

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE REDES INDUSTRIALES  
USANDO CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES**

**ALEXANDER QUINTERO RUIZ  
CÉSAR AUGUSTO SÁNCHEZ PÉREZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA  
BUCARAMANGA  
2005**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE REDES INDUSTRIALES  
USANDO CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES**

**ALEXANDER QUINTERO RUIZ  
CÉSAR AUGUSTO SÁNCHEZ PÉREZ**

**TRABAJO DE GRADO**

**DIRECTORA  
ING. NAYIBE CHIO CHO**

**ASESOR  
M. En C. OMAR LENGERKE PÉREZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA  
BUCARAMANGA  
2005**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Bucaramanga 26 de Mayo del 2005**

## DEDICATORIA

A lo largo de nuestras vidas siempre han existido personas que nos han dado su apoyo con sus consejos algunas veces fuertes en otras ocasiones no tanto, pero siempre con la única intención de brindarnos el apoyo que nos fortalezca moralmente para continuar con nuestros sueños, con nuestras aspiraciones, porque desde muy niños su entereza ha fundamentado con su ejemplo a los hombres que la sociedad recibe hoy, y que con su presencia nos inculcarán siempre una razón para ser personas con convicción de entrega a nuestra sociedad como seres humanos y profesionales, nuestros padres.

## AGRADECIMIENTOS

La vida esta llena de sueños, pero detrás de ellos siempre existe Dios y el calor humano de un padre, un amigo, un conocido e inclusive extraños que contribuyen de una u otra forma en la conquista de una meta, por ello queremos aprovechar estas líneas para dar un sincero agradecimiento a ellos, a esos eslabones de un sueño hoy hecho realidad en la elaboración de este Trabajo de grado.

A Dios, por permitirnos hacer una pausa en la vida y agradecer las fuerzas de flaqueza que en la adversidad siempre encontramos en él.

A nuestros padres quienes con su apoyo representan el valuarte de dedicar la vida en la obtención de un sueño y que con su inmejorable e incondicional acompañamiento desde niños nos enseñaron a pescar ideales.

A nuestros hermanos quienes creciendo en el núcleo de la familia y persiguiendo sueños distintos representan los amigos de sangre y la parte más humana junto a nuestros padres.

A nuestros docentes, que con sus enseñanzas aportan el carburante que como hilos invisibles son fuente de nuestras acciones enfundadas en sus conocimientos.

A Eduardo Calderón Porras, Decano de la facultad de Ingeniería Mecatrónica, quien como timonel de la joven facultad creyó en nosotros y apoyó en inmejorables condiciones.

A Omar Lengerke Pérez, Docente de la Facultad, quien con sus consejos prácticos y apoyo más que un instructor representó la figura de una mano amiga en el desarrollo de este Trabajo de grado.

A Nayibe Chio Cho, Docente de la Facultad, quien con sus consejos y crítica constructiva nos orientó en la realización de este Trabajo de Grado.

A la planta docente del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Estado de México, quienes acompañaron en el desarrollo de nuestra práctica empresarial. Fueron ellos quienes nos acogieron en el seno de sus instalaciones y compartieron los conocimientos para nuestra formación, muchas gracias al Dr. Dante Jorge Dorantes González, M. En C. Moisés Manzano Herrera, M. En C. Virgilio Vásquez López, M. En C. Guillermo Sandoval Benítez, y no podríamos olvidar a un amigo que nos ofreció su apoyo, su casa, su carro y la vida para compartirla con nosotros a través de sus experiencias y sus consejos al ING. Ricardo López.

A las doctoras Laura Rey y Leonor Galindo por abrirnos las puertas en el taller de "METODOLOGÍAS DE APRENDIZAJE", porque en el gesto de permitirnos participar en una actividad exclusiva para docentes llevamos el recuerdo de amigas colaboradoras y de unos excelentes seres humanos.

A toda la planta docente de la Facultad de Ingeniería Mecatrónica de la UNAB, M. En C. Alvaro Rey, Ing. Eduardo Rincón, Ing. Sebastián Roa, Dr. Antonio Faustino Muñoz Moner, Ing. Leonardo Virviescas, Ing. Daniel Ramírez, Ing. Ricardo Correa, Ing. Jesús Aristizabal e Ing. Silvio Cuello por compartir sus conocimientos en cada una de las áreas de instrucción.

A nuestros compañeros y amigos de carrera, Sergio Rodríguez, Ivanovich Lache, Luis Fernando García-Herreros, Elkin Veslin, Magda Morales, Javier Jurado, Hernán González y Luz Ángela Jiménez que con su apoyo en diversas circunstancias de este largo camino nunca dejaron de luchar junto a nosotros por lograr el mismo ideal.

A un amigo que brindó su tiempo y asistencia en el desarrollo de este material, Vladimir Pradilla.

A dos personas muy especiales, Jenny Elizabeth Salazar Espinosa y Lina Sofía Ortiz Ortiz quienes nos han acompañado y apoyado con su presencia.

A Paulina Hernández Rodríguez, la profesora y amiga que con su paciencia y amistad dedica su vida a cultivar en las personas una visión emprendedora con la identificación y explotación de sus potenciales.

A los amigos, que siempre han estado con nosotros y que les agradecemos de igual forma porque enriquecen esta hazaña.

# CONTENIDO

	<i>Pág.</i>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>1. OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>20</b>
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>20</b>
<b>2. ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. APRENDIZAJE ORIENTADO A PROYECTOS (POL).....</b>	<b>23</b>
2.1.1. <i>DEFINICIÓN.....</i>	<i>24</i>
2.1.2. <i>CARACTERÍSTICAS<sup>2,3</sup>.....</i>	<i>24</i>
2.1.2.1. <i>De los proyectos en la técnica:.....</i>	<i>24</i>
2.1.2.2. <i>De la técnica:.....</i>	<i>25</i>
2.1.3. <i>VENTAJAS.....</i>	<i>26</i>
2.1.4. <i>DIFICULTADES.....</i>	<i>27</i>
2.1.5. <i>ESTRUCTURA<sup>1</sup>.....</i>	<i>28</i>
2.1.5.1. <i>Modelo 1:.....</i>	<i>28</i>
2.1.5.2. <i>Modelo 2:.....</i>	<i>28</i>
2.1.5.3. <i>Modelo 3:.....</i>	<i>28</i>
2.1.6. <i>ROLES DE LOS ACTORES.....</i>	<i>29</i>
2.1.7. <i>LA EVALUACIÓN.....</i>	<i>30</i>
2.1.8. <i>EL ESTUDIO DE CASOS.....</i>	<i>30</i>
2.1.9. <i>DEFINICIÓN.....</i>	<i>31</i>
2.1.10. <i>CARACTERÍSTICAS.....</i>	<i>31</i>
2.1.11. <i>VENTAJAS.....</i>	<i>33</i>
2.1.12. <i>DIFICULTADES.....</i>	<i>33</i>

2.1.13.	ROLES DE LOS ACTORES .....	34
2.1.14.	LA EVALUACIÓN .....	35
<b>2.2.</b>	<b>APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP).....</b>	<b>36</b>
2.2.1.	DEFINICIÓN.....	36
2.2.2.	CARACTERÍSTICAS .....	37
2.2.3.	VENTAJAS .....	39
2.2.4.	ESTRUCTURA.....	40
2.2.4.1.	Diseño de escenarios.....	41
2.2.5.	ROLES DE LOS ACTORES .....	42
2.2.6.	LA EVALUACIÓN .....	42
<b>2.3.</b>	<b>METODOLOGÍA SOPORTE .....</b>	<b>45</b>
2.3.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	45
2.3.1.1.	Justificación.....	45
2.3.1.2.	Conocimientos y habilidades requeridas.....	46
2.3.1.3.	Competencias .....	46
<b>3.</b>	<b>NEUMÁTICA Y ELECTRONEUMÁTICA .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1.</b>	<b>ELEMENTOS.....</b>	<b>50</b>
3.1.1.	ELEMENTOS TRANSFORMADORES DE ENERGÍA .....	50
3.1.1.1.	Cilindros de simple efecto .....	50
3.1.1.2.	Cilindros de doble efecto.....	50
3.1.1.3.	Cilindros de doble efecto con amortiguación neumática regulable al fin del recorrido.....	50
3.1.1.4.	Cilindros de varias posiciones.....	51
3.1.2.	ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN Y PILOTAJE .....	51
3.1.2.1.	Formas de accionamiento:.....	53
	Acción manual:.....	53
	Acción mecánica: .....	54
	Acción neumática directa: .....	55
	Acción neumática indirecta:.....	56
	Acción eléctrica: .....	57
3.1.2.2.	Válvulas de dos, tres y cuatro vías.....	57
3.1.3.	ELEMENTOS DE MANTENIMIENTO Y TRANSMISIÓN DE ENERGÍA	
	62	
3.1.3.1.	Línea.....	62
3.1.3.2.	Conexión de línea .....	63
3.1.3.3.	Unidades de mantenimiento.....	63

