



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA

ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
INTELIGENTE EN DOS EJES X - Y CASO PRÁCTICO LABORATORIO DE
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA EIS”**

TESIS DE GRADO

**PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMATICOS**

CRISTIAN MANUEL LÓPEZ YUNGA

LENIN HERNÁN CORTÉS LLANGANATE

RIOBAMBA – ECUADOR

- 2010 -

AGRADECIMIENTO

A todos los amigos y colegas por aquellos momentos inolvidables que hemos vivido, a mi asesor de tesis Ing. Marco Viteri y a todos los profesores por sus lecciones y enseñanzas, a mi gran amigo Holguer por sus palabras de motivación en momentos difíciles.

Un fuerte abrazo.

Cristian López.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de una u otra forma aportaron de forma desinteresada para la consecución de este objetivo, a todos mis maestros que con sus enseñanzas saciaron mi hambre de conocimiento, al Ing. Marco Viteri asesor de tesis quien nos supo guiar en momentos de difíciles.

A todos ellos Muchas gracias por todo.

Lenin Cortes.

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en cada paso que doy, a mis Padres Manuel y Elsa por su infinito amor, confianza y ejemplo de superación, a mis Hermanos Pablo, Carolina y Vanesa por haberme apoyado en todo momento, a mi familia en general por sus sabios consejos, a Janneth por ser la ilusión que necesitaba para motivarme y a todos los que intervinieron directa o indirectamente en la consecución de este nuevo éxito en mi vida.

Cristian López.

DEDICATORIA

Quiero dedicarles este trabajo a mis padres Hernán y Mariana por su abnegación, sacrificio, amor y ejemplo, ya que sin escatimar esfuerzo alguno me apoyaron incondicionalmente para la consecución de esta meta en mi vida, la que hubiese sido imposible de alcanzar sin su apoyo, a mi hermano José Luis por transmitirme sus ganas de superación y apoyo en momentos difíciles, a toda mi familia en general que creyeron en mí y me apoyaron.

Lenin Cortés.

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTAS

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Romeo Rodríguez DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Iván Menes DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
Ing. Marco Viteri DIRECTOR DE TESIS
Dr. Miguel Tasambay MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Danny Velasco MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Lcdo. Carlos Rodríguez DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACION
NOTA DE LA TESIS	

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

Bajo las leyes de derecho de autor, la Documentación, el Software, junto con todos sus elementos, no pueden copiarse, reproducirse, registrarse o transmitirse por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma parcial o total, ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, foto-químico, magnético o por fotocopia, sin permiso previo por escrito de los autores.

Cristian Manuel López Yunga

Lenin Hernán Cortés Llanganate

INDICE DE ABREVIATURAS

AC	Corriente Alterna
ASCII	American Estándar Code for Information Interchange
BD	Base de Datos
BIT	Binary Digit
COM	Component Object Model
CPU	Central Process Unit
DC	Corriente Directa
HTML	Hypertext Transfer Protocol
IL	Lista de Instrucciones
I/O	Input/Output
IEEE	Instituto de ingenieros Eléctricos y Electrónicos
LabVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench
LAN	Local Area Network
MTU	Master Terminal Unit
OLE	Object Linking and Embedding
OPC	OLE for Process Control
OSI	Open System Interconnection
PC	Computador Personal
PLC	Programmable Logic Controller

RAM	Random Access Memory
SCADA	Supervisory Control and Data Adquisition
RTU	Remote Terminal Unit
VI	Virtual Instrument
WWW	World Wide Web

INDICE GENERAL

CAPÍTULO I :

MARCO REFERENCIAL

1.1. Introducción	21
1.2. Antecedentes	22
1.3. Lugar De Aplicación	22
1.4. Alcance	23
1.5. Justificación	23
1.5.1. Justificación Teórica	23
1.5.2. Justificación Práctica.....	24
1.6. Objetivos.....	25
1.6.1. Objetivo General	25
1.6.2. Objetivos Específicos.....	25
1.7. Hipótesis	26

CAPÍTULO II :

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción	27
2.2. Fundamentos de los Sistemas de Automatización	28
2.2.1. Historia.....	28
2.2.2. Definición.....	28
2.2.3. Evolución.....	29
2.2.4. Campos de Aplicación.....	29
2.2.5. Razones para Automatizar.....	31
2.3. Mecatrónica	34
2.3.1. Definición.....	34
2.3.2. Aplicaciones	35

2.4. Sistemas Neumáticos.....	36
2.4.1. Definición.....	36
2.4.2. Ventajas de la Neumática.....	37
2.4.3. Desventajas de la Neumática	38
2.4.4. Propiedades del aire comprimido	38
2.4.5. Rentabilidad de los equipos neumáticos.....	40
2.4.6. Válvulas Neumáticas.....	41
2.5. Relés.....	45
2.5.1. Tipos De Relés	46
2.5.2. Control De Un Motor Mediante Relé.....	47
2.6. Controladores Lógicos Programables (PLC).....	50
2.6.1. Introducción	50
2.6.2. Definición.....	52
2.6.3. Campos de aplicación	53
2.6.4. Ventajas.....	53
2.6.5. Desventajas	54
2.6.6. Componentes	54
2.6.7. Bobinas.....	55
2.6.8. La Norma IEC1131.....	56
2.6.9. Lenguajes de programación	57
2.6.9.1. <i>Grafico Secuencial de Funciones (GRAFCET)</i>	57
2.6.9.2. <i>Lista de Instrucciones (IL)</i>	60
2.6.9.3. <i>Texto Estructurado</i>	61
2.6.9.4. <i>Diagrama de Contactos (Ladder)</i>	61
2.7. OPC	62
2.7.1. Introducción	62
2.7.2. Evolución.....	63
2.7.3. Arquitectura de un Servidor OPC.....	65

2.8. Sensórica.....	68
2.8.1. Introducción	68
2.8.2. Clasificación	70
2.8.2.1. <i>Sensores inductivos</i>	70
2.8.2.2. <i>Sensor capacitivo</i>	71
2.8.2.3. <i>Sensores Ultrasónicos</i>	72
2.8.2.4. <i>Sensores de proximidad</i>	73
2.8.2.5. <i>Sensores Reed</i>	74

CAPÍTULO III :

PARTE INVESTIGATIVA

3.1. Introducción	77
3.2. Control y monitoreo en PLC	77
3.2.1. Protocolos de comunicación PLC	79
3.2.2. Protocolo Modbus.....	80
3.3. Lenguajes de Programación	82
3.3.1. C y C++.....	82
3.3.2. Java.....	84
3.3.3. Basic / Visual Basic.....	86
3.3.4. LabVIEW.....	88
3.4. Elección del lenguaje de programación.....	91
3.5. Descripción de la solución planteada en la investigación.....	92
3.6. Propuesta metodológica para la implementación de proyectos mecatrónicos.	
93	

CAPÍTULO IV:

DESARROLLO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO INTELIGENTE DE PALETS (SAIP)

4.1. Introducción	98
--------------------------------	-----------

4.2. Planificación del Proyecto	99
4.2.1. Descripción del Sistema.....	99
4.2.2. Especificación de Requerimientos	99
4.2.3. Historias de Usuario	100
4.2.4. Planificación Inicial.....	107
4.2.5. Plan de Iteraciones (Descripción de cada Iteración).....	108
4.2.6. Historias de Usuario Final	110
4.3. Diseño	118
4.3.1. Diseño Mecatrónico	118
4.3.1.1. <i>Diseño Mecánico</i>	119
4.3.1.2. <i>Diseño Neumático</i>	126
4.3.1.3. <i>Diseño Eléctrico</i>	127
4.3.1.4. <i>Grafcet</i>	134
4.3.2. Diseño Software	136
4.3.2.1. <i>Diagramas de Secuencia</i>	136
4.3.2.2. <i>Diagramas de Actividades</i>	142
4.3.2.3. <i>Diagrama de Clases</i>	148
4.3.2.4. <i>Diagrama de Componentes</i>	149
4.3.2.5. <i>Diagrama de Despliegue</i>	150
4.3.2.6. <i>Diccionario de Datos</i>	151
4.3.2.7. <i>Modelo Lógico de la Base de Datos</i>	152
4.4. Implementación	152
4.4.1. Implementación Mecatrónica	152
4.4.1.1. <i>Sistema Mecánico</i>	152
4.4.1.2. <i>Sistema Neumático</i>	153
4.4.1.3. <i>Sistema Eléctrico</i>	154

4.4.1.4.	<i>Programación del PLC.....</i>	<i>155</i>
4.4.1.5.	<i>Control y Monitoreo del PLC.....</i>	<i>155</i>
4.4.2.	Implementación Software.....	160
4.4.2.1.	<i>Modelo Físico de la Base de Datos.....</i>	<i>161</i>
4.4.2.2.	<i>Prototipos de Interfaces de Usuario.....</i>	<i>161</i>
4.5.	Pruebas del Sistema	165
4.5.1.	Pruebas Hardware	165
4.5.2.	Pruebas Software.....	166
4.6.	Implantación.....	166
4.6.1.	Manual de Configuración	166
4.6.1.1.	<i>Requerimientos.....</i>	<i>166</i>
4.6.1.2.	<i>Configuración del servidor de base de datos.....</i>	<i>167</i>
4.6.1.3.	<i>Configuración del servidor web.....</i>	<i>170</i>
4.6.1.4.	<i>5.4 Configuración del equipo que albergará el Panel de Control.....</i>	<i>174</i>
4.6.2.	Manual de Usuario.....	176
4.7.	Demostración de la Hipótesis.....	176

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Fabricación de Autos.....	30
Figura II. 2. Válvula reguladora de caudal bidireccional.	42
Figura II.3. Regulador de caudal unidireccional.....	43
Figura II.4. Válvula de arranque progresivo	44
Figura II.13. La presión p_1 aumenta progresivamente.....	44
Figura II.6. Esquema de un RELE	45
Figura II.7. Partes de un Relé	46
Figura II.8. Relé Tipo Conmutador	47
Figura II.9. Control de un Motor	48
Figura II.10. Giro del Motor en sentido Horario.	48
Figura II.11. Símbolos de los Componentes de un PLC.....	55
Figura II 12. Secuencia GRAFCET.....	58
Figura II.13. Programación con Lista de Instrucciones	60
Figura II.14. Integración de sistemas heterogéneos con OPC	63
Figura II.15.Funcionamiento de OPC	65
Figura II.16. Estructura general de un componente OPC.	66
Figura II.17. Sensor Reed en miniatura.....	75
Figura III.18. Protocolo Modbus y el Modelo OSI.....	81
Figura III.19. Apariencia de LabVIEW	89
Figura IV.20. Primera Iteración	108
Figura IV.21. Segunda Iteración.....	108
Figura IV.22. Tercera iteración.....	109
Figura IV.23. Vista Lateral Izquierda eje Y	119
Figura IV.24. Vista Lateral Derecha eje Y	120
Figura IV.25. Vista Inferior estación de Almacenaje Eje X.....	121
Figura IV.26. Vista Superior estación de Almacenaje Eje X.....	121
Figura IV.27. Vista Frontal	122

Figura IV.28. Vista Posterior.....	123
Figura IV.29. Vista Isométrica Frontal.....	124
Figura IV.30. Vista Isométrica Posterior Sistema Almacenamiento Inteligente.....	125
Figura IV.31. Diseño Neumático del Sistema de Almacenamiento Inteligente.	126
Figura IV.32. Distribución de las entradas.....	127
Figura IV.33. Distribución de las Salidas.	128
Figura IV.34. Bornera Principal del PLC.	129
Figura IV.35. Bornera Banda Transportadora.	130
Figura IV.36. Bornera Modulo Selector.....	131
Figura IV.37. Bornera Elevador de Palets.....	132
Figura IV.38. Bornera del Modulo de Sistema de Almacenamiento.	133
Figura IV.39. Grafcet Almacenar Palets.	134
Figura IV.40. Grafcet Expulsar Palets.	135
Figura IV.41. Diagrama de Secuencia para Almacenar Palets.	136
Figura IV.42. Diagrama de Secuencia Extraer Palets.	137
Figura IV.43, Diagrama de Secuencia Administrar Usuarios.....	138
Figura IV.44, Diagrama de Secuencia cambiar contraseña.	139
Figura IV.45. Diagrama de Secuencia realizar Pedido de Palet.....	139
Figura IV.46. Diagrama de Secuencia seguimiento de pedidos.....	140
Figura IV.47. Lectura de Stock.....	140
Figura IV.48. Diagrama de Secuencia despachar Pedido.	141
Figura IV.49. Diagrama de Actividades para almacenar palets.	142
Figura IV.50. Diagrama de Actividades para extraer palets.	143
Figura IV. 51. Diagrama de Actividades para Administrar usuarios.....	144
Figura IV.52 Diagrama de Actividades para cambiar contraseña.	145
Figura IV.53. Diagrama de Actividades para realizar pedido.	145
Figura IV.54. Diagrama de Actividades para despachar pedidos.	146
Figura IV.55. Diagrama de Actividades lectura de Stock.....	146
Figura IV.56. Diagrama de Actividades para seguimiento de pedidos.	147
Figura IV.57. Diagrama de clases.	148

Figura IV.57. Diagrama de Componentes.	149
Figura IV.59. Diagrama de Despliegue.	150
Figura IV.60. Modelo Lógico de la Base de Datos.	152
Figura IV.61. Implementación Mecánica.	152
Figura IV.62. Manguereado de válvulas.	153
Figura IV.63. Manguereado a pistones.	153
Figura IV.64. Conexión de entradas y salidas del sistema eléctrico al PLC.	154
Figura IV.65. Conexión de entradas y salidas a bornera del Módulo de almacenamiento.	154
Figura IV.66. Programa Leer_Stock.	156
Figura IV.67. Programa Expulsar_Panel.	157
Figura IV.68. Programa Animar.	157
Figura IV.69. Panel frontal del Panel de Control.	158
Figura IV.70. Lectura de Stock y Animación en Panel de control.	158
Figura IV.71. Inserción de un nuevo palet al encenderse una memoria.	159
Figura IV.72. Búsqueda de Despachos aceptados.	159
Figura IV.73. Despacho de pedido y Expulsión de palet.	160
Figura IV.74. Modelo Físico de la Base de Datos.	161
Figura IV.75. Index general de la aplicación web.	161
Figura IV.76. Index de Administrador.	162
Figura IV.77. Stock de Palets.	162
Figura IV.78. Pedidos.	162
Figura IV.79. Administrar Usuarios.	163
Figura IV.80. Listado de usuarios.	163
Figura IV.81. Editar usuario.	163
Figura IV.82. Eliminar Usuario.	164
Figura IV.83. Index Usuario.	164
Figura IV.84. Stock de Palets.	165
Figura IV.85. Pedidos de Usuario.	165
Figura IV.86. Cambiar Password de Usuario.	165

Figura IV.87. Creación de nueva base de datos Almacen_I.....	168
Figura IV.88. Restaurar Base de Datos.	168
Figura IV.89. Ubicando el archivo de Backup.....	169
Figura IV.90. Parámetros de configuración	169
Figura IV.91. Pagina web copiada a directorio para publicación.	170
Figura IV.92. Directorio Final del sitio web.....	171
Figura IV.93. Configurando IIS.....	171
Figura IV.94. Especificando la ruta física del sitio web.....	172
Figura IV.95. Agregando la página por defecto.....	173
Figura IV.96. Sitio Web Funcionando.....	173
Figura IV.97. Carpeta Almacen_I copiada a la unidad C.	174
Figura IV.98. Configuración de archivo UDL.	175
Figura IV.99. Panel de control del sistema de almacenamiento inteligente.	176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1 Cuadro comparativo entre lenguajes de programación	91
Tabla IV.2. Diccionario de datos.....	151
Tabla IV.3. Análisis cualitativo del Juicio de Expertos.....	178
Tabla IV.4. Parámetros de calificación del análisis Cuantitativo	179
Tabla IV.5. Análisis Cuantitativo del Juicio de Expertos	179

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1. Introducción

La tendencia actual de las empresas es incorporar automatización industrial a sus procesos, para la optimización de recursos y llegar a ser más competitivos, es por esta razón por la que nos hemos planteado el desarrollo de un sistema de almacenamiento inteligente, el mismo que será desarrollado en el Laboratorio de Automatización Industrial de la EIS, en el cual se integra la Mecatrónica con la Informática en busca de brindar una alternativa optima a las empresas. Para lo cual se definirá las metas que se quiere cumplir con el proyecto, de acuerdo a una adecuada planificación del mismo.

1.2. Antecedentes

Hace algunos años atrás las Empresas o Fábricas almacenaban sus materiales en perchas de forma manual, este método cumplía con las expectativas de aquellos tiempos, sin embargo con el paso del tiempo estas han ido creciendo hasta llegar a manejar cientos o miles de inventarios que lleven un control de los materiales, productos o repuestos con los que cuente la empresa, llegando a convertirse en un verdadero problema gestionar tales cantidades de materiales principalmente por el espacio físico necesario para el almacenamiento y por el lento acceso a los mismos.

Algunas empresas han planeado comprar o alquilar nuevos espacios físicos destinados para este fin, pero los costos que implican ejecutar estos planes son demasiado altos comparados con los beneficios que se obtendrán.

Es en este punto donde el avance de la tecnología brinda una solución más efectiva, eficiente y eficaz para gestionar los materiales ya sea para su almacenamiento o distribución.

Todo esto nos ha motivado a Implementar un Sistema de Almacenamiento Inteligente que permita optimizar el espacio físico disponible, ya que se eliminara el espacio físico utilizado por el recurso humano y los montacargas utilizados para estas labores y además se reducirán los tiempos de respuesta para el almacenamiento así como para la distribución de los materiales.

1.3. Lugar De Aplicación

La presente investigación formara parte del sistema de control de procesos industriales, el mismo que se encuentra desarrollado en el laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la ESPOCH.

1.4. Alcance

El sistema parcial de almacén de estantería simula el proceso de un sistema de almacén moderno controlado por computadora.

El módulo de almacenamiento permite mediante mecanismos movidos neumáticamente cargar y descargar palets en niveles x-y de almacenamiento, trabaja con el módulo elevador de palets. El sistema está compuesto de dos estructuras sobrepuesta en cada una de las cuales se deslizan por medio de un cilindro neumático dos bandejas con sistema de deslizamiento en cada una de las cuales se introduce y se almacena un palet que vienen desde el carro del módulo elevador. Las bandejas tienen una inclinación y un sistema de deslizamiento para que el palet se introduzca fácilmente. Para realizar la tarea de descarga del palet desde la bandeja hacia el carro del módulo de elevación se utiliza un cilindro neumático para empujar el palet hacia la banda transportadora. En total el sistema consta de cuatro bandejas distribuidas en dos niveles (dos por nivel). El control de movimiento de los cilindros se los realizará por medio de válvulas neumáticas las cuales pueden ser controladas por un micro controlador o un PLC. Las señales se las realiza por medio de sensores magnéticos.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Teórica

Nos encontramos en un mundo globalizado, las compañías se ven obligadas a competir con otras compañías dentro y fuera del país, razón por la que deben ser competitivas reduciendo al máximo sus costos y tiempo e incrementando las ventas, esto puede conseguirse a través de la automatización industrial.

El almacenaje es uno de los pilares básicos de una industria o comercio, tan importante como los esquemas de producción o las instalaciones de venta, las empresas dependen de la satisfacción de sus clientes, mejorar la distribución y mantenerlos satisfechos depende de la agilidad con la que se les atiende a los mismos, el problema surge cuando la cantidad de materiales o repuestos almacenados es muy elevada, razón por la cual resulta difícil o algunas veces imposible llevar un control adecuado, así como la disposición física de los mismos, esta es una realidad a la que se enfrentan la mayoría de las empresas, trayendo como consecuencia el incremento en los costos de producción además de los de almacenamiento, debido al excesivo tiempo de respuesta, así como a la mano de obra que se necesita para realizar el trabajo de forma manual, una forma de conseguirlo es con la utilización de almacenes inteligentes, los cuales permitan gestionar de una forma fácil y eficiente el almacenamiento,

1.5.2. Justificación Práctica

La razón por la que se diseñó el presente trabajo es debido a que en la actualidad existen almacenes inteligentes comerciales, pero su costo es demasiado elevado, por este motivo se ha decidido implementar una solución a menor costo, implementando un almacén inteligente para el laboratorio de automatización industrial de la EIS.

La implementación del sistema de almacenamiento inteligente permitirá que se vaya completando el sistema de control de procesos industriales, el mismo que consta de varios módulos que interactúan entre sí y que han sido desarrollados anteriormente en la EIS, el sistema se encuentra implementado en el laboratorio antes mencionado.

Teniendo en cuenta que la misión de la ESPOCH es: "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", es indispensable que se mantengan a la par de la tecnología actual existente, razón por la que la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH debe preparar a sus estudiantes, para que puedan enfrentar los nuevos retos profesionales que les esperan, la investigación está encaminada a servir como material didáctico a los alumnos de la FIE, en el mismo que podrán experimentar y realizar las pruebas correspondientes para un mejor aprendizaje.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

- IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO INTELIGENTE EN DOS EJES X-Y.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Construir un sistema Mecatrónico que simule un sistema de almacenamiento inteligente de palets.
- Conseguir que el almacén inteligente pueda dirigir un material con ciertas características hasta un lugar específico destinado para su almacenamiento.

- Seleccionar el lenguaje de programación que mejor se adapte a las características de nuestra investigación, para el desarrollo del panel frontal del almacén inteligente.
- Incorporar una base de datos para determinar la cantidad y tipo de productos almacenados mejorando así la gestión de inventarios.
- Complementar el Sistema de Control de Procesos Industriales implementado en la Laboratorio de Automatización Industrial de la EIS.

1.7. Hipótesis

El desarrollo del sistema de almacenamiento inteligente permitirá optimizar la gestión de inventarios de repuestos y de materiales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

En este capítulo se recopila toda la información necesaria para la realización de nuestra investigación, aquí se estudia todo lo que tiene que ver con Automatización, Mecatrónica, Sensórica, Neumática, Relés, PLCs, además se hace una breve introducción a la arquitectura OPC, la misma que es ampliamente utilizada en el control de procesos industriales, todo esto nos servirá para una mejor comprensión de los temas anteriormente antes descritos, para dar la solución lo más óptima posible, durante el desarrollo del Sistema de Almacenamiento Inteligente.

2.2. Fundamentos de los Sistemas de Automatización

2.2.1. Historia

La primera aplicación que uso la automatización que se conoce proviene del año 230 antes de Cristo, año en el que el griego Philon desarrolló una lámpara de aceite con control de nivel. En lo transcurrido de estos 2000 años, el contenido de la automatización ha cambiado notablemente. En este sentido se pueden diferenciar tres fases:

La primera fase llega hasta el comienzo del siglo pasado, en la que el componente central es el mecánico.

Luego en la segunda fase, hubo un desarrollo muy grande y acelerado de la automatización gracias a la introducción de los componentes eléctricos y electrónicos.

En la actualidad la automatización se encuentra ya en la tercera fase gracias a la puesta en funcionamiento de la computación y la informática

2.2.2. Definición

Según Fernando Ureñas [1] Automatizar quiere decir: “Emplear medios artificiales, de tal forma que un proceso transcurra de forma automática. En una planta esto significa equiparla con autómatas de tal forma que trabaje automáticamente. Un autómata es un sistema artificial, que sigue un programa de forma propia o automática. Gracias al programa el sistema debe tomar decisiones basado en las entradas y el estado del sistema, para de esta forma cumplir con tareas asignadas”.

2.2.3. Evolución

La automatización ha penetrado en nuestras vidas cotidianas, y a saber cada vez más fuertemente, aún así es cada vez menos percibida. Por ejemplo la automatización ha sido determinante en la reducción de costos de las materias primas y los productos terminados, principalmente en las industrias de producción en masa. Esto gracias a los bajos costes de mantenimiento de la mayoría de los autómatas. La disminución de precios hace que los productos puedan ser adquiridos por una mayor cantidad de personas y hacen el mercado más competitivo. Además en los países industrializados, la automatización ha contribuido al incremento del tiempo libre y/o el aumento de los salarios de los trabajadores, ya que estos se concentran en tareas más especializadas y que requieren mayor formación académica.

Sin embargo este aspecto del empleo es delicado. La mayoría de economistas defienden la automatización, argumentando que la automatización solamente desplaza trabajadores, es decir que estos trabajadores son contratados en otras empresas que aun no han automatizado sus procesos, o se dedican a otras tareas. Además la automatización genera empleos en fabricación y mantenimiento de los equipos.

2.2.4. Campos de Aplicación

Se pueden diferenciar dos campos fundamentales de la automatización.

- Por un lado los procesos pueden ser automatizados. Por ejemplo el medir automáticamente sin la intervención adicional del hombre, diversas variables en una planta de producción, en líneas generales, cuando se

habla de automatización, inmediatamente viene a la mente la idea de una fábrica automatizada. Como ejemplo más emblemático de esta aplicación se puede citar a una línea de fabricación de coches, en la que a lo largo de 24 horas de producción continua se pueden fabricar más de 1000 coches.



Figura II.1 Fabricación de Autos.¹

- Pero además también se pueden automatizar las tareas. A modo de ejemplo “la generación automática de código fuente” de un diagrama; es decir el usuario genera el programa gráficamente, por ejemplo en forma de un diagrama UML y el computador genera automáticamente el código necesario. Estas herramientas son cada vez de mas significancia para los desarrolladores, ya que les permite ahorrarse mucho tiempo, además de hacer más intuitivo el trabajo

¹ Planta de ensamblaje de vehículos automatizada.

2.2.5. Razones para Automatizar

Las tareas que requieren mover información entre usuarios y departamentos, y que sirven para tomar decisiones, se llevan a cabo de forma manual en un buen número de Organizaciones. Este hecho puede suponer importantes costos, es un método propenso a cometer errores, ineficiente y difícil de controlar. No solo eso, sino que además, estos procesos manuales no fomentan la responsabilidad, y pueden poner en peligro las relaciones externas y los compromisos de la compañía.

Hoy en día, las organizaciones más eficaces están integrando herramientas que automatizan los procesos de negocio y mejoran, en algunos casos de forma espectacular, la responsabilidad de los usuarios y la conformidad con los requerimientos empresariales.

Racionaliza los Procesos Repetitivos.

Gracias a la automatización se puede eliminar tareas repetitivas que involucran la gestión y distribución de documentos, desde simples tareas departamentales hasta complejos procesos a nivel de toda la organización, también permite a las organizaciones estandarizar y racionalizar estas actividades, y supervisar el progreso de las mismas, eliminando rutinas en las que es fácil cometer errores.

Hace sencillos los continuos Procesos de Mejora.

La automatización crea cada vez mejores tecnologías y herramientas suficientemente probadas para hacer que el diseño, desarrollo y la distribución de procesos, reglas y condiciones sean sencillos. También

proporciona metodologías, así como herramientas de sencillo manejo que permiten incluso a personal no estrictamente técnico la definición y distribución de flujos de trabajo.

Reduce Costos y ofrece un rápido Retorno de la inversión (ROI).

La automatización logra un rápido “Retorno de la Inversión” (ROI) al eliminar procesos que consumen tiempo y costosas rutinas manuales, conectando al personal con la información y los procesos que necesitan para mejorar los ingresos y recortar los gastos.

Permite implementar los procesos de automatización, en base a estándares.

Actualmente se cuenta con estándares y reglas estrictas sobre cómo deben las organizaciones procesar, grabar, divulgar y controlar información. De este modo se puede gestionar el acceso a los procesos, así como a la información, garantizando la seguridad y privacidad de los mismos.

Además se puede mantener un seguimiento durante todo el proceso para determinar quien, donde y cuando fallaron las tareas de automatización.

Ahorra Tiempo y previene Cuellos de Botella en la toma de Decisiones

Con la implementación de Sistemas Automatizados, se puede asignar tareas a usuarios individuales o a grupos de usuarios, y se generan automáticamente notificaciones por correo electrónico para informar a los usuarios de sus tareas pendientes. Lo que incrementa la flexibilidad. Las tareas permanecen en las listas hasta que se completan, y no pueden

perderse, borrarse o ignorarse. Pueden usarse reglas de tiempo para reasignar una tarea si no se lleva a cabo en el tiempo establecido.

Facilita unas Relaciones más cercanas con Clientes y Proveedores

Los sistemas de Automatización se pueden integrar con otras aplicaciones y puede llevar embebidos vínculos a correos, tareas, archivos XML y servicios Web, para incluir a clientes y proveedores dentro de un flujo de trabajo interno. Esto mejora la cadena de suministros, reduce pérdidas de tiempo, expande el grupo de trabajo más allá de los límites de la organización y capacitar al personal para recibir información y tareas, analizarlas y actuar en consecuencia.

Conserva el nivel de producción de las empresas en situaciones especiales.

Las Organizaciones pueden bajar el nivel de producción si el personal falta al trabajo, es reasignado a otro departamento, es despedido o abandona su puesto. Este vacío puede ser costoso, consumir demasiado tiempo y dar lugar a retrasos innecesarios.

Los sistemas de Automatización ayudan a mantener el nivel de producción y más aun, pueden conservar el conocimiento electrónicamente, documentando y automatizando pasos y aprobaciones del flujo de trabajo, a través del proceso. Esto ayuda a que la información vital de la Organización se conserve.

Proporciona Flexibilidad para el desarrollo de interfaces amigables a los usuarios.

Actualmente existe un sinnúmero de Lenguajes de Programación que permiten desarrollar interfaces muy intuitivas y fáciles de manejar, las cuales pueden contar con asistentes, emuladores, etc.

2.3. Mecatrónica

2.3.1. Definición

Según el ingeniero Tetsuro Mori (1969) [2] el término Mecatrónica significa: “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”.

Otra definición de Mecatrónica propuesta por J.A. Rietdijk [3] nos dice: "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".

Existen, claro está, otras versiones de esta definición, pero ésta claramente enfatiza que la Mecatrónica está dirigida a las aplicaciones y al diseño.

2.3.2. Aplicaciones

Actualmente la Mecatrónica es aplicada para brindar soluciones en los siguientes ámbitos:

Seguridad: por medio de la automatización se puede incrementar la seguridad en el sitio de trabajo. Por ejemplo en ambientes de trabajo peligrosos como en el caso de la fundición o la fragua, si el proceso es automatizado, se reducirían los accidentes físicos de los trabajadores.

Humanización: La humanización de los puestos de trabajo juega un rol muy importante a la hora de incentivar la automatización. Esto significa que tanto el trabajo en sí mismo, como también las condiciones del entorno pueden ser amenizadas. Por ejemplo pueden instalarse máquinas que realicen las tareas más difíciles, o las que se llevan a cabo bajo condiciones de entorno extremas como por ejemplo altas temperaturas, o altos niveles de ruido o de contaminación. El trabajador puede así concentrarse cada vez más en el controlar, supervisar o planear, y de esta manera evitar los riesgos a la salud.

Calidad: La calidad del producto se puede mejorar mediante la automatización, debido a que se suprimen deficiencias humanas como falta de atención o cansancio.

Racionalización: Racionalizar, desde el punto de vista empresarial juega un rol relevante. A través de la racionalización se pueden reducir los costos en una gran cantidad o se posibilita una expansión de la empresa. En caso de carencia de mano de obra, la producción se puede mantener en pie mediante un aumento de la maquinaria. En este sentido se debe tener en cuenta que el Racionalizar no

necesariamente va acompañado de una disminución de puestos de trabajo, sino que puede significar una verdadera reestructuración de la empresa.

2.4. Sistemas Neumáticos

2.4.1. Definición

El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos.

El descubrimiento consciente del aire como medio - materia terrestre - se remonta a muchos siglos, lo mismo que un trabajo más o menos consciente con dicho medio.

De los antiguos griegos procede la expresión "Pneuma", que designa la respiración, el viento y, en filosofía, también el alma.

Como derivación de la palabra "Pneuma" se obtuvo, entre otras cosas el concepto Neumática que trata los movimientos y procesos del aire.

Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta el siglo pasado cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento y sus reglas. Sólo desde aprox. 1950 podemos hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación.

Es cierto que con anterioridad ya existían algunas aplicaciones y ramos de explotación como por ejemplo en la minería, en la industria de la construcción y en los ferrocarriles (frenos de aire comprimido).

La irrupción verdadera y generalizada de la neumática en la industria no se inició, sin embargo, hasta que llegó a hacerse más acuciante la exigencia de una automatización y racionalización en los procesos de trabajo.

A pesar de que esta técnica fue rechazada en un inicio, debido en la mayoría de los casos a falta de conocimiento y de formación, fueron ampliándose los diversos sectores de aplicación.

En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en los ramos industriales más variados se utilicen aparatos neumáticos.

2.4.2. Ventajas de la Neumática

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.
- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables
- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.
- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- Energía limpia
- Cambios instantáneos de sentido

2.4.3. Desventajas de la Neumática

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- Altos niveles de ruido generados por la descarga del aire hacia la atmósfera.

2.4.4. Propiedades del aire comprimido

Causará asombro el hecho de que la neumática se haya podido expandir en tan corto tiempo y con tanta rapidez. Esto se debe, entre otras cosas, a que en la solución de algunos problemas de automatización no puede disponerse de otro medio que sea más simple y más económico.

¿Cuáles son las propiedades del aire comprimido que han contribuido a su popularidad?

- **Abundante:** Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- **Transporte:** El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- **Almacenable:** No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en

depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).

- **Temperatura:** El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- **Antideflagrante:** No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
- **Limpio:** El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.
- **Constitución de los elementos:** La concepción de los elementos de trabajo es simple si, por tanto, precio económico.
- **Velocidad:** Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones.)
- **A prueba de sobrecargas:** Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas.
- Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.

- **Preparación:** El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- **Compresible:** Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- **Fuerza:** El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp).
- **Escape:** El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes.
- **Costos:** El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara ; este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y el buen rendimiento (cadencias elevadas).

2.4.5. Rentabilidad de los equipos neumáticos

Como consecuencia de la automatización y racionalización, la fuerza de trabajo manual ha sido reemplazada por otras formas de energía; una de éstas es muchas veces el aire comprimido

Ejemplo: Traslado de paquetes, accionamiento de palancas, transporte de piezas etc.

El aire comprimido es una fuente cara de energía, pero, sin duda, ofrece indudables ventajas. La producción y acumulación del aire comprimido, así

como su distribución a las máquinas y dispositivos suponen gastos elevados. Pudiera pensarse que el uso de aparatos neumáticos está relacionado con costos especialmente elevados. Esto no es exacto, pues en el cálculo de la rentabilidad es necesario tener en cuenta, no sólo el costo de energía, sino también los costos que se producen en total. En un análisis detallado, resulta que el costo energético es despreciable junto a los salarios, costos de adquisición y costos de mantenimiento.

2.4.6. Válvulas Neumáticas

Los circuitos neumáticos están constituidos por los actuadores que efectúan el trabajo y por aquellos elementos de señalización y de mando que gobiernan el paso del aire comprimido, y por lo tanto la maniobra de aquellos, denominándose de una manera genérica válvulas. Estos elementos tienen como finalidad mandar o regular la puesta en marcha o el paro del sistema, el sentido del flujo, así como la presión o el caudal del fluido procedente del depósito regulador.

Según su función las válvulas se subdividen en los grupos siguientes:

1. Válvulas de vías o distribuidoras
2. Válvulas de bloqueo
3. Válvulas de presión
4. Válvulas de caudal y de cierre

Válvulas distribuidoras

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de seguir el aire en cada momento, gobernando a la postre el sentido de desplazamiento de los actuadores. Trabajan en dos o más posiciones fijas determinadas. En principio, no pueden trabajar en posiciones intermedias.

Válvulas de caudal y de cierre

Estas válvulas tienen como finalidad regular el caudal que las atraviesan y con ello controlar la velocidad de los vástagos de los cilindros. Lo anterior se consigue estrangulando la sección de paso, de manera similar a una simple estrangulación.

Estas válvulas lo que producen es una pérdida de carga y ésta conduce a reducir el caudal. Es frecuente que la sección de paso pueda ser modificada desde el exterior.

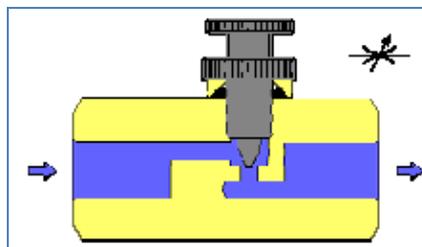


Figura II. 2. Válvula reguladora de caudal bidireccional.

Las válvulas de cierre tienen como finalidad abrir y cerrar un circuito, sin posiciones intermedias.

Válvula reguladora de caudal

Se trata de un bloque que contiene una válvula de estrangulación en paralelo con una válvula anti retorno. La estrangulación, normalmente regulable desde el exterior, sirve para variar el caudal que lo atraviesa y, por lo tanto, para regular

la velocidad de desplazamiento del vástago de un cilindro. También se conoce por el nombre de regulador de velocidad o regulador unidireccional.

La válvula anti retorno cierra el paso del aire en un sentido y el aire ha de circular forzosamente por la sección estrangulada. En el sentido contrario, el aire circula libremente a través de la válvula anti retorno abierta. Las válvulas anti retorno y de estrangulación deben montarse lo más cerca posible de los cilindros.

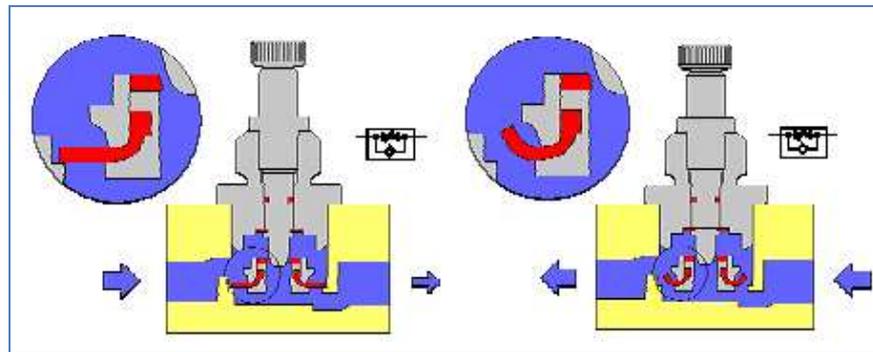


Figura II.3. Regulador de caudal unidireccional

Se utilizan para aminorar y regular la velocidad del vástago de un cilindro, de simple o doble efecto. Según como se disponga la válvula anti retorno se consigue regular la velocidad del vástago en uno u otro sentido. En la Figura 4-26 se muestran esquemas correspondientes a la regulación de un cilindro de simple efecto donde se controla la velocidad del vástago en su salida y entrada respectivamente.

La válvula de arranque progresivo

Se trata de una válvula de uso muy extendido recientemente. Se coloca a continuación de la unidad de mantenimiento y su misión es evitar movimientos incontrolados de los actuadores en la puesta en marcha de la instalación.

Después de todo paro de una instalación neumática que haya implicado su purga, es decir que la instalación esté sin aire a presión en ninguna de las cámaras de los elementos de trabajo, si el arranque se realiza sin tomar precauciones se pueden producir movimientos bruscos de los actuadores y choques destructivos. Las válvulas de arranque progresivo garantizan un aumento gradual de la presión en la instalación actuando sobre la velocidad de llenado. Así cada uno de los elementos de trabajo retorna a su posición de partida de una forma lenta y controlada. La válvula en sí es una válvula 2/2 que en una de las posiciones el paso es regulado y en la otra está totalmente abierta. Además se pilota neumáticamente desde la toma de trabajo tal y como se ve en su símbolo.

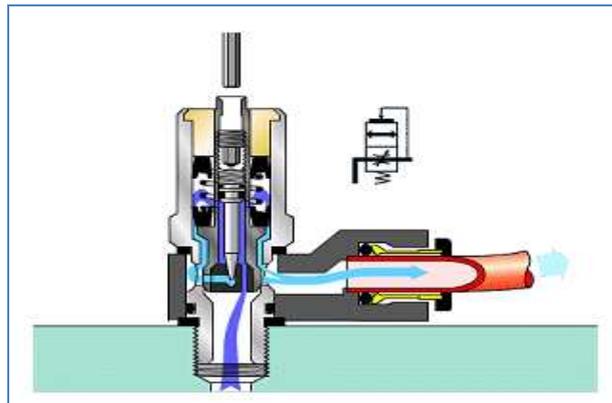


Figura II.4. Válvula de arranque progresivo

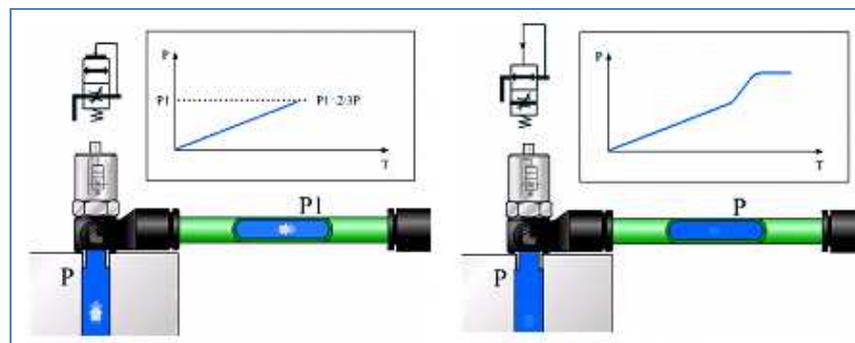


Figura II.5. La presión p1 aumenta progresivamente

Cuando la presión de utilización llega a $\frac{2}{3}$ de la alimentación, el paso total queda restablecido y el aumento de presión a consumo nulo es brusco. Que esa presión se alcance antes o después dependerá del ajuste del restrictos de caudal mediante el giro del tornillo tal y como se ve en la figura.

2.5. Relés

Un relé es un interruptor accionado por un electroimán. Un electroimán está formado por una barra de hierro dulce, llamada núcleo, rodeada por una bobina de hilo de cobre (Fig. Izquierda). Al pasar una corriente eléctrica por la bobina (Fig. Derecha) el núcleo de hierro se magnetiza por efecto del campo magnético producido por la bobina, convirtiéndose en un imán tanto más potente cuanto mayor sea la intensidad de la corriente y el número de vueltas de la bobina.

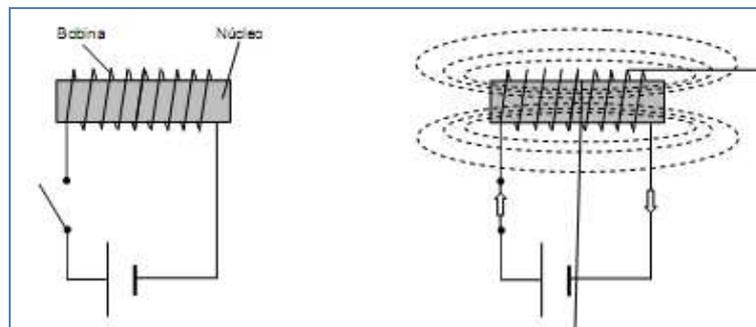


Figura II.6. Esquema de un RELE

Al abrir de nuevo el interruptor y dejar de pasar corriente por la bobina, desaparece el campo magnético y el núcleo deja de ser un imán.

El relé más sencillo está formado por un electroimán como el descrito anteriormente y un interruptor de contactos (Fig. 3). Al pasar una pequeña corriente por la bobina, el núcleo se imanta y atrae al inducido por uno de sus extremos, empujando por el otro a uno de los contactos hasta que se juntan, permitiendo el

paso de la corriente a través de ellos. Esta corriente es, normalmente, mucho mayor que la que pasa por la bobina.

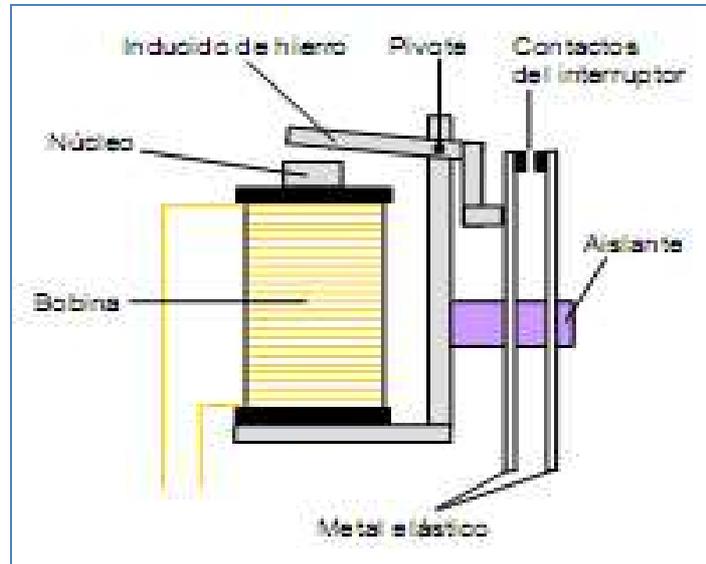


Figura II.7. Partes de un Relé

La bobina se representa por un rectángulo alargado con una línea a 45° que lo atraviesa en su parte central. El interruptor de contactos se representa como un interruptor normal. Entre la bobina y el interruptor se establece un vínculo mediante una línea de trazos, para dar a entender que el interruptor se cierra por efecto de la bobina.

