulico o un sistema neumático. El elevador cuenta con guardas completas y cortinas de luz de seguridad, (figura IV.26).

4.2.1 Tipos de elevadores

Existe una gran variedad de sistemas de elevación de acuerdo al tipo de trabajo que realice en el proceso a emplearse.

- Elevador de palets con bastidor de carga, (figura IV.27).
- Carretilla apiladora y desapiladora de palets, (figura IV.28).
- Elevador de palets con transportador de rodillos motorizado, (figura IV.29).
- Elevador de palets con accionamiento a través de correas dentadas, (figura IV.30).
- Elevador de palets con bastidor de carga motorizado, (figura IV.31).



Figura N° IV.26 Módulos de elevación.

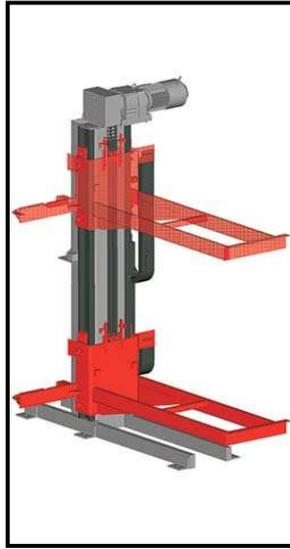


Figura N° IV.27 Elevador de palets con bastidor de carga

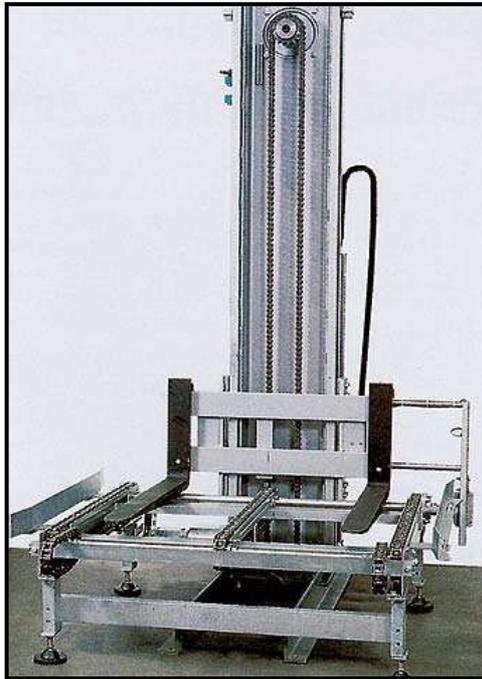


Figura N° IV.28 Carretilla apiladora y desapiladora de palets



Figura N° IV.29 Elevador de palets con transportador de rodillos motorizado

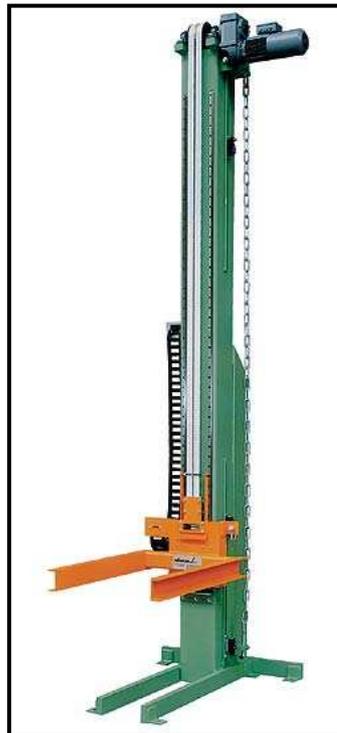


Figura N° IV.30 Elevador de palets con accionamiento a través de correas dentadas



Figura N° IV.31 Elevador de palets con bastidor de carga motorizado.

4.3 Estructuras para módulos

Una estructura es un grupo básico que constituye el cuerpo de un equipo o máquina. En ese sentido, es el primer eslabón de una cadena cinemática en el que se fijan las unidades que ejecutan los movimientos.

Los sistemas parciales más importantes son los siguientes:

- Elementos básicos (columnas perfiladas, placas básicas y placas angulares)
- Elementos de base (piezas angulares básicas, pies, elementos de unión y ángulos de adaptación) para sujetar columnas, placas y módulos móviles, incluyendo los tornillos y las tuercas ranuradas correspondientes)

- Conjuntos de componentes (elementos de unión para el montaje directo, en paralelo o en ángulo de noventa grados mediante cola de milano para la sujeción de módulos lineales)
- Conjuntos de elementos para el ajuste de precisión (elementos auxiliares para el montaje exacto del módulo lineal en un elemento angular de unión)
- Conjunto de elementos de unión (juego de elementos para el montaje de componentes en actuadores y módulos lineales)
- Conjuntos de adaptadores (piezas intermedias para la sujeción de componentes a carros miniaturizados y actuadores giratorios)
- Elementos para la instalación (tubos de protección, cajas de distribución, canales para el paso de cables, elementos de unión, etc.)

La estructura básica propiamente dicha de una unidad de manipulación de piezas, tiene que ser capaz de absorber las fuerzas y transmitir las al suelo. En la práctica se han impuesto las estructuras de aluminio de gran resistencia y con perfiles de alta precisión. Estas estructuras de aluminio pueden ser de color metalizado natural o anodizadas en color negro, resistentes a arañazos y protegidas contra la corrosión. Los perfiles ranurados tienen diversas aplicaciones, ya que son utilizados para tender cables y tubos flexibles o para sujetar diversos elementos y equipos de control. Los fabricantes de sistemas perfilados suelen ofrecer numerosos accesorios, como por ejemplo bisagras y piezas de soporte en forma de pies o de ángulos (figura IV.32).

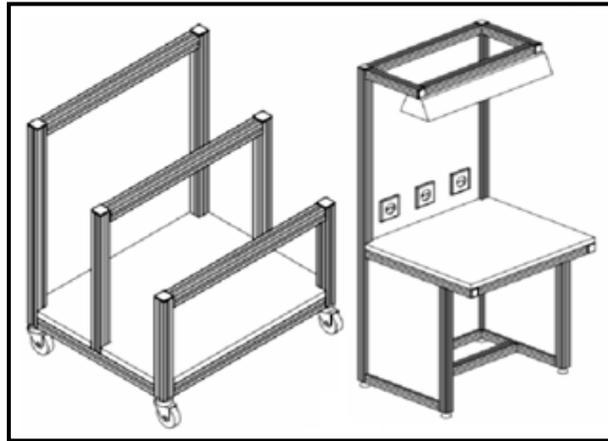


Figura N° IV.32 Estructura modular

4.3.1 Perfiles

4.3.1.1 Generalidades técnicas

Los perfiles de aluminio extruído son elementos procesados que se pueden integrar para formar puertas, ventanas, estructuras en fachadas integrales, fachadas rápidas, tabiquería, sistemas especiales de carrocerías, publicidad, entre otros.

Los perfiles de aluminio han revolucionado la arquitectura moderna. Pueden ser utilizados en múltiples formas, tanto en interiores como en exteriores y bajo condiciones climáticas diferentes, donde el aspecto y la durabilidad juegan un papel importante.

Su fabricación obedece a las normas internacionales más exigentes, además de ser sometidos a un riguroso control de calidad.

4.4 Sistemas de transmisión

Los sistemas de transmisión aprovechan la fuerza de un motor para mover las superficies de transporte ya sean, éstas bandas o rodillos vivos. Estos sistemas permiten automatizar el manejo de materiales así como hacer más eficiente y rápido el traslado de los mismos. Permiten además establecer ritmos de trabajo en las diferentes estaciones de proceso colocadas a lo largo del transportador. Se justifican cuando la producción y/o el manejo de materiales son intensivos y se busque mayor eficiencia en las operaciones, (figura IV.33).

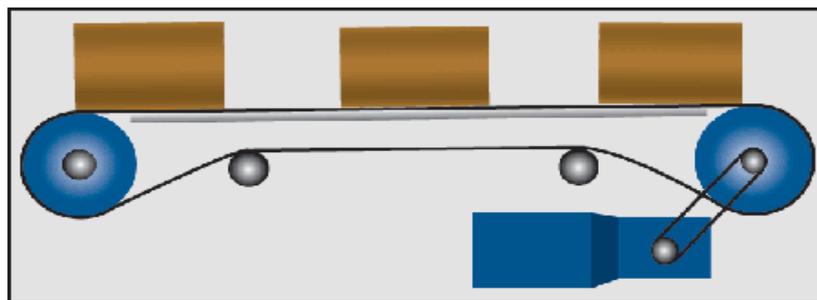


Figura N° IV.33 Sistema de transmisión

4.4.1 Correas de transmisión

Con los más altos estándares de calidad y una amplia variedad de productos, las correas planas y tangenciales de alto rendimiento son ideales para la transmisión de alta potencia, mientras que para otros usos, resultan apropiadas las cintas de accionamiento de husos, las cintas para máquinas y las correas redondas. Para aplicaciones especializadas, las bandas y correas sin empalme garantizan el máximo grado de precisión, (figura IV.34).

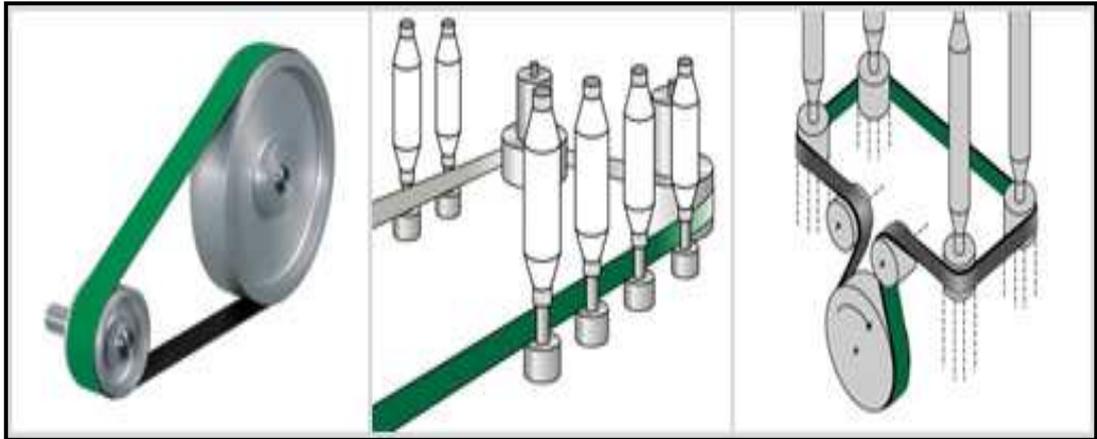


Figura N° IV.34 Correas de transmisión

4.4.2 Sistemas de transportadores de banda

Las bandas transportadoras constituyen sistemas mecanizados para transporte de materiales. En su forma más elemental, consisten en una banda que recibe su tracción mediante rodillos especiales los cuales a su vez son conducidos por motorreductores. La banda es fabricada, según su aplicación, con materiales y dimensiones diferentes y sirve directa o indirectamente para transportar los materiales.

La logística interna moderna para el transporte de paquetes requiere ser rápida, flexible. Los sistemas de transporte ofrecen una solución óptima. Pueden transportar, almacenar y clasificar una gran variedad de productos, por medio de las dimensiones y el tipo de empaque, y sin dañar el producto en si. Además, el nivel de ruido generado por los transportadores de paquetes es mínimo, (figura IV.35).



Figura N° IV.35 Sistema de Transportadores de bandas

A la hora de implementar un sistema de transporte para cargas ligeras y pesadas muchos son los factores a tener en cuenta. Hay que ofrecer una amplísima gama de equipos de concepción modular para el transporte y clasificación de cargas unitarias.

Para poder tener:

- Mejora en el estándar de calidad
- Mayor productividad
- Racionalidad de planta
- Versatilidad
- Flexibilidad de producción
- Reducción de costes
- Control total

Los sistemas de transporte por bandas nos permiten:

- Carga de dimensiones y pesos muy variados

- Posibilidad de aceleraciones y desaceleraciones del sistema
- Transporte horizontal
- Transporte vertical a múltiples niveles
- Carga cuidadosamente transportada.

4.4.3 Modelos de bandas de transporte:



Figura N° IV.36 Modelos de bandas

Adicionalmente a este sistema tenemos el sistema de transporte por rodillos que es muy utilizado en el complemento del transporte para las bandas, (figura IV.36).

Este tipo de transporte es:

- Es ideal para cajas, contenedores o cargas homogéneas en dimensiones.
- Acumulación con o sin contacto, mediante sistemas neumáticos.
- Transporte horizontal
- Ideal para líneas de montaje de todo tipo.
- Accionamiento a través de cadena.
- Posibilidad de puestos de trabajo, giros, elevaciones y manipulaciones de la carga.