<b>4. REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL .....</b>	<b>66</b>
<b>4.1. FAMILIA DEL SIMATIC S7 .....</b>	<b>66</b>
4.1.1. SOFTWARE.....	66
4.1.2. REDES DE COMUNICACIÓN.....	66
4.1.3. ENTRADAS / SALIDAS DISTRIBUIDAS .....	66
4.1.4. INTERFASE DEL OPERADOR.....	67
<b>4.2. EL EQUIPO S7 – 200 .....</b>	<b>67</b>
4.2.1. CARACTERÍSTICAS.....	67
4.2.2. FUNCIONES .....	67
<b>4.3. EL EQUIPO S7 – 300 .....</b>	<b>68</b>
4.3.1. CARACTERÍSTICAS.....	68
4.3.2. DATOS TÉCNICOS.....	69
4.3.2.1. Cantidad de bloques .....	70
4.3.2.2. Configuración del bastidor Entradas / Salidas.....	70
4.3.2.3. Conexión DP.....	70
4.3.3. ELEMENTOS DE LA CPU CENTRAL .....	70
4.3.3.1. Visualizaciones de Estado (Leds) .....	71
4.3.3.2. Lugar para un módulo de memoria .....	72
4.3.3.3. Lugar para la batería.....	72
4.3.3.4. Conexión MPI.....	72
4.3.4. ESPECTRO DE MÓDULOS.....	72
<b>4.4. VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA SIMATIC S7 .....</b>	<b>74</b>
4.4.1. EL PLC COMPACTO, S7 – 200.....	74
4.4.2. EL PLC MODULAR, S7 – 300.....	74
4.4.3. EL VERSÁTIL, S7 – 400.....	74
<b>4.5. PRINCIPIOS DE PROGRAMACIÓN .....</b>	<b>75</b>
4.5.1. ORGANIZACIÓN DE PROGRAMAS.....	75
4.5.1.1. Programa lineal .....	75
4.5.1.2. Programa dividido .....	75
4.5.1.3. Programa estructurado.....	75
4.5.2. TIPOS DE BLOQUES.....	76
4.5.2.1. Bloques de sistema.....	76
4.5.2.2. Bloques de usuario .....	76
4.5.2.3. Bloque de organización (OBs) .....	77
4.5.2.4. Bloque de función (FB).....	77

4.5.2.5.	<i>Bloque de datos (DBs)</i> .....	78
4.5.3.	<i>FORMATOS DE REPRESENTACIÓN</i> .....	78
4.5.4.	<i>TIPOS DE REPRESENTACIÓN</i> .....	79
4.5.4.1.	<i>Lista de instrucciones</i> .....	79
4.5.4.2.	<i>Diagrama de contactos</i> .....	80
4.5.4.3.	<i>Diagrama de funciones</i> .....	80
<b>5.</b>	<b>METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	<b>82</b>
<b>5.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>82</b>
<b>5.2.</b>	<b>NECESIDAD</b> .....	<b>84</b>
<b>5.3.</b>	<b>SOLUCIÓN</b> .....	<b>84</b>
<b>5.4.</b>	<b>VIABILIDAD</b> .....	<b>85</b>
<b>5.5.</b>	<b>METODOLOGÍA DE DISEÑO</b> .....	<b>85</b>
5.5.1.	<i>PROFUNDIZACIÓN</i> .....	85
5.5.2.	<i>CAPACITACIÓN</i> .....	86
5.5.3.	<i>DESARROLLO DEL PROYECTO</i> .....	86
<b>5.6.</b>	<b>INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍA</b> .....	<b>87</b>
<b>5.7.</b>	<b>PROTOTIPO</b> .....	<b>87</b>
5.7.1.	<i>MANUAL DE PRÁCTICAS</i> .....	87
5.7.1.1.	<i>Selección de la metodología de aprendizaje</i> .....	88
5.7.1.2.	<i>Diseño del contenido de la Práctica</i> .....	88
5.7.1.3.	<i>Diseño del Formato</i> .....	89
5.7.1.4.	<i>Materiales del laboratorio</i> .....	90
5.7.1.5.	<i>Temario de Prácticas</i> .....	90
5.7.2.	<i>CD DIDÁCTICO</i> .....	95
5.7.2.1.	<i>Diseño</i> .....	96
5.7.2.2.	<i>Etapas de elaboración</i> .....	97
5.7.2.3.	<i>Presentación del CD didáctico</i> .....	98
Imagen institucional	.....	99
Barra de tareas	.....	100
Barra de acceso directo	.....	106
Búsqueda directa	.....	107
Botones de desplazamiento	.....	107
Prácticas	.....	107
5.7.2.4.	<i>Estructura de la Información</i> .....	111
Carpeta Anexos	.....	111
Carpeta docs_anexos	.....	112
Carpeta extras	.....	113

Carpeta images .....	113
Carpeta practicas .....	114
Carpeta videos .....	115
5.7.2.5. <i>Difusión del CD didáctico</i> .....	116
5.7.3. <b>BANCO DE PRUEBAS</b> .....	116
5.7.3.1. <i>Características</i> .....	117
5.7.3.2. <i>Funcionamiento</i> .....	118
Fase de la conexión para 110 V .....	119
Neutro de la conexión para 110 V .....	120
Nodos para energizar el banco de pruebas .....	120
Nodos para los Sensores S1, S2, S3, S4 .....	121
Switch de control STAR .....	123
Switch de control STOP .....	123
Nodos de control para bobinas .....	124
Nodos para Lámparas a 24V .....	125
Nodo para energizar bobina de relé .....	125
Nodo para energizar zumbador .....	127
Sujeción de electroválvulas .....	128
Sujeción de cilindros .....	128
Panel de control .....	129
5.7.3.3. <i>Mantenimiento</i> .....	129
Mantenimiento Preventivo .....	129
Mantenimiento Correctivo .....	130
Recomendaciones .....	131
<b>5.8. PRUEBAS</b> .....	<b>132</b>
5.8.1. <i>PRUEBA BASE</i> .....	133
5.8.2. <i>PRUEBA PRELIMINAR</i> .....	133
5.8.3. <i>PRUEBA DE VALIDACIÓN</i> .....	133
5.8.3.1. <i>Resultados</i> .....	134
<b>5.9. EJECUCIÓN</b> .....	<b>142</b>
5.9.1. <i>ACTIVIDAD PREVIA</i> .....	143
5.9.2. <i>DESARROLLO EXPERIMENTAL</i> .....	143
5.9.3. <i>ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA</i> .....	143
5.9.4. <i>NOTIFICACIÓN DE RECOMENDACIONES</i> .....	145
5.9.5. <i>CORRECCIONES EN EL CD</i> .....	146
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>147</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>149</b>

<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>150</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>152</b>
<b>9.1. ANEXO 1.....</b>	<b>153</b>
<b>9.2. ANEXO 2.....</b>	<b>165</b>
<b>9.3. ANEXO 3.....</b>	<b>168</b>
<b>9.4. ANEXO 4.....</b>	<b>169</b>
<b>9.5. ANEXO 5.....</b>	<b>173</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<i><b>Pág.</b></i>
<b>FIGURA 1</b> Cilindro de simple efecto.....	50
<b>FIGURA 2</b> Cilindro de doble efecto .....	50
<b>FIGURA 3</b> Cilindro de doble efecto con amortiguación neumática.....	51
<b>FIGURA 4</b> Dos posiciones.....	51
<b>FIGURA 5</b> Cuatro vías.....	52
<b>FIGURA 6</b> Válvula 2/2 con muelle .....	57
<b>FIGURA 7</b> Válvula 3/2 normalmente cerrada con muelle .....	58
<b>FIGURA 8</b> Válvula 3/2 normalmente abierta con muelle .....	58
<b>FIGURA 9</b> Válvula 4/2 normalmente abierta con muelle .....	58
<b>FIGURA 10</b> Válvula 3/3 .....	59
<b>FIGURA 11</b> Válvula 4/3 con centro cerrado.....	59
<b>FIGURA 12</b> Válvula 4/3 con centro flotante.....	60
<b>FIGURA 13</b> Válvula temporizada 3/2.....	60
<b>FIGURA 14</b> Válvula antirretorno .....	60
<b>FIGURA 15</b> Selector de circuito.....	61
<b>FIGURA 16</b> Escape rápido .....	61
<b>FIGURA 17</b> Regulador de caudal .....	62
<b>FIGURA 18</b> Regulador de caudal programable .....	62
<b>FIGURA 19</b> Línea .....	62
<b>FIGURA 20</b> Conexión de línea .....	63
<b>FIGURA 21</b> Regulador sin escape .....	63
<b>FIGURA 22</b> Regulador con escape .....	63
<b>FIGURA 23</b> Filtro .....	64
<b>FIGURA 24</b> Unidad de mantenimiento .....	64
<b>FIGURA 25</b> Símbolo simplificado .....	64