2.5.1. Tipos De Relés

El relé que hemos visto hasta ahora funciona como un interruptor. Está formado por un contacto móvil o polo y un contacto fijo. Pero también hay relés que funcionan como un conmutador, porque disponen de un polo (contacto móvil) y dos contactos fijos:

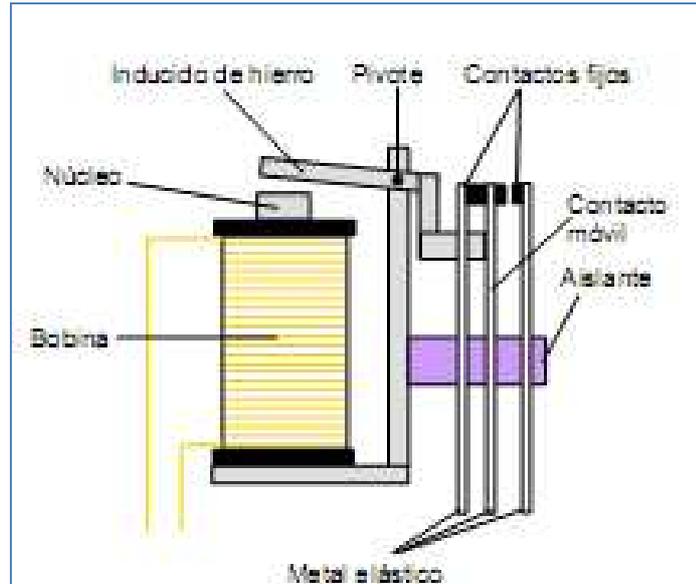


Figura II.8. Relé Tipo Conmutador

Cuando no pasa corriente por la bobina el contacto móvil está tocando a uno de los contactos fijos (en la Figura el de la izquierda). En el momento que pasa corriente por la bobina, el núcleo atrae al inducido, el cual empuja al contacto móvil hasta que toca al otro contacto fijo (el de la derecha).

También existen relés con más de un polo (contacto móvil) siendo muy interesantes para los proyectos de Tecnología los relés conmutadores de dos polos y los de cuatro polos.

2.5.2. Control De Un Motor Mediante Relé

En muchos proyectos de Tecnología es necesario controlar el giro, en ambos sentidos, de un pequeño motor eléctrico de corriente continua. Dicho control puede hacerse con una llave de cruce o con un conmutador doble, pero también podemos hacerlo con un relé, como veremos a continuación.

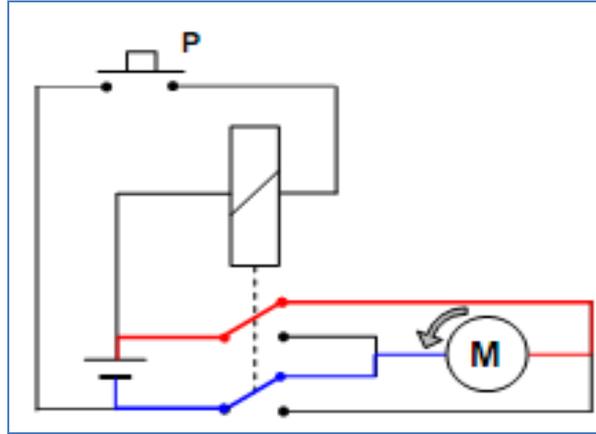


Figura II.9. Control de un Motor

Observe como la bobina del relé se ha conectado a la pila a través de un pulsador NA (normalmente abierto) que designamos con la letra P. El motor se ha conectado a los contactos fijos del relé del mismo modo que si se tratase de un conmutador doble. Los dos polos del relé se conectan a los borne de la pila.

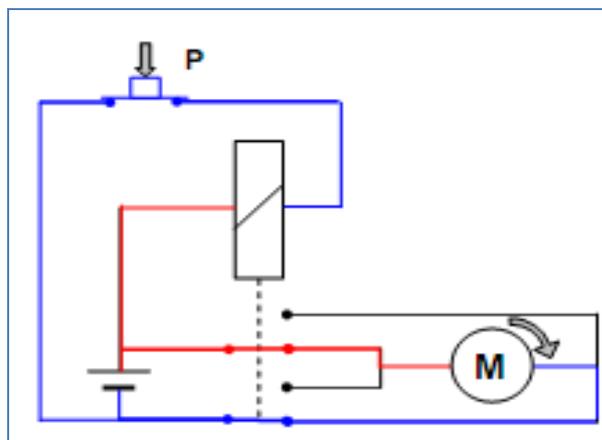


Figura II.10. Giro del Motor en sentido Horario.

En esta situación al motor le llega la corriente por el borde derecho y le sale por el izquierdo, girando en sentido anti horario tal como se muestra en la anterior figura. Al accionar el pulsador P suministramos corriente a la bobina del relé, haciendo ésta que los contactos móviles cambien de posición, con lo cual la

corriente le llega al motor por su borne izquierdo y le sale por el derecho, girando en sentido horario.

El tipo de control descrito tiene dos inconvenientes:

- a) el motor no se para nunca
- b) hay que mantener accionado el pulsador para que el motor gire en uno de los dos sentidos.

El problema de parar el motor automáticamente se soluciona mediante interruptores finales de carrera, accionados por el elemento móvil (por ejemplo, una puerta corredera). Dichos interruptores deben colocarse en los cables que conectan el motor con el relé, de manera que corten la corriente del motor en el momento adecuado.

Para no tener que estar accionando de forma continua el pulsador hay dos posibilidades:

- a) Utilizar un interruptor en lugar de un pulsador. Esta solución nos obliga a controlar el motor desde un solo lugar (donde esté el interruptor).
- b) Modificar el circuito que conecta la bobina con la pila, mediante lo que se llama circuito de enganche del relé. Como veremos, esta solución nos permite controlar el motor desde dos puntos diferentes, lo cual es necesario en algunos casos, como por ejemplo si queremos poder abrir y cerrar una puerta de garaje tanto desde dentro como desde fuera del mismo.

2.6. Controladores Lógicos Programables (PLC)

2.6.1. Introducción

El desarrollo e introducción de los relés, hace muchos años, fue un paso gigantesco hacia la automatización e incremento de la producción. La aplicación de los relés hizo posible añadir una serie de lógica a la operación de las máquinas y de esa manera reducir la carga de trabajo en el operador, y en algunos casos eliminar la necesidad de operadores humanos.

Tal vez la inconveniencia más importante de la lógica con relés es su naturaleza fija. La lógica de un panel de relés es establecida por los ingenieros de diseño, se implementa entonces colocando relés en el panel y se alambra como se prescribe.

Mientras que la máquina dirigida por el panel de relés continua llevando a cabo los mismos pasos en la misma secuencia, todo está perfecto, pero cuando existe un re diseño en el producto o un cambio de producción en las operaciones de esa máquina o en su secuencia, la lógica del panel debe ser re diseñada. Si el cambio es lo suficientemente grande, una opción más económica puede ser desechar el panel actual y construir uno nuevo.

Este fue el problema encarado por los productores de automóviles a mediados de los setenta. A lo largo de los años se habían altamente automatizado las operaciones de producción mediante el uso de los relés, cada vez que se necesitaba un cambio, se invertía en él una gran cantidad de trabajo, tiempo y material, sin tomar en cuenta la gran cantidad de tiempo de producción perdido.

La computadora ya existía en esos tiempos y se le dio la idea a los fabricantes de que la clase de control que ellos necesitaban podría ser llevado a cabo con algo similar a la computadora. Las computadoras en sí mismas, no eran deseables para esta aplicación por un buen número de razones. La comunidad electrónica estaba frente a un gran reto: diseñar un artefacto que, como una computadora, pudiese efectuar el control y pudiese fácilmente ser re programada, pero adecuado para el ambiente industrial. El reto fue enfrentado y alrededor de 1969, se entregó el primer controlador programable en las plantas ensambladoras de automóviles de Detroit, Estados Unidos.

Los Controladores Lógicos Programables o PLC (Programmable Logic Controller) son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial.

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

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

Los PLC's están bien adaptados para un amplio rango de tareas de automatización. Estos son típicamente procesos industriales en la manufactura donde el costo de desarrollo y mantenimiento de un sistema de automatización

es relativamente alto contra el costo de la automatización, y donde existirán cambios al sistema durante toda su vida operacional.

Los PLC's contienen todo lo necesario para manejar altas cargas de potencia; se requiere poco diseño eléctrico y el problema de diseño se centra en expresar las operaciones y secuencias en la lógica de escalera (o diagramas de funciones).

2.6.2. Definición

Según la Obra Automatismos [4]: “Un PLC (Controlador Lógico Programable) en sí es una máquina electrónica la cual es capaz de controlar máquinas e incluso procesos a través de entradas y salidas. Las entradas y las salidas pueden ser tanto analógicas como digitales”.

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables ha intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Autómata Programable Industrial (API) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un API

no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra.

2.6.3. Campos de aplicación

Un autómatas programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Tal y como dijimos anteriormente, esto se refiere a los autómatas programables industriales, dejando de lado los pequeños autómatas para uso más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de un cochera o las luces de la casa).

2.6.4. Ventajas

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.

- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómeta.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómeta queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

2.6.5. Desventajas

- Adiestramiento de técnicos.
- Costo.

Al día de hoy los inconvenientes se han hecho nulos, ya que todas las carreras de ingeniería incluyen la automatización como una de sus asignaturas. En cuanto al costo tampoco hay problema, ya que hay autómetas para todas las necesidades y a precios ajustados.

2.6.6. Componentes

Los elementos importantes en un programa para PLC al igual que un alambrado lógico con elementos eléctricos como relevadores son:

- Contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados.
- Bobinas.
- Temporizadores (Timers).
- Contadores.

A continuación se muestran los símbolos de cada elemento a través de siemens:

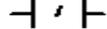
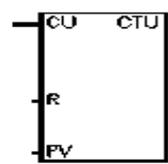
SÍMBOLO	ELEMENTO
CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO	
CONTACTO NORMALMENTE CERRADO	
BOBINA	
TIMERS	
CONTADORES	

Figura II.11. Símbolos de los Componentes de un PLC

Contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados

Un contacto es un elemento eléctrico el cual su principal y única función es abrir y cerrar un circuito eléctrico ya sea para impedir el paso de la corriente o permitir el paso de la misma.

Un contacto es un elemento de entrada. Así lo lee el PLC. Las entradas se representan por medio de la letra I.

Cuando un contacto se activa y éste se cierra (contacto normalmente abierto) este pasa de un estado lógico 0 a un estado lógico de 1.

Cuando un contacto se activa y este se abre (contacto normalmente cerrado) este pasa de un estado lógico 1 a un estado lógico 0.

2.6.7. Bobinas

Las bobinas no son más que un arrollamiento de alambres los cuales al aplicarles un voltaje, estas crearán un fuerte campo magnético.

Por lo tanto las bobinas que actúan en los programas de PLC representan los electroimanes de los relevadores eléctricos.

Las bobinas se consideran como elementos internos del PLC pero estas también representan salidas.

Cuando se representan internamente actúan como electroimanes donde su principal letra característica son: la M y la V.

Cuando representan una salida estos se representan especialmente con la letra Q. (las salidas más comunes representan a motores eléctricos, solenoides, cilindros eléctricos entre otras salidas).

2.6.8. La Norma IEC1131

La incrementada complejidad en la programación de los autómatas programables requiere más que nunca de la estandarización de la misma. Bajo la dirección de la IEC el estándar IEC 1131-3 (IEC 65) para la programación de PLC's ha sido definida. Alcanzó el estado de Estándar Internacional en Agosto de 1992. Los lenguajes gráficos y textuales definidos en el estándar son una fuerte base para entornos de programación potentes en PLC's. Con la idea de hacer el estándar adecuado para un gran abanico de aplicaciones, cinco lenguajes han sido definidos en total:

- Gráfico secuencial de funciones (grafcet).
- Lista de instrucciones (LDI o AWL).
- Texto estructurado.
- Diagrama de flujo.
- Diagrama de contactos. [7]

2.6.9. Lenguajes de programación

Cuando surgieron los autómatas programables, lo hicieron con la necesidad de sustituir a los enormes cuadros de maniobra contruidos con contactores y relés. Por lo tanto, la comunicación hombre - maquina debería ser similar a la utilizada hasta ese momento. El lenguaje usado, debería ser interpretado, con facilidad, por los mismos técnicos electricistas que anteriormente estaban en contacto con la instalación. Estos lenguajes han evolucionado, en los últimos tiempos, de tal forma que algunos de ellos ya no tienen nada que ver con el típico plano eléctrico a relés. [6]

2.6.9.1. Grafico Secuencial de Funciones (GRAFCET)

El gráfico secuencial de funciones (SFC o Grafcet) es un lenguaje gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias del programa. Soporta selecciones alternativas de secuencia y secuencias paralelas. Los elementos básicos son pasos y transiciones. Los pasos consisten de piezas de programa que son inhibidas hasta que una condición especificada por las transiciones es conocida. Como consecuencia de que las aplicaciones industriales funcionan en forma de pasos, el SFC es la forma lógica de especificar y programar el más alto nivel de un programa para PLC.

En este método, se sacan las ecuaciones de cada etapa del grafcet con agilidad, es prácticamente imposible que el circuito falle.

Tiene la desventaja de que se utilizan algunas memorias más, que en implementación eléctrica encarece el circuito, aunque esto dejará de tener

importancia cuando se utilicen autómatas para controlar la instalación, ya que los relés y sus contactos, como otros elementos, son internos del propio autómata, por lo que no se encarece la instalación por utilizar uno más o menos.

Se utilizará para explicar el método la siguiente secuencia.

A | E | A- | C | C-
B-

Lo primero que se haría es hacer el grafcet o gráfico etapa – transición.

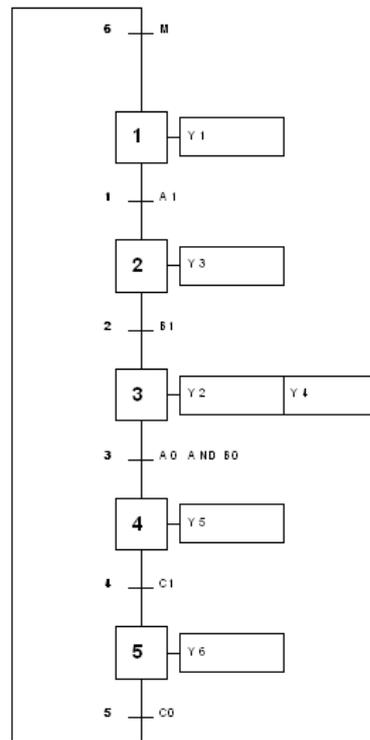


Figura II 12. Secuencia GRAFCET.

Lo siguiente será ir obteniendo las ecuaciones de cada etapa para implementar el circuito de mando con tecnología eléctrica como en el caso anterior.

En algún software de diseño de circuitos, el graficet es suficiente para controlar la secuencia.

Cada etapa se denominará X_n (podría dársele también para seguir con la misma nomenclatura K_n)

Es imprescindible recordar que cada etapa es activada por la anterior junto a las transiciones, realimentada por sí misma y desactivada por la etapa que le sigue.

Recordar que la realimentación es necesaria, ya que las transiciones suelen ser señales momentáneas.

Posteriormente será necesario al realizar el circuito que cada etapa ordene la acción que tiene asignada. [6]

ETAPA 1

$$X1 = (X5 * C_0 * M + X1) * \overline{X2}$$

ETAPA 2

$$X2 = (X1 * A_1 + X2) * \overline{X3}$$

ETAPA 3

$$X3 = (X2 * B_1 + X3) * \overline{X4}$$

ETAPA 4

$$X4 = (X3 * A_0 * B_0 + X4) * \overline{X5}$$

ETAPA 5

$$X5 = (X4 * C_1 + X5) * \overline{X1}$$

Acciones:

$$X1 = Y1$$

$$X2 = Y3$$

$$X3 = Y2 \& Y4$$

$$X4 = Y5$$

$$X5 = Y6$$

2.6.9.2. 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. [6]

000	LD	%I0.1	Bp. inicio ciclo
	AND	%I0.0	Dp. presencia vehículo
	AND	%M3	Bit autorización reloj calendario
	AND	%I0.5	Fc. alto rodillo
	AND	%I0.4	Fc. detrás pórtico
005	S	%M0	Memo inicio ciclo
	LD	%M2	
	AND	%I0.5	
	OR	%I0.2	Bp. parada ciclo
	R	%M0	
010	LD	%M0	
	ST	%Q0.0	Piloto ciclo

Figura II.13. Programación con Lista de Instrucciones

2.6.9.3. Texto Estructurado

El texto estructurado (structured text o ST) es un lenguaje de alto nivel estructurado por bloques que posee una sintaxis parecida al PASCAL. El ST puede ser empleado para realizar rápidamente sentencias complejas que manejen variables con un amplio rango de diferentes tipos de datos, incluyendo valores analógicos y digitales. También se especifica tipos de datos para el manejo de horas, fechas y temporizaciones, algo importante en procesos industriales. El lenguaje posee soporte para bucles iterantes como REPEAT UNTIL, ejecuciones condicionales empleando sentencias IF-THEN-ELSE y funciones como SQRT() y SIN(). [7]

2.6.9.4. Diagrama de Contactos (Ladder)

Diagrama ladder (escalera) es un lenguaje de programación que permite representar gráficamente el circuito de control de un proceso dado mediante el uso simbólico de contactos N.A. y N.C., temporizadores, contadores, registros de desplazamiento, relés, etc. El lenguaje de programación LADDER (escalera) permite representar gráficamente el circuito de control de un proceso dado mediante el uso simbólico de contactos N.A. y N.C., temporizadores, contadores, registros de desplazamiento, relés, etc. Este tipo de lenguaje debe su nombre a su similitud con los diagramas eléctricos de escalera.

El programa en lenguaje LADDER, es realizado y almacenado en la memoria del PLC (sólo en ciertos tipos de PLC's que están preparados para ello) por un individuo (programador). El PLC lee el programa LADDER de

forma secuencial (hace un scan o barrido), siguiendo el orden en que los renglones (escalones de la escalera) fueron escritos, comenzando por el renglón superior y terminando con el inferior.

En este tipo de programa cada símbolo representa una variable lógica cuyo estado puede ser verdadero o falso. Dispone de dos barras verticales que representan a la alimentación eléctrica del diagrama; la barra vertical izquierda corresponde a un conductor con tensión y la barra vertical derecha corresponde a la tierra o masa [8].

2.7. OPC

2.7.1. Introducción

OPC (OLE for Process Control) OPC se basa en la tecnología OLE/COM (*Object Linking and Embedding / Component Object Model*) de Microsoft.

Esta es la tecnología que permite que componentes de software (escritos en C y C++ por expertos en un sector) sean utilizados por una aplicación (escrita en Delphi o Visual Basic para otro sector).

De esta forma se desarrollarán componentes en C y C++ que encapsulen los detalles de acceder a los datos de un dispositivo, de manera que quienes desarrollen aplicaciones empresariales puedan escribir código en Visual Basic que recoja y utilice datos de planta.

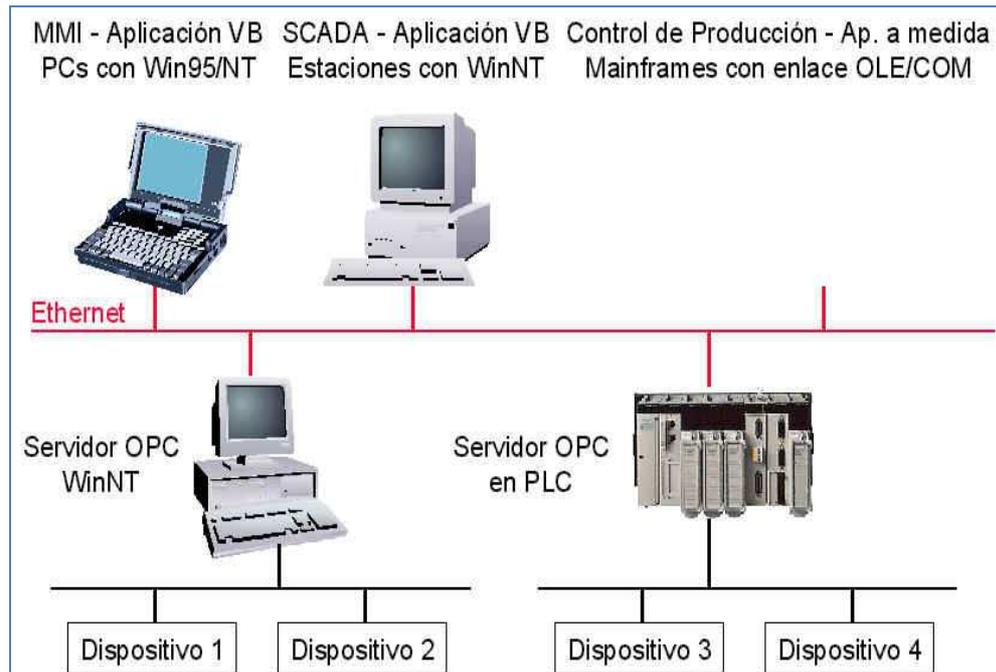


Figura II.14. Integración de sistemas heterogéneos con OPC

El diseño de los interfaces OPC soporta arquitecturas distribuidas en red. El acceso a servidores OPC remotos se hace empleando la tecnología DCOM (*Distributed COM*) de Microsoft.

OPC, es un mecanismo estándar de comunicación, que interconecta en forma libre, numerosas fuentes de datos donde se incluyen dispositivos de planta en la fábrica. Su arquitectura, de comunicación abierta, se concentra en el acceso a datos y no en el tipo de datos. Por eso es denominado en forma más específica OPC-DA (OPC Acceso a Datos) [9]

2.7.2. Evolución

La especificación OPC - 1

La arquitectura informática para la industria de proceso incluye los siguientes niveles:

- Gestión de campo: información sobre los dispositivos de instrumentación (estado, constitución, configuración, etc.).
- Gestión de proceso: datos sobre el proceso productivo adquiridos y procesados por sistemas SCADA y DCS.
- Gestión de negocio: integración de la información de planta en los sistemas que gestionan los aspectos financieros de la fabricación.

Se trata de que en la industria se puedan utilizar herramientas estándar (paquetes SCADA, bases de datos, hojas de cálculo) para construir un sistema que responda a sus necesidades de mejora de la productividad.

Para ello es necesario desarrollar una arquitectura de comunicaciones abierta y efectiva que se centre en el acceso a los datos, no en los tipos de datos.

La especificación OPC - 2

Hay muchas aplicaciones cliente que requieren datos de dispositivos y acceden a ellos desarrollando controladores o drivers de forma independiente. Esto implica:

- Duplicación de esfuerzos: todos los programas necesitan un driver para un determinado hardware.
- Falta de consistencia entre drivers: hay características del hardware no soportadas por todos los drivers.
- Cambios en el hardware: hacen que los drivers queden obsoletos.
- Conflictos de acceso: generalmente, dos programas no pueden acceder simultáneamente al mismo dispositivo puesto que poseen drivers independientes.

Los fabricantes de hardware no pueden desarrollar un driver eficiente utilizable por todos los clientes debido a las diferencias de protocolos entre clientes.

OPC proporciona un mecanismo para extraer datos de una fuente y comunicarlos a cualquier aplicación cliente de manera estándar. Los fabricantes de hardware pueden desarrollar servidores optimizados para recoger datos de sus dispositivos. Dando al servidor un interfase OPC permite a cualquier cliente acceder a dichos dispositivos.

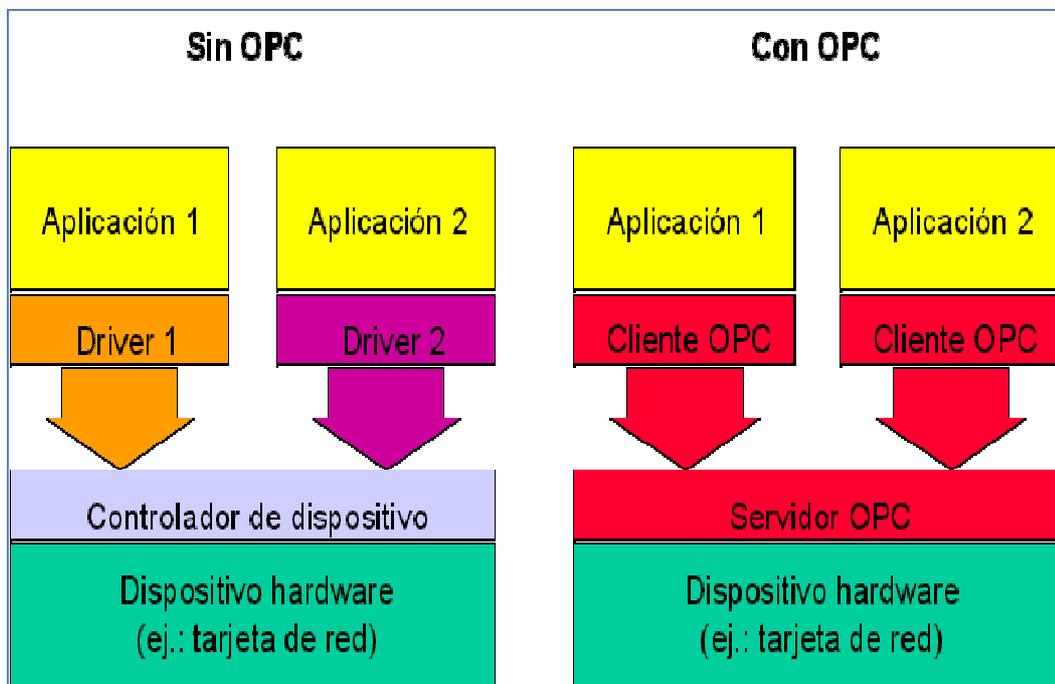


Figura II.15. Funcionamiento de OPC

2.7.3. Arquitectura de un Servidor OPC

Un servidor OPC se compone de varios objetos que se ajustan a la norma COM:

- El objeto servidor: contiene información sobre la configuración del servidor OPC y sirve de contenedor para los objetos tipo grupo.

- El objeto grupo: sirve para organizar los datos que leen y escriben los clientes (ej.: valores en una pantalla MMI o en un informe de producción). Se pueden establecer conexiones por excepción entre los clientes y los elementos de un grupo. Un grupo puede ser público, es decir, compartido por varios clientes OPC.
- El objeto ítem: representa conexiones a fuentes de datos en el servidor (no son las fuentes de datos en sí). Tiene asociados los atributos Value, Quality y Time Stamp. Los accesos a los ítems OPC se hacen a través de los grupos OPC y los clientes pueden definir el ritmo al cual el servidor les informa sobre cambios en los datos.

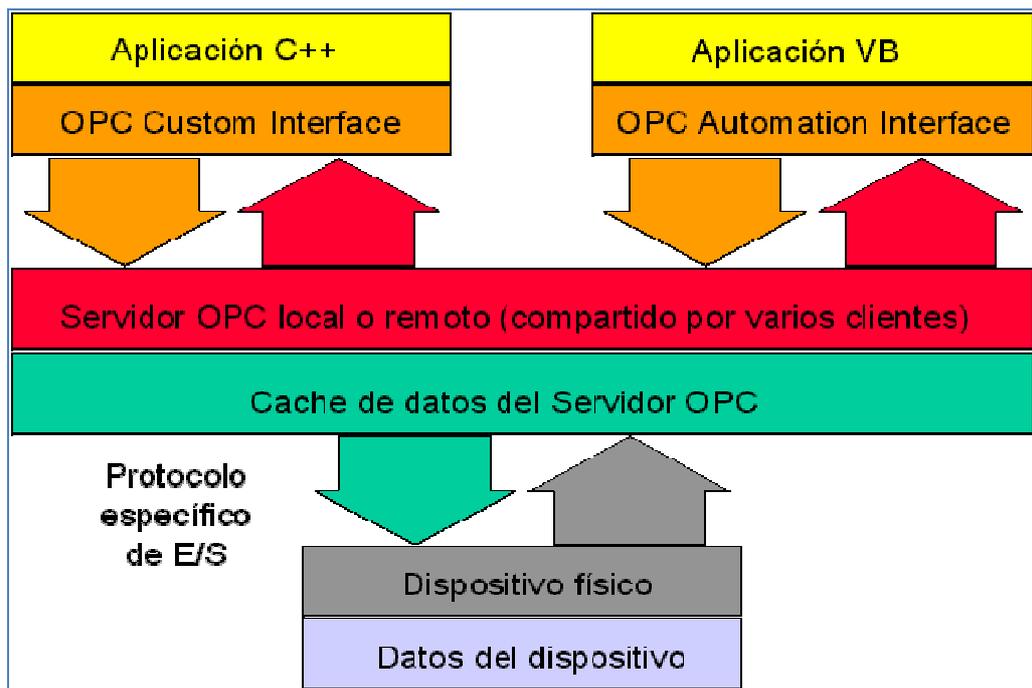


Figura II.16. Estructura general de un componente OPC.

El acceso a los objetos COM se hace a través de interfaces, que son lo único que ven los clientes OPC. Los objetos descritos son representaciones lógicas

que no tienen porqué coincidir con la implementación que se haga del servidor OPC.

Arquitectura unificada OPC (OPC UA)

Refleja el objetivo de Microsoft de retirar DCOM en favor de .NET y arquitecturas orientadas a servicio.

OPC UA integra la funcionalidad de las anteriores especificaciones (OPC DA, OPC-HDA, OPC A & E, OPC-DX, etc).

OPC UA abandona COM / DCOM en favor de dos transportes:

SOAP / HTTP (S) y un mensaje binario codificado en la parte superior de TCP.

Es prematuro evaluar la seguridad de OPC UA en relación con DCOM, ya que el OPC UA API de seguridad aún están en desarrollo. Sin embargo, dado que ahora existe una mayor conciencia en la OPC Foundation, proveedores OPC , y Microsoft para la necesidad de seguridad, hay poca duda de que .NET proporcionará una base más segura que COM / DCOM.

También hacen que el desarrollo de clientes y servidores OPC en plataformas que no sean de Microsoft mucho más fácil.

Seguridad

Existen tres niveles de seguridad OPC:

Seguridad Inválida: Libre acceso entre Cliente/Servidor.

Seguridad DCOM: Clientes seleccionados tienen acceso limitado a servidores OPC. No hay un control total sobre sistemas operativos como Linux, Unix o Suse.

Seguridad OPC: El Servidor OPC sirve como un regulador de control de acceso a fabricantes de sistemas operativos como Linux y Unix sobre objetos específicos de acceso restringido que son expuesto por el Servidor OPC

2.8. Sensórica

2.8.1. Introducción

Los sensores han sido parte importante en la evolución de la Mecatrónica y más precisamente en la Robótica por tal motivo trataremos de entender los sensores desde la perspectiva de los robots. Un robot se puede definir como un sistema electro-mecánico e informático que interactúa con el medio. Los robots tal y como los concebimos actualmente, necesitan relacionarse con su alrededor para poder llevar a cabo sus actividades.

La actividad global de cualquier robot se puede entender como la sucesión de las siguientes cinco fases o actividades:

- I. Medida
- II. Modelaje
- III. Percepción
- IV. Planificación
- V. Acción

Las tres primeras actividades están encaminadas a que el robot pueda percibir lo que está pasando en su entorno. La planificación consiste en, a partir de la información percibida, tomar las decisiones oportunas para desarrollar su actividad. Por último, la acción consiste en la ejecución de las tareas planificadas en la fase anterior.

Para un informático, la fase que puede resultar más atractiva es la de la planificación, ya que es en la que se concentra la mayor parte de la actividad "inteligente" del robot. Sin embargo, un robot no podría hacer nada sino pudiera "medir" de alguna forma lo que le interesa del medio en el que se desarrolla su actividad. Para poder realizar esta primera (y fundamental) fase, los robots disponen de unos dispositivos llamados **SENSORES**.

Desde el punto de vista de la forma de la variable de salida, podemos clasificar los sensores en dos grupos: analógicos, en los que la señal de salida es una señal continua, analógica; y digitales, que transforman la variable medida en una señal digital, a modo de pulsos o bits. En la actualidad los sensores más empleados son los digitales, debido sobre todo a la compatibilidad de su uso con los ordenadores.

Después de esta introducción, lo lógico sería pasar a comentar los distintos tipos de sensores existentes, así como sus principales características. Sin embargo esto plantea el problema de clasificar los sensores de alguna forma. Podemos clasificar los sensores por la variable que miden (velocidad, proximidad, ...), por el principio físico en el que se basa su funcionamiento (efecto Hall, ...), por la tecnología en la que se basan (silicio, electro-mecánica,...) ,la relación entre el sensor y la característica a medir (contacto, sin contacto), etc.

En el desarrollo del presente trabajo nos basaremos en una clasificación general que engloba a los sensores en dos grandes grupos, según la relación de la variable a medir con el sensor: **INTERNOS** y **EXTERNOS**. Además, dentro de cada gran grupo, distinguiremos distintos tipos según la variable que midan e

iremos comentando para cada caso otros aspectos como la tecnología en la que se pueden basar.

2.8.2. Clasificación

2.8.2.1. Sensores inductivos

Consiste en un dispositivo conformado por:

- Una bobina y un núcleo de ferrita.
- Un oscilador.
- Un circuito detector (etapa de conmutación)
- Una salida de estado sólido.

El oscilador crea un campo de alta frecuencia de oscilación por el efecto electromagnético producido por la bobina en la parte frontal del sensor centrado con respecto al eje de la bobina. Así, el oscilador consume una corriente conocida. El núcleo de ferrita concentra y dirige el campo electromagnético en la parte frontal, convirtiéndose en la superficie activa del sensor.

Cuando un objeto metálico interactúa con el campo de alta frecuencia, se inducen corrientes EDDY en la superficie activa. Esto genera una disminución de las líneas de fuerza en el circuito oscilador y, en consecuencia, desciende la amplitud de oscilación. El circuito detector reconoce un cambio específico en la amplitud y genera una señal, la cual cambia (pilotea) la salida de estado sólido a “ON” u “OFF”. Cuando se retira el objeto metálico del área de sensor, el oscilador genera el campo, permitiendo al sensor regresar a su estado normal.

2.8.2.2. Sensor capacitivo

Un sensor capacitivo es adecuado para el caso de querer detectar un objeto no metálico. Para objetos metálicos es más adecuado escoger un sensor inductivo.

Para distancias superiores a los 40 mm es totalmente inadecuado el uso de este tipo de sensores, siendo preferible una detección con sensores ópticos o de barrera. Los sensores capacitivos funcionan de manera similar a un capacitor simple.

La lámina de metal en el extremo del sensor está conectado eléctricamente a un oscilador.

El objeto que se detecta funciona como una segunda lámina. Cuando se aplica energía al sensor el oscilador percibe la capacitancia externa entre el objetivo y la lámina interna.

Los sensores capacitivos funcionan de manera opuesta a los inductivos, a medida que el objetivo se acerca al sensor capacitivo las oscilaciones aumentan hasta llegar a un nivel límite lo que activa el circuito disparador que a su vez cambia el estado del switch.

Aplicaciones típicas

- Detección de prácticamente cualquier material
- Control y verificación de nivel, depósitos, tanques, cubetas
- Medida de distancia
- Control del bucle de entrada-salida de máquinas
- Control de tensado-destensado, dilatación

2.8.2.3. Sensores Ultrasónicos

Existe una línea versátil de sensores que incluyen 30 mm de laminilla metal y albergues plásticos en dos estilos de albergue rectangulares

Es estrecho, análogo y con rendimientos a dispositivos discretos extensamente, sensor múltiple de posicionamiento detectando los rasgos ambientales del entorno en el que se debe desenvolver, A continuación detallamos algunos:

Los blancos transparentes

Los sensores ultrasónicos son la mejor opción para los blancos transparentes. Ellos pueden descubrir una hoja de película de plástico transparente tan fácilmente como una paleta de madera.

Los Ambientes polvorientos

Los sensores ultrasónicos no necesitan el ambiente limpio, necesitado por los sensores fotoeléctricos. El transductor piezoeléctrico sellado de resina opera bien en muchas aplicaciones polvorientas.

Los blancos Desiguales

Muchas aplicaciones, como el descubrimiento de nivelado inclinado o los materiales desiguales. Éste no es ningún problema para el sensor ultrasónico.

El rasgo importante es directamente la corriente analógica y el voltaje proporcional a la distancia designada. El rendimiento analógico para la industria del tejido que procesa las aplicaciones como la tensión de la vuelta y diámetro del rollo de alfombra, papel, textil o plástico.

Los sensores ultrasónicos no se afecta su señal por vidrio o metal, ni vibraciones generadas por motores, inducidas a través de la línea.

Operando en ambientes difíciles.

Los sensores ultrasónicos están provistos con un potenciómetro para ajustar el límite lejano de la ventana de calibración, la mayoría de las versiones también ofrecen un segundo el potenciómetro para ajustar el límite cercano. Esto permite supresión de blancos en el fondo y primer plano.

Los Indicadores.

Todos los sensores ultrasónicos tienen LEDs que indican el estado del rendimiento. También se indica la presencia designada en el cono sónico.

Aplicaciones típicas:

- Control y verificación de nivel, depósitos, tanques
- Medida de distancia
- Control del bucle de entrada-salida de máquinas
- Control de tensado-destensado

2.8.2.4. Sensores de proximidad

Los sensores de proximidad magnéticos son caracterizados por la posibilidad de distancias grandes de la conmutación, disponible de los sensores con dimensiones pequeñas. Detectan los objetos magnéticos (imanes generalmente permanentes) que se utilizan para accionar el proceso de la conmutación. Los campos magnéticos pueden pasar a través de muchos materiales no magnéticos, el proceso de la conmutación se puede también accionar sin la necesidad de la exposición directa al objeto. Usando los

conductores magnéticos (ej. hierro), el campo magnético se puede transmitir sobre mayores distancias para, por ejemplo, poder llevarse la señal de áreas de alta temperatura. [10].

2.8.2.5. Sensores Reed

El conmutador reed es el principal componente en cualquier sensor reed, entender las características y capacidades del conmutador reed es muy importante en la comprensión del sensor reed.

Hay varias consideraciones en la incorporación de un conmutador reed dentro una cápsula de sensor, tales como daños al conmutador reed por golpes mecánicos y cambio en la sensibilidad debido a la tensión mecánica. Dependiendo del tipo de golpes, el daño puede tomar la forma de una pérdida del sello hermético, un cambio en la sensibilidad, o ninguna operación debido a la rotura de la cápsula de vidrio. Afortunadamente, Hamlin tiene mucha experiencia en sensores reed y produce sensores personalizados, así como sensores estándar reed con altos niveles de calidad y confiabilidad.

Hay muchas opciones en sensores reed. Las cápsulas de los sensores pueden ser de plástico o acero inoxidable. El Montaje puede ser con tornillos o por soldadura a una placa de circuito. Los sensores pueden colocarse en un agujero en su lugar con nueces (sensor de rosca) o con setscrews o clips de retención (sensores petardo). La terminación eléctrica puede ser para una placa de circuito, por un conector integrado, o cables que pueden terminan

en conectores, terminales, fastons, o simplemente conductores sumamente delgados. [11]

Los sensores de tipo "reed" tienen gran difusión al emplearse en muy bajos voltajes, con lo que sirven de indicador de posición a PLCs y, además, por emplearse como indicador de posición de los cilindros neumáticos de émbolo magnético de las marcas que tienen mayor difusión. [12]

Los sensores/conmutadores Reed de proximidad (frecuentemente referidos como sensores magnéticos) son muy tolerantes al des alineamiento y se ajustan bien a entornos contaminados por polvo y líquido. Constan de dos partes, el conmutador reed y el actuador magnético. El conmutador reed cambia su estado cuando el actuador magnético se acerca a él, sin necesidad de que exista contacto físico entre ambos. La distancia de operación puede variarse con una adecuada elección del actuador magnético. Las configuraciones del conmutador con contactos normalmente abiertos o intercambiables. [13]



Figura II.17. Sensor Reed en miniatura

Este tipo de sensores se los utiliza espacialmente para la detección de posición del pistón de cilindros neumáticos e hidráulicos.

Ventajas:

- Empleo universal.
- Comportamiento de conmutación muy preciso y fiable.
- Prolongada vida útil, ya que funciona sin contacto y está libre de desgaste.
- Montaje de reducidas dimensiones, gracias a los pequeños tamaños constructivos. **[14]**

CAPÍTULO III

PARTE INVESTIGATIVA

3.1. Introducción

En este capítulo se hace un análisis entre control y monitoreo, así como se determina el protocolo que se empleará para realizar dichas acciones, teniendo en cuenta los equipos con los que se cuenta para realizar la investigación, se hará un breve estudio de los diferentes Lenguajes de Programación que existen hoy en día y se elegirá el lenguaje más apropiado para la implementación del panel de control, del mismo modo se especifica la metodología de desarrollo que fue adaptada para que cubriera todas las fases de un proyecto mecatrónico, las mismas que seguiremos para la implementación del Sistema de Almacenamiento de Inteligente.

3.2. Control y monitoreo en PLC

Un autómata (PLC) está diseñado para trabajar de forma independiente y sin la necesidad de utilización de un computador más que únicamente para la creación del

programa que será cargado al mismo, el cual se encargará de controlar las respectivas entradas, salidas, bobinas, memorias, etc., que el PLC posea. Los PLC fueron diseñados debido a que a nivel industrial era necesario que los mismos puedan soportar ambientes extremos como puede ser polvo, frio, calor, humedad, etc., los cuales para un computador era difícil y a veces imposible de soportar. Pero esto no significa que el mismo no pueda interactuar con diferentes elementos como pueden ser otros PLC ya sean de la misma marca o de diferente fabricante, PC's, redes de computadores y demás dispositivos industriales.

Todo esto puede ser conseguido a través del monitoreo y el control del PLC, sin embargo hay que definir que es monitoreo y que es control.

Monitoreo: El monitoreo consiste en visualizar las actividades que se estén llevando a cabo en el PLC, cuando se realiza monitoreo se determina los elementos que se quieren visualizar del autómatas, los mismos que pueden ser entradas, salidas, tiempos de respuesta, registros, memorias, etc., pero únicamente se puede leer dicha información, es decir no se puede modificar la misma desde un dispositivo, o sitio externo al PLC, el monitoreo es la actividad más empleada en todo proyecto industrial, ya que de esta forma permite conocer el estado del actual proceso que lleva a cabo el PLC de forma remota, todo ello es posible hacerlo utilizando algún protocolo de comunicación.

Control: El proceso de control es más complicado que el monitoreo, ya que a más de hacer monitoreo se debe poder controlar el PLC de forma remota, esto se lo consigue a través del envío de mensajes o solicitudes al PLC, el mismo que al recibirlos e interpretarlos realiza la tarea que esté destinada al recibir dicha solicitud, pero esta acción implica que el receptor (PLC) debe poder interpretar las solicitudes

enviadas por el emisor, y que además el emisor pueda entender las respuestas generadas por el receptor, para lo cual ambos deben hablar el mismo idioma, esto puede lograrse a través de la implementación de comunicación a través de un protocolo industrial.

3.2.1. Protocolos de comunicación PLC

Existen numerosos protocolos para la comunicación industrial, todos ellos con sus respectivas ventajas y desventajas, la mayoría ha sido una implementación realizada por los fabricantes para poder interconectar sus equipos, esto ha causado que exista una completa des estandarización en el mercado, ya que existían PLC que no podían comunicarse con otros de distinto fabricante, por lo que en cierta forma forzaba a que las implementaciones se las tenga que hacer con la utilización de una única marca de dispositivos, por lo cual una vez que se adquiría un dispositivo se ataba de por vida a la utilización de dicha marca.

Para evitar estos problemas se crearon estándares de protocolos para la comunicación entre PLC, así como con otros dispositivos como computadoras, etc. Existen varios protocolos industriales con los que se pueden intercomunicar equipos de diferentes tipos y marcas, dependiendo si han sido creados con la compatibilidad para el protocolo específico, existen protocolos industriales, como OPC², Modbus³, JBus. Profibus, etc.

