



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE PARA  
INTEGRAR A LA LÍNEA DE MONTAJE DEL LABORATORIO DE  
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL UTILIZANDO UN PLC SIEMENS  
S1200”

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**Presentado por:**

MARÍA NATALY RODRÍGUEZ VERDUGO  
WILINTON BOLÍVAR JIMÉNEZ SÁNCHEZ

Riobamba – Ecuador

2013

## **AGRADECIMIENTO**

*A nuestro alrededor hay muchas personas que nos ha dado su apoyo incondicional como sus consejos, sus enseñanzas, su dedicación y su tiempo para guiarnos, empezando por nuestra familia.*

*Gracias Dios por permitirnos vivir; esta, nuestra mejor experiencia y compartir este valioso momento con nuestros padres ya que con sus trabajos dignos nos permitieron continuar con los estudios y ser personas profesionales y útiles a la sociedad.*

*Agradecemos a todos los excelentes docentes de nuestra Escuela Ingeniería en Sistemas que nos compartieron sus conocimientos y además enseñanzas de comportamientos éticos y morales para encaminar vidas profesionales rectas.*

*Ing. Marco Viteri M.Sc. gracias por brindarnos su ayuda para la culminación de este trabajo, bajo su guía y dirección hemos comprendido la tenacidad de un docente por sacar adelante a sus alumnos.*

*Nataly Rodríguez / Wilinton Jiménez*

## ***DEDICATORIA***

*Quiero dedicar el presente trabajo a mi linda familia por eso Dios gracias por permitir tenerlos a mi lado.*

*A mis padres:*

*Raúl Rodríguez y Mercedes Verdugo que a través de su tenacidad y lucha me apoyaron siempre en el estudio y en cada momento de mi vida.*

*Mis hermanos:*

*Jessy siempre dispuesta a escucharme y con sus consejos acertados ha llegado a ser mi segunda madre; Raúl por estar pendiente de mi bienestar y desarrollo como líder; René por estar siempre pendiente en el avance para la culminación de mi trabajo de tesis; Eduardo por permitirme trabajar y desarrollarme en el campo laboral en el cual aún sigo desempeñándome **EROVER PC**.*

*Y de manera muy especial a mi madre nuevamente **MERCEDES** mi mejor amiga que a través de su ejemplo, enseñanzas, consejos me ha forjado valores y ha logrado sacar adelante a una familia completa.*

*Nataly Rodríguez*

*Dedico el presente trabajo de tesis a mis padres Abel Jiménez y Angelita Sánchez por guiarme en cada paso de mi vida con el firme propósito de ser mejor persona, por su incansable lucha para culminar mis estudios y empezar una nueva etapa con mejores proyectos y metas por cumplir. A mis hermanos Carmen, Luis, Víctor, Rodrigo y Margarita ya que ellos han sido mi compañía en los años de estudio y se convirtieron en la razón de mis deseos por alcanzar el mejor desempeño en mi trabajo a la vez investigar y aprender cada día los retos que me impone el ser un buen profesional.*

*Wilinton Jiménez*

**FIRMAS RESPONSABLES Y NOTAS**

**NOMBRES**

**FIRMAS**

**FECHA**

Ing. Iván Ménes.

**DECANO DE LA FACULTAD  
DE INFORMÁTICA Y  
ELECTRÓNICA**

Dr. Raúl Rosero

**DIRECTOR DE LA ESCUELA  
DE INGENIERÍA EN  
SISTEMAS**

Ing. Marco Viteri M.Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Pedro Infante.

**MIEMBRO**

Lcdo. Carlos Rodríguez

**DIRECTOR DEL CENTRO DE  
DOCUMENTACIÓN**

**NOTA:** \_\_\_\_\_

“Nosotros MARÍA NATALY RODRÍGUEZ VERDUGO y WILINTON BOLÍVAR JIMÉNEZ SÁNCHEZ, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

---

**María Nataly Rodríguez Verdugo.**

---

**Wilinton Bolívar Jiménez Sánchez.**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ANSI</b>	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
<b>DBA</b>	Administrador de Base de Datos
<b>DBMS</b>	Sistema de Administración de Base de Datos
<b>CA</b>	Corriente Alterna
<b>CC</b>	Corriente Continua
<b>CD</b>	Corriente Directa
<b>CPU</b>	Unidad Central de Proceso
<b>DB</b>	Base de Datos
<b>DDE</b>	Intercambio Dinámico de Datos
<b>Fem</b>	Fuerza automotriz
<b>FET</b>	Transmisor de Efecto Campo
<b>GRAF CET</b>	Grafico Funcional de control de etapas y transiciones
<b>HMI</b>	Interfaz Hombre Máquina
<b>ISA</b>	Sociedad de Instrumentos de América
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización
<b>LADDER</b>	Lenguaje de Programación Grafico para Autómatas
<b>LAN</b>	Red de Área Local
<b>LED</b>	Diodo emisor de luz
<b>LVDT</b>	Transformadores lineales variables
<b>MTU</b>	Unidad Terminal Maestra
<b>MySQL</b>	Lenguaje de consulta estructurado
<b>NBS</b>	Oficina Nacional de Estandarización
<b>NI</b>	Instrumento Nacional

<b>DIN</b>	Instituto Alemán de Normalización
<b>NPN</b>	Negativo Positivo Negativo
<b>OFF</b>	Apagado
<b>OPC</b>	Control y Supervisión de Procesos Industriales
<b>PC</b>	Computador Personal
<b>PLC</b>	Controlador Lógico Programable
<b>PNP</b>	Positivo Negativo Positivo
<b>PROFINET</b>	Red Universal Ethernet Industrial
<b>PRT</b>	Platinum Resistance Thermometer
<b>RTD</b>	Resistance Temperature Detector
<b>RTU</b>	Unidad Remota de Telemetría
<b>SCADA</b>	Supervisión, Control y Adquisición de Datos
<b>SQL</b>	Lenguaje de Consulta estructurada
<b>TCP/IP</b>	Protocolo de Control de Transporte / Protocolo de Internet
<b>TIA Portal</b>	Totally Integrated Automation Portal
<b>TTL</b>	Lógica de Transistor a Transistor



# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTAS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL.....	- 24 -
1.1. ANTECEDENTES.....	- 24 -
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS .....	- 24 -
1.3. OBJETIVOS.....	- 24 -
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	- 24 -
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	- 24 -
1.4. HIPÓTESIS.....	- 25 -
1.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	- 25 -
1.5.1. MÉTODOS.....	- 25 -
1.5.2. TÉCNICAS.....	- 26 -

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.....	- 27 -
2. SISTEMAS DE TRANSPORTE INDUSTRIAL.....	- 27 -
2.1. INTRODUCCIÓN.....	- 27 -
2.2. GENERALIDADES .....	- 28 -
2.3. IMPORTANCIA DEL TRANSPORTE EN LA INDUSTRIA.....	- 28 -
2.4. CLASIFICACIÓN .....	- 29 -
2.4.1. TRANSPORTE DE SÓLIDOS.....	- 29 -

2.4.2. MÁQUINAS DE TRANSPORTE.....	- 29 -
2.4.3. MÁQUINAS MOTRICES PORTÁTILES .....	- 30 -
2.4.3.1. CARRETILLAS.....	- 30 -
2.4.3.2. TRACTOR CON REMOLQUES .....	- 30 -
2.4.3.3. PALAS MECÁNICAS .....	- 31 -
2.4.3.4. GRÚAS PUENTE .....	- 31 -
2.4.3.5. TRANSPORTADORES POR GRAVEDAD.....	- 32 -
2.4.3.6. PLANOS INCLINADOS.....	- 32 -
2.4.3.7. CANALETAS VIBRATORIAS .....	- 32 -
2.4.4. TRANSPORTADORES MECÁNICOS.....	- 33 -
2.4.4.1. TRANSPORTADOR DE TORNILLO (DE ROSCA O SIN FIN) .....	- 33 -
2.4.4.2. TRANSPORTADOR DE RASQUETAS (O PALETAS) .....	- 33 -
2.4.4.3. TRANSPORTADOR REDLER .....	- 34 -
2.4.4.4. CINTA TRANSPORTADORA.....	- 35 -
2.4.4.5. ELEVADOR DE CANGILONES.....	- 36 -
2.5. TRANSPORTE DE LÍQUIDOS.....	- 37 -
2.5.1. TUBERÍAS.....	- 37 -
2.5.2. VÁLVULAS .....	- 38 -
2.6. SISTEMAS DE TRANSPORTES INDUSTRIALES UTILIZADOS EN EL PAÍS.....	- 38 -
2.6.1. SISTEMAS DE CANGILONES.....	- 38 -
2.6.1.1. GENERALIDADES.....	- 38 -
2.6.1.2. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO .....	- 39 -
2.6.1.3. VENTAJAS .....	- 40 -
2.6.1.4. DESVENTAJAS .....	- 40 -
2.6.1.5. USOS.....	- 40 -
2.6.2. SISTEMAS NEUMÁTICOS .....	- 41 -
2.6.2.1. INTRODUCCIÓN .....	- 41 -

2.6.2.2. TRANSPORTE DE MATERIALES SUELTOS.....	- 41 -
2.7. FAJAS TRANSPORTADORAS.....	- 41 -
2.7.1. CLASIFICACIÓN.....	- 43 -
2.7.1.1. CORREAS TRAPEZOIDALES .....	- 44 -
2.7.1.2. CORREAS DENTADAS O SÍNCRONAS .....	- 46 -
2.8. MOTORES.....	- 51 -
2.8.1. FUNDAMENTOS DE OPERACIÓN DE LOS MOTORES.....	- 51 -
2.8.2. PARTES FUNDAMENTALES DE UN MOTOR ELÉCTRICO .....	- 52 -
2.8.2.1. ESTATOR .....	- 53 -
2.8.2.2. ROTOR .....	- 54 -
2.8.3. TIPOS DE MOTORES Y CARACTERÍSTICAS.....	- 54 -
2.8.3.1. CORRIENTE DIRECTA (CD) .....	- 54 -
2.8.3.2. CLASIFICACIÓN DE MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA (CD).....	- 56 -
2.8.3.3. CORRIENTE ALTERNA (CA) .....	- 59 -
2.8.3.4. CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA.....	- 60 -
2.9. SENSORES.....	- 64 -
2.9.1. CLASIFICACIÓN.....	- 65 -
2.9.1.1. SENSORES DIGITALES.....	- 66 -
2.9.1.2. SENSORES ANALÓGICOS.....	- 74 -
2.9.1.3. SENSORES DISCRETOS.....	- 79 -
2.9.1.4. NÚMEROS DE HILOS .....	- 81 -
2.10. POLEAS .....	- 84 -
2.10.1. CLASIFICACIÓN.....	- 84 -
2.10.1.1. POLEAS SIMPLE.....	- 84 -
2.10.1.2. POLEA MOVIL .....	- 85 -
2.10.1.3. POLEAS COMPUESTAS.....	- 86 -

2.11.SISTEMA SCADA.....	- 86 -
2.11.1.REQUERIMIENTOS PRINCIPALES DE UN SCADA .....	- 88 -
2.11.2.ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA SCADA .....	- 89 -
2.11.3.FUNCIONES PRINCIPALES.....	- 90 -
2.11.4.ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA SCADA.....	- 91 -
2.11.4.1. HARDWARE .....	- 91 -
2.11.4.2. SOFTWARE.....	- 92 -
2.11.5.INTERFACE HUMANA – MAQUINA HMI .....	- 92 -
2.11.5.1. TIPOS DE HMI.....	- 93 -
2.11.5.2. SOFTWARE HMI .....	- 93 -
2.11.5.3. COMUNICACIÓN.....	- 94 -
2.12.BASE DE DATOS .....	- 94 -
2.12.1.TIPOS DE USUARIOS EN BASE DE DATOS .....	- 95 -
2.12.2.NIVELES DE ABSTRACCIÓN DE UNA BASE DE DATOS.....	- 96 -
2.12.3.SISTEMAS DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS .....	- 97 -
2.12.4.TIPOS DE BASE DE DATOS.....	- 97 -
2.12.4.1. BASES DE DATOS JERÁRQUICAS .....	- 97 -
2.12.4.2. BASE DE DATOS DE RED .....	- 98 -
2.12.4.3. BASES DE DATOS TRANSACCIONALES .....	- 98 -
2.12.4.4. BASES DE DATOS RELACIONALES .....	- 98 -
2.13.PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS.....	- 99 -
2.13.1.MODELO DE OBJETOS .....	- 100 -
CAPITULO III	
3. COMPONENTES UTILIZADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.....	- 103 -
3.1. INTRODUCCIÓN.....	- 103 -
3.2. PLC.....	- 103 -
3.2.1. APLICACIONES .....	- 104 -

3.2.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES.....	- 105 -
3.2.2.1. VENTAJAS .....	- 105 -
3.2.2.2. INCONVENIENTES .....	- 106 -
3.2.3. ADAPTACIÓN AL MEDIO.....	- 106 -
3.2.4. CLASIFICACIÓN DE PLC.....	- 107 -
3.2.4.1. PLC TIPO NANO .....	- 107 -
3.2.4.2. PLC TIPO COMPACTOS.....	- 108 -
3.2.4.3. PLC TIPO MODULAR.....	- 108 -
3.2.5. FUNCIONES ESPECIALES.....	- 109 -
3.2.6. ARQUITECTURA INTERNA DEL PLC.....	- 109 -
3.2.7. CONEXIÓN MEDIANTE BUSES.....	- 110 -
3.2.7.1. BUS DE DATOS .....	- 110 -
3.2.7.2. BUS DE DIRECCIONES .....	- 110 -
3.2.7.3. BUS DE CONTROL .....	- 111 -
3.3. PULSADORES .....	- 111 -
3.3.1. APLICACIONES .....	- 112 -
3.3.2. TIPOS DE PULSADORES.....	- 113 -
3.4. FUENTE .....	- 113 -
3.4.1. ESTRUCTURA BÁSICA.....	- 113 -
3.5. RELÉ .....	- 114 -
3.5.1. CARACTERÍSTICAS .....	- 114 -
3.6. INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.....	- 115 -
3.6.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	- 116 -
3.6.2. VENTAJAS .....	- 116 -
3.7. INTERFACE O MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS.....	- 117 -
3.7.1. ENTRADAS / SALIDAS ESPECIALES.....	- 118 -
3.7.2. ENTRADAS / SALIDAS ESPECIALES.....	- 118 -
3.7.3. PROCESADORES PERIFÉRICOS INTELIGENTES .....	- 118 -

3.7.4. TIPOS DE MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA.....	- 119 -
3.7.4.1. MÓDULOS DE ENTRADA DISCRETA .....	- 119 -
3.7.4.2. MÓDULOS DE SALIDA DISCRETA.....	- 121 -
3.7.4.3. MÓDULOS DE SALIDA DISCRETA TIPO TRANSISTOR.....	- 121 -
3.7.4.4. MÓDULOS DE SALIDA DISCRETA TIPO TRIAC.....	- 122 -
3.7.4.5. MÓDULOS DE SALIDA DISCRETA TIPO RELÉ .....	- 122 -
3.7.4.6. MÓDULOS DE ENTRADA ANALÓGICA.....	- 123 -
3.7.4.7. MÓDULOS DE SALIDA ANALÓGICA.....	- 124 -
3.8. ALUMINIO .....	- 125 -
3.8.1. PROPIEDADES .....	- 125 -
3.8.1.1. NOTABLE LIGEREZA.....	- 125 -
3.8.1.2. RESISTENCIA MECÁNICA.....	- 126 -
3.8.1.3. DUCTILIDAD.....	- 126 -
3.8.1.4. CONDUCTIVIDAD .....	- 126 -
3.8.1.5. ÍNDICE DE REFLEXIÓN.....	- 126 -
CAPÍTULO IV	
4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.....	- 127 -
4.1. INTRODUCCIÓN.....	- 127 -
4.2. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ALUMINIO .....	- 127 -
4.3. ACOPLAMIENTO DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA .....	- 130 -
4.4. ACOPLAMIENTO DE LA POLEA .....	- 131 -
4.4.1. BANDA POWER GRIP HTD .....	- 132 -
4.5. ACOPLAMIENTO DE LOS SENSORES.....	- 133 -
4.5.1. CARACTERÍSTICAS .....	- 134 -
4.6. ACOPLAMIENTO DE LA INTERFAZ.....	- 135 -
4.7. PANEL.....	- 137 -
4.7.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN .....	- 137 -
4.7.1.1. VENTAJAS .....	- 137 -

4.7.2. PLC SIEMENS S7-1200 .....	- 138 -
4.7.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	- 139 -
4.7.4. MÓDULOS.....	- 139 -
4.8. CABLEADO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.....	- 140 -
4.9. IMPLEMENTACIÓN.....	- 141 -
4.9.1. GRAFCET.....	- 141 -
4.2.3. TIA Portal .....	- 142 -
4.2.4. LABVIEW .....	- 145 -
CAPÍTULO V	
5. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	- 148 -
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
GLOSARIO	
RESUMEN	
BIBLIOGRAFÍA	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura II. 1</b>	Autoelevador	- 30 -
<b>Figura II. 2</b>	Pala mecánica	- 31 -
<b>Figura II. 3</b>	Grúa	- 32 -
<b>Figura II. 4</b>	Transportador de tornillo	- 33 -
<b>Figura II. 5</b>	Transportador por rasquetas	- 34 -
<b>Figura II. 6</b>	Transportador por Redler	- 35 -
<b>Figura II. 7</b>	Cinta transportadora	- 36 -
<b>Figura II. 8</b>	Tipos de descarga	- 37 -
<b>Figura II. 9</b>	Cangilones	- 39 -
<b>Figura II. 10</b>	Faja transportadora horizontal	- 42 -
<b>Figura II. 11</b>	Esquema de una correa trapezoidal	- 44 -
<b>Figura II. 12</b>	Elemento de una correa trapezoidal	- 45 -
<b>Figura II. 13</b>	Elementos de una correa dentada	- 47 -
<b>Figura II. 14</b>	Distribución de tensiones en correas dentadas	- 48 -
<b>Figura II. 15</b>	Banda transportadora en la industria de lavandería	- 49 -
<b>Figura II. 16</b>	Banda transportadora en la industria de cementera	- 49 -
<b>Figura II. 17</b>	Banda transportadora en la industria de acumuladores	- 50 -
<b>Figura II. 18</b>	Banda transportadora en la industria harinera	- 50 -
<b>Figura II. 19</b>	Motor eléctrico	- 51 -
<b>Figura II. 20</b>	Movimientos de rotación de un motor eléctrico	- 52 -



<b>Figura II. 21</b>	Partes de un motor	- 53 -
<b>Figura II. 22</b>	Tipos de estatores	- 53 -
<b>Figura II. 23</b>	Tipos de rotor	- 54 -
<b>Figura II. 24</b>	Cojinetes de deslizamiento	- 56 -
<b>Figura II. 25</b>	Cojinetes de rodamiento	- 56 -
<b>Figura II. 26</b>	Motor de excitación independiente	- 57 -
<b>Figura II. 27</b>	Motor en serie	- 58 -
<b>Figura II. 28</b>	Motor de derivación	- 58 -
<b>Figura II. 29</b>	Motor compound	- 59 -
<b>Figura II. 30</b>	Motor síncrono de CA	- 61 -
<b>Figura II. 31</b>	Motor de anillos rozantes	- 62 -
<b>Figura II. 32</b>	Sentido de giro de motor	- 64 -
<b>Figura II. 33</b>	Clasificación de sensores	- 65 -
<b>Figura II. 34</b>	Sensor magnético	- 68 -
<b>Figura II. 35</b>	Modificación del campo magnético	- 69 -
<b>Figura II. 36</b>	Sensor capacitivo	- 70 -
<b>Figura II. 37</b>	Sensor por barrera, réflex y retro-réflex respectivamente	- 73 -
<b>Figura II. 38</b>	Sensor termocupla	- 74 -
<b>Figura II. 39</b>	Símbolo de sensor RTD	- 76 -
<b>Figura II. 40</b>	Sensor bobinado, laminado, enroscado y anillo hueco respectivamente	- 78 -
<b>Figura II. 41</b>	Sensor NPN	- 79 -
<b>Figura II. 42</b>	Diagrama de un ejemplo de funcionamiento de sensor NPN	- 80 -

<b>Figura II. 43</b>	Sensor PNP	- 81 -
<b>Figura II. 44</b>	Diagrama de un ejemplo de funcionamiento de sensor PNP	- 81 -
<b>Figura II. 45</b>	Sensores de 2 hilos	- 82 -
<b>Figura II. 46</b>	Sensores de 3 hilos	- 82 -
<b>Figura II. 47</b>	Sensor de 4 hilos	- 82 -
<b>Figura II. 48</b>	Polea simple	- 85 -
<b>Figura II. 49</b>	Polea móvil	- 85 -
<b>Figura II. 50</b>	Aparejo	- 86 -
<b>Figura II. 51</b>	Ejemplo de un sistema SCADA	- 87 -
<b>Figura II. 52</b>	Esquema Básico de un sistema SCADA	- 89 -
<b>Figura III. 53</b>	PLC	- 104 -
<b>Figura III. 54</b>	Esquema de funcionamiento de un PLC	- 107 -
<b>Figura III. 55</b>	Bloques principales de un PLC	- 107 -
<b>Figura III. 56</b>	Módulos de un PLC	- 108 -
<b>Figura III. 57</b>	Diagrama del funcionamiento del PLC	- 109 -
<b>Figura III. 58</b>	Arquitectura interna del PLC	- 110 -
<b>Figura III. 59</b>	Arquitectura de conexión mediante buses	- 111 -
<b>Figura III. 60</b>	Pulsadores	- 112 -
<b>Figura III. 61</b>	Cajas para pulsadores marca CAMSCO	- 112 -
<b>Figura III. 62</b>	Diagrama de bloques de una fuente de alimentación lineal	- 114 -
<b>Figura III. 63</b>	Relé industrial	- 114 -
<b>Figura III. 64</b>	Tipos de interruptor termomagnético polar	- 115 -
<b>Figura III. 65</b>	Partes de un interruptor	- 116 -

<b>Figura III. 66</b>	Interface	- 118 -
<b>Figura III. 67</b>	Modulos de entrada discreta de la familia Simatic-S5 (Siemens)	- 120 -
<b>Figura III. 68</b>	Interface para entrada discreta en DC	- 120 -
<b>Figura III. 69</b>	Interface para entrada discreta en AC	- 120 -
<b>Figura III. 70</b>	Módulo de salida discreta	- 121 -
<b>Figura III. 71</b>	Circuito equivalente de una interface de salida discreta en DC	- 121 -
<b>Figura III. 72</b>	Circuito equivalente de una interface de salida discreta en AC	- 122 -
<b>Figura III. 73</b>	Circuito equivalente de una interface de salida discreta en AC (Tipo Relé)	- 123 -
<b>Figura III. 74</b>	Módulo de entrada analógica (Siemens)	- 124 -
<b>Figura III. 75</b>	Módulo de salida analógico (Telemecanique)	- 125 -
<b>Figura III. 76</b>	Aluminio	- 125 -
<b>Figura IV. 77</b>	Plano del sistema de transporte	- 128 -
<b>Figura IV. 78</b>	Perforación de los perfiles de aluminio	- 129 -
<b>Figura IV. 79</b>	Bulones colocados	- 130 -
<b>Figura IV. 80</b>	Base de aluminio terminado	- 130 -
<b>Figura IV. 81</b>	Turcas martillo	- 131 -
<b>Figura IV. 82</b>	Motor Mando Corporation 56300-1E500 acoplada a la estructura de aluminio	- 131 -
<b>Figura IV. 83</b>	Polea acoplada a la estructura de aluminio	- 131 -
<b>Figura IV. 84</b>	Correa PowerGrip y polea acoplada a la base de aluminio	- 132 -

<b>Figura IV. 85</b>	Sensor IBEST Pes-r18POC3MD	- 134 -
<b>Figura IV. 86</b>	Sensores acoplados a la banda transportadora	- 134 -
<b>Figura IV. 87</b>	Schneider Electric ABE7H16R31	- 135 -
<b>Figura IV. 88</b>	Relé e Interface acoplada al sistema de transporte	- 136 -
<b>Figura IV. 89</b>	Sistema de transporte terminado	- 136 -
<b>Figura IV. 90</b>	Fuente de alimentación	- 137 -
<b>Figura IV. 91</b>	PLC Siemens SIMATIC s7-1200 CPU 1214C	- 138 -
<b>Figura IV. 92</b>	Módulos utilizados (TIA Portal)	- 140 -
<b>Figura IV. 93</b>	Panel principal	- 141 -
<b>Figura IV. 94</b>	GRAFCET del sistema de transporte	- 142 -
<b>Figura IV. 95</b>	Ecuación correspondiente a la M1	- 143 -
<b>Figura IV. 96</b>	Ecuación correspondiente a la M2 y M3	- 143 -
<b>Figura IV. 97</b>	Ecuación correspondiente a la M4 y M5	- 144 -
<b>Figura IV. 98</b>	Ecuación correspondiente a la M6 y M7	- 144 -
<b>Figura IV. 99</b>	Ecuación correspondiente a la M8 y M9	- 144 -
<b>Figura IV. 100</b>	Ecuación correspondiente a la M10	- 145 -
<b>Figura IV. 101</b>	Correspondientes a las salidas	- 145 -
<b>Figura IV. 102</b>	Interface HMI correspondiente al Sistema de Transporte	- 147 -
<b>Figura IV. 103</b>	Presentación del reporte	- 147 -

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla II. I</b>	Tipos de Termocuplas	- 75 -
<b>Tabla II. II</b>	Materiales de construcción de sensores RTD	- 77 -
<b>Tabla II. III</b>	Abreviaciones de colores	- 83 -
<b>Tabla IV. IV</b>	Secciones y dimensiones nominales	- 133 -
<b>Tabla IV. V</b>	Características principales	- 135 -
<b>Tabla IV. VI</b>	Módulos en el panel principal	- 139 -
<b>Tabla IV. VII</b>	Código de colores para cableado	- 140 -
<b>Tabla IV. VIII</b>	Campos de la tabla del sensor 36	- 146 -
<b>Tabla IV. IX</b>	Campos de la tabla Usuario	- 147 -

# INTRODUCCIÓN

La mecatrónica como una disciplina integradora de las áreas de informática, mecánica, y electrónica va a la par con el avance tecnológico cuyo objetivo es proporcionar mejores productos, procesos y sistemas por lo que en este trabajo de tesis buscamos diseñar y desarrollar procesos, procesos de control y maquinaria más compleja para facilitar las actividades del ser humano a través de métodos electrónicos.

En el presente trabajo detallamos la optimización de recursos mediante la automatización que producen múltiples movimientos mediante dispositivos electrónicos, en el primer capítulo se describe el problema y los objetivos planteados para desarrollar el sistema de transporte, el segundo capítulo se describe los elementos y componentes utilizados para implementar el sistema, el tercer capítulo detallamos al PLC SIEMENS S1200 la forma como se programa e interactúa con los componentes utilizados y por último el cuarto capítulo describimos los pasos utilizados para implementar todo el sistema de transporte, con la implementación del programa en el computador para poder obtener un sistema totalmente automático.

Para la implementación del Sistema de Transporte se ha utilizado: estructuras de aluminio, poleas, sensores ópticos los cuales envían señales eléctricas al PLC y este a su vez procesa y envía señales de respuesta de salida que activa el motor de 24 voltios. El lenguaje de programación utilizado es por contactos (LADER), ya que es de uso universal para la elaboración de programas utilizando el PLC TIA PORTAL.

# **CAPÍTULO I**

## **1. MARCO REFERENCIAL**

### **1.1. ANTECEDENTES**

En la actualidad el laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas, existe una línea de montaje de palets el cual comienza colocando una base, sobre la base una tapa y posteriormente un pasador, los mismos que son transportados hasta un módulo que se encarga de clasificarlos, y una vez que los palets terminan de ser montados y clasificados no son transportados por tal motivo el proceso de fabricación es interrumpido.

Este problema ocasiona que los palets no sean transportados para ser clasificados o regresen a la línea de fabricación. Y además no se lleva un registro del control de los palets que inician y termina el proceso.

### **1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS**

Nuestro proyecto pretende completar la línea de montaje adicionándole el sistema de transportación para que un futuro se implemente un mecanismo de corrección de

errores y sistema de almacenaje, además se pretende controlar y contabilizar cuantos palets son almacenados, clasificados o regresaron a la línea de fabricación. Con esto logramos la automatización total del proceso de montaje sin ya la intervención de la mano del hombre.

Con la implementación de este sistema buscamos automatizar el proceso de transportación, el que mejoraría el sistema de montaje de palets en el laboratorio de automatización industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas a través del cual los estudiantes de la cátedra de Automatización Industrial a futuro podrán contar con un módulo didáctico de un sistema de transporte, y aprenderán la integración de sistemas modulares de producción lo cual les permitirá relacionar su uso en las empresas industriales lo que influirá en el mejoramiento de la producción y el desarrollo.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema de transporte de palets para integrar a la línea de montaje del laboratorio de automatización industrial utilizando un PLC Siemens S1200.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Ensamblar una estructura de aluminio que servirá de base para montar dos rieles que serán las guías para transportar los palets utilizando un PLC Siemens S1200.
- Acoplar un sensor magnético a la estructura de aluminio para detectar la llegada de los palets y activar el movimiento de la banda la misma que cargara los palets a los rieles utilizando un PLC Siemens S1200.
- Acoplar un motor de 24 voltios a la estructura de aluminio utilizando un PLC Siemens S1200 para mover los palets.



- Diseñar una base de datos para controlar y contabilizar cuantos palets son almacenados, clasificados o regresaron a la línea de fabricación mediante sentencias SQL utilizando un PLC Siemens S1200.
- Programar un panel de usuario mediante objetos para tener el control del encendido y apagado del módulo, el cual tendrá etiquetas que nos mostraran en que parte del proceso se encuentra el montaje de los palets.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

Con la implementación del sistema de transporte se podrá acoplar a la línea de montaje llevando un control adecuado de los palets transportados utilizando un PLC Siemens S1200.

#### **1.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

##### **1.5.1. MÉTODOS**

El método a utilizar para la presente investigación es el método científico; en vista que este nos presta facilidades para realización de la investigación como son:

- Al planteamiento del problema.
- Al apoyo del proceso previo a la formulación de la Hipótesis.
- Al levantamiento de información necesaria.
- Al análisis e interpretación de Resultados.
- Al proceso de Comprobación de la Hipótesis, etc.

Para complementar la investigación se aplicará el método deductivo ya que parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez en el desarrollo de procesos en sistemas de Automatización Industrial.

### 1.5.2. TÉCNICAS

Para la recopilación de la información necesaria que sustente el presente trabajo de investigación, se ha establecido como técnicas las siguientes:

- **Entrevistas:** Para la recopilación de la información exacta con entrevistas en el lugar en donde se realizara la aplicación, es decir, con el Director de tesis.
- **Investigación bibliográfica:** Para las fuentes de información se utilizarán principalmente libros, revistas, páginas web, etc.
- **Observación:** En los lugares donde aplican este tipo de aplicación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2. SISTEMAS DE TRANSPORTE INDUSTRIAL**

##### **2.1. INTRODUCCIÓN**

El transporte es por excelencia uno de los procesos fundamentales de la estrategia logística de una organización, este componente es de atención prioritaria en el diseño y la gestión del sistema logístico de una compañía, dado que suele ser el elemento individual con mayor ponderación en el consolidado de los costos logísticos de la mayoría de empresas.

Los sistemas de transporte de materias primas, componentes y productos manufacturados son un elemento clave en todos los sectores industriales. No hay empresa que de un modo u otro no cuente con algún tipo de instalación destinada al traslado, almacenaje y expedición de materiales. El concepto es muy amplio, y reúne elementos del activo productivo tan dispersos como vehículos de transporte, líneas de montaje y procesamiento, carretillas y montacargas, sistemas automatizados de racking, etc. El mercado de ocasión ofrece innumerables y variados equipos de esta

extensa familia. Los sistemas de transporte profesionales de segunda mano representan una alternativa muy interesante y cada vez más en boga, sin duda por la posibilidad de adquirir equipamiento a precios muy económicos.

## **2.2. GENERALIDADES**

Los sistemas de transporte de materiales tienen por objeto conseguir el desplazamiento de cargas, tanto en sentido vertical, horizontal o ambos a la vez, en forma continua o intermitente. Estas cargas, en la industria pueden ser constituidas por:

- a) Distintos tipos de materias primas
- b) Piezas semielaboradas a lo largo del proceso de fabricación
- c) Productos terminados
- d) Máquinas y equipos, o elementos constitutivos de las mismas
- e) Mercaderías de todas clases
- f) Personas
- g) Animales
- h) Materiales de construcción

## **2.3. IMPORTANCIA DEL TRANSPORTE EN LA INDUSTRIA**

Hasta hace un tiempo, la fuerza humana era más barata, pero en la actualidad, dicho costo es muy elevado, y cuando los volúmenes de materiales a manejar son grandes, es más conveniente del punto de vista económico el uso de modernas maquinarias específicas, en la que la intervención del hombre solo sirve para el manejo de las mismas. Lógicamente, para el caso de movimiento de pequeñas cantidades de material podría llegar a no justificarse la utilización de maquinarias de transporte complejas y con un costo elevado. Esto significa, que las industrias modernas deben estudiar ahora sus problemas de manejo y transportación de materiales, desde muy

distintos puntos de vista a como se estudiaban y solucionaban en épocas anteriores.

## **2.4. CLASIFICACIÓN**

El transporte puede clasificarse según el tipo de sustancia a transportar de la siguiente forma:

- Transporte de sólidos
- Transporte de líquidos
- Transporte de gases

### **2.4.1. TRANSPORTE DE SÓLIDOS**

La selección de los equipos de transporte se realiza una vez que se ha definido el proyecto. Para ello se debe tener en cuenta el plan a ejecutarse, que consiste en una evaluación técnica y económica completa, para así darse cuenta de la gran importancia que tiene el transporte de sólidos.

### **2.4.2. MÁQUINAS DE TRANSPORTE**

La necesidad de efectuar, en plantas industriales el transporte de grandes volúmenes de materiales, en forma segura y rápida originó la aparición de diversos tipos de máquinas que permiten asegurar el movimiento de los distintos materiales en forma horizontal, vertical y oblicua.

En la actualidad se estima que el número de máquinas de transporte de distintos tipos que se ofrecen en el mercado supera los 500. En este trabajo de tesis se citarán sólo aquellas que se consideran más usuales. Las máquinas a considerar se clasifican en máquinas motrices portátiles e instalaciones fijas para el transporte de sólidos. Las primeras de ellas son máquinas que se desplazan por la acción de un motor, mientras que las segundas son máquinas en las que el desplazamiento del material es entre

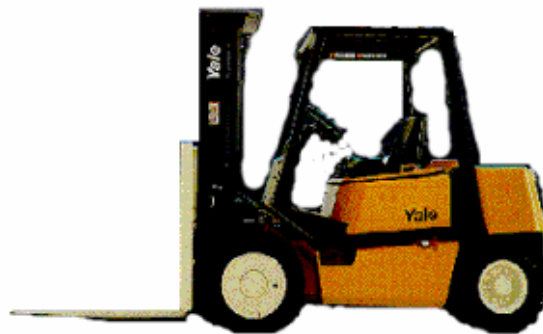
puntos determinados.