<b>FIGURA 26</b> Purga Automática.....	64
<b>FIGURA 27</b> Manómetro.....	65
<b>FIGURA 28</b> Silenciador .....	65
<b>FIGURA 29</b> Plan de acción.....	83
<b>FIGURA 30</b> Página principal.....	98
<b>FIGURA 31</b> Introducción al material del CD .....	99
<b>FIGURA 32</b> Imagen institucional .....	99
<b>FIGURA 33</b> Barra de tareas .....	100
<b>FIGURA 34</b> Página de evaluación.....	100
<b>FIGURA 35</b> Ventana de requerimientos .....	101
<b>FIGURA 36</b> Modulo evaluativo .....	102
<b>FIGURA 37</b> Página de resultados de la evaluación.....	103
<b>FIGURA 38</b> Ventana con definición de términos .....	103
<b>FIGURA 39</b> Página de búsqueda .....	104
<b>FIGURA 40</b> Ventana de Resultados de búsqueda .....	104
<b>FIGURA 41</b> Contenido de los Módulos y Anexos .....	105
<b>FIGURA 42</b> Menú de Prácticas .....	106
<b>FIGURA 43</b> Barra de acceso directo .....	106
<b>FIGURA 44</b> Recuadro de búsqueda directa .....	107
<b>FIGURA 45</b> Botones de desplazamiento.....	107
<b>FIGURA 46</b> Página de una Práctica.....	108
<b>FIGURA 47</b> Botones de desplazamiento en las Prácticas.....	108
<b>FIGURA 48</b> Link de retorno .....	109
<b>FIGURA 49</b> Link de acceso a anexo .....	109
<b>FIGURA 50</b> Link de descarga.....	109
<b>FIGURA 51</b> Página de Lista de Materiales.....	110
<b>FIGURA 52</b> Imagen de PC Adapter.....	110
<b>FIGURA 53</b> Estructura de la información.....	111
<b>FIGURA 54</b> Carpeta Anexos .....	112
<b>FIGURA 55</b> Carpeta docs_anexos .....	112
<b>FIGURA 56</b> Carpeta extras.....	113

<b>FIGURA 57</b> Carpeta images.....	114
<b>FIGURA 58</b> Carpeta practicas.....	115
<b>FIGURA 59</b> Carpeta videos.....	115
<b>FIGURA 60</b> Banco de Pruebas.....	117
<b>FIGURA 61</b> Nodos de Conexión.....	118
<b>FIGURA 62</b> Nodos para conexión Fase .....	119
<b>FIGURA 63</b> Nodos para la conexión Neutro.....	120
<b>FIGURA 64</b> Nodos para conexión de 24 V.....	121
<b>FIGURA 65</b> Nodos para los Sensores.....	121
<b>FIGURA 66</b> Nodos para disponer de señales de Sensores .....	122
<b>FIGURA 67</b> Nodo switch START.....	123
<b>FIGURA 68</b> Nodo switch STOP.....	123
<b>FIGURA 69</b> Nodos de Control para bobinas.....	124
<b>FIGURA 70</b> Nodos para conectar electroválvula.....	124
<b>FIGURA 71</b> Nodos para lámparas a 24 V.....	125
<b>FIGURA 72</b> Nodos para energizar bobina de relé.....	126
<b>FIGURA 73</b> Nodos para energizar zumbador.....	127
<b>FIGURA 74</b> Espacio para sujeción de electroválvula .....	128
<b>FIGURA 75</b> Espacio para sujeción de cilindro.....	128
<b>FIGURA 76</b> Panel de control .....	129
<b>FIGURA 77</b> Plan de Pruebas.....	132
<b>FIGURA 78</b> Pregunta 1 .....	135
<b>FIGURA 79</b> Pregunta 2 .....	135
<b>FIGURA 80</b> Pregunta 3 .....	136
<b>FIGURA 81</b> Pregunta 4 .....	137
<b>FIGURA 82</b> Pregunta 5 .....	138
<b>FIGURA 83</b> Pregunta 6 .....	139
<b>FIGURA 84</b> Pregunta 7 .....	139
<b>FIGURA 85</b> Pregunta 8 .....	140
<b>FIGURA 86</b> Pregunta 9 .....	141
<b>FIGURA 87</b> Pregunta 10.....	142

## LISTA DE TABLAS

	<i>Pág.</i>
<b>Tabla 1</b> Formas de evaluación en el proceso ABP.....	43
<b>Tabla 2</b> Ejemplos de Válvulas .....	52
<b>Tabla 3</b> Formas de Accionamiento Manual .....	53
<b>Tabla 4</b> Formas de accionamiento Mecánico.....	54
<b>Tabla 5</b> Formas de acción Neumática directa .....	55
<b>Tabla 6</b> Formas de acción Neumática indirecta .....	56
<b>Tabla 7</b> Formas de accionamiento Eléctrico.....	57
<b>Tabla 8</b> Especificaciones técnicas de las CPU's .....	69
<b>Tabla 9</b> Características de los Bloques en los programas .....	77
<b>Tabla 10</b> Materiales del Laboratorio de Automatización Industrial .....	90
<b>Tabla 11</b> Temario de Redes Industriales.....	91
<b>Tabla 12</b> Descripción de la simbología del banco de Pruebas.....	118
<b>Tabla 13</b> Lógica de las conexiones .....	122
<b>Tabla 14</b> Lógica de los nodos para electroválvula.....	124

## INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Automatización Industrial (LAI) de la Universidad Autónoma de Bucaramanga dispone de modernos equipos orientados a fundamentar a los estudiantes en el aprendizaje de áreas como Redes Industriales, aunque en pleno auge para suplir estas necesidades la escuela de ingenierías cuenta con modernas herramientas para el desarrollo de habilidades como: PLCs y una amplia y variada gama de sensores y actuadores, carece de una integrada plataforma que permita el entrenamiento de los estudiantes en aplicaciones orientadas a la Industria.

El Laboratorio de Automatización Industrial es un espacio relevante para el desarrollo de competencias debido a la cantidad de materiales que están allí y aun no se han aprovechado, como son accionamientos mecánicos, eléctricos y neumáticos, sin dejar de un lado los controladores Lógicos Programables que disponen de unos módulos de comunicación Profibus Dp y el cable de conexión propio de este protocolo Industrial. Estos últimos componentes citados sumados a la necesidad de disponer de una material para acompañar al estudiante en su aprendizaje aplicado en Redes Industriales permiten establecer una idea de la magnitud de la solución que se aborda a lo largo de este trabajo.

El contenido de este trabajo se estructura por capítulos de la siguiente forma:

Primero se definen los alcances del trabajo de Grado mediante el planteamiento de Objetivos. En el segundo capítulo, se describen algunas estrategias de enseñanza-aprendizaje que existen para el desarrollo de competencias y se define una ficha modelo específica para implementar a través de la elaboración de las Prácticas y el material didáctico. En el tercer capítulo, se aborda de una forma clara la temática sobre la Neumática y la Electroneumática con el objeto de

proporcionar información que permita identificar e implementar los componentes que se encuentran en el Laboratorio. En el cuarto capítulo, se enfatiza sobre el campo de las Redes Industriales basado en la tecnología SIEMENS, la Familia SIMATIC y principios de Programación. En el quinto capítulo, se introduce toda la información referente a la Metodología del Desarrollo del Proyecto, desde su concepción a través de un Plan de acción que contiene (necesidad, solución, viabilidad, metodología de diseño, Integración de Tecnología, Prototipo, Pruebas y Ejecución).

El material de apoyo para el laboratorio de Redes Industriales esta constituido por un manual de Prácticas, un CD didáctico y un Banco de pruebas.

El manual de Prácticas se orienta desde la programación básica de PLC's mediante un estructurado método, pasando por la presentación del protocolo Profibus Dp (Periferia Descentralizada) y configuraciones que se pueden realizar bajo una detallada programación (Tipo Bus, Tipo Anillo y Tipo Estrella) participando de material auxiliar para el apoyo del estudiante (Anexos).

Un CD didáctico que recopila las Prácticas y las presenta desde otra perspectiva como alternativa para introducir a la temática, poniendo al alcance del usuario recursivos apoyos (glosario de términos, evaluación y descarga del material).

Un banco de Pruebas que facilita el montaje de las aplicaciones Industriales contenidas en las Prácticas con los elementos enteramente disponibles en el Laboratorio de Automatización.

Finalmente el material está orientado a suplir las necesidades de los estudiantes, docentes y usuarios interesados en ampliar sus horizontes, porque solo están limitados por la imaginación.

# 1. OBJETIVOS

## 1.1. OBJETIVO GENERAL

- Estructurar, desarrollar, validar y documentar prácticas en un material de Redes Industriales implementando el módulo Profibus DP integrado en los Controladores Lógicos Programables (PLC's) con el fin de instruir en la capacitación a los estudiantes interesados en adquirir habilidades dentro del Laboratorio de Automatización Industrial de la UNAB.

## 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar una estrategia de enseñanza-aprendizaje en las prácticas del manual y estructurarlas a través de una ficha elaborada que permita el desarrollo de competencias y cumplimiento de objetivos.
- Generar un libro con la documentación sobre las estrategias de enseñanza-aprendizaje, la contextualización de las Redes de Comunicación Industrial, elementos neumáticos y electroneumáticos y la Metodología del desarrollo del Proyecto.
- Desarrollar, validar y documentar las prácticas de Redes Industriales implementando el módulo Profibus DP integrado en los Controladores Lógicos Programables (PLC's).

- Crear un CD en donde se condense el manual de prácticas, subdividiendo la temática en tres secciones: nivel básico, nivel medio y nivel avanzado, poniendo al alcance del usuario recursivos apoyos (glosario de términos, evaluación y descarga del material).
- Construir un Banco de Pruebas para facilitar el montaje de las Prácticas en el Laboratorio de Automatización Industrial.