Existen equipos que soportan varios protocolos a la vez, lo cual amplía la gama de opciones y equipos con los que los mismos se pueden comunicar, el equipo con el que se implementara el presente trabajo es de la marca Schneider de la

² <http://www.opcfoundation.org/>

³ <http://www.modbus.org/>

familia Telemecanique Twido, por lo cual el único protocolo para el monitoreo y control que este soporta es Modbus, debido a lo que se profundizará en su estructura y la forma en la que se puede intercambiar información entre dos dispositivos, en este caso entre el PLC y el PC.

3.2.2. Protocolo Modbus

Modbus es un protocolo industrial que ha sido tomado como estándar de facto para las comunicaciones industriales, por lo cual la mayoría de los dispositivos industriales lo soportan, fue diseñado en 1979 por Modicon para su familia de PLC. Se basa en la tecnología cliente/servidor la cual intercomunica diferentes tipos de dispositivos o redes, lo que permite tener comunicación entre un maestro y uno o varios esclavos conectados a él, pudiendo ser el maestro un PLC, un computador u otro dispositivo, al igual que los esclavos. Existen dos implementaciones del protocolo, Modbus Serial y Modbus TCP, la implementación serial trabaja en la primera, segunda y séptima capa del Modelo OSI, la conexión puede realizarse utilizando conectores RS234 y RS485, Modbus Serial posee dos modos: RTU y ASCII, en la implementación TCP puede se puede acceder al dispositivo utilizando el puerto 502 del protocolo TCP/IP.

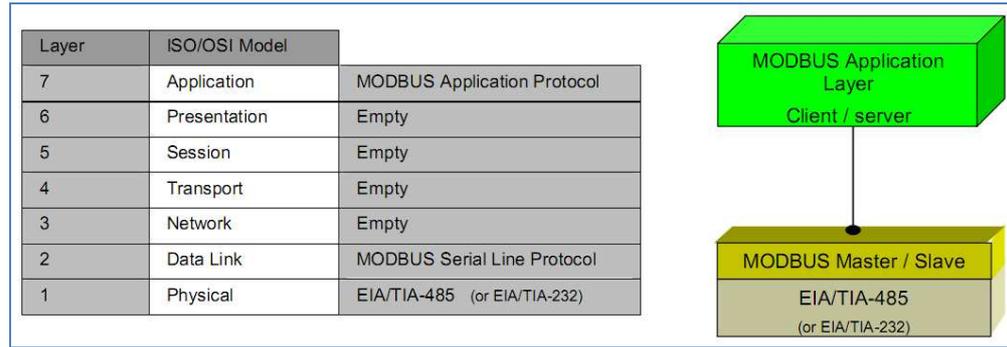


Figura III.18. Protocolo Modbus y el Modelo OSI

Modo RTU: El modo RTU permite una transmisión de datos de forma binaria, lo cual es más eficiente, pues es una representación compacta de datos, RTU finaliza la trama con una Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC), para comprobar la integridad del paquete.

Modo ASCII: Este modo permite la transmisión de datos en forma de texto ASCII, la misma que es legible, pero menos eficiente, para la comprobación de errores este modo lo hace a través del Control de Redundancia Longitudinal (LRC).

La implementación Modbus TCP es muy similar a RTU, la única diferencia es que la transmisión se la hace a través de paquetes TCP/IP.

Sea cual sea la implementación Modbus que se utilice, cada dispositivo tiene un identificador único que lo diferencia de los demás en la red, cualquier dispositivo puede realizar solicitudes Modbus, aunque lo común es que esto lo pueda realizar únicamente el dispositivo Maestro, todos los dispositivos conectados a la red y que son esclavos reciben la solicitud, pero únicamente su destinatario la ejecutará, esto se lo logra gracias a que en la trama se incluye el identificador del dispositivo al que va encaminada dicha solicitud, la misma que

puede ser destinada a asignar un valor a alguno de los registros del dispositivo esclavo o bien solicitar el contenido de dicho registro, la única oportunidad en la que todos los dispositivos ejecutaran la solicitud a la vez, es cuando se está trabajando en modo especial Broadcast.

3.3. Lenguajes de Programación

Existe una infinidad de lenguajes de programación que pueden ser empleados para la comunicación con diferentes dispositivos, manejo de base de datos, monitoreo, etc. En nuestro caso el dispositivo que queremos comunicar con el PC es un PLC, por lo cual en esta sección se detallarán los lenguajes de programación más habituales y las respectivas características de cada uno de ellos, para finalmente seleccionar el lenguaje de programación que mejor se adapte a nuestras necesidades para llevar a cabo el presente trabajo.

Como se detallo anteriormente el PLC a utilizar en nuestra investigación es de la marca Schneider de la familia Telemecanique, y la única forma de que este se pueda comunicar con otros dispositivos es a través del protocolo Modbus, por lo cual para la elección del lenguaje de programación tanto para la implementación del panel de control, así como para el manejo de base de datos, el cual es un objetivo en nuestro proyecto, se deberá tener en cuenta estos dos aspectos claves para dicha elección.

A continuación se analizan los principales lenguajes de programación y sus características:

3.3.1. C y C++

C fue creado en los Bell Telephone Laboratories al principio de los 70, por Dennis M. Ritchie. Su nacimiento estuvo ligado al del sistema operativo Unix,

que se desarrolló paralelamente. Sus características debían ser: eficiencia (o sea, rapidez en la ejecución de los programas), potencia (permite explotar a fondo las posibilidades de la máquina) y portabilidad (el mismo código puede compilarse en máquinas diferentes). Unix fue reescrito en C, lo cual supuso un gran éxito de este lenguaje, a partir del cual se convirtió en uno de los más extendidos. La historia del nacimiento de C⁴.

A C se le ha criticado que los programas suelen ser poco legibles y propensos a errores. Por contra, casi nadie le discute su potencia y su gran implantación, que a menudo lo convierten en la elección inevitable para proyectos colectivos.

A partir de 1979, Bjarne Stroustrup, de AT&T, empezó a trabajar en un descendiente de C con soporte para orientación a objetos y otras mejoras, que sería conocido como C++ (la primera versión, interna de AT&T, data de 1983) [15] si desea mayor información visite⁵.

Una de las características del lenguaje de programación en C, es que es un lenguaje estructurado, lo que permite generar código claro y sencillo, ya que está basado en la modularidad.

El lenguaje de programación en C, está estructurado en tres partes fundamentales, las cuales son, una librería estándar, un programa compilador y un preprocesador.

La librería estándar en el lenguaje de programación C, no es más que librerías realizadas en código objeto y puede haber sido realizada en otro lenguaje

⁴ En <http://cm.bell-labs.com/cm/cs/who/dmr/chist.html>, encontrará la historia contada por contada por Dennis M. Ritchie.

⁵ En <http://www.research.att.com/~bs/C++.html>, podrá encontrar más información creada por el propio Bjarne Stroustrup.

diferente que el C. Estas librerías se deben colocar en un programa de lenguaje programación en C, en la instrucción conocida como INCLUDE.

El programa compilador en el lenguaje de programación en C, es el que tiene como función traducir las instrucciones del programa fuente en C al lenguaje conocido por las computadoras u ordenadores, el llamado lenguaje maquina. El programa compilador, depura y detecta los posibles errores en el lenguaje fuente, y es capaz de notificar el error ocurrido al programador, mediante un mensaje de texto.

En el lenguaje de programación en C, el preprocesador es un componente perteneciente propiamente al lenguaje C, el cual transforma el programa fuente traduciendo cada instrucción del programa fuente, de la siguiente forma: Elimina los comentarios colocados por el programador, incluye en el programa fuente el contenido de los archivos que se encuentran declarados en el INCLUDE, a estos archivos se le suele llamar cabeceras, y por último , sustituye los valores de las constantes declaradas en el define.

Por su flexibilidad y ser un lenguaje de alto nivel, es empleado por muchos programadores. [16].

3.3.2. Java

Java es un lenguaje muy moderno (se presentó en 1995) desarrollado por la empresa Sun Microsystems. Al parecer su historia es bastante curiosa, iniciándose como un lenguaje para el control de aparatos electrónicos (con el nombre de Oak). Cuando el proyecto estaba prácticamente abandonado, Bill Joy, cofundador de Sun, viendo Internet como el terreno idóneo para competir con

Microsoft, retomó este lenguaje, que con los cambios pertinentes se transformó en Java.

Java es famoso por las applets, pequeñas aplicaciones gráficas que se insertan dentro de una página web. Uno de sus puntos fuertes es su capacidad multiplataforma, que permite que el mismo código pseudocompilado (llamado bytecode) se ejecute en cualquier sistema (cualquier sistema con soporte Java, claro). [15].

Esta programación Java tiene muchas similitudes con el lenguaje C y C++, así que si se tiene conocimiento de este lenguaje, el aprendizaje de la programación Java será de fácil comprensión por un programador que haya realizado programas en estos lenguajes.

Con la programación en Java, se pueden realizar distintos aplicativos, como son applets, que son aplicaciones especiales, que se ejecutan dentro de un navegador al ser cargada una página HTML en un servidor WEB, Por lo general los applets son programas pequeños y de propósitos específicos.

Otra de las utilidades de la programación en Java es el desarrollo de aplicaciones, que son programas que se ejecutan en forma independiente, es decir con la programación Java, se pueden realizar aplicaciones como un procesador de palabras, una hoja que sirva para cálculos, una aplicación gráfica, etc. en resumen cualquier tipo de aplicación se puede realizar con ella. Java permite la modularidad por lo que se pueden hacer rutinas individuales que sean usadas por más de una aplicación, por ejemplo tenemos una rutina de impresión que puede servir para el procesador de palabras, como para la hoja de cálculo.

La programación en Java, permite el desarrollo de aplicaciones bajo el esquema de Cliente Servidor, como de aplicaciones distribuidas, lo que lo hace capaz de conectar dos o más computadoras u ordenadores, ejecutando tareas simultáneamente, y de esta forma logra distribuir el trabajo a realizar. [16].

3.3.3. Basic / Visual Basic

El lenguaje BASIC fue creado en 1964 por los norteamericanos John Kemeny y Thomas Kurtz, en el Dartmouth College. Su intención era diseñar un lenguaje adecuado para principiantes. No tenía, por tanto, pretensiones de gran potencia, pero era fácil de aprender y permitía abordar pronto pequeños proyectos. BASIC son las iniciales de Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code.

El BASIC tuvo una gran expansión en los años 80, cuando se impuso como lenguaje estándar para los microordenadores domésticos de ocho bits. Se usó ampliamente en la enseñanza y también en la programación profesional. Sin embargo, era un lenguaje poco estructurado y recibió muchas críticas por promover malos hábitos de programación. Pero en lugar de desaparecer, fueron surgiendo versiones nuevas con características más avanzadas. Aún hoy, Visual Basic y su sucesor, Visual Basic .NET (aunque son variantes ya muy alejadas del original) son lenguajes de programación muy usados en entorno Windows. [17].

Podríamos definir programación en Visual Basic como el método que se utiliza para desarrollar la interfaz gráfica de usuario.

Con la programación en Visual Basic podrá desarrollar prácticamente cualquier programa que se imagine.

Además con la tecnología ActiveX, Visual Basic le proporciona una herramienta ilimitada para crear aplicaciones en la red.

Programación en Visual Basic permite construir de forma rápida aplicaciones de Windows. No es necesario conocer otros lenguajes de programación para poder saber programar en Visual Basic.

Programación en Visual Basic es una manera sencilla de crear aplicaciones, además el lenguaje le ofrece una cantidad de herramientas para simplificar esta labor, como proyectos, formularios, plantillas de objetos, controles personalizados, add-ins y un gestor de base de datos.

La versión 6.0 de programación en Visual Basic está especialmente diseñada para Internet. Usando los controles ejecutables ActiveX, funcionan como una aplicación de Visual Basic independiente y es a través de los cuales que se accede a Internet Explorer.

Características fundamentales de Programación en Visual Basic 6.0:

- La posibilidad de acceder a datos de la base de datos, aplicaciones cliente/servidor y aplicaciones escalables como Microsoft SQL Server.
- Tecnología ActiveX
- Controles ActiveX
- Programación en Internet, servidores web, DHTML, etc..
- Creación de archivos .exe, lo que permite distribuir la aplicación con gran libertad. **[16]**.

3.3.4. LabVIEW

LabVIEW es un entorno de programación gráfica usado por miles de ingenieros e investigadores para desarrollar sistemas sofisticados de medida, pruebas y control usando íconos gráficos e intuitivos y cables que parecen un diagrama de flujo. LabVIEW ofrece una integración incomparable con miles de dispositivos de hardware y brinda cientos de bibliotecas integradas para análisis avanzado y visualización de datos. La plataforma LabVIEW es escalable a través de múltiples objetivos y sistemas operativos, desde su introducción en 1986 se ha vuelto un líder en la industria. [18]

Creado por la empresa National Instruments⁶, LabVIEW nace para la conexión de instrumentos de medición a una computadora personal. En la actualidad LabVIEW, tiene una orientación hacia la instrumentación, el control y el procesamiento de señales.

La potencia y bajos precios de las PCs de la actualidad, unida a LabVIEW, resulta una herramienta ideal para los estudiantes y profesionales de las ciencias y la ingeniería.

Tradicionalmente los lenguajes de programación fueron por sentencias. Es decir, palabras que invocaban una rutina determinada. Un conjunto de rutinas hacen un programa. Por el contrario, programar con un lenguaje gráfico (G) como LabVIEW, tiene la ventaja de que las rutinas están representadas con íconos. Estos íconos, están agrupados en librerías temáticas que hacen fácil y rápida su ubicación. Por esta razón, la depuración de los programas es visual y por lo tanto rápida [19].

⁶ <http://www.ni.com/>

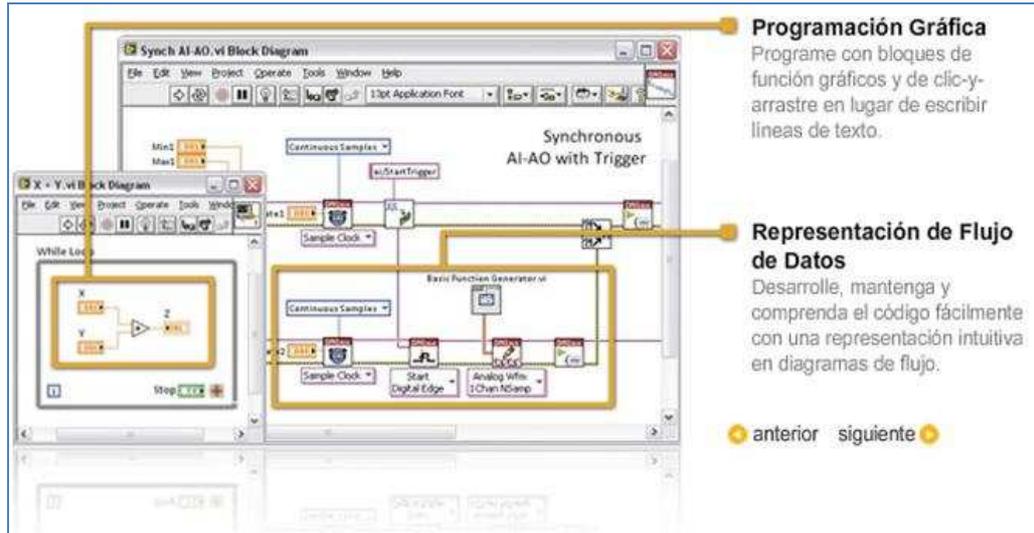


Figura III.19. Apariencia de LabVIEW

Ventajas:

LabVIEW está altamente integrado con el hardware de medida, por lo que se puede configurar y usar rápidamente cualquier dispositivo de medida que se tenga. Con LabVIEW puede conectarse a miles de instrumentos para construir sistemas de medida completos, incluyendo desde cualquier tipo de instrumento autónomo hasta dispositivos de adquisición de datos, controladores de movimiento y sistemas de adquisición de imagen. Además LabVIEW trabaja con más de 1000 librerías de instrumentos de cientos de fabricantes, y muchos fabricantes de dispositivos de medida incluyen también herramientas de LabVIEW con sus productos.

Módulos y ToolKits adicionales

Además LabVIEW cuenta con un sinnúmero de Toolkits y Módulos adicionales para potenciar su funcionalidad, como son conectividad con Sistemas de Gestión de Bases de Datos (DBMS) a través de el DataBase Connectivity Toolkit, el NI OPC Server, un servidor OPC que ofrece conectividad con protocolos

industriales como Modbus, OPC, entre otros permitiendo la interconexión de cientos de decenas de marcas y cientos de dispositivos.

El monitoreo y supervisión de tareas en las plantas industriales repartidas en diferentes áreas o puntos, están caracterizadas por la dificultad en la toma de mediciones o por la continua necesidad del monitoreo de datos. Este hecho ha permitido el desarrollo de herramientas computacionales como los sistemas SCADA por sus siglas en inglés (Supervisory Control And Data Acquisition), los cuales no son más que cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso utilizando herramientas de comunicación.

No se trata de un sistema de control sino de una utilidad software de monitoreo o supervisión, que realiza la tarea de interfaz entre los niveles de control y los de gestión a un nivel superior.

Un sistema SCADA es principalmente una herramienta de supervisión y mando. Entre sus objetivos podemos resaltar: economía, accesibilidad, mantenimiento, ergonomía, gestión y conectividad.

Para la implementación de un SCADA, LabVIEW cuenta con el Módulo DSC (Datalogging and Supervisory Control), con el cual como su nombre lo dice nos permite realizar monitoreo y control, todo esto a través de la utilización de un servidor OPC con el de NI que se mencionó anteriormente, pero además podría implementarse un servidor OPC de otro fabricante.

3.4. Elección del lenguaje de programación

Finalmente como resultado de esta investigación se presenta el siguiente cuadro comparativo, con una valoración de 1 a 4, donde 4 es la mejor valoración, estos valores son asignados a cada uno de los lenguajes de programación.

Indicador	C y C++	Java	Visual Basic	LabVIEW
Costos	3	4	2	1
Portabilidad	3	4	2	3
Estabilidad	4	4	4	3
Acceso a Bases de Datos	4	4	4	3
Multiplataforma	3	4	2	4
Soporte para dispositivos industriales	2	2	3	4
Soporta Protocolo Modbus	2	1	2	4
Análisis y procesamiento de señales	1	1	2	4
Fácil Desarrollo	3	2	3	4
Facilidad de Ayuda	3	2	3	4
Velocidad de Ejecución	4	3	3	3
Soporte Técnico	2	2	3	4
Curva de Aprendizaje	2	1	3	4
Herramientas para procesos industriales	1	1	1	4
TOTAL:	37	35	37	49

Tabla III.1 Cuadro comparativo entre lenguajes de programación

Como se puede observar en la Tabla III.1 el resultado total de las valoraciones asignadas en cada uno de los indicadores no es muy distante, una de otra, pero se puede observar que LabVIEW tiene una clara ventaja sobre los otros, esta radica básicamente en el soporte a dispositivos industriales, curva de aprendizaje, soporte técnico, herramientas que trae incluidas para el manejo de procesos industriales y soporte al protocolo Modbus, ya que es el protocolo con el que se comunica el PLC marca Telemecanique modelo TWDLMDA20DTK con el cual trabajaremos.

Tomando en cuenta este análisis, determinamos que el lenguaje de programación más apropiado para la programación del Panel de Control del sistema de almacenamiento inteligente es LabVIEW, ya que se garantiza la conectividad entre los diferentes dispositivos, así como la interacción con la de base de datos que se implementará en nuestra investigación.

3.5. Descripción de la solución planteada en la investigación

En esta sección se detallará la forma en la que se implementará la solución al sistema de almacenamiento inteligente, así como la tecnología que se utilizará en las diferentes fases del mismo.

Como en todo sistema inteligente, dicha inteligencia no podría ser conseguida si el sistema no fuese alimentado con información proveniente del mundo exterior, ya sea por sensores, cámaras, etc. Lo cual ha permitido que ciencias como la robótica, demótica, automatización industrial hayan avanzado de forma vertiginosa en las últimas décadas, todo aquello no sería posible sin la utilización de estos elementos de vital importancia.

Por esta razón, la forma en la que el presente proyecto interactuará con el mundo exterior es a través de sensores, los mismos que serán los encargados de tomar las señales externas percibidas y emitirlas al PLC y PC, para que estos de acuerdo a la lógica con la que se les programe actúen de una u otra forma, haciendo que el módulo de almacenamiento inteligente, así como los módulos con los que este interactúa, como son el módulo selector, la banda transportadora y el elevador, interactúen entre sí consiguiendo el almacenamiento inteligente (automático) en base a las señales recibidas.

3.6. Propuesta metodológica para la implementación de proyectos mecatrónicos.

El principal problema con el que nos encontramos durante nuestra investigación es que no existe una metodología para la implementación de proyectos mecatrónicos, las metodologías existentes son enfocadas exclusivamente al desarrollo de software, en el desarrollo mecatrónico interviene también el desarrollo de software, pero no solo se trata de eso, sino que además debe existir el diseño e implementación mecánica, eléctrica, neumática, etc. Por lo cual si bien es cierto que este tipo de metodologías abarca la parte del diseño software, no lo hace con los demás componentes del proceso mecatrónico.

Dicho esto se evidencia la necesidad de crear o modificar una metodología para la implementación de tales proyectos, que cubra todas las etapas de proyectos mecatrónicos, pero sin olvidar o quitarle importancia al desarrollo de software, que quizá es la que más nos interesa como informáticos, por lo cual luego de estudiar el problema, se llega a la conclusión que en lugar de gastar tiempo creando una nueva metodología, lo más óptimo sería adaptar una metodología de desarrollo de

software para que abarque además las partes mecatrónicas, con lo cual garantizaríamos el correcto desarrollo de software, pues se tratan de metodologías ya probadas, y además se tendría en cuenta las demás etapas que nos interesa.

La metodología adaptada deberá estar acorde a las necesidades que tiene un proyecto mecatrónico las mismas que son:

- Implementación rápida y sencilla
- Entrega en etapas de la solución de acuerdo a la priorización de necesidades.
- Pruebas continuas durante el desarrollo
- Trabajo en equipos
- Susceptible a cambios durante el desarrollo
- Desarrollo incremental

Luego de estudiar las características anteriores que debe poseer la metodología, y analizar las metodologías existentes para el desarrollo de software, se llega a la conclusión que la metodología que más se adapta a nuestras necesidades es la metodología ágil XP (Programación Extrema) ⁷, debido a que es una metodología ágil, se prioriza las entregas que se harán del proyecto, es sencilla de seguir, se realiza desarrollo por prueba y error, lo cual se adapta más a nuestro proyecto, ya que al no ser especialistas en electrónica, ni diseño mecánico, es una característica que nos interesa.

La metodología que proponemos es la siguiente:

⁷ <http://www.extremeprogramming.org/>

1. Planificación del Proyecto

- 1.1. Descripción del Sistema
- 1.2. Especificación de Requerimientos
- 1.3. Historias de Usuario
- 1.4. Planificación Inicial
- 1.5. Plan de Iteraciones
- 1.6. Historias de Usuario Final

2. Diseño

- 2.1. Diseño Mecatrónico
 - 2.1.1. Diseño Mecánico
 - 2.1.2. Diseño Neumático
 - 2.1.3. Diseño Eléctrico
 - 2.1.4. Graficet
- 2.2. Diseño Software
 - 2.2.1. Diagramas de Secuencia
 - 2.2.2. Diagramas de Actividades
 - 2.2.3. Diagramas de Clases
 - 2.2.4. Diagrama de Componentes
 - 2.2.5. Diagrama de Despliegue
 - 2.2.6. Diccionario de Datos
 - 2.2.7. Modelo Lógico de la Base de Datos

3. Implementación

3.1. Implementación Mecatrónica

3.1.1. Sistema Mecánico

3.1.2. Sistema Neumático

3.1.3. Sistema Eléctrico

3.1.4. Programación del PLC

3.1.5. Control y Monitoreo del PLC

3.2. Implementación Software

3.2.1. Modelo Físico de la Base de Datos

3.2.2. Prototipos de Interfaces de Usuario

4. Pruebas del Sistema

4.1. Pruebas Hardware

4.2. Pruebas Software

5. Implantación

5.1. Manual de Configuración

5.2. Manual de Usuario

La metodología aquí planteada posee las mismas etapas que XP, salvo que existen algunas modificaciones en las fases de la misma que se detallan a continuación:

Segunda Etapa (Diseño): Esta etapa se la ha dividido en dos partes: Diseño Mecatrónico y Diseño Software.

En diseño mecatrónico se realizara el diseño de la estructura mecánica, ubicación de cilindros y válvulas neumáticas, diseño eléctrico y diseño del programa para el control del PLC a través del lenguaje Grafcet.

En diseño software se empleara los principales diagramas de modelado UML, así como la parte del diseño de base de datos.

Tercera Etapa (Implementación): Al igual que la etapa anterior se la ha dividido en dos partes: Implementación Mecatrónica e implementación Software.

En implementación Mecatrónica se realizara la respectiva construcción de la estructura mecánica, ubicación de sensores, válvulas y cilindros neumáticos, cableado a PLC, etc.

La programación del PLC se lo hará en el respectivo lenguaje de programación con el que venga el PLC, de la misma manera se realizará la implementación del programa para el control y monitoreo del PLC si la situación lo amerita.

Cuarta Etapa (Pruebas): En esta etapa se realizara las pruebas hardware y software para el correcto funcionamiento del proyecto, hay que recalcar que siempre se debe estar realizando pruebas durante la implementación, por lo cual durante la implementación del proyecto siempre estará alternado entre la Tercera y Cuarta etapa, aquí se cumple la parte incremental.

Quinta Etapa (Implantación): En esta etapa se realizará el desarrollo del manual de configuración, manual de usuario y la puesta en marcha del sistema.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO INTELIGENTE DE PALETS (SAIP)

4.1. Introducción

En este capítulo se detalla todo el proceso de planificación, diseño, desarrollo e implementación del proyecto Sistema de Almacenamiento de Palets (SAIP), el mismo que fue realizado siguiendo la metodología planteada anteriormente, lo cual ha permitido que el proyecto se lo realice de forma rápida, sin complicaciones y con excelentes resultados.

Se ha destinado mucho tiempo no únicamente al desarrollo software, sino además al diseño e implementación mecánica, eléctrica y neumática, sin descuidar la parte informática y de desarrollo de software que es la que más nos interesa.

Se ha conseguido comunicar dos tecnologías completamente heterogéneas como son ASP.NET y LabVIEW, para que trabajen como un todo, lo que finalmente es el

sistema de Almacenamiento Inteligente de Palets (SAIP), lo cual ha sido posible gracias a la utilización de una base de datos implementada en SQL Server, la misma que ha actuado como un puente entre las dos tecnologías.

4.2. Planificación del Proyecto

4.2.1. Descripción del Sistema

El sistema de Almacenamiento Inteligente está en la capacidad de almacenar y expulsar Palets desde la estación de Almacenamiento.

Las piezas son transportadas por una banda hasta el modulo selector el cual se encarga de verificar que tipo de material es mediante dos sensores que lleva el cargador de palets.

4.2.2. Especificación de Requerimientos

1. El sistema debe permitir el almacenamiento automático de palets
2. El sistema permitirá la extracción automática de palets
3. El sistema contará con un panel frontal, desde el cual se podrá controlar el sistema de almacenamiento inteligente.
4. El sistema deberá facilitar la administración de usuarios.
5. El sistema permitirá la identificación de un usuario para la interacción consigo a través del inicio de sesión.
6. El usuario podrá cambiar su contraseña cuando este lo crea necesario.
7. Los usuarios podrán realizar pedidos de palets a la matriz, siempre y cuando existan palets disponibles en el sistema de almacenamiento.

8. El administrador del sistema de almacenamiento inteligente deberá realizar los despachos correspondientes de pedidos de palets realizados por los usuarios.
9. Tanto el Administrador como los usuarios podrán realizar el seguimiento a los pedidos de palets.
10. Administrador y usuarios podrán en todo momento conocer el stock que posee actualmente el almacén inteligente.

4.2.3. Historias de Usuario

Historia de Usuario	
Número: 1	Usuario: Administrador
Nombre historia: Almacenar Palets	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Lenin Cortés	
Descripción: Una vez que el palet a almacenar que viene en la banda transportadora sea detectado por el sensor de entrada (SE), debe bajar el cilindro neumático del modulo selector, el palet será detenido por el cilindro que ha bajado, la banda se detendrá, mientras los sensores ubicados en el modulo selector (SPa1 y SPa2) determinaran de qué tipo de palet se trata, transcurrido un tiempo, el cilindro neumático se elevará, la banda se encenderá	

nuevamente y el palet avanzará hacia el elevador, una vez que el primer sensor de la banda del elevador (SX), detecte que se encuentra el palet, se encenderá la banda del elevador, se detendrá la banda transportadora, cuando el segundo sensor del de la banda del modulo elevador detecte el palet (SY), la banda del elevador se detendrá, el almacén se moverá al lugar que este determinado para almacenar el palet que viene en camino, el elevador subirá hasta el piso designado para el almacenamiento del palet, una vez que haya alcanzado el piso, el elevador se detendrá, encenderá hacia adelante la banda del elevador y dejará caer el palet en el sitio designado para dicho palet, dependiendo del tipo de palet que se haya almacenado deberá de incrementarse en la base de datos en uno el tipo de palet ingresado, se debe detener la banda del modulo elevador, el almacén regresa a su posición original, el elevador baja hasta el piso uno, la banda transportadora se enciende.

Observaciones:

El tiempo para leer los sensores del módulo clasificador no debe ser más de tres segundos.

Una vez que se haya realizado el ingreso del palet, el sistema debe regresar a un estado inicial, cerciorándose que todos sus componentes mecánicos se inicialicen también, lo cual garantiza que el sistema esté listo para continuar funcionando y evitando tener un estado indeterminado.

Historia de Usuario	
Número: 2	Usuario: Administrador

Nombre historia: Extracción de Palets	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1
Programador responsable:	
Descripción: El Administrador, determina que palet es el que se desea extraer, la banda transportadora se detiene si la misma se encuentra en movimiento, el elevador sube hasta el piso en el que se encuentre el tipo de palet solicitado, una vez que haya llegado a dicho piso el elevador se detiene, el almacén se mueve hasta que el palet a extraer se encuentre alineado con el cilindro que será encargado de expulsarlo, el cilindro neumático expulsa el palet hacia el elevador, el cilindro regresa a su posición original, se disminuye en uno en la base de datos el palet expulsado, el almacén regresa a su posición original, el elevador baja hasta el piso uno, la banda de el elevador así como la banda transportadora se encienden en sentido contrario, el palet sale hacia el exterior del sistema, las bandas se apagan, y el sistema queda listo para seguir trabajando.	
Observaciones: Una vez que se haya realizado la extracción del palet, el sistema debe regresar a un estado inicial, cerciorándose que todos sus componentes mecánicos se inicialicen también, lo cual garantiza que el sistema esté listo para continuar funcionando y evitando tener un estado indeterminado.	

Historia de Usuario	
Número: 3	Usuario: Administrador
Nombre historia: Panel Frontal	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 2
Programador responsable:	
Descripción: El panel frontal es desde donde el administrador podrá gestionar el sistema de almacenamiento inteligente, ya que este le ofrecerá las facilidades para hacerlo.	
Observaciones: Ninguna	

Historia de Usuario	
Número: 4	Usuario: Administrador
Nombre historia: Administración de Usuarios	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 2
Programador responsable:	
Descripción: El administrador del sistema de almacenamiento inteligente está en la capacidad de administrar los usuarios que pueden interactuar con el mismo.	
Observaciones:	

El usuario puede ser de dos tipos (Administrador y Usuario).

Historia de Usuario	
Número: 5	Usuario: Todos los usuarios
Nombre historia: Inicio de sesión	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 2
Programador responsable:	
Descripción: El usuario que desee ingresar al sistema deberá comprobar su identidad ingresando su login y password, para que el sistema lo acepte como usuario.	
Observaciones:	

Historia de Usuario	
Número: 6	Usuario: Todos los usuarios
Nombre historia: Cambio de contraseña	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 2
Programador responsable:	
Descripción: El usuario puede cambiar su contraseña en el momento que él lo crea necesario.	

Observaciones: Ninguna

Historia de Usuario	
Número: 7	Usuario: Usuario
Nombre historia: Realizar Pedido	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 3
Programador responsable:	
Descripción: Los usuarios, pertenecientes a las diferentes sucursales, pueden realizar pedidos de los diferentes palets que se encuentren disponibles en el sistema de almacenamiento inteligente.	
Observaciones: El usuario no podrá hacer pedidos de palets que no estén disponibles en el sistema de almacenamiento.	

Historia de Usuario	
Número: 8	Usuario: Administrador
Nombre historia: Despacho de pedidos	

Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 3
Programador responsable:	
Descripción: El administrador despachara los pedidos realizados por los diferentes usuarios, por lo que está en capacidad de despachar el pedido o de denegarlo (cancelar).	
Observaciones: Ninguna	

Historia de Usuario	
Número: 9	Usuario: Todos los usuarios
Nombre historia: Seguimiento a pedidos	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 3
Programador responsable:	
Descripción: El administrador puede hacer un seguimiento a todos los pedidos, ya sean pendientes, despachados o cancelados, de la misma forma el usuario está en la capacidad de ver el estado de sus pedidos.	
Observaciones: Ninguna	

Historia de Usuario	
Número: 10	Usuario: Todos los usuarios
Nombre historia: Lectura de stock	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 3
Programador responsable:	
Descripción: El administrador y los usuarios podrán realizar las consultas de stock, palets reservados, palets existentes, palets disponibles, con lo cual se agilizará la gestión de inventarios.	
Observaciones: Ninguna	

4.2.4. Planificación Inicial

Ver Anexo I.

4.2.5. Plan de Iteraciones (Descripción de cada Iteración)

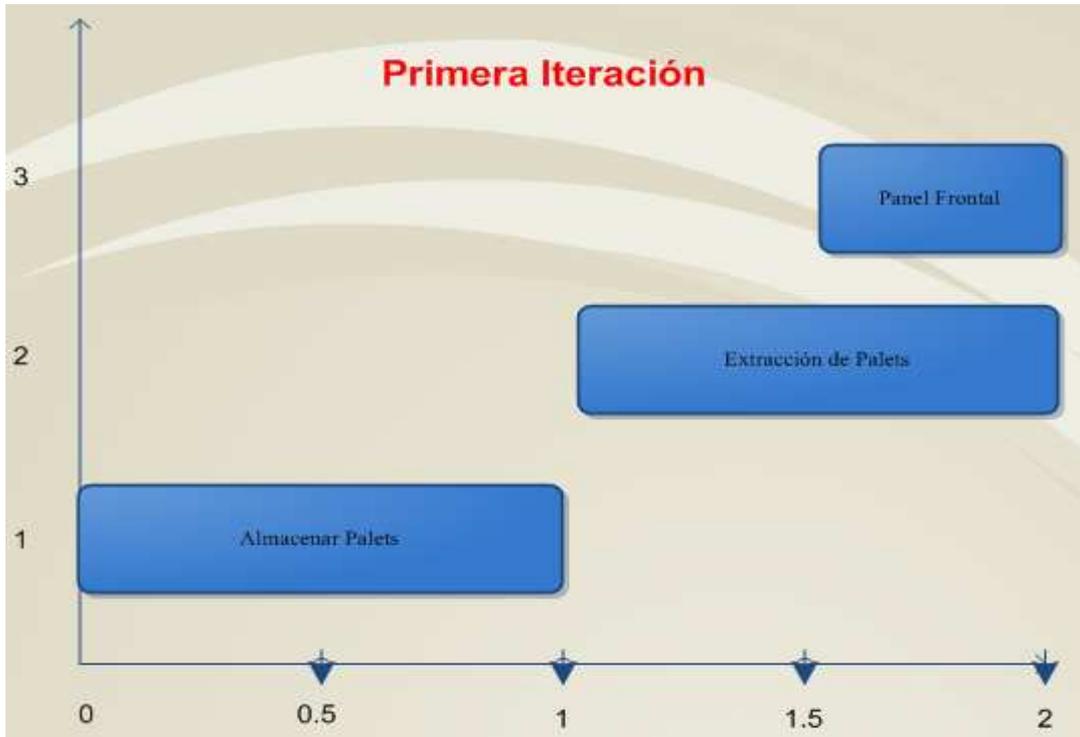


Figura IV.20. Primera Iteración



Figura IV.11. Segunda Iteración



Figura IV.22. Tercera iteración.

Plan de entrega

- Primera Iteración: Se trata de tener las funcionalidades básicas del sistema de almacenamiento inteligente, programación del PLC, así como el desarrollo del panel frontal, desde el cual el administrador gestionara el sistema de almacenamiento inteligente.
- Segunda Iteración: En esta iteración se pretende implementar todas las opciones para el manejo, y gestión de usuarios, tanto por el administrador, como por el usuario, para que este maneje sus contraseñas.
- Tercera Iteración: En esta iteración se dará la funcionalidad para la gestión de pedidos como es la realización de pedidos, despachos y seguimiento de los mismos, así como el stock de palets existentes en el sistema.

Incidencias

- **Primera Iteración:** Deben realizarse pruebas continuas de cada parte que se va implementando, para al final no tener que hacer modificaciones en el código, ya que en este caso al tratarse de programar el PLC, mientras más código tenga el diagrama Ladder más difícil será de comprender y depurarlo.
- **Segunda Iteración:** Al desarrollar una aplicación web, se debe asegurar que la misma sea segura y no pueda ser accedida de forma ilegal por usuarios mal intencionados, por lo cual se debe aplicar medidas de seguridad para verificar la identidad de los usuarios en cada acción que el mismo quiera realizar, esto lo hemos hecho aplicando variables de sesión al Id de usuario.
- **Tercera Iteración:** Siempre es necesario ir revisando con frecuencia si el sistema está quedando como los requisitos que se tuvieron inicialmente.

4.2.6. Historias de Usuario Final

Historia de Usuario	
Número: 1	Usuario: Administrador
Nombre historia: Almacenar Palets	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Cristian Manuel López Yunga	
Descripción:	

Una vez que el palet a almacenar que viene en la banda transportadora sea detectado por el sensor de entrada (SE), debe bajar el cilindro neumático del modulo selector, el palet será detenido por el cilindro que ha bajado, la banda se detendrá, mientras los sensores ubicados en el modulo selector (SPal1 y Spal2) determinaran de qué tipo de palet se trata, transcurrido un tiempo, el cilindro neumático se elevará, la banda se encenderá nuevamente y el palet avanzará hacia el elevador, una vez que el primer sensor de la banda del elevador (SX), detecte que se encuentra el palet, se encenderá la banda del elevador, se detendrá la banda transportadora, cuando el segundo sensor del de la banda del modulo elevador detecte el palet (SY), la banda del elevador se detendrá, el almacén se moverá al lugar que este determinado para almacenar el palet que viene en camino, el elevador subirá hasta el piso designado para el almacenamiento del palet, una vez que haya alcanzado el piso, el elevador se detendrá, encenderá hacia adelante la banda del elevador y dejará caer el palet en el sitio designado para dicho palet, dependiendo del tipo de palet que se haya almacenado deberá de incrementarse en la base de datos en uno el tipo de palet ingresado, se debe detener la banda del modulo elevador, el almacén regresa a su posición original, el elevador baja hasta el piso uno, la banda transportadora se enciende.

Observaciones:

El tiempo para leer los sensores del módulo clasificador no debe ser más de tres segundos.

Una vez que se haya realizado el ingreso del palet, el sistema debe regresar a un estado inicial, cerciorándose que todos sus componentes mecánicos se inicialicen también, lo cual garantiza que el sistema esté listo para continuar funcionando y evitando tener un

estado indeterminado.

Historia de Usuario	
Número: 2	Usuario: Administrador
Nombre historia: Extracción de Palets	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Lenin Hernán Cortés Llanganate	
Descripción: El Administrador, determina que palet es el que se desea extraer, la banda transportadora se detiene si la misma se encuentra en movimiento, el elevador sube hasta el piso en el que se encuentre el tipo de palet solicitado, una vez que haya llegado a dicho piso el elevador se detiene, el almacén se mueve hasta que el palet a extraer se encuentre alineado con el cilindro que será encargado de expulsarlo, el cilindro neumático expulsa el palet hacia el elevador, el cilindro regresa a su posición original, se disminuye en uno en la base de datos el palet expulsado, el almacén regresa a su posición original, el elevador baja hasta el piso uno, la banda de el elevador así como la banda transportadora se encienden en sentido contrario, el palet sale hacia el exterior del sistema, las bandas se apagan, y el sistema queda listo para seguir trabajando.	
Observaciones:	

Una vez que se haya realizado la extracción del palet, el sistema debe regresar a un estado inicial, cerciorándose que todos sus componentes mecánicos se inicialicen también, lo cual garantiza que el sistema esté listo para continuar funcionando y evitando tener un estado indeterminado.

Historia de Usuario	
Número: 3	Usuario: Administrador
Nombre historia: Panel Frontal	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Cristian Manuel López Yunga	
Descripción: El panel frontal es desde donde el administrador podrá gestionar el sistema de almacenamiento inteligente, ya que este le ofrecerá las facilidades para hacerlo.	
Observaciones:	

Historia de Usuario	
Número: 4	Usuario: Administrador

Nombre historia: Administración de Usuarios	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Lenin Hernán Cortés Llanganate	
Descripción: El administrador del sistema de almacenamiento inteligente está en la capacidad de administrar los usuarios que pueden interactuar con el mismo.	
Observaciones: El usuario puede ser de dos tipos (Administrador y Usuario).	

Historia de Usuario	
Número: 5	Usuario: Todos los usuarios
Nombre historia: Inicio de sesión	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Lenin Hernán Cortés Llanganate	
Descripción:	

El usuario que desee ingresar al sistema deberá comprobar su identidad ingresando su login y password, para que el sistema lo acepte como usuario.
Observaciones:

Historia de Usuario	
Número: 6	Usuario: Todos los usuarios
Nombre historia: Cambio de contraseña	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Lenin Hernán Cortés Llanganate	
Descripción: El usuario puede cambiar su contraseña en el momento que él lo crea necesario.	
Observaciones:	

Historia de Usuario	
Número: 7	Usuario: Usuario
Nombre historia: Realizar Pedido	
Prioridad en negocio:	Riesgo en desarrollo:

Media	Media
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 3
Programador responsable: Cristian Manuel López Yunga	
<p>Descripción:</p> <p>Los usuarios, pertenecientes a las diferentes sucursales, pueden realizar pedidos de los diferentes palets que se encuentren disponibles en el sistema de almacenamiento inteligente.</p>	
<p>Observaciones:</p> <p>El usuario no podrá hacer pedidos de palets que no estén disponibles en el sistema de almacenamiento.</p>	

Historia de Usuario	
Número: 8	Usuario: Administrador
Nombre historia: Despacho de pedidos	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 3
Programador responsable: Lenin Hernán Cortés Llanganate	
<p>Descripción:</p> <p>El administrador despachara los pedidos realizados por los diferentes usuarios, por lo</p>	

que está en capacidad de despachar el pedido o de denegarlo (cancelar).
Observaciones:

Historia de Usuario	
Número: 9	Usuario: Todos los usuarios
Nombre historia: Seguimiento a pedidos	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 3
Programador responsable: Cristian Manuel López Yunga	
Descripción: El administrador puede hacer un seguimiento a todos los pedidos, ya sean pendientes, despachados o cancelados, de la misma forma el usuario está en la capacidad de ver el estado de sus pedidos.	
Observaciones:	

Historia de Usuario	
Número: 10	Usuario: Todos los usuarios
Nombre historia: Lectura de stock	
Prioridad en negocio:	Riesgo en desarrollo:

Media	Baja
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 3
Programador responsable: Lenin Hernán Cortés Llanganate	
Descripción: El administrador y los usuarios podrán realizar las consultas de stock, palets reservados, palets existentes, palets disponibles, con lo cual se agilizará la gestión de inventarios.	
Observaciones:	

4.3. Diseño

4.3.1. Diseño Mecatrónico

Para el diseño mecatrónico se utilizará los siguientes materiales listados a continuación:

- Estructura de aluminio
- Borneras
- 4 electroválvulas de 24 voltios DC
- 4 cilindros neumáticos de 12mm x 200
- 6 reguladores de caudal
- Manguera plástica de 4mm
- 8 sensores magnéticos
- PCL Telemecanique TWD20DTK
- 1 Módulo de ampliación 8DRT
- Cables

4.3.1.1. Diseño Mecánico

El Sistema de Almacenamiento Inteligente está equipado con un armazón de Aluminio reforzado, en las dos siguientes figuras se puede observar que los espacios para el almacenamiento se encuentran distribuidos en dos secciones en el eje Y.

También se puede apreciar que cuenta con dos pistones q se activan con aire comprimido para expulsar el palet desde su lugar de almacenamiento.