### **2.4.3. MÁQUINAS MOTRICES PORTÁTILES**

#### **2.4.3.1. CARRETILLAS**

Las carretillas son plataformas con ruedas accionadas por un motor que puede ser eléctrico (con acumuladores) o naftero. En horizontal pueden transportar hasta 2 toneladas de carga a velocidades de hasta 10 km/h para las eléctricas y de hasta 25 km/h para las nafteras.

En algunos casos cuentan con una plataforma elevable, dando lugar a los denominados autoelevadores Figura II. 1, que permiten apilar y acomodar cargas en los depósitos, los autoelevadores según sus características permiten apilar cargas hasta una altura de 10m y es el método de transporte más utilizado en la actualidad para el traslado y acomodado de cargas dentro de los depósitos.



**Figura II. 1** Autoelevador

#### **2.4.3.2. TRACTOR CON REMOLQUES**

Consiste en un tractor que remolca vagonetas, que llevan el material. El volumen del material a transportar depende de la potencia del tractor y de la cantidad de vagones que remolca.

Esta es una forma de transporte utilizada solamente en horizontal. En plantas

siderúrgicas es utilizado para el transporte del arrabio, el tractor es reemplazado por una pequeña locomotora y los vagones utilizados son térmicos. El tren circula sobre rieles.

#### **2.4.3.3. PALAS MECÁNICAS**

Constan de una base o plato giratorio y un brazo que en el extremo tiene una cuchara o pala. Las palas mecánicas pueden ser a nafta, diésel o eléctricas, y con ruedas u oruga como muestra la Figura II. 2.

Se utilizan para la manipulación de grandes cantidades de materiales en trozos para carga, descarga y apilado de los mismos.



**Figura II. 2** Pala Mecánica

#### **2.4.3.4. GRÚAS PUENTE**

Consisten en dos torres que se encuentran unidas por un puente. Las dos torres, que son soportes del puente se desplazan, con ruedas, sobre rieles. El puente cuenta con un carrito el cual posee en la parte inferior un guinche que se desplaza perpendicularmente a los rieles.

Las torres pueden ser altas, como las que se observan en los muelles de los puertos o pequeñas y que circulan por la parte superior de las naves de las plantas industriales.

Estas grúas cuentan con un habitáculo para el operario que las maneja, en la Figura II. 3 se puede ver un ejemplo de estas.



**Figura II. 3** Grúa

Se utilizan para el movimiento de bultos o recipientes que contienen materiales; con lingas se utilizan para la carga y descarga de vehículos, etc.

#### **2.4.3.5. TRANSPORTADORES POR GRAVEDAD**

En estos transportadores, los materiales se mueven por efecto de la gravedad. Una regla a tener en cuenta en cualquier planta industrial es que siempre que sea posible debe de utilizarse este efecto, para el movimiento de los materiales, con el objeto de economizar energía. Generalmente estos transportadores son utilizados para alimentación de máquinas con materiales secos en trozos o pulverulentos.

#### **2.4.3.6. PLANOS INCLINADOS**

Básicamente consisten en planos inclinados (con bordes), con ángulos mayores de 45 grados. Estos pueden ser rectos o en espiral.

#### **2.4.3.7. CANALETAS VIBRATORIAS**

Están compuestas por una especie de canaleta que cuenta con un vibrador magnético, que ayuda a mover el material hasta el borde, y luego cae por gravedad.



## 2.4.4. TRANSPORTADORES MECÁNICOS

### 2.4.4.1. TRANSPORTADOR DE TORNILLO (DE ROSCA O SIN FIN)

El transportador de rosca consiste en un eje de acero, sobre el cual se desarrolla una espiral, que gira dentro de un canal, en la Figura II. 4 se puede observar este tipo de transporte. El eje es propulsado por un motor y el acople se produce a través de engranajes o cadenas.

Este transportador se utiliza para el movimiento de materiales abrasivos y no abrasivos, en horizontal y oblicuo con pendiente que no supere los 30°.

Puede transportar cereales, carbón, arena, piedra, etc; La longitud máxima de transporte no debe superar los 30 metros, pues más allá de esa distancia los esfuerzos de torsión que se producen son muy elevados. El diámetro máximo a utilizar es de 0,60 metros.

Este tipo de transporte se utiliza principalmente para movilización de granos en silos de campaña y se los denomina "CHIMANGO".

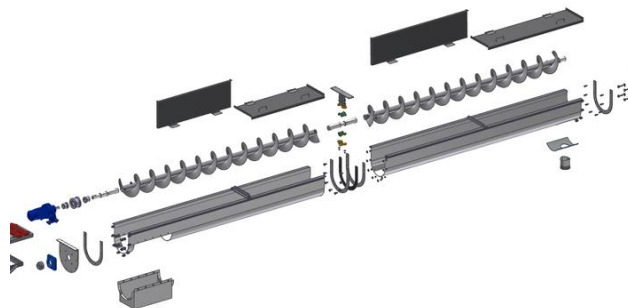


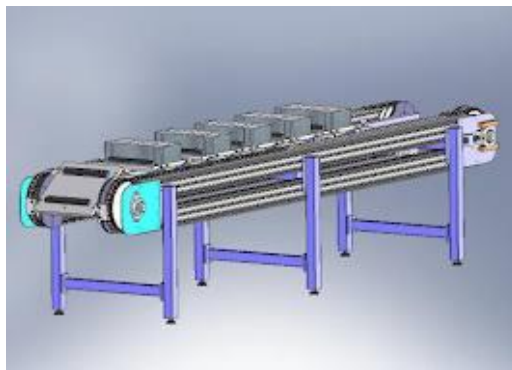
Figura II. 4 Transportador de tornillo

### 2.4.4.2. TRANSPORTADOR DE RASQUETAS (O PALETAS)

El transportador de rasquetas consiste en un canal por el que se desplazan paletas, cuya sección se ajusta a la del canal. El material a transportar se ubica entre las paletas y con el movimiento de éstas se va desplazando.

Las paletas se encuentran unidas a una o dos cadenas sin fin, que se mueven como consecuencia de que en los extremos del transportador cuentan con ruedas dentadas, de las cuales la de un extremo es motora. Las paletas generalmente son de acero y están dispuestas a distancias iguales a lo largo de la cadena véase la Figura II. 5.

Las paletas suelen estar suspendidas apoyando los extremos de las mismas con ruedas sobre rieles o calzas sobre guías. La velocidad de las cadenas se encuentra entre 6 y 60 metros/min., aunque la más frecuente es de 30 metros/min.



**Figura II. 5:** Transportador por rasquetas

#### **2.4.4.3. TRANSPORTADOR REDLER**

El transportador Redler es similar al de paletas, la diferencia está en que la sección de la paleta no es igual a la del canal, sino que cubre solo una parte de la misma.

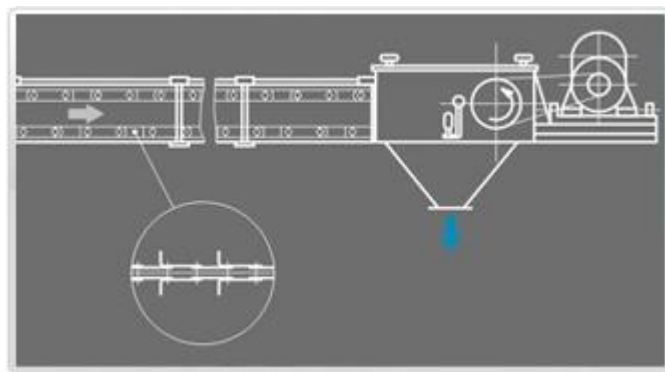
Este transportador es especialmente indicado para el transporte de materiales sueltos, secos y abrasivos, tales como cemento, harina, arena, clinker, carbón, etc.

El movimiento del material se produce por el arrastre de los perfiles que se mueven sobre las partículas y la fricción de estas entre sí.

Se aplican a transporte en horizontal, vertical o con cualquier ángulo. Cuanto mayor sea la inclinación de transporte se requieren perfiles de mayor sección. Se caracteriza por su gran capacidad para el transporte horizontal de materiales a granel, como

pueden ser: cereales, semillas, harinas y en definitiva, cualquier producto granular, permitiendo realizar descargas en cualquier punto de su recorrido, adaptándose a los diferentes procesos.

Las dos cadenas van provistas de aletas laterales, que facilitan y aseguran un avance uniforme y constante del producto en el interior del transportador. Las dimensiones de anchura y altura, la capacidad y la velocidad de transporte, dependerán del producto y de las necesidades específicas de cada instalación observe la Figura II. 6.



**Figura II. 6:** Transportador por Redler

#### **2.4.4.4. CINTA TRANSPORTADORA**

Consiste en una cinta sin fin como muestra la Figura II. 7 con dos poleas, una de las cuales es motora; es decir; una polea de cabeza y la otra son conducidas o polea de cola. Cuenta con rodillos locos debajo de la cinta o banda, denominados de apoyo para los que se encuentran debajo de la cinta cargada y rodillos de retorno para la cinta que regresa vacía.

Las cintas se estiran por el uso y para que trabajen correctamente es necesario tensarlas, lo que se hace con diversos aparatos.

En la zona de carga del material a transportar suelen disponerse rodillos de apoyo a menores distancias que las señaladas anteriormente para absorber el peso del

material que cae desde la tolva.



**Figura II. 7** Cinta transportadora

#### **2.4.4.5. ELEVADOR DE CANGILONES**

El elevador de cangilones consiste en una cinta sin fin que en sus extremos cuentan con una rueda dentada o polea. A dicha cadena van unidos cangilones; es decir; baldes a intervalos uniformes. La rueda dentada superior es motora y la inferior es conducida. El accionamiento de la rueda motora está dado por un motor a través de un reductor de velocidad.

Los cangilones toman el material a transportar en la parte inferior, con el balde que viene invertido, gira y asciende hasta la cabeza superior donde lo descarga.

Es un transportador utilizado para elevar granos, carbón, cenizas, cemento, minerales y rocas en trozos, etc. Efectúa transportes en vertical y con inclinación superior a 45 grados. Es de frecuente uso en elevadores de granos portuarios y silos de campaña y se conocen con el nombre de “Norias”.

Los elevadores de cangilones tienen tres formas distintas de descarga que se utilizan según los materiales a transportar. La descarga centrífuga, usada para materiales livianos y secos pueden ser estos granos; la descarga continua, suele utilizarse ya sea para el transporte de granos o en las dragas para la elevación de arena húmeda y la

descarga por gravedad, que se utiliza para materiales pesados y pegajosos.

En la Figura II. 8 se pueden observar los tres tipos de descarga. Cabe señalar que la descarga centrífuga se practica con elevadores de cinta y de cadena, la descarga continua, donde cada cangilón descarga su material sobre la parte posterior del que lo precede, se construye con una o dos cadenas, y la descarga por gravedad, se practica con dos cadenas.



**Figura II. 8:** Tipos de descarga

## **2.5. TRANSPORTE DE LÍQUIDOS**

### **2.5.1. TUBERÍAS**

Es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. Consta de una sección transversal generalmente circular con un canal abierto. Existen una gran variedad de espesores de pared y materiales de construcción.

Las tuberías tienen una estructura completa se utilizan accesorios como collarines hechos de plástico o metales, roscas o soldadura; y las de pared delgada por medio de soldadura o compresión. En la unión de piezas de tuberías es importante tener en cuenta que las variaciones de temperatura por ello se expande o contrae la tubería; debido a esto, es mayor la precaución que debe tenerse en cuenta para que no ocurran accidentes ya que cuando se presentan estos cambios de temperatura y

presión la tubería como está en un estado rígido puede llegar a romperse así que se debe dar el mejor montaje para un buen funcionamiento. Las tuberías generalmente como definición más simple se fabrican por fundición de metales formando una lámina y luego doblándola formando un cilindro; también por soldadura, molduras o prensas. El tamaño de una tubería depende de que se vaya a transportar.

### **2.5.2. VÁLVULAS**

Es un dispositivo mecánico con el cual tiene como función principal, disminuir o atener la circulación de líquidos con un mecanismo de cerrado/abierto, prendido/apagado es decir abiertas o cerradas por completo por medio de una pieza movable. Algunas válvulas son diseñadas para suprimir o reducir la presión y la velocidad del líquido, aquí también es importante los cambios de temperatura y presión ya que en algunos casos se manejan tóxicos peligrosos. Existen varios tipos de válvulas tales como de compuerta y de globo que se trata de un disco en forma de cuña y se adapta al montaje de la válvula; no se recomienda para control de flujo.

La válvula de globo es similar, se utiliza para controlar la velocidad de un flujo, ya que la abertura es limitada y controlada con un cambio de presión. La válvula de pistón se utiliza en procesos químicos de temperaturas inferiores a 290c donde la válvula se abre totalmente y la caída de presión es mínima. La válvula de retención permite el transporte en una sola dirección, se abre por la presión del líquido y cuando se invierte se cierra. Su diseño y material depende de su uso.

## **2.6. SISTEMAS DE TRANSPORTES INDUSTRIALES UTILIZADOS EN EL PAÍS**

### **2.6.1. SISTEMAS DE CANGILONES**

#### **2.6.1.1. GENERALIDADES**

Los transportadores o elevadores de cangilones están compuestos por un órgano de

tracción que puede ser de banda o cadenas, en el cual se fijan los cangilones, la Figura II. 9 muestra esto. Todo el conjunto se moverá alrededor de la tambora motriz y de atezado, colocado en el extremo superior e inferior respectivamente. En el caso de emplearse cadenas como órgano de tracción, el lugar de tamboras se emplea catalinas. Todo lo anterior va encerrado una armadura metálica compuesto de tres partes: superior, intermedia e inferior.

En la parte superior se coloca el sistema propulsor compuesto por reductor, el freno y el motor eléctrico; en la parte inferior se sitúa el sistema de atezado.

Estos se construyen estacionarios e inmóviles. En ocasiones, además de elevar la carga, garantizan un determinado proceso tecnológico, por ejemplo la extracción del material sumergido en el fluido separando de él. Solamente pueden transportar la carga desde un punto inferior hasta el final del elevador sin entradas o salida de este entre puntos intermedios.



**Figura II. 9:** Cangilones

#### **2.6.1.2. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO**

El Transportador de cangilones se pone en funcionamiento a través del sistema propulsor el cual por mediación de la tambora motriz o catalina, en dependencias del órgano de tracción que se utilice proporciona movimiento al mismo, en el que van a ir

acoplado los cangilones que son los encargados de recoger la carga de la parte inferior y elevar la hasta el punto de descarga. El material se introduce al elevador por un conducto que se encuentra en la parte inferior y se descarga por la parte superior.

#### **2.6.1.3. VENTAJAS**

- Variedad de manipulación de materiales. Amplio rango de capacidades.
- Amplio rango de longitudes de transportación.
- Gran facilidad para la carga y descarga del material.
- Estructura liviana.
- Trazas horizontales y verticales.
- Desgaste mínimo y fácil mantenimiento.
- Bajo consumo de energía.
- Posibilidad de transportación por el ramal superior e inferior y si fuera necesario por ambos a la vez.
- Bajos niveles de ruido.
- Construcción y montaje simple comparado con otros transportadores.

#### **2.6.1.4. DESVENTAJAS**

- Son muy sensibles a las sobrecargas.

#### **2.6.1.5. USOS**

El trabajo con estas máquinas es ampliamente difundido ya que su utilización es cotidiana prácticamente en toda industria para manejo de materiales a granel como talcos granulados y en pedazos pequeños por una traza vertical o inclinada, más de 60 grados sobre la horizontal. Se utilizan en la industria química, metalúrgica, alimenticia, de construcción de maquinarias, de materiales de construcción y otras.



## **2.6.2. SISTEMAS NEUMÁTICOS**

### **2.6.2.1. INTRODUCCIÓN**

En los sistemas de transporte neumático, el material a transportar se introduce en una corriente de aire mediante un dispositivo de alimentación. Así las partículas del material son arrastradas a lo largo del conducto por la corriente de aire como el gas.

Al transporte neumático conviene distinguirlos en dos categorías:

- Transporte en corriente gaseosa de materiales sueltos o en tubos especiales.
- Transporte de gas: gasoductos

### **2.6.2.2. TRANSPORTE DE MATERIALES SUELTOS**

#### **VENTAJAS**

- Eliminación casi total de mecanismos.
- Reducción de espacio.
- Fácil aspiración de materiales.

#### **DESVENTAJAS**

- Consumo elevado de energía.
- Económicamente favorable para recorridos breves
- Limitación de granulometría, humedad ya que el máximo es del 20 % y tipo de material a transportar que puede ser un riesgo de explosivo.
- Dificultad de separar el aire del material si este es pulverulento.

## **2.7. FAJAS TRANSPORTADORAS**

La faja transportadora es un accesorio esencial en los procesos como: transporte de materiales, alimentación de maquinarias en procesos productivos, separación por

tamaños de distintos elementos, sistemas de trituración, entre otros. En términos de capacidad de transferencia, las fajas transportadoras se pueden clasificar en dos tipos: el tipo pesados, como para el transporte de minerales y rocas; y de tipo ligero para los plásticos, alimentos, en la industria química, etc.

La faja transportadora también llamada cinta o banda es ampliamente utilizada en la minería, la metalúrgica y la industria del carbón para la transferencia de materiales arenosos o materiales empaquetados entre otros en dirección horizontal y débilmente inclinada mire la Figura II. 10.

- Producto flexible para adaptaciones posteriores en la línea por ejemplo sistemas de pesado, detección de metales, sistemas de codificación.
- Accesorios dependiendo de la aplicación para incrementar la productividad en las tareas a realizar con la faja.



**Figura II. 10** Faja transportadora horizontal

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

Las cintas o bandas transportadoras se usan como componentes en la distribución y almacenaje automatizados. Combinados con equipos informatizados de manejo de palés, permiten una distribución minorista, mayorista y manufacturera más eficiente,

permitiendo ahorrar mano de obra y transportar rápidamente grandes volúmenes en los procesos, lo que ahorra costes a las empresas que envía o reciben grandes cantidades, reduciendo además el espacio de almacenaje necesario.

Las correas pueden ser confeccionadas de diferentes materiales como: lona, neoprina, loneta, metálicas y que deben tener las siguientes características:

- a.- Flexibilidad suficiente para poder adaptarse a diferentes diámetros de poleas utilizadas, de tal manera que no se tornen quebradizas y disminuyen su durabilidad.
- b.- Resistencia a la tensión dada que está sujeta a altas tensiones.
- c.- Resistencia a la corrosión.

### 2.7.1. CLASIFICACIÓN

**Correas planas:** Actualmente ya en desuso y sustituidas gradualmente por las trapezoidales, se utilizaban sobre todo en aquellas transmisiones donde no se requerían grandes prestaciones, esto es, que no se transmiten grandes pares ni la velocidad lineal que alcanza la correa es elevada ( $< 5$  m/s). También pueden emplearse cuando la distancia entre ejes de poleas es elevada. Las correas planas se dividen a su vez en correas “sin fin”, también llamadas correas continuas, y correas abiertas, que se denominan así porque se suministran abiertas para su montaje y posteriormente son cerradas mediante grapas o pegamento industrial.

**Correas trapezoidales:** O de sección en “V”: permiten transmitir pares de fuerzas más elevados, y una velocidad lineal de la correa más alta, que puede alcanzar sin problemas hasta los 30m/s.

**Correas dentadas:** O síncronas (timing belts): tienen aplicación sobre todo en aquellas transmisiones compactas y que se requieren transmitir alta potencia. En este

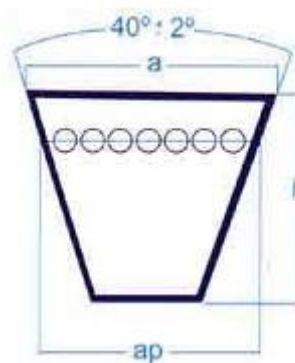
caso se deben emplear poleas de pequeño diámetro, y las correas dentadas ofrecen mayor flexibilidad y mejor adaptabilidad al dentado de la polea. Por otro lado, también permiten ofrecer una relación de transmisión constante entre los ejes que se acoplan.

### 2.7.1.1. CORREAS TRAPEZOIDALES

#### GENERALIDADES

Las correas trapezoidales o correas en “V” trabajan a partir del contacto que se establece entre los flancos laterales de la correa y las paredes del canal de la polea.

Según las normas ISO las correas trapezoidales se dividen en dos grandes grupos: las correas de secciones con los perfiles clásicos Z, A, B, C, D y E, y las correas estrechas de secciones SPZ, SPA, SPB Y SPC. En la Figura II. 11 adjunta se representa esquemáticamente una sección tipo de correa trapezoidal o correa en “V”:



**Figura II. 11** Esquema de una correa trapezoidal

donde,

$a$ , es el ancho de la cara superior de la correa;

$h$ , es la altura o espesor de la correa;

$ap$ , es el denominado ancho primitivo de la correa.

#### CONSTITUCIÓN

En la Figura II. 12 se muestra una sección tipo de una correa trapezoidal, así como de

las partes principales que la compone:



**Figura II. 12** Elementos de una correa trapezoidal

donde,

- 1, es el núcleo;
- 2, tensores o fibras resistentes;
- 3, recubrimiento.

**Núcleo:** La parte del núcleo está constituido de una mezcla de cauchos especiales que le proporcionan a la correa una alta resistencia mecánica y una gran capacidad de flexión para un rango de temperatura de trabajo amplio, de entre -10 °C y 90 °C.

No obstante, esta parte de la correa es sensible al contacto con aceites, grasas, u otros agentes químicos, por lo que se recomienda evitar un prolongado contacto de la correa con estas sustancias.

**Tensores o fibras resistentes:** Para mejorar la resistencia a tracción de las correas y evitar que se alarguen o deformen se incluyen estos elementos tensores, generalmente hechos de fibras sintéticas que puede ser poliéster o fibra de vidrio que ofrecen una gran resistencia a la fatiga. Debido a que las correas se ven sometidas a continuos y repetitivos ciclos de carga y descarga, es el agotamiento por fatiga lo que condiciona realmente la vida útil de las correas, de ahí la importancia de estos elementos.

**Recubrimiento:** Es una envolvente textil que recubre y protege a los demás

elementos de la correa. Consiste en una tela mixta de algodón-poliéster que ofrece una excelente resistencia a la abrasión, además de proporcionar un elevado coeficiente de rozamiento o fricción con la superficie de la polea.

### **2.7.1.2. CORREAS DENTADAS O SÍNCRONAS**

#### **GENERALIDADES**

Cuando se requiere transmitir elevados régimen de potencia, en transmisiones que son compactas, lo cual va a suponer el empleo de poleas de reducido diámetro y elevadas velocidades de giro, lo normal es utilizar poleas dentadas o síncronas.

Las poleas dentadas garantizan una relación de transmisión constante al disminuir el riesgo de deslizamiento sobre la polea.

Por otro lado, la incorporación del dentado a la correa le confiere de una mayor flexibilidad longitudinal lo que le permite poder adaptarse a poleas de diámetros más pequeños.

En definitiva, para aplicaciones donde se requiera exactitud en la relación de transmisión, unido a exigencias de altas velocidades de giro, o que por consideraciones de diseño no sea posible el engrase o lubricación de los componentes de la transmisión, entonces el empleo de correas dentadas o síncronas es la mejor opción.

Por último indicar que los requerimientos de un tensado inicial de la correa, como ocurre con las correas trapezoidales, no son tan exigentes para el caso de las dentadas.

#### **CONSTITUCIÓN**

La Figura II. 13 muestra la sección tipo de una correa síncrona, así como de las partes

principales que la compone:



**Figura II. 13** Elementos de una correa dentada

donde,

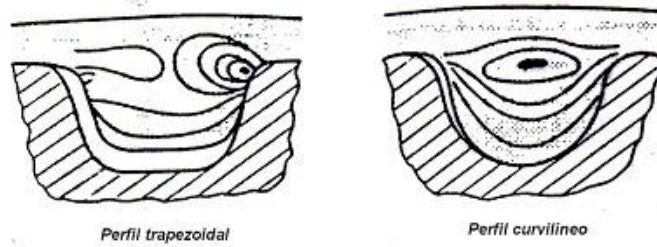
- 1, es el núcleo de la correa,
- 2, indica las fibras de refuerzo,
- 3, es el recubrimiento exterior de la correa.

**Núcleo:** El núcleo de este tipo de correa está compuesto de un caucho de altas prestaciones reforzado con fibras sintéticas orientadas de tal modo que le proporciona una gran rigidez en sentido transversal.

De igual manera, el cojín que es la parte del núcleo que queda por encima de los tensores de refuerzo consta de fibras sintéticas orientadas que le proporcionan del mismo modo una elevada rigidez transversal.

En el caso de las correas síncronas, el núcleo de los dientes ofrece una gran rigidez y es la parte de la correa que absorbe la mayor parte de los esfuerzos. Por otro lado, en las correas síncronas se distinguen dos tipos de perfiles de dientes normalizados: trapecoidal y curvilíneos.

La gran ventaja conseguida con los perfiles curvilíneos es que la zona de alta concentración de tensiones se sitúa en el centro del diente, frente a las correas dentadas de perfil trapecoidal, donde los mayores niveles de tensión se concentran en la esquina de la base del diente del lado que arrastra la polea, reduciendo su duración.



**Figura II. 14** Distribución de tensiones en correas dentadas

En la Figura II. 14 se aprecia que el perfil curvilíneo se adapta mejor a la dentadura de la polea y redistribuye mejor las tensiones.

**Tensores o fibras resistentes:** Fibras sintéticas, generalmente fibra de vidrio, de alta tenacidad y elevada estabilidad dimensional que evita la deformación longitudinal de la correa.

**Recubrimiento:** Envoltente textil que recubre a la correa y proporciona protección de los agentes nocivos exteriores.

De igual forma que para las correas trapezoidales, el recubrimiento debe tener buenas propiedades de conductividad para eliminar la electricidad estática que se vaya acumulando, así como de comportarse adecuadamente para un amplio rango de temperaturas de trabajo (generalmente, de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), y de ofrecer buena resistencia a los aceites.

## **APLICACIONES**

### **Banda transportadora en la industria de lavanderías**

En esta industria se utilizan las bandas transportadoras fabricadas para el perfecto funcionamiento de las máquinas planchadoras denominadas “mangle”, en las cuales sus bandas transportan las prendas durante el proceso de planchado como se observa la Figura II. 15.





**Figura II. 15** Banda transportadora en la industria de lavandería

### **Banda transportadora en la industria cementera**

La industria cementera juega un papel de suma importancia en el desarrollo del país, su dinamismo y avanzada tecnología exigen suministros de la más alta calidad, como la banda transportadora de seis capas tanto en polyester como algodón 100%, que tiene la función de permitir el paso de aire en los equipos aerodeslizadores que se destinan a la transportación de cemento bajo el sistema de suspensión de aire observe la Figura II. 16.

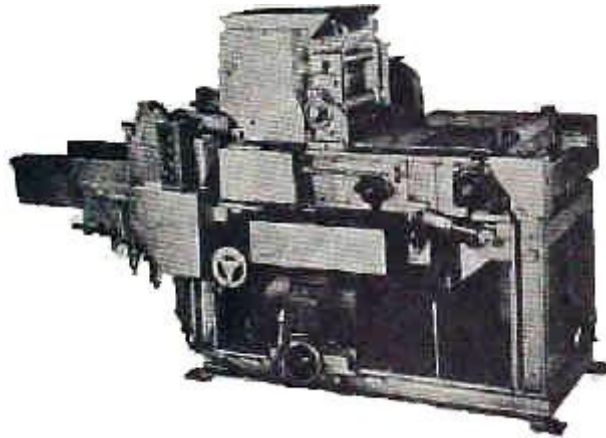


**Figura II. 16** Banda transportadora en la industria cementera

### **Bandas transportadoras en la industria de acumuladores**

Para este activo giro industrial es indispensable la transportación de la rejilla (acabada de fundir) sobre bandas transportadoras 100% de algodón que resisten altas temperaturas, para pasar posteriormente estas rejillas a la maquina empastadora lo cual requiere de una banda transportadora sin fin 100% algodón, misma que

transportará la rejilla y así entregarla al horno, complementando esta operación imprescindible en la fabricación de acumuladores; vea la Figura II. 17.



**Figura II. 17:** Bandas transportadoras en la industria de acumuladores

### **Banda transportadora en la industria harinera**

Como en otras ramas alimenticias la “industria harinera” emplea cepillos cernedores de algodón realizando una función de limpieza, vital para el perfecto funcionamiento del equipo de cernido de harinas. Las bandas transportadoras son utilizadas en el proceso de molienda de trigo, llevando a sus diferentes evoluciones la harina como se puede ver en la Figura II. 18.



**Figura II. 18** Banda transportadora en la industria harinera

Entre otras aplicaciones con este tipo de bandas o fajas transportadoras.

## 2.8. MOTORES

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias. Transforma una energía eléctrica en energía mecánica la Figura II. 19 muestra un ejemplo. Tienen múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar.

Su funcionamiento se basa en las fuerzas de atracción y repulsión establecidas entre un imán y un hilo llamado bobina por donde circula una corriente eléctrica. Entonces solo sería necesario una bobina (espiras con un principio y un final) un imán y una pila (para hacer pasar la corriente eléctrica por las espiras) para construir un motor eléctrico.

Los motores eléctricos que se utilizan hoy en día tiene muchas espiras llamadas bobinado (de bobinas) en el rotor (parte giratoria) y un imán grande llamado estator colocado en la parte fija del motor alrededor del rotor.

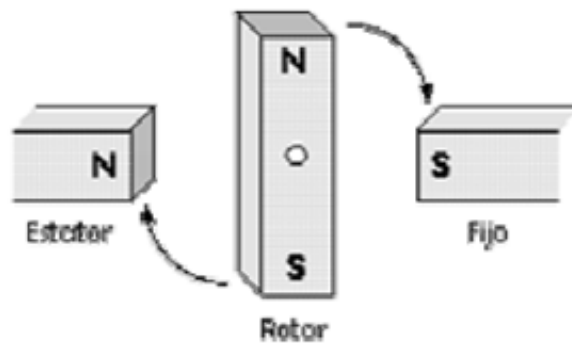


**Figura II. 19** Motor Eléctrico

### 2.8.1. FUNDAMENTOS DE OPERACIÓN DE LOS MOTORES

En magnetismo se conoce la existencia de dos polos: polo norte (N) y polo sur (S), que son las regiones donde se concentran las líneas de fuerza de un imán. Un motor para funcionar se vale de las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre los polos.

De acuerdo con esto, todo motor tiene que estar formado con polos alternados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos iguales se repelen, y polos magnéticos diferentes se atraen, produciendo así el movimiento de rotación. En la Figura II. 20 muestra cómo se produce el movimiento de rotación en un motor eléctrico.

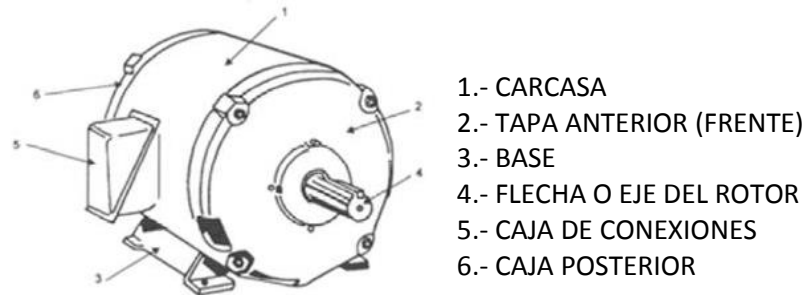


**Figura II. 20** Movimientos de rotación de un motor eléctrico

Un motor eléctrico opera primordialmente en base a dos principios: El de inducción, descubierto por Michael Faraday en 1831; que señala, que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente eléctrica en el primer conductor. Y el principio que André Ampère observó en 1820, en el que establece: que si una corriente pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, éste ejerce una fuerza mecánica o fuerza electromotriz, sobre el conductor.

### **2.8.2. PARTES FUNDAMENTALES DE UN MOTOR ELÉCTRICO**

Dentro de las características fundamentales de los motores eléctricos, éstos se hallan formados por varios elementos, sin embargo, las partes principales son: el estator, la carcasa, la base, el rotor, la caja de conexiones, las tapas y los cojinetes como se puede observar en la Figura II. 21. No obstante, un motor puede funcionar solo con el estator y el rotor.



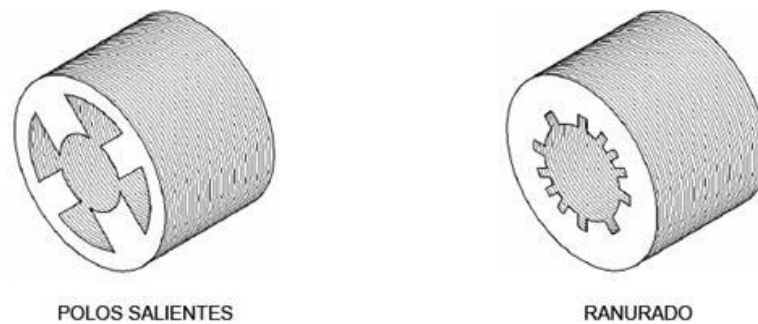
**Figura II. 21** Partes de un motor

### 2.8.2.1. ESTATOR

El estator es el elemento que opera como base, permitiendo que desde ese punto se lleve a cabo la rotación del motor. El estator no se mueve mecánicamente, pero sí magnéticamente. Existen dos tipos de estatores y en la Figura II. 22 se puede observar estos.

a) Estator de polos salientes.

b) Estator ranurado.



**Figura II. 22** Tipos de estatores

El estator está constituido principalmente de un conjunto de láminas de acero al silicio que se les llama “paquete”, que tienen la habilidad de permitir que pase a través de ellas el flujo magnético con facilidad; la parte metálica del estator y los devanados proveen los polos magnéticos. Los polos de un motor siempre son pares; pueden ser 2, 4, 6, 8, 10, etc.; por ello el mínimo de polos que puede tener un motor para funcionar es dos.

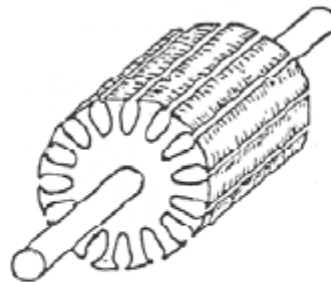
### 2.8.2.2. ROTOR

El rotor es el elemento de transferencia mecánica, ya que de él depende la conversión de energía eléctrica a mecánica. Los rotores, son un conjunto de láminas de acero al silicio que forman un paquete, y pueden ser básicamente de tres tipos y gráficamente se muestra en la Figura II. 23.