Figura N° IV.37 Sistema de transporte por rodillos

El sistema transportador de palets puede ser creado con un número estándar de componentes modulares. Esta estructura modular le permite que los sistemas sean creados e instalados rápida y eficientemente. Los módulos son convenientes para la transportación de todo tipo de palets con pesos de hasta toneladas y en capacidades de varios palets por hora.

4.5 Operadores para transmisión de movimientos

4.5.1 Tornillo sinfín

4.5.1.1 Descripción

Es un tornillo sin cabeza, diseñado para engranar sobre una rueda dentada cuyo eje forma con el del tornillo un ángulo determinado.

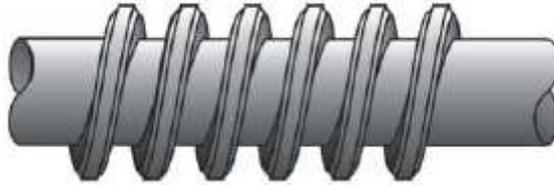


Figura N° IV.38 Tornillo sin fin

4.5.1.2 Utilidad

Es normal que el ángulo que forman los ejes sea de 90° y que el eje conductor esté acoplado directamente al tornillo sinfín, siendo el engranaje el que esté acoplado al conducido.

Se emplea, junto con un engranaje que tiene los dientes cóncavos e inclinados, para la transmisión de movimiento entre dos ejes que se cruzan sin cortarse. El tornillo sinfín se conecta al eje conductor. Mientras que el engranaje lo hace al conducido, obteniéndose el avance de un diente del segundo por cada vuelta completa del primero.

4.6 Transformación de giratorio en giratorio

4.6.1 Sistema polea-correa

Transmite un movimiento giratorio de un eje a otro, pudiendo modificar sus características de velocidad y sentido. Normalmente los ejes tienen que ser paralelos, pero el sistema también puede emplearse con ejes que se cruzan a 90°

4.6.1.1 Descripción

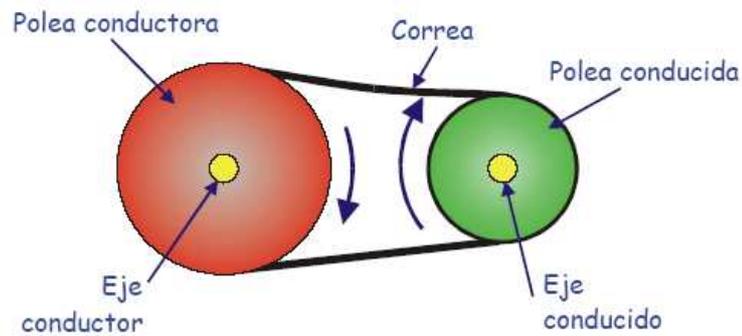


Figura N° IV.39 Ssistema polea-correa

El sistema se compone, básicamente, de dos ejes (conductor y conducido), dos poleas (conductora y conducida) y una correa; a los que se les puede añadir otros operadores como poleas locas o tensores cuya finalidad es mejorar el comportamiento del sistema.

La finalidad de cada operador es la siguiente:

- El Eje conductor es el eje motriz, el que dispone del movimiento que tenemos que transmitir al otro eje.
- El Eje conducido es el eje que tenemos que mover.
- Polea conductora es la que está unida al eje conductor.
- Polea conducida es la que está unida al eje conducido.
- La Correa es un aro flexible que abraza ambas poleas y transmite el movimiento de una a otra.

Puede resultar interesante observar que los dos tramos de la correa no se encuentran soportando el mismo esfuerzo de tensión: uno de ellos se encuentra bombeado (flojo) mientras que el otro está totalmente tenso dependiendo del sentido de giro de la polea conductora (en la figura anterior el tramo superior estaría flojo mientras el inferior estaría tenso).

4.6.1.2 Características

Este sistema de transmisión de movimientos tiene muchas ventajas: mucha fiabilidad, bajo coste, funcionamiento silencioso, no precisa lubricación, tiene una cierta elasticidad... Por estas razones es tan usado en aparatos electrodomésticos (neveras, lavadoras, lavavajillas...), electrónicos (aparatos de vídeo y audio, disqueteras) y en algunos mecanismos de los motores térmicos (ventilador, distribución, alternador, bomba de agua).

Su principal desventaja consiste en que cuando la tensión es muy alta la correa puede llegar a salirse de la polea, lo que en algunos casos puede llegar a provocar alguna avería más seria.

4.6.2 Relación de velocidades

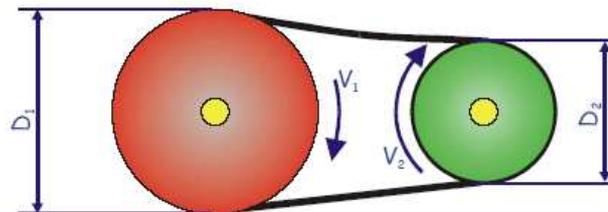


Figura N° IV.40 Relación de velocidades

La transmisión de movimientos entre los dos ejes está en función de los diámetros de las dos poleas cumpliéndose en todo momento

$$D_1 \times N_1 = D_2 \times N_2$$

Definiendo la relación de velocidades como:

$$i = \frac{\text{Velocidad eje conductor}}{\text{Velocidad eje conducido}} = \frac{\text{Diámetro polea conducida}}{\text{Diámetro polea conductora}}$$

$$I = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Donde:

D1 Diámetro Polea conductora.

D2 Diámetro Polea conducida.

N1 Velocidad de giro Polea conductora.

N2 Velocidad de giro Polea conducida.

4.6.2.1 Aumento de la velocidad de giro.

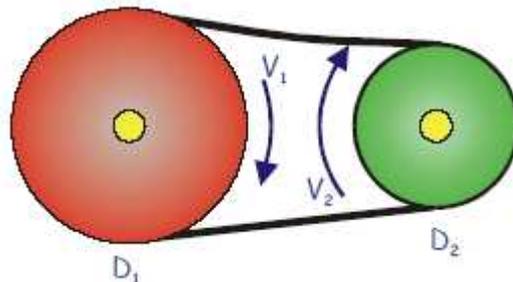


Figura N° IV.41 Aumento de la velocidad de giro.

Si la Polea conductora tiene mayor diámetro que la conducida, la velocidad de giro aumenta.

$$D_1 > D_2 \quad V_1 < V_2$$

4.6.2.2 Disminución de la velocidad de giro.

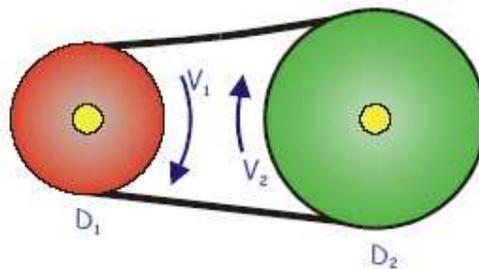


Figura N° IV.42 Disminución de la velocidad de giro.

Si la Polea conductora es menor que la conducida, la velocidad de giro del eje conducido será mayor que la del eje conductor.

$$D_1 < D_2 \quad V_1 > V_2$$

4.6.2.3 Mantenimiento de la velocidad de giro.

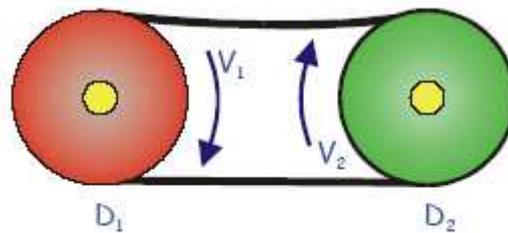


Figura N° IV.43 Mantenimiento de la velocidad de giro.

Si ambas poleas tienen igual diámetro, la velocidad de giro de los dos ejes es idéntica.

$$D_1 = D_2 \quad V_1 = V_2$$

4.6.2.4 Multiplicadores de velocidad

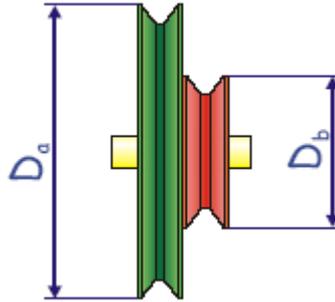


Figura N° IV.44 Multiplicadores de velocidad

La mejor forma de conseguir que una máquina disponga de cierta variedad de velocidades empleando el sistema polea-correa consiste en el empleo de polea múltiples colocadas según se muestra en la figura. Para un correcto funcionamiento del sistema es necesario disponer de un sistema que permita modificar la tensión de la correa para facilitar el emparejamiento de las poleas.

CAPÍTULO V

MÓDULO ELEVADOR DE PALETIZADO.

5.1 Elevador de paletizado

El elevador puede ser usado para tareas de programas prácticos como un solo mecanismo o en conexión con una banda transportadora para corregir los problemas más grandes de almacenamiento de las bandas, está compuesto con tres niveles o con una torre de almacenamiento. Permite realizar diversos movimientos de transporte y elevación de palets con la opción de carga y descarga de los mismos a diferentes niveles según la disponibilidad de estantería.

Los movimientos son controlados por medio de un programa lógico a través de un PLC que permiten la ejecución de los diferentes ciclos de operación.

Consta además de un panel de control en el que se encuentran ubicados los elementos de maniobra.

Los movimientos de elevación se realizan por medio de un sistema eléctrico y los movimientos de carga y de descarga se ejecutan a través de un sistema electromecánico, figura V.45.

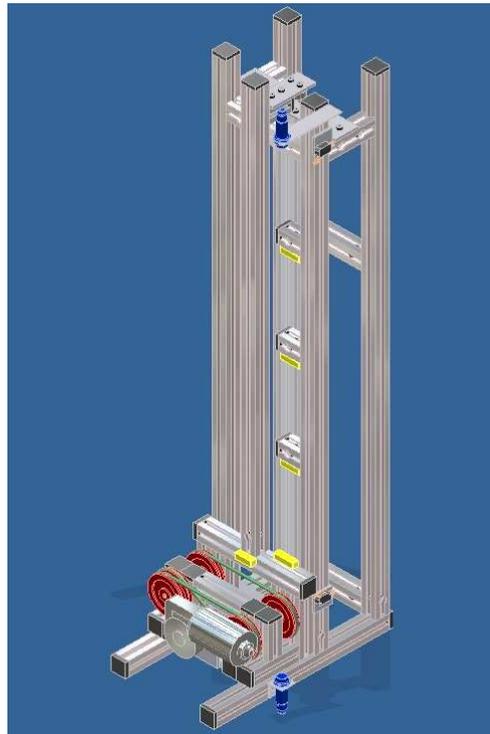


Figura N° V.45 Elevador de paletizado.

5.1.1 Descripción de la operación

El módulo elevador de paletizado es un enlace entre una banda transportadora y un sistema de estantería, ejecuta diversos movimientos dependiendo de los requerimientos.

- La recepción de los palets debe ser en la misma dirección de la banda corta de carga y descarga.
- El movimiento de la banda corta para la carga y descarga de palets se realiza en dos sentidos, giro izquierdo y giro derecho por medio de un motoreductor.
- El posicionamiento del palet sobre la banda corta está determinado mediante un sensor magnético.
- El movimiento ascendente y descendente está dado por un motor eléctrico, el mismo que toma ubicación en tres niveles diferentes a través de sensores magnéticos.

El elevador de paletizado tiene dos funciones principales, figura V.46.

- Recibir el palet desde un proceso anterior y ubicar en una posición de estantería predeterminada.
- Extraer el palet de la posición de estantería para un proceso posterior.

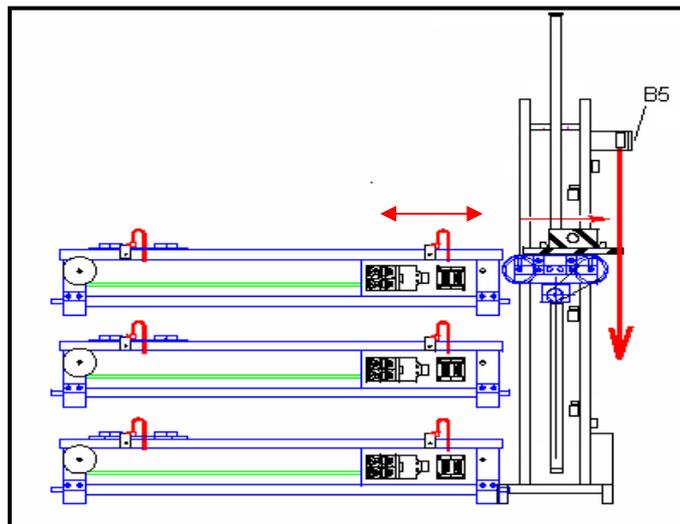


Figura N° V.46 Movimientos del elevador de paletizado.