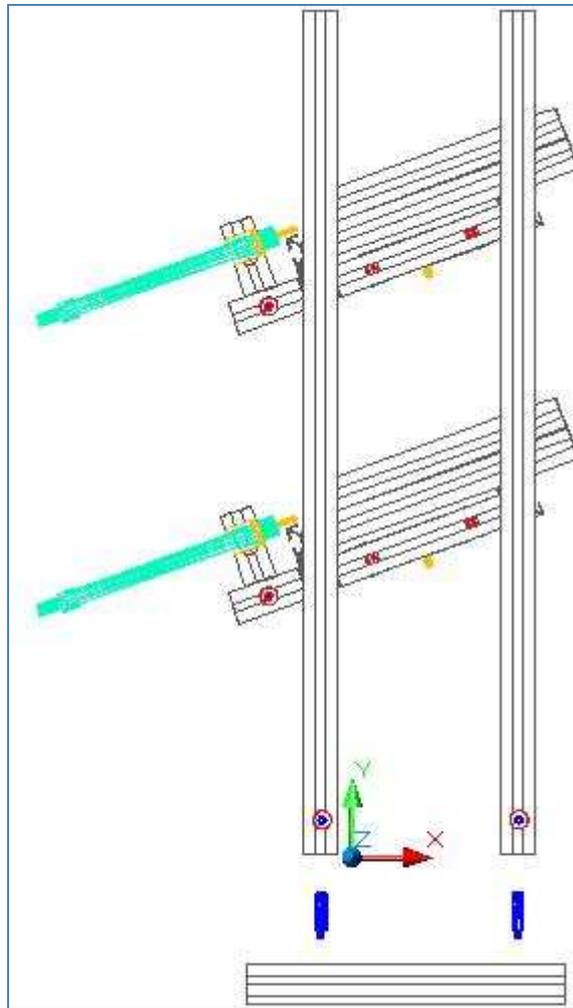


Figura IV.23. Vista Lateral Izquierda eje Y

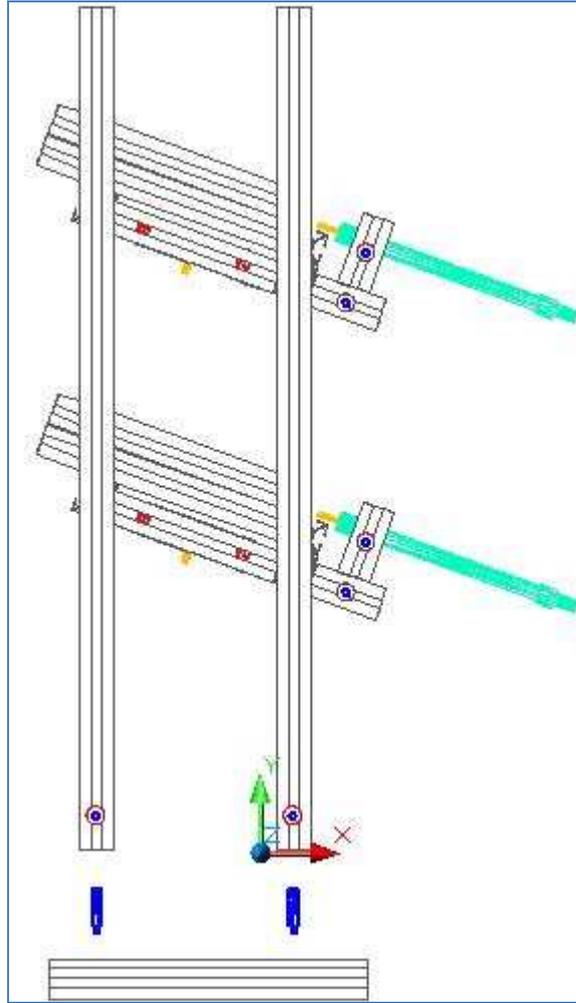


Figura IV.24. Vista Lateral Derecha eje Y

En las siguientes dos figuras se puede apreciar la estación de almacenamiento en el eje X, aquí se ha incorporado un pistón en la parte inferior, el cual permitirá desplazarse hacia la Izquierda en el eje X para cargar o desmontar un palet, esto ocurre tanto para el piso uno como para el piso dos.

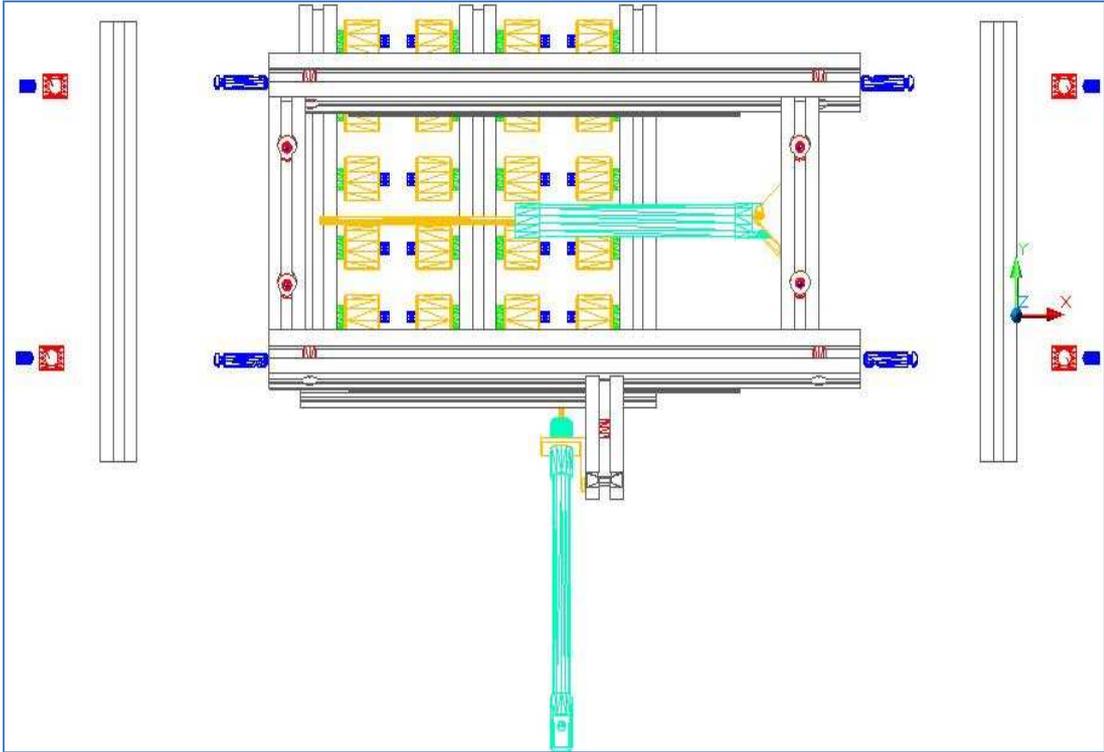


Figura IV.25. Vista Inferior estación de Almacenaje Eje X.

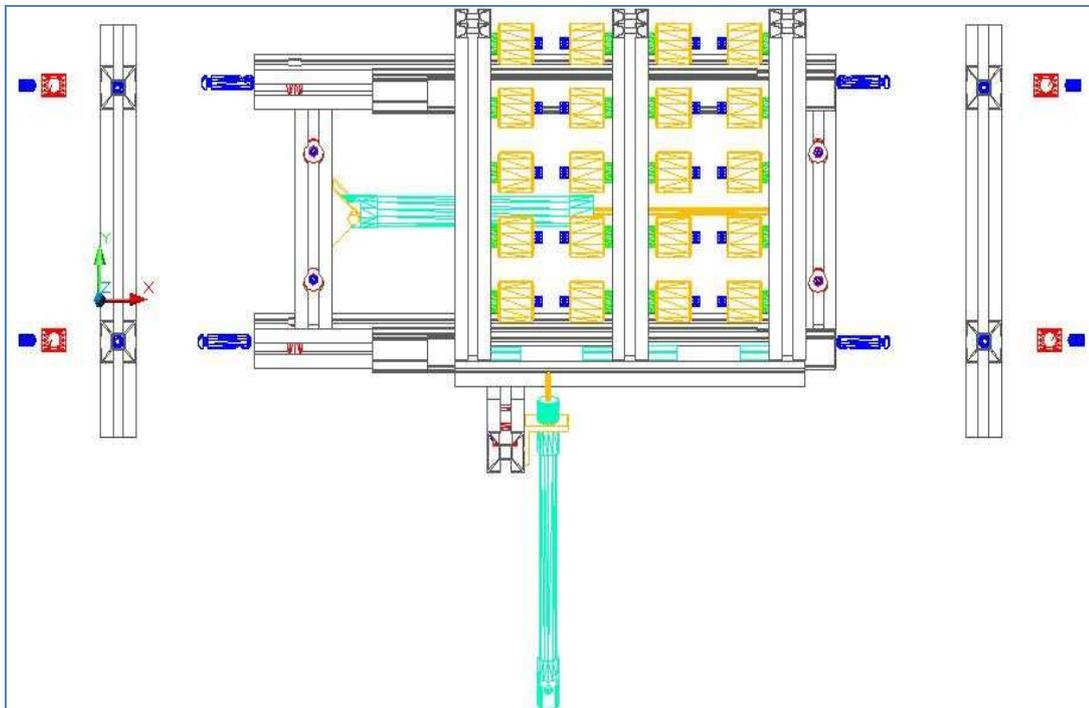


Figura IV.26. Vista Superior estación de Almacenaje Eje X.

A continuación se muestra el montaje del sistema en una vista frontal.

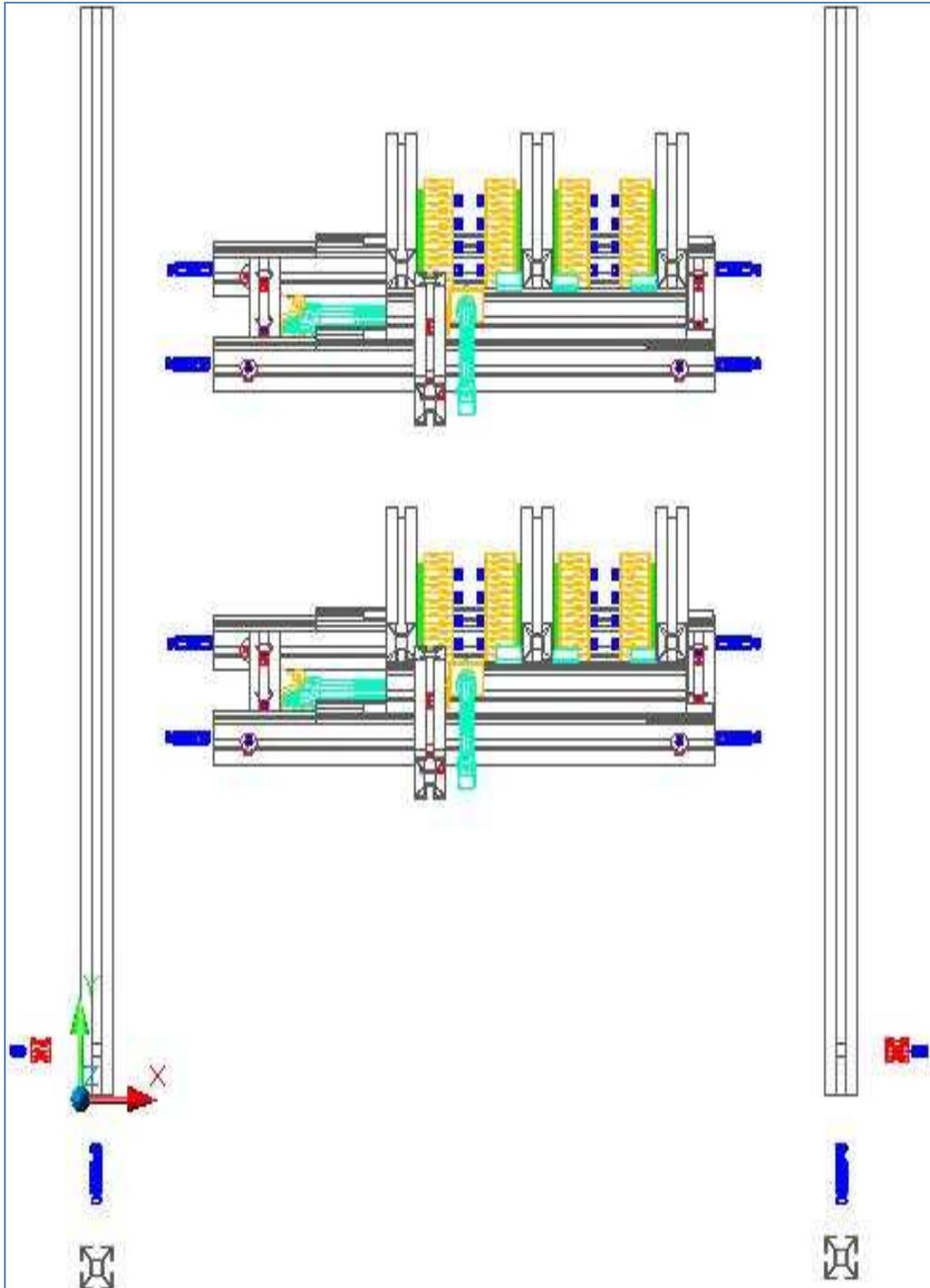


Figura IV.27. Vista Frontal

Esta figura muestra el sistema el montaje del sistema visto desde la parte posterior.

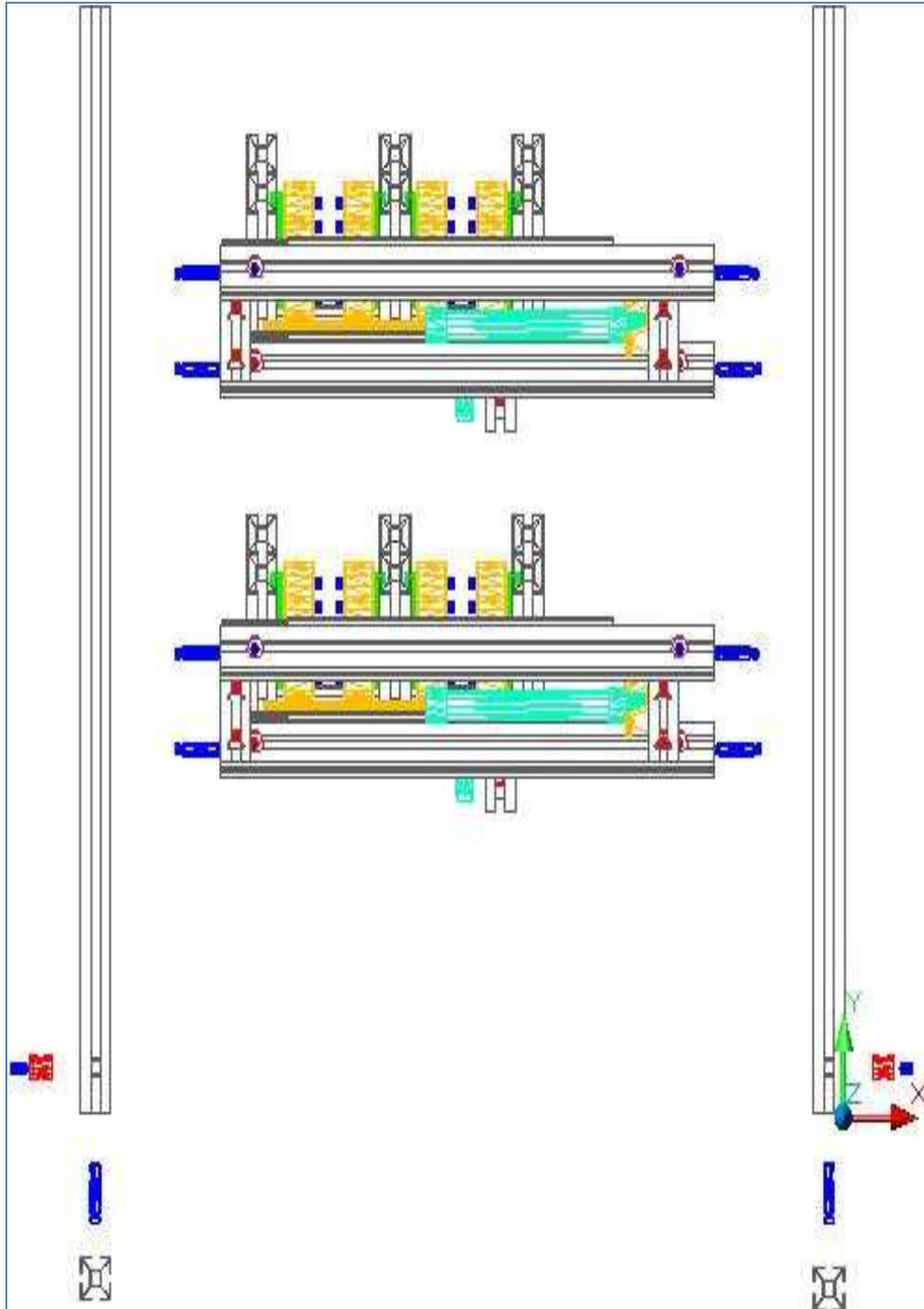


Figura IV.28. Vista Posterior.

Esta figura muestra una vista frontal isométrica del sistema.

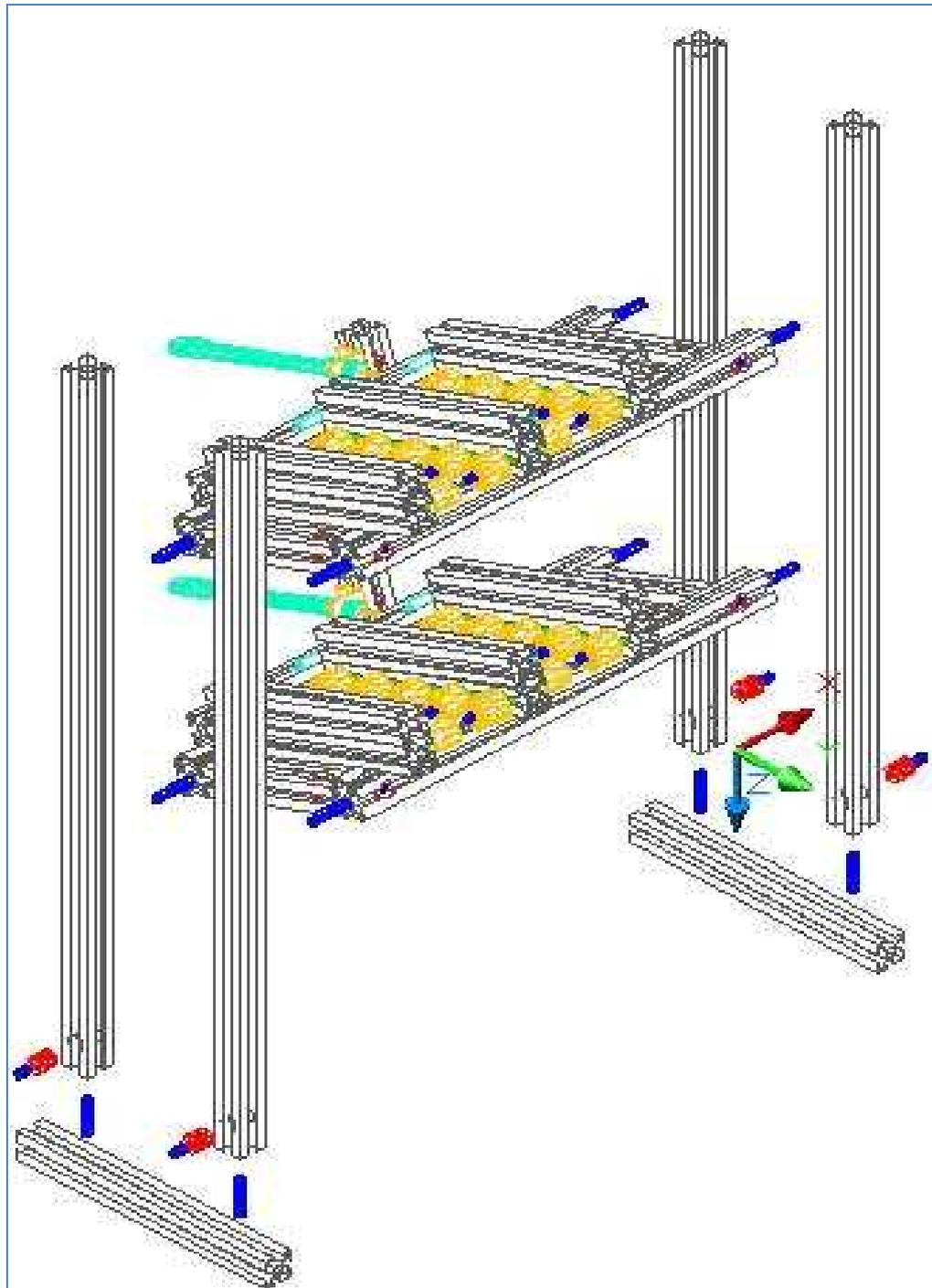


Figura IV.29. Vista Isométrica Frontal.

En la Figura siguiente se muestra el diseño final del Sistema de Almacenamiento Inteligente en tres dimensiones, esta es una vista Isométrica q permite apreciar toda la mecánica del sistema.

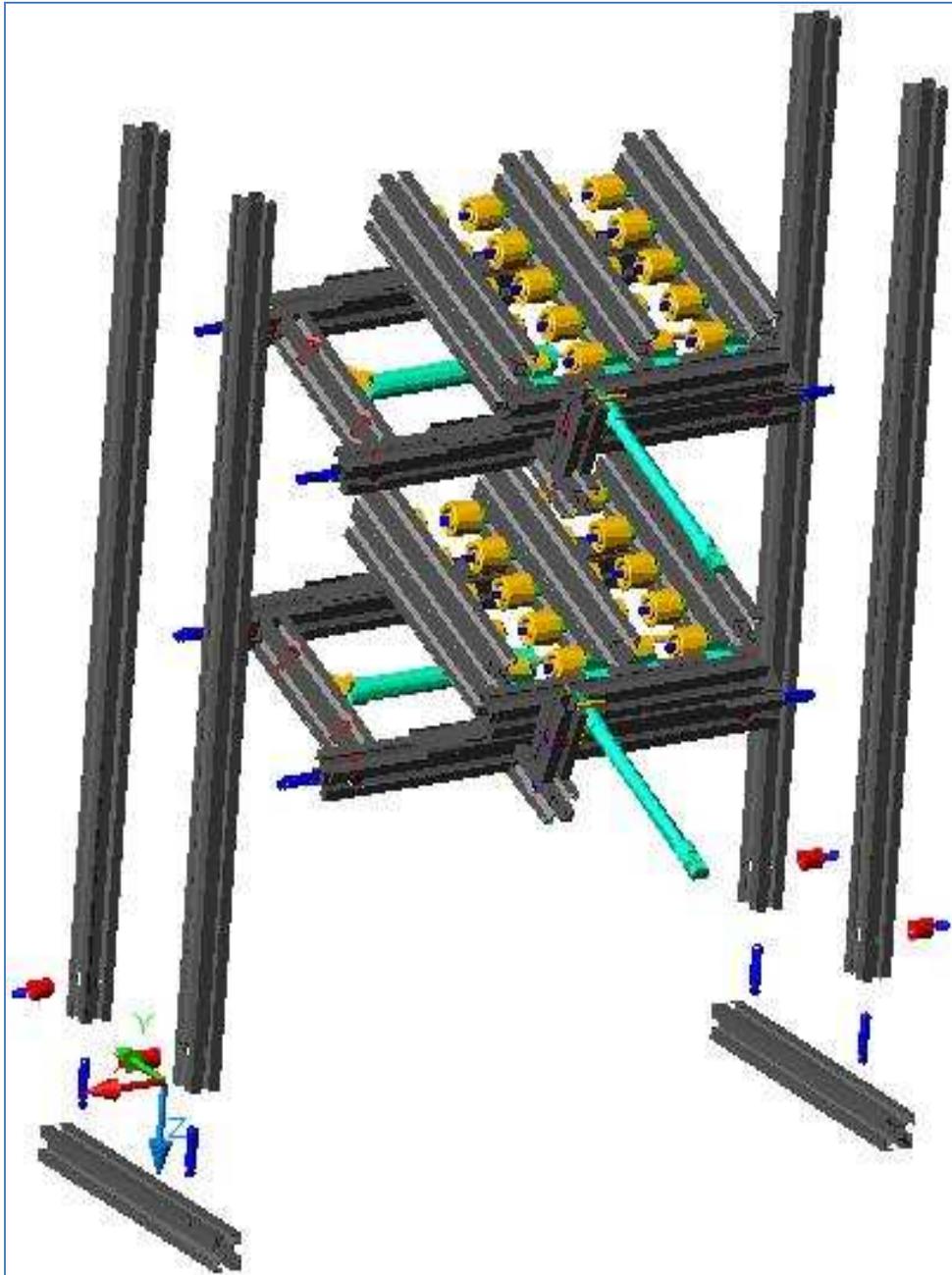


Figura IV.30. Vista Isométrica Posterior Sistema Almacenamiento Inteligente.

4.3.1.2. Diseño Neumático

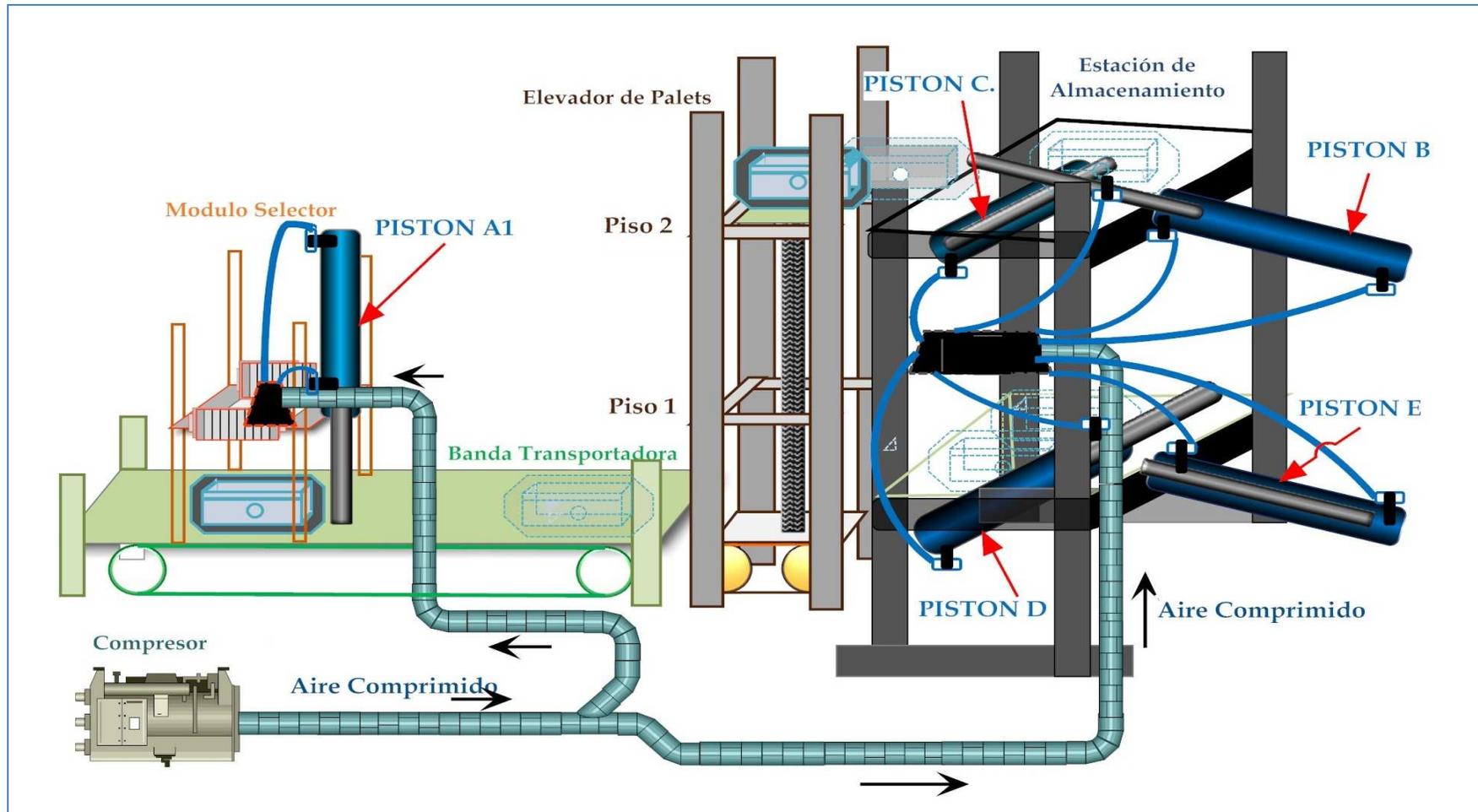


Figura IV.31. Diseño Neumático del Sistema de Almacenamiento Inteligente.

4.3.1.3. Diseño Eléctrico

El diseño eléctrico del sistema está dividido en varias borneras las cuales se encuentran instaladas junto a su respectivo modulo como son PLC, Banda Transportadora, Modulo Selector y Modulo de Almacenamiento, los cables utilizados para la conexión fueron construidos utilizando dos conectores DB25 Macho y Hembra respectivamente y cable UTP.

El diseño eléctrico esta marcado para las Entradas y Salidas con las que cuenta el PLC Telemecanique TWDLMDA20DTK, el cual tiene 12 entradas y 8 salidas Por lo q se tubo q añadir un Modulo de Expansión TWDDMM8DRT con 4 entradas y 4 salidas.

Símbolo	Dirección	Comentario
SE	%I0.0	Sensor Entrada Banda
A0	%I0.1	Piston Entrada Afuera
SP1	%I0.2	Sensor Posicionamiento 1
SP2	%I0.3	Sensor Posicionamiento 2
SX	%I0.4	Sensor Elevador Banda 1
SY	%I0.5	Sensor Elevador Banda 2
P1	%I0.6	Sensor Elevador Piso 1
P2	%I0.7	Sensor Elevador Piso 2
P3	%I0.8	Sensor Elevador Piso 3
B1	%I0.9	Sensor Piston Expulsador Superior
E1	%I0.10	Sensor Piston Expulsador Inferior
C1	%I0.11	Sensor Horizontal Piso 2
D1	%I1.0	Sensor Horizontal Piso 1

Figura IV.32. Distribución de las entradas.

Símbolo	Dirección	Comentario
K1	%Q0.0	Rele 1 Banda
K12	%Q0.1	Rele 2 Banda
A_MAS	%Q0.2	Valvula Modulo Selector
K2	%Q0.3	Rele Elevador Banda 1
K22	%Q0.4	Rele Elevador Banda 2
K3	%Q0.5	Rele Elevador Vertical 1
B_MAS	%Q0.7	Valvula Almacen 1
C_MAS	%Q1.0	Valvula Almacen 2
D_MAS	%Q1.1	Valvula Almacen 3
E_MAS	%Q1.2	Valvula Almacen 4
K32	%Q1.3	Rele Elevador Vertical 2

Figura IV.33. Distribución de las Salidas.

Aquí se muestra el esquema principal del Cableado Eléctrico esta bornera se encuentra ubicada junto a el PLC.

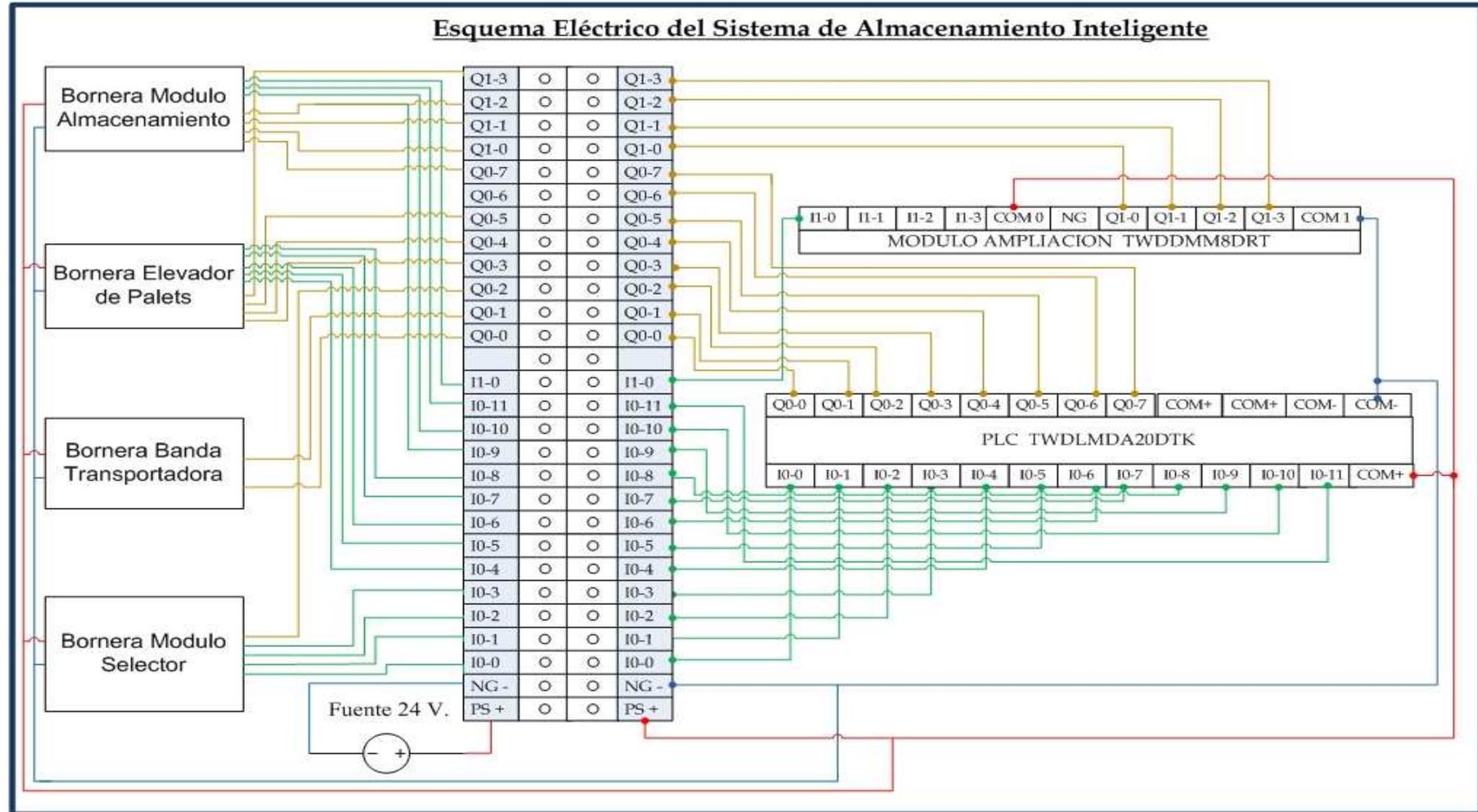


Figura IV.34. Bornera Principal del PLC.

Esquema eléctrico de la bornera que pertenece a la banda transportadora

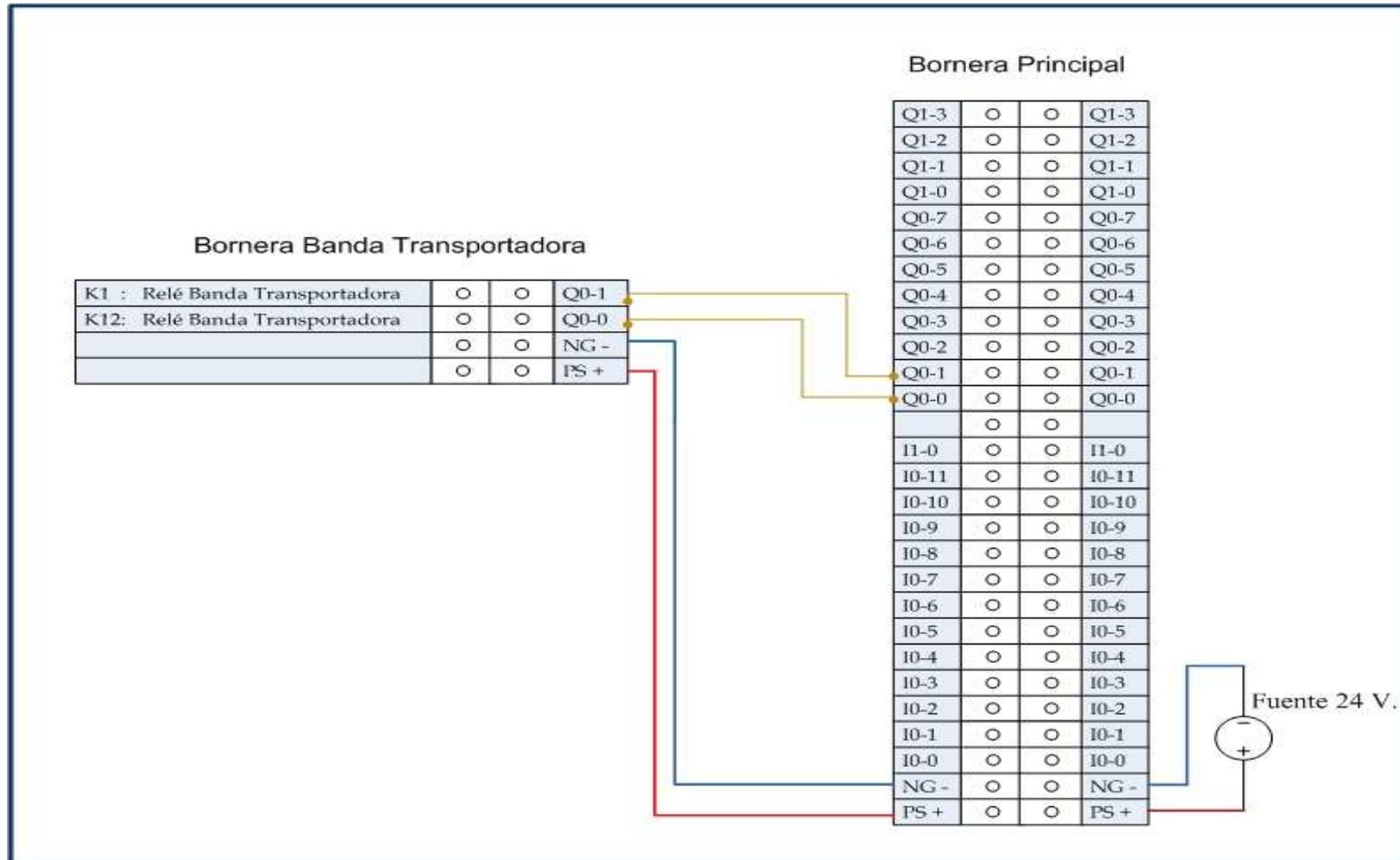


Figura IV.35. Bornera Banda Transportadora.

Esquema eléctrico de la bornera que pertenece a el Modulo Selector

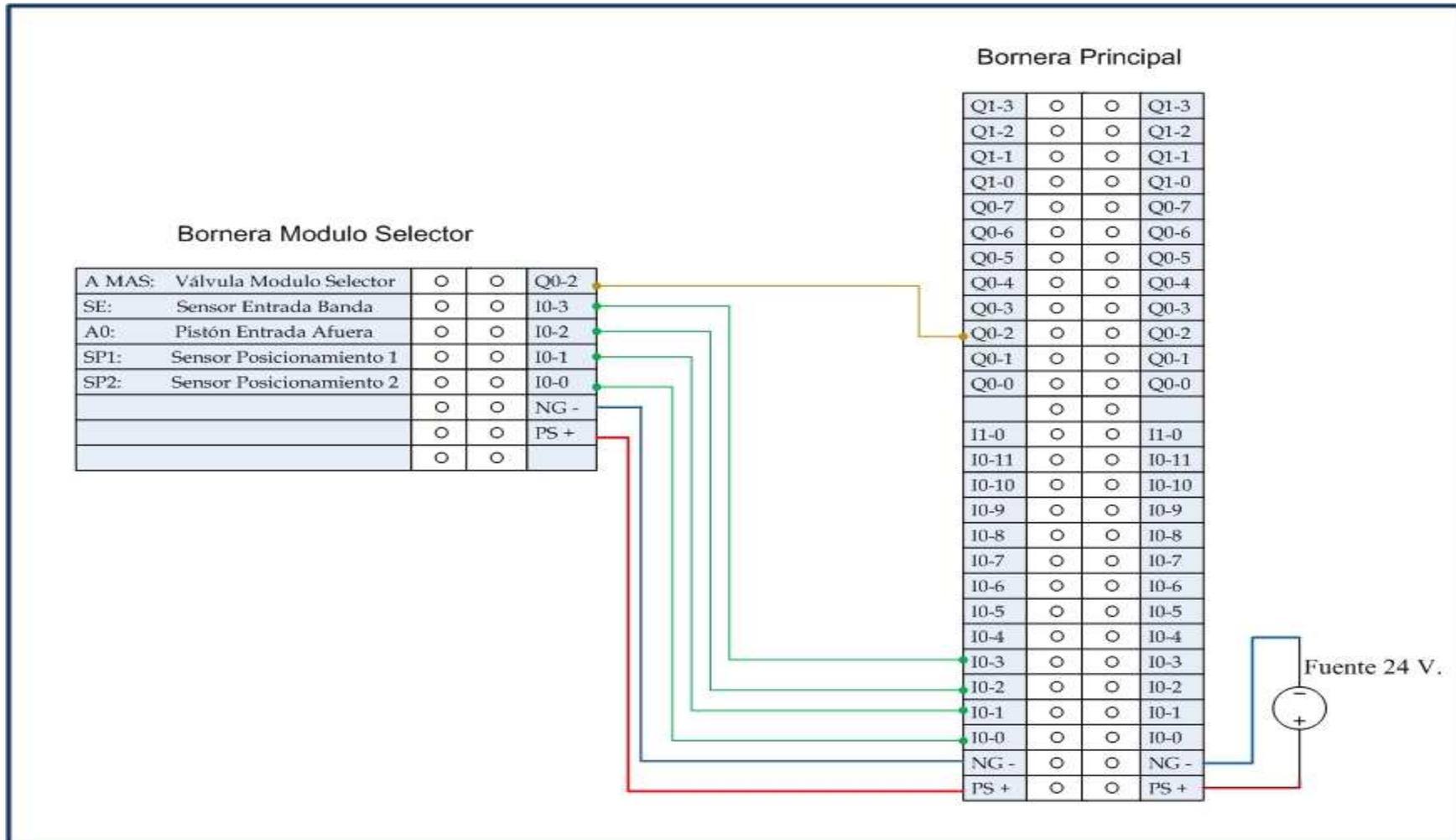


Figura IV.36. Bornera Modulo Selector.

Esquema eléctrico de la bornera que pertenece a el Elevador de Palets

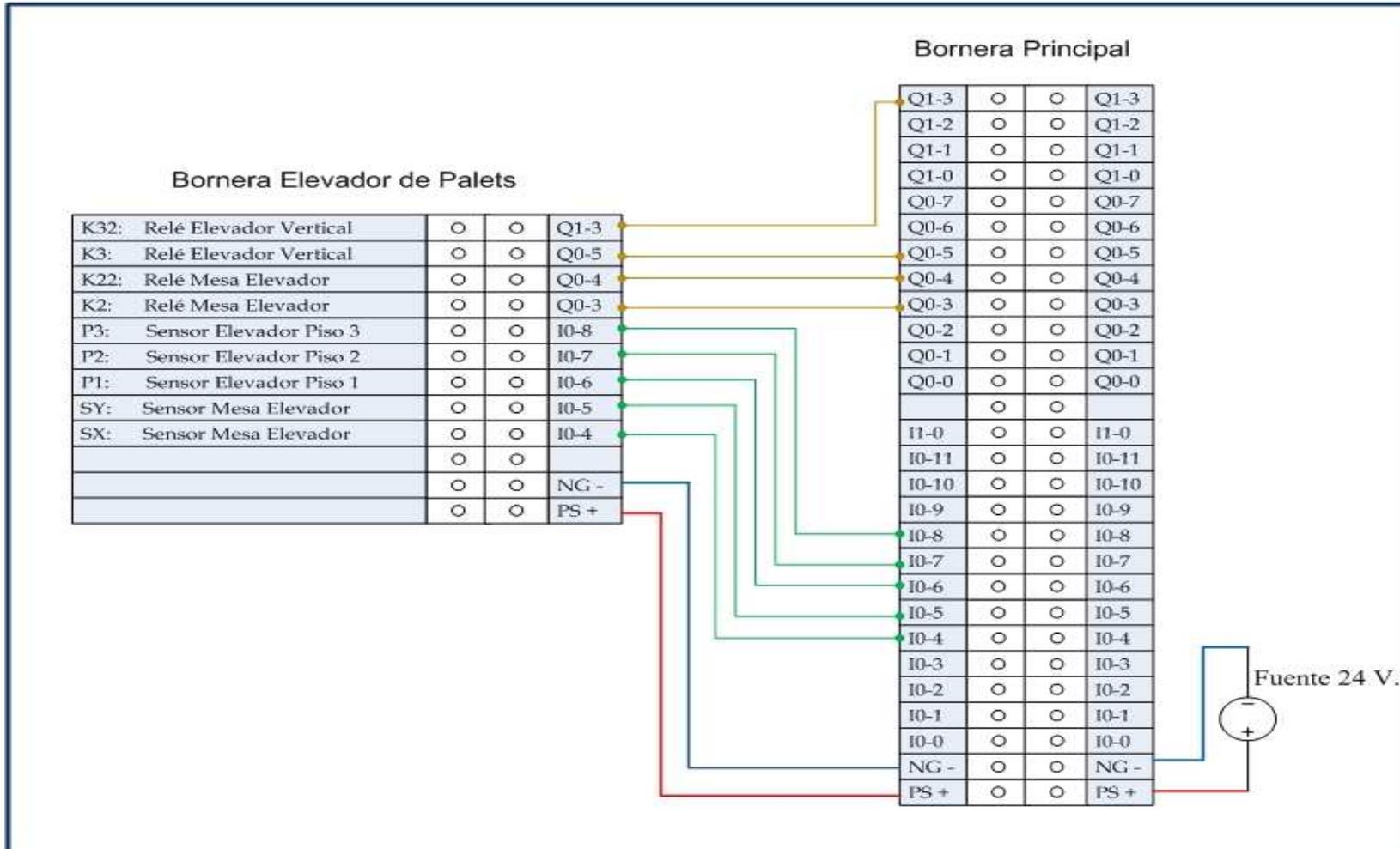


Figura IV.37. Bornera Elevador de Palets.