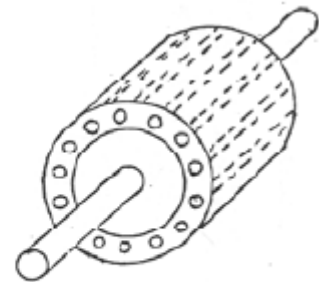
- a) Rotor de polos salientes
- b) Rotor ranurado
- c) Rotor jaula de ardilla



Polos salientes



Ranurado



Jaula de ardilla

**Figura II. 23** Tipos de rotor

### 2.8.3. TIPOS DE MOTORES Y CARACTERÍSTICAS

#### 2.8.3.1. CORRIENTE DIRECTA (CD)

Se utilizan en casos en los que es importante el poder regular continuamente la velocidad del motor, como es el caso de motores accionados por pilas o baterías. Este tipo de motores debe de tener en el rotor y el estator el mismo número de polos y el mismo número de carbones.

#### CARCASA

La carcasa es la parte que protege y cubre al estator y al rotor, el material empleado

para su fabricación depende del tipo de motor, de su diseño y su aplicación. Así pues, la carcasa puede ser:

- a) Totalmente cerrada
- b) Abierta
- c) A prueba de goteo
- d) A prueba de explosiones
- e) De tipo sumergible

## **BASE**

La base es el elemento en donde se soporta toda la fuerza mecánica de operación del motor, puede ser de dos tipos:

- a) Base frontal
- b) Base lateral

## **CAJA DE CONEXIONES**

Por lo general, en la mayoría de los casos los motores eléctricos cuentan con caja de conexiones. La caja de conexiones es un elemento que protege a los conductores que alimentan al motor, resguardándolos de la operación mecánica del mismo, y contra cualquier elemento que pudiera dañarlos.

## **TAPAS**

Son los elementos que van a sostener en la gran mayoría de los casos a los cojinetes o rodamientos que soportan la acción del rotor.

## **COJINETES**

También conocidos como rodamientos, contribuyen a la óptima operación de las partes giratorias del motor. Se utilizan para sostener y fijar ejes mecánicos, y para

reducir la fricción, lo que contribuye a lograr que se consuma menos potencia. Los cojinetes pueden dividirse en dos clases generales:

**Cojinetes de deslizamiento:** Operan la base al principio de la película de aceite, esto es, que existe una delgada capa de lubricante entre la barra del eje y la superficie de apoyo, observe la Figura II. 24.



**Figura II. 24** Cojinetes de deslizamiento

**Cojinetes de rodamiento:** Se utilizan con preferencia en vez de los cojinetes de deslizamiento por varias razones: Figura II. 25.

- Tienen un menor coeficiente de fricción, especialmente en el arranque.
- Son compactos en su diseño.
- Tienen una alta precisión de operación.
- No se desgastan tanto como los cojinetes de tipo deslizante.
- Se remplazan fácilmente debido a sus tamaños estándares.



**Figura II. 25** Cojinetes de rodamiento

### 2.8.3.2. CLASIFICACIÓN DE MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA (CD)

Un motor funciona con carga cuando está arrastrando cualquier objeto o soportando



cualquier resistencia externa que lo obliga a absorber energía mecánica.

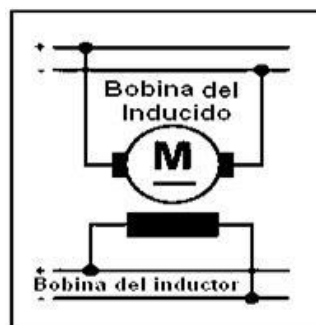
Un motor funciona en vacío, cuando el motor no está arrastrando ningún objeto, ni soportando ninguna resistencia externa, el eje está girando libremente y no está conectado a nada. En este caso, el par resistente se debe únicamente a factores internos.

Los motores de corriente continua se clasifican según la forma de conexión de las bobinas inductoras e inducidas entre sí.

- Motor de excitación independiente.
- Motor serie.
- Motor de derivación o motor shunt.
- Motor compoud.

### **MOTOR DE EXCITACIÓN INDEPENDIENTE**

Son aquellos que obtienen la alimentación del rotor y del estator de dos fuentes de tensión independientes, la Figura II. 26 se muestra un diagrama de este.



**Figura II. 26** Motor de excitación independiente

Con ello, el campo del estator es constante al no depender de la carga del motor, y el par de fuerza es entonces prácticamente constante. Este sistema de excitación no se suele utilizar debido al inconveniente que presenta el tener que utilizar una fuente exterior de corriente.

## MOTOR SERIE

Los devanados de inducido y el inductor están colocados en serie y alimentados por una misma fuente de tensión. En este tipo de motores existe dependencia entre el par y la velocidad; son motores en los que, al aumentar la corriente de excitación, se hace disminuir la velocidad, con un aumento del par, un diagrama de este se muestra en la Figura II. 27.

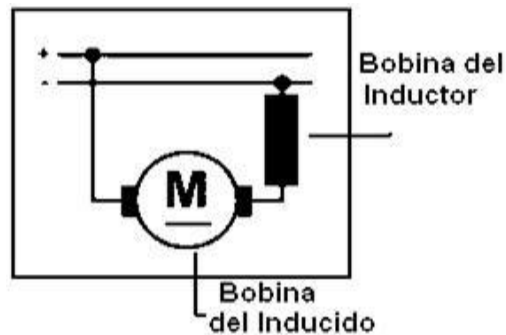


Figura II. 27 Motor en serie

## MOTOR DE DERIVACIÓN O SHUNT

El devanado inducido e inductor están conectados en paralelo y alimentados por una fuente común. También se denominan máquinas shunt, y en ellas un aumento de la tensión en el inducido hace aumentar la velocidad de la máquina, Figura II. 28.

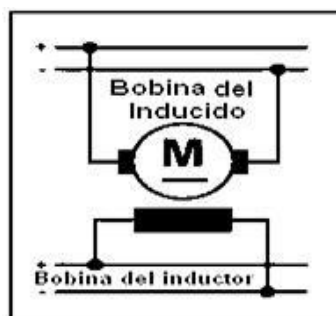


Figura II. 28 Motor de derivación

## MOTOR COMPOUND

En este caso el devanado de excitación tiene una parte de él en serie con el inducido y otra parte en paralelo. El arrollamiento en serie con el inducido está constituido por

pocas espiras de gran sección, mientras que el otro está formado por un gran número de espiras de pequeña sección. Permite obtener por tanto un motor con las ventajas del motor serie, pero sin sus inconvenientes. Sus curvas características serán intermedias entre las que se obtienen con excitación serie y con excitación en derivación, Figura II. 29.

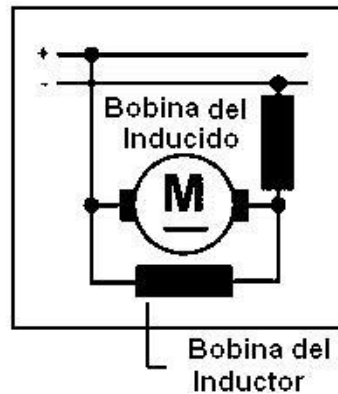


Figura II. 29 Motor compound

### 2.8.3.3. CORRIENTE ALTERNA (CA)

Son los tipos de motores más usados en la industria, ya que estos equipos se alimentan con los sistemas de distribución de energías “normales”. En la actualidad, el motor de corriente alterna es el que más se utiliza para la mayor parte de las aplicaciones, debido fundamentalmente a que consiguen un buen rendimiento, bajo mantenimiento y sencillez, en su construcción, sobre todo en los motores asíncronos.

### CARACTERÍSTICAS

Los parámetros de operación de un motor designan sus características, es importante determinarlas, ya que con ellas conoceremos los parámetros determinantes para la operación del motor. Las principales características de los motores de C.A. son:

- **Potencia:** Es la rapidez con la que se realiza un trabajo.
- **Voltaje:** También llamada tensión eléctrica o diferencia de potencial, existe entre

dos puntos, y es el trabajo necesario para desplazar una carga positiva de un punto a otro.

- **Corriente:** La corriente eléctrica [I], es la rapidez del flujo de carga [Q] que pasa por un punto dado [P] en un conductor eléctrico en un tiempo [t] determinado. Los motores eléctricos esgrimen distintos tipos de corriente, que fundamentalmente son: corriente nominal, corriente de vacío, corriente de arranque y corriente a rotor bloqueado.
- **Corriente nominal:** En un motor, el valor de la corriente nominal es la cantidad de corriente que consumirá el motor en condiciones normales de operación.
- **Corriente de vacío:** Es la corriente que consumirá el motor cuando no se encuentre operando con carga y es aproximadamente del 20% al 30% de su corriente nominal.
- **Corriente de arranque:** Todos los motores eléctricos para operar consumen un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a ocho veces superior.
- **Corriente a rotor bloqueado:** Es la corriente máxima que soportara el motor cuando su rotor esté totalmente detenido.

#### **2.8.3.4. CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

**Por su velocidad de giro**

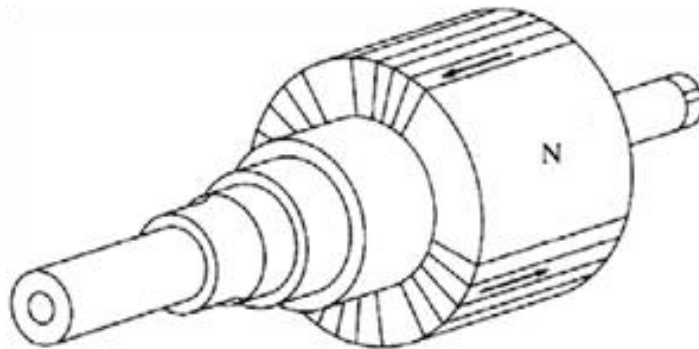
##### **MOTOR ASÍNCRONO**

Son aquellos motores eléctricos en los que el rotor nunca llega a girar en la misma frecuencia con la que lo hace el campo magnético del estator. Cuanto mayor es el par motor mayor es esta diferencia de frecuencias.

## MOTOR SÍNCRONOS

Son aquellos motores eléctricos en los que el rotor nunca llega a girar en la misma frecuencia con la que lo hace el campo magnético del estator, Figura II. 30. Cuanto mayor es el par motor mayor es esta diferencia de frecuencias. Este motor tiene la característica de que su velocidad de giro es directamente proporcional a la frecuencia de la red de corriente alterna que lo alimenta. Es utilizado en aquellos casos en donde se desea una velocidad constante.

Se utilizan para convertir potencia eléctrica en potencia mecánica de rotación. La característica principal de este tipo de motores es que trabajan a velocidad constante que depende solo de la frecuencia de la red y de otros aspectos constructivos de la máquina. A diferencia de los motores asíncronos, la puesta en marcha requiere de maniobras especiales a no ser que se cuente con un sistema automático de arranque. Otra particularidad del motor síncrono es que al operar de forma sobreexcitado consume potencia reactiva y mejora el factor de potencia.



**Figura II. 30** Motor síncrono de CA

Las máquinas síncronas funcionan tanto como generadores y como motores. En nuestro medio sus aplicaciones son mínimas y casi siempre están relacionadas en la generación de energía eléctrica. Para el caso referente a la máquina rotativa síncrona, todas las centrales Hidroeléctricas y Termoeléctricas funcionan mediante generadores síncronos trifásicos.

Los motores síncronos se subdividen a su vez, de acuerdo al tipo del rotor que utilizan, siendo estos: rotor de polos lisos y de polos salientes.

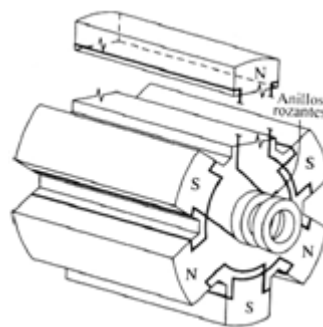
- **Motores de rotor de polos lisos o polos no salientes:** se utilizan en rotores de dos y cuatro polos. Estos tipos de rotores están contruidos al mismo nivel de la superficie del rotor. Los motores de rotor liso trabajan a elevadas velocidades.
- **Motores de polos salientes:** Los motores de polos salientes trabajan a bajas velocidades. Un polo saliente es un polo magnético que se proyecta hacia fuera de la superficie del rotor.

Los rotores de polos salientes se utilizan en rotores de cuatro o más polos.

**Por el tipo de rotor**

### **MOTORES DE ANILLOS ROZANTES**

Es similar al motor trifásico jaula de ardilla, su estator contiene los bobinados que generan el campo magnético giratorio como se observa en la Figura II. 31.



**Figura II. 31** Motor de Anillos rozantes

El objetivo del diseño del motor de anillos rozantes es eliminar la corriente excesivamente alta del arranque y el troqué elevado asociado con el motor de jaula de ardilla. Cuando el motor se arranca un voltaje es inducido en el rotor, con la resistencia agregada de la resistencia externa la corriente del rotor y por lo tanto el troqué pueden controlarse fácilmente.

## **MOTORES CON COLECTOR**

Los colectores también son llamados anillos rotatorios, son comúnmente hallados en máquinas eléctricas de corriente alterna como generadores, alternadores, turbinas de viento, en las cuales conecta la corriente de campo o excitación con el bobinado del rotor.

- Pueden entregar alta potencia con dimensiones y peso reducidos.
- Pueden soportar considerables sobrecargas temporales sin detenerse completamente.
- Se adaptan a las sobrecargas disminuyendo la velocidad de rotación, sin excesivo consumo eléctrico.
- Producen un elevado torque de funcionamiento.

## **MOTORES DE JAULA DE ARDILLA**

Un motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama “motor de jaula de ardilla”. En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula. El nombre se deriva de la semejanza entre esta jaula de anillos y barras y la rueda de un hámster.

### **Por su número de fases de alimentación**

## **MOTORES MONOFÁSICOS**

Fueron los primeros motores utilizados en la industria. Cuando este tipo de motores está en operación, desarrolla un campo magnético rotatorio, pero antes de que inicie la rotación, el estator produce un campo estacionario pulsante.

Para producir un campo rotatorio y un par de arranque, se debe tener un devanado auxiliar desfasado  $90^\circ$  con respecto al devanado principal. Una vez que el motor ha arrancado, el devanado auxiliar se desconecta del circuito.

Debido a que un motor de corriente alterna (CA) monofásico tiene dificultades para arrancar, está constituido de dos grupos de devanados: El primer grupo se conoce como el devanado principal o de trabajo, y el segundo, se le conoce como devanado auxiliar o de arranque. Los devanados difieren entre sí, física y eléctricamente. El devanado de trabajo está formado de conductor grueso y tiene más espiras que el devanado de arranque.

Es importante señalar, que el sentido de giro de las bobinas involucra la polaridad magnética correspondiente, como puede observar en la Figura II. 32.

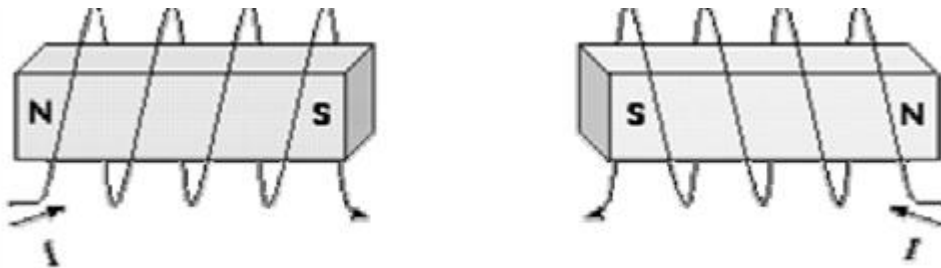


Figura II. 32 Sentido de giro de motor

## 2.9. SENSORES

### DEFINICIÓN 1

Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.

### DEFINICIÓN 2

Los sensores son dispositivos electrónicos con la capacidad de detectar la variación

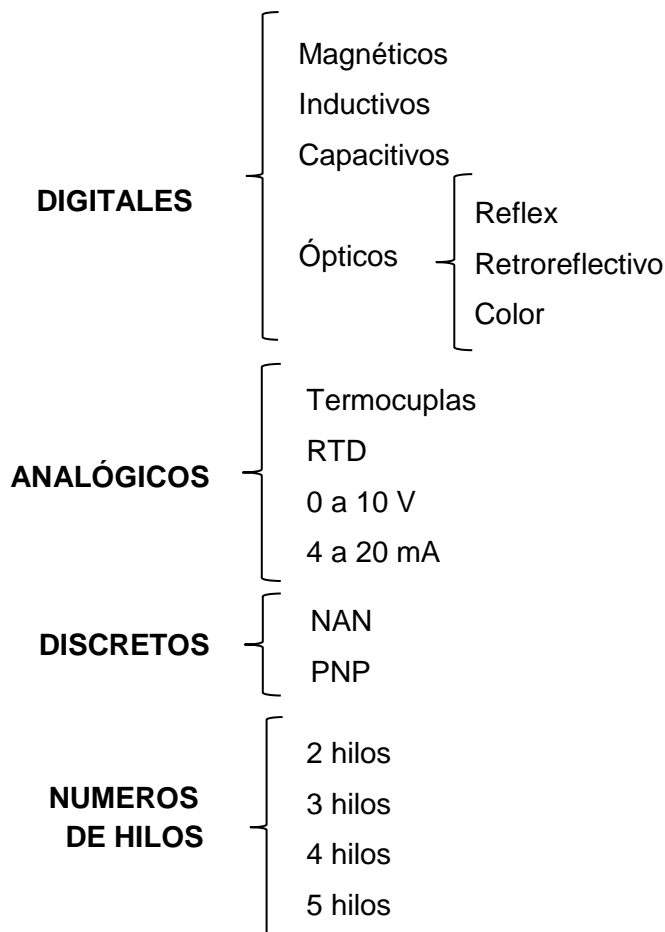


de una magnitud física tales como temperatura, iluminación, movimiento y presión; y de convertir el valor de ésta, en una señal eléctrica ya sea analógica o digital.

Un sensor es un elemento idóneo para tomar, percibir o sentir una señal física proveniente del medio ambiente y convertirla en una señal de naturaleza transducible.

Un sensor o captador convierte las variaciones de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica o magnética

### 2.9.1. CLASIFICACIÓN



**Figura II. 33** Clasificación de sensores

En la Figura II. 33 se muestra la clasificación de los sensores.

### **2.9.1.1. sensores digitales**

Es un dispositivo que puede adoptar únicamente dos valores de salida; 1 o 0, encendido o apagado, sí o no; los estados de un sensor digital son absolutos y únicos, y se usan donde se desea verificar estados de “verdad” o “negación” en un sistema automatizado; por ejemplo, una caja que es transportada llega al final de un recorrido, y activa un sensor digital; entonces, la señal 0 del sensor en reposo, cambia inmediatamente a 1, dando cuenta al sistema de tal condición.

A continuación se describe algunos tipos los de sensores digitales.

#### **2.9.1.1.1. sensores digitales magnéticos**

El principio de funcionamiento se basa en un efecto que produce un par de láminas dentro de un campo magnético. Los sensores magnéticos de posición funcionan basándose en la variación del campo magnético creado por un imán y la corriente inducida en una pequeña bobina, llamada “pickup”. Existen dos clases:

- Contacto abierto
- Contacto cerrado

**Inductancia variable:** El desplazamiento de un núcleo móvil dentro de una bobina aumenta la inductancia de esta en forma casi proporcional a la porción metálica del núcleo contenida dentro de la bobina.

**Reluctancia variable:** Consisten en un imán permanente o un electroimán que crea un campo magnético dentro del cual se mueve a una armadura de material magnético.

#### **TIPOS DE sensores magnéticos**

**Sensor magnético mecánico o tipo “reed”:** Consiste en un par de contactos ferrosos encerrados al vacío dentro un tubo de vidrio. Cada contacto está sellado en

los extremos opuestos del tubo de vidrio. El tubo de vidrio puede tener unos 10 mm de largo por 3 mm de diámetro. Al acercarse a un campo magnético, los contactos se unen cerrando un circuito. La rigidez de los contactos hará que se separen al desaparecer el campo magnético. Para asegurar la durabilidad, la punta de los contactos tiene un baño de un metal precioso. El campo magnético puede estar generado por un imán permanente o por una bobina. Como los contactos están sellados, los reed switch son empleados en lugares con atmósferas explosivas, donde otros interruptores se consideran peligrosos. Esto se debe a que la chispa que se produce al abrir o cerrar sus contactos queda contenida dentro del tubo de vidrio. Los reed switch se diseñan en base al tamaño del campo magnético frente al que deben actuar. La sensibilidad de sus contactos se cambia al variar la aleación con que se fabrican, modificando su rigidez y su coeficiente magnético.

Tienen gran difusión al emplearse en muy bajos voltajes, con lo que sirven de indicador de posición a PLC's y, además, por emplearse como indicador de posición de los cilindros neumáticos de embolo magnético de las marcas que tienen mayor difusión.

**Sensor magnético efecto Hall:** Son semiconductores y por su costo no están muy difundidos pero en codificadores (Encoders) de servomecanismos se emplean mucho.

En un conductor por el que circula una corriente, en presencia de un campo magnético perpendicular al movimiento de las cargas, aparece una separación de cargas que da lugar a un campo eléctrico en el interior del conductor perpendicular al movimiento de las cargas y al campo magnético aplicado. A este campo eléctrico se le llama campo Hall. Llamado efecto Hall en honor a su descubridor Edwin Herbert Hall.

Cuando por un material conductor o semiconductor, circula una corriente eléctrica, y estando este mismo material en el seno de un campo magnético, se comprueba que

aparece una fuerza magnética en los portadores de carga que los reagrupa dentro del material, esto es, los portadores de carga se desvían y agrupan a un lado del material conductor o semiconductor, apareciendo así un campo eléctrico perpendicular al campo magnético y al propio campo eléctrico generado por la batería ( $F_m$ ). Este campo eléctrico es el denominado campo Hall (EH), y ligado a él aparece la tensión Hall, que se puede medir mediante el voltímetro.

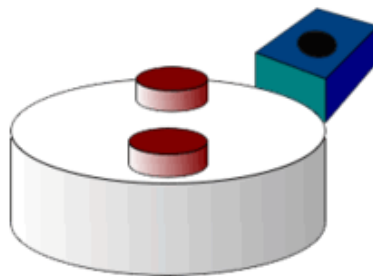
### Ventajas

- Bajo costo
- Ausencia de contacto
- No sensible a factores ambientales

### Desventajas

- Baja presión
- Necesidad de alimentación

**Transformadores lineales variables (LVDT):** Es un dispositivo de censado de posición que provee voltajes de salida de CA proporcional al desplazamiento de su núcleo que pasa a través de sus arrollamientos.



**Figura II. 34** Sensor Magnético

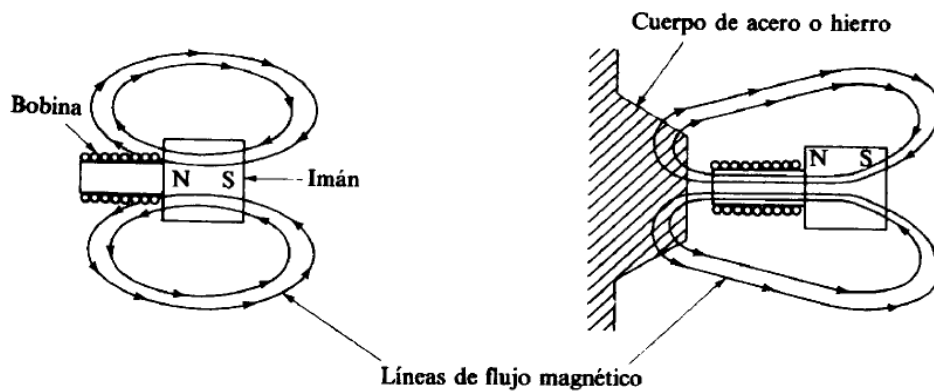
#### 2.9.1.1.2. SENSORES DIGITALES INDUCTIVOS

Es la modificación de un campo magnético por presencia de objetos metálicos o acero,

como se observa en la Figura II. 35. Consiste en una bobina situada junto a un imán permanente. En condiciones estáticas no hay ningún movimiento en las líneas de flujo y no se induce ninguna corriente en la bobina.

Cuando un objeto metálico penetra en el campo del imán o lo abandona, el cambio resultante en las líneas de flujo induce un impulso de corriente, cuya amplitud es proporcional a la velocidad del cambio del flujo.

La forma de onda de la tensión a la salida de la bobina proporciona un medio para detectar la proximidad de un objeto.



**Figura II. 35** Modificación del campo magnetico

Los sensores inductivos tienen una distancia máxima de accionamiento, que depende en gran medida del área de la cabeza sensora (bobina o electrodo), por ello a mayor diámetro, mayor distancia máxima; en relación a la distancia real de accionamiento  $S_n$  dependerá de la temperatura ambiente y de la tensión nominal y se sitúa dentro del 10% de la distancia nominal  $S_n$ .

Los sensores inductivos poseen una zona activa próxima a la sección extrema del inductor, que está estandarizada por normas para distintos metales. Esta zona activa define la distancia máxima de captación o conmutación  $S_n$ . La distancia útil de trabajo suele tomarse como de un 90% de la de captación:  $S_u = 0.9 \times S_n$ .

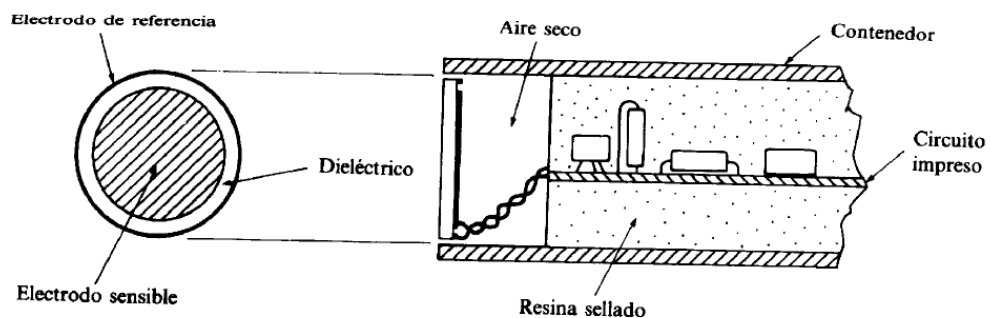
La técnica actual permite tener un alcance de hasta unos 100 mm en acero. El alcance real debe tomarse en cuenta, cuando se emplea el mismo sensor en otros materiales.

Ejemplo: Para el Acero Inoxidable debe considerarse un 80% de factor de corrección, para el Aluminio un 30 % y para el cobre un 25%.

La distancia de operación también depende si el sensor es blindado o no. Los sensores blindados están contruidos con un anillo de protección alrededor del núcleo. Este tipo de sensor concentra el campo electromagnético en la parte delantera de la cara frontal del sensor. En los sensores inductivos no blindados no existe el anillo metálico alrededor, por lo tanto, el campo no está concentrado sobre la parte delantera del sensor, estas configuraciones permiten un 50% más de rango de sensado que en un sensor blindado del mismo tamaño.

### 2.9.1.1.3. SENSORES DIGITALES CAPACITIVOS

Es la modificación de la capacidad de un condensador por presencia de objetos sólidos, observe el ejemplo en la Figura II. 36.



**Figura II. 36** Sensor capacitivo

El elemento sensor es un condensador constituido por un electrodo sensible y un electrodo de referencia separados por un dieléctrico, una cavidad de aire seco para aislar y un conjunto de circuitos electrónicos.  $C = \epsilon a \ S/d$

Utilizado como medidor de desplazamiento, se consigue haciendo que el desplazamiento a medir provoque un desplazamiento en algún componente del condensador sea igual o mayor al cambio en su capacidad.

El elemento capacitativo es parte de un circuito que es excitado de manera continua por una forma de onda sinusoidal de referencia. Un cambio en la capacidad, produce un desplazamiento de fase entre la señal de referencia y una señal obtenida a partir del elemento capacitativo.

El desplazamiento de fase es proporcional al cambio de capacidad, este cambio se utiliza para detección de proximidad.

- La capacidad varía con la distancia a la que está el objeto
- La capacidad depende del material objeto de detección

Los sensores capacitivos al igual que los inductivos tienen una distancia máxima de accionamiento, que depende en gran medida del área de la cabeza sensora (bobina o electrodo), por ello a mayor diámetro, mayor distancia máxima.

**Zona activa:** Poseen una zona activa próxima a la sección extrema similar a los inductivos, que define la distancia máxima de captación o conmutación  $S_m$ . La distancia útil de trabajo suele tomarse como de un 90% de la de captación.

**Objeto Patrón:** Las distancias sensoras de los sensores capacitivos son especificadas por el accionador metálico, con lado igual a 3 veces la distancia sensora para los modelos embutidos (en la gran mayoría), y en algunos pocos casos de sensores capacitivos embutidos se utiliza el lado cuadrado igual al diámetro del sensor.

#### **2.9.1.1.4. SENSORES DIGITALES ÓPTICOS**

Los sensores ópticos son todos aquellos que son capaces de detectar diferentes

factores a través de un lente óptico. Estos sensores basan su funcionamiento en la emisión de un haz de luz que es un interrumpido o reflejado por el objeto a detectar. Tiene mucha aplicación en el ámbito industrial y son ampliamente utilizados.

Los sensores ópticos están conformados por las siguientes partes:

**Fuente:** Origina un haz de luz luminoso, usualmente con LED, que puede tener un amplio rango en el espectro incluyendo luz visible e infrarroja.

**Receptor:** Recibe el haz luminoso de la fuente, usualmente es un fotodiodo o un fototransistor.

**Lentes:** Tiene la función de dirigir el haz de luz tanto en el emisor como en el receptor para restringir el campo de visión, esto trae como consecuencia aumentar la distancia de detección.

**Circuito de salida:** Existen varios tipos de salidas discretas o digitales, el más común es el relé.

## **TIPOS DE SENSORES ÓPTICOS**

**Sensor óptico tipo barrera:** Usan la interrupción de un haz de luz, causado por el objeto a detectar emitido desde el transmisor y dirigido hacia el receptor. Estos sensores se caracterizan por estar dispuestos en componentes separados, siendo estos el elemento emisor y el otro el elemento receptor, además estos son aplicados en procesos en los que se requiere detectar un objeto o cuerpo dentro de un espacio amplio, del margen de los 10m hasta los 200m.

Los sensores tipo barrera no se ven afectados por el color, el fondo, la forma, la textura, el contraste, excepto cuando el objeto se desea detectar es transparente.

La forma de detección de estos sensores es cónica y por ende este haz de luz se va ampliando a medida que la distancia entre el emisor y receptor es mayor, en



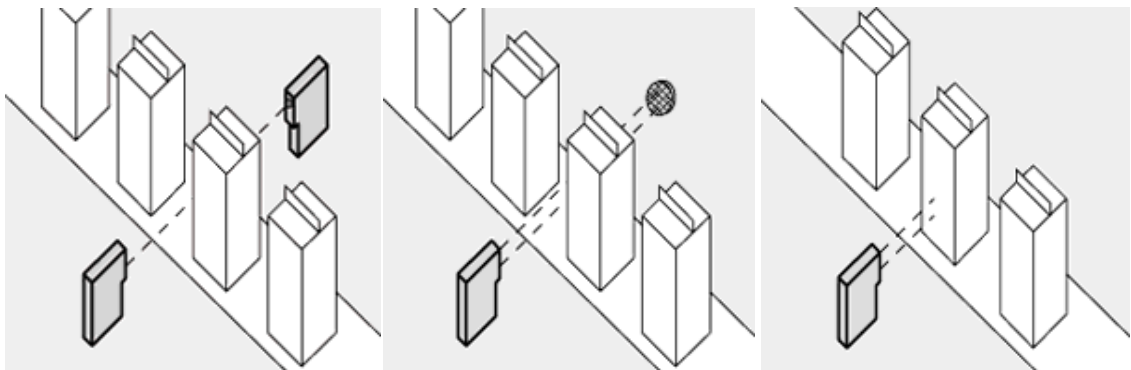
consecuencia los objetos pequeños serán difíciles de detectar.

**Sensor óptico tipo réflex:** Concentra en un solo bloque el emisor y receptor, siendo más fácil su instalación, aunque requiere un dispositivo reflector. Para este cometido se suele emplear un sistema catadióptrico, que tiene la propiedad del triedro trirectangular, el cual refleja la luz en la misma dirección en la que llega.

Dispone de una mayor distancia de detección que el sistema de barrera, teniendo en cuenta que el trayecto que recorre el haz de luz es el doble.

**Sensor óptico tipo retro-réflex:** En este sistema es el propio objeto a detectar el que funciona como elemento reflector, lo cual simplifica la tarea de instalación. Por el contrario, su inconveniente es que dispone de una menor distancia de detección en comparación con los dos tipos anteriores.

Las ventajas de este tipo de detectores son la inmunidad a perturbaciones electromagnéticas, las grandes distancias de detección, alta velocidad de respuesta, identificación de colores y detección de pequeños objetos. Una variante importante son los construidos de fibra óptica que permite separar el punto emisor y el detector de la unidad principal del sensor con las ventajas de accesibilidad que ello proporciona. Un ejemplo de cada uno de estos sensores se puede ver en la Figura II. 37.



**Figura II. 37** Sensor por barrera, réflex y retro-réflex respectivamente

### 2.9.1.2. SENSORES ANALÓGICOS

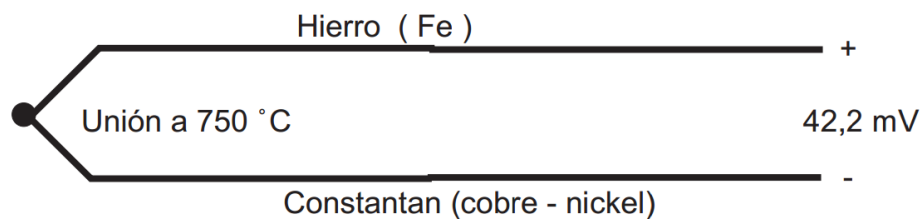
Un sensor analógico es aquel que, como salida, emite una señal comprendida por un campo de valores instantáneos que varían en el tiempo, y son proporcionales a los efectos que se están midiendo; en este caso no existen estados intermedios y los valores de tensión que se obtienen son únicamente dos, 5V y 0V o valores muy próximos.

#### 2.9.1.2.1 SENSORES ANALÓGICOS TERMOCUPLAS

Las termocuplas son sensores de temperatura más común utilizada industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo generalmente soldados, esto se muestra en la Figura II. 38. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los mV el cual aumenta con la temperatura.

Por ejemplo, una termocupla “tipo J” está hecha con un alambre de hierro y otro de constantán (aleación de cobre y nickel)

Al colocar la unión de estos metales a 750 °C, debe aparecer en los extremos 42.2 milivolts.