## 2. ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE

Las estrategias de aprendizaje, son el conjunto de actividades, técnicas y medios que se planifican de acuerdo con las necesidades de la población a la cual van dirigidas, los objetivos que persiguen y la naturaleza de las áreas y cursos, todo esto con la finalidad de hacer más efectivo el proceso de aprendizaje.

Se definen como, "Las estrategias metodológicas, técnicas de aprendizaje andragógico y recursos que varían de acuerdo con los objetivos y contenidos del estudio y aprendizaje de la formación previa de los participantes, posibilidades, capacidades y limitaciones personales de cada quien"<sup>1</sup>.

Es relevante mencionar que las estrategias de aprendizaje son conjuntamente con los contenidos, objetivos y la evaluación de los aprendizajes, componentes fundamentales del proceso de aprendizaje.

Para que la estrategia se produzca, no basta con la simple ejecución mecánica de ciertas técnicas, se requiere una planificación de esas técnicas en una secuencia dirigida a un fin. Esto sólo es posible cuando existe Metaconocimiento (pensar sobre los pensamientos), es decir, la capacidad para evaluar una tarea, y así, determinar la mejor forma de realizarla y la forma de hacer el seguimiento al trabajo.

Dentro de la clasificación de metodologías se abordarán tres estrategias muy usadas en el campo del aprendizaje, ellas son:

- APRENDIZAJE ORIENTADO A PROYECTOS (POL).
- EL ESTUDIO DE CASOS.
- APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP).

---

<sup>1</sup> BRANDT. 1998

## **2.1. APRENDIZAJE ORIENTADO A PROYECTOS (POL)**

(Project oriented learning).

Los principios que fundamentan la estrategia tiene sus pilares en:

- Jhon Dewey: (1859- 1952). Padre de la Pedagogía progresista de los Estados Unidos.
  1. Rechaza al maestro como única fuente de conocimiento.
  2. Propone la práctica como mejor manera de desarrollarse.
  3. Cree que el aula de clase es la oportunidad para educar por participación, cooperación, trabajo en equipo (búsqueda de la verdadera individualidad).
  4. Pensamiento metódico:
    - Sentir una necesidad
    - Analizar la dificultad
    - Proponer soluciones alternativas
    - Experimentar con varias soluciones
    - Realizar propuestas
    - Actuar en concordancia
  
- William H. Kilpatrick (1871-1.965)
  1. Entendió la importancia de que los estudiantes se comprometieran con las cosas que tenían sentido para ellos.
  2. Se propuso diseñar actividades que partieran de los intereses de los estudiantes.

3. Sentía un profundo compromiso y un respeto por sus alumnos como personas autónomas y capaces de actuar por sí mismos.
4. El proceso vital de los seres humanos está estrechamente relacionado con la interacción con el entorno físico, esto genera deseos desde los cuales se articulan las metas perseguidas.

De acuerdo a los planteamientos iniciales de estos pedagogos, el método de proyectos emerge de una visión de la educación en la cual los estudiantes toman una mayor responsabilidad de su propio aprendizaje y en donde aplican, en proyectos reales, las habilidades y conocimientos adquiridos en el salón de clase.

### 2.1.1. DEFINICIÓN

El método de proyectos puede definirse como:

“Una estrategia de aprendizaje que se enfoca a los conceptos centrales y principios de una disciplina, involucra a los estudiantes en la solución de problemas y otras tareas significativas, les permite trabajar de manera autónoma para construir su propio aprendizaje y culmina en resultados reales generados por ellos mismos.”<sup>1</sup>

### 2.1.2. CARACTERÍSTICAS <sup>2,3</sup>

#### 2.1.2.1. De los proyectos en la técnica:

- En el proyecto se espera que el alumno aprenda a resolver problemas no resueltos utilizando conocimientos relevantes.

---

<sup>1,3</sup> MÉTODO DE PROYECTOS, Material de estudios “Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño” Sistema TECNOLÓGICO DE MONTERREY.

<sup>2</sup> REY LAURA. PROYECTO TEMA (UNAB).

- El proyecto debe permitir la búsqueda de soluciones abiertas de tal manera que el alumno tenga la libertad de generar nuevo conocimiento.
- El proyecto se diseña de tal manera que implica la aplicación de varios conocimientos interdisciplinarios para que el alumno pueda apreciar la relación existente entre las diferentes disciplinas en el desarrollo de un proyecto en particular.
- Los proyectos deben ser diseñados de tal manera que abarquen al menos un curso y pueden involucrar desde varios contenidos de una misma disciplina, hasta la interacción de varias de ellas.

#### 2.1.2.2. *De la técnica:*

1. El planteamiento del problema (necesidad) se basa en un problema real y que involucra diferentes áreas.
2. Genera oportunidades para que los estudiantes realicen investigaciones que les permitan aprender nuevos conceptos, aplicarlos y representar su conocimiento de diversas formas. Las investigaciones proveen a los estudiantes la oportunidad de:
3.
  - Aprender ideas y habilidades complejas en escenarios realistas.
  - Aplicar sus habilidades a una variedad de contextos.
  - Combinar sus habilidades completando tareas “expertas”, deberes profesionales, simulaciones de trabajo, o demostraciones de la vida real.
  - Resolver problemas.

4. Permite la colaboración entre los estudiantes, maestros y otras personas involucradas con el fin de que el conocimiento sea compartido y distribuido entre los miembros de la comunidad de aprendizaje.
  
5. Permite el uso de herramientas cognitivas y ambientes de aprendizaje que motiven al estudiante a representar sus ideas. (hipermedios, aplicaciones gráficas, laboratorios computacionales, telecomunicaciones, etc.) :
  - Se amplían las capacidades de los estudiantes para presentar y manipular la información.
  
  - Se incrementan los intereses y las opciones profesionales de los estudiantes.
  
  - Se multiplican los medios en que los estudiantes pueden, como individuos, contribuir en proyectos de trabajo.
  
  - El trabajo con proyectos permite al alumno desarrollar habilidades de trabajo productivo, así como habilidades de aprendizaje autónomo.

### 2.1.3. VENTAJAS <sup>1</sup>

- Al poner al alumno frente a una situación problemática real, se favorece un aprendizaje más vinculado con el mundo real, que le permite adquirir el conocimiento de manera no fragmentada o aislada.

---

<sup>1</sup> REY LAURA. PROYECTO TEMA (UNAB).

- El alumno aprende a investigar utilizando las técnicas propias de las disciplinas en cuestión, llevándolo así a la aplicación de estos conocimientos a otras situaciones.
- Ayuda a los estudiantes a desarrollar la iniciativa propia, la persistencia y la autonomía.
- Promueve y ayuda a desarrollar habilidades metacognitivas (autodirección, autoevaluación).
- La creatividad del profesor facilita su aplicación aunque se carezca de recursos económicos.

#### *2.1.4. DIFICULTADES*

- Puede gastar grandes cantidades de tiempo de instrucción, reduciendo las oportunidades para otros aprendizajes.
- Estos bloques de tiempo muchas veces solo cubren una pequeña cantidad de contenido del programa.
- Es difícil obtener evidencia de que los estudiantes han alcanzado los objetivos establecidos.
- Son vulnerables a la crítica de que los estudiantes realizan actividades que no están directamente relacionadas con el tema o no representan nuevos aprendizajes.
- Los recursos existentes pueden ser insuficientes.

### 2.1.5. ESTRUCTURA <sup>1</sup>

Antes de poder aplicar la estrategia de aprendizaje orientada a proyectos es necesario que se defina el tipo de modelo a utilizar, en función de la técnica a implementar en uno o varios cursos:

#### 2.1.5.1. Modelo 1:

El proyecto se efectúa dentro de cada curso independiente de los otros cursos.

#### 2.1.5.2. Modelo 2:

El proyecto se efectúa al final del semestre pero diferentes cursos integran varios contenidos vistos.

#### 2.1.5.3. Modelo 3:

El proyecto se efectúa durante el semestre e involucra el contenido integrado de varios cursos.

Una vez definido el modelo a utilizar, se escogerá el proyecto más adecuado al curso de tal manera que se apegue lo más posible a los contenidos del curso o cursos involucrados. En la aplicación del proyecto se define que los alumnos trabajen en grupos no mayores de 8 personas.

La hoja de planeación<sup>2</sup> puede estar constituida por:

---

<sup>1</sup> MÉTODO DE PROYECTOS, Material de estudios "Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño" Sistema TECNOLÓGICO DE MONTERREY.

<sup>2</sup> Ejemplo, Implementado por la directora LAURA REY. PROYECTO TEMA (UNAB).