Esquema eléctrico de la bornera que pertenece al Modulo del Sistema de Almacenamiento

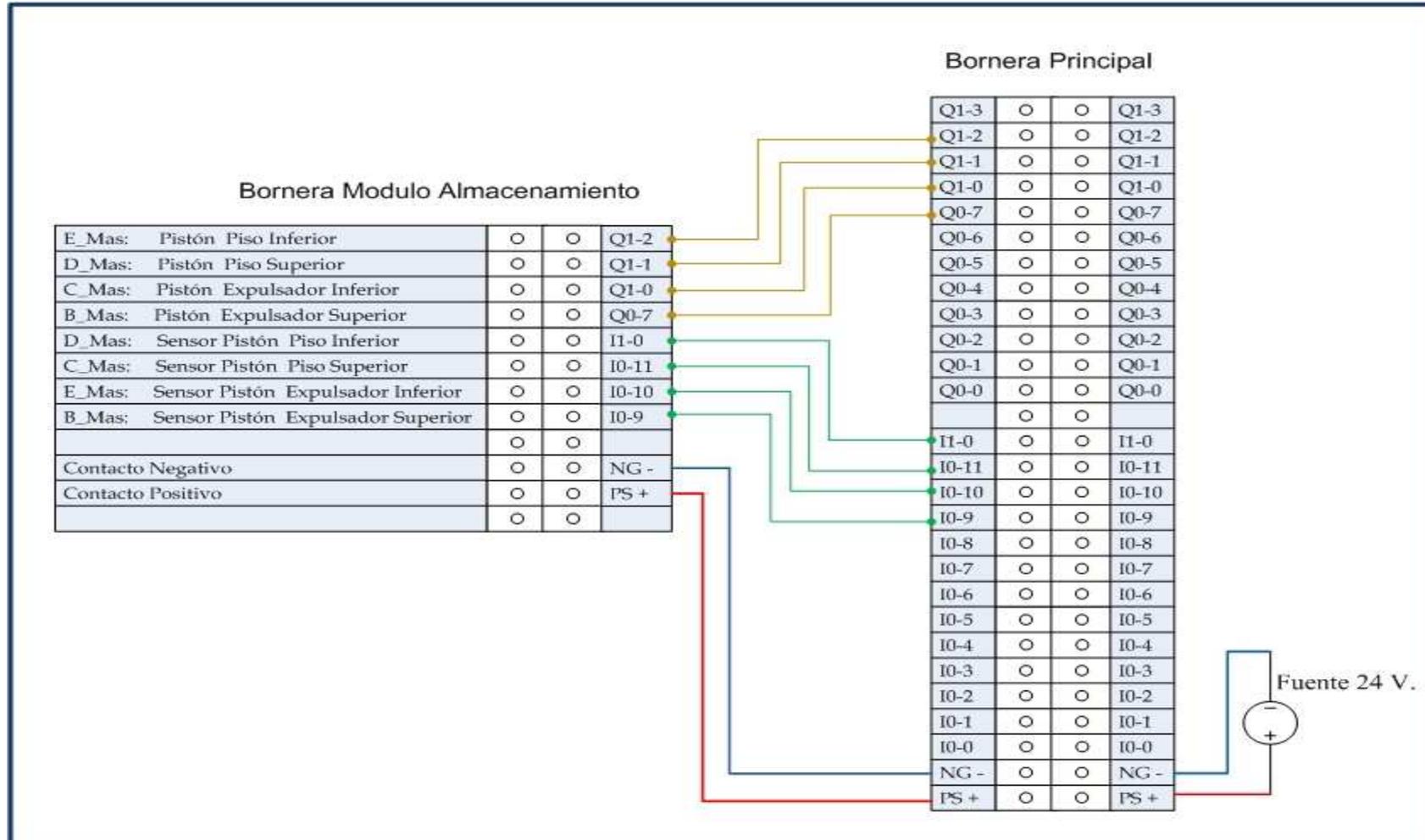


Figura IV.382. Bornera del Modulo de Sistema de Almacenamiento.

4.3.1.4. Grafcet

Proceso para Almacenar Palets

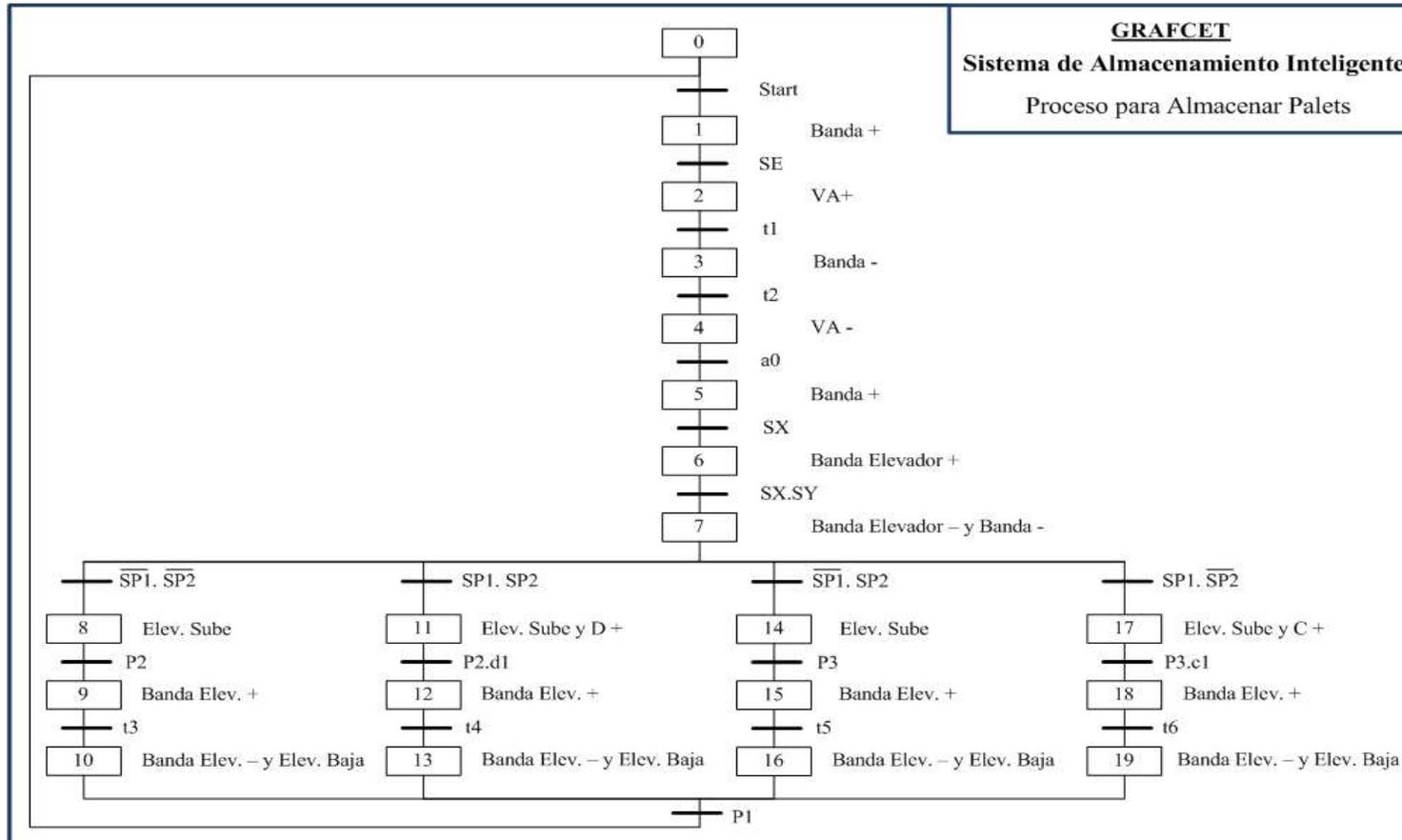


Figura IV.39. Grafcet Almacenar Palets.

Proceso para Expulsar Palets

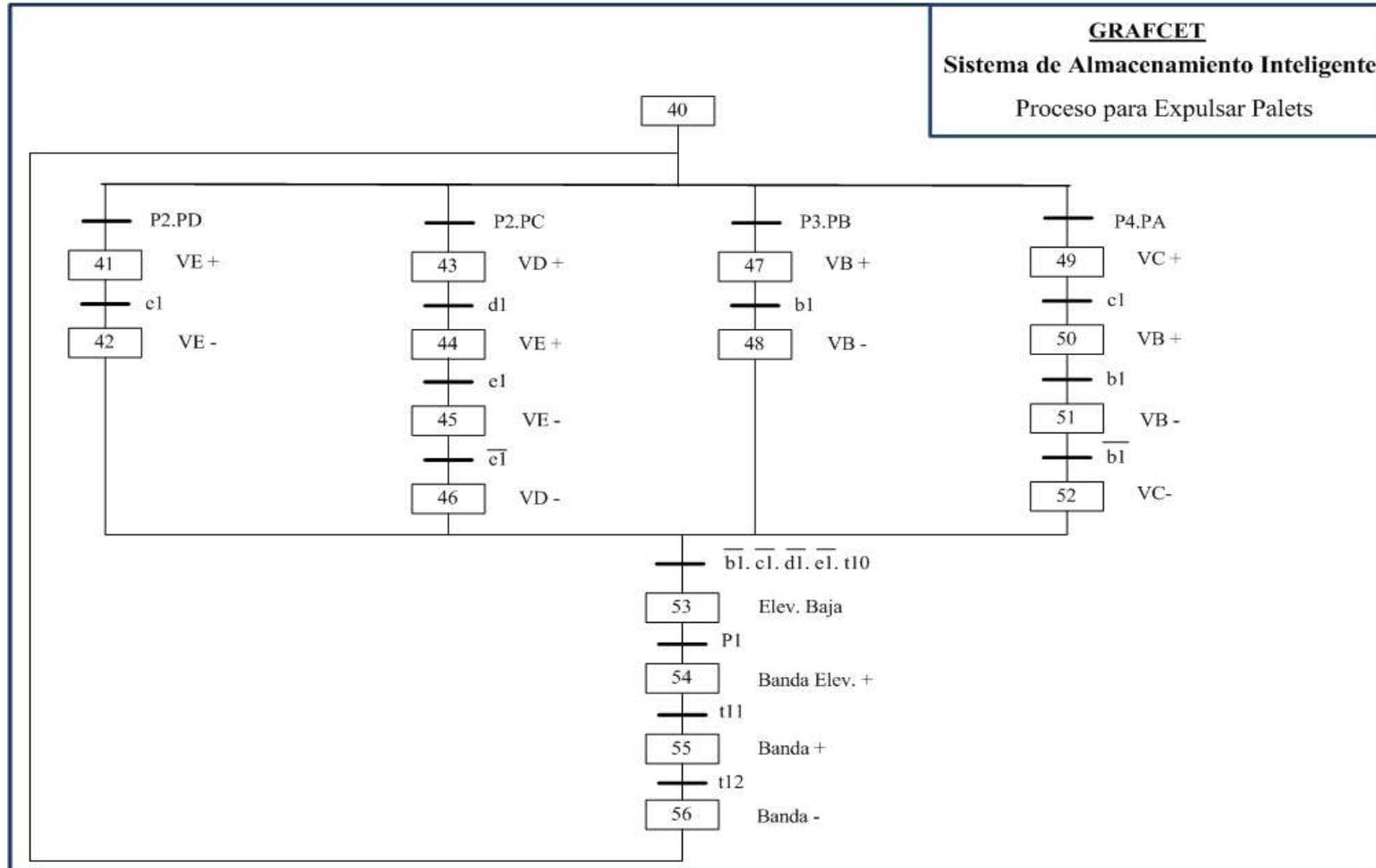


Figura IV.40. Grafcet Expulsar Palets.

4.3.2. Diseño Software

4.3.2.1. Diagramas de Secuencia

Almacenar Palets

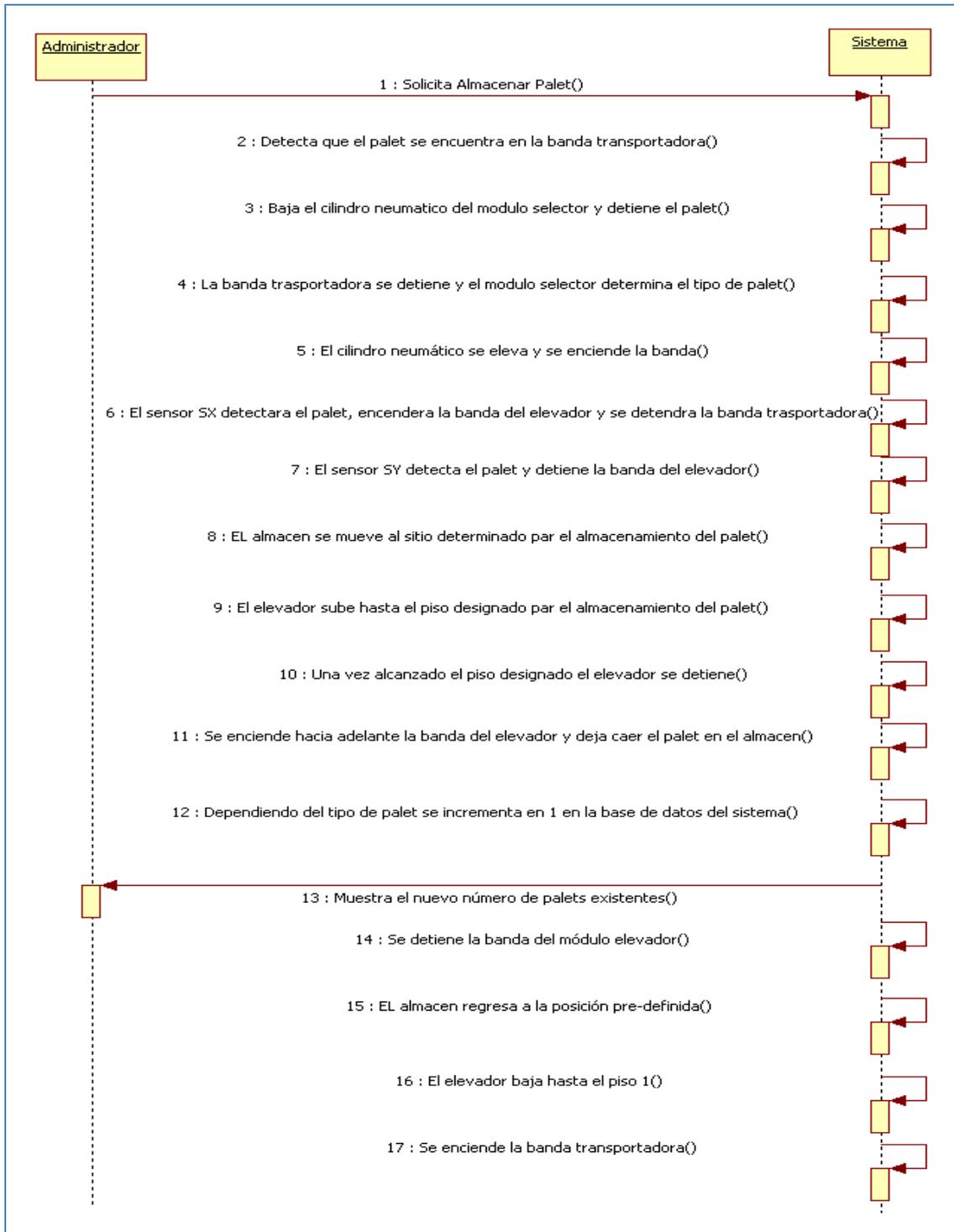


Figura IV.41. Diagrama de Secuencia para Almacenar Palets.

Extraer Palets

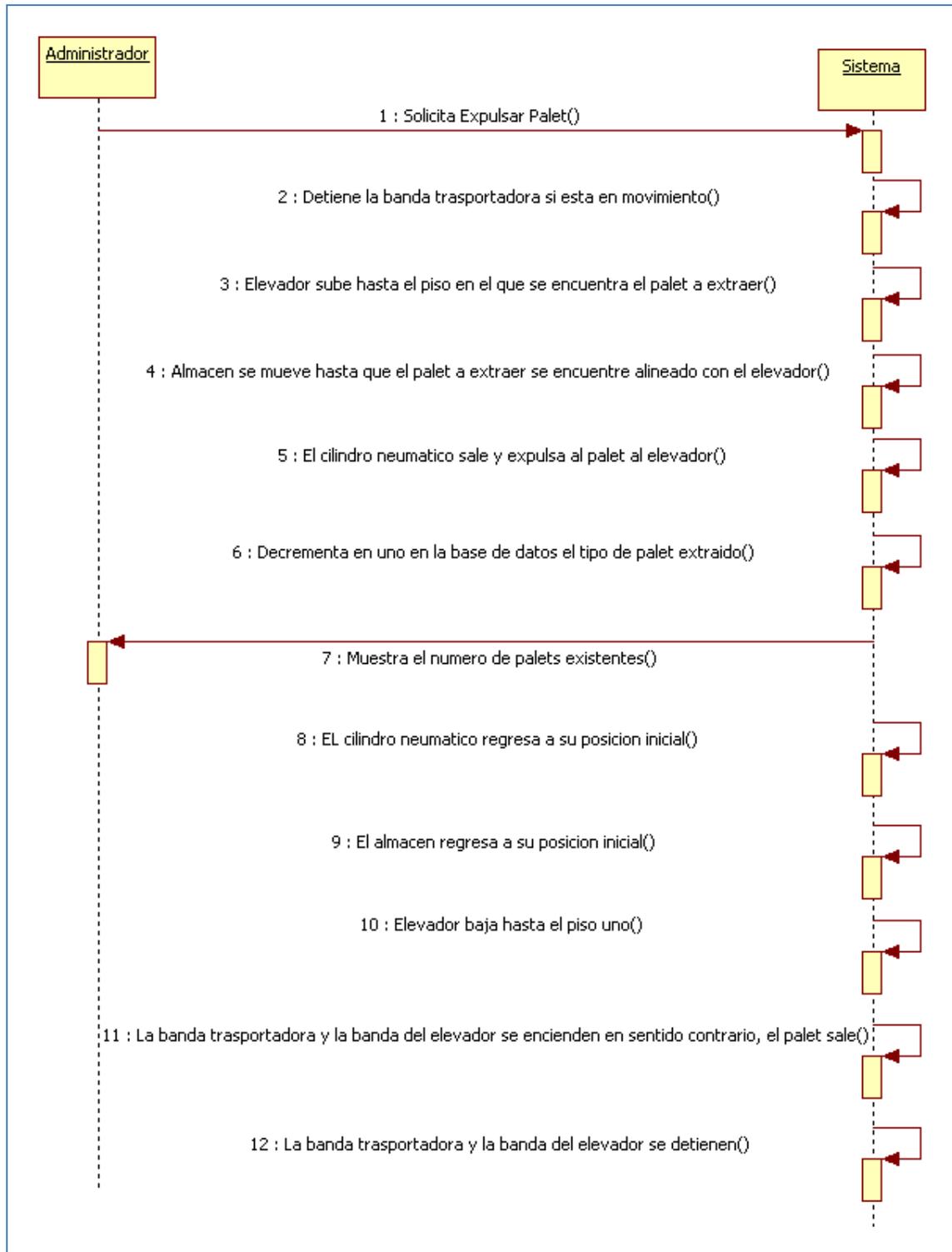


Figura IV.42. Diagrama de Secuencia Extraer Palets.

Administrar Usuarios

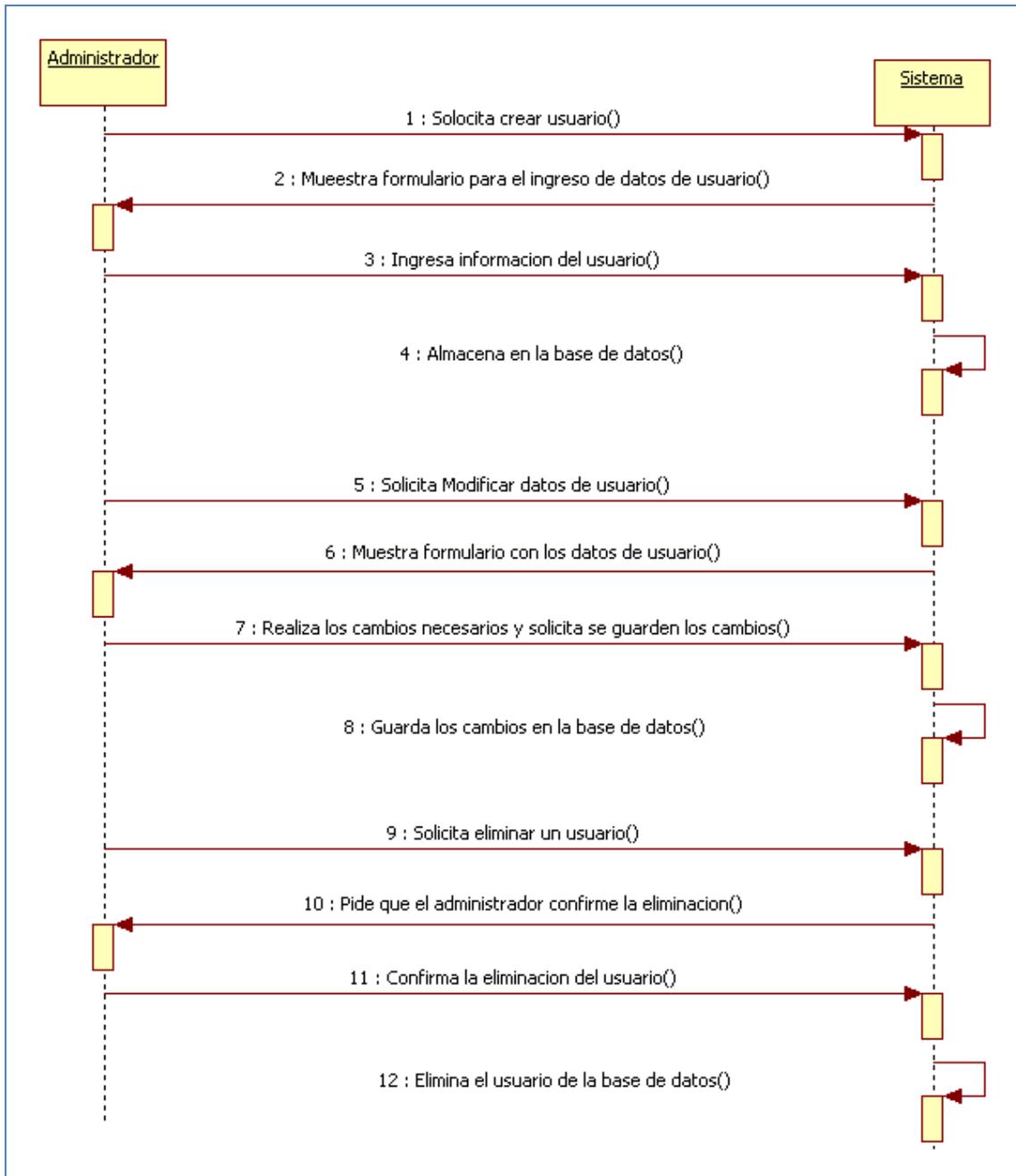


Figura IV.43, Diagrama de Secuencia Administrar Usuarios.

Cambiar contraseña de usuario

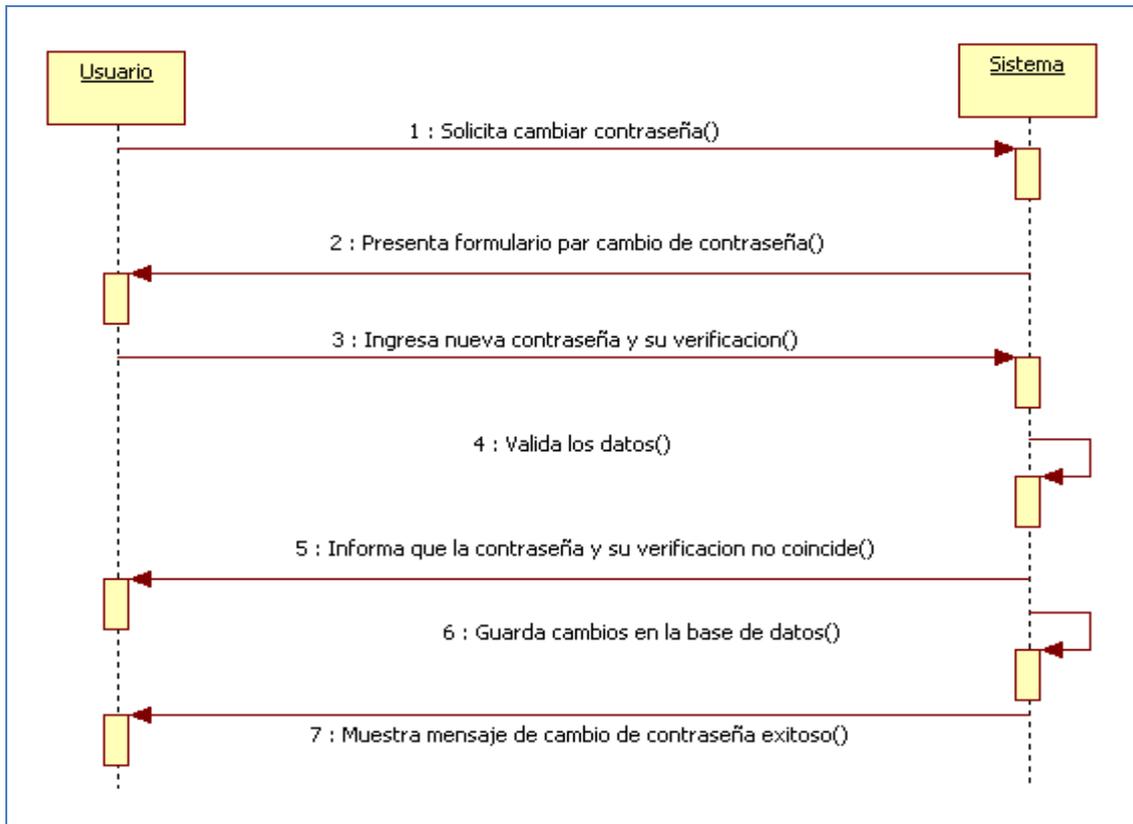


Figura IV.44, Diagrama de Secuencia cambiar contraseña.

Realizar Pedido de palet

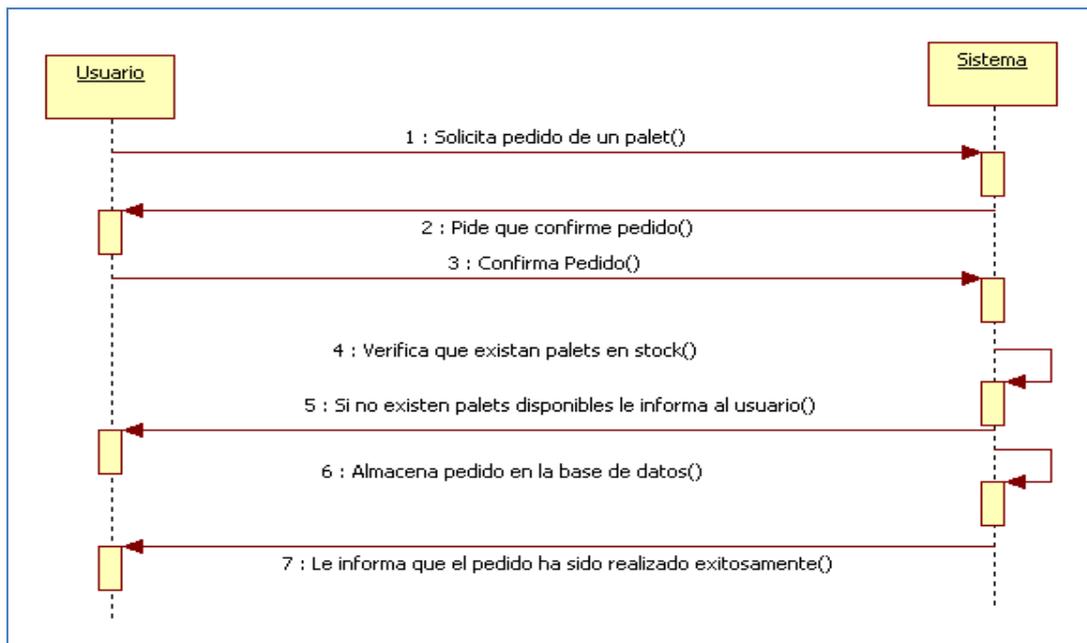


Figura IV.45, Diagrama de Secuencia realizar Pedido de Palet.

Seguimiento a pedidos

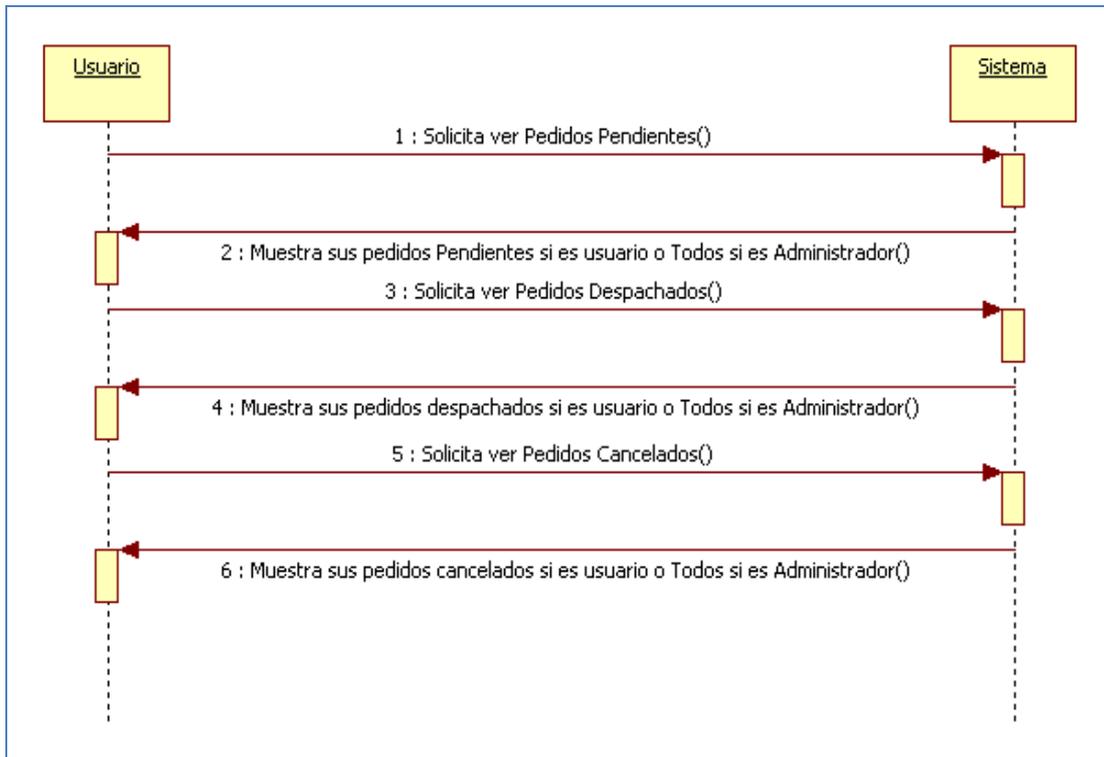


Figura IV.46. Diagrama de Secuencia seguimiento de pedidos.

Lectura de Stock



Figura IV.47. Lectura de Stock.

Despachar pedido

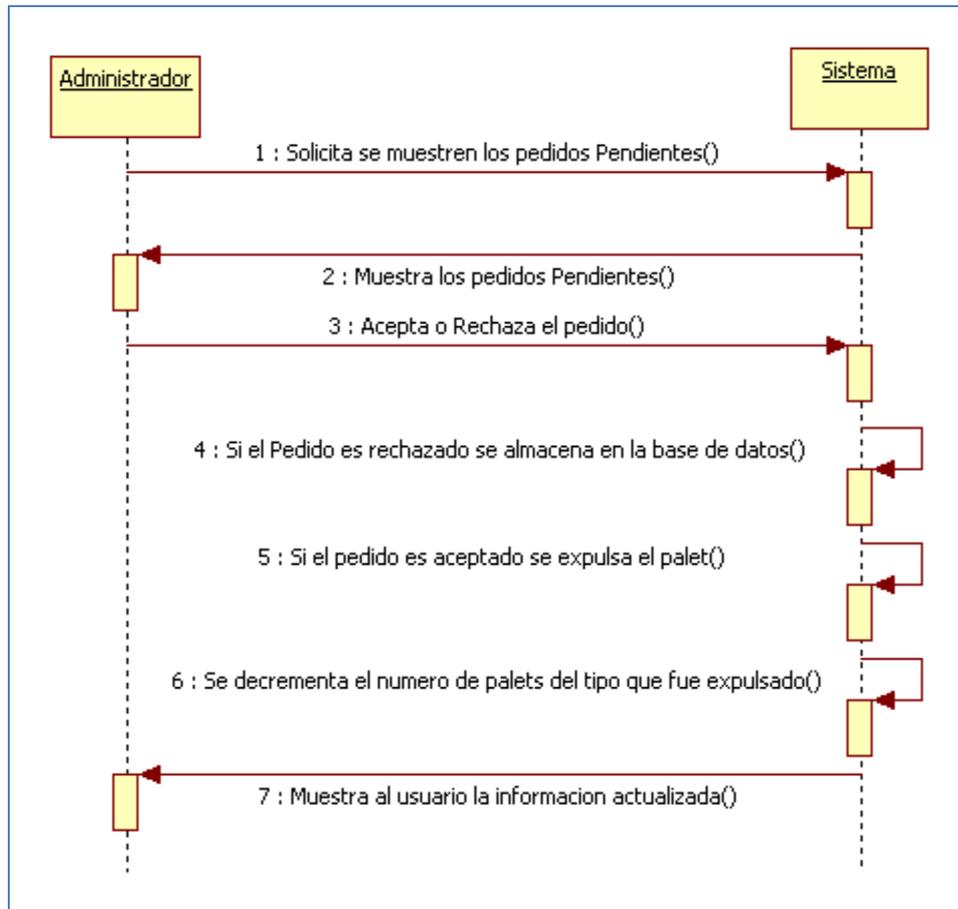


Figura IV.48. Diagrama de Secuencia despachar Pedido.

4.3.2.2. Diagramas de Actividades

Almacenar Palets

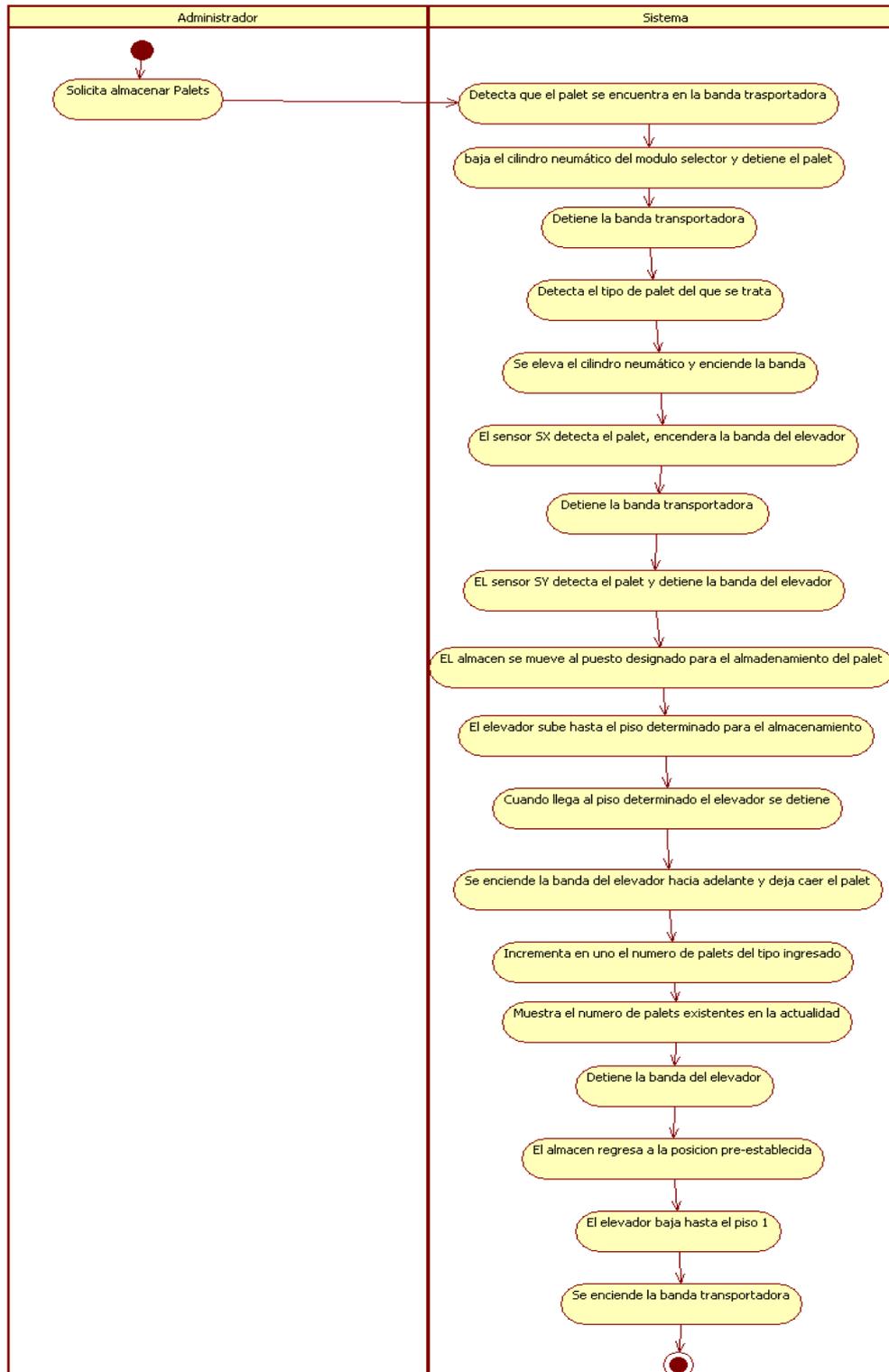


Figura IV.49. Diagrama de Actividades para almacenar palets.

Extraer palets

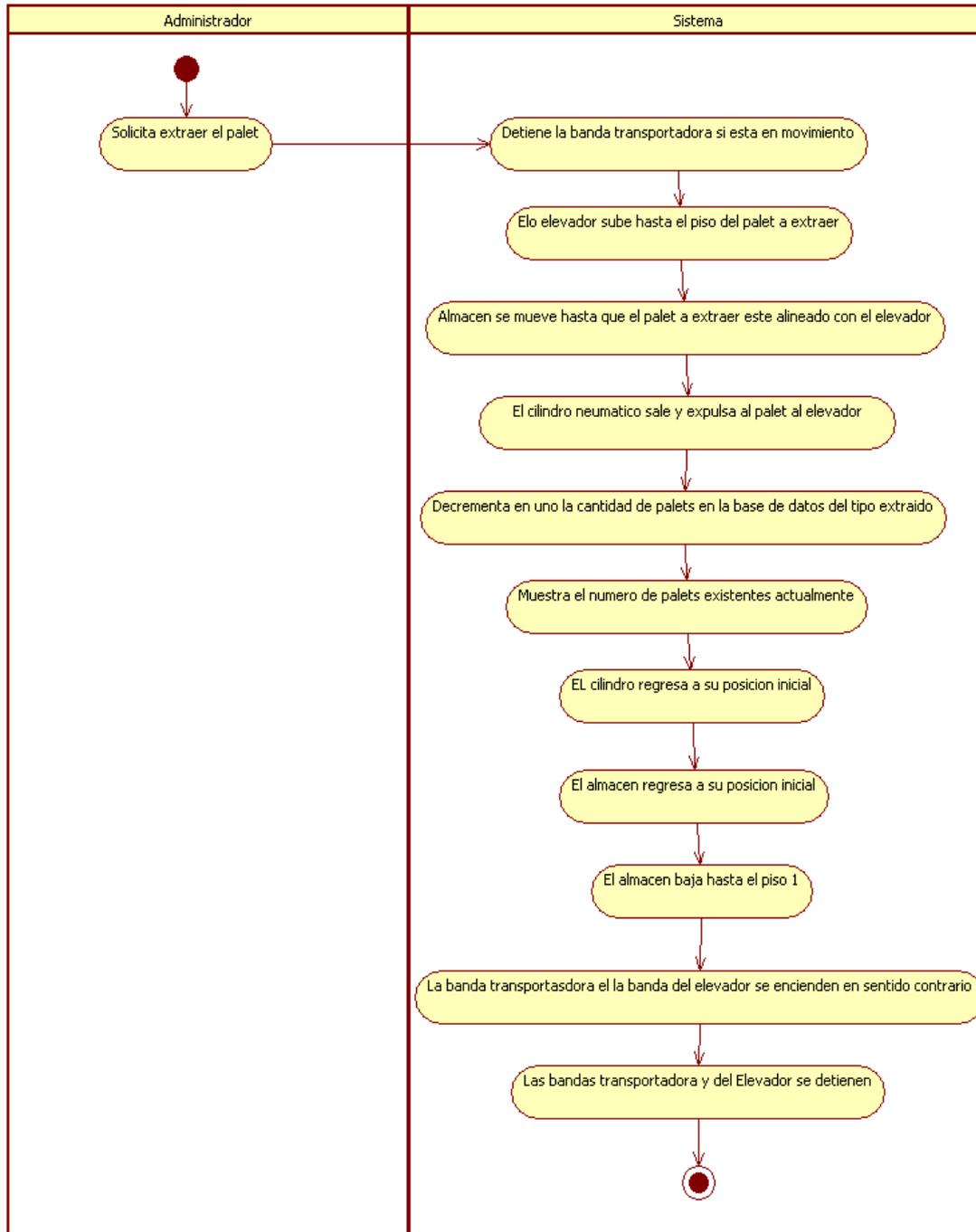


Figura IV.50. Diagrama de Actividades para extraer palets.