**Figura II. 38** Sensor termocupla

Normalmente las termocuplas industriales se consiguen encapsuladas dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vainas), en un extremo está la unión y en el otro el terminal eléctrico de los cables, protegido adentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

En la tabla II. I cuya fuente es [http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/LSED/2003-04/0.Sens\\_Temp/ARCHIVOS/SensoresTemperatura.pdf](http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/LSED/2003-04/0.Sens_Temp/ARCHIVOS/SensoresTemperatura.pdf), se cita los tipos de termocuplas estándar que existen según Instrument Society of America (ISA). El U.S. National Bureau of Standardg (NBS), por su parte, ha preparado tablas de correlación temperatura fem para estas termocuplas, las que han sido publicadas por el American National Standards Institute (ANSI) y el American Society for Testing and Materials (ASTM).

**Tabla II. I Tipos de termocuplas**

<b>Tipo</b>	<b>Denominación</b>	<b>Rango de temperaturas (1)</b>	<b>Diametro del alambre apropiado (2)</b>	<b>F.e.m.en mV (3)</b>
<b>B</b>	Platino-rodio 30% y platino-rodio 6%	0...1.500 (1.800)	0,35 y 0,5 mm	0...10,094 (13,585)
<b>R</b>	Platino-rodio 13% y Platino	0...1.400 (1.700)	0,35 y 0,5 mm	0...16,035 (20,215)
<b>S</b>	Platino-rodio 10% y Platino	0...1300 (1.600)	0,35 y 0,5 mm	0...13,155 (15,576)
<b>J</b>	Hierro y constatan	-200...700 (900) -200...600 (800)	3 y 1 mm	-7,89...39,130 (51,875) -7,89...33,096 (45,498)
<b>K</b>	Niquel-cromo y Niquel	0...1000 (1.300) 0...900 (1.200)	3 o 2 mm y 1,38 mm	0...41,269 (52,398) 0...37,325 (48,828)
<b>T</b>	Cobre y constatan	-200...700 (900)	0,5 mm	-5,60...14,86 (20,86)
<b>E</b>	Niquel-cromo y constatan	-200...600 (800)	3 mm	-9,83...53,11 (68,78) -8,83...45,08 (61,02)

(1) Los valores entre paréntesis son los admitidos en intervalos cortos (no permanentes)

(2) Los diámetros de alambres no son indicativos

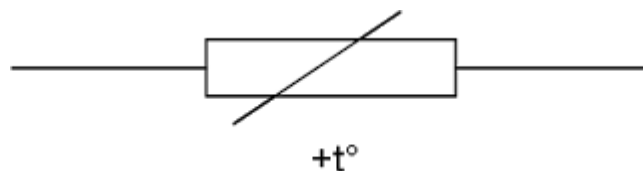
(3) Valores de fem (mV) en función de °C, referencia junta fría 0° C.

Existen también termocuplas no estándar en las que hay muchos otros materiales que se utilizan para construir estas, además de aquellos que tienen asignada una denominación con letra por la ISA (IEC). Estas otras termocuplas exhiben características especiales que no se encuentran en los tipos estándar, lo cual las hace adecuadas para aplicaciones especiales. Las características y la fem de salida pueden variar de un fabricante a otro, razón por la que se debe consultar al fabricante en relación a aplicaciones específicas.

#### 2.9.1.2.2. SENSORES ANALÓGICOS RTD

Los detectores de temperatura basados en la variación de una resistencia eléctrica se suelen designar con sus siglas inglesas RTD (Resistance Temperature Detector). Dado que el material empleado con mayor frecuencia para esta finalidad es el platino, se habla a veces de PRT (Platinum Resistance Thermometer).

El símbolo general para estos dispositivos es el que se muestra de la Figura II. 39; la línea recta en diagonal sobre el resistor indica que varía de forma intrínseca lineal, y la anotación junto a dicha línea denota que la variación es debida a la temperatura y tiene coeficiente positivo.



**Figura II. 39** Símbolo de sensor RTD

Un termómetro de resistencia es un instrumento utilizado para medir las temperaturas aprovechando la dependencia de la resistencia eléctrica de metales, aleaciones y semiconductores (termistores) con la temperatura; tal es así que se puede utilizar esta

propiedad para establecer el carácter del material como conductor, aislante o semiconductor.

El elemento consiste en un arrollamiento de hilo muy fino del conductor adecuado, bobinado entre capas de material aislante y protegido con un revestimiento de vidrio o cerámica. El material que forma el conductor, se caracteriza por el “coeficiente de temperatura de resistencia” este se expresa en un cambio de resistencia en ohmios del conductor por grado de temperatura a una temperatura específica. Para casi todos los materiales, el coeficiente de temperatura es positivo, pero para otros muchos el coeficiente es esencialmente constante en grandes posiciones de su gama útil.

En la tabla II. II siendo la Fuente <http://es.scriDB.com/doc/97921221/Sensores-RTD> se muestra los metales con los que generalmente se construyen los sensores tipo RTD.

**Tabla II. II** Materiales de construcción de sensores RTD

<b>Metales</b>	<b>Resistividad <math>\rho</math></b>	<b>Coficiente térmico <math>K^{-1}</math></b>
Platino	$10.6 \times 10^{-8}$	$3.9 \times 10^{-3}$
Níquel	$6.84 \times 10^{-8}$	$7 \times 10^{-3}$
Wolframio	$5.6 \times 10^{-8}$	$4.5 \times 10^{-3}$
Cobre	$1.68 \times 10^{-8}$	$4.3 \times 10^{-3}$
MoliDBeno	$5.7 \times 10^{-8}$	$3.7 \times 10^{-3}$

Dependiendo de su forma, tamaño, el medio, el tipo de metal utilizado,  $R_0$ , y precisión existen diferentes tipos de RTD. A continuación se muestra la clasificación de estos.

**Sensor de tipo bobinado:** Estos tipos de sensores se encuentran diseñados con una cubierta cerámica con embobinada en el núcleo. La bobina del núcleo puede ser circular o plana, pero siempre debe estar acompañado de algún aislante eléctrico. Se toma específicamente en acero inoxidable en el núcleo para cerrar la unión de la expansión con el platino. Luego es templado y se recubre, proporcionando un

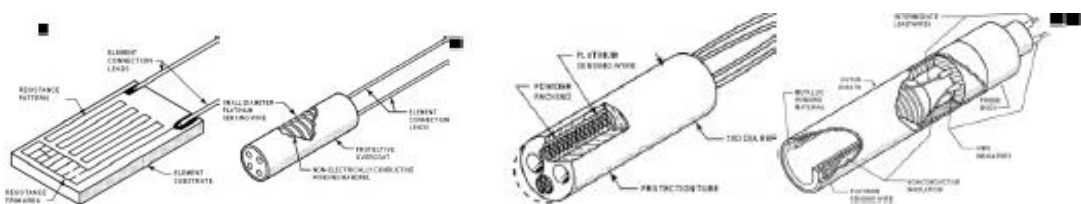
completo sellamiento de la sensibilidad del elemento.

**Sensor de tipo laminado:** Está fabricado de una delgada capa de platino en un sustrato de cerámica. La envoltura de platino es cubierta con una resina o vidrio, ayudando a proteger a esta para disminuir la deformación de los cables, Sus ventajas son su bajo costo y masa térmica haciendo que el sensor manifieste respuestas de corto tiempo de manera práctica. Sin embargo estos sensores no son estables comparados con los sensores de tipo bobinado.

**Sensor de tipo enroscado:** Se construyen a partir de una bobina helicoidal de alambre de platino. Los conductores se insertan a través de un tubo de óxido de aluminio con 4 agujeros equiespaciados. Los orificios son rellenados con polvo cerámico, evitando cortocircuitos y posibles vibraciones durante la medición.

**Sensor de tipo anillo hueco:** Utiliza un metal de composición abierta aumentando el fluido del contacto con masa térmica pequeña lo que ayuda a proporcionar un tiempo de respuesta más rápido. Su área externa está totalmente recubierta con material aislante. Una desventaja de estos tipos es su alto costo.

En la Figura II. 40 se puede observar el ejemplo de cada uno de los tipos de sensores analógicos RTD.



**Figura II. 40** Sensor bobinado, laminado, enroscado y anillo hueco respectivamente

### Ventajas

- Salida de gran amplitud.

- Rango amplio de medidas de temperatura.
- Sensibilidad a cambios de temperatura alta.
- Excelente linealidad.
- Alta exactitud, estabilidad, repetitividad y resistencia de choques térmicos.
- Sensibilidad 10 veces mayor a la termocupla.

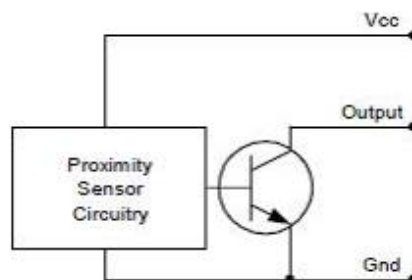
### Desventajas

- Velocidad de relación baja, comparada con un termopar o termistor.
- Afectados por el auto-calentamiento.
- Inestables ante vibraciones o choques mecánicos.

### 2.9.1.3. SENSORES DISCRETOS

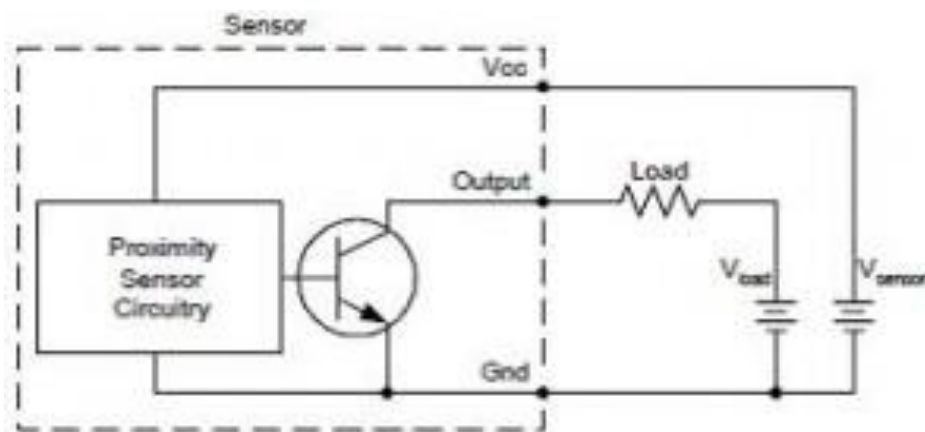
#### 2.9.1.3.1. SENSOR DISCRETO NPN

Los sensores de salida NPN tiene un circuito similar a lo que sería una salida TTL en colector abierto, utilizan partículas subatómicas de signo Negativo para transportar la corriente. Puede ser considerado como un transistor bipolar NPN con su emisor a tierra y colector al que se le conectara la carga, tal como se muestra en la Figura II. 41. En realidad, esta salida puede estar compuesta de un transistor NPN, un FET, un optoacoplador, o incluso un relé. Sin embargo, no importa como este compuesto el circuito, pero la conexión tiene un circuito abierto y línea gnd aterrizada para las dos señales lógicas de salida.



**Figura II. 41** Sensor NPN

Aunque esto puede parecer confuso, está diseñado para aplicaciones en la que el voltaje lógico que va a ser interpretado como ON/OFF sea distinto al voltaje de alimentación del sensor. Has de suponer que tanto el sensor como la salida deben ser alimentadas por fuentes distintas. En la Figura II. 42 se tiene un diagrama del sensor conectado a una carga, esta puede ser una entrada discreta del PLC. Por ejemplo, puede existir un sensor que se alimente con 10Vdc ( $V_{\text{sensor}}$ ) mientras que la carga opera a 24Vdc ( $V_{\text{load}}$ ). Típicamente, los sensores con salidas NPN son capaces de controlar voltajes de carga de hasta 30Vdc. La fuente de voltaje para la carga puede ser de cualquier voltaje entre cero y el máximo voltaje de colector especificado para la salida del transistor.

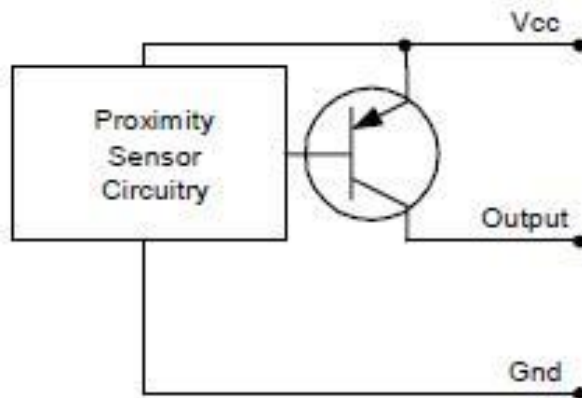


**Figura II. 42** Diagrama de un ejemplo de funcionamiento de sensor NPN

### 2.9.1.3.2. SENSOR DISCRETO PNP

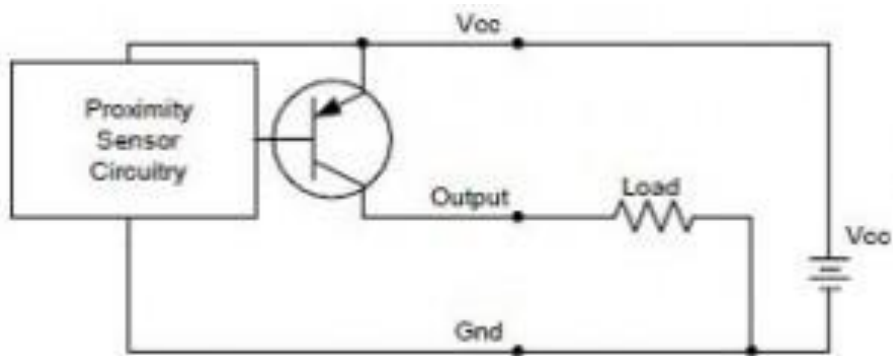
La salida PNP o que entrega corriente, tiene niveles lógicos que cambian entre el voltaje de alimentación y el voltaje a circuito abierto, utilizan partículas subatómicas de signo positivo para transportar la corriente. En este caso, como se muestra en la Figura II. 43, el transistor PNP tiene el emisor conectado a  $V_{cc}$ , mientras que la carga se encuentra al aire. Cuando la salida está conectada a una carga aterrizada, el transistor tendrá voltajes entre cero cuando el transistor está apagado y  $V_{cc}$  cuando esta encendido.





**Figura II. 43** Sensor PNP

Esto es ideal para alimentar cargas que comparten los mismos requerimientos de alimentación de voltaje que el sensor, y con una de los dos cables de la carga conectado a tierra. La Figura II. 44 muestra un diseño simple ya que solo se necesita una fuente de voltaje. Sin embargo, la desventaja de este circuito es que tanto el voltaje de alimentación del sensor como de la carga (entrada a PLC por ejemplo) debe ser la misma y debe venir de la misma.



**Figura II. 44** Diagrama de un ejemplo de funcionamiento de sensor PNP

#### 2.9.1.4. NÚMEROS DE HILOS

##### 2.9.1.4.1. SIMBOLOGÍA

Las Figuras II. 45, Figura II. 46 y Figura II. 47 muestran la simbología de los sensores según el número de hilos que estos poseen.

- **Sensores de dos hilos**

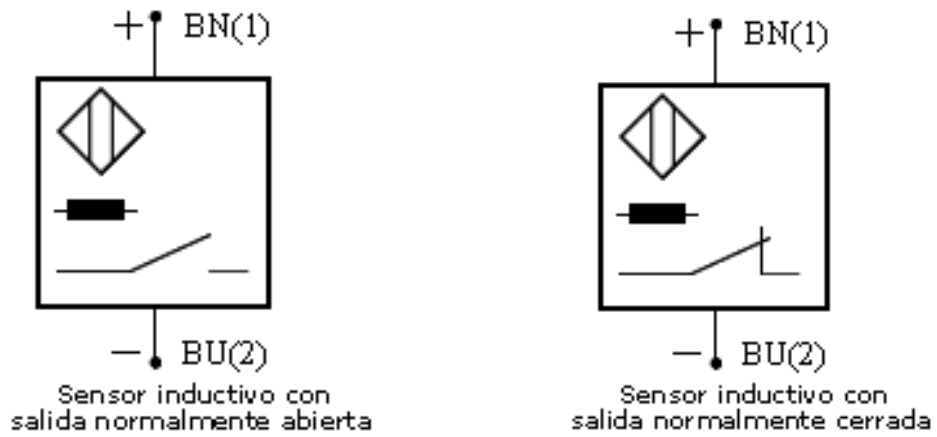


Figura II. 45 Sensores de 2 hilos

- **Sensores de tres hilos**

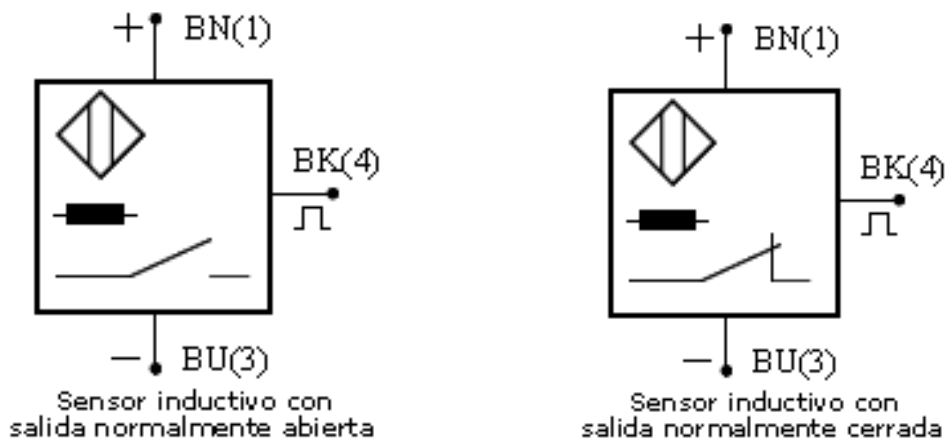


Figura II. 46 Sensores de 3 hilos

- **Sensor de cuatro hilos**

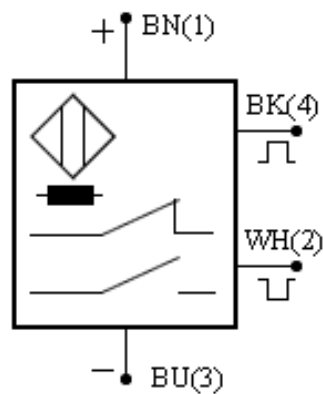


Figura II. 47 Sensor de 4 hilos

### 2.9.1.4.2. COLOR Y NUMERACIÓN DE LOS HILOS

La norma EN 50 044 determina los colores de los hilos del sensor, distingue entre sensores de proximidad polarizados y no polarizados, podemos diferenciar los siguientes casos:

- Sensores de proximidad no polarizados tanto para CC o CA, con dos hilos de conexión, estos pueden ser de cualquier color excepto verde/amarillo.
- Sensores de proximidad polarizados para CC, con dos hilos de conexión, el terminal positivo debe marrón y el terminal negativo, azul.
- Sensores de proximidad de tres hilos, el terminal positivo debe ser marrón, el terminal negativo azul y la salida debe ser negro.

La tabla II. III se indican las abreviaciones de los colores usadas cuya fuente es <http://www.dte.uvigo.es/recursos/inductivos/INDUCTIVOS/normas/simbologia.htm>

**Tabla II. III** Abreviaciones de colores

<b>COLOR</b>	<b>ABREVIACIÓN</b>
black (negro)	BK
brown (marrón)	BN
red (rojo)	RD
yellow (amarillo)	YE
green (verde)	GN
blue (azul)	BU
grey (gris)	GY
white (blanco)	WH
gold (dorado)	GD
green/yellow (verde/amarillo)	GNYE

En lo referente a la numeración de los terminales:

- Sensores de proximidad no polarizados, los terminales 1 y 2 tienen la función de contacto normalmente cerrado y los terminales 3 y 4 la de contacto

normalmente cerrado.

- Sensores de proximidad polarizados para corriente continua con dos terminales, el terminal positivo debe identificarse con el 1. El número 2 para el contacto normalmente cerrado y el 4 para el contacto normalmente abierto.

## **2.10. POLEAS**

### **DEFINICIÓN 1**

Una polea, es una máquina simple que sirve para transmitir una fuerza. Se trata de una rueda, generalmente maciza y acanalada en su borde que, con el curso de una cuerda o cable que se hace pasar por el canal (“garganta”), se usa como elemento de transmisión para cambiar la dirección del movimiento en máquinas y mecanismos.

### **DEFINICIÓN 2**

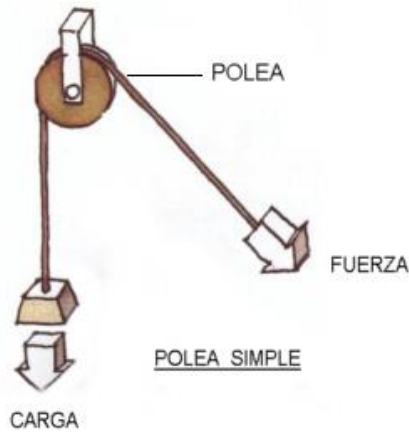
Una polea (término que deriva del francés *poulie*) es una máquina que permite transmitir una fuerza. Consiste en una rueda acanalada en su borde que posee un cable o cuerda que se pasa por un canal y permite no sólo cambiar la dirección de movimiento de ciertos mecanismos sino también reducir la magnitud de la fuerza que se necesita para mover un peso.

Según su estructura, la complejidad del sistema o las características específicas de cada polea, estas piezas pueden catalogarse de distintos modos. Para aportar mayor información al respecto y facilitar el reconocimiento de cada clase de polea, a continuación describiremos las distintas versiones que se pueden encontrar en materia de poleas.

#### **2.10.1. CLASIFICACIÓN**

##### **2.10.1.1. POLEAS SIMPLE**

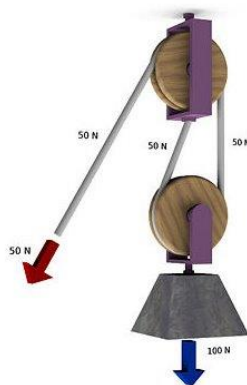
Esta clase de poleas se utiliza para levantar una determinada carga como se ve en la Figura II. 48. Cuenta con una única rueda, a través de la cual se pasa la soga. Las poleas simples direccionan de la manera más cómoda posible el peso de la carga.



**Figura II. 48** Polea simple

#### 2.10.1.2. POLEA MOVIL

Esta clase de poleas son aquellas que están unidas a la carga y no a la viga, como el caso anterior. Se compone de dos poleas: la primera esta fija al soporte mientras que la segunda se encuentra adherida a la primera a través de una cuerda, observe la Figura II. 49. Las poleas móviles permiten multiplicar la fuerza ejercida, debido a que el objeto es tolerado por las dos secciones de la soga. De esta manera, la fuerza aplicada se reduce a la mitad. Y la distancia a la que se debe tirar de la cuerda es del doble.



**Figura II. 49** Polea móvil

### 2.10.1.3. POLEAS COMPUESTAS

El sistema de poleas compuestas se utiliza con el propósito de alcanzar una amplia ventaja de carácter mecánico, levantando objetos de gran peso con un esfuerzo mínimo. Para su ejecución se emplean poleas fijas y móviles. Con la primera se cambia la dirección de la fuerza a realizar. El sistema de poleas móviles más común es el polipasto, cuyas características se detallan a continuación:

#### POLIPASTO O APAREJO

En este sistema las poleas están ubicadas en dos conjuntos, en el primero se encuentran las poleas fijas y en el segundo las móviles ver la Figura II. 50. El objeto o la carga se acopla al segundo grupo. Los polipastos cuentan con una gran diversidad de tamaños.

Aquellos más diminutos son ejecutados a mano, mientras que los de mayor tamaño cuentan con un motor.

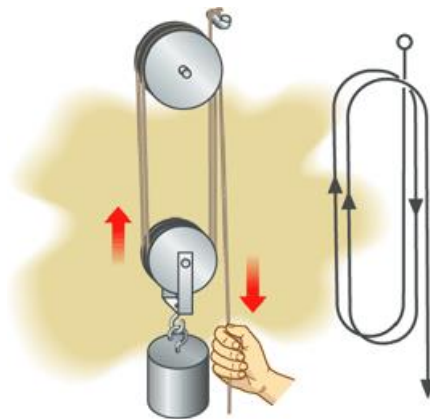


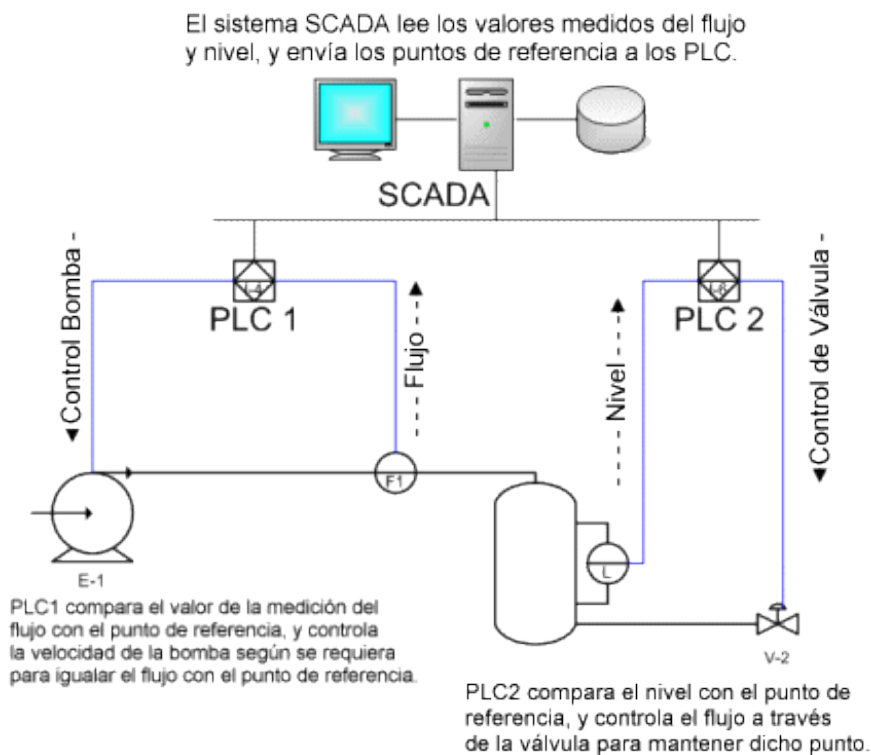
Figura II. 50 Aparejo

### 2.11. SISTEMA SCADA

SCADA quiere decir Supervisory Control And Data Acquisition, y en español significa, Supervisión, Control y Adquisición de Datos y son aplicaciones de software, diseñadas

con el objetivo de controlar y supervisar procesos a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, sensores, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora u otro dispositivo.

En un sistema SCADA incluye muchos subsistemas, así la adquisición de los datos puede estar a cargo de un PLC el cual recibe las señales y las envía a las estaciones remotas usando protocolos determinados, otra manera podría ser a través de una computadora que realice la toma de datos vía hardware especializado y luego transmita la información a un equipo de radio mediante su puerto serial, y así un sin número de alternativas, observe la Figura II. 51.



**Figura II. 51** Ejemplo de un sistema SCADA

Las tareas tanto de supervisión como de control están relacionadas con el software que utilice el sistema SCADA, allí el operador puede visualizar en la pantalla del computador de cada estación remota que conforme el sistema, los estados, las

situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real. Además estos sistemas actúan sobre dispositivos de la planta, y permiten controlar el proceso desde una estación remota.

Un software SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema la posibilidad de crear alarmas, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada del proceso. Permite la generación de datos históricos de las señale de planta, que pueden ser interpretados en una hoja de cálculo. También ejecuta programas para anular o modificar las tareas asociadas al proceso, bajo ciertas condiciones y tiene la posibilidad de realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

#### **2.11.1. REQUERIMIENTOS PRINCIPALES DE UN SCADA**

Existen varios tipos de SCADA's dependiendo del fabricante y del fin con que se va a hacer uso del sistema, por ello antes de decidir cuál es el más indicado hay que tener presente si cumple o no ciertos requerimientos primordiales:

- Debe ser indispensable que tenga arquitectura abierta, es decir, permita su crecimiento y expansión, también debe poder ajustarse a las necesidades futuras de los procesos de producción y de la planta.
- La programación debe ser sencilla y la instalación debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso, pero que además, sean amigables para el usuario.
- Es muy importante que se permita la adquisición de datos de todos los equipos que formen parte del sistema SCADA, y su la comunicación debe ser a nivel interno y externo.



### 2.11.2. ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA SCADA



**Figura II. 52** Esquema Básico de un sistema SCADA

En la Figura II. 52 extraída del documento “Interfaces de Comunicación Industrial” realizado por el PhD. Luis Corrales, podemos observar que un sistema SCADA conectado a un proceso automatizado consta de las siguientes partes:

- **Proceso objeto de control:** Es el proceso que se desea supervisar. En consecuencia, es el origen de los datos que se requiere coleccionar y distribuir.
- **Adquisición de datos:** Son un conjunto de instrumentos de medición dotados de alguna interface de comunicación que permita su interconexión.
- **SCADA:** Combinación de hardware y software que permita la colección y visualización de los datos proporcionados por los instrumentos.
- **Cientes:** Conjunto de aplicaciones que utilizan los datos obtenidos por el sistema SCADA.

Un término clave en la definición, al que muchas veces no se le da adecuada atención, es el de supervisión, que significa que un operador humano es el que al final tiene la

última decisión sobre operaciones, generalmente críticas, de una planta industrial. La importancia de esta definición está en que se contrapone a la idea generalizada, que a veces si se hace, de que en la unidad master se hace control automático del proceso supervisado.

### 2.11.3. FUNCIONES PRINCIPALES

- **Supervisión remota de instalaciones y equipos:** Permite conocer el estado y el funcionamiento de instalaciones y equipos dentro de la planta, esto ayuda a administrar las labores de mantenimiento y tratamiento de errores que pudieran aparecer en los procesos.
- **Control remoto de instalaciones y equipos:** El sistema permite activar o desactivar los equipos de manera automática en forma remota y también manual. Además se pueden ajustar parámetros, valores referenciales, sentencias de control, etc.
- **Procesamiento de datos:** Los datos adquiridos pasan a ser información que conforma el sistema, esta información es procesada, estudiada, y comparada con información anterior, y con datos de otros puntos de referencia dentro del sistema, obteniendo una información confiable y veraz.
- **Visualización gráfica:** Muestra imágenes dinámicas que representan el estado del proceso en tiempo real, estos gráficos también pueden representar curvas de señales analizadas en el tiempo.
- **Generación de reportes:** El sistema genera informes con datos estadísticos del proceso en intervalos de tiempo determinados.
- **Señales de alarma:** Las señales de alarma avisan al operador sobre una falla o la presencia de una condición que esté fuera de los parámetros normales de un proceso. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.

- **Almacenamiento de información:** Los datos adquiridos son almacenados, de manera que se puedan analizar posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del programador.
- **Programación de eventos:** Existe la posibilidad de programar sentencias para la activación automática de tareas, creación de reportes, gráficas estadísticas y de procesos, etc.

#### 2.11.4. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA SCADA

##### 2.11.4.1. HARDWARE

Los componentes básicos de hardware para implementar un sistema SCADA son:

- **Unidad terminal maestra (MTU):** Es el computador principal del sistema que cumple la función de supervisión y recolección de la información de las subestaciones; soporta una interfaz hombre máquina.
- **Unidad remota de telemetría (RTU):** Es un dispositivo instalado en una localidad remota del sistema que se dedica a recopilar datos para transmitirlos hacia la Unidad Terminal Maestra. Esta unidad posee canales de entrada para la medición de las variables dentro de los procesos y de canales de salida para control, activación de alarmas y puerto de comunicaciones.
- **Red de comunicación:** El sistema de comunicación transmite la información entre la planta y el hardware del sistema SCADA. Las comunicaciones pueden cambiar según las necesidades del sistema y del programa seleccionado, ya que no todos los programas de software así como los instrumentos de campo pueden trabajar con el mismo medio de comunicación.
- **Dispositivos de campo:** Son todos aquellos equipos que permiten realizar la automatización o control del sistema (PLC's, controladores industriales, actuadores, sensores, etc.) y se encargan de la adquisición de datos del

sistema.

#### 2.11.4.2. SOFTWARE

Los bloques principales del software que permiten la adquisición, supervisión y control de los 4 datos son:

- **Configuración:** Permite al programador definir el entorno de trabajo del sistema, personalizándolo de acuerdo a sus necesidades.
- **Interfaz gráfico:** Ayuda al operador a observar el estado de los dispositivos de campo presentes en los procesos industriales, permitiendo que exista un buen control y supervisión de la planta.
- **Módulo de proceso:** Ejecuta acciones de mando pre-programadas a partir de valores actuales de las variables de campo leídas en tiempo real.
- **Gestión y archivo de datos:** Permite el almacenamiento y proceso de datos, según códigos de programación que permite comunicarse con el hardware (impresoras, registradores) o el software (bases de datos, hojas de cálculo, gráficas estadísticas).

#### 2.11.5. INTERFACE HUMANA – MAQUINA HMI

Significa “**Human Machine Interface**”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una

conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas, como mostraremos a continuación.

#### **2.11.5.1. TIPOS DE HMI**

- **Terminal de Operador:** consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen).
- **PC + Software:** esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio. Respecto a los softwares a instalar en el PC de modo de cumplir la función de HMI hablamos a continuación.

#### **2.11.5.2. SOFTWARE HMI**

Estos softwares permiten entre otras cosas las siguientes funciones: Interfase gráfica de modo de poder ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos, manejo de alarmas. Si bien es cierto sólo con la primera función enunciada es la propiamente HMI, casi todos los proveedores incluyen las otras dos ya sea en el mismo paquete o bien como opcionales. También es normal que dispongan de muchas más herramientas.

Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una herramienta de diseño o desarrollo, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar corriendo en el PC un software de ejecución (Run Time).

Por otro lado, este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación.

### **2.11.5.3. COMUNICACIÓN**

La comunicación con los dispositivos de las máquinas o proceso se realiza mediante comunicación de datos empleando las puertas disponibles para ello, tanto en los dispositivos como en los PCs. Actualmente para la comunicación se usa un software denominado servidor de comunicaciones, el que se encarga de establecer el enlace entre los dispositivos y el software de aplicación (HMI u otros) los cuales son sus clientes. La técnica estandarizada en estos momentos para esto se llama OPC (Ole for Process Control), por lo que contamos entonces con Servidores y Clientes OPC, sin embargo aún quedan algunas instalaciones donde se usaba DDE para este propósito, como también muchos softwares de aplicación sólo son clientes DDE por lo que lo usual es que los servidores sean OPC y DDE.

## **2.12. BASE DE DATOS**

### **DEFINICIÓN**

Una Base de Datos (DB) es una colección o depósito de datos integrados, almacenados en soporte secundario (no volátil) y con redundancia controlada. Los datos, que han de ser compartidos por diferentes usuarios y aplicaciones, deben mantenerse independientes de ellos y su definición (estructura de la DB), única y almacenada junto con los datos, se ha de apoyar en un modelo de datos, el cual ha de permitir captar las interrelaciones y restricciones existentes en el mundo real. Los procedimientos de actualización y recuperación, comunes y bien determinados, facilitarán la seguridad del conjunto de los datos, De Miguel et. al. (1999).