- 1. Nombre del Proyecto:** Título que exponga claramente el proyecto
- 2. Profesor:** Nombre
- 3. Materia:** Nombre
- 3. Tema:** Título
- 4. Alcance del Proyecto (Proyecto piloto o a largo plazo)**
  - 4.1. Duración:** se define el tiempo en días, semanas, meses, etc.
  - 4.2. Complejidad:** desde un tema hasta varios temas.
  - 4.3. Tecnología:** se estiman los recursos técnicos a usar.
  - 4.4. Alcance:** se define la población objetivo (salón de clase, comunidad)
  - 4.5. Apoyo:** se enuncian los medios físicos y humanos disponibles.
- 5. Metas generales:** objetivos que se pretenden alcanzar.
- 6. Resultados esperados de los alumnos:** identificar los objetivos específicos
- 7. Pregunta guía:** soporte de la estructura de las actividades que se abordaran.
- 8. Subpreguntas y actividades potenciales:** lista de preguntas derivadas de la pregunta guía
- 9. Desarrollo de Competencias <sup>1</sup>**
  - 9.1. Dimensión Intelectual:** (manejo de contenidos y procesos de pensamiento)
  - 9.2. Dimensión Afectiva:** (agrado, gusto, interés)
  - 9.3. Dimensión Moral:**(criterios de pertinencia individual y social)
  - 9.4. Dimensión Físico – sensible:** (estilo particular de asumir la información)

#### 2.1.6. ROLES DE LOS ACTORES

##### **Del profesor:**

- Identifica el proyecto.
- Facilita y motiva la participación de los alumnos.
- Planea la intervención de los alumnos.

### ***De los alumnos:***

- Activos durante el proceso.
- Investigar sobre los temas.
- Discutir en grupo.
- Practicar habilidades.

#### ***2.1.7. LA EVALUACIÓN***

De acuerdo con el Buck Institute for Education son importantes dos tipos de evaluación: La evaluación de resultados y la evaluación de la efectividad del proyecto en general.

Usa diversos elementos como:

- Evaluación basada en desempeño: los estudiantes realizan una actividad para demostrar lo que han aprendido.
- Evaluación basada en resultados: El trabajo de los estudiantes se evalúa para determinar lo que han aprendido.
- Evaluación basada en pruebas o exámenes: los estudiantes dan respuesta a preguntas orales o escritas. Las respuestas correctas representan lo aprendido.
- Reporte de autoevaluación: los estudiantes dan su propia evaluación acerca de lo que aprendieron, ya sea de manera oral y/o escrita.

#### ***2.1.8. EL ESTUDIO DE CASOS***

La participación en este tipo de técnica desarrolla habilidades tales como el análisis, síntesis y evaluación de la información. Posibilita también el desarrollo del pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la toma de decisiones, además de otras actitudes y valores como la innovación y la creatividad.

### 2.1.9. DEFINICIÓN

La técnica de estudio de casos, consiste precisamente en proporcionar una serie de casos que representen situaciones problemáticas diversas de la vida real para que se estudien y analicen.

El caso no proporciona soluciones sino datos concretos para reflexionar, analizar y discutir en grupo las posibles salidas que se pueden encontrar a cierto problema. No ofrece las soluciones al estudiante, sino que le entrena para generarlas.

Lleva al estudiante a pensar y a contrastar sus conclusiones con las de los otros, a aceptarlas y expresar las propias sugerencias, de esta manera le entrena en el trabajo colaborativo y en la toma de decisiones en equipo. Permitiéndole con esto desarrollar la habilidad creativa, la capacidad de innovación y representa un recurso para conectar la teoría a la práctica real.

Su objetivo es acercar una realidad concreta a un ambiente académico por medio de un caso real o diseñado.

### 2.1.10. CARACTERÍSTICAS <sup>1</sup>

- Se adapta perfectamente a distintas edades, diversos niveles y áreas de conocimiento.
- Útil para iniciar la discusión de un tema.
- Para promover la investigación sobre ciertos contenidos.
- Se puede plantear un caso para verificar los aprendizajes logrados.
- Debe estar bien elaborado y expuesto.

---

<sup>1</sup> EL ESTUDIO DE CASOS COMO TÉCNICA DIDÁCTICA. Material de estudios "Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño" Sistema TECNOLÓGICO DE MONTERREY.

Las narraciones presentadas como estudio de caso, dentro de la perspectiva didáctica, deben cumplir una serie de condiciones entre las que destacan las propuestas por Mucchielli (1970):

- **Autenticidad:** Ser una situación concreta, basada en la realidad.
- **Urgencia de la situación:** Ser una situación problemática que provoca un diagnóstico o una decisión.
- **Orientación pedagógica:** Ser una situación que puede proporcionar información y formación en un dominio del conocimiento o de la acción.
- **Totalidad:** Ser una situación "total", es decir que incluye toda la información necesaria y todos los hechos disponibles.

Existen aplicaciones particulares, divididas en los siguientes tipos:

- **Caso de valores:** Se solicita un juicio de responsabilidad sobre las personas o actitudes descritas en el caso.
- **Caso incidente:** Estimular al grupo a una búsqueda activa de informaciones que le ayude a fortalecer sus juicios.
- **Caso de solución razonable:** Encontrar soluciones razonables sin información complementaria.
- **Caso de mentalización:** Determinar definiciones personales ante la situación. Tomar conciencia de las causas y consecuencias ante la situación.
- **Caso de búsqueda real:** Entrena al grupo en la búsqueda de casos reales y a partir de ellos discute soluciones concretas.
- **Caso temático:** Lo que interesa no es el caso en sí, sino el tema de fondo sobre el que gira.

### 2.1.11. VENTAJAS <sup>1,2</sup>

- Desarrolla la habilidad para análisis y síntesis, es decir es inductivo.
- Permite que el contenido sea mas significativo para los alumnos.
- Genera actitudes favorables y entrena para una correcta toma de decisiones.
- Sus ventajas educativas y humanas son constatables.
- Es un sistema de enseñanza muy eficaz pero poco extendido aún.
- Es específico a lo general.
- Centrado en el estudiante.
- Excelente para dar solución a problemas.

### 2.1.12. DIFICULTADES <sup>3</sup>

A continuación se presentan algunos puntos que pueden representar dificultades al implementar el método de casos:

- Algunos aspectos como los finales abiertos, la inexistencia de respuestas correctas pueden ser difíciles de aceptar para algunos alumnos.
- Por no ser una estrategia tradicional es difícil comunicar a los padres y a la comunidad lo que los estudiantes están haciendo y aprendiendo.
- Los grupos de alumnos numerosos pueden hacer perder el control del grupo.
- Diseñar una evaluación válida puede parecer complejo y difícil en el método de casos.

---

<sup>1</sup> ORTIZ ARCINIEGAS EMMA ELVIRA. Documento "Estrategia de Casos UNAB ".Docente Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).

<sup>2,3</sup> EL ESTUDIO DE CASOS COMO TÉCNICA DIDÁCTICA. Material de estudios "Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño" Sistema TECNOLÓGICO DE MONTERREY.

- Es difícil hacer que encajen las estrategias de evaluación con las metas de aprendizaje.
- El tiempo de discusión del caso debe ser administrado adecuadamente, de lo contrario se puede perder la atención del grupo.
- El caso debe tratar sobre una temática que incluya a la mayor parte del grupo, de otro modo algunos alumnos pueden perder el interés.

### 2.1.13. ROLES DE LOS ACTORES <sup>1,2</sup>

#### ***Del profesor:***

- Diseña o recopila el caso.
- Formula durante la discusión preguntas que soporten un análisis riguroso y toma de decisiones.
- Concede la palabra a los alumnos que la pidan. Hace que todos participen.
- Presenta el caso, facilita y motiva a su solución.
- Lleva al grupo de una fase a otra, sintetizando progresivamente lo que descubre el grupo, evitando exponer ideas personales.
- Resume y clarifica.

#### ***De los alumnos:***

- Activos durante el proceso.
- Sigue un método preciso para buscar causas, consecuencias y soluciones en un hecho concreto.

---

<sup>1</sup> ORTIZ ARCINIEGAS EMMA ELVIRA. Documento "Estrategia de Casos UNAB ".Docente Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).

<sup>2</sup> EL ESTUDIO DE CASOS COMO TÉCNICA DIDÁCTICA. Material de estudios "Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño" Sistema TECNOLÓGICO DE MONTERREY.

- Investigar sobre los temas.
- Analiza detenidamente todos los detalles de un hecho concreto.
- Proponen y comprueban sus hipótesis.
- Aprende a considerar varias "soluciones correctas" para un mismo problema.

#### 2.1.14. LA EVALUACIÓN <sup>1</sup>

La evaluación del estudiante se centra en dos aspectos fundamentales:

**La participación en clase:** Algunos de los criterios que pueden ser utilizados para observar la participación del estudiante, son:

- Su capacidad para saber escuchar
- Su disposición para interactuar con otros miembros de la clase
- La relevancia de sus aportaciones o intervenciones durante la discusión
- La relación de sus aportaciones o intervenciones con los comentarios de los otros participantes
- Su capacidad para distinguir entre diferentes tipos de datos (por ejemplo: hechos, opiniones, creencias, conceptos)
- Su deseo de probar nuevas ideas, en lugar de simplemente emitir comentarios seguros (por ejemplo: repetición de los hechos del caso sin análisis ni conclusiones).
- Además, puede elegirse aleatoriamente a un alumno para dirigir el inicio de clase con una presentación de 20 minutos relativa al caso.