Administrar Usuarios

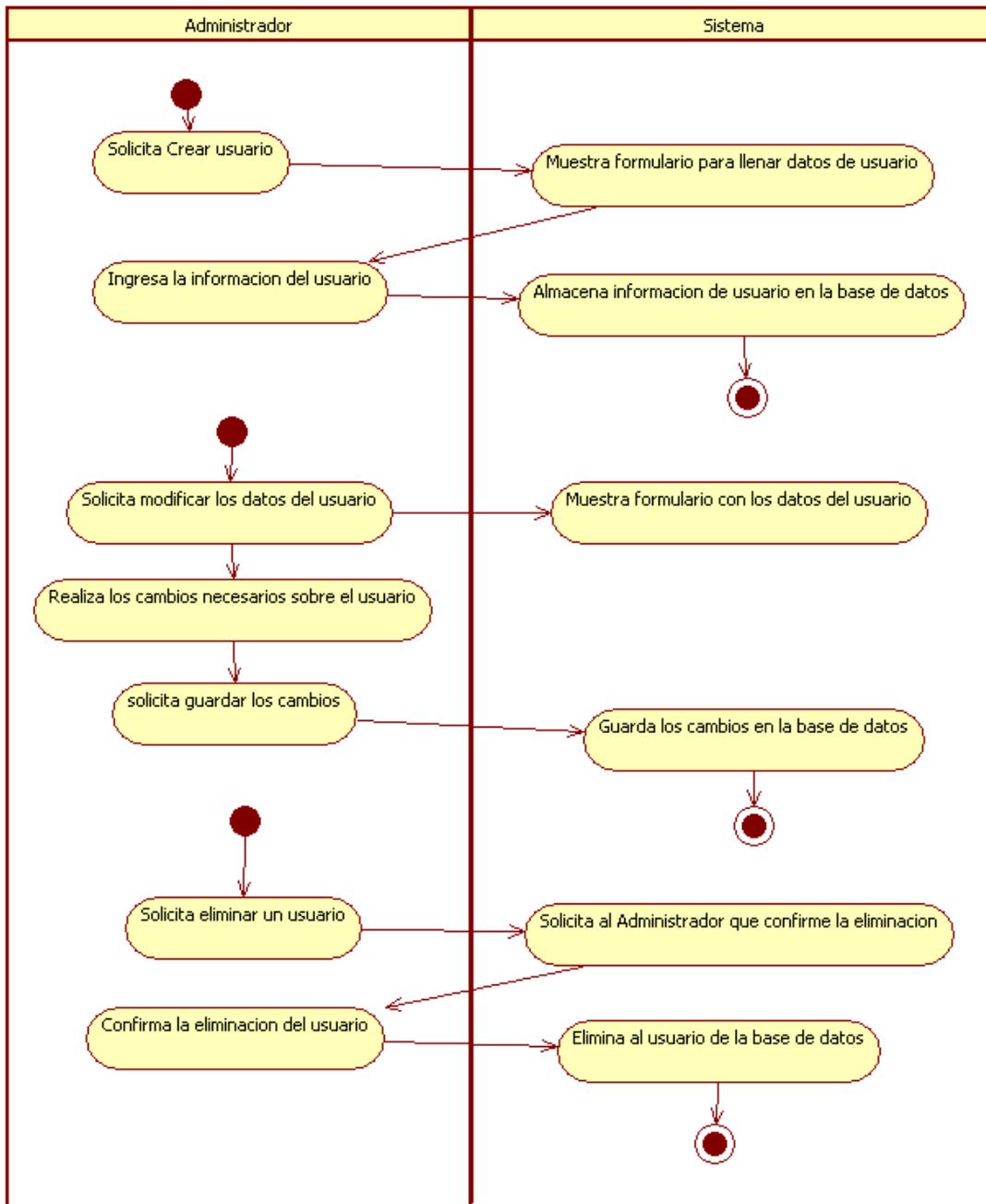


Figura IV.51. Diagrama de Actividades para Administrar usuarios.

Cambiar Contraseña

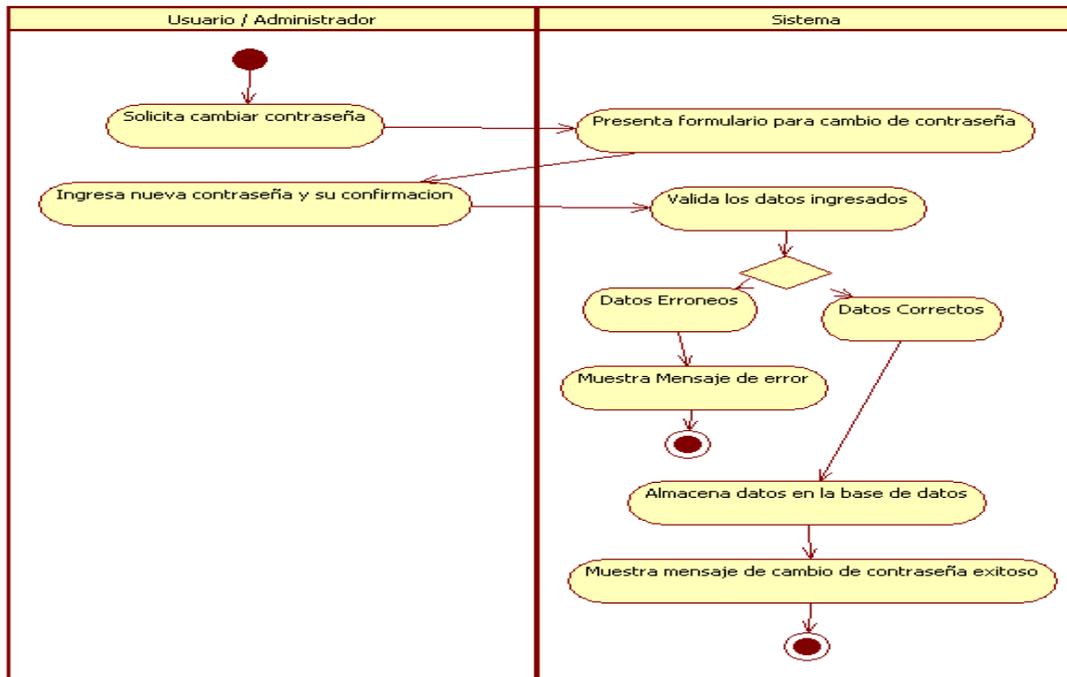


Figura IV.52. Diagrama de Actividades para cambiar contraseña.

Realizar Pedido

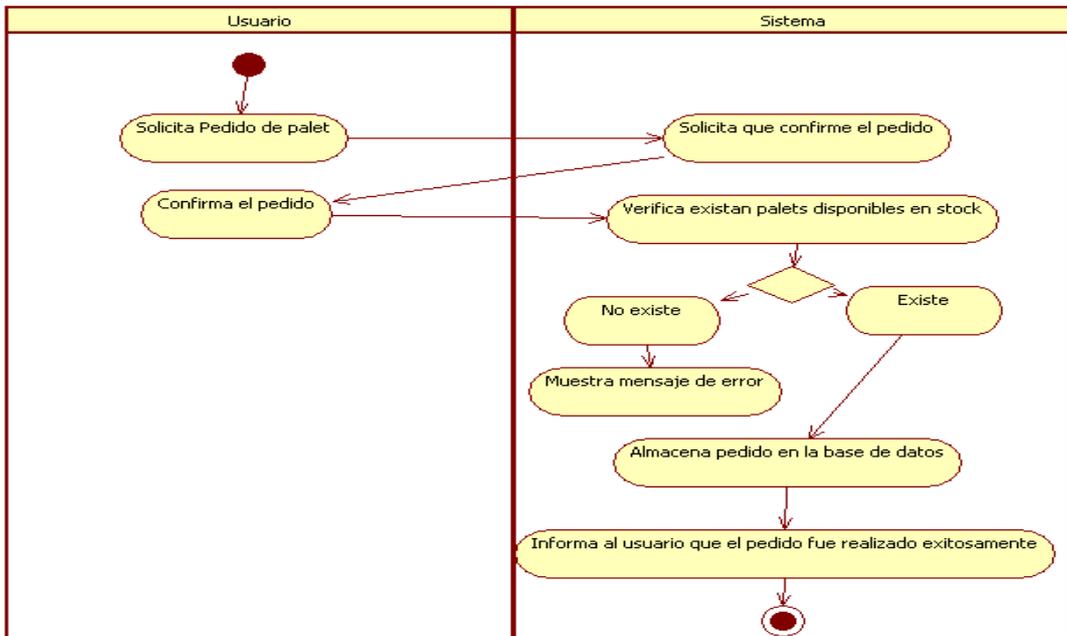


Figura IV.53. Diagrama de Actividades para realizar pedido.

Despachar pedido

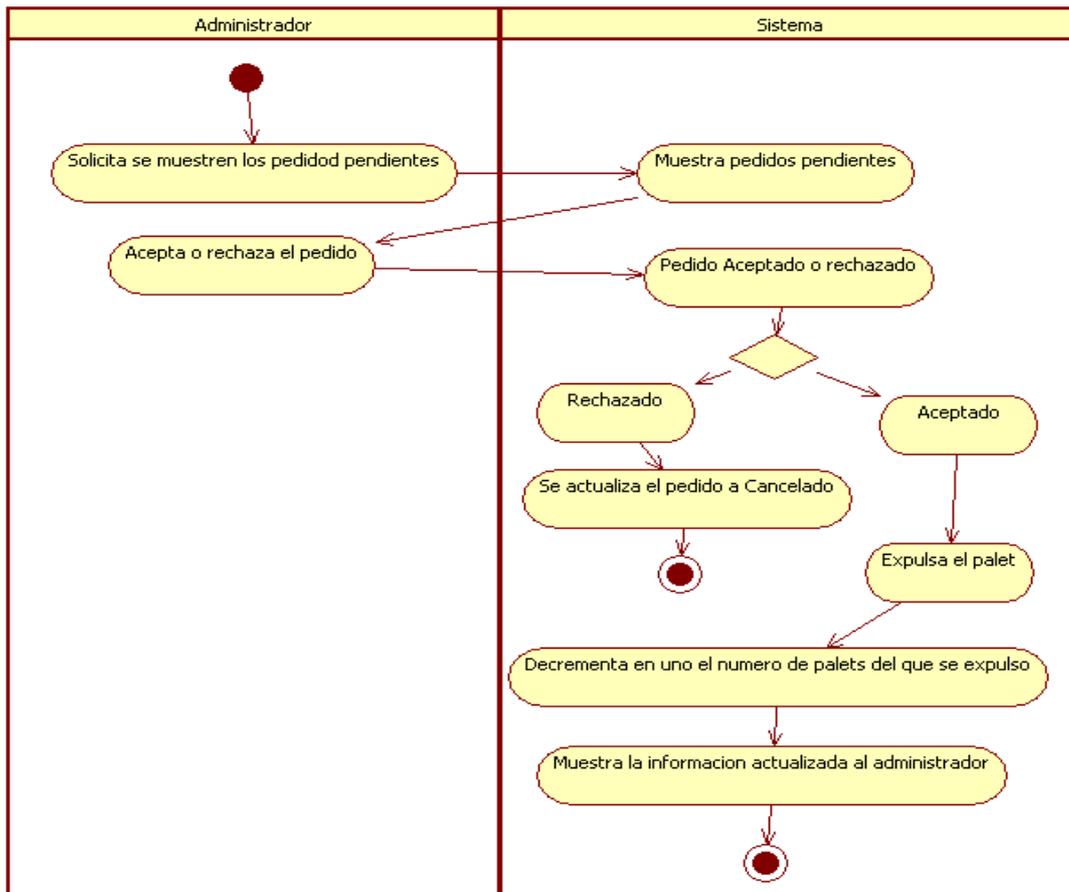


Figura IV.54. Diagrama de Actividades para despachar pedidos.

Lectura de stock

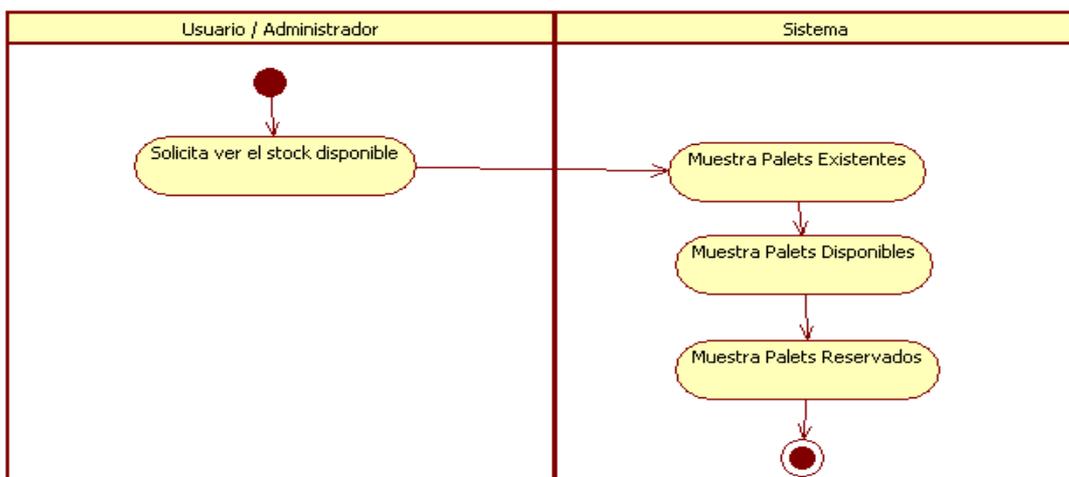


Figura IV.55. Diagrama de Actividades lectura de Stock.

Seguimiento de Pedidos

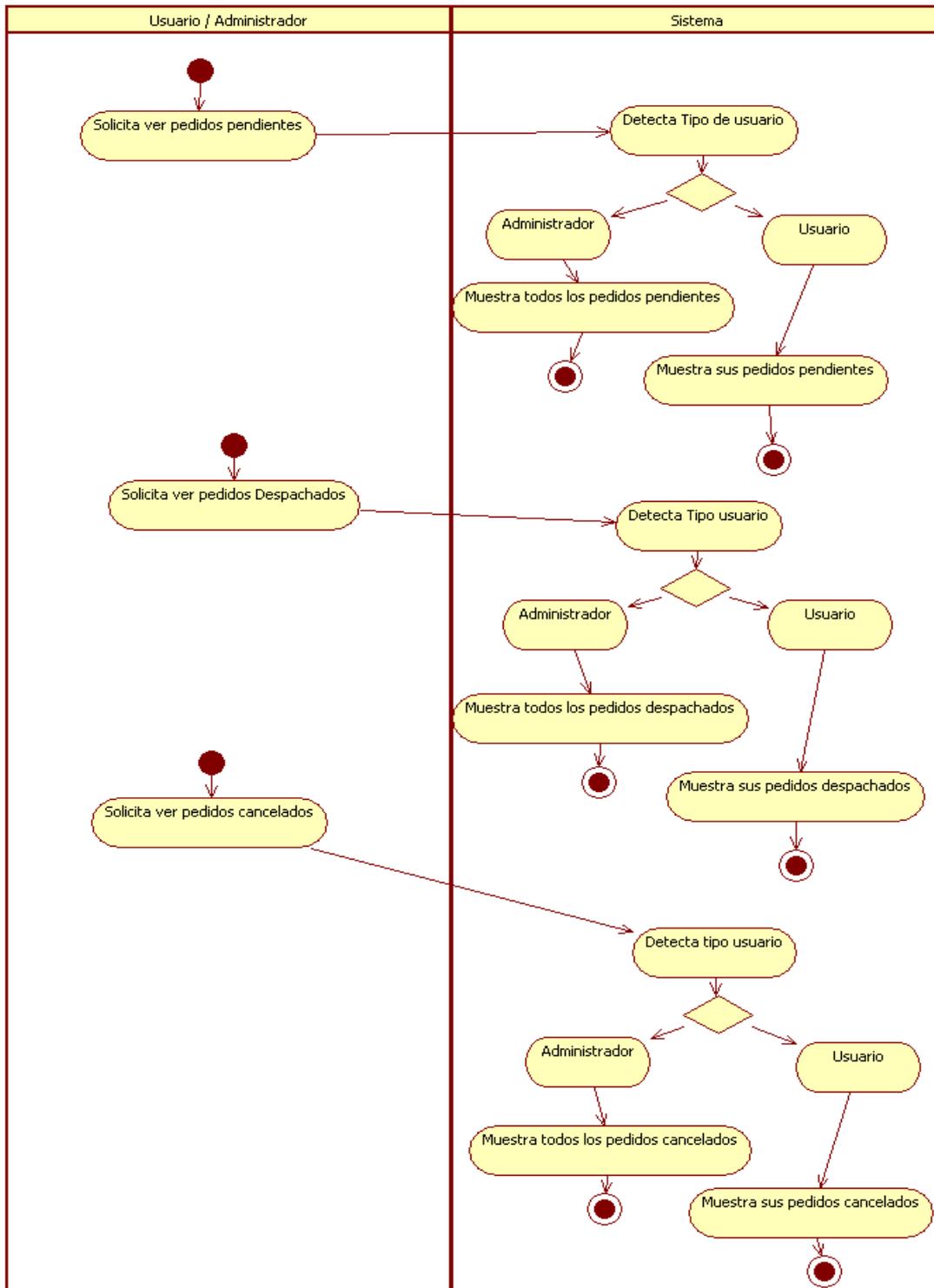


Figura IV.56. Diagrama de Actividades para seguimiento de pedidos.

4.3.2.3. Diagrama de Clases

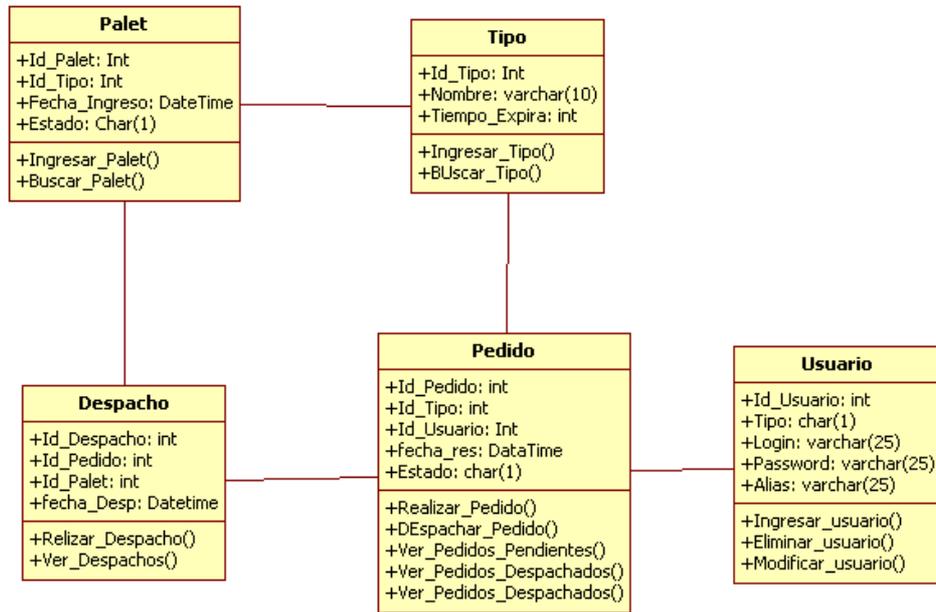


Figura IV.57. Diagrama de clases.

4.3.2.4. Diagrama de Componentes

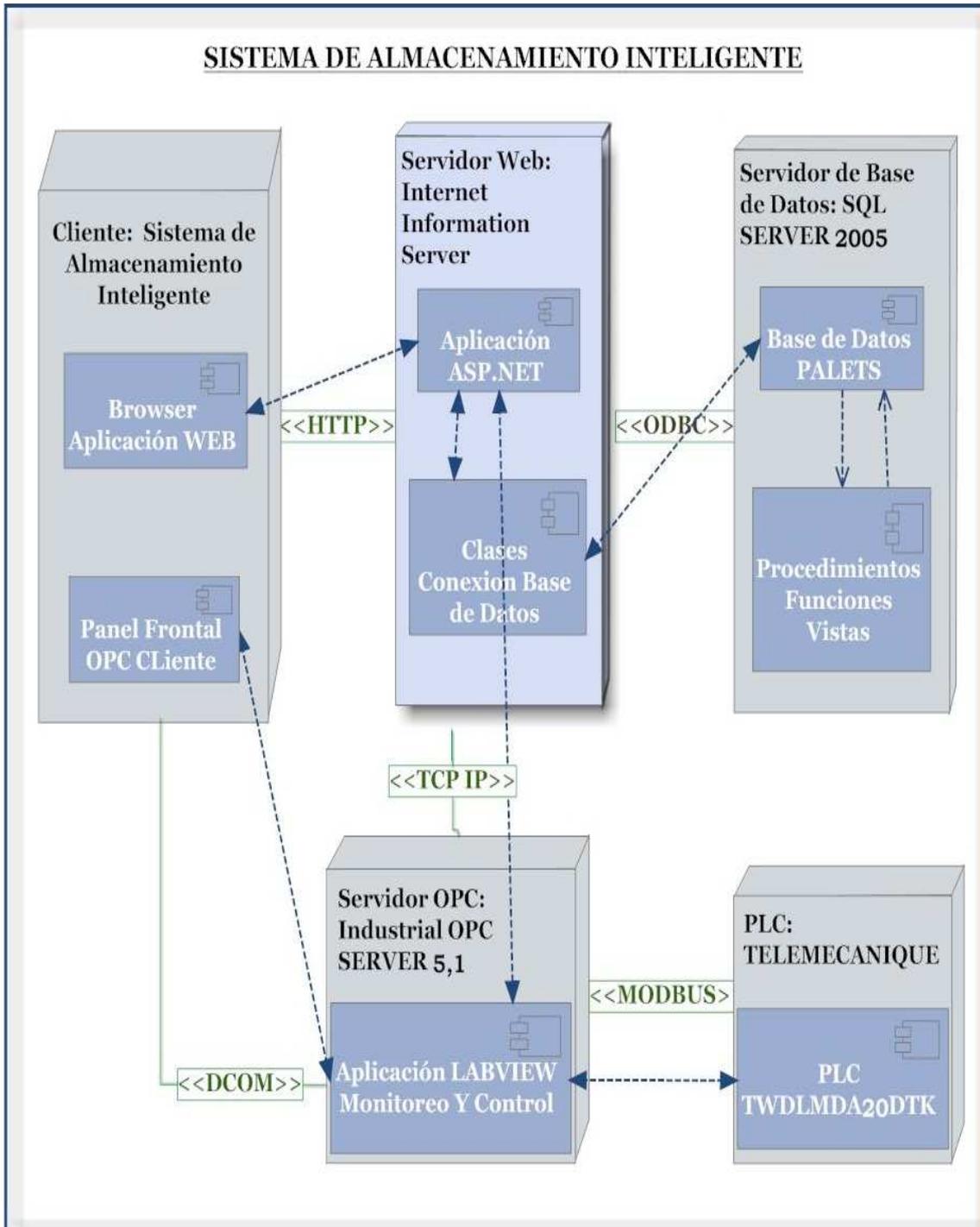


Figura IV.58. Diagrama de Componentes.

4.3.2.5. Diagrama de Despliegue

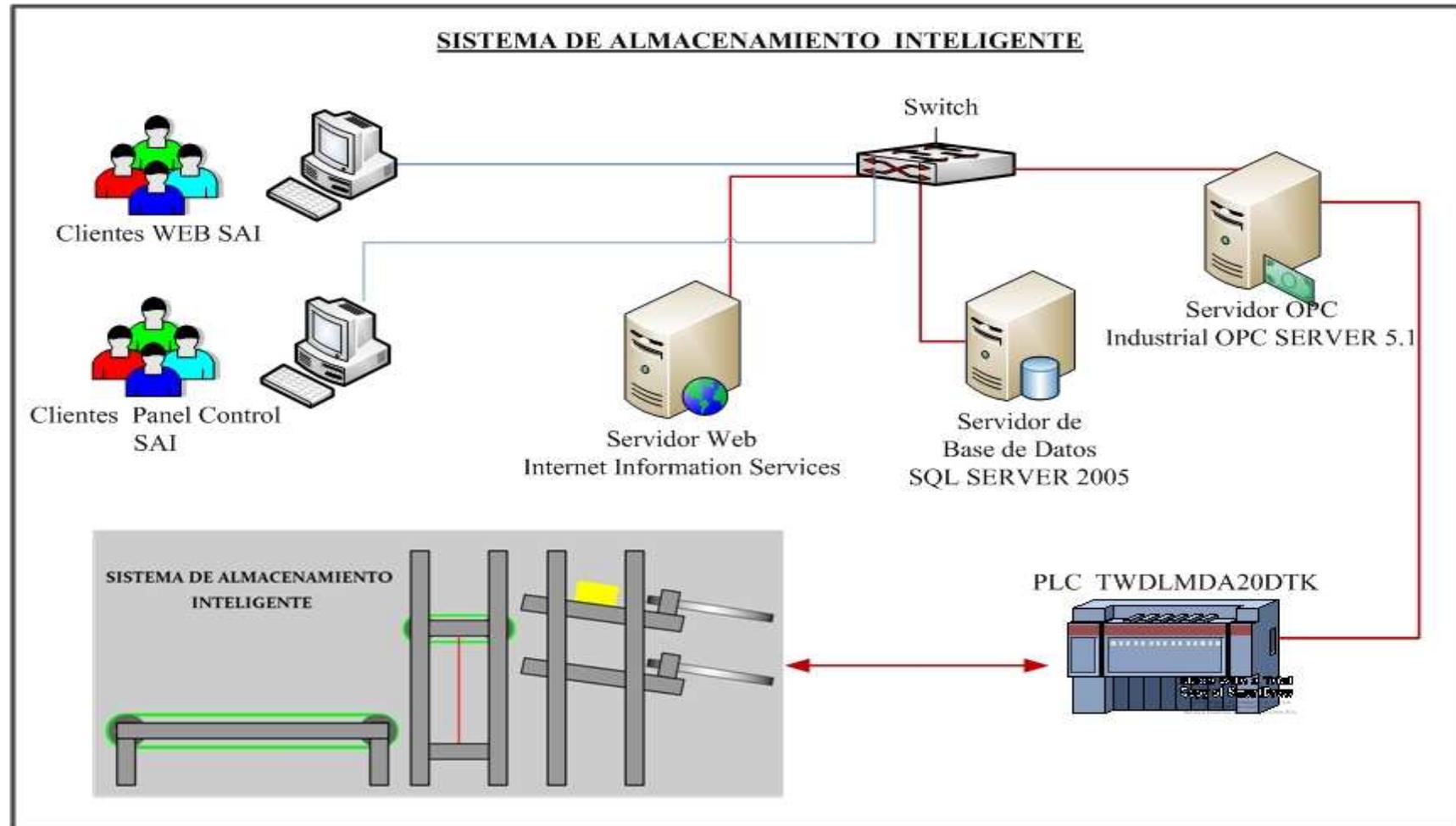


Figura IV.59. Diagrama de Despliegue.

4.3.2.6. Diccionario de Datos

DATO	TIPO DE DATO	DESCRIPCION	OBSERVACION
Id_Usuario	Integer	Identificador de Usuario	Caracteres numéricos
Tipo	Char(1)	Tipo de Usuario	Carácter A o U
Login	Varchar(25)	Login de Usuario	Caracteres alfanuméricos
Password	Varchar(25)	Password o contraseña de usuario	Cualquier carácter
Alias	Varchar(25)	Alias que se le dará al usuario	Caracteres alfanuméricos
Id_Tipo	Integer	Identificador de Tipo	Caracteres numéricos
Nombre	Varchar(10)	Nombre de Palet	Caracteres alfanuméricos
Tiempo_Expira	Integer	Tiempo en el que puede expirar el palet	Caracteres numéricos
Id_Palet	Integer	Identificador de Palet	Caracteres numéricos
Fecha_Ingreso	Datetime	Fecha que ha ingresado el palet	Fecha
Estado_Palet	Char(1)	Estado de palet	Carácter D, E o F
Id_Pedido	Integer	Identificador de Pedido	Caracteres numéricos
fecha_res	Datetime	Fecha que se ha realizado el pedido	Fecha
Estado_Pedido	Char(1)	Estado de pedido	Carácter P, A, D
Id_Despacho	Integer	Identificador de Pedido	Caracteres numéricos
Fecha_Desp	Datetime	Fecha que se ha despachado el pedido	Fecha

Tabla IV.2. Diccionario de datos.

4.3.2.7. Modelo Lógico de la Base de Datos

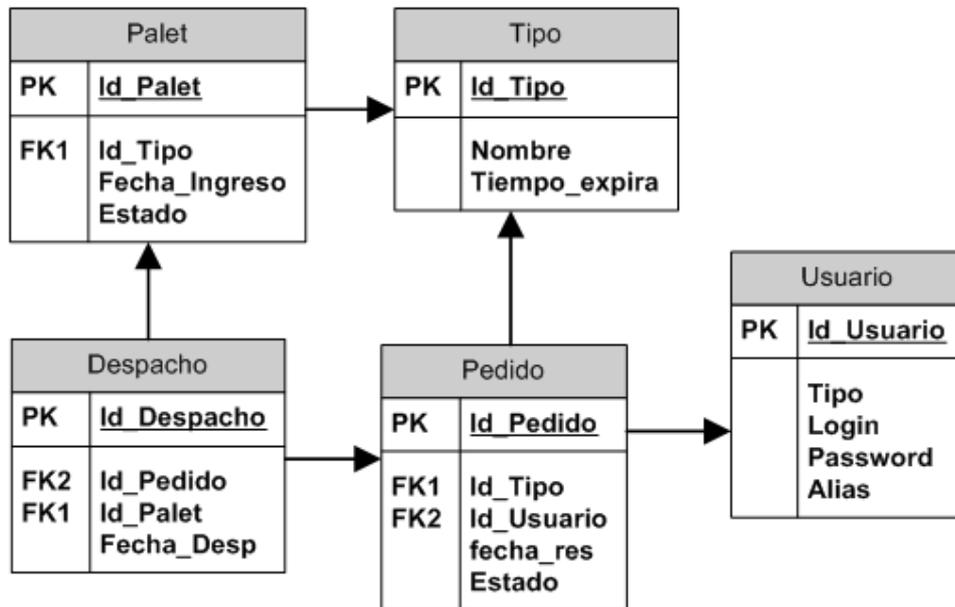


Figura IV.60. Modelo Lógico de la Base de Datos.

4.4. Implementación

4.4.1. Implementación Mecatrónica

4.4.1.1. Sistema Mecánico



Figura IV.61. Implementación Mecánica.

4.4.1.2. Sistema Neumático



Figura IV.62. Manguereado de válvulas.

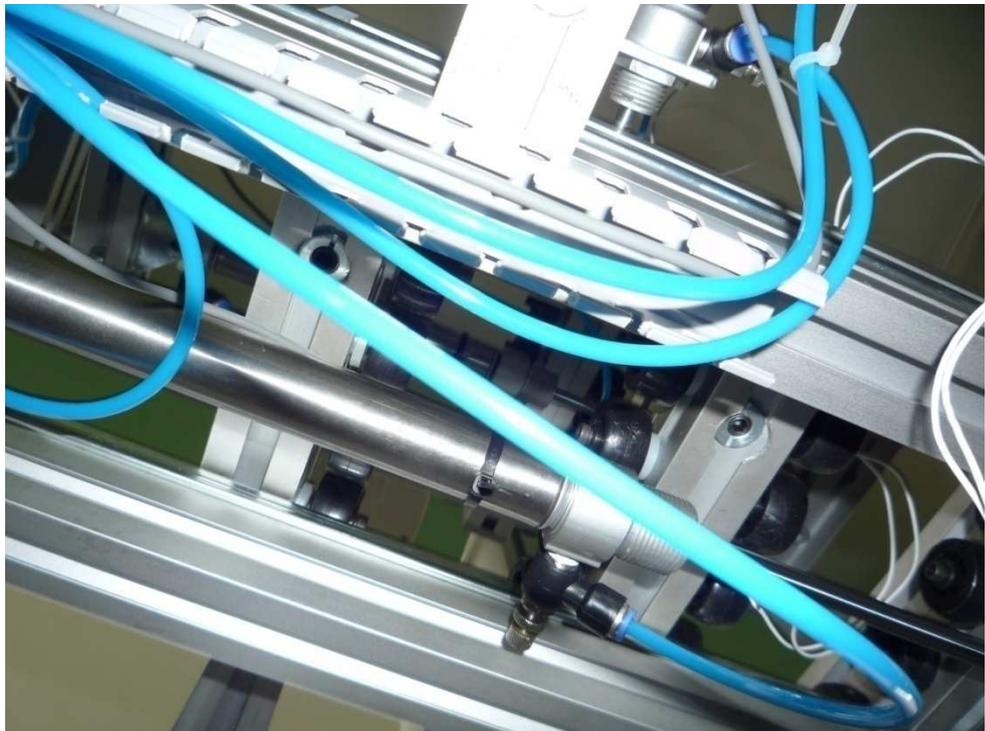


Figura IV.63. Manguereado a pistones.

4.4.1.3. Sistema Eléctrico

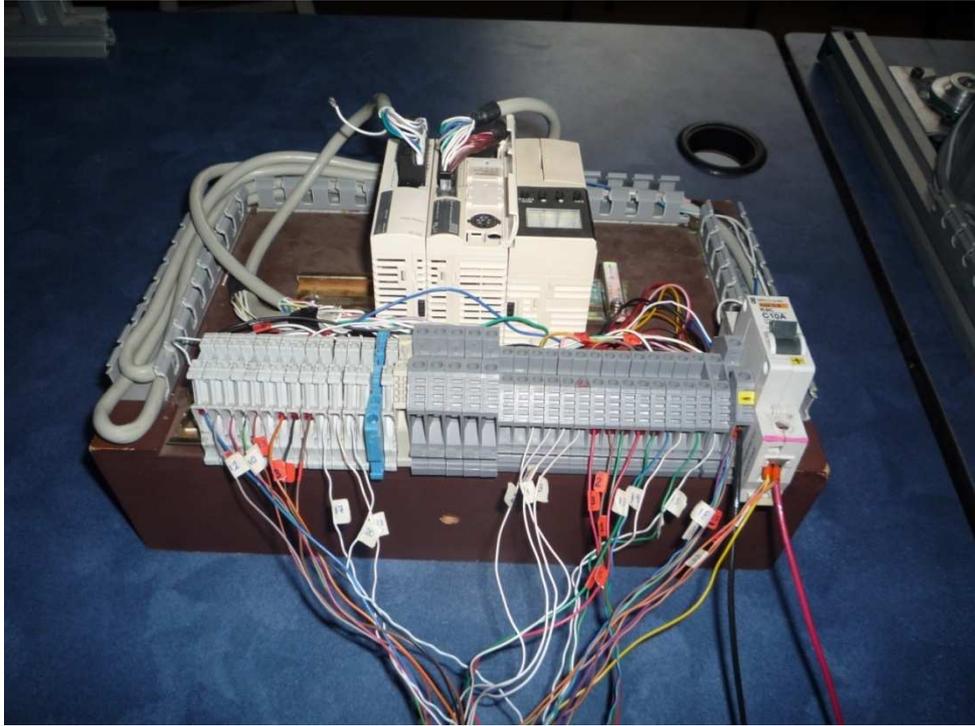


Figura IV.64. Conexión de entradas y salidas del sistema eléctrico al PLC.

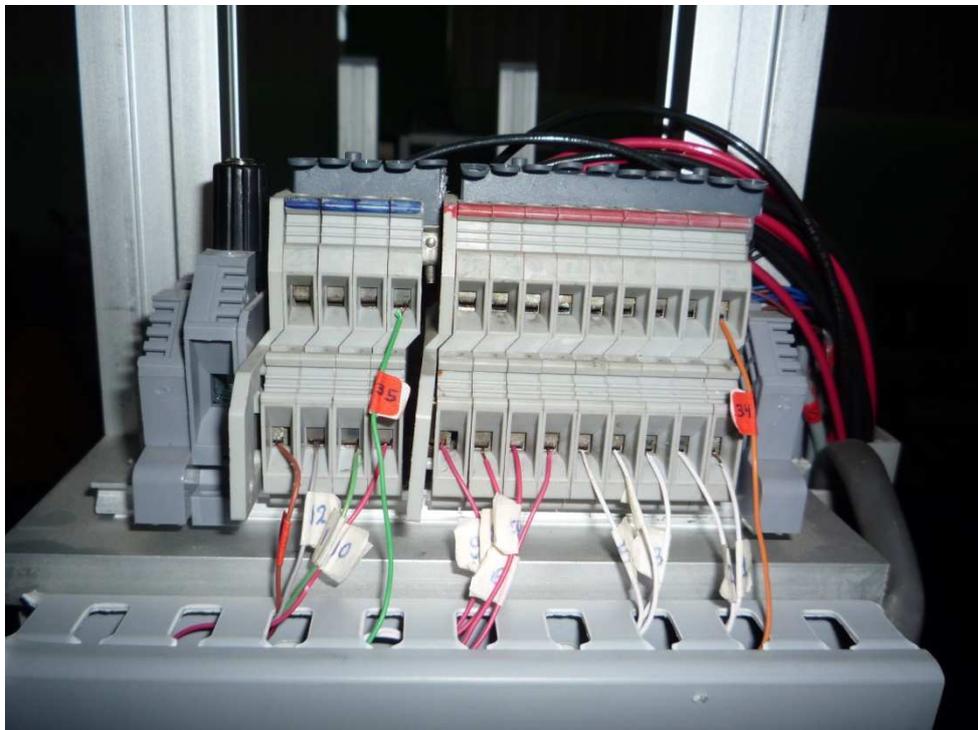


Figura IV.65. Conexión de entradas y salidas a bornera del Módulo de almacenamiento.

4.4.1.4. Programación del PLC.

Por tratarse de un PLC Telemecanique el que se utilizará para la implementación del proyecto, su programación se hará con el software que trae consigo, que es Twido Soft v3.1, el cual utiliza Ladder como lenguaje de programación.

Ver Anexo II.

4.4.1.5. Control y Monitoreo del PLC.

La implementación del panel de control como se lo detalló anteriormente se la hizo en Labview, para lo cual se utilizó una de las características que este lenguaje de programación posee que es la programación modular, la misma que permite escribir sub-programas que luego pueden ser llamados en otros programas, lo cual facilita la corrección y mantenibilidad del código fuente, para lo cual se ha creado tres sub-módulos que son: Leer_Stock, Expulsar_Panel y Animar.

Para la implementación de los módulos que se tenga que interactuar con base de datos se utilizará el componente Database Connectivity Toolkit, el mismo que deberá estar correctamente instalado.

Para facilitar la conexión con la base de datos, se creará un archivo UDL, en el cual esté toda la información de origen de datos, base de datos, usuario, contraseña, etc. Luego cuando se necesite comunicarse con la base de datos, lo único que se hará será hacer referencia al archivo UDL.

Leer_Stock

Este sub-programa lo que hará será leer el stock de palets existente de la base de datos, a continuación se detalla el código fuente del programa:

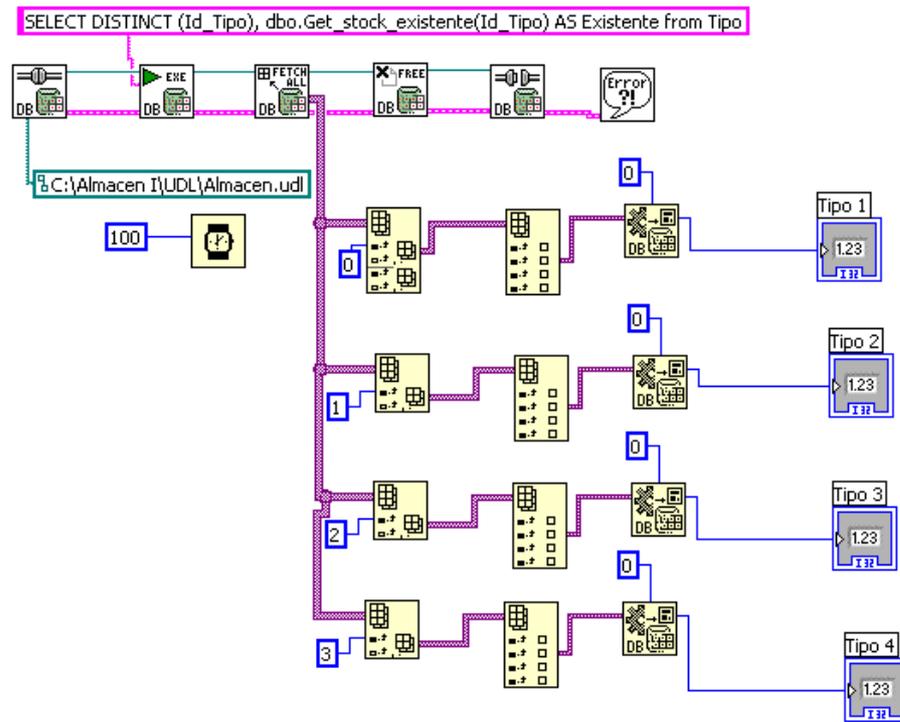


Figura IV.66. Programa Leer_Stock.

Expulsar_Panel

Este programa es el encargado de actualizar el estado de los palets disponibles, siempre y cuando sean expulsados desde el panel frontal.

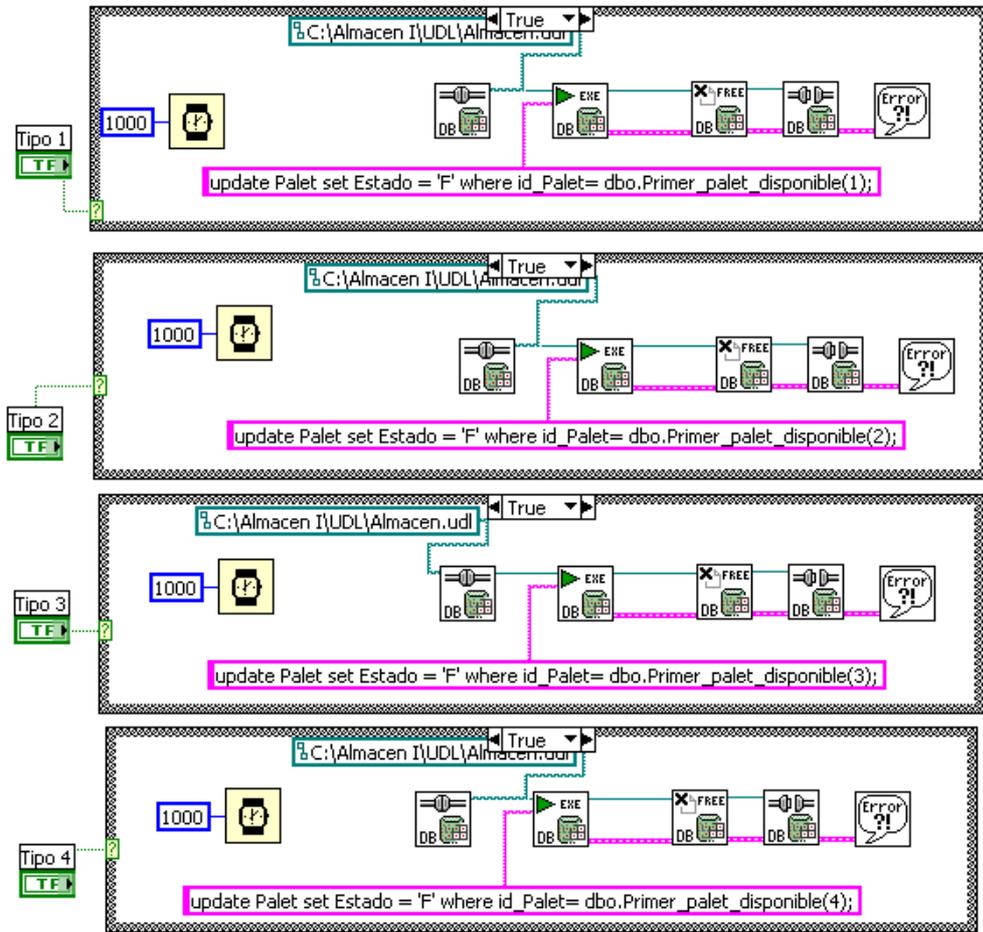


Figura IV.67. Programa Expulsar_Panel.

Animar

Este programa será el encargado de mostrar las respectivas animaciones que representaran lo que está sucediendo con el almacén inteligente al momento.

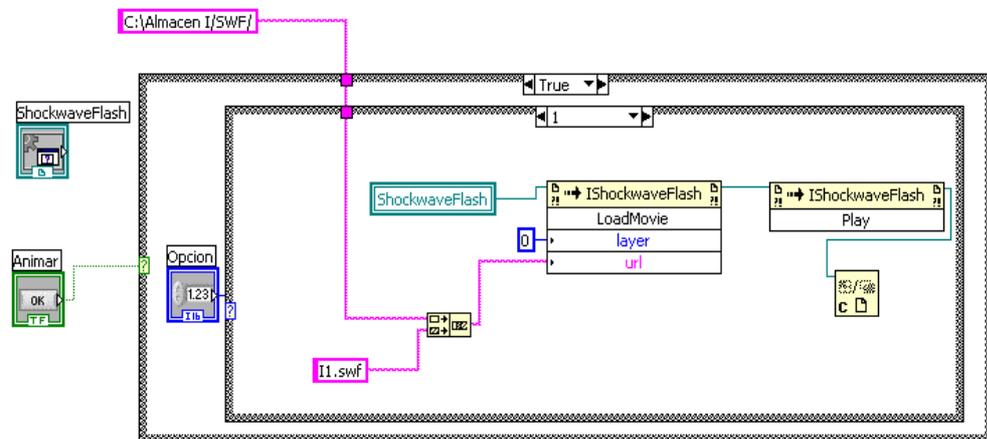


Figura IV.68. Programa Animar.