Una DB debe asegurar:

**Independencia de datos y procesos:** es el objetivo fundamental de las BD, mantener separados los datos de los tratamientos que los utilizan. En los sistemas basados en ficheros cada fichero se diseñaba para responder a las necesidades de una aplicación determinada y apenas podían utilizarse por otra aplicación. En las BD, los datos se encuentran en un único almacén y son accedidos por todas las aplicaciones.

**Descripción de los datos junto con los datos:** la definición y descripción del conjunto de datos contenidos en la DB deben ser únicas y estar integradas con los mismos datos.

**Procesos de actualización y recuperación bien establecidos:** la recuperación y actualización de los datos se realiza de acuerdo a procesos bien determinados que se incluyen en el Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD). El SGBD también proporcionará los instrumentos necesarios para el mantenimiento de la seguridad; es decir; confidencialidad, disponibilidad e integridad del conjunto de datos.

### 2.12.1. TIPOS DE USUARIOS EN BASE DE DATOS

**Usuario Final:** es la persona que utiliza los datos; es decir; es la persona ve datos convertidos en información.

**Desarrollador de Aplicaciones:** es la persona que desarrolla los sistemas que interactúan con la Base de Datos.

**DBA:** es la persona que asegura integridad, consistencia, redundancia, seguridad este es el Administrador de Base de Datos, es quien se encarga de realizar el mantenimiento diario o periódico.

Otro tipo de usuarios son aquellas personas que tienen acceso DBMS se clasifican de la siguiente manera:

**Usuarios Ingenuos:** Son aquellos que interactúan con el sistema por medio de aplicaciones permanentes.

**Usuarios Sofisticados:** Son aquellos con la capacidad de acceder a la información por medios de lenguajes de consulta.

**Programadores de Aplicación:** Son aquellos con un amplio dominio del DML capaces de generar nuevos módulos o utilerías capaces de manejar nuevos datos en el sistema.

**Usuarios Especializados** Son aquellos que desarrollan módulos que no se refieren precisamente al manejo de los datos, si no a aplicaciones avanzadas como sistemas expertos, reconocimientos de imágenes, procesamiento de audio y demás.

### **2.12.2. NIVELES DE ABSTRACCIÓN DE UNA BASE DE DATOS**

Para definir cuál es la arquitectura de una DB según la los distintos tipos de usuario. En una DB se identifican tres capas de estructuración según tres niveles de abstracción. Así, se distingue un nivel externo, un nivel lógico y un nivel físico.

**Nivel externo:** Corresponde con la visión de la DB que cada usuario tiene en particular. Esto significa que no todos los usuarios necesitar conocer la DB completa sino que únicamente necesitan una vista parcial de ella; es decir; la que le permita llevar a cabo su trabajo.

**Nivel lógico:** Es aquel en el que se definen las estructuras lógicas de almacenamiento y las relaciones que se darán entre ellas, se interpone entre el nivel externo y el nivel físico siendo independiente tanto del equipo como de cada usuario en particular.

**Nivel físico:** Corresponde con la vista del soporte físico informático en cuanto a que se refiere a la forma en que se organizan los datos en el almacenamiento físico como los índices o punteros, longitud de los campos, caminos de acceso a los datos, particionamientos de memoria, etc.



### **2.12.3. SISTEMAS DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS**

"Un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) es un conjunto coordinado de programas, procedimientos, lenguajes, herramientas, etc., que suministra, tanto a los usuarios no informáticos como a los analistas, programadores o administradores de una BD, los medios necesarios para describir y manipular los datos integrados en la BD, manteniendo su integridad, confidencialidad y disponibilidad", De Miguel et al. (1999).

### **2.12.4. TIPOS DE BASE DE DATOS**

Además de la clasificación por la función de las bases de datos, éstas también se pueden clasificar de acuerdo a su modelo de administración de datos. Un modelo de datos es básicamente una "descripción" de algo conocido como contenedor de datos (algo en donde se guarda la información), así como de los métodos para almacenar y recuperar información de esos contenedores. Los modelos de datos no son cosas físicas: son abstracciones que permiten la implementación de un sistema eficiente de base de datos; por lo general se refieren a algoritmos, y conceptos matemáticos.

Algunos modelos con frecuencia utilizados en las bases de datos:

#### **2.12.4.1. BASES DE DATOS JERÁRQUICAS**

Éstas son bases de datos que, como su nombre indica, almacenan su información en una estructura jerárquica. En este modelo los datos se organizan en una forma similar a un árbol (visto al revés), en donde un nodo padre de información puede tener varios hijos. El nodo que no tiene padres es llamado raíz, y a los nodos que no tienen hijos se los conoce como hojas.

Las bases de datos jerárquicas son especialmente útiles en el caso de aplicaciones

que manejan un gran volumen de información y datos muy compartidos permitiendo crear estructuras estables y de gran rendimiento.

Una de las principales limitaciones de este modelo es su incapacidad de representar eficientemente la redundancia de datos.

#### **2.12.4.2. BASE DE DATOS DE RED**

Éste es un modelo ligeramente distinto del jerárquico; su diferencia fundamental es la modificación del concepto de nodo: se permite que un mismo nodo tenga varios padres.

Fue una gran mejora con respecto al modelo jerárquico, ya que ofrecía una solución eficiente al problema de redundancia de datos; pero, aun así, la dificultad que significa administrar la información en una base de datos de red ha significado que sea un modelo utilizado en su mayoría por programadores más que por usuarios finales.

#### **2.12.4.3. BASES DE DATOS TRANSACCIONALES**

Son bases de datos cuyo único fin es el envío y recepción de datos a grandes velocidades, por lo tanto la redundancia y duplicación de información no es un problema como con las demás bases de datos, por lo general para poderlas aprovechar al máximo permiten algún tipo de conectividad a bases de datos relacionales; estas bases son muy poco comunes y están dirigidas por lo general al entorno de análisis de calidad, datos de producción e industrial,

#### **2.12.4.4. BASES DE DATOS RELACIONALES**

Éste es el modelo utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente. Tras ser postulados sus fundamentos en 1970 por Edgar Frank Codd, de los laboratorios IBM en San José (California), no tardó en consolidarse como un nuevo paradigma en los modelos de base de datos. Su idea

fundamental es el uso de "relaciones". Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados "tuplas". Pese a que ésta es la teoría de las bases de datos relacionales creadas por Codd, la mayoría de las veces se conceptualiza de una manera más fácil de imaginar. Esto es pensando en cada relación como si fuese una tabla que está compuesta por registros, que representarían las tuplas, y campo.

En este modelo, el lugar y la forma en que se almacenen los datos no tienen relevancia. Esto tiene la considerable ventaja de que es más fácil de entender y de utilizar para un usuario esporádico de la base de datos. La información puede ser recuperada o almacenada mediante "consultas" que ofrecen una amplia flexibilidad y poder para administrar la información.

El lenguaje más habitual para construir las consultas a bases de datos relacionales es SQL, Lenguaje Estructurado de Consultas, un estándar implementado por los principales motores o sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

### **2.13. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS**

La POO representa una metodología de programación que se basa en las siguientes características:

- a) Los diseñadores definen nuevas clases de objetos.
- b) Los objetos poseen una serie de operaciones asociadas a ellos.
- c) Las operaciones tienden a ser genéricas, es decir, operan sobre múltiples tipos de datos.
- d) Las clases de objetos comparten componentes comunes mediante mecanismos de herencia.

Con estas características se hace referencia a los siguientes conceptos básicos de la

programación orientada a objetos.

**Objeto:** Un objeto es más que un conjunto de variables o datos y métodos o funciones relacionados entre sí. Los objetos en programación se usan para modelar objetos o entidades del mundo real (el objeto hijo, madre, o farmacéutica, por ejemplo). Un objeto es, por tanto, la representación en un programa de un concepto, y contiene toda la información necesaria para abstraerlo: datos que describen sus atributos y operaciones que pueden realizarse sobre los mismos.

**Clase:** Podemos considerar una clase como una colección de objetos que poseen características y operaciones comunes. Una clase contiene toda la información necesaria para crear nuevos objetos.

### 2.13.1. MODELO DE OBJETOS

Los principios a tomar en cuenta para el modelado de objetos son los siguientes:

**Principio de Abstracción:** Mediante la abstracción la mente humana modeliza la realidad en forma de objetos. Para ello busca parametros entre la realidad y la posible implementación de objetos del programa que simulen el funcionamiento de los objetos reales.

Pero la abstracción humana se gestiona de una manera jerárquica, dividiendo sucesivamente sistemas complejos en conjuntos de subsistemas, para así entender más fácilmente la realidad. Esta es la forma de pensar que la orientación a objeto intenta cubrir.

**Principio de Encapsulamiento:** El encapsulamiento permite a los objetos elegir qué información es publicada y qué información se debe ocultar al resto de los objetos. Para ello los objetos suelen presentar sus métodos como interfaces públicas y sus atributos como datos privados e inaccesibles desde otros objetos.

Para permitir que otros objetos consulten o modifiquen los atributos de los objetos, las clases suelen presentar métodos de acceso. De esta manera el acceso a los datos de los objetos es controlado por el programador, evitando efectos laterales no deseados.

Con el encapsulado de los datos se consigue que utilización de un objeto sólo tengan que comprender su interfaz, olvidándose de cómo está implementada, y en definitiva, reduciendo la complejidad de utilización.

Las principales razones técnicas para la utilización de la encapsulación son:

- a) Mantener a salvo los detalles de representación, si solamente nos interesa el comportamiento del objeto.
- b) Modificar y ajustar la representación a mejores soluciones algorítmicas o a nuevas tecnologías de software.

**Principio de Modularidad:** Mediante la modularidad, se propone al programador dividir su aplicación en varios módulos diferentes (ya sea en forma de clases, paquetes o bibliotecas), cada uno de ellos con un sentido propio.

Esta fragmentación disminuye el grado de dificultad del problema al que da respuesta el programa, pues se afronta el problema como un conjunto de problemas de menor dificultad, además de facilitar la comprensión del programa.

**Principio de Jerarquía:** Las distintas clases de un programa se organizan mediante la jerarquía. La representación de dicha organización da lugar a los denominados árboles de herencia:

Mediante la herencia una clase hija puede tomar determinadas propiedades de una clase padre. Así se simplifican los diseños y se evita la duplicación de código al no tener que volver a codificar métodos ya implementados. Al acto de tomar propiedades de una clase padre se denomina heredar.

**Principio del Paso de Mensajes:** Mediante el denominado paso de mensajes, un objeto puede solicitar de otro objeto que realice una acción determinada o que modifique su estado. El paso de mensajes se suele implementar como llamadas a los métodos de otros objetos.

Desde el punto de vista de la programación estructurada, esto correspondería con la llamada a funciones.

**Principio de Polimorfismo:** Polimorfismo quiere decir "un objeto y muchas formas". Esta propiedad permite que un objeto presente diferentes comportamientos en función del contexto en que se encuentre. Por ejemplo un método puede presentar diferentes implementaciones en función de los argumentos que recibe, recibir diferentes números de parámetros para realizar una misma operación, y realizar diferentes acciones dependiendo del nivel de abstracción en que sea llamado.

## **CAPÍTULO III**

### **3. COMPONENTES UTILIZADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se da a conocer las características cada uno de los componentes utilizados en la implementación del sistema de transporte para integrar a la línea de montaje del laboratorio de automatización industrial utilizando un PLC siemens S1200 como son los sensores ópticos, motor, válvula, relé, fuente; entre otros para de esta manera saber el funcionamiento adecuado de los mismos para poder realizar la manipulación correcta de ellos y un trabajo eficaz.

La descripción de estos componentes son únicamente los utilizados en el presente trabajo más no de todos los existentes.

#### **3.2. PLC**

##### **DEFINICIÓN 1**

Sus siglas en inglés Programmable Logic Controller, es decir, un controlador lógico programable es un dispositivo operado digitalmente, que usa una memoria para el

almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, para controlar a través de entradas/salidas digitales o analógicas, varios tipos de máquinas o procesos.

## DEFINICIÓN 2

Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

En la Figura III. 53 se observa un PLC Siemens.



Figura III. 53 PLC

### 3.2.1. APLICACIONES

Su utilización se da fundamentalmente en instalaciones donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar programas para su posterior e inmediata utilización, hacen que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos que determinan necesidades tales como:



- 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

### **3.2.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES**

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones me obligan a referirme a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

#### **3.2.2.1. VENTAJAS**

Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- No es necesario dibujar el esquema de contactos
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.

- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

#### **3.2.2.2. INCONVENIENTES**

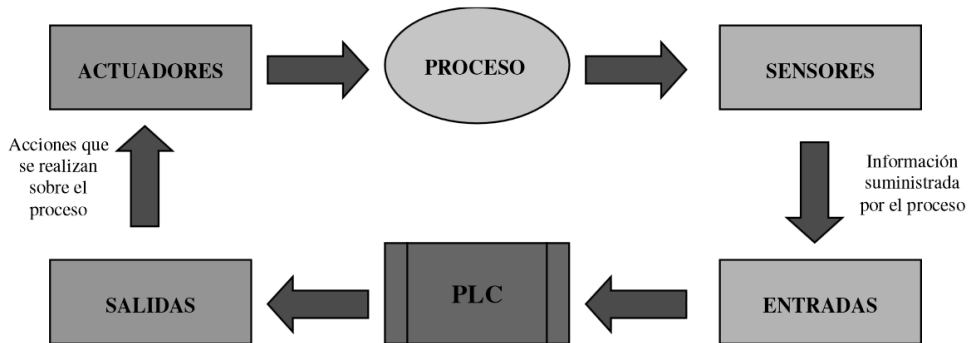
- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El coste inicial también puede ser un inconveniente.

#### **3.2.3. ADAPTACIÓN AL MEDIO**

- Inmunidad al ruido eléctrico
- Rigidez dieléctrica
- Temperatura
- Humedad
- Vibraciones
- Shokc (golpes)
- Radiofrecuencia
- Antiexplosivo

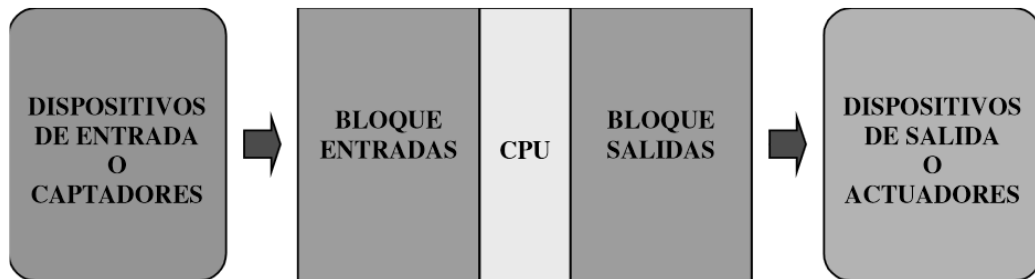
Un PLC posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para

controlan dispositivos externos, reciben señales de sensores y toman decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar. En la Figura III. 54 se puede ver un esquema de funcionamiento del PLC.



**Figura III. 54:** Esquema de funcionamiento de un PLC

En la Figura III. 55 se puede observar la arquitectura de un autómata programable.



**Figura III. 55** Bloques principales de un PLC

### 3.2.4. CLASIFICACIÓN DE PLC

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

#### 3.2.4.1. PLC TIPO NANO

Generalmente PLC de tipo compacto (Fuente, CPU e E/S integradas) que puede manejar un conjunto reducido de E/S, generalmente en un número inferior a 100. Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.

### 3.2.4.2. PLC TIPO COMPACTOS

Estos PLC tienen incorporado la fuente de alimentación como se puede ver en la Figura III. 56, su CPU y módulos de E/S en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas E/S hasta varios cientos (alrededor de 500 E/S), su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- Entradas y salidas análogas
- Módulos contadores rápidos
- Módulos de comunicaciones
- Interfaces de operador
- Expansiones de E/S



**Figura III. 56** Módulos de un PLC

### 3.2.4.3. PLC TIPO MODULAR

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

- Rack
- Fuente de Alimentación
- CPU
- Módulos de E/S
- Comunicaciones.
- Contaje rápido.

### 3.2.5. FUNCIONES ESPECIALES

De estos tipos existen desde los denominados MicroPLC que soportan gran cantidad de E/S, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de E/S.

Bloques necesarios para el funcionamiento del PLC

- Fuente de alimentación
- Consola de programación
- Periféricos
- Interfaces

La Figura III. 57 Diagrama de funcionamiento de un PLC a continuación.

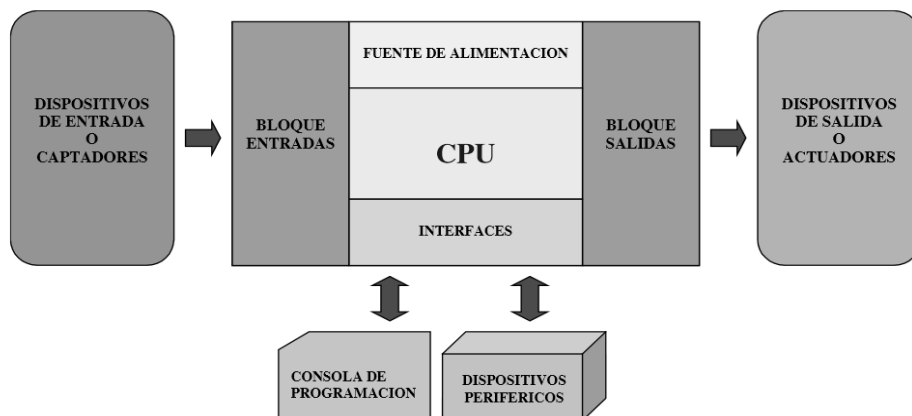


Figura III. 57 Diagrama del funcionamiento del PLC

### 3.2.6. ARQUITECTURA INTERNA DEL PLC

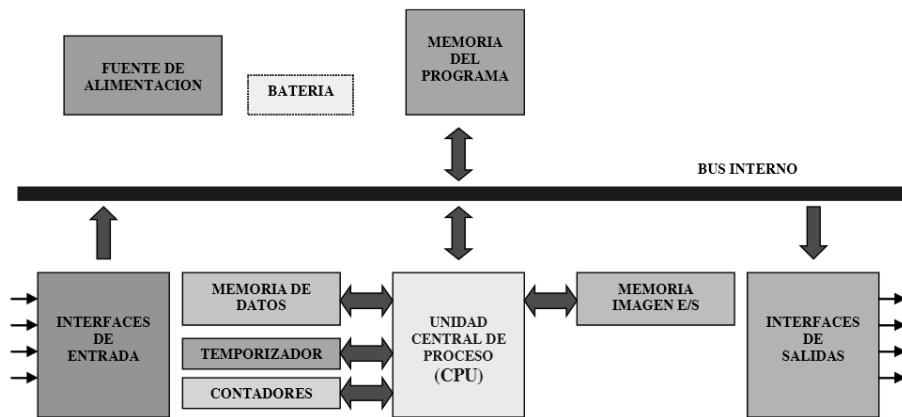
Está constituida por:

- Fuente de alimentación
- Unidad central de proceso
- Memoria:
  - a- Memorias internas

b- Memorias de programa

- Interfaces de entrada/salida
- Buses de comunicación
- Batería de respaldo

Mediante la Figura III. 58 se explica la arquitectura interna del PLC.



**Figura III. 58** Arquitectura interna del PLC

### 3.2.7. CONEXIÓN MEDIANTE BUSES

Si el PLC es de tipo modular, los módulos se comunican internamente a través de buses ubicados en el fondo del dispositivo o “ rack “ donde se ensambla la arquitectura deseada.

Básicamente existen tres tipos de buses

#### 3.2.7.1. BUS DE DATOS

Es el bus encargado de transportar la información que hace referencia a los datos propiamente dicho, tales como entradas y salidas.

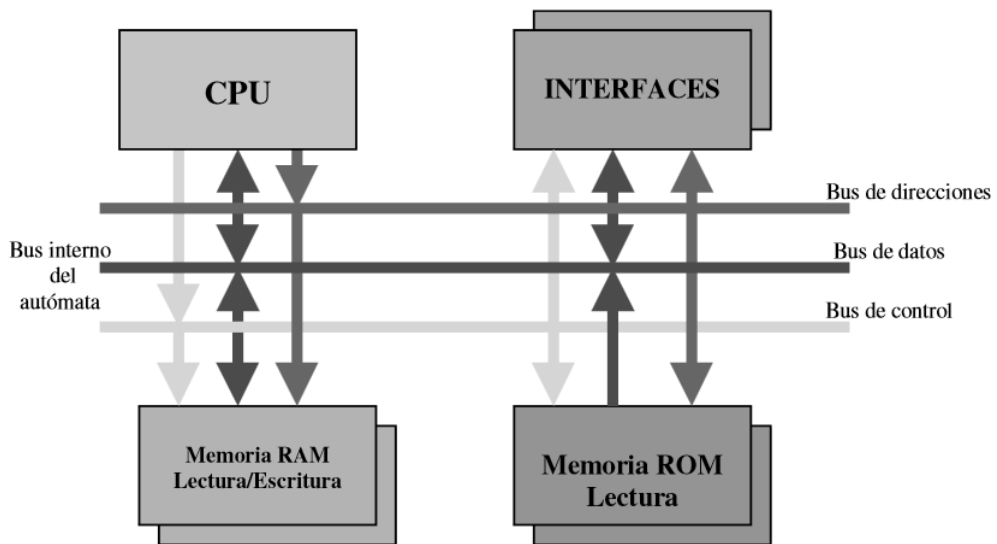
#### 3.2.7.2. BUS DE DIRECCIONES

Contiene la información del dispositivo que es afectado por los datos que actualmente

vienen por el bus de datos. Esto es necesario ya que el bus de datos es el mismo para todos los dispositivos, pero no todos ellos deben tener en cuenta a la vez la misma información.

### 3.2.7.3. BUS DE CONTROL

Es el bus por donde viaja la información que indica al dispositivo seleccionado con el bus de dirección es, lo que debe hacer con los datos que viajan actualmente por el bus de datos, la Figura III. 59. muestra un diagrama de conexión de buses. Por ejemplo, mediante el bus de control se indica si los datos son de entrada o de salida.



**Figura III. 59** Arquitectura de conexión mediante buses

En el Capítulo IV se detallará y especificará de mejor manera el PLC especialmente el Siemens S1200 que es el utilizaremos en nuestro trabajo.

## 3.3. PULSADORES

### DEFINICIÓN

Interruptor de encendido o apagado que conectado a un componente eléctrico hace funcionar o apaga el mismo.

Los pulsadores existen de diversas formas y tamaños que se encuentran en diferentes equipos electrónicos pero también muy usados en el campo de la electricidad industrial; en la Figura III. 60 muestran algunos de estos

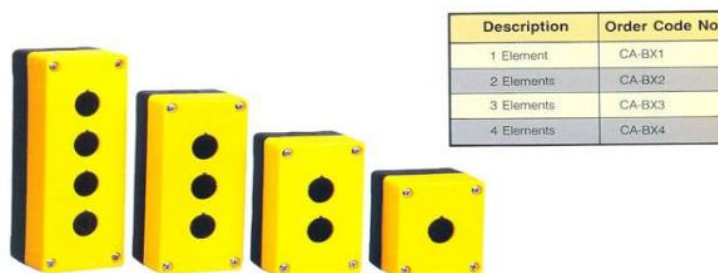


**Figura III. 60** Pulsadores

### 3.3.1. APLICACIONES

- Indicación de control de faces.
- Controles manuales.
- Conmutación de bombas encendido / apagado
- Conmutación manual – 0 – automática.
- Conmutación manual de máquinas bidireccionales.

En el presente trabajo se ha utilizado cajas plásticas de 3 y 4 pulsadores respectivamente como se observa en la Figura III. 61.



**Figura III. 61** Cajas para pulsadores marca CAMSCO

Estas cajas son de color amarillo y su diámetro es de 22mm.



### **3.3.2. TIPOS DE PULSADORES**

Los tipos de pulsadores usados en el presente son:

- Normalmente Cerrados (NC=Normal Close) que son los pulsadores de Parada
- Normalmente Abiertos (NA=NO= Normal Open) que son los pulsadores de Marcha.
- Pulsador Hongo o de Emergencia.

### **3.4. FUENTE**

#### **DEFINICIÓN**

La fuente de alimentación (Power supply en inglés) es la encargada de suministrar energía eléctrica a los distintos elementos de un sistema. Por tanto; este dispositivo es el que se encarga de “reducir” el voltaje y posteriormente convertir la corriente alterna en continua para finalmente filtrarla.

Básicamente existen dos tipos de fuentes de alimentación, las lineales, que utilizan un transformador para disminuir el nivel de tensión en la red eléctrica al nivel necesario en nuestro circuito y las fuentes conmutadas que utilizan circuitos basados en transistores y bobinas trabajando en conmutación para reducir la tensión. Las ventajas de la fuente de alimentación lineal son su sencillez y que generan menos ruido electromagnético, las desventajas son su mayor tamaño y su menor eficiencia ya que disipan más energía en forma de calor que las fuentes conmutadas.

#### **3.4.1. ESTRUCTURA BÁSICA**

En la Figura III. 62 podemos ver la estructura básica de una fuente de alimentación lineal en la que podemos apreciar en el diagrama que una fuente de alimentación está compuesta por distintos módulos que poseen una función concreta.

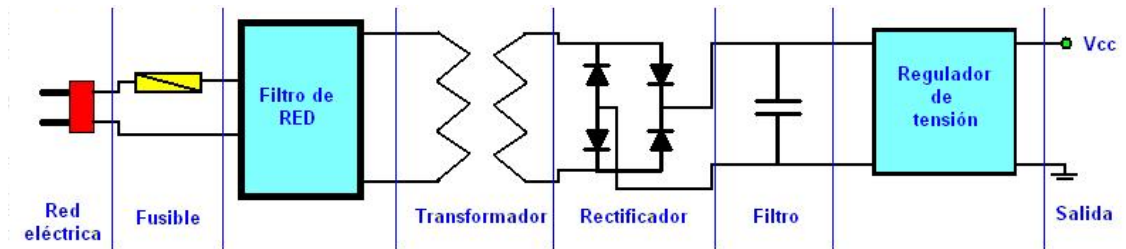


Figura III. 62 Diagrama de bloques de una fuente de alimentación lineal

### 3.5. RELÉ

#### DEFINICIÓN

Dispositivo electromagnético que, un relé es un sistema mediante el cual se puede controlar una potencia mucho mayor con un consumo en potencia muy reducido.

Un relé está formado por un interruptor y un electroimán; con un relé podemos conectar dos circuitos independientes por los que circulan corrientes de voltaje diferente en la Figura III. 63 vemos un relé industrial.



Figura III. 63 Relé industrial

#### 3.5.1. CARACTERÍSTICAS

- El aislamiento entre los terminales de entrada y de salida.
- Adaptación sencilla a la fuente de control.
- Posibilidad de soportar sobrecargas, tanto en el circuito de entrada como en el de salida.

### 3.6. INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

#### DEFINICIÓN 1

Los interruptores termomagnéticos (térmicas) se utilizan, en primer término, para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a los cables y conductores eléctricos. De esa manera asumen la protección de medios eléctricos contra calentamientos excesivos.

#### DEFINICIÓN 2

Es un medio de protección y desconexión a base de elementos mecánicos termomagnéticos de fácil accionamiento y de rápida respuesta a la falla eléctrica, ensamblados en caja moldeada.

Bajo determinadas condiciones los interruptores termomagnéticos garantizan la protección contra descargas peligrosas por tensiones excesivas de contacto originadas por defectos de aislamiento según la norma DIN VDE 0100 parte 410. Existen cuatro tipos de Interruptores termomagnéticos polar como se puede observar en la Figura III. 64, estos son Unipolar, Bipolar, Tripolar y Tetrapolar respectivamente.



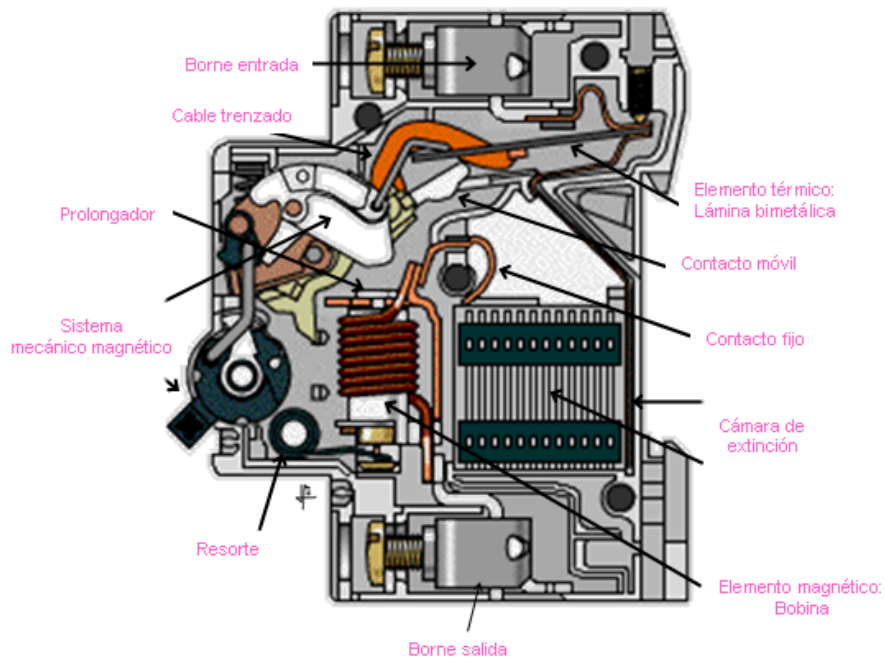
**Figura III. 64** Tipos de interruptor termomagnético polar

Por medio de los ajustes fijos de corrientes de diseño también se posibilita una protección restringida de motores eléctricos.

### 3.6.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Debido a la extrema velocidad de separación de los contactos en caso de fallas y a la rápida extinción en las cámaras apaga chispas, del arco voltaico generado, los interruptores termomagnéticos desconectan con seguridad, limitando fuertemente la intensidad de la corriente.

Con ello se bajan, por lo general, los valores límites admisibles de  $I_2t$  de la clase 3 de limitación de energía según la norma DIN VDE 0641 parte 11, en un 50%. Esto garantiza una muy buena selectividad en los dispositivos de protección de sobre corriente conectados aguas arriba, en la Figura III. 65 se puede ver las partes de un interruptor.



**Figura III. 65** Partes de un interruptor

### 3.6.2. VENTAJAS

- Apto especialmente para el montaje en tableros de distribución de poca profundidad en instalaciones domiciliarias o de edificios.

- Segura y rápida conexión de los conductores de alimentación por el desplazamiento de las barras colectoras hacia la parte posterior.
- Bornes idénticos en ambos lados, para la alimentación alternativa por la parte superior o inferior indistintamente.
- Montaje y desmontaje sin herramientas.
- Una rápida y cómoda separación del sistema de interconexión es posible.
- Sistema variable de identificación.
- Indicación óptica separada de la posición del interruptor.

### **3.7. INTERFACE O MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS**

#### **DEFINICIÓN 1**

En el control de un proceso automatizado, es imprescindible un dialogo entre operador-máquina junto con una comunicación entre la máquina y el autómeta, estas comunicaciones se establecerán por medio del conjunto de entradas y salidas del citado elemento.

Los autómetas son capaces de manejar tensiones y corrientes de nivel industrial, gracias a que disponen un bloque de circuitos de interfaz de E/S muy potente, que les permite conectarse directamente con los sensores y accionamientos del proceso.

#### **DEFINICIÓN 2**

Los módulos de entrada o salida son las tarjetas electrónicas que proporcionan el vínculo entre la CPU del controlador programable y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellas se origina el intercambio de información, ya sea con la finalidad de adquirir de datos, o para el mando o control de las máquinas presentes en el proceso.



**Figura III. 66** Interface

En la Figura III. 66 podemos ver una interfaz.

### **3.7.1. ENTRADAS / SALIDAS ESPECIALES**

Se caracterizan por no influir en las variables de estado del proceso de automatización. Únicamente se encargan de adecuar las E/S, para que puedan ser inteligibles por el PLC, si son entradas, o para que puedan ser interpretadas correctamente por actuadores (motores, cilindros, etc.), en el caso de las salidas.

### **3.7.2. ENTRADAS / SALIDAS INTELIGENTES**

Admiten múltiples modos de configuración, por medio de unas combinaciones binarias situadas en la misma tarjeta. De esta forma se descarga de trabajo a la unidad central, con las ventajas que conlleva.

### **3.7.3. PROCESADORES PERIFÉRICOS INTELIGENTES**

Son módulos que incluyen su propio procesador, memorias y puntos auxiliares de E/S. Estos procesadores contienen en origen un programa especializado en la ejecución de una tarea concreta, a la que le basta conocer los puntos de consigna y los parámetros de aplicación para ejecutar, de forma autónoma e independiente de la CPU principal, el programa de control.

Los módulos de entrada, transforman las señales de entrada a niveles permitidos por la CPU. Mediante el uso de un acoplador óptico, los módulos de entrada aíslan eléctricamente el interior de los circuitos, protegiéndolo contra tensiones peligrosamente altas, los ruidos eléctricos y señales parásitas. Finalmente, filtran las señales procedentes de los diferentes sensores ubicados en las máquinas.

Los módulos de salida, permiten que la tensión llegue a los dispositivos de salida. Con el uso del acoplador óptico y con un relé de impulso, se asegura el aislamiento de los circuitos electrónicos del controlador, y se transmiten las órdenes hacia los actuadores de mando.

#### **3.7.4. TIPOS DE MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA**

Debido a que existen una gran variedad de dispositivos exteriores (sensores y actuadores), se puede encontrar diferentes tipos de módulos de entrada y salida, cada uno de los cuales sirve para manejar cierto tipo de señal (discreto o análogo) a determinado valor de tensión o corriente en DC o AC.

##### **3.7.4.1. MÓDULOS DE ENTRADA DISCRETA**

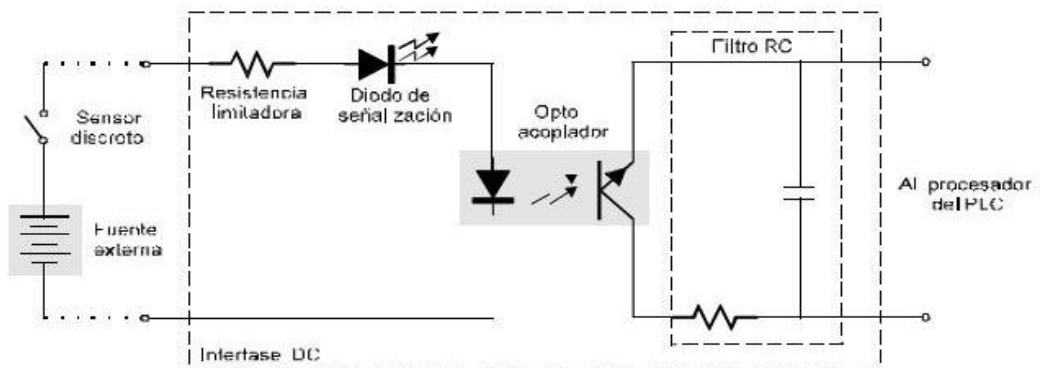
Estas tarjetas electrónicas se usan como enlace o interfaces entre los dispositivos externos, denominados también sensores, y la CPU del PLC, en la Figura III. 67 se puede ver un módulo de entrada discreta.