5.1.2 Partes constitutivas

El módulo elevador de paletizado está constituido por tres sistemas principales:

- Sistema mecánico.
- Sistema eléctrico.
- Sistema informático.

5.1.2.1 Sistema mecánico

El sistema mecánico consta de las siguientes partes:

- Una sección de aluminio como estructura base, (figura V.47).
- Una estructura vertical de cuatro pilares, (figura V.48).
- Un elemento transversal como base para una banda corta y un elemento longitudinal para el transporte vertical, (figura V.49).

Toda la estructura mecánica está realizada con perfil de aluminio.



Figura N° V.47 Estructura base.

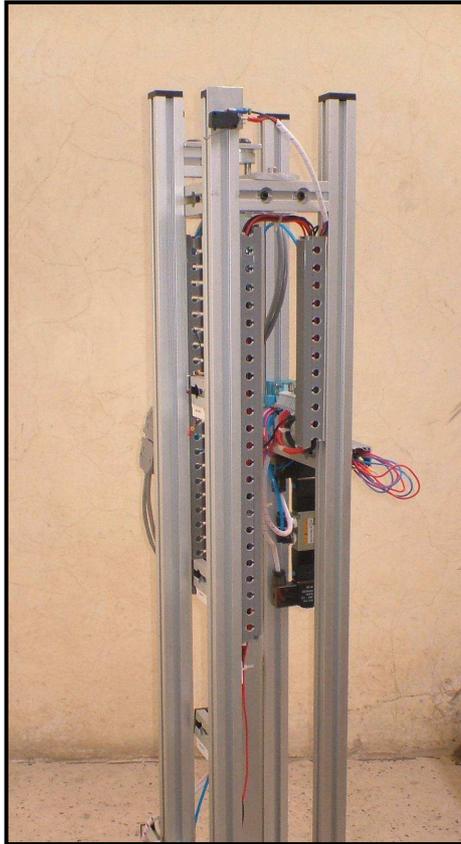


Figura N° V.48 Estructura vertical.

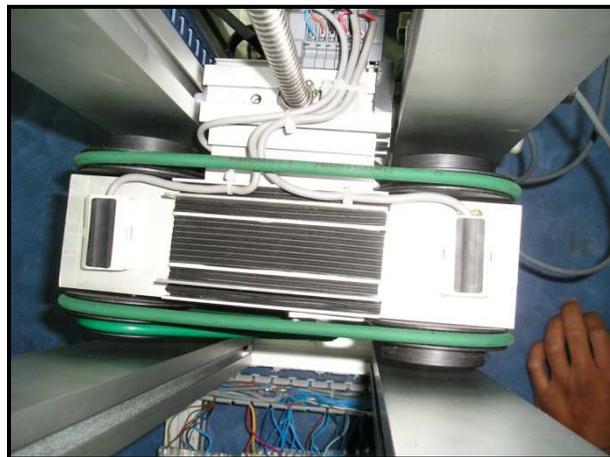


Figura N° V.49 Estructura soporte de banda y elevación.

5.1.2.2 Especificaciones generales de los perfiles usados

Perfil 30x30 mm. LIGERO CUATRO CANALES, (figura V.50).

Este perfil de línea 30 ligera con canal de 8 mm permite realizar cualquier tipo de estructura uniéndose a otros mediante los accesorios.

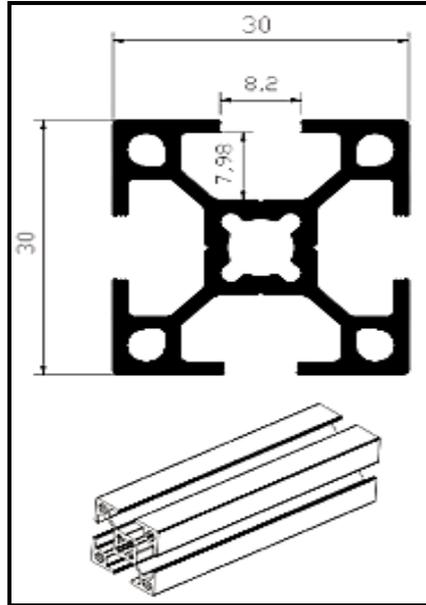


Figura N° V.50 Perfil modular.

5.1.2.3 Montaje del sistema mecánico

Para el montaje del sistema mecánico se utiliza los perfiles antes indicados y la unión se lo realiza por medio de accesorios de perfilaría que se detalla a continuación. Las dimensiones de los perfiles van de acuerdo a las especificaciones de los planos.

5.1.2.4 Unión general

Este accesorio se utiliza para fijar a tope todos los perfiles modulares. Para marcar y realizar la huella donde se apoya el tornillo se emplea el troquel manual. Se coloca la unión zincada y se sujeta con los prisioneros de M6 (colocados en posición inclinada) con ayuda de una llave allen # 4, ver figura V.51.

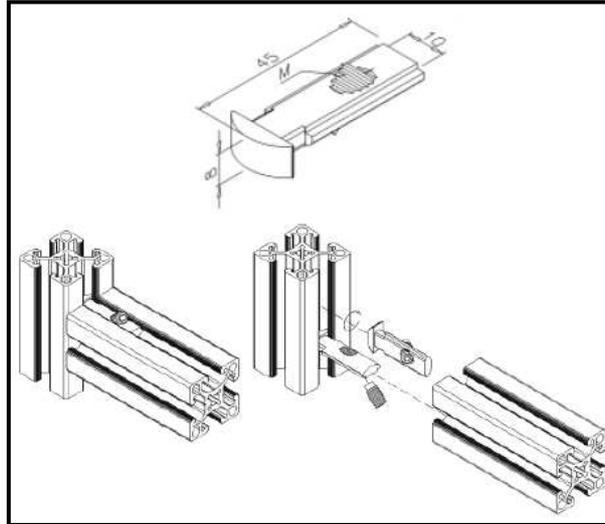


Figura N° V.51 Unión general.

Conector de perfil perpendicular

Este conector de acero zincado se utiliza para unir a tope dos perfiles modulares. La forma del cabezal y el avellanado donde se introduce la punta del tornillo de bloqueo obliga a colocar la embocadura en la parte frontal del perfil. El cabezal se puede introducir en la ranura en cualquier momento del montaje, sólo hay que girar un cuarto de vuelta, ver figura V.52.

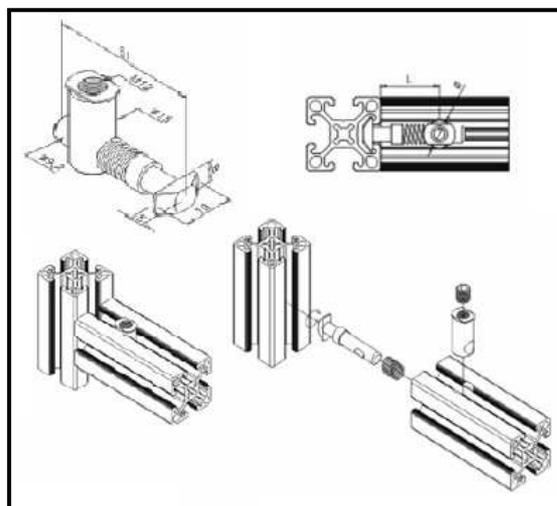


Figura N° V.52 Unión de perfil perpendicular.

Tuerca cabeza martillo

Esta tuerca se utiliza para fijar cualquier accesorio. Se introduce frontalmente, se desliza por el canal de los perfiles modulares, y al girar un cuarto de vuelta queda bloqueado, ver figura V.53.

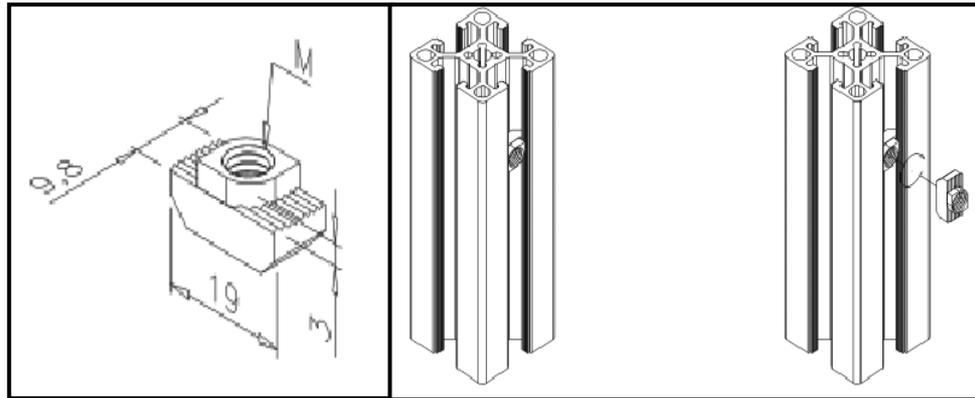


Figura N° V.53 Tuerca cabeza martillo.

Tapa plástica

Esta tapa se utiliza para tapar el extremo de los perfiles, figura V.54.

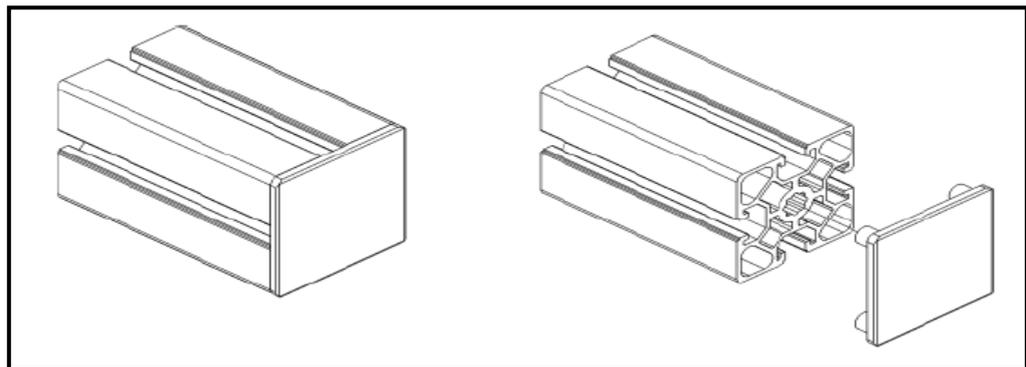


Figura N° V.54 Tapa plástica.

5.1.2.5 Banda corta

La banda corta se monta sobre una base de perfiles de aluminio con los accesorios indicados y está compuesta por los siguientes elementos, ver figura V.55.

- Motoreductor (1).
- Ejes para poleas (2).
- Poleas de hidrosólido (3).
- Bandas redondas (4).
- Estructura base (5).

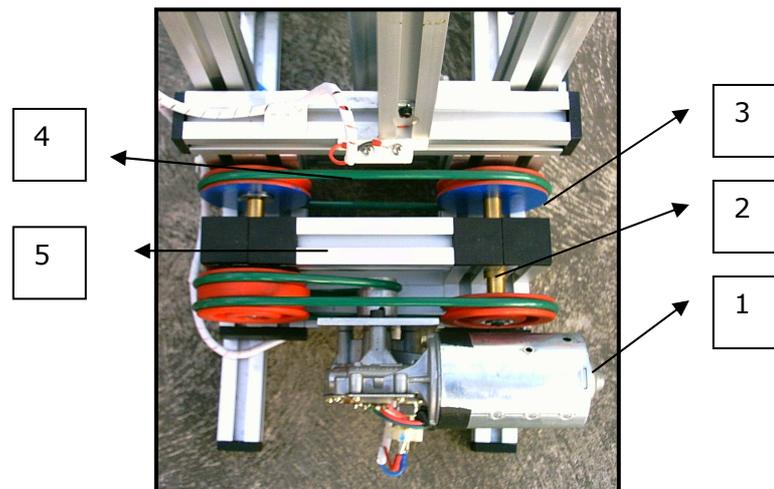


Figura N° V.55 Banda corta

5.1.3 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico permite el control del ciclo de operación del modulo elevador de paletizado y esta compuesto de los siguientes elementos:

- Panel de control con pulsadores, selector, lámpara de señalización, paro.
- PLC Twido
- Cables de interfase.
- Sensores magnéticos de posicionamiento
- Finales de carreras
- Reles de control
- Regletas borneras
- Motores eléctricos 24 VDC

5.1.3.1 Panel de control

El panel de control esta ubicado en la parte derecha del modulo (figura V.56), en este se encuentra los elementos de maniobra siguientes:

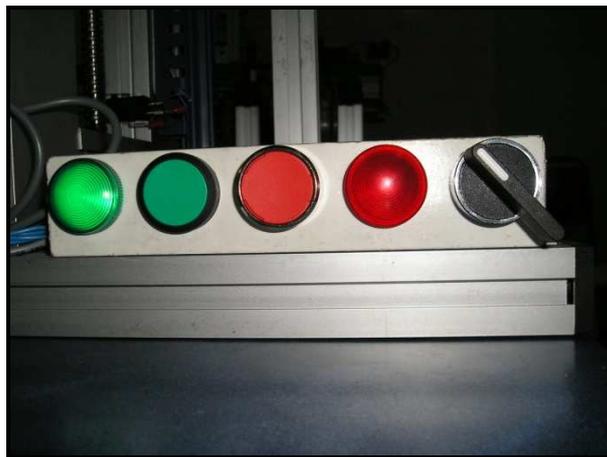


Figura N° V.56 Panel de control.