**Evaluaciones escritas:** La escala de evaluación de la participación puede ser establecida individualmente por cada profesor. No existe un estándar ni una forma única, sin embargo, es importante adoptar una forma consistente con los

---

<sup>1</sup> ORTIZ ARCINIEGAS EMMA ELVIRA. Documento "Estrategia de Casos UNAB ".Docente Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).

objetivos de aprendizaje. Adicionalmente el alumno debe conocer desde el inicio del curso cómo será dicha escala y de ser posible darle retroalimentación personal respecto a la calidad de su participación.

Las formas de evaluación pueden ser:

- Autoevaluación
- Evaluación cualitativa
- Evaluación cuantitativa
- Coevaluación.

## **2.2. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)**

### **2.2.1. DEFINICIÓN**

Dentro de las innumerables definiciones se referencian algunas:

Estrategia pedagógica que privilegia el descubrimiento y la construcción del conocimiento a partir de la resolución de situaciones contextualizadas y significativas del mundo real.<sup>1</sup>

Sistema instruccional que promueve de manera simultánea tanto estrategias para la resolución de problemas como habilidades y bases de conocimiento disciplinarias, poniendo a los estudiantes en un papel activo como solucionadores de problemas.<sup>2</sup>

Aprendizaje enfocado y experiencial (pensado y haciendo) organizado alrededor de la investigación y resolución de problemas no estructurados del mundo real.<sup>3</sup>

---

<sup>1,2</sup> Mayo, Donnelly ; Nash y Schwartz, 1993.

<sup>3</sup> Torp y Sage, 1998.

Es un método que privilegia el descubrimiento y la construcción de conocimiento; es una estrategia de docencia investigativa, de investigación formativa.

Finalmente, el aprendizaje basado en problemas puede definirse como:

“Es una estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes resulta importante, en el ABP un grupo pequeño de alumnos se reúne, con la facilitación de un tutor, a analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje. Durante el proceso de interacción de los alumnos para entender y resolver el problema se logra, además del aprendizaje del conocimiento propio de la materia, que puedan elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje, que comprendan la importancia de trabajar colaborativamente, que desarrollen habilidades de análisis y síntesis de información, además de comprometerse con su proceso de aprendizaje”

### 2.2.2. CARACTERÍSTICAS <sup>1,2</sup>

- Los educandos van desarrollando su poder de captación y de comprensión del mundo, en sus relaciones con él, no ya como una realidad estática sino como una realidad en transformación, en proceso. (Paulo Freire).
- La educación liberadora desmitifica constantemente la realidad.
- Considera el diálogo como lo fundamental para el aprendizaje.
- Despierta la creatividad.
- Estimula la reflexión y la acción sobre la realidad.

---

<sup>1</sup> EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS COMO TÉCNICA DIDÁCTICA. Material de estudios “Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño” Sistema TECNOLÓGICO DE MONTERREY.

<sup>2</sup> GALINDO CÁRDENAS LEONOR. Documento “Estrategias Didácticas Universitarias – Aprendizaje basado en problemas “.Docente Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).

- Refuerza el carácter histórico de los hombres y de las mujeres y los reconoce como seres en proceso, inacabados.
- Presenta las situaciones como problemas a resolver.
- Humaniza a los hombres y a las mujeres mediante la búsqueda del ser más en la comunión y la solidaridad.

La técnica del ABP se concibe como una manera de aprender por descubrimiento e interacción, que:

- Favorece el desarrollo conceptual, pensamiento crítico y la capacidad de investigación.
- El estudiante tiene una implicación directa en su aprendizaje, generalmente mediante el contacto con situaciones del mundo real.
- El profesor se convierte en un mediador del proceso de aprendizaje.
- El descubrimiento requiere el establecimiento de situaciones problémicas funcionales y significativas, tanto lógica como psicológicamente. Para ello es preciso partir de un análisis de la estructura lógica de la tarea, así como de las condiciones intelectuales previas de los alumnos.

El aprendizaje basado en problemas tiene dos tipos definidos de aplicación:

- **Problemas teóricos, simulados:** El profesor puede tomar la iniciativa presentando el problema o presenta el tema para que el colectivo defina el problema.
- **Problemas reales o de base empírica, social, comunitaria:** El profesor presenta un gran tema y motiva su estudio, el problema se construye colectivamente entre el profesor y los estudiantes.

### 2.2.3. VENTAJAS <sup>1</sup>

- Se requiere un grado intermedio de tensión emocional, pues si es demasiado bajo puede no activar el proceso investigador, y si es demasiado alto tiende a limitar la dinámica cognoscitiva y fomenta la rigidez funcional.
- Las preguntas son generadoras de interés.
- El ambiente de aprendizaje propicia la discusión, el establecimiento de acuerdos.
- Propicia la puesta en marcha de habilidades de pensamiento. Evaluación, síntesis, análisis.
- Exige compromiso del trabajo individual y colaborativo.
- Detonador de nuevos aprendizajes.
- Requiere de toma de decisiones en consenso.
- La disponibilidad de conocimientos previos estimula el impulso cognitivo hacia la resolución de un problema.
- La organización del conocimiento facilitará la actividad en la medida en que obedezca a mayores principios o relaciones de sistematización. Permite al sujeto contemplar una misma realidad desde distintos puntos de vista.

---

<sup>1</sup> GALINDO CÁRDENAS LEONOR. Documento "Estrategias Didácticas Universitarias – Aprendizaje basado en problemas ".Docente Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).

- Cuanto mayor sea la experiencia del sujeto en la regulación de estrategias heurísticas, mayor será la posibilidad de desarrollar satisfactoriamente experiencias problemáticas.

#### 2.2.4. ESTRUCTURA

Como estrategia de enseñanza-aprendizaje no presenta una única estructura característica, se hace preciso tener un modelo a manera de comprender el proceso que se debe seguir, se presenta el siguiente:

- 1. Punto de partida:** *Definición y Presentación del escenario a los estudiantes, de ninguna forma se aborda el problema en este punto.*
- 2. Analizar el escenario:** *comprende la intención inicial de detallar el escenario (imagen, audio, video, objeto, narración, etc.)*
- 3. Lista de hipótesis:** *implica la formulación estructurada de hipótesis.*
- 3. Listado de aspectos y conceptos conocidos**
- 4. Listado de aspectos y conceptos desconocidos**
- 5. Aclaración de términos:** *(revisar definición de términos del escenario)*
- 6. Definición del problema:** *Partiendo de las hipótesis se aborda un problema plenamente estructurado en forma de pregunta y de consenso con el grupo.*
- 7. Análisis de explicaciones o hipótesis preliminares**
- 8. Establecimiento de metas de aprendizaje en términos conceptuales, actitudinales y expresivos.** *(Aprendizaje significativo mediante la formulación de metas)*
- 9. Listado de acciones y requerimientos para resolver el problema:** *(cronograma que debe responder ¿qué hace?, ¿para qué? ¿cómo? y ¿cuando? )*
- 10. Acuerdos de compromisos individuales y colectivos** *(asignación de roles)*
- 11. Discusión de informes en plenaria del grupo y toma de decisiones**
- 12. Presentación de resultados**

### 2.2.4.1. *Diseño de escenarios*

Dentro de cualquier estructura que se desee adoptar es preciso:

#### 1. *Definir:*

- Los contenidos y objetivos de aprendizaje.
- Nivel y área de formación de los estudiantes
- Tiempo disponible para su realización
- Número de integrantes por grupo
- Proceso de evaluación: Qué?, para qué? y cómo evaluar?

#### 2. *Exploración del estado pedagógico de los estudiantes:*

Exploración de condiciones intrapersonales: conocimientos previos, motivación, actitudes investigadoras; interpersonales.

#### 3. *Delimitación de una problemática general:*

Identificar fuentes de información relacionadas con el tema (noticias, investigaciones, eventos actuales, artículos, etc)

#### 4. *Definición del escenario:*

Narración, ficcionalización de la realidad, objeto, imagen, audio, video.

### 2.2.5. ROLES DE LOS ACTORES <sup>1</sup>

#### **Moderador:**

- Coordina y estimula la discusión
- Genera preguntas
- Hace resumen de los acuerdos alcanzados
- Maneja el control del tiempo.

#### **Secretario:**

- Lleva memorias de todo el proceso del grupo

#### **Tutor o profesor:**

- Realiza mediaciones: pregunta, da información, observa, analiza, registra, realimenta.

**Demás miembros del grupo:** Hacen preguntas, piden realimentación, escuchan activamente, intervienen con aportes, consultan.

### 2.2.6. LA EVALUACIÓN

A continuación se describen brevemente algunas formas de evaluación que se aplican en el proceso de ABP<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> GALINDO CÁRDENAS LEONOR. Documento "Estrategias Didácticas Universitarias – Aprendizaje basado en problemas ".Docente Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).

<sup>2</sup> MÉTODO DE PROYECTOS, Material de estudios "Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño" Sistema TECNOLÓGICO DE MONTERREY.