Panel Frontal

A continuación se presenta el código diagrama de bloques y el panel frontal del programa Panel de control, en el mismo que se integra los programas anteriormente detallados:



Figura IV.69. Panel frontal del Panel de Control.

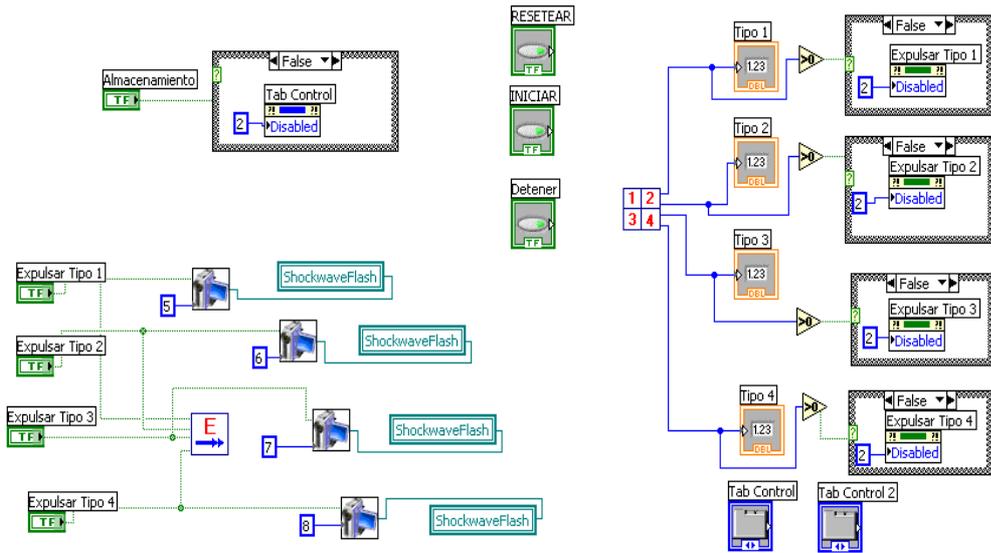


Figura IV.70. Lectura de Stock y Animación en Panel de control.

En la figura siguiente se realiza la inserción de un nuevo palet a la base de datos, esto lo realiza el sistema automáticamente cuando detecta que un nuevo palet está ingresando, lo cual sabemos siempre que una memoria en el PLC se encienda, lo que le dice a Labview que incremente en uno el Palet del tipo que esté ingresando.

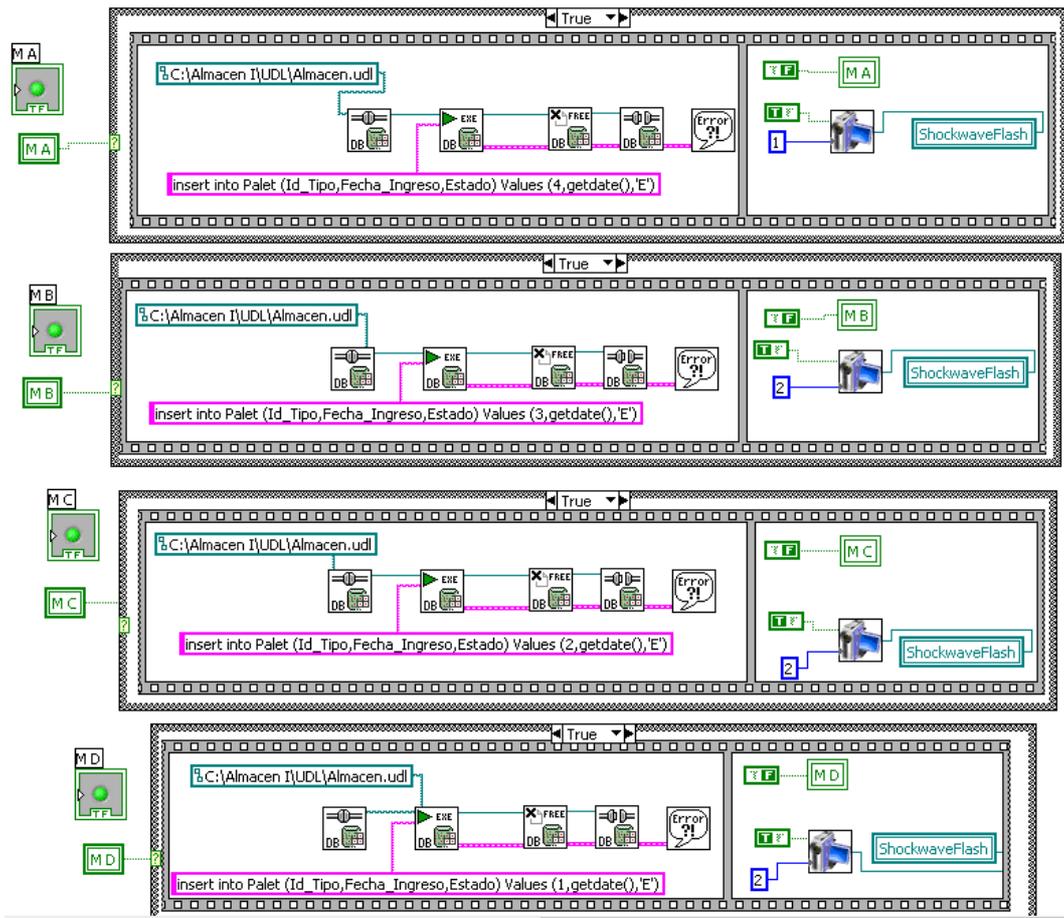


Figura IV.71. Inserción de un nuevo palet al encenderse una memoria.

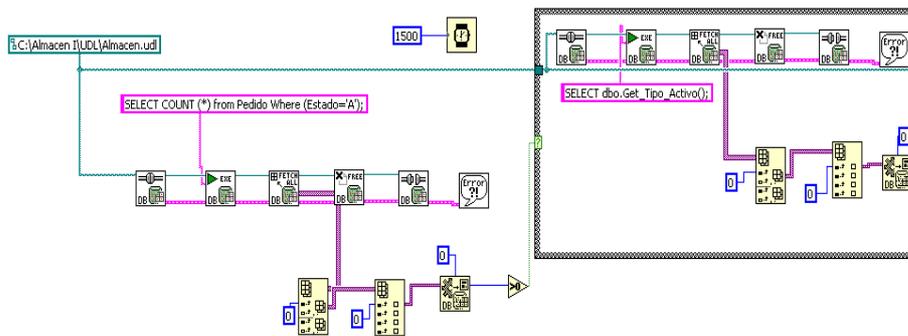


Figura IV.72. Búsqueda de Despachos aceptados.

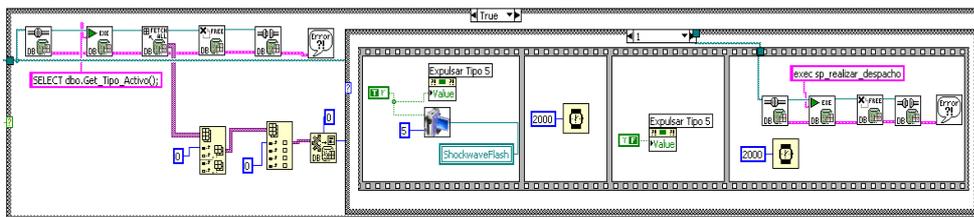


Figura IV.73. Despacho de pedido y Expulsión de palet.

4.4.2. Implementación Software

Además del panel de control se implementará una aplicación web, la misma que servirá para que las sucursales puedan hacer pedidos a la matriz, siempre y cuando exista palets disponibles, así como la aplicación web servirá además para que el administrador del sistema de almacenamiento realice los despachos de los pedidos de palets, de una forma simple y rápida.

Para la implementación de la aplicación web se utilizará las siguientes tecnologías:

- Sql Server 2005 Express Edition
- ASP. NET 3.5
- Labview 7.1 Professional Edition.

Cabe señalar que la aplicación web dependerá de el correcto funcionamiento del programa de panel de control de Labview, el mismo que siempre deberá estar en ejecución, el mismo que será el encargado de interactuar con la base de datos dependiendo de las entradas y salidas del sistema de almacenamiento leídas y escritas por el PLC, por lo cual se utilizará el Sistema de Administración de base de datos como puente entre las dos tecnologías (ASP.NET y Labview).

4.4.2.1. Modelo Físico de la Base de Datos

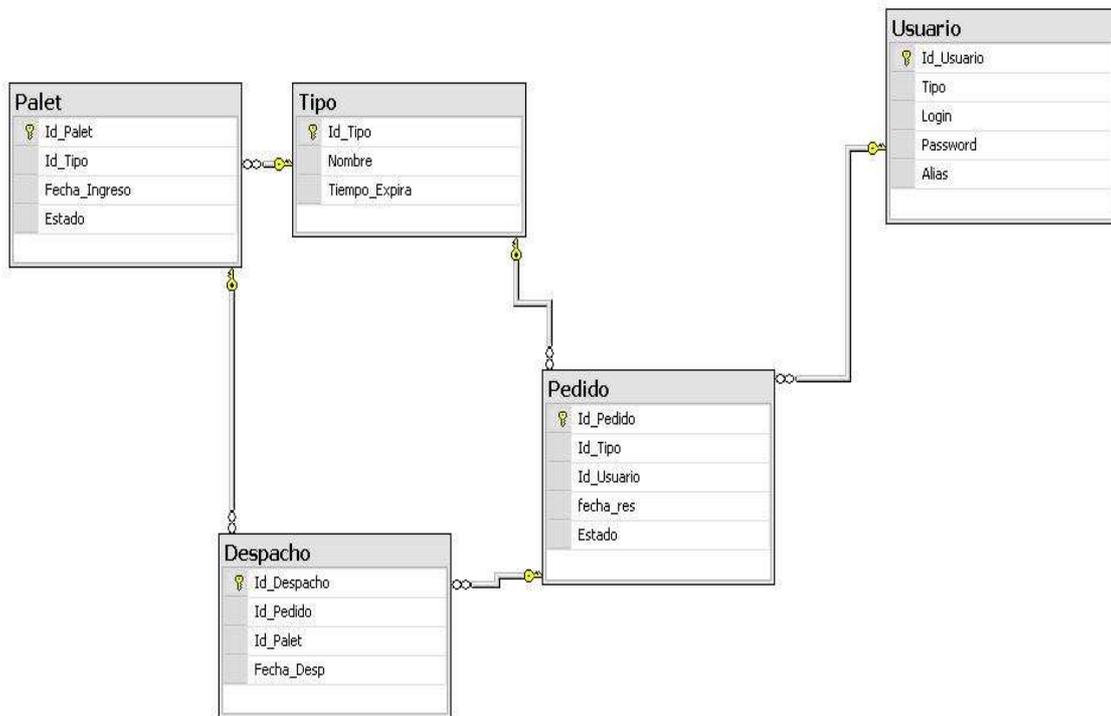


Figura IV.74. Modelo Físico de la Base de Datos.

4.4.2.2. Prototipos de Interfaces de Usuario



Figura IV.75. Index general de la aplicación web.

Interfaz de Administrador



Figura IV.76. Index de Administrador.



Figura IV.77. Stock de Palets.



Figura IV.78. Pedidos.



Figura IV.79. Administrar Usuarios.



Figura IV.80. Listado de usuarios.



Figura IV.81. Editar usuario.



Figura IV.82. Eliminar Usuario.

Interfaz Usuario



Figura IV.83. Index Usuario.



Figura IV.84. Stock de Palets.

The screenshot shows a web application interface for 'Stock de Palets'. At the top, there is a navigation menu with 'Inicio', 'Stock', 'Pedidos', 'Cambiar Password', and 'Salir'. Below the menu, there are two main sections: 'MIS PEDIDOS' on the left and 'MIS PEDIDOS PENDIENTES' on the right. The 'MIS PEDIDOS' section has three checkboxes: 'Pendientes', 'Despachados', and 'Cancelados'. The 'MIS PEDIDOS PENDIENTES' section contains a table with the following data:

Nº Pedido	Tipo Palet	Fecha Pedido	Cancelar Pedido
21	Tipo 2	10/12/2009	Cancelar
22	Tipo 1	09/12/2009	Cancelar
23	Tipo 1	09/12/2010	Cancelar

At the bottom of the page, there is a footer that reads: 'Todos los derechos reservados - ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH) 2010'.

Figura IV.85. Pedidos de Usuario.

The screenshot shows a web application interface for 'Cambiar Password de Usuario'. At the top, there is a navigation menu with 'Inicio', 'Stock', 'Pedidos', 'Cambiar Password', and 'Salir'. Below the menu, there are two main sections: 'CAMBIAR PASSWORD' on the left and 'CAMBIAR PASSWORD' on the right. The 'CAMBIAR PASSWORD' section on the left contains a text box with the following text: 'En esta página podrá cambiar su contraseña, tenga mucho cuidado y no olvide la misma, ya que no podrá ingresar al sistema si la olvida.' The 'CAMBIAR PASSWORD' section on the right contains a form titled 'Modificar Password de Usuario:' with the following fields: 'Nuevo Pass.:', 'Conf. Pass.:', and two buttons: 'Guardar' and 'Cancelar'. At the bottom of the page, there is a footer that reads: 'Todos los derechos reservados - ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH) 2010'.

Figura IV.86. Cambiar Password de Usuario.

4.5. Pruebas del Sistema

Las pruebas se las debe llevar a cabo a medida que se va configurando el hardware y desarrollando el software.

4.5.1. Pruebas Hardware

La realización de las pruebas hardware consiste en verificar que el nivel de aire que deja pasar los reguladores de caudal sea el adecuado, ya que de pasar demasiado pueda causar daños en el equipo y de pasar menos no cumplirá con

su objetivo que es expulsar los palets, además de verificar que los sensores se encuentren a la distancia exacta para determinar cuando el cilindro neumático se encuentra afuera o no, con esto se determina que todo va funcionando correctamente, y en caso de existir algún error, se corrige sobre la marcha, es de vital importancia calibrar apropiadamente los sensores, ya que de su correcta calibración depende el buen funcionamiento del sistema.

4.5.2. Pruebas Software

Al igual que la implementación hardware, en la implementación software se la debe ir probando tan pronto como se lo va implementando, esto debido a que la metodología de desarrollo que se utilizó está basada en la metodología XP, con algunas implementaciones para que a mas de programación se pueda realizar tareas típicas de un sistema mecatrónico.

4.6. Implantación

4.6.1. Manual de Configuración

4.6.1.1. Requerimientos

Para que el sistema funcione de forma eficiente es necesario que se cumpla con los siguientes requerimientos mínimos.

Hardware

- PC con procesador Pentium 4 de 3 Ghz o superior
- 2 Gb de memoria RAM o superior.
- Disco duro con 80 Gb de espacio libre.
- UPS para el servidor web, con una batería de 30 minutos de duración.
- PLC TWD40DTK

- Puerto RS232
- Cable de datos RS232 para comunicación del PLC con el PC.
- Fuente de alimentación de 14 Voltios para alimentación del PLC y de los módulos del sistema de almacenamiento inteligente.

Software

- Microsoft Windows 2008 Server Estándar o superior.
- Microsoft Sql Server 2005 Express Edition o superior.
- Microsoft Net Framework 3.5
- Adobe Flash Player 9.0
- Labview Profesional 7.1
- Twido Soft 3.1

4.6.1.2. Configuración del servidor de base de datos

Una vez que tengamos instalado SQL Server en el equipo que servirá como servidor de base de datos, procedemos a crear una base de datos en blanco como se observa a continuación.

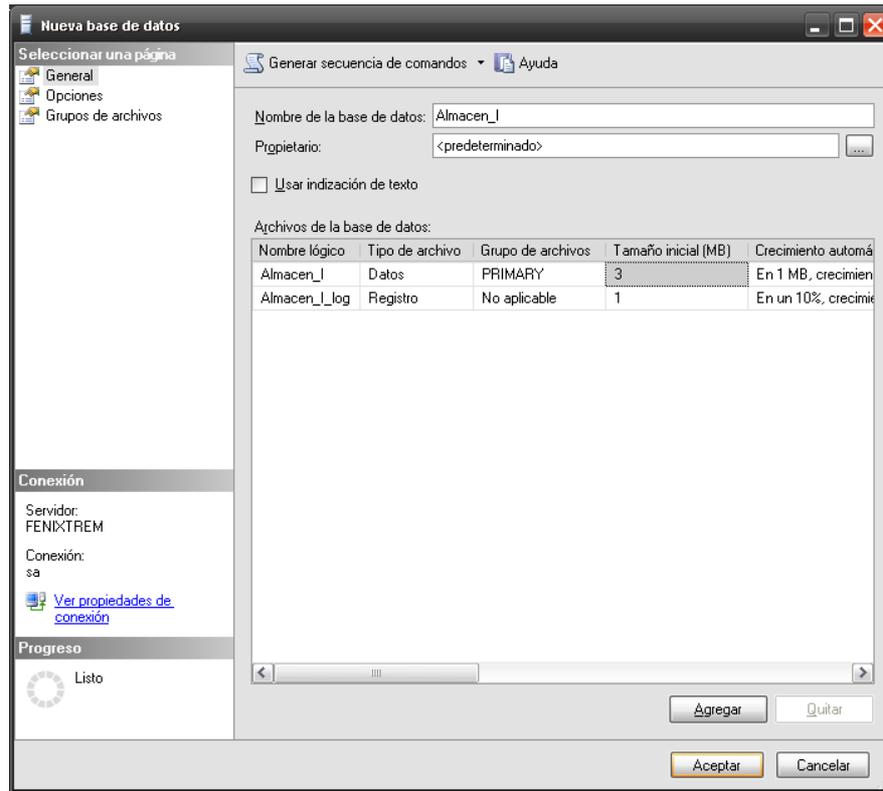


Figura IV.87. Creación de nueva base de datos Almacen_I.

Ahora procedemos a restaurar la base de datos desde el backup que tenemos, como se observa en las imágenes siguientes:

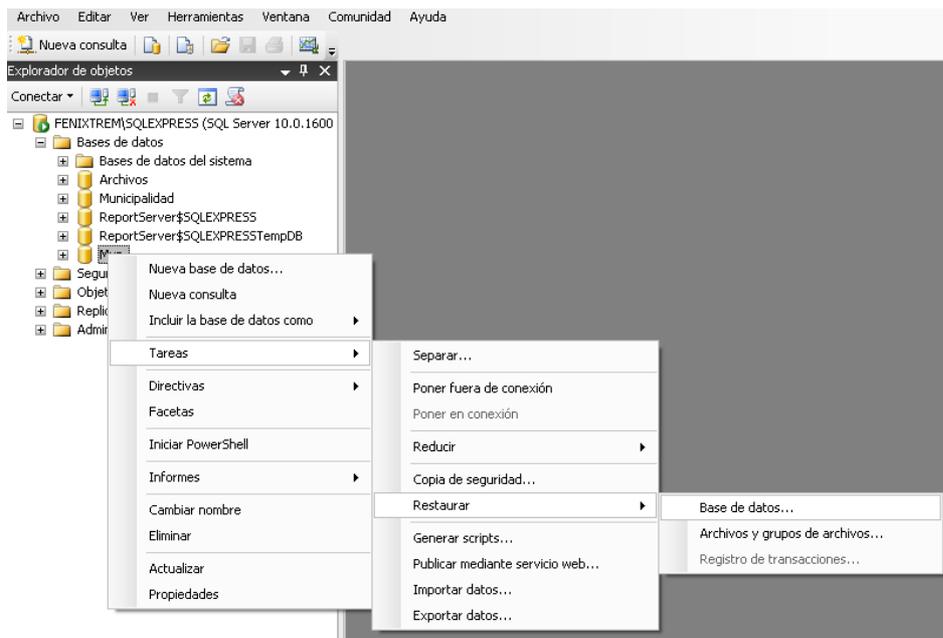


Figura IV.88. Restaurar Base de Datos.

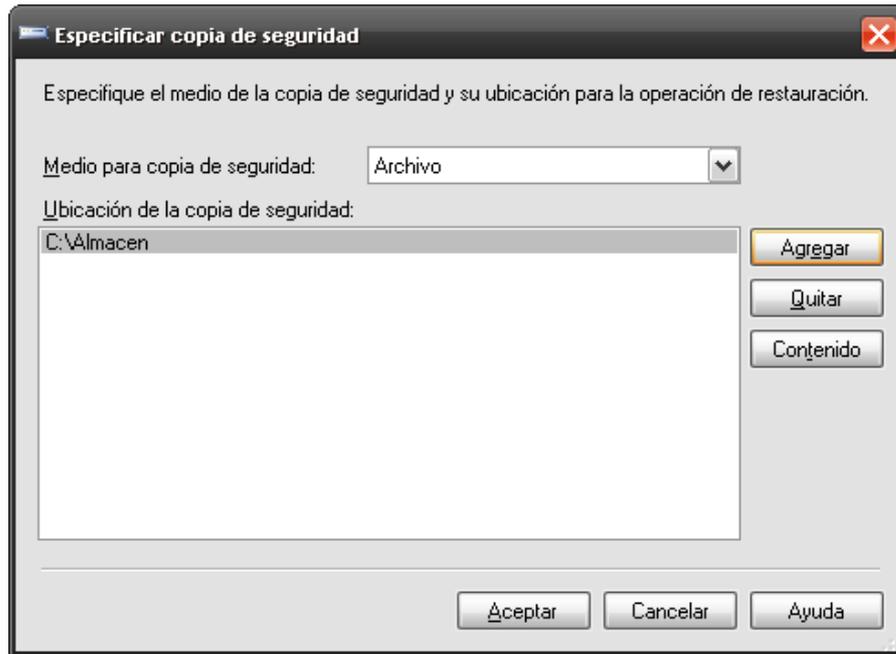


Figura IV.89. Ubicando el archivo de Backup.

Una vez que se han identificado el archivo desde el cual se restaurará la base de datos, procedemos configurando las opciones de restauración de la base de datos, lo único que queda es aceptar para que los cambios sean guardados.

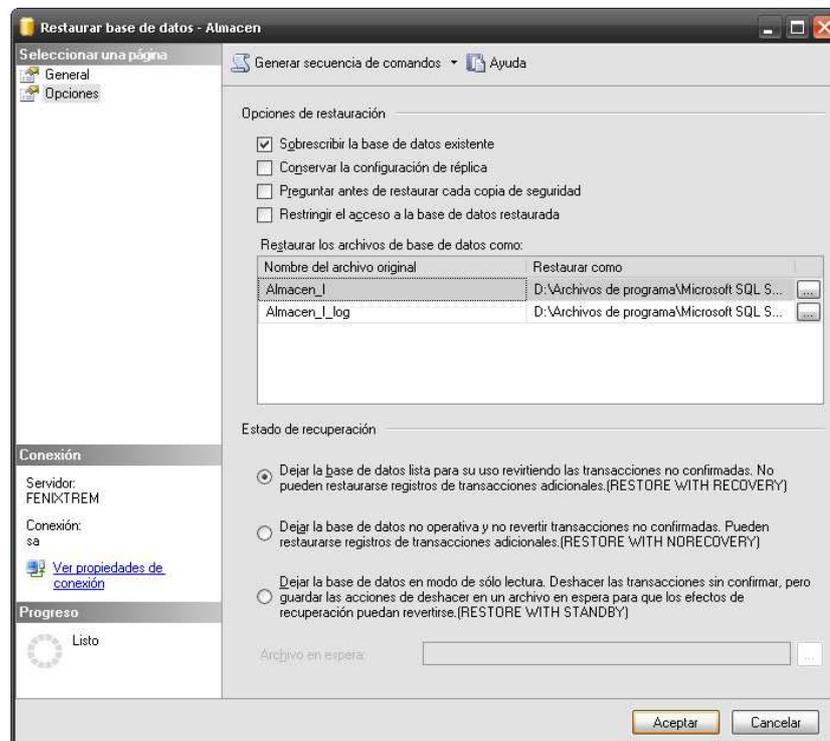


Figura IV.90. Parámetros de configuración

4.6.1.3. Configuración del servidor web

Una vez que se haya configurado el servidor de base de datos, lo que resta es configurar el servidor web, lo cual puede ser hecho en el mismo servidor de base de datos o en un servidor diferente del de base de datos.

Para ello lo que hacemos es copiar el sitio Web que previamente hemos generado con el Visual Studio 2008, a la ruta donde se encuentran los sitios a publicar, que por defecto es C:/Inetpub/wwwroot/, como se observa a continuación.

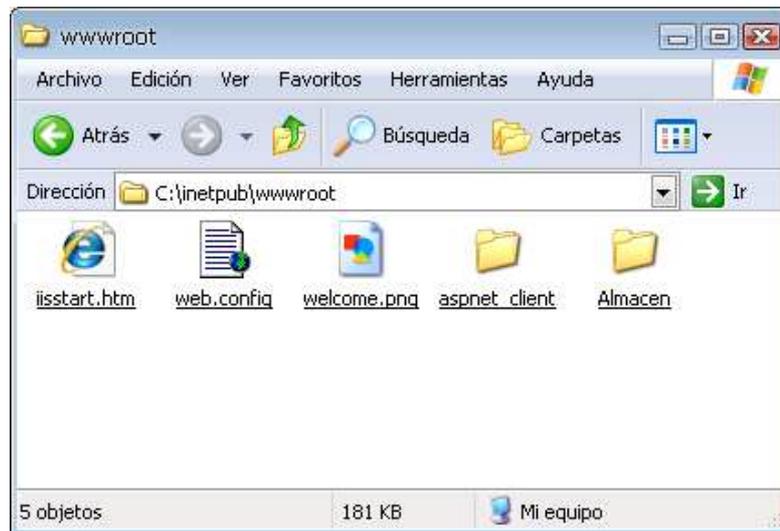


Figura IV.91. Pagina web copiada a directorio para publicación.

Una vez copiada la carpeta tendremos una carpeta como a continuación:

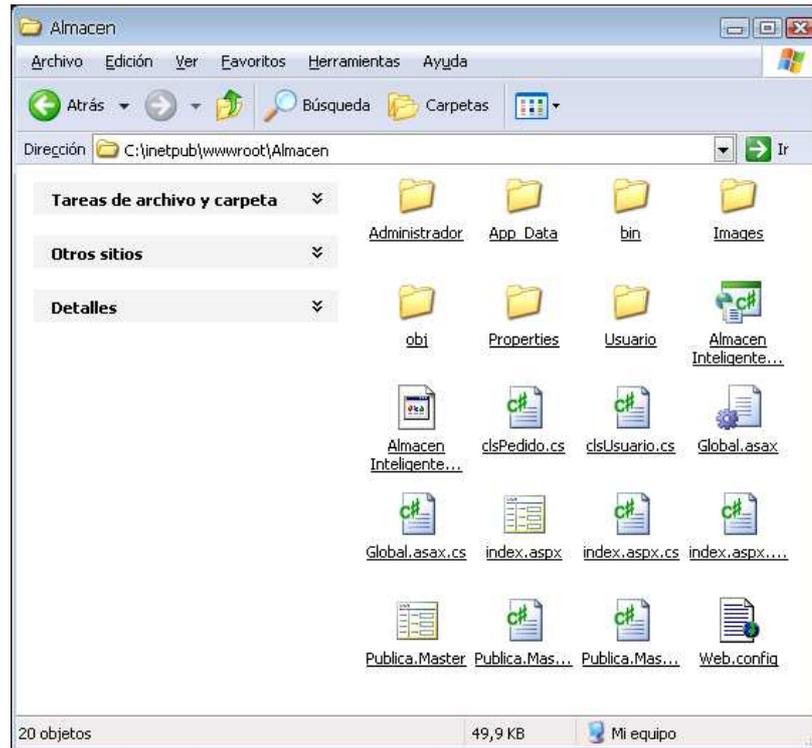


Figura IV.92. Directorio Final del sitio web.

Continuamos con la configuración del servidor Web, esta vez configurando Internet Information Services, para lo cual lo ejecutamos y observamos en la figura siguiente, que se encuentra cargada la pagina web por defecto de IIS.

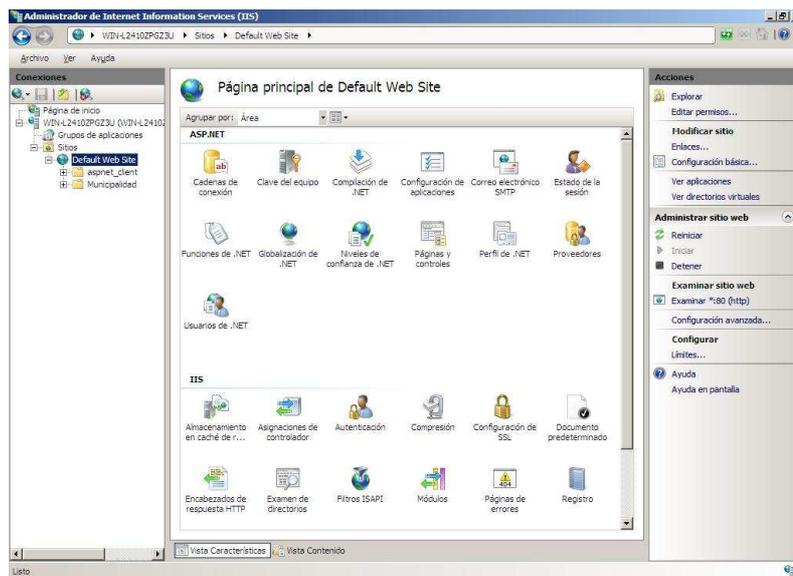


Figura IV.93. Configurando IIS.

Procederemos a cambiar la ruta a la cual se encuentra apuntando el servidor, dando click derecho sobre Default Web Site, tras lo cual se nos mostrara ventana como a continuación:

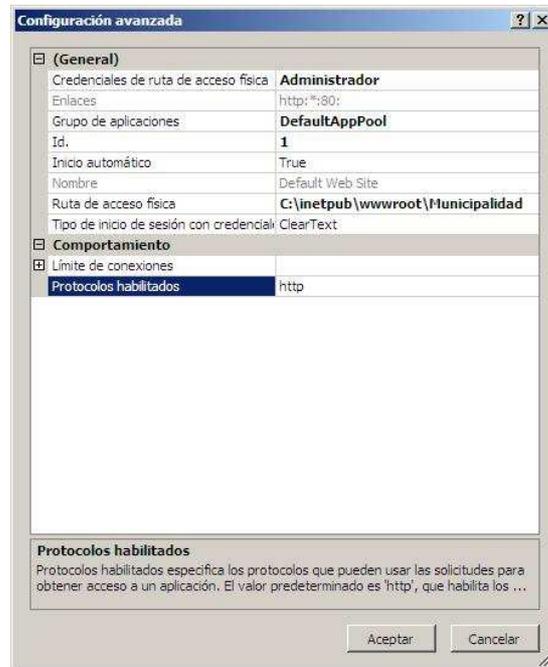


Figura IV.94. Especificando la ruta física del sitio web.

Estamos por concluir la configuración, pero finalmente nos falta un paso el cual es configurar la página de inicio que se cargara al ingresar a la URL de la municipalidad, para conseguir esto lo que hacemos es dar doble click sobre Documento Predeterminado y se mostrara una ventana como a continuación.

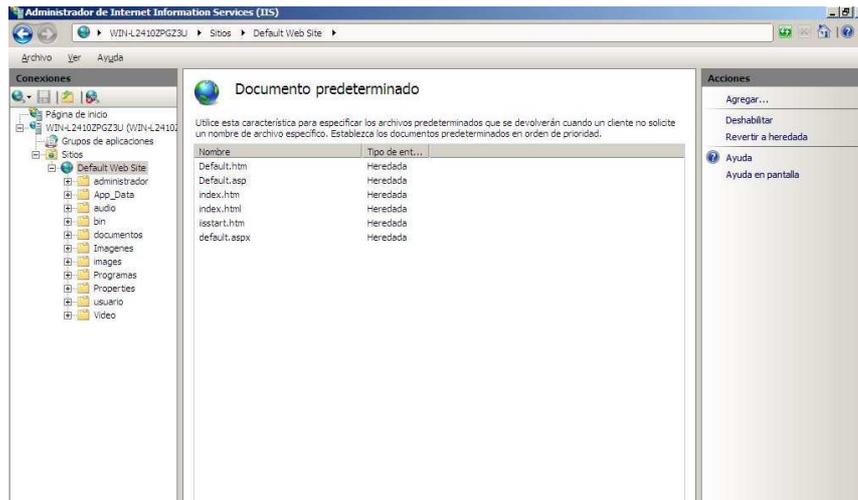


Figura IV.95. Agregando la página por defecto.

Lo que en esta parte procedemos es a crear un documento por defecto, que en nuestro caso es index.aspx, con lo cual esta será la primera página en cargarse cuando se ingrese al sitio web.

Para concluir con la configuración del servidor web, probamos el sitio ingresando a la página <http://localhost/>, y si todo está correctamente configurado se verá una figura como la que se muestra a continuación:

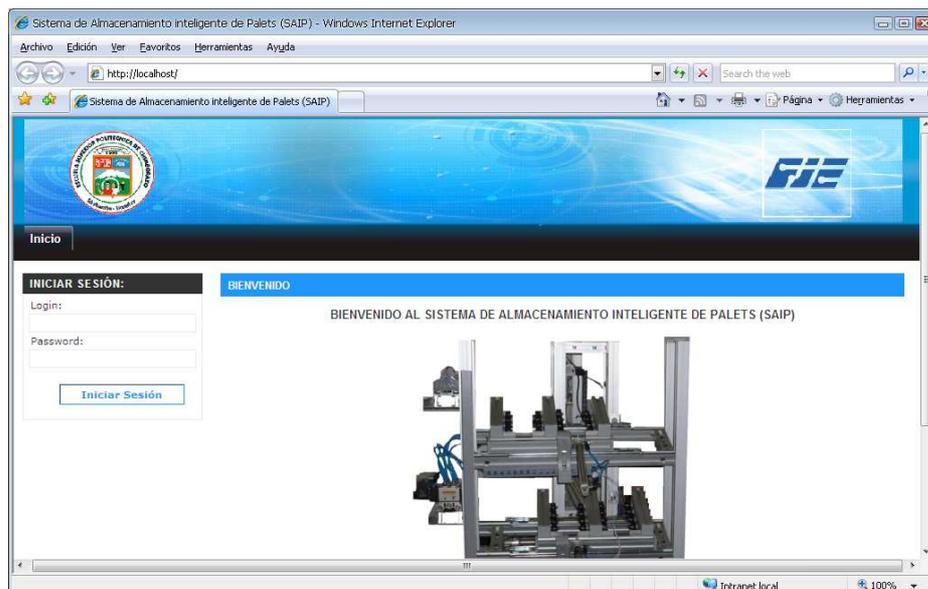


Figura IV.96. Sitio Web Funcionando.

4.6.1.4. 5.4 Configuración del equipo que albergará el Panel de Control.

La carpeta Almacen_I debe ser copiada a la unidad C:/, esto debido a que toda la configuración esta referenciada a dicha ruta, esto puede verse a continuación:

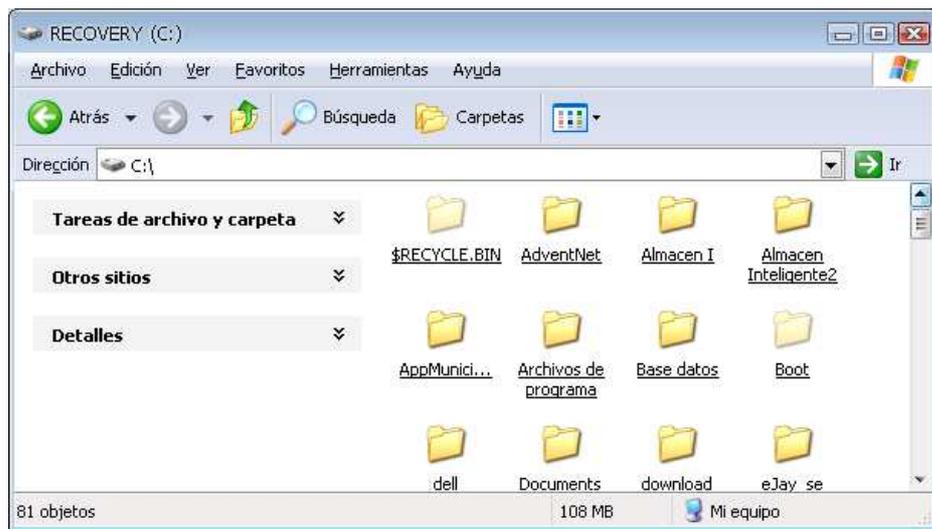


Figura IV.97. Carpeta Almacen_I copiada a la unidad C.

A continuación procedemos a configurar el archivo UDL llamado Almacen.udl, ubicado dentro de la carpeta UDL con la configuración de base de datos:

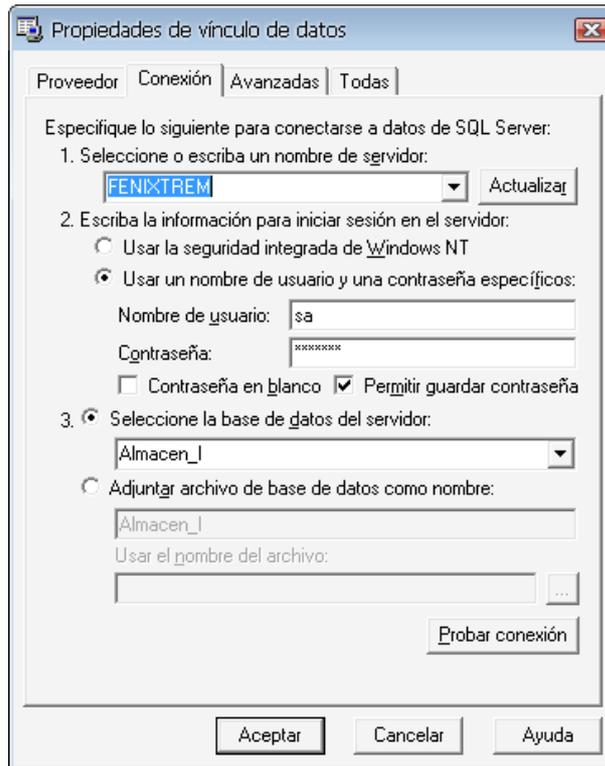


Figura IV.98. Configuración de archivo UDL.

Debe estar correctamente instalado Labview 7.1 Professional para que el panel de control pueda funcionar perfectamente, si es así una vez que se ejecute el archivo Panel_de_control.vi, se mostrará algo como la imagen a continuación:

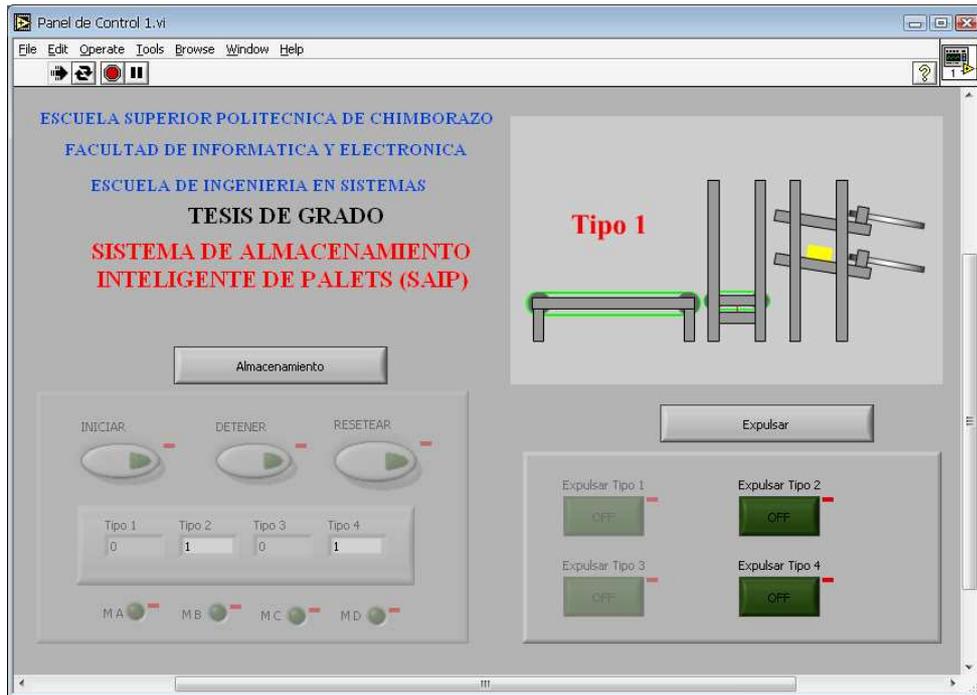


Figura IV.99. Panel de control del sistema de almacenamiento inteligente.

4.6.2. Manual de Usuario

Ver Anexo III.

4.7. Demostración de la Hipótesis

La comprobación de la Hipótesis se realizará a través de Juicio de expertos, para lo cual hemos contado con la colaboración de los ingenieros Pablo Montalvo Jaramillo, Humberto Matheu Aguilar y Fernando Barroso Baño, docentes de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, con más de 20 años de experiencia en el área de Mecatrónica y Automatización Industrial. Ver Anexo IV.

Valoración Cualitativa

Parámetro \ Experto	Ing. Pablo Montalvo	Ing. Humberto Matheu	Ing. Fernando Barroso	Conclusión
Con respecto a la Automatización	El avance de la industria obliga a las empresas a automatizar sus procesos.	Es parte del desarrollo tecnológico en todas las áreas.	Es un sistema operativo lógico que maneja procesos tiempos y costos.	En base al criterio emitido, se concluye que la automatización brinda mejores oportunidades de crecimiento a las empresas.
Con respecto a la Mecatrónica	Se puede integrar las industrias a favor de sistemas informáticos que mezcle la electrónica, mecánica y neumática.	Es un área en la que el país está adentrándose desde hace unos pocos años y es muy importante para la producción.	Es una evolución que parte desde un trabajo manual, siguiendo por un sistema automático hasta llegar a sistemas basados en inteligencia artificial.	Se concluye que la Mecatrónica brinda la oportunidad de incrementar la calidad y cantidad en la producción de una empresa.
Factor Tiempo	Es lógico que se reduzca el tiempo, ya que el proceso manual siempre es más lento que un proceso automático.	Se reduce el tiempo y mejora las utilidades para las empresas.	Si se reduce el tiempo, ya que se integran módulos de selección, representados por PLC unidos a sistemas informáticos.	De acuerdo a la opinión emitida se evidencia claramente la reducción de tiempos de respuesta al utilizar un sistema de almacenamiento inteligente.
Factor Espacio Físico	Se pueden hacer sistemas de almacenamiento muy altos, para optimizar el espacio físico en	Se optimiza el espacio físico así como todos los recursos que intervienen en	Al incrementar la producción es necesario utilizar sistemas similares a este para optimizar el	Los expertos concluyen que implementando un sistema de almacenamiento inteligente se puede optimizar el espacio físico necesario para el almacenamiento.

	espacios reducidos.	este proceso.	espacio físico destinado al almacenamiento.	
Factor Recurso Humano	Se debe analizar el impacto que causa la automatización y reubicar al personal en otras áreas.	Optimiza el recurso humano y obliga a la capacitación del mismo.	Es lógico que el personal humano disminuya y las estadísticas así lo demuestran.	Según su criterio no es un objetivo de la automatización reducir el recurso humano, pero es indudable que esto siempre ocurre.
Optimización de la gestión de inventarios	Si se trabaja con base de datos se tiene un mejor control del material que está entrando y saliendo del almacén.	Facilita el trabajo de inventarios y lo mejora substancialmente e la organización de la empresa en todos sus niveles.	Este sistema mejora la gestión, ya que el proceso se lo hace de forma automática y la persona únicamente se vuelve un observador de dicho proceso.	La gestión de inventarios mejora notablemente ya que la posibilidad de cometer errores por una maquina es mínima comparada con una persona.
Implementación de un módulo didáctico	Implementar un modelo didáctico es conveniente, esto permite a los estudiantes tener una idea de lo que está sucediendo en el campo industrial.	Es excelente que se implemente en la FIE, a pesar de los altos costos que ello requiere.	Es importante para el aprendizaje de los estudiantes, ya que permite implementar de forma práctica los conocimientos adquiridos en el área de Mecatrónica e informática.	Apoyan la implementación de este tipo de investigaciones, ya que con ello se brinda la oportunidad a los estudiantes de ampliar su conocimiento no solamente en la parte teórica, sino además en la parte práctica.