- Paro, detiene el ciclo de operación al ser accionado.
- Lámpara de señalización, indica que el elevador esta en operación.

- Selector manual automático, permite seleccionar el nivel de carga/descarga.
- Pulsador inicio ciclo automático, permite iniciar el ciclo de operación en modo automático.

5.1.3.2 PLC Twido Programmable

Twido es un diseño ultra compacto fabricado especialmente para los pequeños sistemas de control. Flexible, adaptable y asequible, la solución Twido hace fácil de elaborar el control de su solución para la aplicación del cliente. Twido software ofrece un entorno de desarrollo gráfico para crear, configurar y administrar las solicitudes de los controladores Twido.

Twido incluye módulos de comunicaciones y la mejora de software que proporcionan más sofisticados de control de máquinas sin ningún costo adicional. (figura V.57).

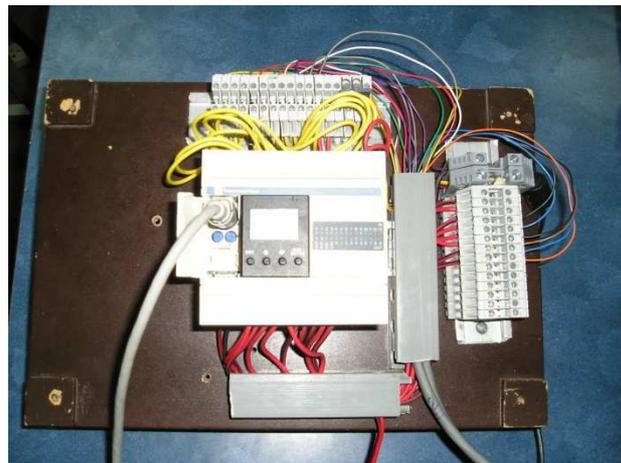


Figura N° V.57 PLC Twido.

Características

- Cuenta con E/S PNP/NPN analógicas, salidas rele.
- La alimentación disponible para el equipo es de 24 Vcd, ó 100...240VCA
- Se puede añadir reloj en tiempo real y pantalla para arranque/paro del programa.
- Hay puertos seriales RS232, ó RS485
- Presenta protocolos de comunicación ethernet y/o CanOpen
- El equipo puede con 3000 instrucciones y en tamaños modulares grandes con una expansión de memoria hasta 6000.
- Seleccione el tipo de PLC adecuado de acuerdo a los módulos máximos permitidos y los módulos de expansión adecuados por el numero y tipo de E/S.
- Algunos equipos tienen conexión por HE10 ya que por la densidad de E/S seria difícil la conexión por bornero. Utilice cables TWDFCW30M o sub-bases advantys telefast ABE7.
- Hay paquetes de inicio TwidoPack que le incluye un mas cable mas software TWDXDPPAK6M a un precio preferencial.

TABLA V.2 Asignación de direcciones de entradas al PLC

ENTRADAS										
COMPONENTE	Stop	Start	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor Izquierda	Sensor Derecha	Sensor Arriba	Sensor Abajo	Selector
COLOR										
CABLE	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2

TABLA V.3 Asignación de direcciones de salidas al PLC

SALIDAS						
COMPONENTE	Contacto K1	Contacto K11	Contacto K2	Contacto K22	Luz roja	Luz verde
COLOR						
CABLE	1	1	1	1	2	2

5.1.3.3 Cables de interfases de comunicación.

Establece la comunicación entre los diferentes elementos de entrada que a través de sus señales dan consentimiento para la ejecución del programa en el PLC y la comunicación para la activación de los elementos de salida, (figura V.58).



Figura N° V.58 Interfaz de comunicación.

5.1.3.4 Sensores magnéticos de posicionamiento.

Determinan los niveles de posicionamiento del elevador y la presencia del palet sobre la banda corta (figura V.59).

- Sensor magnético nivel 1
- Sensor magnético nivel 2
- Sensor magnético nivel 3
- Sensor magnético de posicionamiento de palet



Figura N° V.59 Sensores magnéticos de posicionamiento.

5.1.3.5 Finales de carrera

Limitan el movimiento tanto ascendente como descendente del elevador de paletizado. Están fijados sobre los ángulos de aluminio, los mismos que están empotrados a la estructura del modulo por medio de accesorios de acoplamiento y se encuentran ubicados en la parte derecha superior e inferior de la estructura, (figura V.60).

- Final de carrera ascendente S5.
- Final de carrera descendente S6.



Figura N° V.60 Finales de carrera.

5.1.3.6 Relés de control

Estos determinan el sentido de giro de la banda corta que es accionada por un motoreductor. Para este trabajo se utilizan cuatro relés, (figura V.61).

- Relé K1 movimiento hacia abajo.
- Relé K11 movimiento hacia arriba.
- Relé K2 sentido de giro izquierda.
- Relé K22 sentido de giro derecha.

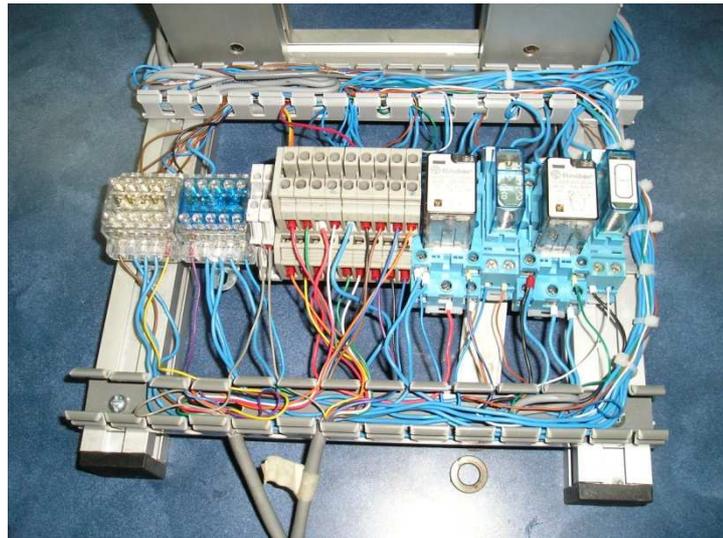


Figura N° V.61 Relés de control y regleta bornera.

5.1.3.7 Regletas borneras

Es el medio físico de unión entre las interfases de comunicación y los elementos de maniobra, control y salidas, (figura V.61).

5.1.3.8 Motor eléctrico.

Establece el movimiento y el sentido de giro de la banda corta a través del sistema de transmisión, (figura V.62).



Figura N° V.62 Motor eléctrico.

5.1.3.9 Tornillo sin fin

Se denomina tornillo sin fin a una disposición que transmite el movimiento entre ejes que están en ángulo recto. Cada vez que el tornillo sin fin da una vuelta completa, el engranaje avanza un diente.

Características:

- Relaciones de transmisión altas.
- Coste elevado.
- Transmite el movimiento a través de ángulos rectos.



Figura N° V.63 Tornillo sin fin.

5.2 Datos técnicos módulo elevador

Las especificaciones técnicas del módulo elevador para su funcionamiento se establecen a continuación.

- Altura elevada: 627 mm
- Altura de la banda en el nivel 1: variable
- Altura de la banda en el nivel 2: variable
- Altura de la banda en el nivel 3: variable
- Amplitud de la pista banda: 226mm
- Velocidad de elevación aproximada: 2 m/min
- Velocidad de la banda: aproximada. 10 m/min
- Carga: paleta + 500 gr
- Voltaje de operación: 24V DC
- Corriente de operación: máx. 1,5 A

5.2.1 Datos técnicos de los elementos

A continuación se detallan las especificaciones técnicas de los elementos que conforman el modulo elevador de paletizado.

5.2.1.1 Motoreductor

Motor para equipo de banda de 24 V DC (figura V.64).



Figura N° V.64 Motoreductor.

5.2.1.2 Sensores magnéticos

Son interruptores magnéticos con 2 partes, imán y mecanismo. Funciona por campo magnético, sin llegar a tocarse las 2 piezas, servicio continuo. Este interruptor magnético tiene contactos de plata, muelle inoxidable, caja en ABS en color blanco (figura V.65).

- Material: plata o Cd
- Tensión máxima: 60V = y 250V.~.

- Potencia nominal: 150 W y 1250 V.A.
- Margen de trabajo: de 5 mm para la excitación y más de 10 mm. para la reposición
- Vida mecánica: + de 10 millones de maniobras
- Montaje: superficie
- Dimensiones imán: 64 x 12 x 14,5 mm. 23gs.
- Dimensiones mecánicas.: 64 x 17 x 14,5 mm. 19gs



Figura N° V.65 Sensor magnético.

5.2.1.3 Finales de carrera

Descripción

Es un conmutador de 2 posiciones con muelle de retorno a la posición de reposo y con una palanca de accionamiento mas o menos larga según el modelo elegido, (figura V.66).

Funcionamiento

En estado de reposo la patita común (C) y la de reposo (R) están en contacto permanente hasta que la presión aplicada a la palanca del conmutador hace saltar la

pequeña pletina acerada interior y entonces el contacto pasa de la posición de reposo a la de activo (A).

- Tipo: KW3 – 0Z
- Voltaje: 30V DC – 6 A
- Voltaje: 250V AC – 10 A

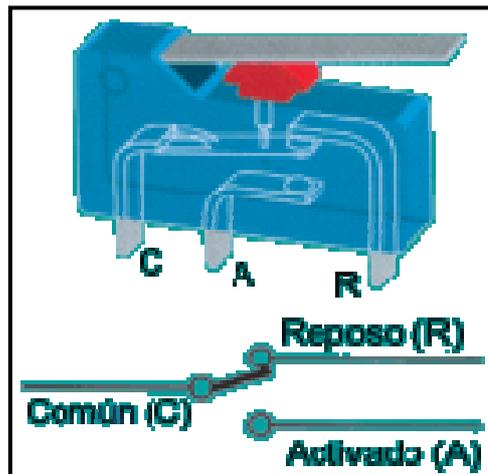


Figura N° V.66 Final de carrera.

5.2.1.4 Pulsador paro

- Marca: Siemens.
- Tipo: 3SB3400-0C
- Voltaje 400V AC 12 – 10 A

5.2.1.5 Lámpara de señalización

- Marca: Siemens.
- Tipo: 3SB3704-6BA
- Voltaje 24V DC 3W

5.2.1.6 Selector manual

- Marca: Legrand
- Voltaje: 690 V AC – 16 A

5.2.1.7 Pulsador inicio ciclo automático

- Marca: Siemens.
- Tipo: 3SB3758-0AA

5.2.1.8 Relé K1, K2

- Marca: Finder
- Tipo: 40.52
- Voltaje de contacto: 250V AC - 8A
- Voltaje bobina: 24 V DC

5.2.1.9 Relé K11, K22

- Marca: Finder
- Tipo: 40.31
- Voltaje de contacto: 250V AC - 8A
- Voltaje bobina: 24 V DC

5.3 Puesta a punto del equipo

Al inspeccionar las instalaciones o sistemas en el momento de ejecutar la puesta a punto del equipo deben tenerse presente que las mismas se encuentren apagadas y

tener los cuidados necesarios durante la ejecución.

La puesta a punto toma en cuenta los siguientes objetivos:

- Comprobación de la continuidad de las conexiones eléctricas.
- Medición de voltaje y resistencia mediante dispositivos de medición.
- Verificación de las funciones individuales.
- Verificación de la interacción de funciones conectadas en módulos entrelazados.
- Documentación de los hechos técnicos en forma de registros.

5.3.1 Comprobación de la continuidad de las conexiones eléctricas.

En este punto se debe verificar físicamente y con la ayuda de un multímetro las conexiones tanto de interfases como borneras y demás elementos de control, asegurando de esta manera la asignación de direcciones correcta de los diferentes circuitos.