Estos sensores son los encargados de leer los datos del sistema, que para este caso sólo son del tipo discreto, además, tienen la característica de comunicar los dos estados lógicos: activado o desactivado, o lo que es lo mismo, permitir el paso o no de la señal digital (1 ó 0). Los sensores pueden ser de tipo manual (pulsadores, conmutadores, selectores, etc.) o del tipo automático (finales de carrera, detectores de proximidad inductivos o capacitivos, interruptores de nivel, etc.)

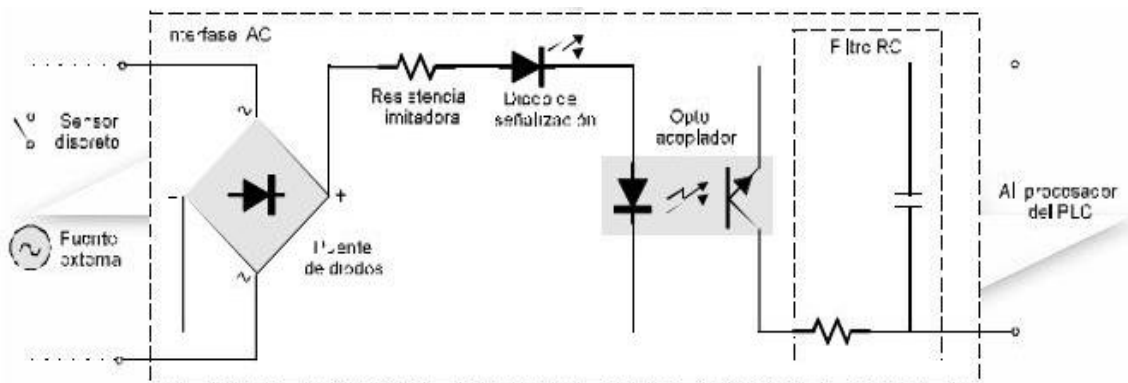


**Figura III. 67** Módulos de entrada discreta de la familia Simatic-S5 (Siemens)

En las Figura III. 68 y 69 se presentan los circuitos eléctricos equivalentes y elementales de los módulos de entrada discreta para DC y AC respectivamente. Ambos tipos de interface tienen el mismo principio, a diferencia que los de alterna incluyen una etapa previa de rectificación.



**Figura III. 68** Interface para entrada discreta en DC



**Figura III. 69** Interface para entrada discreta en AC



### 3.7.4.2. MÓDULOS DE SALIDA DISCRETA

Al igual que los módulos de entrada discreta, estos módulos se usan como interface entre la CPU del controlador programable y los dispositivos externos (actuadores), en la que sólo es necesario transmitirle dos estados lógicos, activado o desactivado. Los actuadores que se conectan a estas interfaces pueden ser: contactores, relés, lámparas indicadoras, electroválvulas, displays, anunciadores, etc; en la Figura III. 70 tenemos un ejemplo de un módulo de salida discreta.



Figura III. 70 Modulo de salida discreta

### 3.7.4.3. MÓDULOS DE SALIDA DISCRETA TIPO TRANSISTOR

Su principio de funcionamiento es a base de transistores, lo que significa una constitución íntegramente en estado sólido con características para trabajar en corriente continua (DC) de larga vida útil y con bajo nivel de corriente.

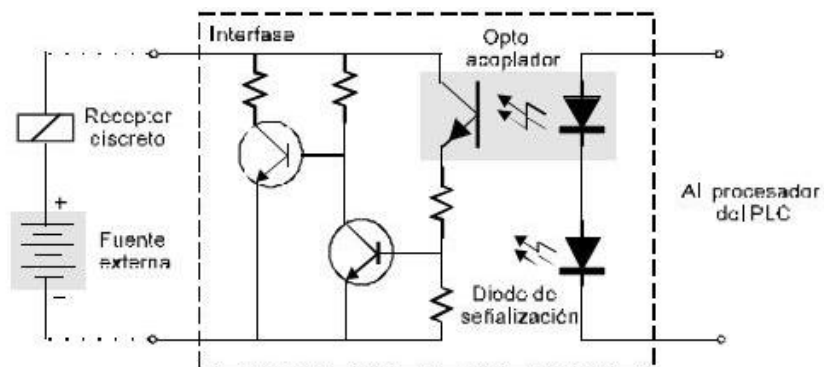


Figura III. 71 Circuito equivalente de una interface de salida discreta en DC

La Figura III. 71 muestra el diagrama de un módulo de salida discreta tipo transistor.

#### 3.7.4.4. MÓDULOS DE SALIDA DISCRETA TIPO TRIAC

Estas interfaces funcionan mediante la conmutación de un Triac, son igualmente en estado sólido y se usan para manejar señales en corriente alterna, la Figura III. 72 se puede observar el diagrama de este tipo de módulo.

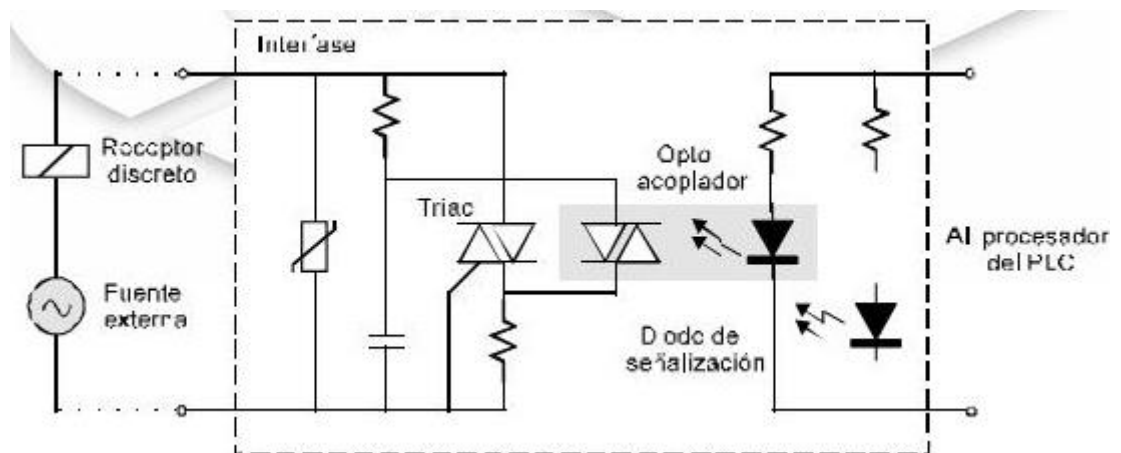


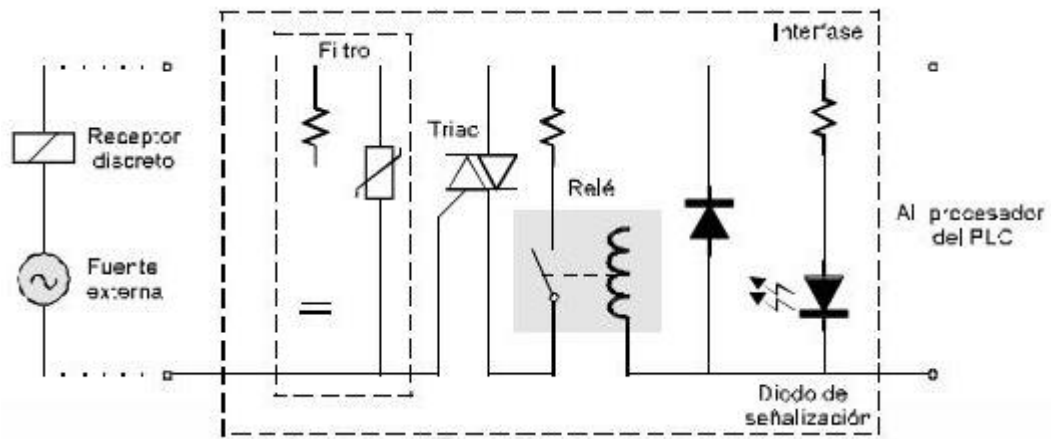
Figura III. 72 Circuito equivalente de una interface de salida discreta en AC

#### 3.7.4.5. MÓDULOS DE SALIDA DISCRETA TIPO RELÉ

Estos módulos a diferencia de los anteriores, están compuestos por dispositivos electrónicos y un micro relé electromagnético de conmutación. Su campo de acción le permite trabajar en AC y DC y con diferentes niveles de tensión, con la ventaja de manejar corrientes más elevadas pero con el inconveniente de una corta vida útil debido al desgaste de la parte móvil de los contactos.

Durante su funcionamiento estos módulos se caracterizan respecto a los de estado sólido, por el reconocible sonido de los contactos de conmutación que emiten el micro-relés.

La siguiente Figura III. 73 se ve el diagrama correspondiente a este tipo de módulo relé.



**Figura III. 73** Circuito equivalente de una interface de salida discreta en AC (Tipo Relé)

### 3.7.4.6. MÓDULOS DE ENTRADA ANALÓGICA

Los módulos de entrada analógica son tarjetas electrónicas que tienen como función, digitalizar las señales analógicas para que puedan ser procesadas por la CPU. Estas señales analógicas que varían continuamente, pueden ser magnitudes de temperaturas, presiones, tensiones, corrientes, etc.

A estos módulos, según su diseño, se les puede conectar un número determinado de sensores analógicos. A estos terminales de conexión (2), se les conoce como canales. Existen tarjetas de 4, 8, 16 y 32 canales de entrada analógica.

Es importante señalar, que cualquier magnitud analógica que se desea procesar a través de los módulos de entradas analógicas, tiene que estar representada por una señal de tensión, corriente o resistencia; este trabajo es realizado por el mismo sensor o a través de un transductor (dispositivo que transforma cualquier parámetro físico, químico y biológico en una magnitud eléctrica).

Estos módulos se distinguen por el tipo de señal que reciben, pudiendo ser de tensión (mV) o de corriente (mA) los que se encuentran dentro de ciertos rangos

estandarizados.

Los más difundidos son:

- Señal de corriente: 0-20 mA, 4-20 mA,  $\pm 10$  Ma
- Señal de tensión: 0-10V, 0-5V, 0-2V,  $\pm 10$ V

La ventaja de trabajar con señales de corriente y no con señales de tensión, radica en que no se presentan los problemas del ruido eléctrico y de caída de tensión, un ejemplo es el que muestra en la Figura III. 74.



**Figura III. 74** Módulo de entrada analógica (Siemens)

#### **3.7.4.7. MÓDULOS DE SALIDA ANALÓGICA**

Estos módulos son usados cuando se desea transmitir hacia los actuadores análogos señales de tensión o de corriente que varían continuamente.

Su principio de funcionamiento puede considerarse como un proceso inverso al de los módulos de entrada analógica.

Las señales analógicas de salida son de dos tipos, señales de corriente y señales de tensión vea la Figura III. 75. Dentro de los valores estandarizados tenemos:

- Señal de corriente: 0-20mA, 4-20mA,  $\pm 20$  mA
- Señal de tensión: 0-10V,  $\pm 10$ V



**Figura III. 75** Módulo de salida analógico (Telemecanique)

### **3.8. ALUMINIO**

Es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre de la cual forma más del 7%, en la Figura III. 76 se puede observar un perfil de aluminio.

El Aluminio (Al) es un excelente conductor de calor y de electricidad. Su mayor ventaja es su ligereza, pues pesa casi tres veces menos que el acero ordinario.



**Figura III. 76** Aluminio

#### **3.8.1. PROPIEDADES**

##### **3.8.1.1. NOTABLE LIGEREZA**

Este es el más ligero de los metales. Esta cualidad es determinante para su empleo

como material estructural y de recubrimiento, por ejemplo, tiene importantes aplicaciones en ingeniería industrial aeronáutica, etc.

#### **3.8.1.2. RESISTENCIA MECÁNICA**

El aluminio en estado puro tiene muy baja resistencia mecánica. Son mucho mayores sus prestaciones cuando se lo alea con cobre, silicio y magnesio. También, sometándolo a procesos físicos de templado y estirado en frío.

#### **3.8.1.3. DUCTILIDAD**

La ductilidad es una característica notable en el aluminio; es un material muy maleable y de gran ductilidad, mucho más fácil de conformar que el acero.

#### **3.8.1.4. CONDUCTIVIDAD**

- **Conductividad Térmica:** Al igual que todos los metales posee un coeficiente de conductividad térmica muy elevado. Por esta razón no es apto como material de aislamiento térmico. Existen espumas de aluminio que pueden reducir sus propiedades conductivas y sirven también como aislantes acústicos.
- **Conductividad Eléctrica:** Posee una de las más elevadas entre los metales, situándose detrás del cobre. Por tal razón, se lo usa en la fabricación de componentes eléctricos y cables de alta, media y baja tensión.

#### **3.8.1.5. ÍNDICE DE REFLEXIÓN**

Posee un alto índice de reflexión de los rayos solares, lo cual hace que este material sea adecuado para la fabricación de aislantes termorreflectantes.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE**

#### **4.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo vamos se hace referencia a la construcción de la estructura de aluminio, el ensamblaje los diferentes componentes sobre la estructura, la forma como se encuentran conectados estos a la interfaz de comunicación.

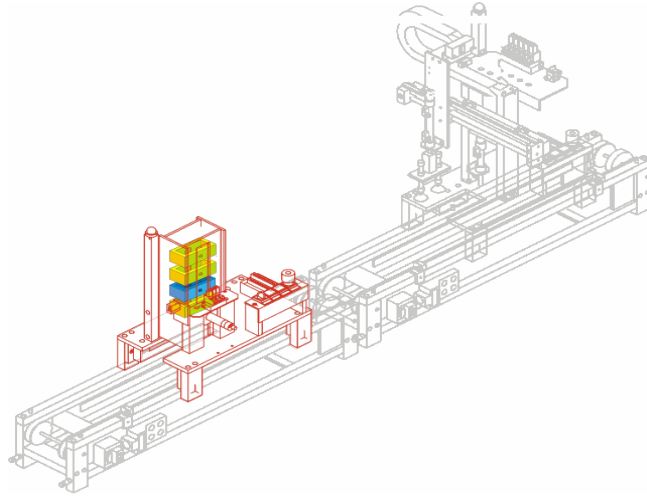
Aquí se detalla el Ladder y Grafcet respectivo del Sistema de transporte, en el cual podremos verificar la secuencia para que este Sistema funcione sin ocasionar un colapso.

#### **4.2. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ALUMINIO**

La banda transportadora es un sistema mecatrónica desarrollado como módulo básico de un sistema completo de transferencia diseñado en base a un modelo industrial el plano del sistema de transporte se puede ver en la Figura IV. 77 en la cual se pueden añadir otros módulos.

La estructura de aluminio con un espesor de 0.96 Kg/m es el principal elemento de

todo el sistema de transporte, en el que se fijan los componentes neumáticos y electro-neumáticos que ejecutan los movimientos.



**Figura IV. 77** Plano del sistema de transporte

La estructura de aluminio o unidad de manipulación de piezas, tiene que ser capaz de absorber las fuerzas y transmitir las al suelo. La cual está compuesta por perfiles de aluminio de gran resistencia y de alta precisión.

Los perfiles ranurados tienen diversas aplicaciones, ya que son utilizados para tender cables y tubos flexibles o para sujetar diversos elementos y equipos de control. Los fabricantes de sistemas perfilados suelen ofrecer numerosos accesorios, como por ejemplo bisagras y piezas de soporte en forma de pies o de ángulos.

Perfil de aluminio para la industria, de uso habitual en la fabricación de protecciones, maquinaria, bastidores y bancos de trabajo.

Los perfiles de aluminio utilizados para la construcción del Sistema de transporte son de tipo estructural el cual tiene una apariencia muy amigable para poder ensamblar los componentes que van a interactuar en el mismo, así como el cableado que se va a realizar.



Una vez que se ha elegido el tipo de aluminio a utilizar procedemos a realizar los diferentes cortes para acoplar los diferentes dispositivos neumáticos y electrónicos para el sistema de transporte y de acuerdo al tamaño del palet.

- 4 perfiles de 100 cm
- 4 perfiles de 82.5 cm
- 16 perfiles de 12 cm
- 8 perfiles de 6 cm

Realizados los cortes del aluminio procedemos a perforar con un taladro figura IV. 78 los extremos de los aluminios para colocar los bulones, estos accesorios nos permitirán acoplar los perfiles entre ellos y de esta manera obtener más firmeza y agarre entre los mismos.



**Figura IV. 78** Perforación de los perfiles de aluminio

Para la colocación de los bulones se procede a usar un torno para que las perforaciones salgan exactas y no existan fugas en las mismas dicho proceso, en la Figura IV. 79 podemos observar el bulón colocado.

Terminado el ensamblaje de la estructura de aluminio queda como se puede observar en la siguiente Figura IV. 80.



**Figura IV. 79** Bulones colocados



**Figura IV. 80** Base de aluminio terminado

#### **4.3. ACOPLAMIENTO DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA**

El motor de 24V que se ha escogido para acoplar a la estructura de aluminio es de marca Mando Corporation 56300-1E500.

Este se ha acoplado a la estructura de aluminio por el costado para lo cual se utilizó tuercas de martillo para que de esta manera se mantenga fijo el motor. Ver la Figura IV. 81 y la Figura IV. 82 respectivamente ya que de esta manera se puede entender mejor este procedimiento de acoplamiento.



**Figura IV. 81** Tuercas martillos



**Figura IV. 82** Motor Mando Corporation 56300-1E500 acoplado a la estructura de aluminio

#### **4.4. ACOPLAMIENTO DE LA POLEA**

Se utilizó dos poleas la una fija y la otra es la que realiza el movimiento, se encuentra acoplado en él un extremo de la base de aluminio. ver la Figura IV. 83.



**Figura IV. 83** Polea acoplada a la estructura de aluminio

#### 4.4.1. BANDA POWER GRIP HTD

Las transmisiones con bandas PowerGrip GT/HTD proporcionan una transmisión de potencia positiva y sin dificultades en aplicaciones de alto torque a baja velocidad y ofrecen muchas ventajas en comparación con las transmisiones convencionales de cadena o engranes, esta banda se usa para mover las poleas así como se ve en la Figura IV. 84.



**Figura IV. 84** Correa Power Grip y polea acoplada a la base de aluminio

**Las ventajas de estas bandas son las siguientes:**

- No requieren lubricación
- Mínimos costos por mantenimiento
- Resistentes a la corrosión
- Excelente resistencia a la abrasión
- Menor ruido durante su operación
- Operación limpia
- Servicio duradero y sin problemas

El singular diseño dentado GT/HTD mejora en gran medida la distribución de la tensión y permite soportar cargas generales mayores a las que toleran las bandas de la competencia. Los dientes moldeados encajan uniformemente en las ranuras axiales

de la polea dentada o catarina; entrando o saliendo de dichas ranuras prácticamente sin fricción y funcionan de manera muy similar a los dientes de un engranaje.

La fabricación de bandas PowerGrip GT/HTD consiste de cuatro componentes:

**Parte de Tensión.-** Proporciona la fuerza necesaria, excelente duración, flexibilidad y gran resistencia al estiramiento.

**Respaldo de Neopreno.-** El neopreno, unido a la parte de tensión, brinda protección contra grasas y humedad; protege también contra el desgaste por la fricción, en caso de que la potencia sea transmitida por la parte posterior de la banda.

**Dientes de Neopreno.-** Resistentes a cortes, moderadamente duros, están compuestos de neopreno moldeado integralmente al respaldo de neopreno de la banda. Los dientes están formados y espaciados con toda precisión para asegurar el ajuste uniforme en las ranuras de la polea dentada.

**Revestimiento de Nylon.-** Cubierta especialmente tejida y tratada, protege la superficie de los dientes, reduce el coeficiente de fricción y mejora su resistencia al desgaste por abrasión.

**Tabla IV. IV** Secciones y dimensiones nominales

	<b>Paso mm</b>	<b>T mm</b>	<b>B mm</b>
<b>3M</b>	3.0	1.2	2.4
<b>5M</b>	5.0	2.1	3.8

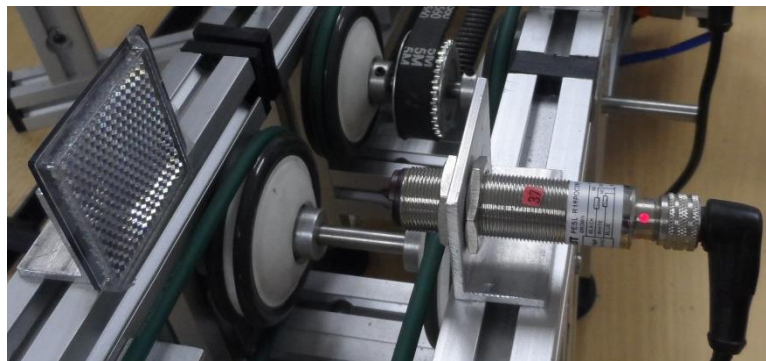
#### **4.5. ACOPLAMIENTO DE LOS SENSORES**

Los sensores ópticos utilizados para acoplar a la base de aluminio son de marca IBEST Electrical Co., Ltd. la Figura IV. 85 muestra este sensor nuevamente manipulándolas con tuercas martillo.



**Figura IV. 85** Sensor IBEST Pes-R18POC3MD

Son tres sensores, 2 de ellos ubicados en los extremos de una de las bandas transportadoras y el tercero tan solo en él un extremo de la otra banda transportadora vea la Figura IV. 86.



**Figura IV. 86** Sensores acoplados a la banda transportadora.

#### 4.5.1. CARACTERÍSTICAS

- **Detecta cualquier objeto y tipo de materiales:** mediante la luz reflejada en cantidades recibidas detectando objetos tales como vidrio, de metal, de plástico, de madera, fluido, etc.
- **Identificar los colores del objeto:** de acuerdo a la reflectividad de colores y la capacidad de absorción, los sensores de detección de la luz que el objeto se refleja e identificar los colores.
- **Alta precisión:** puede detectar objetos pequeños con la posición exacta.

#### 4.6. ACOPLAMIENTO DE LA INTERFAZ

La Figura IV. 87 muestra la marca de interfaz que se utilizó para el desarrollo del sistema de transporte y la Tabla IV. V muestra algunas de las características de esta.



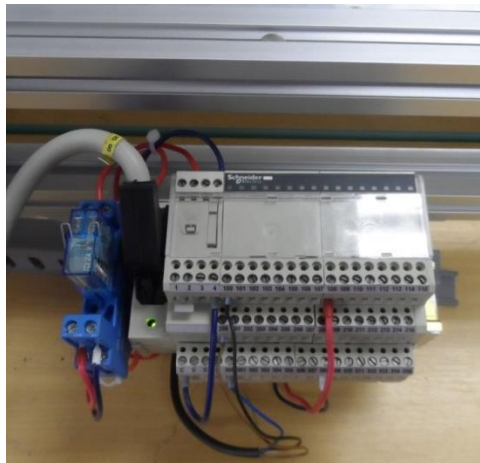
**Figura IV. 87** Schneider Electric ABE7H16R31

**Tabla IV. V** Características Principales

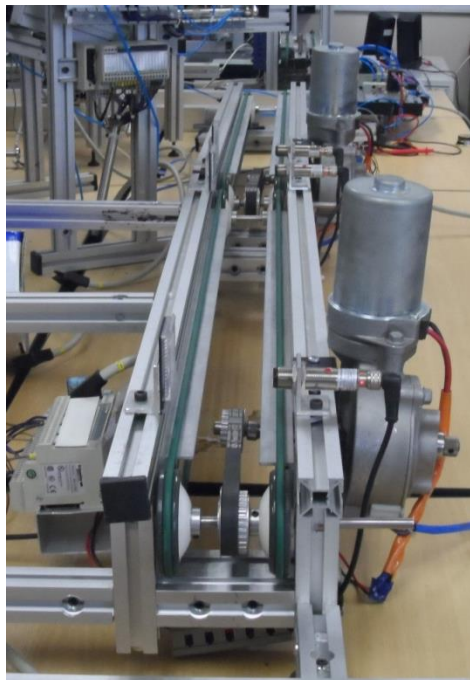
<b>Gama de producto</b>	Advantys Telefast ABE7
<b>Producto o componente tipo</b>	Pasivo sub-base de E / S discretas
<b>Tipo de Sub-base</b>	E / S sub-base
<b>Tensión de alimentación nominal</b>	19 ... 30 V según IEC 61131-2
<b>Número de canales</b>	16
<b>Número de terminales por canal</b>	3
<b>Conexiones – Terminales</b>	<p>Terminales de tipo tornillo, la capacidad de bloqueo: 2 x 0,2 ... 2 x 2,5 mm<sup>2</sup> AWG 24 ... 14 sólidos</p> <p>Terminales de tipo tornillo, capacidad de fijación: 2 x 0,09 ... 2 x 0,75 mm<sup>2</sup> AWG 28 ... 20 flexible, con cable terminal</p> <p>Terminales de tipo tornillo, capacidad de sujeción: 1 x 0,14 ... 1 x 2,5 mm<sup>2</sup> AWG 26 ... 14 flexible sin terminal</p> <p>Terminales de tipo tornillo, la capacidad de fijación: 1 x 0,14 ... 1 x 2,5 mm<sup>2</sup> AWG 26 ... 12 sólidos</p> <p>Terminales tipo tornillo, capacidad de</p>

	sujeción: 1 x 0,09 ... 1 x 1,5 mm <sup>2</sup> AWG 28 ... 16 flexibles con extremo .
--	---

El relé se lo coloca a lado de la interfaz para que esta pueda mandar señales según el programa a realizarse; en la Figura IV. 88 se puede ver estos dos elementos acoplados a la estructura de aluminio y en la Figura IV. 89 se ve el sistema de transporte terminado.



**Figura IV. 88** Relé e Interface acoplada al sistema de transporte



**Figura IV. 89** Sistema de transporte terminado



## 4.7. PANEL

En el panel se ha utilizado borneras, fuente de alimentación, interruptor camscro, y en el que se ha realizado el montaje del PLC y sus respectivos módulos; además en este se ha realizado el cableado para el funcionamiento correcto del mismo.

### 4.7.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La Figura IV. 90 muestra la fuente de alimentación SITOP modular que cumple los más altos requisitos de funcionalidad; por ejemplo, el empleo en máquinas e instalaciones complejas. La entrada de rango amplio permite usarlas en cualquier red del mundo y garantiza la máxima seguridad y fiabilidad incluso cuando hay grandes fluctuaciones de tensión. El aumento transitorio de potencia (función Power Boost) permite entregar brevemente una corriente de tres veces la intensidad nominal.

El robusto transformador DC/DC SITOP PSU400M se caracteriza por su amplio rango de entrada DC de entre 200 y 900 V, que permite la conexión a las más distintas redes y sistemas de batería DC. En el circuito intermedio de sistemas de accionamiento controlados por frecuencia, este eficiente dispositivo abre las puertas a un concepto económico para cortes de alimentación.



**Figura IV. 90** Fuente de alimentación siemens

#### 4.7.1.1. VENTAJAS

- Para 24 V aplicaciones exigentes de 5 a 40 A.

- Transformador de medida DC/DC 24 V/ 20 A para redes de accionamiento y batería.
- Con 48 V/20 A permite utilizar secciones de cable pequeñas.
- Cuerpo compacto de metal.
- No es preciso respetar distancias libres por los costados.
- Entrada de rango amplio.
- Potencia extra para sobrecargas breves durante el servicio normal.
- Aumento transitorio de potencia (Power Boost) para activar dispositivos de protección.
- Comportamiento seleccionable en caso de cortocircuito.
- Curva suave seleccionable para conexión en paralelo.
- Alto rendimiento.
- Indicación del estado mediante 3 LED.
- Ampliables con módulos SITOP y DC-USV al efecto.

#### 4.7.2. PLC SIEMENS S7-1200

El controlador compacto SIMATIC S7-1200 como se ve en la Figura IV. 91 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes.



**Figura IV. 91** PLC Siemens SIMATIC S7-1200 CPU 1214C

#### 4.7.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

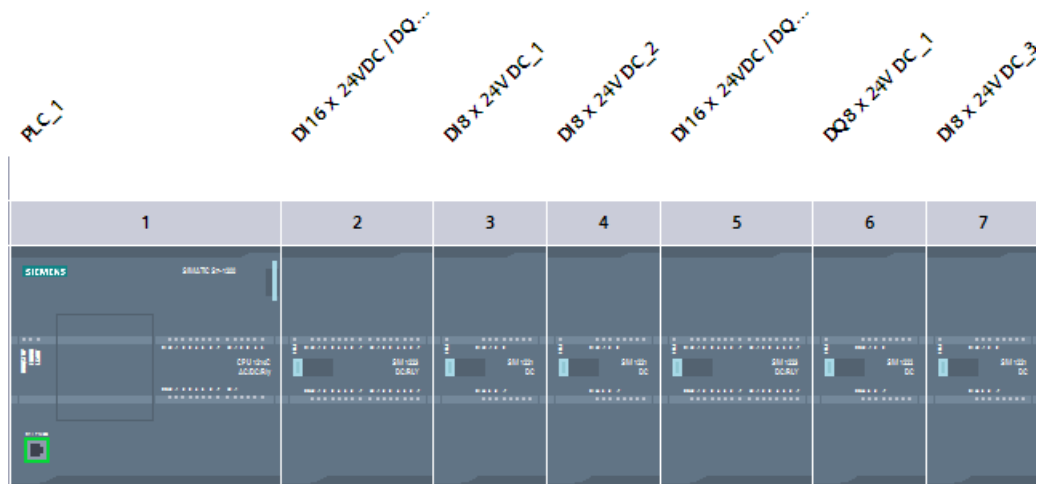
- Alta capacidad de procesamiento. Cálculo de 64 bits
- Interfaz Ethernet / PROFINET integrado
- Entradas analógicas integradas
- Bloques de función para control de ejes conforme a PLCopen
- Programación mediante la herramienta de software STEP 7 Basic v11 para la configuración y programación no sólo del S7-1200, sino de manera integrada los paneles de la gama Simatic Basic Panels.
- la CPU 1214C puede aceptar hasta un total de ocho módulos de señal.
- Puede equiparse hasta con tres módulos de comunicación, lo que permite una comunicación sin discontinuidades.
- Posee los protocolos abiertos de Ethernet TCP/IP a través de un puerto RJ45.

#### 4.7.4. MÓDULOS

La Tabla IV. VI nos señala los módulos que se encuentran implementados en el panel principal; para el desarrollo de este trabajo de tesis cabe recalcar que los módulos utilizados son el 2, 3 y 5 los demás módulos se utilizan para otros proyectos y la Figura IV. 92 nos muestra gráficamente en TIA Portal.

**Tabla IV. VI** Módulos en el panel principal

<b>N</b>	<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Tipo</b>	<b>Corriente</b>
1	14	10	S7-1200	AC/DC/RLY
2	16	16	SM-1223	DC/RLY
3	8	0	SM-1221	DC
4	8	0	SM-1221	DC
5	16	16	SM-1223	DC/RLY
6	8	0	SM-1222	DC
7	8	0	SM-1221	DC



**Figura IV. 92** Módulos utilizados (TIA Portal)

#### 4.8. CABLEADO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

Una vez puestos en el panel principal el PLC y sus módulos, la fuente de alimentación, las borneras, se procede a cablear para lo cual se ha implementado un código de colores para poder identificar las E/S y respectivos cables para la fuente de alimentación, véase la Tabla IV. VII.

**Tabla IV. VII** Código de colores para el cableado

Color	Identificación	Dirigido
Azul	Negativo	Fuente y Botoneras
Rojo	Positivo	Fuente y Botoneras
Negro	Neutro	Fuente y Botoneras
Plomo	Entradas	Borneras
Amarillo	Salidas	Borneras

1.- Medir de los cables desde el PLC y/o módulos hacia la bornera correspondiente de modo que se pueda acomodar en la canaleta, esta debe ir en orden para poder identificar fácilmente.

2.- Ponchar el cable con ferrules adecuados en los extremos.

3.- Colocar y ajustar los extremos del cable desde el PLC y/o módulos hacia la bornera.