Tabla IV.3. Análisis cualitativo del Juicio de Expertos

Valoración Cuantitativa

La valoración se hará en base a la siguiente tabla.

Criterio	Valor
Estoy de acuerdo	10
Estoy parcialmente de acuerdo	5
No estoy de acuerdo	1

Tabla IV.4. Parámetros de calificación del análisis Cuantitativo

Experto Parámetro	Ing. Pablo Montalvo	Ing. Humberto Matheu	Ing. Fernando Barroso	Valoración
Con respecto a la Automatización	10	10	10	30
Con respecto a la Mecatrónica	10	10	10	30
Factor Tiempo	10	10	10	30
Factor Espacio Físico	10	10	10	30
Factor Recurso Humano	5	10	5	20
Optimización de la gestión de inventarios	10	10	10	30
Implementación de un módulo didáctico	10	10	10	30

Tabla IV.5. Análisis Cuantitativo del Juicio de Expertos

En las tablas anteriores se refleja los criterios vertidos por los expertos sobre cada uno de los factores que intervienen en la optimización de la gestión de inventarios de repuestos y materiales como son:

Tiempos de respuesta.- En el análisis cualitativo se obtuvo una opinión favorable en cuanto a este parámetro se reducirá, y en el análisis cuantitativo se alcanzó una valoración de 30, lo cual refleja que los expertos están completamente de acuerdo que los tiempos de respuestas del sistema de almacenamiento inteligente serán menores que al realizarlo de forma manual.

Espacio físico.- Del análisis cualitativo y cuantitativo se determinó que los expertos coinciden, en que se optimizará la utilización del espacio físico con la implementación del sistema desarrollado.

Recursos humanos.- Este es el único parámetro en el que no coincidieron completamente los expertos en el análisis cualitativo y cuantitativo, sin embargo en la valoración conjunta de los tres expertos se puede determinar que, mediante la implementación de este sistema si se reduce el recurso humano necesario para la operación del mismo.

Unificando las valoraciones cualitativas y cuantitativas de los expertos, se avala plenamente la hipótesis planteada en la presente investigación, lo cual permite concluir que el sistema de almacenamiento inteligente permitirá optimizar la gestión de inventarios de repuestos y materiales.

CONCLUSIONES

- Mediante la integración de Aplicaciones Informáticas y Mecatrónica a la industria, podemos mejorar la producción, almacenamiento y despacho de productos, además de incrementar y mejorar la calidad de los mismos.
- Para la selección del lenguaje de programación se realizó un análisis comparativo de los aspectos más importantes relacionados a la presente investigación, como son soporte para dispositivos industriales, soporte para protocolo Modbus, curva de aprendizaje, soporte técnico, etc., el puntaje más alto fue conseguido por LabVIEW, por lo cual fue seleccionado como el lenguaje de programación más idóneo para la implementación del Panel de control.
- La metodología de desarrollo de software XP (Xtreme Programming), fue adaptada para cubrir todas las etapas de un proyecto mecatrónico, incluyéndose fases de desarrollo e implementación mecánica, electrónica y neumática.
- Mediante la utilización de LabVIEW y el servidor Industrial OPC Servers, se puede realizar la comunicación entre un PLC Telemecanique y un PC, se desarrollo también un Panel Frontal en LabVIEW, el cual a más de monitoreo permite el control del sistema de almacenamiento inteligente.
- Se implementó una base de datos en SQLServer 2005 al Sistema de Almacenamiento Inteligente, la misma que permite la interacción entre el Panel

de Control y la Aplicación web desarrollada, lo que permitirá gran escalabilidad y facilidad de utilización al usuario.

- Con la implementación de una base de datos se reduce los costos si se desea implementar un sistema de almacenamiento inteligente a gran escala, ya que permite realizar el control de forma lógica, en lugar de física, por lo cual se evita el uso de sensores, así como de la utilización de un PLC con numerosas entradas.
- Mediante la implementación del sistema de almacenamiento inteligente, de acuerdo al análisis cualitativo y cuantitativo de la comprobación de hipótesis por juicio de expertos, se determina que los parámetros que optimizan el almacenamiento y despacho de productos son: tiempos de respuesta, espacio físico y recursos humanos. Lo cual representa la reducción de los costos de operación y por ende el incremento de utilidades para la empresa.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para empezar el desarrollo de un proyecto mecatrónico, analizar las diferentes metodologías de desarrollo existentes, luego de esto se debe seleccionar aquella que más se adapte a las características del proyecto, teniendo en cuenta que deberá realizarse modificaciones a dicha metodología, ya que a mas de desarrollo de software se deben integrar procesos mecatrónicos.
- Se recomienda que durante todo el proceso de desarrollo, tanto físico como lógico, se vayan realizando pruebas continuas, ya que de esta forma se evita la pérdida de tiempo y se asegura el éxito del proyecto.
- Antes de poner en marcha el sistema de almacenamiento, se recomienda verificar que la instalación física del sistema eléctrico, neumático y mecánico, se encuentre de acuerdo a los diseños especificados en el capítulo de desarrollo, para evitar daños en los equipos así como posibles lesiones en las personas que lo manipulan.
- En caso de que se necesiten realizar modificaciones en el sistema, se recomienda a los técnicos estudiar el capítulo de desarrollo del presente trabajo y a los usuarios leer detenidamente el manual de usuario para una correcta utilización del Sistema de Almacenamiento Inteligente de Palets (SAIP).

RESUMEN

Se ha construido un sistema mecatrónico para el almacenamiento inteligente de palets en dos ejes x-y, el mismo que estará implementado en la ESPOCH en el Laboratorio de Automatización Industrial, con la finalidad de optimizar la gestión de almacenamiento e inventario de los mismos. Para el desarrollo se adaptó la metodología de desarrollo de software XP (Xtreme Programming), incluyéndose fases de desarrollo e implementación mecánica, electrónica y neumática.

La parte lógica del almacén está conformada por un panel frontal desarrollado en Labview, que facilita al administrador, el control del sistema mecatrónico, además, se diseñó una aplicación web en ASP.NET, facilitando la distribución de productos almacenados, gracias a la implementación de la base de datos en SQL Server 2005. Para el ingreso del palet al sistema, los sensores determinan su tipo, se almacena físicamente y en la base de datos, estableciéndose su estado a disponible, una vez que el palet es extraído, su estado cambia a despachado. El proceso redujo el tiempo de almacenamiento y despacho a menos de 2 minutos, el inventario se lo realiza en menos de 3 segundos, además el personal necesario para su operación es de una persona.

Con la implementación del sistema mecatrónico para el almacenamiento inteligente de palets, se optimizó la gestión de almacenamiento e inventarios, lo cual se reflejó en la reducción de costos de operación.

Se recomienda para la correcta instalación y utilización del sistema de almacenamiento se apliquen los manuales técnico y de usuario adjuntos a esta tesis.

SUMMARY

It has built a mechatronic system for intelligent storage pallets in two axes x-y, the same will be implemented in the ESPOCH in the Industrial Automation Laboratory, in order to optimize the storage and inventory management of them. To develop methodology was adapted software development XP (Xtreme Programming), including development and implementation phases of mechanics, electronics and pneumatics.

The logical part of the store consists of a front panel developed in Labview, which provides the administrator, control of mechatronic system also was designed a web application in ASP.NET, facilitating the distribution of stored products, thanks to the implementation of the database in SQL Server 2005. For entry of the pallet to the system, sensors determine their type, is stored physically in the database, setting your status to available, once the pallet is removed, its status changes to shipped. The process reduced the storage and delivery time to less than 2 minutes, the inventory is done in less than 3 seconds, and the staff necessary for its operation is of a person.

With the implementation of mechatronic system for the intelligent storage of pallets, was optimized storage and inventory management, which was reflected in the reduction of operating costs.

It is recommended for proper installation and use of the storage system applying the technical and user manuals accompanying this thesis.

GLOSARIO

ACTIVEX

Lenguaje desarrollado por Microsoft para la elaboración de aplicaciones exportables a la red y capaces de operar sobre cualquier plataforma a través normalmente, de navegadores web.

COM (Component Object Model)

Proporciona un mecanismo para permitir la comunicación entre los objetos de una aplicación o entre distintos procesos, proporcionando mecanismos para que un objeto pueda mostrar su funcionalidad a través de una interfaz.

MODBUS

El protocolo industrial de comunicaciones Modbus apareció en 1979 y fue desarrollado por la Gould Modicon ahora AEG Schneider Automation, para transmitir y recibir datos de control entre los controladores PLC y el computador.

OLE (Object Linking and Embedding)

Ole es una tecnología clave desarrollada por Microsoft para sus sistemas operativos Windows. La terminología cambia tan rápido como la tecnología, y no todo el mundo se pone de acuerdo en la utilización de términos como ActiveX y OLE. Podemos considerar que OLE es un subconjunto de la tecnología ActiveX, encargada de la vinculación e incrustación de objetos.

LabVIEW

LabVIEW es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico. Este programa fue creado por National Instruments (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y Linux. La versión actual 8.6, publicada en Agosto de 2008, cuenta también con soporte para Windows Vista.

OPC (OLE par el control de Procesos)

OPC es la forma abreviada de “OLE for Process Control” y significa tecnología OLE para el control de procesos. OPC es una interfaz estándar basada en los requerimientos de la tecnología OLE/COM y DCOM de Microsoft, que facilita el intercambio de datos en forma estandarizada y simple entre aplicaciones de control y automatización, entre dispositivos y sistemas de campo y entre aplicaciones administrativas y de oficina.

PLC (Controlador Lógico Programable)

Los controladores lógicos programables o PLC (Programmable Logic Controller por sus siglas en inglés), son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial, están diseñados para controlar en tiempo real procesos secuenciales en un medio industrial. Su manejo y programación puede ser realizada por personal electricista, electrónico o de instrumentación, sin conocimientos de informática.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

Es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores (computadores) en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. También provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros usuarios supervisores dentro de la empresa (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.).

BIBLIOGRAFIA.

Mecatrónica

- [1] **Automatización** [en línea]
<<http://www.mitecnologico.com/Main/DefinicionAutomatizacion>>
20090705
- [2] **Que es mecatrónica.** [en línea]
<<http://mecatronica.wordpress.com/que-es-mecatronica/>>
20090715
- [3] **RIETDIJK J.** Ten propositions on mechatronics. Inglaterra, 1989.
- [4] **Automatismos** [en línea]
<http://www.fpalzira.es/web/files/material/frioycalor/primer/iea/libro/iea_libro_ud4.pdf>
20090715

Controladores Lógicos Programables (PLC)

- [6] **PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS TEORÍA** [en línea]
<http://www.mescorza.com/manten/autom_teroria/ind_auto_teoría.htm>
20090720
- [7] **Introducción al estándar IEC 1131-3** [en línea]
<<http://www.automatas.org/software.htm>>
20090720
- [8] **LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN LADDER** [en línea]
<http://electri-arely.blogspot.com/2008/11/lenguaje-de-programacin-ladder-diagrama_19.html>

20090720

Sensórica

- [9] **Technical Information Reed Sensor** [en línea]

<<http://www.hamlin.com/technical-detail-reed-sensor.cfm>>

20090720

- [10] **Automatización Industrial** [en línea]

<<http://www.geocities.com/CollegePark/Den/1108/autoindus/auto4senso.html>>

20090720

- [11] **Sensores** [en línea]

<http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr_01/robotica/sistema/sensores.htm>

20091020

- [12] **Robótica** [en línea]

<<http://www.x-robotics.com/sensores.htm>>

20091022

- [13] **Sensores Industriales** [en línea]

<<http://www.sick.es/es/productos/sensores/es.html>>

20091023

- [14] **Sensores de campo magnético** [en línea]

<http://www.balluff.com/Balluff/es/ProductsChannel/Overview/es/Sensores+de+campo+magnético.htm?layerProperty=PM_BMF_S_03&layerValue=Sensores+Reed>

20090720

Lenguajes de Programación

- [15] **Lenguajes de Programación** [en línea]

<<http://www.lenguajes-de-programacion.com>>

20091022

- [16] **Lenguajes de Programación** [en línea]

< <http://www.rodoval.com/lenguajes.html>.>

20091012

- [17] **Que es C#** [en línea]

<<http://www.desarrolloweb.com/articulos/561.php>>

20091012

LabVIEW

- [18] **¿Qué es Labview?** [en línea]

<<http://www.ni.com/labview/whatis/esa/>>

20091022

- [19] **LabVIEW 7.1** [en línea]

<<http://www.organizaciones.frc.utn.edu.ar/cee/cursos/labview.html>>

20091024

ANEXOS

ANEXO I
Planificación Inicial

ANEXO II
Programa Ladder

ANEXO III

Manual de Usuario



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA

ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS

MANUAL DE USUARIO

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO INTELIGENTE DE PALETS (SAIP)

RIOBAMBA – ECUADOR

- 2010 -

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	200
2. GENERALIDADES DEL SISTEMA.....	200
2.1. Requerimientos Mínimos.....	200
2.1.1. Hardware	200
2.1.2. Software	201
2.2. Manual Panel de Control.....	201
2.2.1. Ejecución.....	201
2.2.2. Almacenamiento.....	203
2.2.3. Extracción de Palets	206
2.3. Manual de la aplicación Web	206
2.3.1. Inicio de sesión.....	207
2.3.2. Usuario	207
2.3.2.1. <i>Stock de Palets</i>	208
2.3.2.2. <i>Pedidos</i>	209
2.3.2.3. <i>Cambiar Password</i>	211
2.3.2.4. <i>Salir</i>	212
2.3.3. Administrador.....	212
2.3.3.1. <i>Stock</i>	213
2.3.3.2. <i>Pedidos</i>	214
2.3.3.3. <i>Administrar Usuarios</i>	215

Índice de Figuras

Figura 1. Archivo de Panel de Control	201
---	-----

Figura 2. Panel de control.....	202
Figura 3. Ejecutar continuamente.....	202
Figura 4. Panel de control en ejecución.....	203
Figura 5. Barra de tareas durante la ejecución del Programa	203
Figura 6. Opciones de Almacenamiento Deshabilitado	
Figura 7. Opciones de Almacenamiento Habilitado.....	204
Figura 8. Stock de Palets existentes en el Almacén	204
Figura 9. Opciones de almacenamiento.....	205
Figura 10. Animación que refleja lo que está sucediendo en el sistema	205
Figura 11. Habilitar / Deshabilitar Expulsión.....	206
Figura 12. Botones de Expulsión Habilitados	206
Figura 13. Formulario de inicio de sesión	207
Figura 14. Página inicial de usuario	208
Figura 15. Stock de Palets	208
Figura 16. Confirmación de pedido.....	209
Figura 17. Pedido realizado exitosamente.....	209
Figura 18. Pedido no satisfactorio por inexistencia de palets.	209
Figura 19. Pedidos Pendientes.....	210
Figura 20. Cancelar pedido.....	210
Figura 21. Confirmación para cancelación de pedido	210
Figura 22. Pedidos despachados.....	211
Figura 23. Pedidos cancelados.....	211
Figura 24. Formulario cambiar Password	212
Figura 25. Confirmación de cambio de password	212
Figura 26. Pantalla de administrador al iniciar sesión.....	213
Figura 27. Administrador - Pedidos Pendientes	214

Figura 28. Administrador - Pedidos Despachados	214
Figura 29. Administrador - Pedidos cancelados por los usuarios.....	215
Figura 30. Formulario de administración de usuarios	215
Figura 31. Formulario para el ingreso de usuario.....	216
Figura 32. Listado de usuarios.....	216
Figura 33. Edición de usuario.....	217
Figura 34. Formulario de eliminación de usuario.....	217
Figura 35. Mensaje de confirmación de eliminación de usuario.....	¡Error! Marcador no definido.

MANUAL DE USUARIO

SISTEMA DE LAMACENAMIENTO INTELIGENTE DE PALETS (SAIP)

1. Introducción

Bienvenidos al Manual de usuarios del Sistema de Almacenamiento Inteligente de Palets (SAIP), en este documento se detallará el funcionamiento del sistema para el almacenamiento de palets, el mismo que consta de dos componentes básicos que son: El panel de control para el monitoreo y control del almacén inteligente y de la aplicación web para la realización de pedidos, despachos, control de stock, etc.

La aplicación web simulara una agencia matriz con sus respectivas sucursales, las mismas que pueden hacer pedidos en nuestro caso de palets a la matriz, siempre y cuando existan disponibles en el sistema de almacenamiento inteligente, todo esto de una forma simple, sencilla y totalmente automatizada, lo cual incrementa la productividad, minimiza costos y tiempos de respuesta.

2. Generalidades del sistema

2.1.Requerimientos Mínimos

2.1.1. Hardware

Para el programa Panel de Control:

- Procesador Pentium IV a 3.0 Ghz. o superior
- 512 Mb de memoria RAM
- 1 Gigabyte de espacio en Disco
- 1 Tarjeta de Red
- 1 Puerto RS232
- 1 PLC TWD20DTK
- 1 Cable de datos para la conexión PLC a PC a través del puerto RS232

Para el servidor web:

- Procesador Pentium D a 2.4 Ghz o superior
- 1 Gb de Memoria RAM

- 1 Gigabyte de espacio en Disco.
- 1 Tarjeta de Red

2.1.2. Software

Para el programa Panel de Control:

- Sistema Operativo Microsoft Windows XP Profesional
- LabVIEW Prof Def System for Windows
- NI Database Connectivity Toolset Version 1.0.1
- Industrial Automation OPC Servers
- Flash Player 9.0

Para el servidor web:

- Sistema Operativo Microsoft Windows Server 2008
- Microsoft Sql Server 2005 Express Edition

2.2. Manual Panel de Control

2.2.1. Ejecución

Para ejecutar el Panel de Control del Sistema de Almacenamiento Inteligente de Palets (SAIP), ingrese a la ruta C:/Almacen_I/VIS/ y ejecute el archivo **Panel de Control.vi** como se observa en la Figura 1, si el problema es que no encuentra dicha carpeta, cópiela del CD, a la misma ruta tal como se muestra en pantalla.

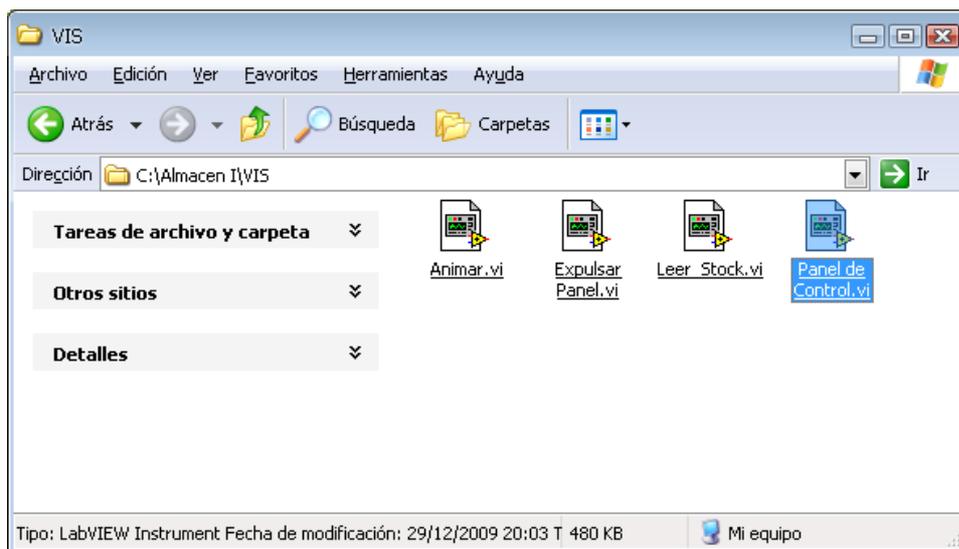


Figura 1. Archivo de Panel de Control

Si todos los programas se encuentran instalados satisfactoriamente se verá una imagen como en la Figura 2. Así póngase en contacto con la persona encargada de sistemas para que no le cause inconveniente.

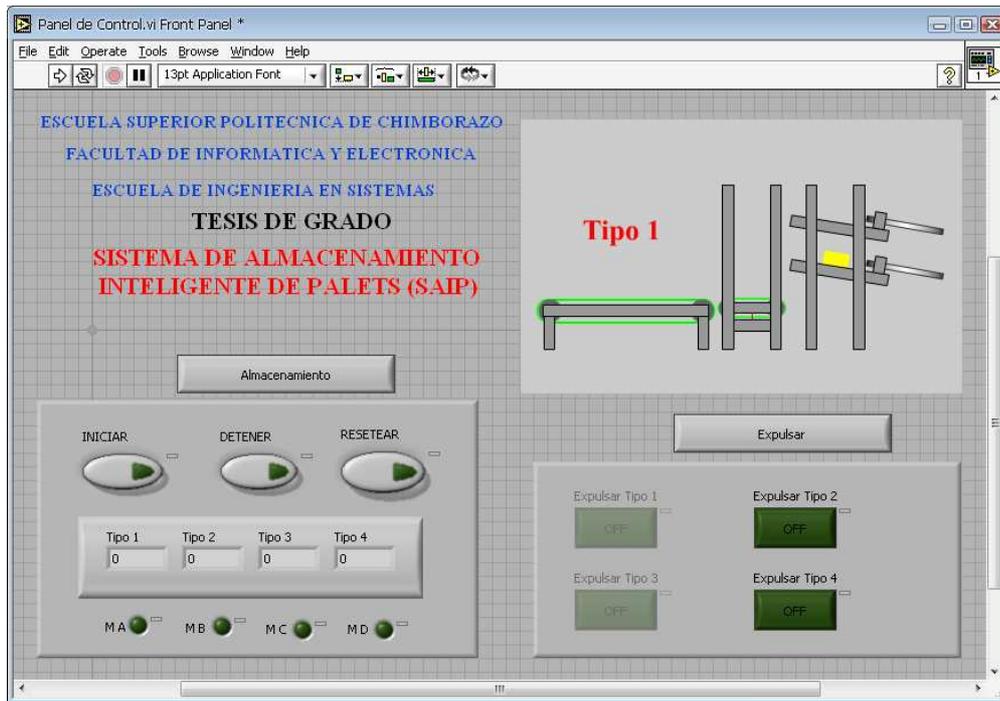


Figura 2. Panel de control

Para poner en ejecución el panel de control presione sobre el ícono Run Continuously que se observa en la Figura 3.

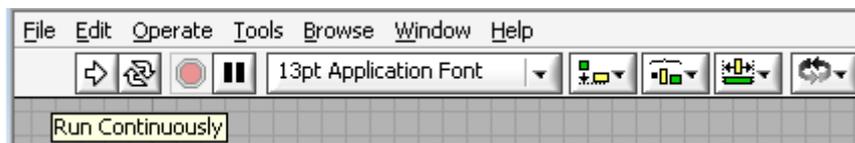


Figura 3. Ejecutar continuamente

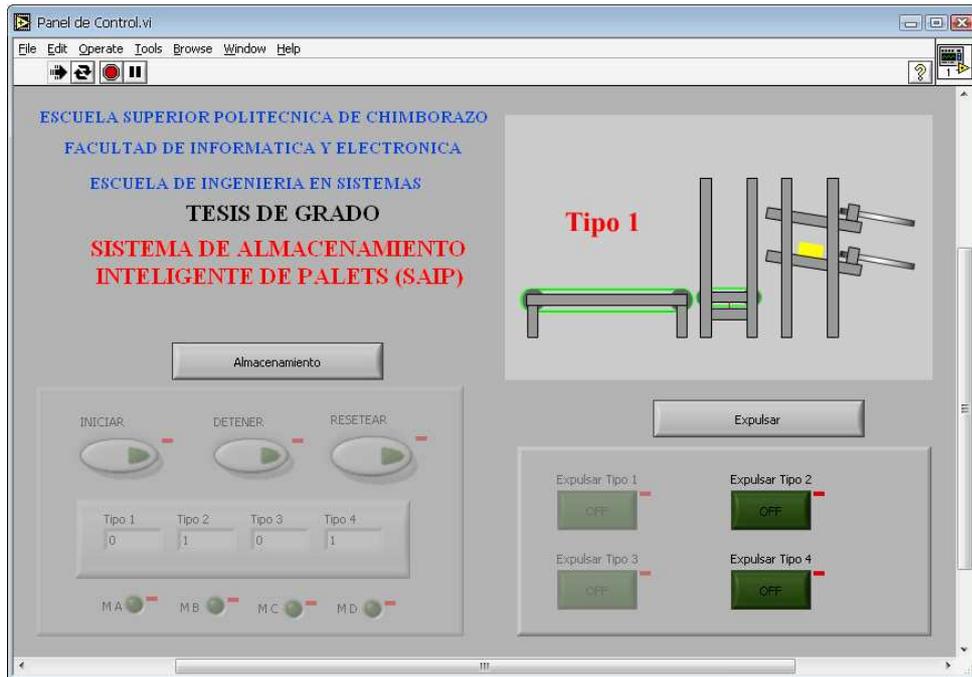


Figura 4. Panel de control en ejecución

Para detener la ejecución del programa basta con presionar sobre el icono rojo en la barra de tareas que se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Barra de tareas durante la ejecución del Programa

2.2.2. Almacenamiento

Para habilitar las opciones de almacenamiento de palets se debe presionar sobre el botón almacenamiento Figura 6, para que se habilite dichas opciones como se ve en la Figura 7.



Figura 6. Opciones de Almacenamiento Deshabilitado



Figura 7. Opciones de Almacenamiento Habilitado

El stock de Palets existentes en el Almacén se puede ver en la Figura 8, de lo cual podemos decir que no existen palets del tipo 1, que existe un palet del tipo 2, no existen palets del tipo 3 y existe un palet del tipo 4.

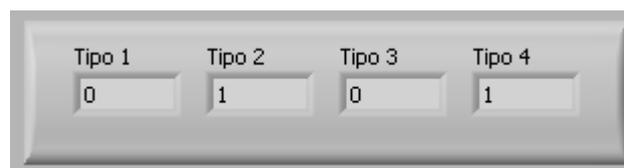


Figura 8. Stock de Palets existentes en el Almacén

Entre las opciones de almacenamiento Tenemos Iniciar, Detener y Resetear, como se ve en la Figura 9.

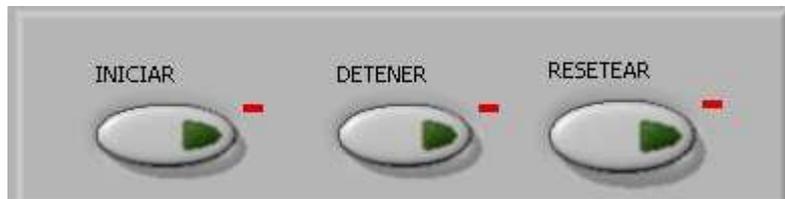


Figura 9. Opciones de almacenamiento

Iniciar: Le indica al sistema de almacenamiento que desde ese momento iniciara la tarea de almacenamiento y que esté listo para recibir los palets entrantes.

Detener: Le dice al sistema que detenga el sistema tal y como esté sus componentes, esto se lo hace por si en algún momento existe un problema con alguna parte mecánica del proceso, que el sistema se detenga por completo.

Resetear: Esta opción sitúa al sistema de almacenamiento inteligente en una posición estable, esto por si hubo la necesidad de parar el proceso por algún problema.

Una vez que un palet ingrese al almacén inteligente, se incrementará automáticamente en uno la cantidad de palets existente, para que pueda tener una mejor comprensión de lo que está sucediendo en el sistema de almacenamiento , se mostrara una animación como se observa en la Figura 10.

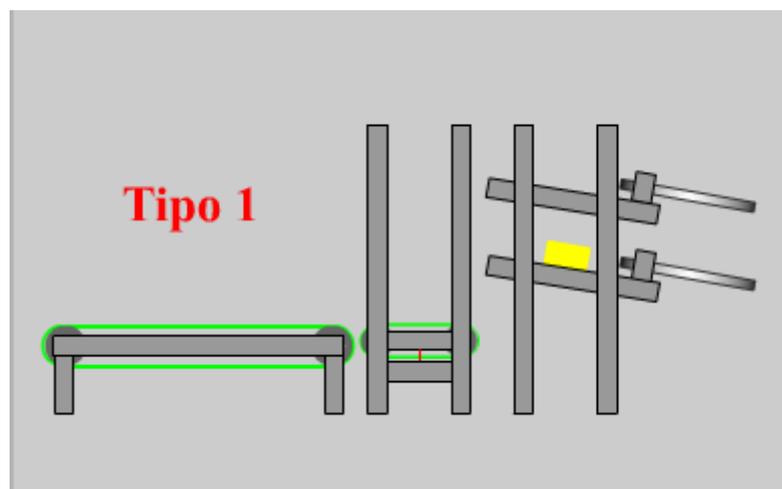


Figura 10. Animación que refleja lo que está sucediendo en el sistema

2.2.3. Extracción de Palets

Para habilitar las opciones de extracción de palets se debe presionar sobre el botón Expulsar Figura 11, para que se habilite dichas opciones como se ve en la Figura 12.



Figura 11. Habilitar / Deshabilitar Expulsión

En la Figura 12 se observa que se han habilitado únicamente los botones Expulsar Tipo 2 y Expulsar Tipo 4, esto es debido a que solamente existen Palets del tipo 2 y 4, al no existir palets del tipo 1 y 3 estos botones se encuentran deshabilitados.



Figura 12. Botones de Expulsión Habilitados

Al igual que en el almacenamiento, cuando se realiza la extracción de palets se mostrara la animación que refleja lo que está sucediendo en el sistema como se observa en la Figura 10.

2.3.Manual de la aplicación Web

El sistema cuenta además con una aplicación web, la cual tiene dos tipos de usuario: Un administrador y varios usuarios.

La aplicación web trabaja con el Panel de Control, por lo cual es inminentemente necesario que para que la aplicación funcione de forma correcta el Panel de Control se encuentre en ejecución.

2.3.1. Inicio de sesión

Una vez que un usuario ingrese al sitio donde se encuentra alojada la aplicación web se mostrará una página de autenticación Figura 13, en la misma que deberá ingresar su respectivo Login y Password para poder ingresar al mismo.



Figura 13. Formulario de inicio de sesión

Login: Identificador único que tiene el usuario en el sistema.

Password: Contraseña con la cual el usuario accede al sistema.

2.3.2. Usuario

Tan pronto se haya autenticado como usuario se mostrará una pantalla como la que se presenta en la Figura 14.



Figura 14. Página inicial de usuario

2.3.2.1. Stock de Palets

El Stock de palets como su nombre lo indica permite ver el stock existente de palets en el sistema de almacenamiento inteligente, palets reservados, así como los palets disponibles como se observa en la Figura 15, para acceder al mismo seleccione la opción Stock del menú principal.

Palets	Existentes	Reservados	Disponibles	Reservar
Tipo 1	0	0	0	Reservar
Tipo 2	1	0	1	Reservar
Tipo 3	0	0	0	Reservar
Tipo 4	1	0	1	Reservar

Figura 15. Stock de Palets

Existentes: Los palets existentes, son los que físicamente existen en el sistema de almacenamiento.

Reservados: Indica el número de reservaciones que existe de ese tipo de palet, número que debe ser menor o igual al de palets existentes.

Disponibles: Los palets disponibles se calcula en base a los palets Existentes – Reservados.

Reservar: Esta opción permite realizar la reservación de palets de un tipo determinado, para realizar la reservación solo de click sobre la palabra reservar al final de cada tipo de palet, tras lo que se mostrara un mensaje de confirmación como se muestra en la Figura 16.



Figura 16. Confirmación de pedido

Tan pronto se confirme la realización del pedido se observará un mensaje que informa sobre el pedido realizado como se observa en la Figura 17.

STOCK DE PALETS				
Palets	Existentes	Reservados	Disponibles	Reservar
Tipo 1	0	0	0	Reservar
Tipo 2	1	1	0	Reservar
Tipo 3	0	0	0	Reservar
Tipo 4	1	0	1	Reservar

Su pedido ha sido realizado exitosamente

Figura 17. Pedido realizado exitosamente

En caso de que se quiera reservar un tipo de palet que no existe en stock se mostrara un mensaje como el de la figura 18 dando a conocer el particular.

STOCK DE PALETS				
Palets	Existentes	Reservados	Disponibles	Reservar
Tipo 1	0	0	0	Reservar
Tipo 2	1	1	0	Reservar
Tipo 3	0	0	0	Reservar
Tipo 4	1	0	1	Reservar

No se puede realizar su pedido ya que no existen palets de Tipo 1 disponibles al momento

Figura 18. Pedido no satisfactorio por inexistencia de palets.

2.3.2.2. Pedidos

Las opciones de pedido a las que puede acceder el usuario son:

Pedidos Pendientes: Corresponde a los pedidos que están pendientes, es decir que todavía no han sido despachados por el administrador como se observa en la Figura 19.



Figura 19. Pedidos Pendientes

Si lo desea el usuario puede cancelar el pedido que ha realizado, esto lo hace presionando sobre la opción cancelar al lado derecho del pedido, ante lo cual se presentará una imagen como en la Figura 20.

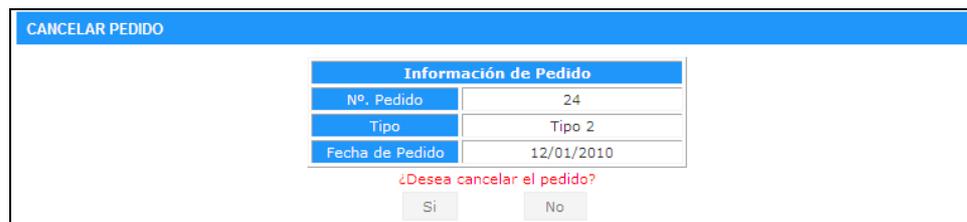


Figura 20. Cancelar pedido

Si se presiona sobre la opción cancelación de pedido se mostrará otro mensaje de confirmación par mayor seguridad como se observa en la Figura 21.



Figura 21. Confirmación para cancelación de pedido

Pedidos Despachados: Corresponde a los pedidos despachados por parte del Administrador, en el que se muestra el número de pedido, tipo de palet de pedido, fecha en la que se realizó el pedido y fecha en la que finalmente se despacho el pedido, como se observa en la Figura 22.

Nº Pedido	Tipo Palet	Fecha Pedido	Fecha Despacho
25	Tipo 2	12/01/2010	12/01/2010

Figura 22. Pedidos despachados

Pedidos Cancelados: Corresponde a los pedidos que han sido despachados por el usuario como se puede observar en la Figura 23.

Nº Pedido	Tipo Palet	Fecha Pedido
24	Tipo 2	12/01/2010

Figura 23. Pedidos cancelados

2.3.2.3. Cambiar Password

Le permite al usuario cambiar su password o contraseña, para lo cual debe ingresar la nueva contraseña y la confirmación de esta como se ve en la Figura 24, para asegurarse que no se ponga una contraseña errónea.

Inicio Stock Pedidos Cambiar Password Salir

CAMBIAR PASSWORD

En esta página podrá cambiar su contraseña, tenga mucho cuidado y no olvide la misma, ya que no podrá ingresar al sistema si la olvida.

Modificar Password de Usuario:

Nuevo Pass.:
Conf. Pass.:
Pass.:

Guardar Cancelar

Figura 24. Formulario cambiar Password

Una vez que se presione sobre el botón guardar, se mostrará un mensaje pidiendo la confirmación del cambio como se muestra en la figura 25.



Figura 25. Confirmación de cambio de password

2.3.2.4. Salir

Esta opción cierra sesión en el sistema y lo deja en la página inicial, que es presentada al público cuando desea ingresar al sistema de almacenamiento.

2.3.3. Administrador

El administrador es la persona encargada de despachar los pedidos de palets, así como de la administración de usuarios que pueden acceder al sistema.

Tan pronto inicie sesión se le mostrará un formulario como el de la Figura 26.



Figura 26. Pantalla de administrador al iniciar sesión

2.3.3.1. Stock

Al igual que el Usuario el Administrador tiene acceso al Stock de palets, con la única diferencia que este no puede hacer pedidos de palets, esto se lo observa en la Figura 27.

Palets	Existentes	Reservados	Disponibles
Tipo 1	0	0	0
Tipo 2	0	0	0
Tipo 3	0	0	0
Tipo 4	1	1	0

En donde:

Existentes: Los palets existentes, son los que físicamente existen en el sistema de almacenamiento.

Reservados: Indica el número de reservaciones que existe de ese tipo de palet, número que debe ser menor o igual al de palets existentes.

Disponibles: Los palets disponibles se calcula en base a los palets Existentes – Reservados.

2.3.3.2. Pedidos

En esta sección el Administrador puede conocer el estado de los pedidos, como son Pedidos Pendientes, Pedidos Cancelados por el Usuario o Pedidos Despachados.

Pedidos Pendientes: Corresponde a los pedidos realizados por los usuarios que están pendientes, es decir que todavía no han sido despachados por el administrador como se observa en la Figura 27, en la misma que se ve el número de pedido, el usuario que realizo el pedido, el tipo de palet que solicitó, la fecha en la que se reservó, así como una opción al lado derecho, en la cual al escogerla se despacha el pedido.

PEDIDOS PENDIENTES					
N° Pedido	Usuario	Tipo	Fecha Reservacion	Despachar Pedido	
26	Sucursal Machala	Tipo 4	12/01/2010	Despachar	

Todos los derechos reservados - ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH) 2010

Figura 27. Administrador - Pedidos Pendientes

Pedidos Despachados: Corresponde a los pedidos que han sido despachados por el Administrador, en el que consta, el número de despacho, el número de pedido, el usuario al que se despacho, el tipo de palet que se despacho, el número o identificador de palet que fue despachado el pedido, la fecha en la que se realizó el pedido y la fecha en la que se despacho el pedido como puede observarse en la Figura 28.

PEDIDOS DESPACHADOS						
N° Desp.	N° Ped.	Usuario	Tipo	N° Palet	Fecha Ped.	Fecha Desp.
92	25	Sucursal Machala	Tipo 2	13	12/01/2010	12/01/2010

Todos los derechos reservados - ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH) 2010

Figura 28. Administrador - Pedidos Despachados

Pedidos Cancelados: Corresponde a los pedidos que han sido cancelados por los respectivos usuarios que hicieron el pedido, donde se identifica el número de pedido, el usuario que canceló el pedido, tipo de palet que solicitaba en el pedido y la fecha en la que se realizó el pedido, como se observa en la Figura 29.

Nº Pedido	Usuario	Tipo Palet	Fecha Pedido
24	Sucursal Machala	Tipo 2	12/01/2010

Figura 29. Administrador - Pedidos cancelados por los usuarios

2.3.3.3. Administrar Usuarios

En esta sección el administrador podrá crear usuarios, listarlos, editarlos y eliminarlos.

Figura 30. Formulario de administración de usuarios

Ingresar Usuario: Esta opción permite el ingreso de un nuevo usuario al sistema, el mismo que puede ser de tipo usuario o administrador, el formulario para el ingreso que presenta el sistema puede verse en la Figura 31.

Figura 31. Formulario para el ingreso de usuario

Login: Nombre que identifica al usuario.

Alias: Nombre con el que se mostrará a los usuarios en pedidos pendientes, cancelados y despachados.

Tipo: Tipo de usuario que puede ser Administrador o Usuario.

Password: Contraseña que servirá para que el usuario se autentique.

Conf. Pass: Confirmación de Password, debe coincidir con Password.

Listar: Se puede listar los usuarios existentes o los administradores existentes como puede verse en la Figura 32.

LOGIN	ALIAS	MODIFICAR	ELIMINAR
Jose	Sucursal Machala	Editar	Eliminar
Luis	Sucursal Ambato	Editar	Eliminar

Figura 32. Listado de usuarios

En la parte derecha de cada usuario se puede observar dos opciones: Editar y Eliminar.

Editar: Como su nombre lo indica permite la edición de datos de un usuario como su login, alias, contraseña, etc.

Editar Usuario: Permite cambiar todos los datos referentes del usuario, así como del administrador, para lo cual se presentará un formulario como el de la Figura 33.

EDICION DE USUARIO

Modificar datos de Usuario:

Login: Lenin

Alias: Guarda Almacen

Tipo: Administrador

Guardar Cancelar

Modificar Password de Usuario:

Nuevo Pass.:

Conf. Pass.:

Pass.:

Guardar Cancelar

Figura 33. Edición de usuario

Eliminar Usuario: Elimina el usuario seleccionado del sistema, el formulario de eliminación puede verse en la Figura 34.

ELIMINAR USUARIO

Eliminar Usuario:

Login: Jorge

Alias: Sucursal Paute

Tipo: Usuario

Eliminar Cancelar

Figura 34. Formulario de eliminación de usuario

Previo la eliminación del usuario se mostrará un mensaje de confirmación como se muestra en la Figura 35, para que de esta forma no sea eliminado por error dicho usuario.



Figura 35. Mensaje de confirmación de eliminación

ANEXO IV

Demostración de la Hipótesis Mediante Juicio de Expertos

COMPROBACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

La siguiente encuesta se aplicará para comprobar la hipótesis de la tesis titulada “IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO INTELIGENTE EN DOS EJES X - Y CASO PRÁCTICO LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA EIS”, implementada en el laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela del Ingeniería en Sistemas de la ESPOCH.

Nombre:

Luis Fernando Barroso Baño

Profesión (es):

Tlgo. En Mantenimiento, ESPOCH.

Ing. en Mantenimiento, ESPOCH.

Experiencia docente:

Docente de las Escuelas de Ingeniería en Mantenimiento e Ingeniería Industrial de la Facultad de Mecánica en la ESPOCH durante 6 años.

Trabajando en la industria durante 22 años.

1. ¿Cuál es su criterio sobre la automatización industrial?

Es un sistema operativo lógico que maneja procesos, tiempos y costos, todo esto implica mayor producción, en nuestro país actualmente es consumidor de tecnología y las industrias van adquiriendo sistemas automáticos manejados por autómatas

2. ¿Cuál es su criterio sobre la aplicación de la Mecatrónica?

Es una evolución que parte desde un trabajo manual, siguiendo un sistema semi-automático, automático, utilizando autómatas programables hasta implementar sistemas con inteligencia artificial. En nuestro medio Ambato es la ciudad que más ha avanzado en este ámbito.

3. ¿Considera Ud. importante que las empresas incorporen sistemas mecatrónicos, destinadas al área de producción y almacenamiento de productos?

Es importante involucrarse en este ámbito, porque las empresas entran en un proceso de mejoramiento de la producción, seguridad, estabilidad, se debe tratar de enfocarse a un sistema de competencia, ya que esto nos obliga a enmarcarnos en estándares y normas internacionales que mejoran la calidad del producto.

4. ¿Cree Ud. que con la implementación de un sistema de almacenamiento inteligente se reducirá el tiempo necesario para almacenar, así como para despachar los productos o materiales?

Mediante la utilización de sistemas SCADA, integrando el sistema mecánico, electrónico e informático se puede reducir el tiempo, ya que se integra módulos de selección representados por PLC's, unidos a sistemas contables representados por aplicaciones informáticas, estos procesos se entrelazan dando como resultado una reducción en los tiempos de respuesta.

5. ¿Cree Ud. que mediante implementación de un sistema de almacenamiento inteligente, se reducirá el talento humano necesario para la gestión de almacenamiento e inventario de productos o materiales?

Es lógico y las estadísticas así lo demuestran que la implementación de un sistema de almacenamiento inteligente conlleva a la reducción de personal, pero se puede capacitar al personal con un plan de gestión para evitar despidos masivos, a pesar de lo cual se verá reducido el personal necesario a trabajar con el nuevo sistema implementado.

6. ¿Cree Ud. que la implementación de un sistema de almacenamiento inteligente, permitirá optimizar la gestión de inventarios de repuestos, así como de materiales?

Este sistema mejora la gestión, ya que el proceso se lo hace de forma automática y la persona únicamente se vuelve un observador de dicho proceso, luego el ser humano puede estudiar los históricos del proceso lo que le permitirá tomar decisiones para mejorar.

7. ¿Cuál es su opinión respecto a la implementación de un modulo didáctico para mejorar el proceso enseñanza aprendizaje en la cátedra de Mecatrónica?

Es importante para los estudiantes, ya que permiten familiarizarse y simular los procesos industriales, los mismos que no variarán en gran medida cuando se enfrenten a un problema real, el nuevo objetivo de la enseñanza es aprender haciendo y generar conocimiento a través de la práctica.

8. ¿Qué sugerencias podría hacer respecto a los temas abordados?

Las empresas actualmente deben alcanzar estándares de calidad para lo cual deben incorporar sistemas mecatrónicos, que ayuden a la consecución de este objetivo.

Los diferentes laboratorios con los que cuentan la ESPOCH deben ser compartidos, y estar a la disposición de todos los estudiantes que deseen seguir investigando en el área.

Ing. Fernando Barroso

CI: 060146209-6