5.3.2 Medición de voltaje y resistencia mediante dispositivos de medición.

Como siguiente paso se verifica la preparación de suministros de energía antes de que la instalación se conecte, la conformidad de voltaje se comprueba que se encuentre con el valor de 24V DC. Las funciones del panel de control deben apagarse. El botón de paro debe encontrarse en la posición de activado. También se debe comprobar que el valor de la sumatoria de la carga del sistema, corresponda al valor de la fuente.

5.3.3 Verificación de las funciones individuales

En el módulo elevador se debe diferenciar claramente las funciones individuales y las funciones entrelazadas.

La verificación se debe empezar con los componentes individuales de los grupos en el sistema completo.

- El módulo elevador debe encontrar en la posición de inicio, es decir en la parte inferior nivel 0 y con el motor apagado.
- Constatar la activación de entradas y salidas en el PLC.
- Comprobar la activación de los sensores magnéticos.
- Comprobar la activación de los finales de carrera.
- Funcionamiento de los aparatos de maniobra.
- Identificar los sentidos de giro del motor y funcionamiento del mismo, mediante la medición del valor de corriente y voltaje.
- Verificación del sistema eléctrico, activación manual de los motores.
- Revisión de cables.

5.3.4 Verificación de la interacción de funciones conectadas en módulos entrelazados

El módulo elevador debe encontrar en la posición de inicio, es decir en la parte inferior nivel 0 y con el motor apagado.

5.3.5 Documentación de los hechos técnicos en forma de registros

Se debe llevar los documentos de certificado de realización de la comprobación cuidadosa del módulo elevador para el funcionamiento correcto y conformidad de las especificaciones técnicas. El certificado de la realización no incluye una lista de defectos.

5.3.6 Cambio de los parámetros de operación

Durante o posterior a la puesta a punto del equipo se puede cambiar los parámetros de operación, el sistema permitirá realizar cambios en los parámetros de operación observando las siguientes posibilidades. Variación de los parámetros de operación como son velocidad de desplazamiento del elevador, tiempo de ejecución de la siguiente etapa de movimiento, inversión de giro, etc.

5.4 Detección y eliminación de fallas

Acorde a la realidad de las máquinas y sistemas reales se toma en cuenta la posibilidad de introducir y simular fallas de acuerdo a los siguientes parámetros

- Detección de fallas en la maquinaria y en las unidades de producción
- Idealización del las fallas mediante percepción con sensores o dispositivos de diagnostico.
- Localización de fallas tomando en consideración las interfases entre los módulos

mecánicos y eléctricos.

- Examinación de las posibles causas de cualquier interferencia o falla.
- Eliminación de la interferencia y fallas mediante reparación o cambio de partes.

5.4.1 Localización de la falla

La falla real que encuentra las salidas una vez que el estado real se ha establecido y comparado con el estado requerido. Esta comparación frecuentemente lleva al descubrimiento de la fuente del error, si la falla es visible, audible, perceptible por el olor, etc. Si éste no es el caso, la falla sólo puede encontrarse y puede eliminarse por medio de un procedimiento sistemático.

5.5 Conexiones de la instalación

Las conexiones a realizarse son de tipo eléctrico.

5.5.1 Conexión eléctrica

Estas se efectúan por medio de las interfases de conexión y cables individuales a un grupo de regleta bornera, de acuerdo a los circuitos eléctricos determinados.

5.6 Instalación del software de programación

El software a utilizar corresponde a la marca TWIDO SOFT Telemecanique, el

mismo que necesita la ayuda de PC para ser instalado siguiendo los pasos que se indican en el software durante el proceso y posterior a esto poder ejecutar su programación.

5.7 Programación

Posterior a la instalación del software se procede a diseñar el circuito de control del ciclo de operación para seguir con el proceso de programación.

Para esto se elabora una documentación dedicada a la programación consistente de etapas de funcionamiento y sus transiciones, que pongan a prueba las operaciones individuales del módulo elevador.

El diseño del circuito de control debe ser formulado en base a la estructura del programa del PLC y a la designación de entradas y salidas, TABLA IV

La programación de los subsistemas de la instalación se ejecuta de tal manera que se pueda implementar las funciones básicas.

Se debe tener cuidado cuando se programe la secuencia de los movimientos del elevador.

- Para mover a una posición con suficiente precisión, los movimientos deben ser frenados adelante alcanzando el sensor magnético. Este movimiento es realizado por la activación de los motores que controlan el tornillos sin a través de las salidas del PLC.

- El equipo elevador y la banda corta nunca deben operar al mismo tiempo.
- El frenado en el nivel que corresponda se lo efectúa con la desactivación del motor, el siguiente paso de operación puede ser solamente iniciado luego de una pausa de un segundo después de la parada.
- Si el último movimiento fuera de la banda corta transversal esta no puede activarse con la misma dirección, solamente después del tiempo de frenado necesario del elevador. El accionamiento del motor siempre toma lugar vía los contactos del relé K1, K11, K2 y K22.

Tabla V.4 Designación de entradas y salidas.

	Símbolo	Dirección
1	K1	%Q0.0
2	K2	%Q0.2
3	K11	%Q0.1
4	K22	%Q0.3
5	LUZ_ROJA	%Q0.4
6	PARADA_ABAJO	%I0.8
7	PARADA_ARRIBA	%I0.7
8	PISO1	%I0.2
9	PISO2	%I0.3
10	PISO3	%I0.4
11	SELECTOR	%I0.9
12	SEN_DER	%I0.6
13	SEN_IZQ	%I0.5
14	START	%I0.1
15	STOP	%I0.0
16	LUZ_VERDE	%Q0.5
17		

Para determinar la secuencia de funcionamiento se aplica el método de programación Grapcet, que se detalla a continuación.

5.7.1 Grafcet

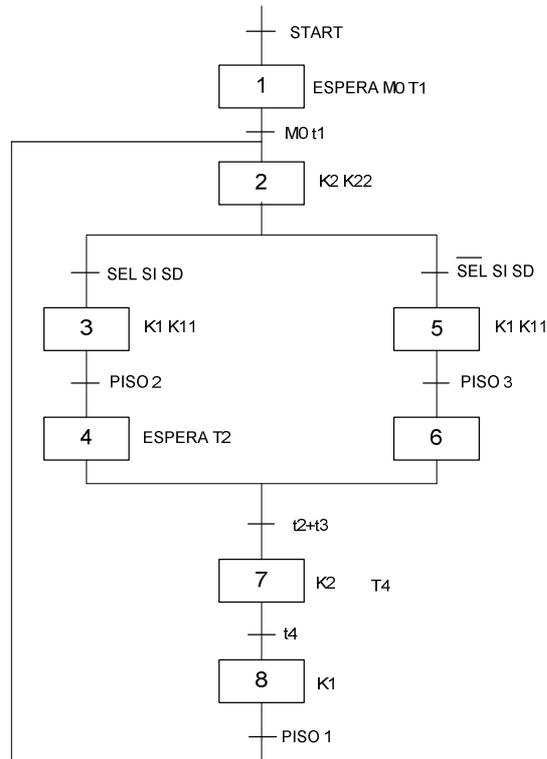


Figura N° V.67 Diagrama Grafcet.

5.7.2 Ecuaciones

$$M1 = Start + (M8.Piso1) + M1.\overline{M2}$$

$$M2 = M1.M0.t1 + M8.Piso1 + M2.\overline{M3}.\overline{M5}$$

$$M3 = M2.Sel.SI.SD + M3.\overline{M4}$$

$$M4 = M3.Piso2 + M4.\overline{M7}$$

$$M5 = M2.\overline{Sel.SI.SD} + M5.\overline{M6}$$

$$M6 = M5.Piso3 + M6.\overline{M7}$$

$$M7 = (M4 + M6)(t2 + t3) + M7.\overline{M7}$$

$$M8 = M7.t4 + M8.\overline{M2}$$

5.7.3 Creación y puesta a punto del programa.

Una vez instalado el software del programa, se procede a ejecutar el programa por medio de los siguientes pasos:

- Ingresar al software Twido sofá a través del icono de acceso directo.
- Elegir crear un nuevo programa y validar.
- Insertar símbolos a utilizar (entradas y salidas)
- Elegir el editor de programación Ladder.
- Una vez editado correctamente el programa y luego de ser guardado, se procede a la carga de la PC al PLC a través del cable de comunicación.

5.7.4 Programa Módulo Elevador de Paletizado.

5.7.4.1 Código de colores de entradas y salidas

TABLA V.5 Asignación de direcciones de entradas al PLC

ENTRADAS										
COMPONENTE	Stop	Start	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor Izquierda	Sensor Derecha	Sensor Arriba	Sensor Abajo	Selector
COLOR	Yellow	Orange	Light Green	Dark Red	Red	Light Green	Red			Purple
CABLE	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2

TABLA V.6 Asignación de direcciones de salidas al PLC.

SALIDAS						
COMPONENTE	Contactor K1	Contactor K11	Contactor K2	Contactor K22	Luz roja	Luz verde
COLOR						
CABLE	1	1	1	1	2	2

5.7.4.2 Declaración de símbolos

	Símbolo	Dirección	Comentario
1	K1	%Q0.0	
2	K2	%Q0.2	
3	K11	%Q0.1	
4	K22	%Q0.3	
5	LUZ_ROJA	%Q0.4	
6	PARADA_ABAJO	%I0.8	
7	PARADA_ARRIBA	%I0.7	
8	PISO1	%I0.2	
9	PISO2	%I0.3	
10	PISO3	%I0.4	
11	SELECTOR	%I0.9	
12	SEN_DER	%I0.6	
13	SEN_IJQ	%I0.5	
14	START	%I0.1	
15	STOP	%I0.0	
16	LUZ_VERDE	%Q0.5	
17			

Inactivo

Figura N° V.68 Declaración de símbolos.

5.7.4.3 Diagrama ladder

Ladder

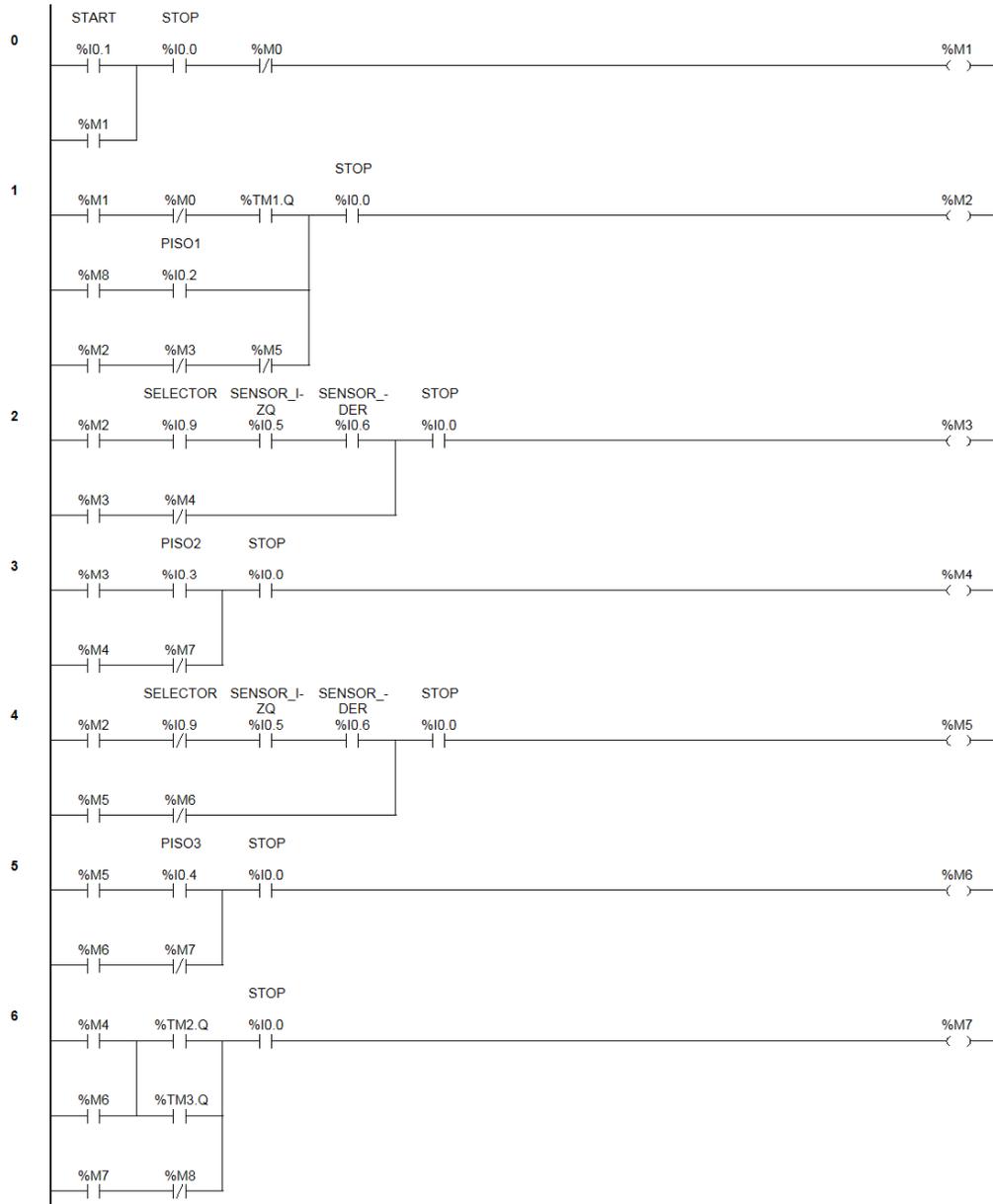


Figura N° V.69 Diagrama Ladder (parte I).