Una vez finalizado el cableado el panel principal se muestra en la Figura IV. 93,



**Figura IV. 93** Panel Principal

## **4.9. IMPLEMENTACIÓN**

### **4.9.1. GRAFCET**

El GRAFCET del sistema de transporte se observa en la Figura IV. 94 y las ecuaciones del este son las siguientes:

$$\mathbf{M1} = \text{Inicio} + \mathbf{M10} \cdot \mathbf{t8} + \mathbf{M1} \cdot \mathbf{M2}$$

$$\mathbf{M2} = \mathbf{M1} \cdot \mathbf{t1} \cdot \text{Sensor36} + \mathbf{M2} \cdot \mathbf{M3}$$

$$\mathbf{M3} = \mathbf{M2} \cdot \mathbf{t2} + \mathbf{M3} \cdot \mathbf{M4}$$

$$\mathbf{M4} = \mathbf{M3} \cdot \mathbf{t3} + \mathbf{M4} \cdot \mathbf{M5}$$

$$\mathbf{M5} = \mathbf{M4} \cdot \text{Sensor37} + \mathbf{M5} \cdot \mathbf{M6}$$

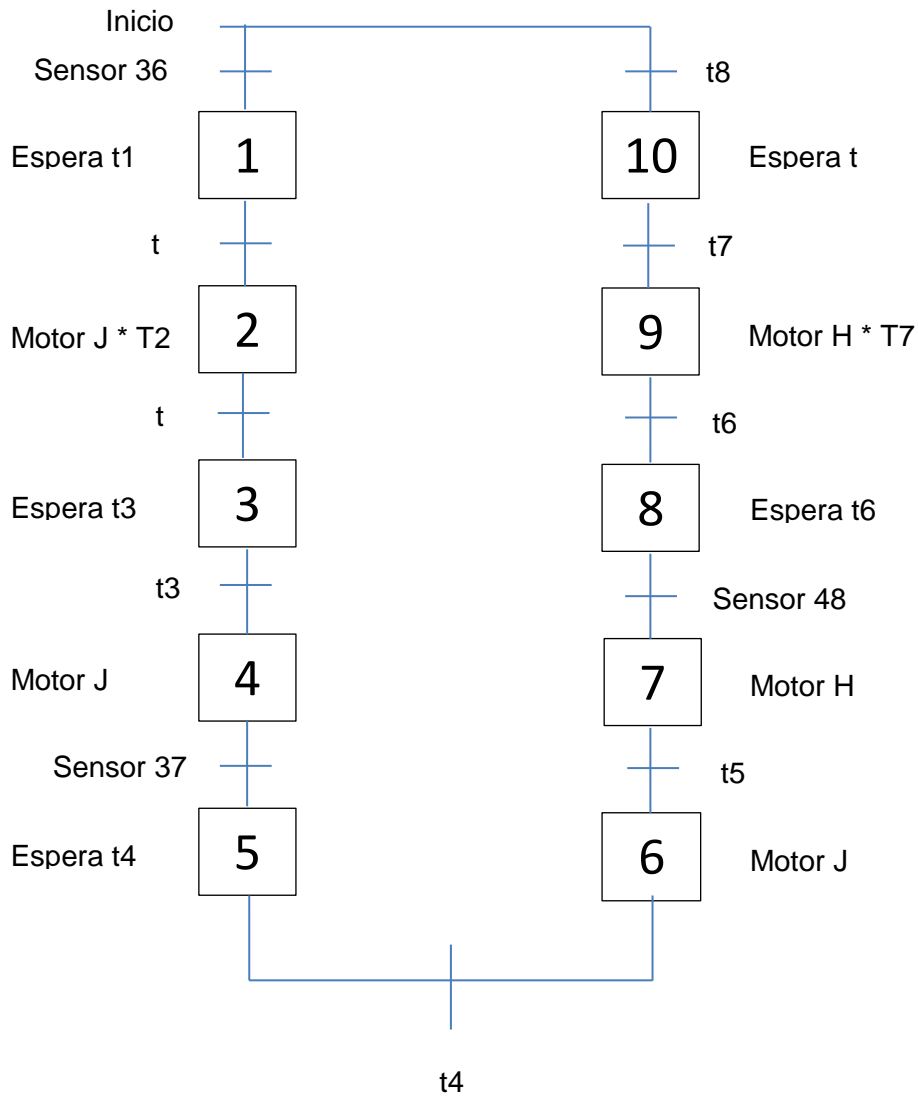
$$\mathbf{M6} = \mathbf{M5} \cdot \mathbf{t4} + \mathbf{M6} \cdot \mathbf{M7}$$

$$\mathbf{M7} = \mathbf{M6} \cdot \mathbf{t5} + \mathbf{M7} \cdot \mathbf{M8}$$

$$\mathbf{M8} = \mathbf{M7} \cdot \text{Sensor48} + \mathbf{M8} \cdot \mathbf{M9}$$

$$M9 = M8 * t6 + M9 * M10$$

$$M10 = M9 * t7 + M10 * M1$$



**Figura IV. 94** GRAFCET del sistema de transporte

Las salidas para realizar el programa según el grafcet son: M2, M4, M6, M7 y M9. La programación se realizó en el software TIA Portal, Labview HMI y para el almacenamiento de datos MySQL.

#### 4.2.3. TIA Portal

Por sus siglas Totally Integrated Automation Portal este software creado por la

compañía Siemens optimiza todos sus procedimientos de procesamiento, operación de máquinas y planificación. Con su intuitiva interfaz de usuario, la sencillez de sus funciones y la completa transparencia de datos es increíblemente fácil de utilizar. Los datos y proyectos preexistentes pueden integrarse sin ningún esfuerzo, lo cual asegura su inversión a largo plazo.

Configuración y programación de los controladores SIMATIC S7-1200, S7-300, S7-400, por ello decidió utilizar este software.

En las Figura IV. 95, Figura IV. 96, Figura IV. 97, Figura IV. 98, Figura IV. 99, Figura IV. 100 y Figura IV. 101 se puede observar la programación del diagrama del LADDER en TIA Portal, de cada una de las ecuaciones según el GRAFCET.

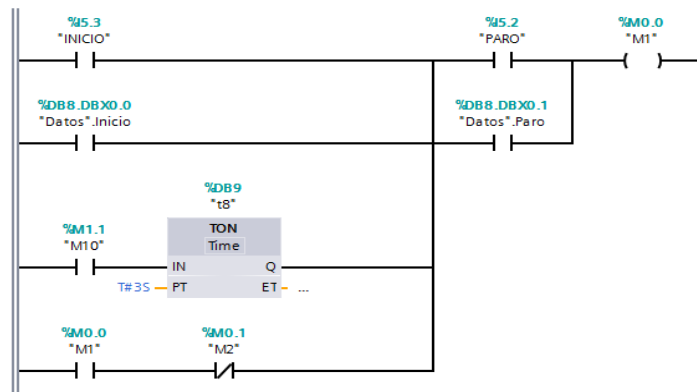


Figura IV. 95 Ecuación correspondiente a la M1

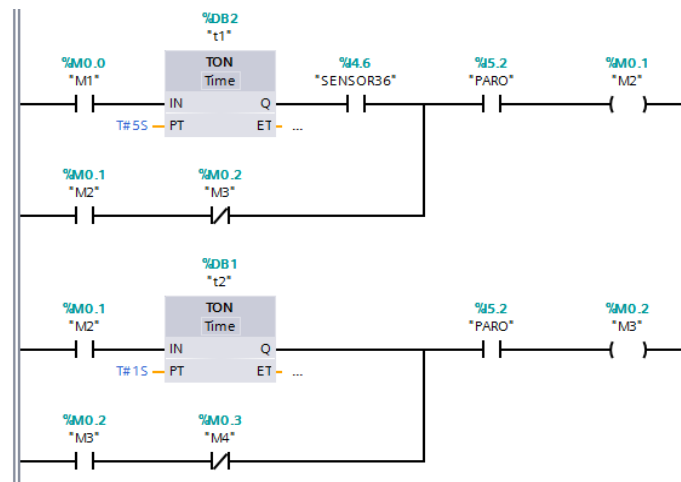


Figura IV. 96 Ecuación correspondiente a la M2 y M3

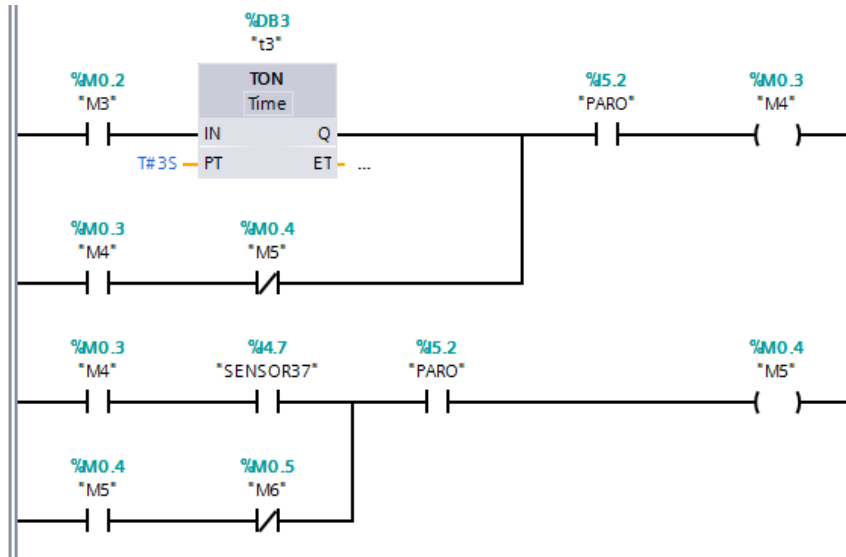


Figura IV. 97 Ecuación correspondiente a la M4 y M5

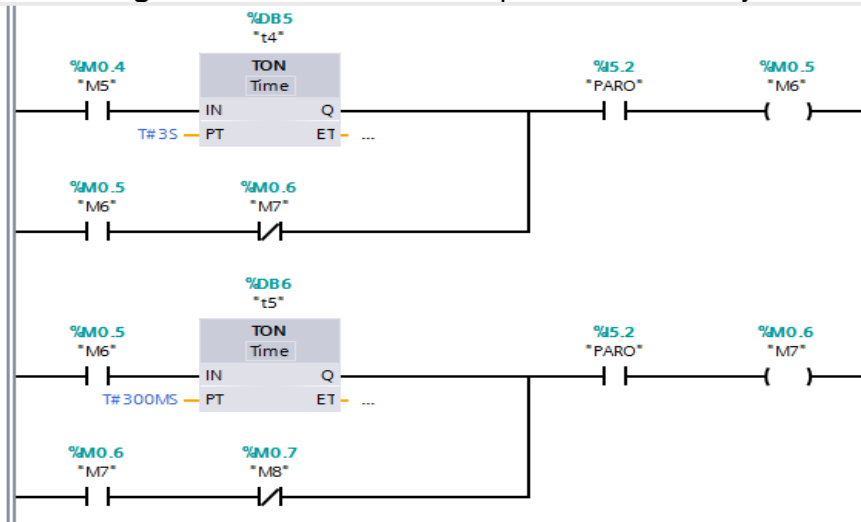


Figura IV. 98 Ecuación correspondiente a la M6 y M7

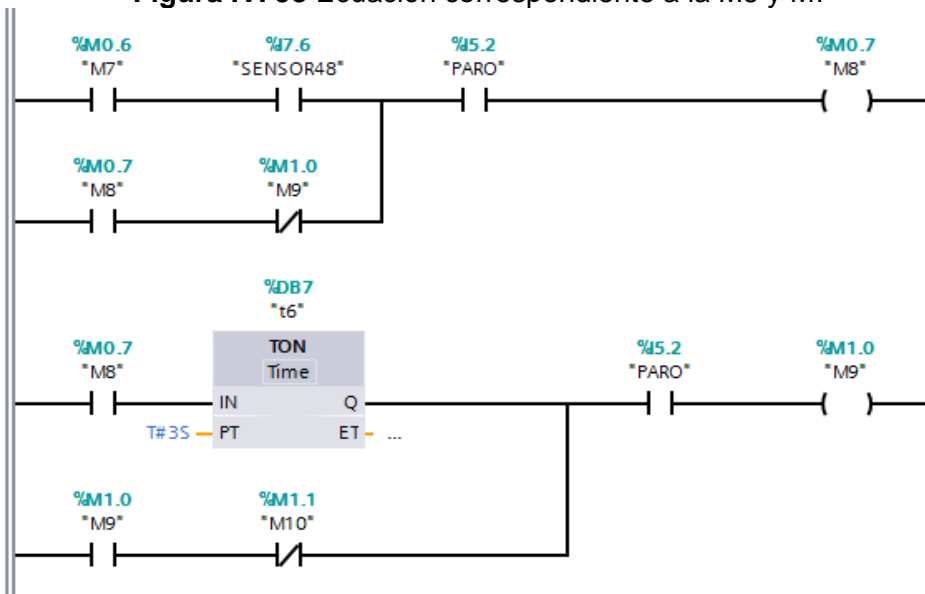


Figura IV. 99 Ecuación correspondiente a la M8 y M9



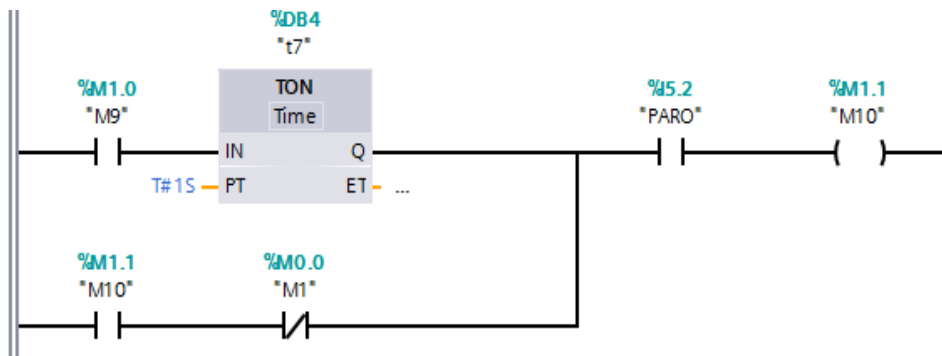


Figura IV. 100 Ecuación correspondiente a la M10

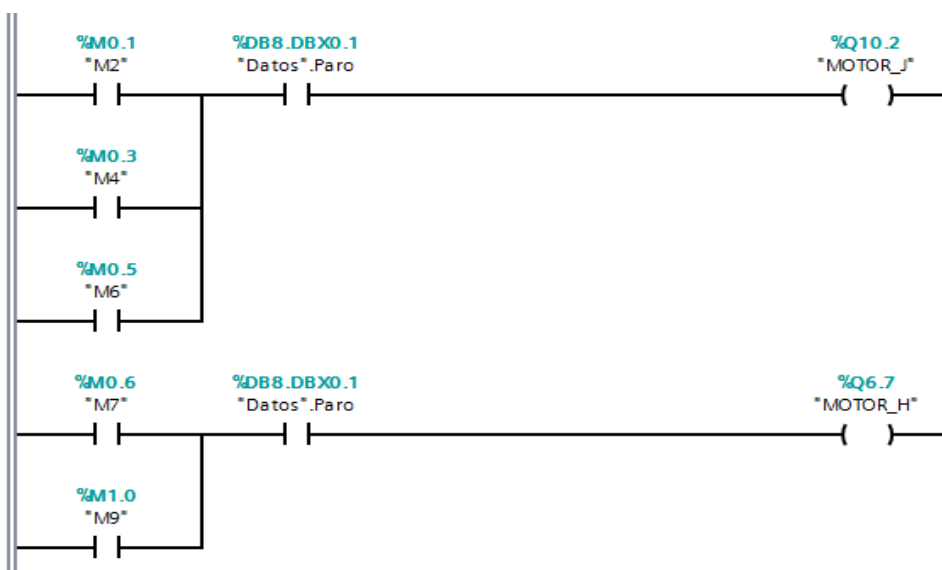


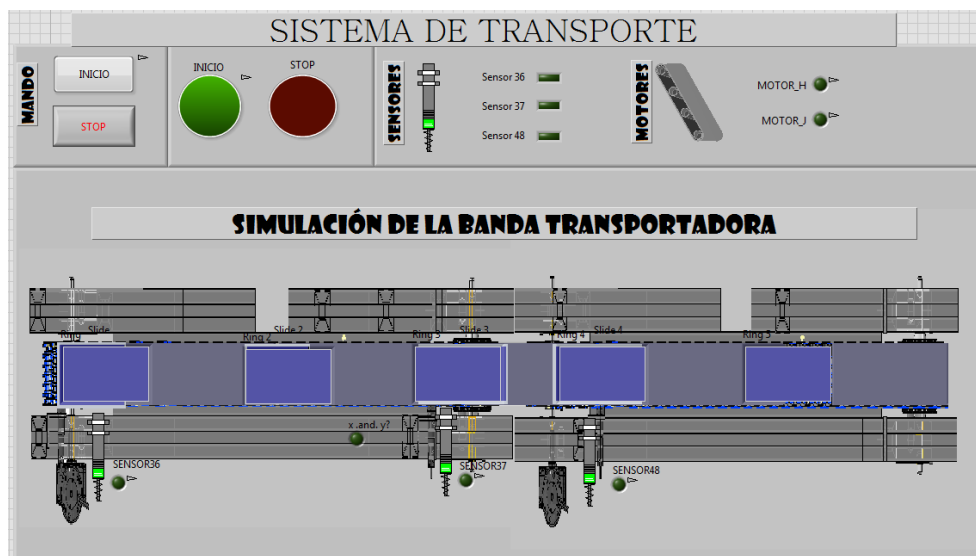
Figura IV. 101 Correspondiente a las salidas

#### 4.2.4. LABVIEW

El software LabVIEW es ideal para cualquier sistema de medidas y control y el corazón de la plataforma de diseño de National Instruments (NI). Al integrar todas las herramientas que los ingenieros y científicos necesitan para construir una amplia variedad de aplicaciones en mucho menos tiempo, NI LabVIEW es un entorno de desarrollo para resolver problemas, productividad acelerada y constante innovación.

LabVIEW es una plataforma de programación gráfica que ayuda a ingenieros a escalar desde el diseño hasta pruebas y desde sistemas pequeños hasta grandes sistemas.

En este software esta realizado el HMI correspondiente al Sistema de Transporte como se puede ver en la Figura IV. 102; además se realiza la conexión a la Base de Datos, la explicación de estos procedimientos se encuentra en el Anexo 1 MANUAL TÉCNICO.



**Figura IV. 102** Interface HMI correspondiente al Sistema de Transporte

La DB esta implementada en SQL Server 2005, en esta se registra la fecha y hora en que pasan un pelet por los diferentes sensores, se ha creado 3 tablas; es decir; una tabla por cada sensor y cada una de esta posee los siguientes campos:

**Tabla IV. VIII** Campos de la tabla del sensor 36

Campo	Tipo de Dato	Observación
s36Codigo	Int	PK autoincremento
s36Fecha	Varchar(20)	
senCodigo	Int	PF

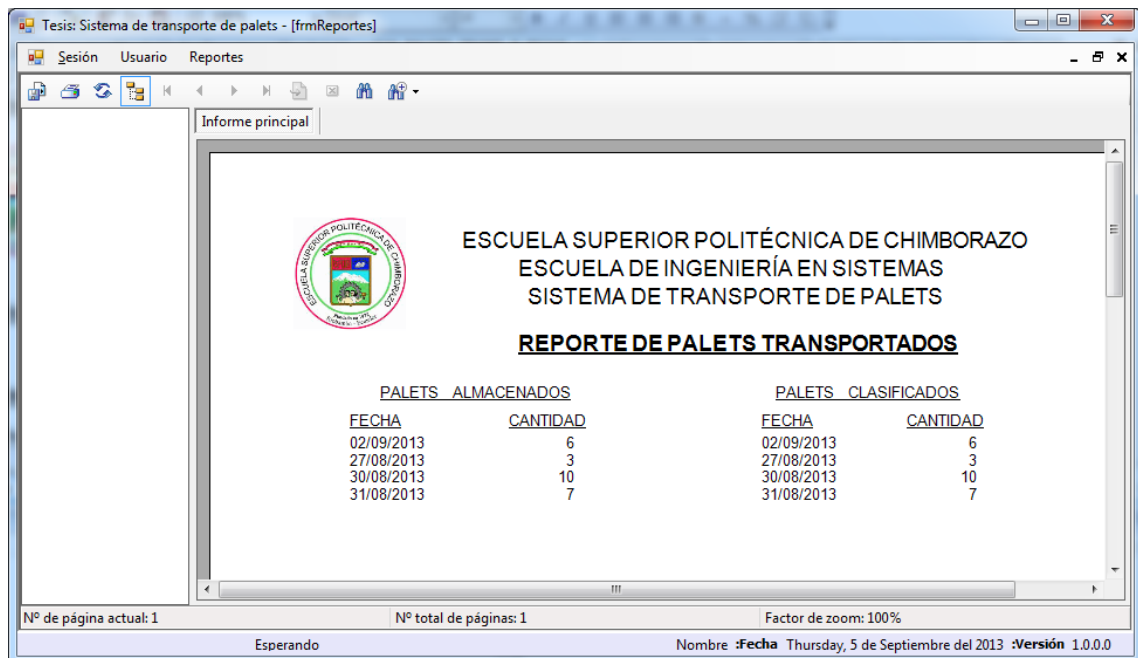
De esta misma manera para los sensores 37 y 48; además se implementó una tabla de Usuario para de esta manera asignar tareas específicas a cada uno de ellos; los campos de esta son:

**Tabla IV. IX** Campos de la tabla Usuario

Campo	Tipo de Dato	Observación
UsuCodigo	Int	PK autoincremento
UsuCedula	nchar(10)	
UsuNombres	varchar(50)	
UsuApellidos	varchar(50)	
UsuLogin	varchar(50)	
UsuClave	varchar(50)	

Se ha implementado un programa en Microsoft Visual Studio 2008 y de esta manera dar uso valioso a la DB y a la información que se encuentra en ella.

A través del software implementado se puede realizar consultas de los palets transportados para verificar cuantos inician y terminan el procedimiento de transporte.



**Figura IV. 103** Presentación del reporte

## CAPÍTULO V

### 5. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

#### HIPÓTESIS

Con la implementación del sistema de transporte se podrá acoplar a la línea de montaje llevando un control adecuado de los palets transportados utilizando un PLC Siemens S1200.

#### COMPROBACIÓN

Para la comprobación de la hipótesis lo realizamos mediante el método directo, “si se cumple P entonces se cumple Q”, esto lo hacemos de forma natural sin complicarnos en hacer análisis más intensivos o más extensivos pues lo hacemos de una forma innata.

#### DEMOSTRACIÓN HIPÓTESIS

$P \Rightarrow Q$

P = Implementación del Sistema de transporte

Q = podrá almacenar en una DB información sobre los palets

Con la implementación del sistema de transporte **entonces** se puede almacenar en una DB información sobre los palet.

## CONCLUSIONES

- Con la utilización de los perfiles de aluminio se realizó dos estructuras metálicas para acoplar todos los elementos necesarios que permitan transportar los palets.
- Se acoplo sensores opticos IBEST Pes-R18POC3MD en los extremos de las estructuras de aluminios el cual permiten detectar y contabilizar todos los palets transportados y son controlados por el PLC Siemens S1200.
- Se acoplo dos motores de 24 voltios uno en cada estructura, estos permiten el movimiento de las bandas sin fin de policromo que giran sobre dos poleas y los motores con controlados por el PLC Siemens S1200.
- La implementación y diseño de la Base de Datos se realizó en SQL Server 2005 el cual facilita el control y contabilizar cuantos palets son almacenados y clasificados.
- Se desarrolló de una aplicación de usuario; es decir; HMI en LabView el que permite tener el control del encendido y apagado del módulo, el cual posee etiquetas que nos muestran en que parte del proceso se encuentra el palet.

## RECOMENDACIONES

- Comprobar periódicamente todo el sistema eléctrico y los elementos que este posee, así garantizaremos el correcto funcionamiento y evitaremos fallos que pueden traer problemas como un corto circuito.
- Diseñar correctamente el diagrama GRAFCET tomando en cuenta todos los eventos y transiciones que necesitemos para la implementación el sistema de transporte, esto permite una correcta programación del sistema.
- Utilizar siempre la interfaz de monitoreo HMI para verificar y monitorear el proceso de transporte ya que mediante la interfaz se realiza el ingreso de todos los palets transportados a la base de datos.
- Utilizar el módulo del sistema de transporte en nuevos proyectos de investigación pues este nos brinda muchas grandes posibilidades de estudios a nivel industrial, en la materia de automatización como por ejemplo acoplar a un módulo de almacenaje.

## RESUMEN

Se diseña el sistema de transporte acoplado a la línea de montaje de palets sirve para automatizar el proceso de almacenamiento y clasificación de los palets cerrando el ciclo de fabricación.

Los materiales utilizados en la implementación fueron 4 perfiles de aluminio de 0.96Kg/m como bases para montar un motor de 24 voltios y acoplar 2 poleas que sujetan 2 correas de policromo que sirve para mover los palets de izquierda a derecha y en cada extremo de los perfiles se encuentra un sensor para detectar los palets los mismo que son controlados por un PLC SIEMENS S1200.

Se obtuvo como resultado del ensamblaje una estructura de aluminio que permite mover en 1 segundo el palets desde que inicia hasta que termina el proceso de transporte con paradas de 3 segundos en cada sensor como una espera para facilitar su movilidad y se registra el 100% de los palets transportados en la base de datos, permitiéndonos obtener un óptimo funcionamiento y control de todos ellos.

Se concluye que al elaborar el sistema de transporte acoplado a la línea de montaje permite llevar un manejo y control adecuado de todos palets transportados.

Para la correcta interpretación del funcionamiento del sistema se debe utilizar el respectivo manual técnico de elaboración de conexión a la base de datos.

### **Palabras clave:**

- Diseño de sistemas electrónicos.
- Procesos industriales automatizados
- Sistemas de control automático
- Transporte de palets

## ABSTRACT

It has been designed a transport system coupled to the pallet assembly line, which is used to automate its storage and classification process, closing this way the manufacturing cycle.

Four aluminum profiles were used as material for implementing 0.96 Kg/m as bases to assembly a motor of 24 volts and two pulleys engaging two straps holding polychrome which serve to move the pallets from left to right; each end of the profiles is a sensor to detect the pallet, which are controlled by the PLC SIEMENS S1200.

As a result an aluminum assembly was obtained which allows moving pallets in 1 second since transport process begins until it ends with 3 second stops in each sensor as a waiting for easy mobility, registering a 100% of the pallets transported in the database, allowing optimum operation and control of all of them.

It has been concluded that doing the transport system coupled to the pallet assembly line it allows managing and having a good control of all the transported pallets.

For interpreting correctly the systems functioning, the technical manual for connecting the database must be used.

### **Keywords:**

- Design of electronic systems.
- Automated Industrial Processes
- Automatic control
- Transport pallet



## GLOSARIO

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

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

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

**LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN:** Es un conjunto de sintaxis y reglas semánticas que definen los programas del computador. TIA Portal Software y Visual Basic de comunicación con el autómata en el cual se define entradas/salidas mediante las ecuaciones obtenidas del Gaffset

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

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

**PALET:** Un pallet, es una estructura de agrupación de carga, fabricada generalmente

con madera.

**BULÓN:** Pieza cilíndrica que permite articular dos perfiles de aluminio.

## BIBLIOGRAFÍA

### REFERENCIA WEB GENERAL

#### 1. ALUMINIO

[http://www.construmatica.com/construpedia/Propiedades del Aluminio](http://www.construmatica.com/construpedia/Propiedades_del_Aluminio)

2013 - 08 - 25

#### 2. BANDA POWER GRIP HTD

<http://www.gates.com.mx/seccion04.asp?subseccion=21&segundonivel=57>

2013 - 08 - 08

#### 3. BANDAS TRASPORTADORAS

<http://www.comercioindustrial.net/productos.php?id=btrans&mt=bandas>

2013 - 07 - 02

<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html#introduccion>

02-07-2013

<http://www.comercioindustrial.net/productos.php?id=btranu&mt=bandas>

2013 - 07 - 02

#### 4. BASE DE DATOS

<http://www.monografias.com/trabajos34/base-de-datos/base-de-datos.shtml>

2013 - 09 - 03

<http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20HUMAN%20C3%8DSTICAS%20Y%20SOCIALES/CARRERA%20DE%20BIBLIOTECO>

LOG%C3%8DA%20Y%20CIENCIAS%20DE%20LA%20INFORMACI%C3%93N/  
06/Bases%20de%20Datos/diseño de bases de datos.pdf

**2013 - 09 - 03**

<http://www.maestrosdelweb.com/editorial/%C2%BFque-son-las-bases-de-datos/>

**2013 - 09 - 03**

[http://www.netronyos.com/modelos\\_de\\_base\\_de\\_datos.html](http://www.netronyos.com/modelos_de_base_de_datos.html)

**2013 - 09 - 03**

<http://basededatos3a.galeon.com/aficiones2320282.html>

**2013 - 09 - 03**

## **5. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE**

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lmt/maza\\_c\\_ac/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf)

05-07-2013

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMh1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm>

2013-05-24

[http://electronica.ugr.es/~amroldan/modulos/enlaces/dispo\\_potencia/reles.htm](http://electronica.ugr.es/~amroldan/modulos/enlaces/dispo_potencia/reles.htm)

2013-05-28

[http://www.mcbtec.com/fuentes\\_lineales.htm](http://www.mcbtec.com/fuentes_lineales.htm)

2013 - 09 - 01

<http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/curso-de-plcs-avanzado/item/660-estructura-de-un-plc-m%C3%B3dulos-o-interfases-de-entrada-y-salida-e-s.html#sthash.ltdv4Vpu.dpuf>

2013 - 07 - 16

## **6. FUENTE DE ALIMENTACIÓN**

[http://www.mcbtec.com/fuentes\\_lineales.htm](http://www.mcbtec.com/fuentes_lineales.htm)

2013 - 08-25

<http://www.monografias.com/trabajos88/fuentes-pcs/fuentes-pcs.shtml>

2013 - 08-25

[http://www.ofer.com/articulos\\_electronica/fuentes\\_de\\_alimentacion.html](http://www.ofer.com/articulos_electronica/fuentes_de_alimentacion.html)

2013 - 08-25

## **7. FUENTE DE ALIMENTACIÓN SITOP**

<http://www.automation.siemens.com/mcms/power-supply-sitop/es/modular/Pages/Default.aspx>

2013 - 08 - 10

## **8. LABVIEW**

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

2013 - 08 - 10

## **9. MOTORES**

<http://www.areatecnologia.com/EL%20MOTOR%20ELECTRICO.htm>

03-07-2013

<http://www.monografias.com/trabajos93/motores-electricos/motores-electricos.shtml#motoreleca#ixzz2Xz518jkq>

2013 - 07 - 02

<http://www.monografias.com/trabajos93/motores-electricos/motores-electricos.shtml>

03-07-2013

<http://www.ojocientifico.com/2011/09/29/motor-electrico-como-funciona>

03-07-2013

<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>

03-07-2013

#### **10. PLC Siemens SIMATIC S7-1200 CPU 1214C**

<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

2013 - 08 - 10

#### **11. POLEAS**

<http://luyvis.blogspot.com/2012/04/las-poleas-y-sus-clases.html>

2013 - 07 - 04

<http://www.tiposde.org/ciencias-exactas/438-tipos-de-poleas/#ixzz2Y9Fw9K8N>

2013 - 07 - 04

<http://www.tiposde.org/ciencias-exactas/438-tipos-de-poleas/>

2013 - 07 - 04

## **12. PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS**

<http://luis.izqui.org/resources/ProgOrientadaObjetos.pdf>

2013 - 09 - 03

<http://www.monografias.com/trabajos/objetos/objetos.shtml>

2013 - 09 - 03

[http://zarza.usal.es/~fgarcia/doc/tuto2/l\\_1.htm](http://zarza.usal.es/~fgarcia/doc/tuto2/l_1.htm)

2013 - 09 - 03

<http://dis.um.es/~jfernand/0506/dai/poo.pdf>

2013 - 09 - 03

## **13. SENSOR**

<http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Tutorial/TECNO5.pdf>

2013 - 08 - 16

<http://r-luis.xbot.es/sensores/index.html>

2013 - 08 - 16

<http://www.unet.edu.ve/~ielectro/sensores.pdf>

2013 - 08 - 16

<http://www.arian.cl/downloads/nt-002.pdf>

2013 - 08 – 16

<http://es.scriDB.com/doc/97921221/Sensores-RTD>

2013 - 08 – 18

<http://www.ignogantes.net/sensores-discretos-npn-o-pnp/>

2013 - 08 – 18

<http://www.dte.uvigo.es/recursos/inductivos/INDUCTIVOS/normas/simbologia.htm>

2013 - 08 – 18

**14. Sensor IBEST Pes-R18POC3MD**

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/m18-photo-sensor-switch-photo-electric-sensor-switch-through-beam-sensor-switchl-ibest--423040953.html>

2013 - 08 - 08

**15. SISTEMA SCADA HMI**

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2978/1/2%20%20CAPITULO%20I.pdf>

2013 - 08 – 25

[http://www.generatetecnologias.es/sistemas\\_hmi.html](http://www.generatetecnologias.es/sistemas_hmi.html)

2013 - 08 – 25

<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>

2013 - 08 – 25



<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>

2013 - 08 - 25

## **16. SISTEMAS DE TRANSPORTE**

<http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/medios-y-gesti%C3%B3n-del-transporte/>

2013 - 06 - 15

[http://www.machinestock.com/content/GM\\_108/ES/Sistemas%20de%20transporte.php](http://www.machinestock.com/content/GM_108/ES/Sistemas%20de%20transporte.php)

2013 - 06 - 15

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Metodos-De-Transporte-De-Liquidos/1909099.html>

2013 - 06 - 15

[http://www.ecured.cu/index.php/Transportador de cangilones](http://www.ecured.cu/index.php/Transportador_de_cangilones)

2013 - 07 - 02

## **17. TIA PORTAL**

<http://www.industry.siemens.com/topics/global/es/tia-portal/pages/default.aspx>

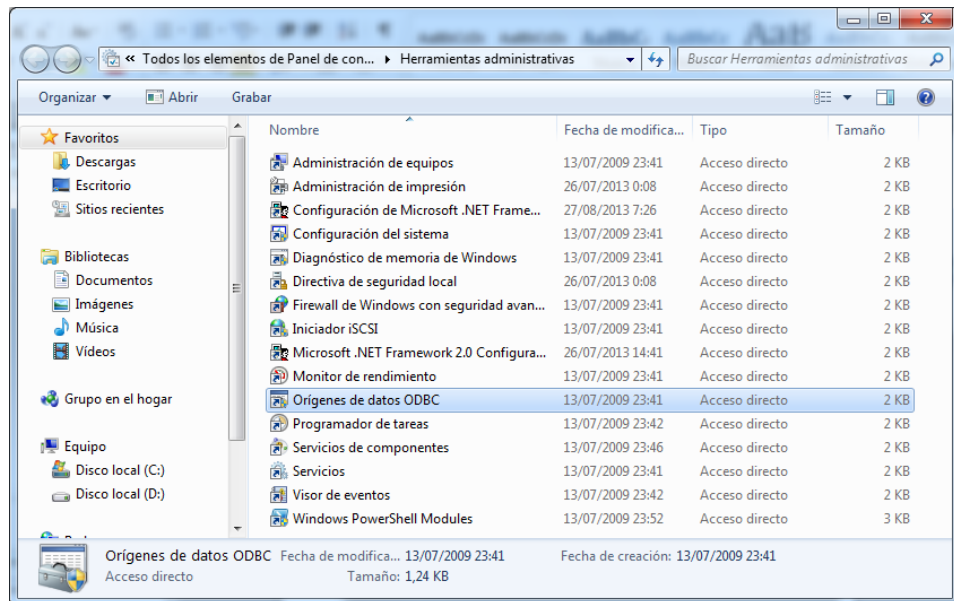
2013 - 08 - 10

**ANEXO**

## MANUAL TÉCNICO DE CONFIGURACIÓN DEL ACCESO A LA BASE DE DATOS

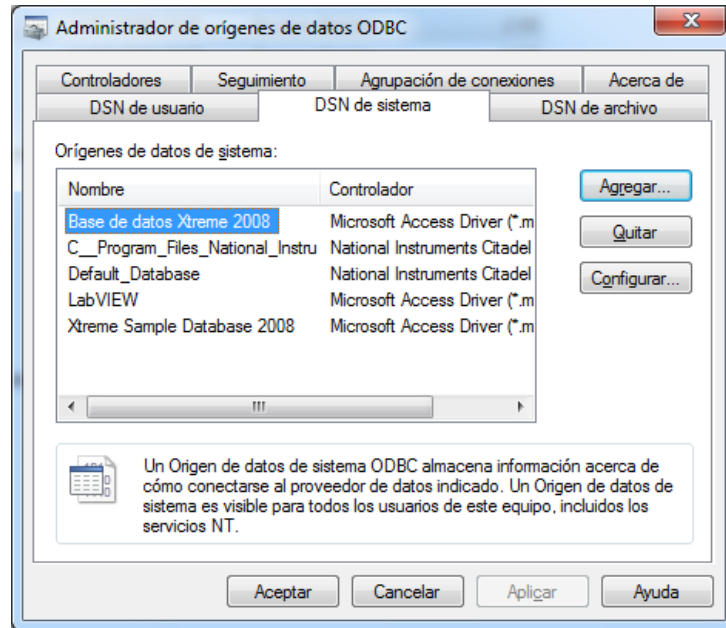
### A) Configuración del controlador del cliente ODBC para acceder a la base de datos.