Tabla 1 Formas de evaluación en el proceso ABP

<b>TÉCNICA DE EVALUACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b><i>Examen Escrito</i></b>	Pueden ser aplicados a libro cerrado o a Libro abierto. Las preguntas deben ser diseñadas para garantizar la transferencia de habilidades a problemas o temas similares.
<b><i>Examen Práctico</i></b>	Son utilizados para garantizar que los alumnos son capaces de aplicar habilidades aprendidas en el curso.
<b><i>Mapas Conceptuales</i></b>	Los alumnos representan su conocimiento y crecimiento cognitivo a través de la creación de relaciones lógicas entre los conceptos y su representación gráfica.
<b><i>Evaluación Del Compañero</i></b>	Se le proporciona al alumno una guía de categorías de evaluación que le ayuda al proceso de evaluación del compañero. Este proceso enfatiza el ambiente cooperativo del ABP.
<b><i>Autoevaluación</i></b>	Permite al alumno pensar con cuidado acerca de lo que sabe, de lo que no sabe y de lo que necesita saber para cumplir determinadas tareas.
<b><i>Evaluación Al Tutor</i></b>	Consiste en retroalimentar al tutor acerca de la manera en que participó con el grupo. Puede ser dada por el grupo o por un observador externo.
<b><i>Presentación Oral</i></b>	El ABP proporciona a los alumnos una oportunidad para practicar sus habilidades de comunicación. Las presentaciones orales son el medio por el cual se observan estas habilidades.
<b><i>Reporte Escrito</i></b>	Permiten a los alumnos practicar la comunicación por escrito.

Autores

De las anteriores estrategias señaladas y muy detalladamente expuestas se abordaron características propias del aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje orientado a proyectos, la razón de esta elección se fundamenta en los siguientes aspectos:

**Punto de partida:** se analizarán problemas que estén contextualizados en escenarios de la vida real, abordando los temas de interés que se deseen estudiar por el docente, dicho de otra forma a diferencia de un planteamiento particular y objetivo por parte de cada grupo, se definirá un problema general, muy similar a la intención de la pregunta guía en el aprendizaje orientado a proyectos.

**Análisis del problema:** se busca que el alumno comprenda el escenario y el problema definido, comprendiendo el objetivo que se busca en la obtención de competencias y habilidades, tal como se expone el aprendizaje basado en problemas.

**Aclaración de conceptos:** la intención es aclarar los conceptos y/o términos que requieran apropiación del alumno para comprender en el análisis el escenario del problema planteado, conservando el objetivo que expone el aprendizaje basado en problemas.

**Listado de acciones y requerimientos:** se definen los procedimientos que a manera de guía deberán abordarse para la obtención de la meta u objetivo trazado para dar a conocer el tema al alumno.

**Evaluación** : se dan a manera de evaluación una actividad basada en la anteriormente guiada para que el alumno ya capacitado disponga de las competencias obtenidas y pueda evaluarse integralmente mediante la obtención de resultados, similar al aprendizaje orientado a proyectos donde se aborda el objetivo como un producto.

### **2.3. METODOLOGÍA SOPORTE**

De acuerdo a las características propias de cada metodología, y de los objetivos que se desean alcanzar con el desarrollo de este trabajo de grado, se afrontará el aprendizaje basado en problemas y el método de proyectos como los pilares de la estrategia de enseñanza – aprendizaje.

#### **2.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

##### **2.3.1.1. Justificación**

Dentro de las competencias de la carrera para un ingeniero Mecatrónico, el ser profesional es la última competencia, y el laboratorio de redes tiene como fin integrar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera y aplicarlos a problemas prácticos, participando en la construcción de su identidad profesional.

De acuerdo con el perfil del estudiante trazado por la Misión 2006, se tiene previsto con este curso formar profesionales que:

Desarrollen habilidades y destrezas en el análisis de problemas, de modo que puedan orientarse siempre en la toma de decisiones con informes veraces y concluyentes, siendo conscientes ante el impacto (social, económico y ambiental) de los resultados con un espíritu emprendedor y capacidades para desarrollar soluciones factibles con argumentos teóricos que le permitan defender sus ideas.

### 2.3.1.2. *Conocimientos y habilidades requeridas*

#### **Conocimientos**

- Fundamentos de programación STEP7 en KOP, FUP y AWL.
- Identificación de las partes, conexiones y diagnóstico de fallas en PLCs con los módulos.
- Electrónica básica, circuitos y conexionado.

#### **Habilidades**

- Capacidad de trabajo en equipo.
- Uso eficiente de la informática (Word, adobe acrobat, Internet).

### 2.3.1.3. *Competencias*

La competencia de formación que se enfatiza en éste contenido (ciudadano, disciplinado, profesional).

#### **COMPETENCIA: SER PROFESIONAL<sup>1</sup>**

*Dimensión afectiva (agrado, gusto, interés),*

- Interés en la ejecución de todas las actividades a desarrollar durante el contenido de este material.

---

<sup>1</sup> PROYECTO EDUCATIVO INSTITUCIONAL. Colección DOCUMENTOS INSTITUCIONALES UNAB. Edición 1999. UNAB.

- Participación activa en las actividades definidas para el desarrollo de soluciones a cada problema propuesto.

*Dimensión físico sensible (receptividad, escucha, habla, escritura, etc),*

- Utiliza métodos, tecnología e instrumentos propios del ejercicio de la profesión.
- Expresa con rigor conceptual y estético utilizando el lenguaje propio de la disciplina.
- Su actuación profesional responde a los requerimientos de la sociedad.

*Dimensión moral (tolerancia, participación, responsabilidad y compromiso),*

- Responsabilidad- Capacidad de responder y dar cuenta de sus actos y como estos pueden afectar el desarrollo de sus actividades metodológicas.
- Compromiso – Reconocimiento de las obligaciones contraídas como miembro de un equipo y ejecución de las mismas en las fechas acordadas.

*Dimensión Intelectual (manejo de contenidos, procesos de pensamiento),*  
desarrollo de habilidades que le permitan enfrentarse a problemas del mundo real tales como:

- Relacionar las teorías de las disciplinas con los problemas que se presentarán en su práctica profesional.
- Capacidad de análisis, síntesis y evaluación en los problemas planteados en relación con la factibilidad de encontrar soluciones apropiadas.

- Toma de decisiones a partir de los problemas presentados dentro del desarrollo de la temática.
- Usa eficientemente la informática y las fuentes de información a las que puede acceder.

### 3. NEUMÁTICA Y ELECTRONEUMÁTICA

En la actualidad, la necesidad creciente de automatizar los diversos procesos de producción en la industria es una realidad que involucra no solo a las grandes empresas, sino también a la pequeña industria, sin duda es una necesidad desarrollar métodos de producción racionales donde la fuerza y la precisión mecánica reemplacen la fuerza muscular del hombre. La forma mas regular de corresponder con esta solución es *la fuerza neumática*, que puede realizar las funciones de una forma mas regular y sin sufrir efectos de fatiga por el prolongado tiempo que requiera usarle.

Comprender esta competencia involucra conocer los símbolos y esquemas neumáticos, al igual que sus posibilidades, es indispensable para su aplicación eficaz y para la confección de soluciones rentables al momento de obtener resultados.

Al igual que en la hidráulica y la electrotecnia para cada maniobra o acción neumática se requiere un esquema. Para identificar símbolos de una forma estándar se ha unificado la norma DIN 24.300.

Los componentes neumáticos se dividen en tres grupos:

- Elementos de posicionamiento (mando, acción), en el caso de trabajo son los cilindros.
- Elementos de mando y pilotaje de los anteriores.
- Elementos de transmisión de energía (conductos, unidades de mantenimiento).

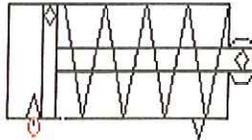
### 3.1. ELEMENTOS

#### 3.1.1. ELEMENTOS TRANSFORMADORES DE ENERGÍA <sup>1</sup>

##### 3.1.1.1. Cilindros de simple efecto

Son alimentados por aire comprimido en un solo lado del pistón, y no deben vencer fuerza alguna en el sentido de retorno a su posición. Su retorno es efectuado, después del escape del aire, por medio de muelles incorporados en el interior. Se usan para sujetar, prensar, etc.

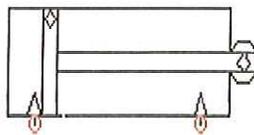
**FIGURA 1** Cilindro de simple efecto



##### 3.1.1.2. Cilindros de doble efecto

Están alimentados por aire comprimido por ambos lados del pistón y pueden desarrollar la misma fuerza de avance y retroceso.

**FIGURA 2** Cilindro de doble efecto

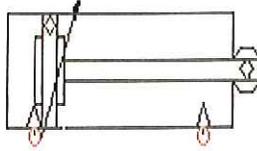


##### 3.1.1.3. Cilindros de doble efecto con amortiguación neumática regulable al fin del recorrido

Estos cilindros se emplean para amortiguar a las masas de gran inercia, asegurando una disminución de la velocidad al final del recorrido.

<sup>1</sup> FESTO, PNEUMATIC, Mandar neumáticamente ¿pero cómo?.

**FIGURA 3** Cilindro de doble efecto con amortiguación neumática



#### 3.1.1.4. Cilindros de varias posiciones

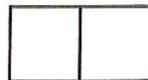
Su implementación se debe a que en tareas de posicionamiento de piezas o herramientas se requiere dentro del mismo movimiento lineal de varios paros precisos; estos son obtenidos por los finales de recorrido del vástago del pistón de los cilindros.