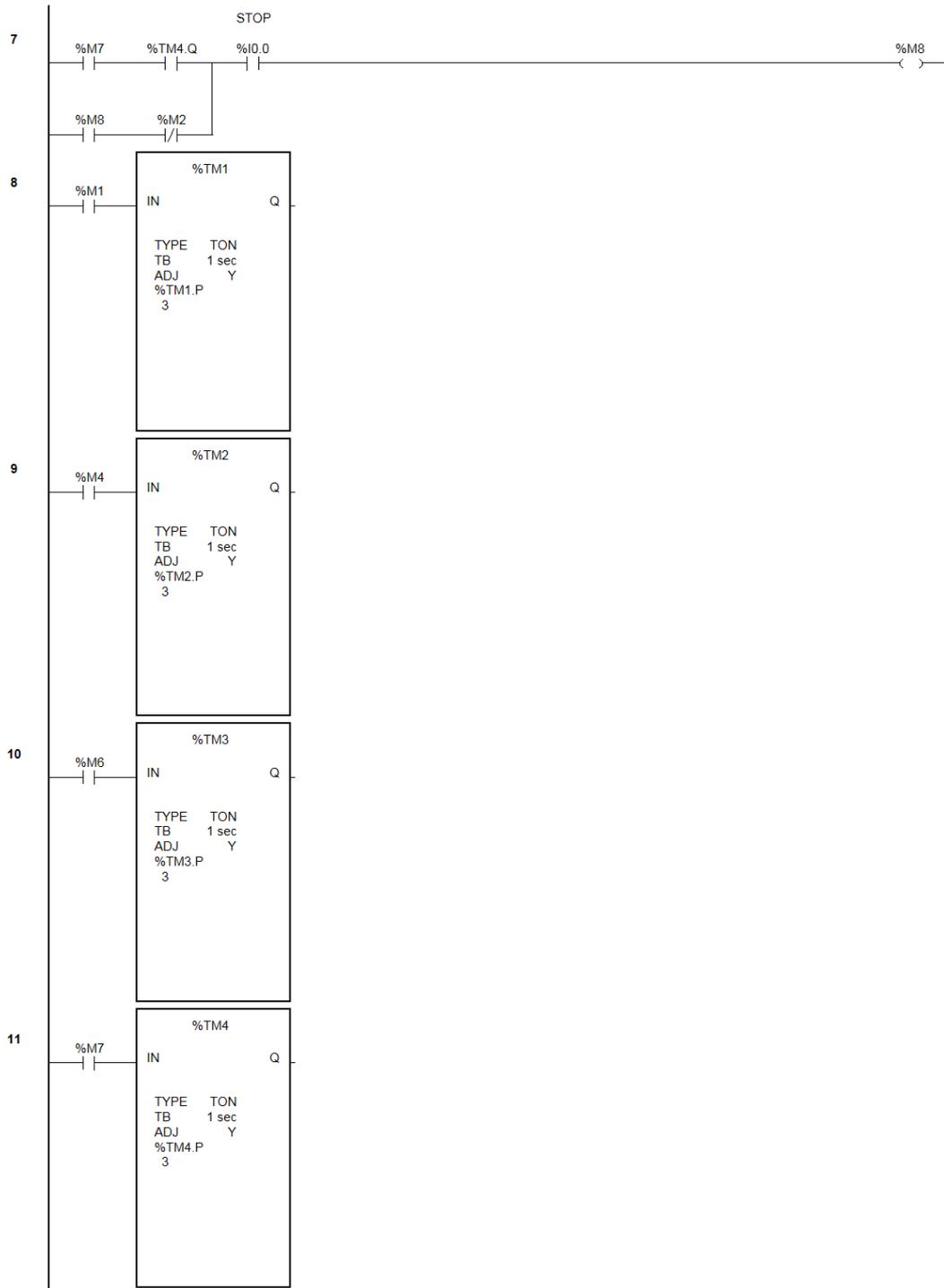


Figura N° V.70 Diagrama Ladder (parte II).

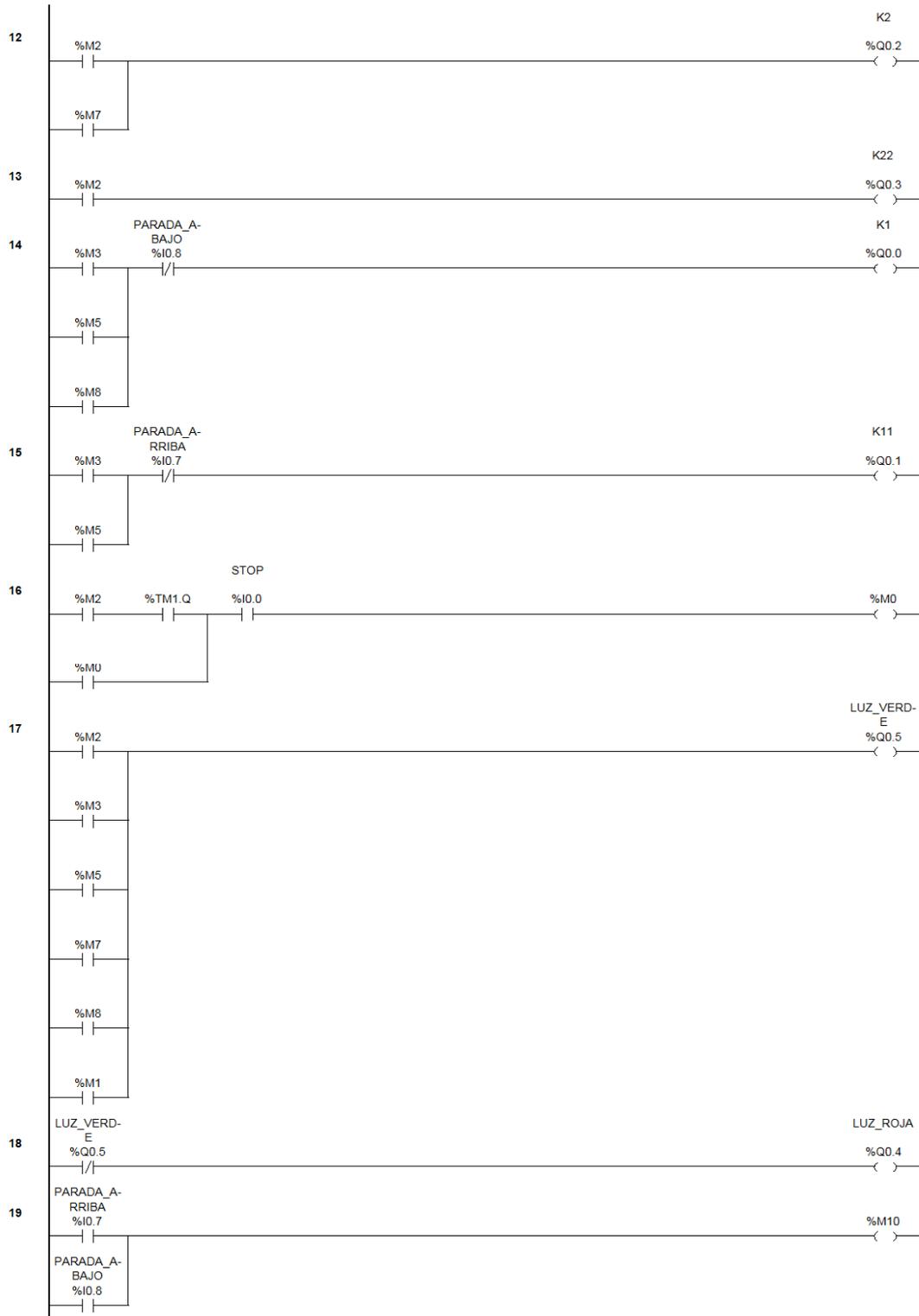


Figura N° V.71 Diagrama Ladder (parte III).

5.7.5 Instalación del programa en el PLC

5.7.5.1 La instalación del programa

Para poder tener comunicación entre el PC y PLC Twido se tiene las siguientes funciones mediante el cable de comunicación serial:



Figura N° V.72 Cable de comunicación.

5.7.5.2 Variantes de programa

Se plantean algunas variantes de ciclos de operación para la ejecución de los programas y practicas correspondientes.

5.7.5.3 Métodos indirectos.

Familiarizarse con los componentes del elevador.

Mirar la asignación de los conectores e introducir las direcciones de entrada y salida las cuales usted puede proveer desde el PLC. También mirar los esquemas eléctricos. La fuente de energía para el motor y la lámpara de señalización de operación pueden ser proveídas por una unidad de fuente de energía separada.

5.7.5.4 Tareas

- Crear un programa con los condicionamientos indicados.
- Ingresar todos los dispositivos interruptores, sensores y actuadores del elevador con direcciones apropiadas en la lista de símbolos del proyecto.
- Cargar el proyecto con los componentes en el PLC y hacer un chequeo de función.

5.7.6 Control del equipo de elevación y banda con selector

5.7.6.1 Notas y objetivos metodológicos

Deberá solamente ser posible controlar el equipo elevador en el modo manual, selector.

El equipo elevador es movido arriba o abajo actuando con los pulsadores respectivamente.

La banda puede ser controlada con las teclas de navegación.

K2 Motor giro izquierdo (Descarga).

K2, K22 Motor giro derecho (Carga).

K1, K11 Subir elevador.

K1 Bajar elevador.

5.7.7 Recomendaciones de seguridad

El programa esta basado en el conocimiento y observación de las recomendaciones de seguridad, a fin de prevenir que ocurran situaciones potencialmente peligrosas, siguiendo el estándar aplicado.

5.7.7.1 Función paro

Para operar una instalación técnica seguramente, es esencial observar varias recomendaciones de seguridad.

5.7.7.2 La función inicio

- No debe ser posible empezar la operación de una máquina hasta que todos los dispositivos de protección se encuentren en buen estado y se encuentren totalmente operacionales. Este estado inicial generalmente es conocido como la posición inicial.

5.8 Manual de usuario

El presente manual de usuario contiene las informaciones técnicas pertinentes que permiten al usuario instalar el módulo y trabajar con el mismo correctamente.

Una condición preliminar a cumplir por el personal que trabaje en el módulo es que disponga de conocimientos técnicos, ya que la vida útil del módulo, su rendimiento y disponibilidad de operación dependen en alto grado de la correcta ejecución de los trabajos de limpieza, del manejo y mantenimiento.



Figura N° V.73 Módulo elevador de paletizado

5.8.1 Contenido general

El elevador puede ser usado para tareas de programas prácticos como un solo mecanismo o en conexión con una banda transportadora para corregir los problemas más grandes de almacenamiento de las bandas con tres niveles o con una torre de almacenamiento.

Un PLC se requiere para la operación. 10 entradas y 6 salidas son necesarias para el módulo elevador.

5.8.2 Partes constitutivas del elevador.

El módulo elevador de paletizado consta de los siguientes sistemas.

- Sistema mecánico.
- Sistema eléctrico.

5.8.2.1 Sistema mecánico

- Una sección de aluminio como estructura base.
- Una estructura vertical de cuatro pilares.
- Un elemento transversal como base para una banda corta y un elemento longitudinal para el transporte vertical.
- La máxima carga (paleta más la pieza trabajada) 0.5 kg

- El conductor de la banda corta es un motoreductor con polea que mueve las ruedas por medio de bandas.