1. En el **Panel de control** de Windows, seleccionar **Herramientas administrativas** y abrir **Orígenes de datos (ODBC)** como se muestra en la Figura 1.

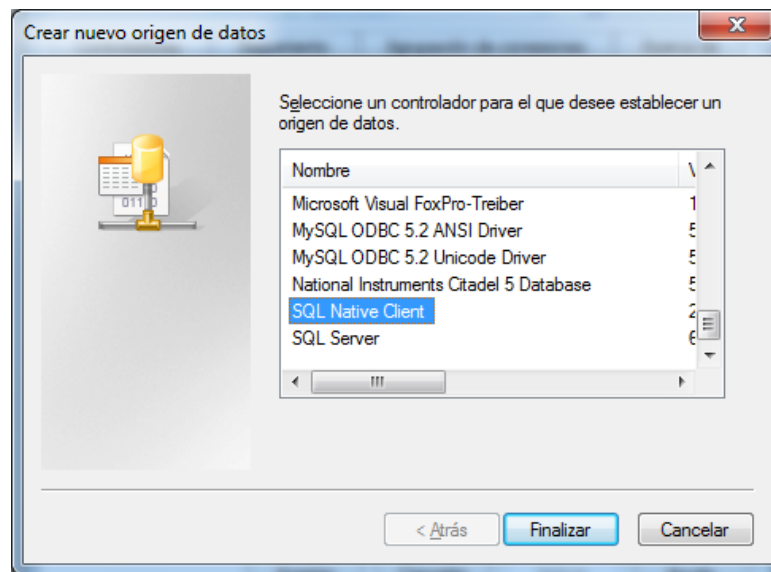


**Figura 1.** Ventana de acceso a herramientas administrativas y selección de orígenes de datos ODBC

2. Seleccionar y hacer clic en la pestaña **DSN de sistema** como se muestra en la Figura 2.
3. Hacer clic en **Agregar** y aparece una lista con todos los controladores de cliente ODBC del equipo. Para configurar un controlador para el origen de datos seleccionar **Sql Native Client** como se muestra en la Figura 3, lo cual permite acceder a la base de datos de SQL SERVER 2005.

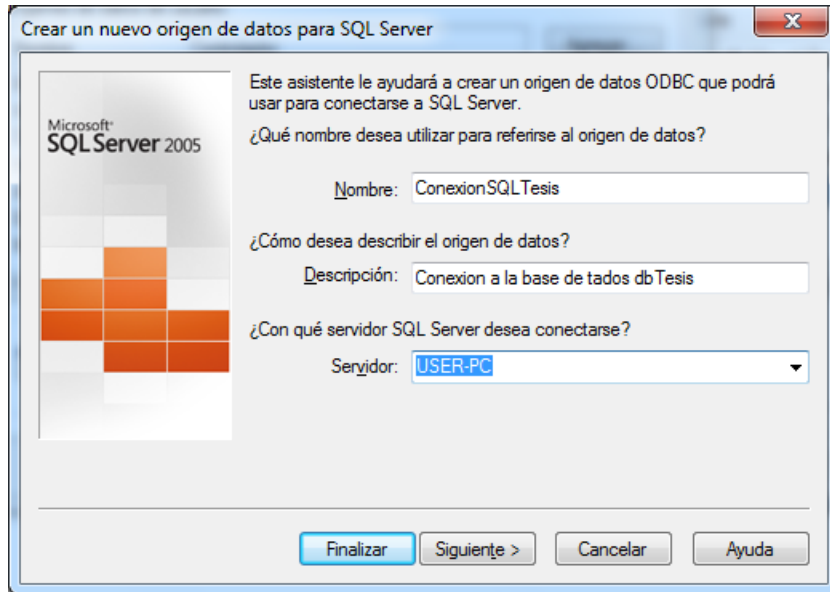


**Figura 2.** Pestaña DNS de sistema.



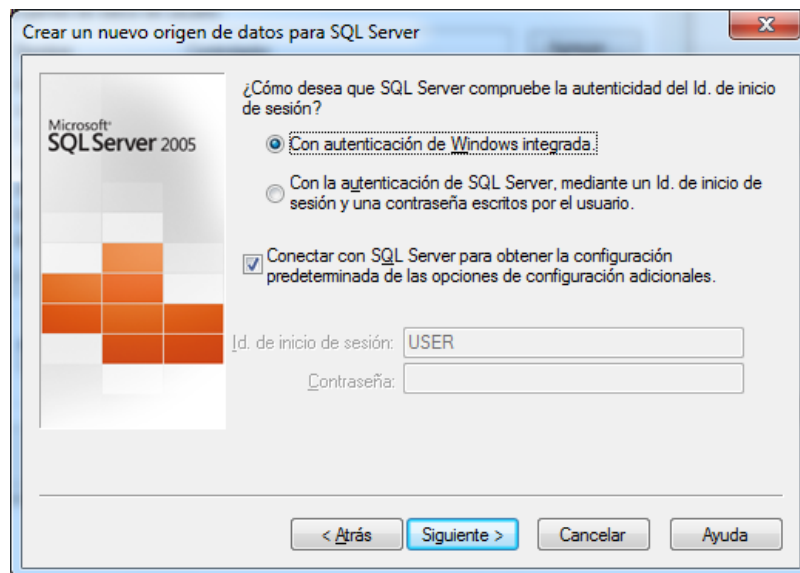
**Figura 3.** Selección SQL Native Client

4. Agregar un nombre al origen de datos, una descripción del origen y el seleccionar el servidor al cual se va acceder, como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4.** Ventana con el nombre, descripción y servidor del origen de datos para ODBC

5. Seleccionar la forma de autenticación para acceder a la base de datos como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Pantalla de selección del modo de autenticación del inicio de sección.

6. Seleccionar y establecer cuál es la base de datos a la que se quiere utilizar y proceder a poner como predeterminada. Tal como se muestra en la Figura 6.

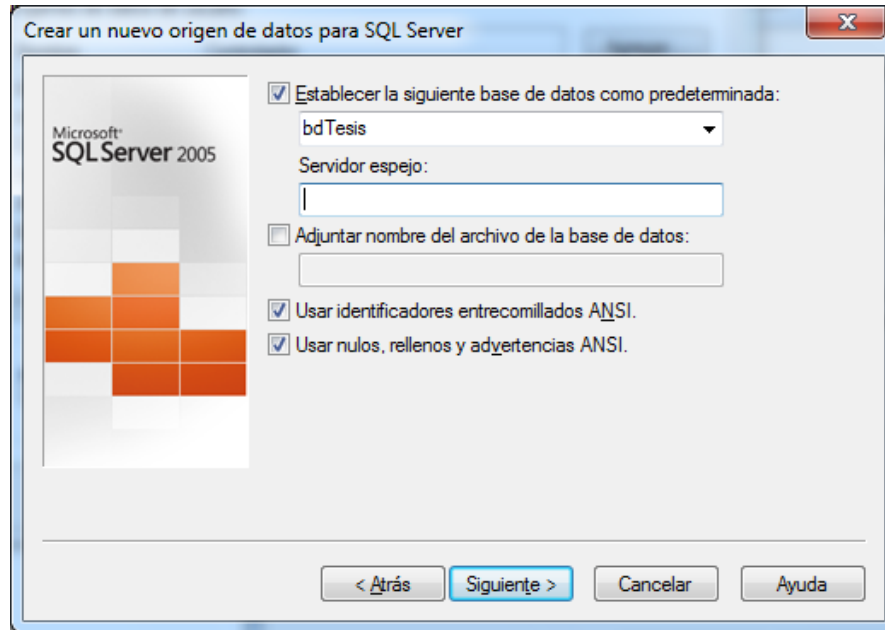


Figura 6. Selección de la base de datos como predeterminada.

7. Finalmente damos clic en finalizar para concluir el asistente de origen de datos ODBC como se muestra en la Figura 7.

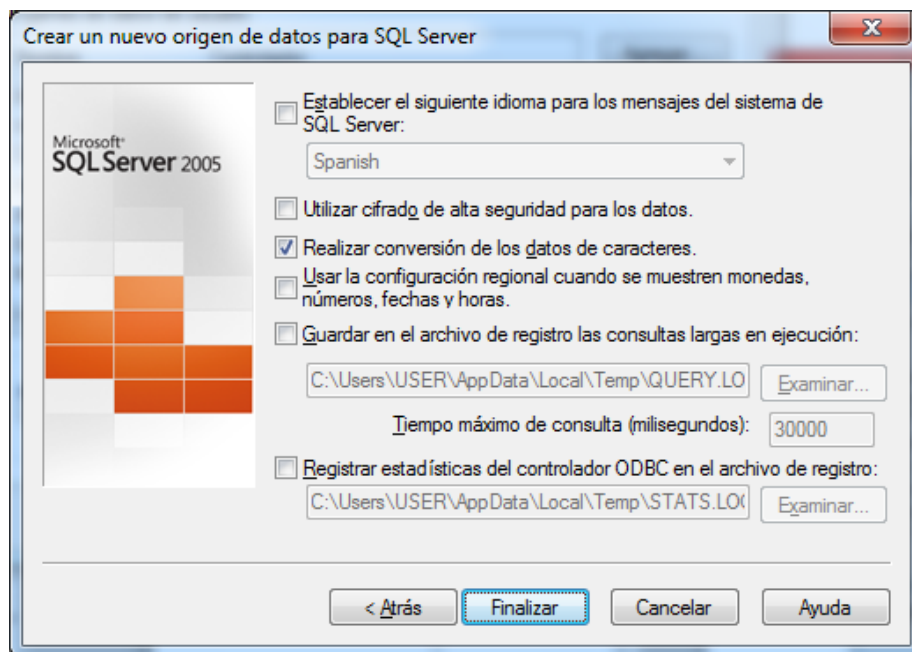
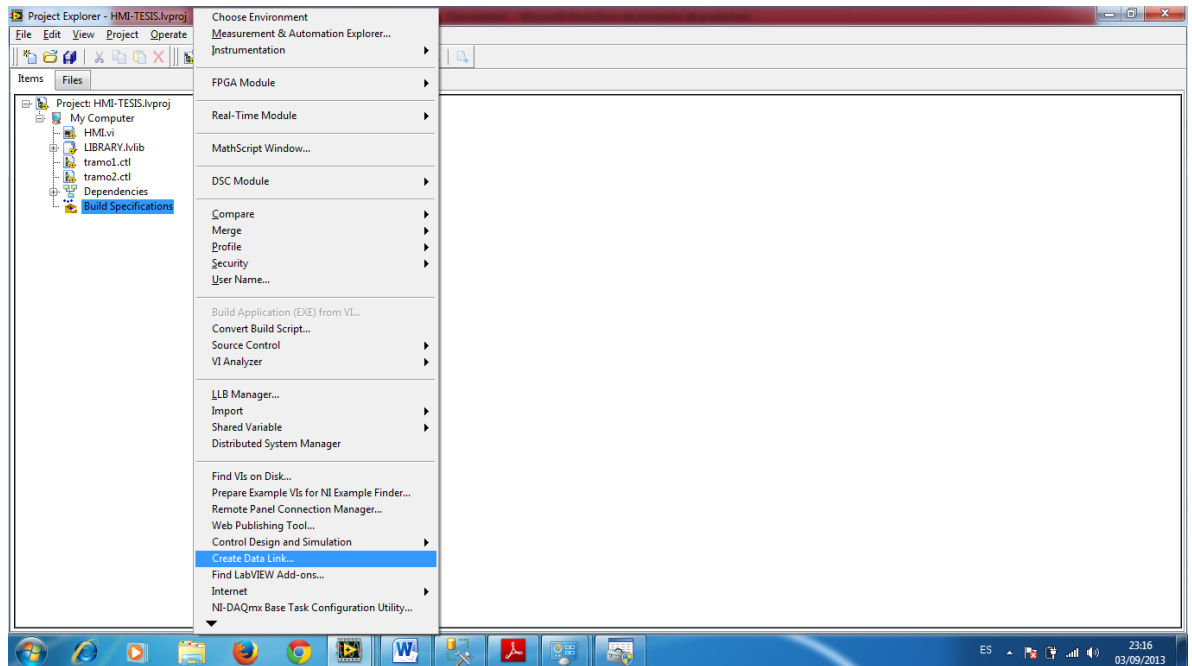


Figura 7. Ventana de finalización del asistente de configuración del origen de datos ODBC.

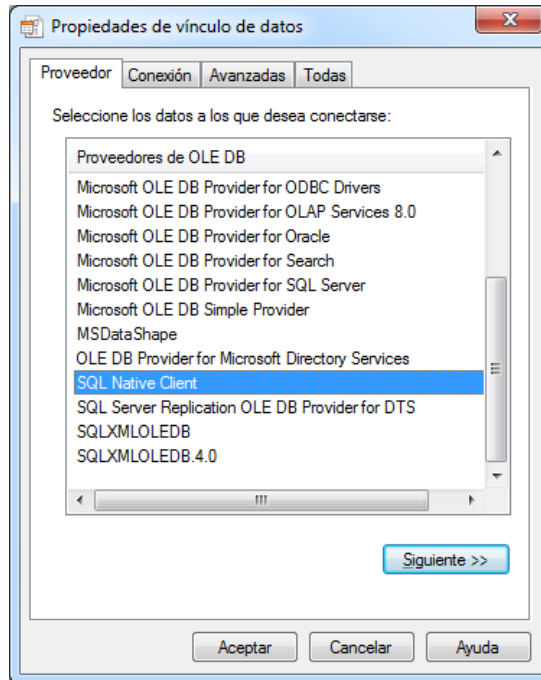
## B) Configuración del acceso a la base de datos desde LabVIEW

1. Para poder acceder a la base de datos desde LabVIEW demos previamente haber configurado el origen de datos ODBC. Dentro de la interfaz del programa de LabVIEW seleccionar **Tools** y se despliega un menú de opciones en seleccionar **Create Data Link**, como se muestra en la Figura 8.

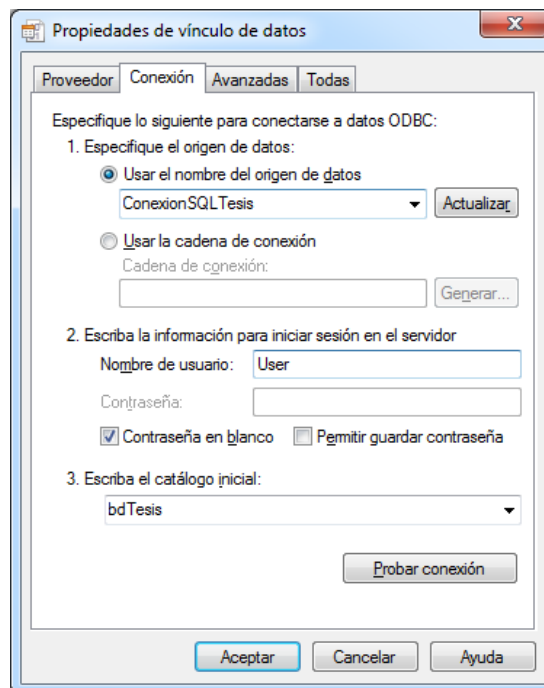


**Figura 8.** Pantalla de despliegue de opciones del menú Tools de la interfaz de LabVIEW.

2. En el cuadro de dialogo propiedades de vinculo de la base de datos en la pestaña Proveedor seleccionar **SQL Native Client** y dar clic en **Siguiente** tal como se muestra en la Figura 9.
3. En la pestaña **Conexión** seleccionar el origen de datos creado mediante el asistente del origen de datos del ODBC, escribir el nombre del usuario de inicio de sección en el servidor y seleccionar el catalogo inicial como se muestra en la Figura 10. Y dar clic en **Aceptar**.
4. Escribir un nombre para guardar la conexión de acceso de la base de datos como se muestra en la Figura 11.

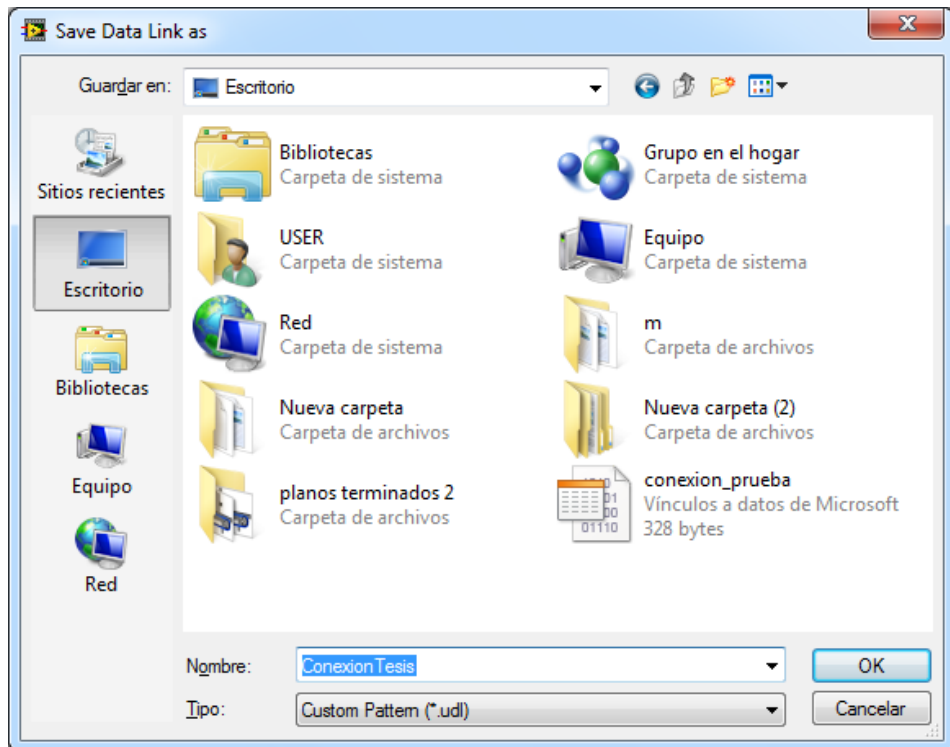


**Figura 9.** Ventana de selección del proveedor del origen de datos para acceder a la conexión a la base de datos mediante ODBC.



**Figura 10.** Pantalla de selección del origen de datos, nombre del usuario de inicio de sesión y catálogo o base de datos inicial.

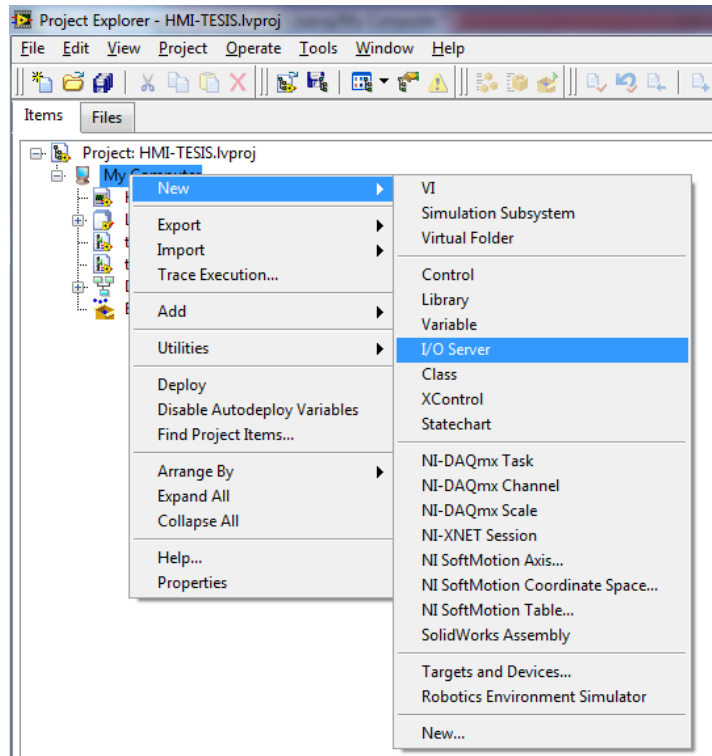




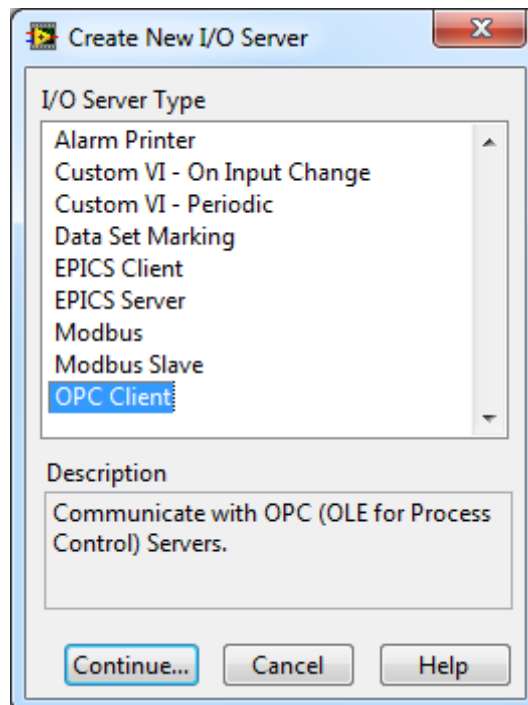
**Figura 11.** Cuadro de dialogo para guardar la conexión a la base de datos.

**C) Registas y guardar los palets transportados en la base de datos desde LabVIEW.**

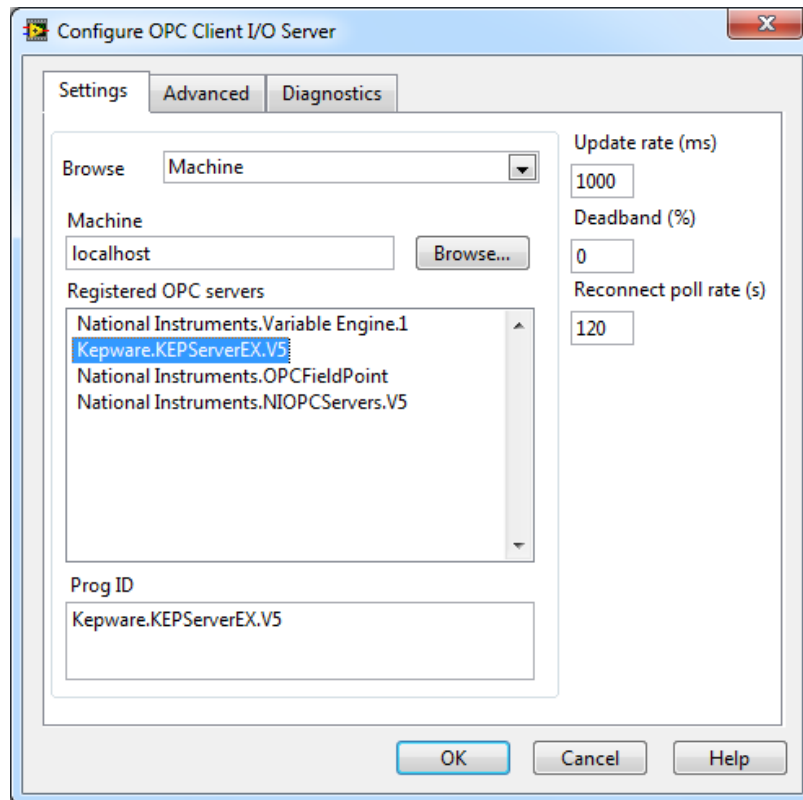
1. Una vez que se ha creado un proyecto procedemos a comunicarnos con el OPC mediante la creacion de una Librería la misma que se realiza dando clic en derecho sobre My Computer del menu del proyecto. Seleccionar New, y dar clien en I/O Server como se muestra en la Figura 12.
2. Para crear una nueva librería de acceso al OPC seleccionar **OPC Client** como se muestra en la Figura 13 y dar clic en **continue**.
3. Ventana de sección del servidor OPC al cual está configurado el PLS SIEMENS S1200 en este caso Kepware.KEPServerEX.V5. como se muestra en la Figura 14.
4. Para agregar una entrada al servidor OPC hacer clic derecho sobre OPC1 y seleccionar View I/O Items como se muestra en la Figura 15.



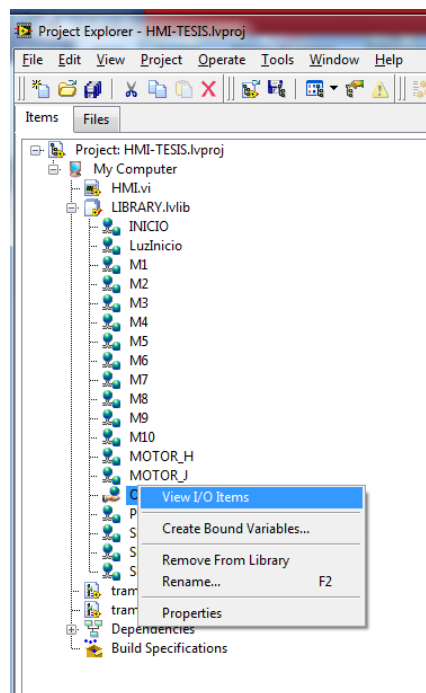
**Figura 12.** Pantalla de comunicación con el OPC server.



**Figura 13.** Ventana de selección y configuración del OPC Cliente

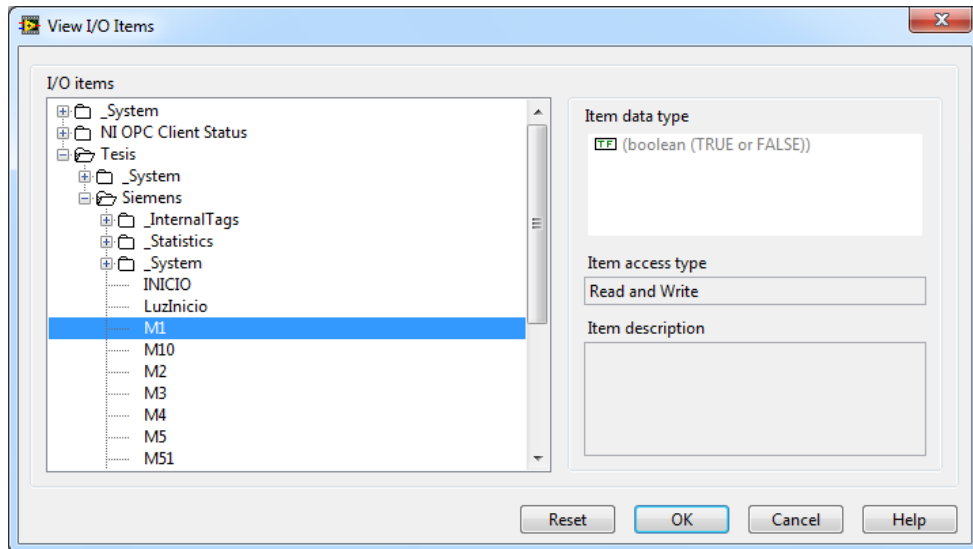


**Figura14.** Ventana de selección del servidor OPC al cual está conectado el PLC SIEMENS S1200.



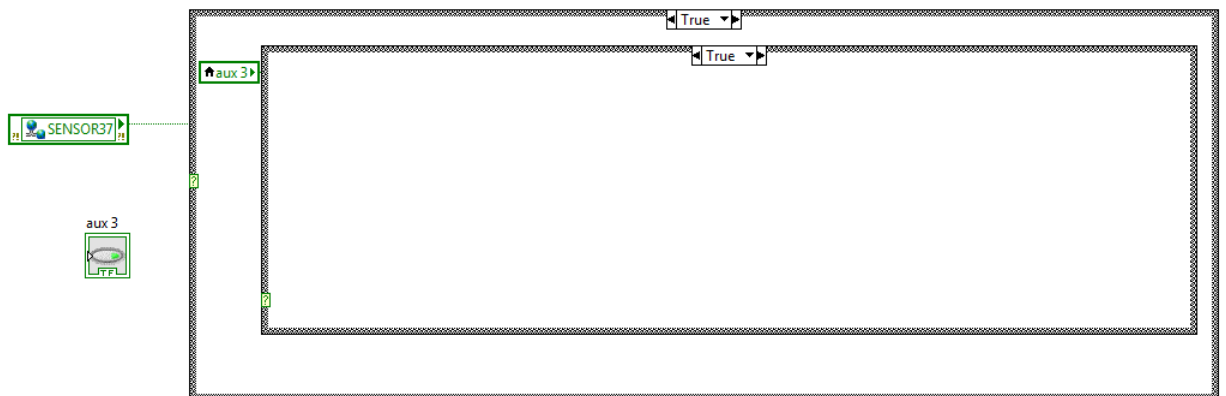
**Figura 15.** Pantalla para agregar una entrada o salida de los dispositivos instalados y conectados al PLC SIEMENS S1200.

5. Ventana de selección de Entradas/Salidas de los dispositivos conectados al PLC SIEMENS S1200 y utilizadas en la interfaz de LabVIEW para enviar las señales captadas por los sensores a la base de datos como se muestra en la Figura 16.



**Figura 16.** Ventana de selección de las Entradas y Salidas utilizadas en LABVIEW

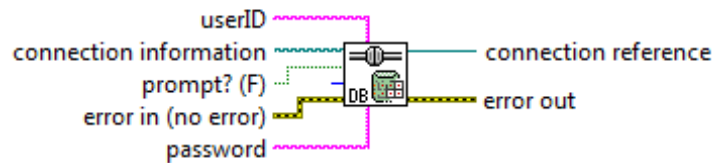
6. Para guardar en la base de datos cada vez que los sensores detecta un palet utilizaremos los siguientes una serie de objetos el cual nos permitirá armar una estructura para insertar datos en la tabla del sensor.
  - 6.1. Agregamos desde el explorador del proyecto la entrada del sensor como variable la misma que se conecta a una secuencia lógica case. Dentro de la sentencia case se encuentra una variable local auxiliar que nos ayudara a controlar la sentencia case interna como se muestra en la Figura 17.



**Figura 17.** Estructuras lógica de dos case conectadas a las variables Sensor36 y aux3

- 6.2. En el interior de las estructuras agregar los componentes que permiten conectarse a la base de datos para aquello necesitaremos Tools Open Connection y Tools Insert Connection. Como se muestra en las Figuras 18 y 19.

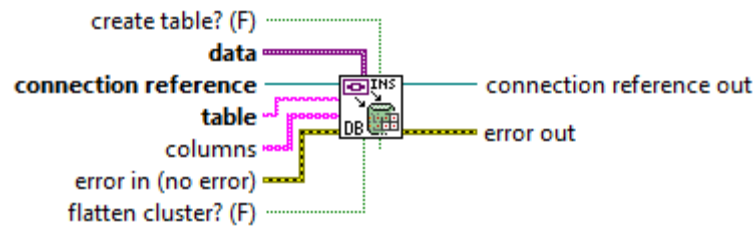
**NI\_Database\_API.lvlib:DB Tools Open Connection.vi**



Opens a database connection using the connection information path and returns a connection reference. If **prompt?** is set to TRUE, LabVIEW displays a dialog box to set up the connection. Wire data to the **connection information** input to determine the polymorphic instance to use or manually select the instance.

**Figura 18.** Componente Tools Open Connctions

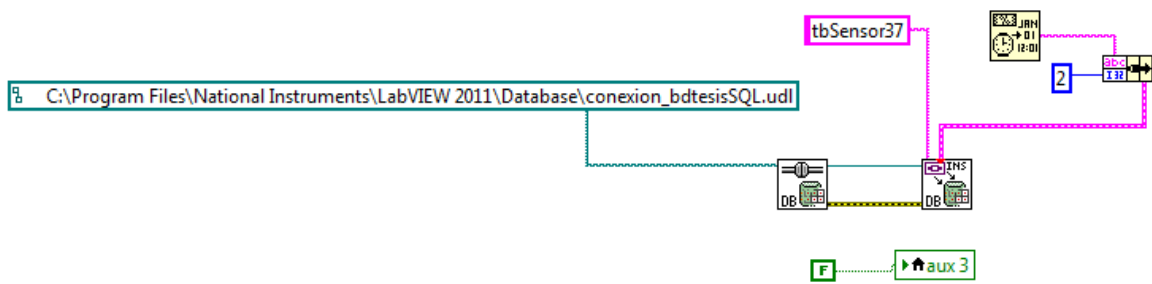
**NI\_Database\_API.lvlib:DB Tools Insert Data.vi**



Inserts a new row into the table in the database identified by the **connection reference**.

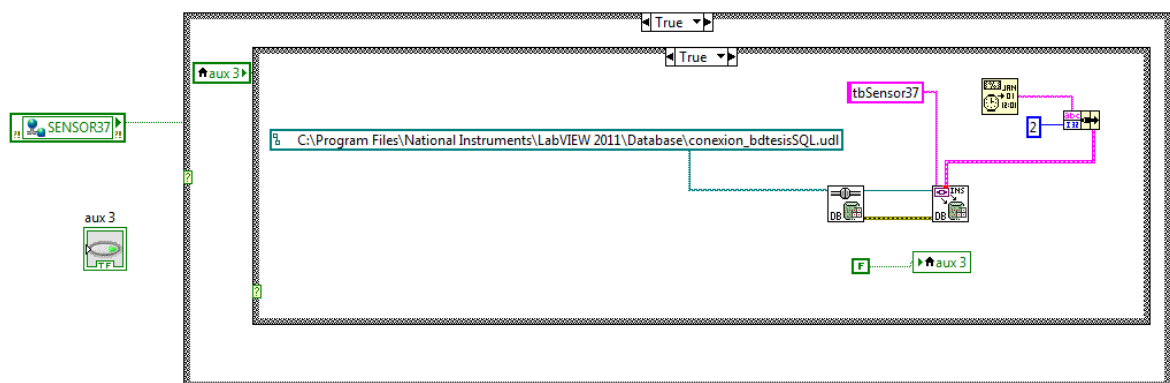
**Figura 19.** Componecte Tools Insert Data

- 6.3. A continuación unimos los componentes de conexión e inserción de datos de tal manera que la entrada del uno corresponda a la otra. También especificamos la dirección del archivo de conexión y la tabla al cual queremos ingresar con los respectivos datos agrupados en un clusters. Tal como se muestra en la Figura 20.



**Figura 20.** Acoplamiento de los componentes de comunicación e inserción.

- 6.4. Finalmente obtendremos el siguiente acoplamiento de todos los componentes utilizados para insertar las señales de detección de los palets a una tabla que se encuentra en la base de datos como se muestra en la Figura 21.



**Figura 21.** Componentes correctamente conectados para ingresar datos a una tabla dentro de la base de datos.