5.8.2.2 Sistema eléctrico

- Interfaces, terminales, regleta bornera
- Relés,
- Zócalos de relés
- El motor para la banda corta.
- El panel de control con interruptores, botoneras y lámparas de señalización
- Sensores magnéticos.
- Lámpara de operación
- PLC Twido
- Fuente de energía

5.8.3 Detalle de elementos constitutivos

En la figura V.74 se muestran las partes de los sistemas que componen el modulo elevador con sus respectivas designaciones.

- Nivel 1
- Nivel 2
- Nivel 3
- Sensor de la banda.
- Motor izquierda/derecha 24V

- Motor subir/bajar 24V
- Final de carrera ascendente
- Final de carrera descendente
- Panel de control
- Lámpara de operación.
- Lámpara de señalización paro
- Pulsador de paro
- Selector manual.
- Pulsador de marcha

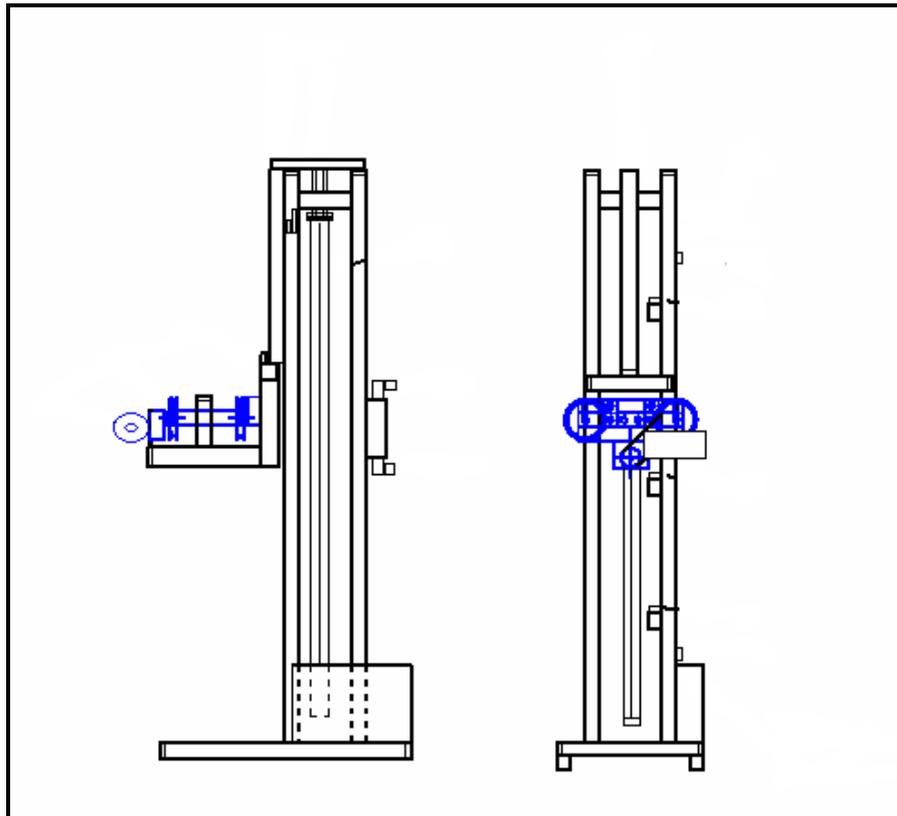


Figura N° V.74 Partes constitutivas del modulo del elevador

5.8.3.1 Suministro de energía.

El elevador opera con un voltaje de 24 V DC. Este voltaje es suministrado por la fuente de energía la misma que alimentara al PLC, motor, relés y lámparas de señalización.

El suministro de energía general es alimentado a través de los cables flexibles número 20 AWG por los terminales:

Terminal +: 24

Terminal - : 0

La fuente de energía para alimentar al PLC debe ser por un cable de sección de al menos de 0.75 mm². Este es conectado a través del conector con los números antes designados.

5.8.4 Función.

5.8.4.1 Actuadores.

Los movimientos del elevador son controlados por las salidas del PLC vía contactos. La asignación de las salidas y los terminales es mostrado el plan de “asignación de dirección”, el elevador y las bandas nunca se mueven al mismo tiempo.

El movimiento de la banda se ejecuta a través de un circuito controlado con 2

relés.

- K1 Giro de la banda a la izquierda
- K1 K11 Giro de la banda a la derecha

El movimiento del tornillo sin fin se ejecuta a través de un circuito controlado con 2 relés.

- K2 Movimiento del tornillo hacia arriba
- K2 K22 Movimiento del tornillo hacia abajo

Los relés son fijados en un riel en la parte posterior de la estructura del módulo.

La posición inicial y final es limitada en el tope y base por los switches finales de carrera.

Estos switches son conectados directamente como entradas al PLC y tienen influencia en el programa.

La elevación y el movimiento de la banda corta también son detenidas a través de dos sensores magnéticos que determinan la posición final del objeto, deteniendo el motor de la banda y el motor del tornillo sin fin, ya sea para su elevación o descenso.

5.8.4.2 Lámpara de operación

La lámpara de operación es de precaución indica que el elevador esta operando, es una lámpara de filamento de 24V, 3W es montada en la caja de control y es

conectada por una salida del PLC. Es controlada por el conector terminal del circuito de salida del PLC. La función de operación de la lámpara de precaución puede ser programada de esta manera. Esta debería destellar en tanto que el elevador esté en movimiento.

5.8.4.3 Sensores.

El elevador es equipado con cinco sensores magnéticos; los sensores magnéticos son requeridos para detectar los tres niveles y la paleta sobre la banda corta.

Los sensores mencionados se conectan a las entradas del PLC.

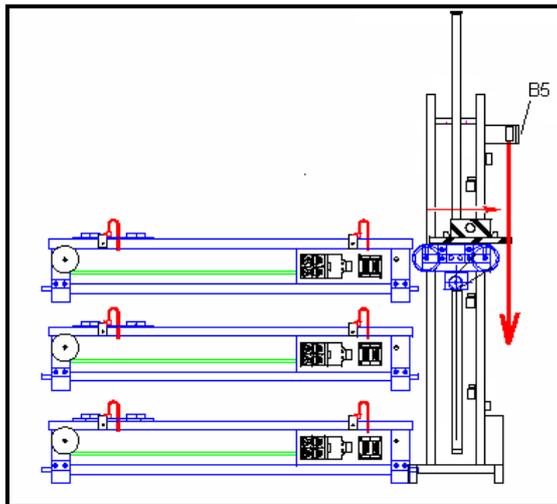


Figura N° V.75 Elevador en un almacén de bandas transportadoras.

5.8.4.4 Panel de control con paro de emergencia

El panel de control está localizado en la parte derecha del elevador. Tiene 3 elementos de maniobra con diferentes funciones, (figura V.76).

Particular atención se presta al botón de paro. Este tiene un contacto normal cerrado NC, el voltaje de + 24V es suministrado para el componente de entrada del PLC el cual controla mediante la programación la detención del equipo. Este voltaje es alimentado a través del conector terminal. Todos los movimientos son parados inmediatamente presionando botón de paro. Una salida del PLC activará una lámpara de señalización cuando ha sido accionado el pulsador de paro de emergencia.

El pulsador de paro es rojo, el pulsador de inicio es verde, la lámpara de operación es verde, la lámpara que se activa al momento de presionar el botón de paro es roja.



Figura N° V.76 Panel de control.

5.8.5 PLC

5.8.5.1 Conexión y asignación de direcciones

La conexión del elevador al PLC requiere de cuidado en cuanto al abastecimiento de energía a las entradas y las salidas. La asignación de la interfase es

mostrada en los esquemas de conexión y en la apreciación global de las direcciones. Las áreas de las entradas y salidas indicadas allí pueden ser asignadas con direcciones concretas de acuerdo al PLC que se está usando.

5.8.5.2 Programación indirecta

Se debe tener cuidado cuando se programe la secuencia de movimientos del elevador.

- Para mover a una posición con suficiente precisión, los movimientos deben ser frenados adelante alcanzando el sensor magnético. Este movimiento es realizado por la activación del motor que controla el tornillo sin fin a través de las salidas del PLC.
- El equipo elevador y la banda corta nunca operan al mismo tiempo.
- El frenado en el nivel que corresponda se lo efectúa con la activación o desactivación del motor, el siguiente paso de operación puede ser solamente iniciado luego de una pausa de un segundo después de la parada.
- Si el último movimiento fuera de la banda corta transversal esta no puede activarse con la misma dirección, solamente después del tiempo de frenado necesario del elevador.
- El accionamiento de los motores siempre toman lugar vía los contactos del relé K1, K11, K2 y K22.

5.8.5.3 Selección de nivel

A través del switch selector se podrá seleccionar el nivel o piso con el que se desee trabajar.

5.8.5.4 Posición inicio.

- Elevador en nivel 0, final de carrera descendente activado.
- Selector al nivel seleccionado.
- El palet sobre la banda de transporte a mano derecha del elevador.
- Posición de estantería vacía.
- Inicio ciclo.
- La memoria inicio-parada es ejecutada en un paso de secuencia, inicia con el pulsador de marcha.
- La banda corta gira hasta que exista presencia de palet que es detectado por medio de los sensores.
- El equipo de elevación con la presencia del palet espera un tiempo y sube al nivel de elevación y posición de estantería seleccionada.
- La banda gira hacia la derecha para descargar el palet, transcurrido un tiempo de descarga del palet, la banda se detiene.
- El elevador retorna a la posición de inicio para empezar un nuevo ciclo.
- La secuencia de elevación está condicionada a la disponibilidad de estantería libre.
- La lámpara verde se prende durante el ciclo de operación.
- El programa detiene la secuencia del ciclo de operación, presionando el pulsador de

paro, encendiendo la lámpara roja.

5.8.6 Datos técnicos

- Altura elevada: 627 mm
- Altura de la banda en el nivel 1: variable
- Altura de la banda en el nivel 2: variable
- Altura de la banda en el nivel 3: variable
- Amplitud de la pista banda: 226 mm
- Velocidad de elevación aproximada: 2 m/min.
- Velocidad de la banda: aproximada: 10 m/min
- Carga: paleta + 500 gr
- Voltaje de operación: 24V DC
- Corriente de operación: máx. 4 A
- Motor para equipo de de 24V DC

5.8.6.1 Asignación de direcciones.

La asignación de direcciones se realiza según la TABLA II y TABLA III.

5.8.6.2 Información del usuario

La información y guía del usuario consiste en documentación de entrenamiento didáctico para el instructor e información técnica.

- Datos técnicos de cada componente
- Ensamblaje y puesta a punto
- Detección de fallas
- Programación

Los ejercicios presentados para el entrenamiento serán diseñados en base a objetivos de entrenamiento industrial que contenga ideas para definición de problemas esto es:

- Análisis de problemas de control
- Diseño de diagramas desplazamiento paso y tablas de función.
- Cableado de equipo eléctrico
- Desarrollo de controles de secuencia en programas para PLC.
- Entrelazar partes de programa para formar un programa completo.
- Cambio de parámetros.
- Puesta a punto.
- Detección de Fallas.

Cada ejercicio estará definido claramente en una descripción del problema, una descripción de función y un bosquejo posicional de la estación o módulo.

Los diagramas de conexión eléctrica del PLC proveen la documentación del circuito requerido. El diagrama de desplazamiento de paso y la tabla de función provee las bases para planificación y desarrollo de programas. La lista de situación y listado de

programa representa la documentación para la elaboración programas PLC.

Los contenidos de entrenamiento, al igual que las sugerencias con respecto al cambio de parámetros y dirección de fallas están incluidos en subprocesos individuales.

5.8.6.3 Instrucciones de seguridad

Los dispositivos de seguridad y protección para el personal de operación y equipo son los siguientes:

- Pulsador de paro.
- Final de carrera arriba
- Final de carrera abajo

Estos elementos deben ser operados en forma correcta, caso contrario existen considerables peligros para el usuario y el modulo. El usuario es el responsable único de la aptitud y su utilización de estos elementos de acuerdo a la finalidad para la que están diseñados.

Los dispositivos de seguridad deberán ser sometidos antes de la primera puesta en operación y después de cada modificación o practica realizada a un control de su disposición operativa verificando si tiene defectos o averías.

5.9 Puesta a punto del equipo

Las instrucciones para la puesta a punto del modulo elevador se describen a continuación:

- Asegurar que el suministro de voltaje se encuentre apagado.
- Pasar todo los actuadores a la posición de inicio de acuerdo con el ciclo de operación establecido.
- Revisar y realizar los ajustes a la estructura y demás componentes del modulo.
- Poner en el modo manual para que los motores se encuentren en la posición neutra.
- Preparar el PLC de acuerdo a las designaciones del manual de operación.
- Conectar el suministro de voltaje.
- Chequear que funcionen las entradas y salidas mediante la observación en la pantalla o el software de la programación.
- Manualmente ajuste la posición de actuadores y sensores.
- Probar mediante el PLC las entradas y salidas al activar las detenciones. Después de que todas las partes del programa se han probado y la instalación se ha ajustado mecánicamente, seleccionar el nivel 0 y probar la secuencia paso a paso.
- Verificar el correcto funcionamiento de los sensores y finales de carrera.
- Hacer correr el programa y comprobar que todo el programa se encuentra con los tiempos adecuados, probar que todas las funciones del panel de control se encuentren funcionando correctamente para asegurar que no ocurran errores que puedan causar daños al personal o equipo.
- Verificar todos los modos de funcionamiento de la instalación incluso la reacción a

los errores potenciales.

- Chequear que la instalación alcance todo los valores requeridos.
- Grabar todo los valores y parámetros resultados del chequeo de la instalación. Éstos pueden usarse como valores de referencia para evaluar las mejoras en una fase más tarde y como una base para las estadísticas del error.

5.9.1 Mantenimiento del módulo elevador de paletizado

Siempre antes de iniciar cualquier trabajo de reparación y mantenimiento en el modulo elevador o equipo secundario conectados a el es imprescindible desconectar la energía eléctrica.

5.9.2 Actividades de Mantenimiento del Módulo

5.9.2.1 Sistema Mecánico

- Revisar el apriete de los accesorios de unión de la estructura.
- Revisar y/o cambiar bandas y poleas.
- Revisar la caja reductora y lubricar.
- Revisar y/o cambiar rodamientos de poleas.
- Revisar y/o cambiar rodamientos de motor.
- Limpiar los perfiles de la estructura.

5.9.2.2 Sistema eléctrico

- Revisar el estado de cables y reajustar conexiones.
- Revisar y/o cambiar sensores magnéticos.
- Revisar el sistema de seguridad.
- Revisar y/o cambiar lámparas de señalización.
- Revisar y/o cambiar selector de nivel.
- Limpiar contactos de relés.
- Limpiar y reajustar conexiones en el PLC.
- Revisar la carga y aislamiento de los motores.
- Verificar el correcto funcionamiento de los finales de carrera.

5.9.3 Desmontaje y montaje de bandas y poleas

El procedimiento para esta actividad se detalla a continuación.

- Desconectar la fuente de energía.
- Desacoplar la unión del tornillo sin fin con la guía de elevador
- Desconectar la alimentación al motor y sensores.
- Desacoplar la base soporte de la banda de la estructura principal.
- Colocar en un banco de trabajo.
- Desacoplar el motoreductor de la base.
- Aflojar los elementos de unión de los soportes del sistema de transmisión.
- Retirar las bandas.
- Aflojar las tuercas y tornillos de fijación de las poleas a los ejes.

- Retirar las poleas.
- Cambiar los rodamientos
- Colocar las nuevas poleas.
- Montar los ejes en las guías
- Colocar las bandas.
- Ajustar los elementos de unión de los soportes.
- Colocar el motoreductor
- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Montar la base soporte en la estructura.
- Conectar los cables de alimentación del motor y sensor.

Conclusiones

- Siendo los sistemas electrónico, mecánico e informático que componen al modulo elevador de paletizado, permite al estudiante aplicar sus conocimientos y adquirir experiencia en estos campos los mismos que son de gran importancia en la industria.
- Al constituirse como un sistema modular, tiene la versatilidad de desarrollar diversidad de prácticas, adquiriendo mayor experiencia en la manipulación de los elementos y control automático de procesos.
- Los PLCs facilitan la automatización tanto en maquinas pequeñas como en maquinas a gran escala del sector industrial solucionando sus necesidades, pero todavía existe la problemática de adaptación al medio industrial y la necesidad de especialistas para su aplicación.
- Se determinó las especificaciones y características técnicas de cada elemento que compone el modulo, revisando su funcionalidad para la ejecución de la operación en forma correcta según lo requerido.
- Las especificaciones permitirán la manipulación adecuada del módulo durante la ejecución de las prácticas, así como las operaciones de mantenimiento y seguridad que ayudarán a la conservación del equipo.

Recomendaciones

- Para adquirir experiencia en la manipulación de los elementos que constituyen el módulo elevador de paletizado, se recomienda realizar prácticas de desmontaje y montaje del mismo.
- Se recomienda realizar las prácticas con diversos modelos de PLCs, lo que ayudará al estudiante a familiarizarse con estos dispositivos que son de gran aplicación en el sector industrial.
- Para el posicionamiento del elevador en los diferentes niveles como la presencia del palet en la banda de transporte, se debe calibrar en forma adecuada los sensores magnéticos.
- Para las conexiones de los elementos eléctricos que conforman el módulo elevador se debe tener de referencia los esquemas establecidos.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

1. GARCIA MORENO, E.. Automatización de procesos industriales. Valencia:
Alfaomega, 2003.
2. BOLTON, WILLIAM. Mecatrónica: sistemas de control electrónico en la
ingeniería mecánica y eléctrica. México: Alfaomega, 2006.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

BANDAS TRANSPORTADORAS

http://www.elprado.co.cr/ban_tra.html

20090428

CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Estandarizaci%C3%B3n>.

20090221

<http://www.isa.uniovi.es/~felipe/files/infindII/documentos/Pres%20Genia%2>

[0IEC%201131-123.pdf](#)

20090221

<http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/iec1131->

[3%20espa%F1ol.pdf](#)

20090225

MÁQUINAS Y MECANISMOS

<http://www.logismarket.pt/produtos/transportadoreselevacaomanipulacao/manipulacao-elevacao-carga/elevadores-monta-cargas/1584141>.

20090312

MECATRÓNICA

<http://es.wikipedia.org/wiki/Mecatr%C3%B3nica>.

20090215

<http://mecatronica-portal.com/2007/07/23/sistema-mecatrónico>

20090215

http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control

20090217

MÓDULOS MECATRÓNICOS

[http://www.festodidactic.com/didactic/shop.asp?action=detail&art_id=3455
&view=1&e0=481&e1=599&e2=603&actpage=1&sLevel=2&nation=int&lang=es](http://www.festodidactic.com/didactic/shop.asp?action=detail&art_id=3455&view=1&e0=481&e1=599&e2=603&actpage=1&sLevel=2&nation=int&lang=es)

20090318

PERFILES MODULARES

<http://www.alu-stock.es/catalogo/capítulo01guia.pdf>

20090425

PROGRAMACIÓN

http://www.schneiderelectric.es/spain/es/productos-servicios/automatizacion-control/oferta-de-productos/presentacion-de-rango.page?p_function_id=25&p_family_id=498&p_range_id=543
20090310

RESUMEN

Por el avance tecnológico en la industria se origina la necesidad de ampliar los conocimientos en el campo de la automatización, por esta razón se presenta un módulo elevador de palets (cargas) que contribuirá al proceso de enseñanza aprendizaje en la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

Se utilizó el método investigativo y se aplicó técnicas del Estándar IEC 61131, en la automatización de procesos; materiales audiovisuales: Internet; software: Twido Soft V 3.5; computador; dispositivos electrónicos: sensores, motores de corriente continua, conectores, relés, borneras, etc.

Se logró mejorar la eficiencia en el control de procesos de elevación de cargas, al reducir fallas humanas debido al agotamiento físico; se mejoró notablemente la rapidez en la elevación y clasificación de cargas con una eficacia del 90%, incrementando así la fiabilidad de los procesos de clasificación. Además se logró determinar que se puede sustituir el trabajo manual para mejorar la productividad y reducir los costos de producción.

Con la implementación de éste módulo en el laboratorio de automatización, se logra perfeccionar en la práctica, los sistemas de elevación de carga, además de mejorar los procesos didácticos en la enseñanza de la mecatrónica, recomendándose ejecutar un correcto mantenimiento para mejorar su tiempo de vida útil.

SUMMARY

GLOSARIO

ACTUADOR

Es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide).

AUTÓMATA

Dispositivo o conjunto de reglas que realizan un encadenamiento automático y continuo de operaciones capaces de procesar una información de entrada para producir otra de salida.

AUTOMATIZACIÓN

Automatización es la tecnología que trata de la aplicación de sistemas mecánicos, electrónicos y de bases computacionales para operar y controlar la producción.

BANDA TRANSPORTADORA

Una cinta transportadora o banda transportadora es un aparato para el transporte de objetos formado por dos poleas que mueven una cinta transportadora continua. Las poleas son movidas por motores, haciendo girar la cinta transportadora y así lograr transportar el material depositado en la misma.

CIBERNÉTICA

La cibernética es una ciencia surgida luego de la segunda guerra mundial que estudia el funcionamiento de las conexiones nerviosas en los seres vivos y los sistemas de comunicación, así como la regulación automática de los seres vivos con sistemas artificiales que simulan a los biológicos.

CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS

El control automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial .

CONTROL INTELIGENTE

Capacidad del sistema de asemejar el comportamiento de alguno de sus elementos a alguna de las cualidades cognoscitivas del comportamiento humano, como el aprendizaje, el razonamiento simbólico, la planificación o la adaptación a un medio cambiante.

ELECTROMAGNÉTICO

Que tiene elementos eléctricos y magnéticos relacionados entre sí.

ELECTROVÁLVULA

Un servo motor es aquel que está constituido por un motor (de corriente directa, alterna o síncrono), un circuito electrónico de control y un mecanismo reductor.

ESTÁNDAR

Estándar puede ser conceptualizado como la definición clara de un modelo, criterio, regla de medida o de los requisitos mínimos aceptables para la operación de procesos específicos, con el fin asegurar la calidad de un producto.

FINAL DE CARRERA

Son elementos actuadores de conmutación, generalmente provistos de muelles y utilizados en procesos automáticos donde la detección debe ser mas robusta.

FOTOELÉCTRICO

De la acción de la luz sobre ciertos fenómenos eléctricos y de los aparatos en que se utiliza este procedimiento.

GRAFNET

Es un diagrama funcional que describe los procesos a automatizar, teniendo en cuenta las acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Es una de las áreas de las ciencias computacionales encargadas de la creación de hardware y software que tenga comportamientos inteligentes

LADDER

También denominado lenguaje de contactos o en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Es un conjunto de sintaxis y reglas semánticas que definen los programas del computador.

MECATRÓNICA

Es una integración interdisciplinaria que une a materias de las carreras de ingeniería en sistemas, ing. electrónica, ing. mecánica, y automatización, su fin es el de crear, innovar y reparar los sistemas mecatrónicos de una industria.

MICROELECTRÓNICA

La microelectrónica es la aplicación de la ciencia electrónica a componentes y circuitos de dimensiones muy pequeñas, microscópicas y hasta de nivel molecular para producir dispositivos y equipos electrónicos de dimensiones reducidas pero altamente funcionales.

MICRORRUPTORES

Son elementos que funcionan como un pulsador, cuya función consiste en determinar la posición o el estado de un proceso automático. Los tipos de contacto pueden ser NC (Normalmente cerrado) y NO (Normalmente abierto).

MOTOREDUCTOR

Son elementos mecánicos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial, que se necesiten reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura.

PALET

Un palet, es una estructura de agrupación de carga, fabricada generalmente con madera. La funcionalidad del palet, es el transportar carga

PLC

Es la unidad de control mínima en un proceso automatizado; Con el cual se pueden programar eventos resultantes de acuerdo a un estado específico del sistema.

POTENCIOMETRO

Un potenciómetro es un resistor al que le puede variar el valor de su resistencia. De esta manera, indirectamente se puede controlar la intensidad de corriente que hay por una línea si se conecta en serie, o la diferencia de potencial de hacerlo en paralelo.

RELÉ

Es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

SENSOR

Elemento de un instrumento de medida o de una cadena de medida que está directamente sometido a la acción del mensurando.

SERVOMOTOR

Es un aparato que consta de dos bombines hidráulicos destinado a vencer grandes resistencias, mediante la amplificación de fuerzas aplicadas, relativamente más pequeñas.

TEXTO ESTRUCTURADO

Es un lenguaje de alto nivel estructurado por bloques que posee una sintaxis parecida al PASCAL.

TORNILLO SIN FIN

Es una disposición que transmite el movimiento entre ejes que están en ángulo recto. Cada vez que el tornillo sin fin da una vuelta completa, el engranaje avanza un diente.

VARIABLE

Una variable es un símbolo que representa un elemento no especificado de un conjunto dado. Este conjunto es denominado conjunto universal de la variable o universo de la variable, y cada elemento del conjunto es un valor de la variable.

ANEXOS