#### 3.1.2. ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN Y PILOTAJE.<sup>1</sup>

Los elementos de posicionado que se describieron con anterioridad están controlados por válvulas de varias vías. Estas válvulas principalmente, cierran o invierten el sentido de paso. Están representadas por rectángulos y se distinguen del siguiente modo:

- El número de posiciones que pueden tomar es igual (=) al número de cuadrados.

**FIGURA 4** Dos posiciones

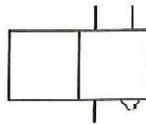


- El número de vías es igual (=) al número de orificios de circulación.

<sup>1</sup> FESTO, PNEUMATIC, Mandar neumáticamente ¿pero cómo?.

Todos los orificios de acoplamiento de conductos de llegada y partida están indicados en el rectángulo. Cuando existe un mando que gobierna la válvula, se imagina que los cuadros se desplazan delante de los orificios de acoplamiento. Las flechas internas indican el sentido de paso. Los cierres están representados por trazos perpendiculares.

**FIGURA 5** Cuatro vías



Algunos ejemplos:

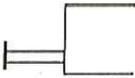
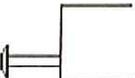
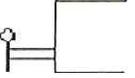
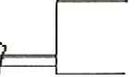
**Tabla 2** Ejemplos de Válvulas

<b>TIPO DE VÁLVULA</b>	<b>ESTADO</b>	<b>FIGURA</b>
<b>válvula 4/2</b>	en reposo	
	accionada	
<b>válvula 3/2</b>	en reposo	
	accionada	

3.1.2.1. Formas de accionamiento:

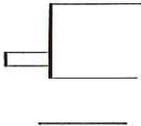
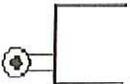
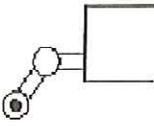
Acción manual:

Tabla 3 Formas de Accionamiento Manual

<b>Formas de accionamiento</b>	<b>Figura</b>
<b>general</b>	
<b>pulsador</b>	
<b>palanca</b>	
<b>pedal</b>	

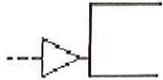
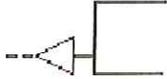
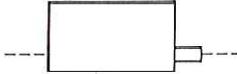
Acción mecánica:

Tabla 4 Formas de accionamiento Mecánico

<b>Formas de accionamiento</b>	<b>Figura</b>
<b>leva</b>	 A schematic diagram of a lever mechanism. It shows a horizontal rectangular block with a short vertical stem extending from its left side. Below the block, there are two short horizontal lines representing a pivot or support.
<b>rodillo</b>	 A schematic diagram of a roller mechanism. It shows a horizontal rectangular block with a small circular roller attached to its left side. The roller has a central dot, indicating its axis of rotation.
<b>rodillo escamotable</b>	 A schematic diagram of a retractable roller mechanism. It shows a horizontal rectangular block with a small circular roller attached to its left side. The roller is connected to the block by a short arm that is angled downwards, suggesting it can be retracted.
<b>muelle</b>	 A schematic diagram of a spring mechanism. It shows a horizontal rectangular block with a zigzag line representing a spring attached to its left side.

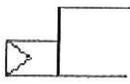
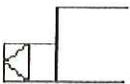
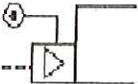
Acción neumática directa:

Tabla 5 Formas de acción Neumática directa

<i>Formas de accionamiento</i>	<i>Figura</i>
<i>Presión (pilotaje positivo)</i>	
<i>Depresión (pilotaje negativo)</i>	
<b>Presión diferencial</b>	

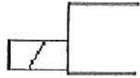
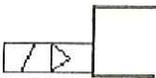
Acción neumática indirecta:

Tabla 6 Formas de acción Neumática indirecta

<b>Formas de accionamiento</b>	<b>Figura</b>
<b>Presión de la válvula de pilotaje</b>	
<b>Depresión de la válvula de pilotaje</b>	
<b>Accionamiento a baja presión</b>	

Acción eléctrica:

Tabla 7 Formas de accionamiento Eléctrico

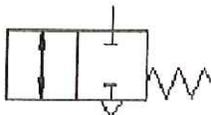
<b>Formas de accionamiento</b>	<b>Figura</b>
<b>Electroimán</b>	
<b>Electroimán y válvula de pilotaje</b>	

### 3.1.2.2. Válvulas de dos, tres y cuatro vías<sup>1</sup>

**Válvula 2/2:** Válvula de 2 vías y 2 posiciones, con o sin muelle de recuperación.

*Aplicación:* Válvula de paso. Mando de impulsos por depresión.

**FIGURA 6** Válvula 2/2 con muelle

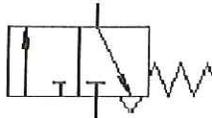


**Válvula 3/2 normalmente cerrada (en reposo):** Válvula de 3 vías y 2 posiciones, con o sin muelle.

<sup>1</sup> FESTO, PNEUMATIC, Mandar neumáticamente ¿pero cómo?.

*Aplicación:* Mando por impulsos de presión, en cilindros de simple efecto y corto tiempo de acción.

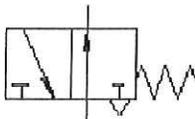
**FIGURA 7** Válvula 3/2 normalmente cerrada con muelle



**Válvula 3/2 normalmente abierta (en reposo):** Válvula de 3 vías y 2 posiciones, con o sin muelle.

*Aplicación:*  
Mando de cilindros de simple efecto y largo tiempo de acción.

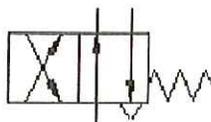
**FIGURA 8** Válvula 3/2 normalmente abierta con muelle



**Válvula 4/2 normalmente abierta (en reposo):** Válvula de 4 vías y 2 posiciones, con o sin muelle de retorno. En esta válvula están agrupadas las dos funciones de las válvulas 3/2 anteriores.

*Aplicación:* Mando de cilindros de doble efecto.

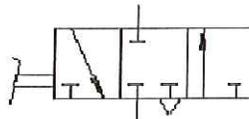
**FIGURA 9** Válvula 4/2 normalmente abierta con muelle



**Válvula 3/3:** Válvula de 3 vías y 3 posiciones, sin muelle de retorno. Con centro cerrado.

*Aplicación:* Mando de cilindros de simple efecto cuando, durante su recorrido, el pistón deba poder ser desplazado con velocidad regulable, o parado bajo presión.

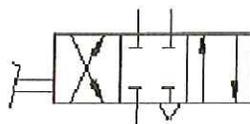
**FIGURA 10** Válvula 3/3



**Válvula 4/3:** Válvula de 4 vías y 3 posiciones, sin muelle de retorno. Con centro cerrado.

*Aplicación:* Mando de cilindros de doble efecto cuando, durante su recorrido, el pistón deba poder ser desplazado con velocidad regulable, o parado bajo presión.

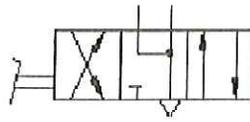
**FIGURA 11** Válvula 4/3 con centro cerrado



**Válvula 4/3:** Válvula de 4 vías y 3 posiciones, sin muelle de retorno. Con centro flotante.

*Aplicación:* Mando de cilindros de doble efecto cuando, durante su recorrido, el pistón deba poder ser desplazado a velocidad regulable, o parado sin presión.

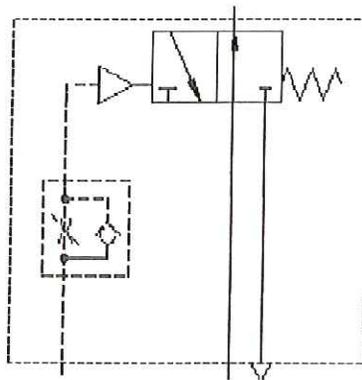
**FIGURA 12** Válvula 4/3 con centro flotante



**Válvula temporizada 3/2:** Por medio de un impulso permanente la válvula cierra el paso de aire después de una temporización regulada.

*Aplicación:* Transformación de una alimentación prolongada en un impulso, o cierre del paso de aire después de un tiempo.

**FIGURA 13** Válvula temporizada 3/2



### Válvulas de bloqueo y regulación:

**Válvula antirretorno:** Válvula de bloqueo que cierra bajo el efecto de un muelle y solo permite el paso de aire en un sentido.

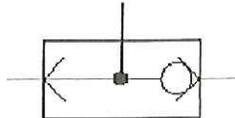
**FIGURA 14** Válvula antirretorno



**Selector de circuito (OR):** Válvula de dos entradas y una salida, que cierra automáticamente la entrada puesta en escape.

*Aplicación:* Cuando el pilotaje puede ser enviado desde dos sitios diferentes (función “o”).

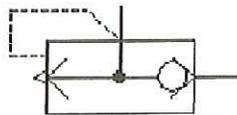
**FIGURA 15** Selector de circuito



**Escape rápido:** Válvula de bloqueo con cierre del conducto de alimentación cuando esta puesto en escape; el aire se evacua directamente a la atmósfera por el conducto de salida.

*Aplicación:* Para obtener elevadas velocidades de traslación en los cilindros de simple o doble efecto.

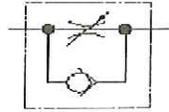
**FIGURA 16** Escape rápido



**Regulador de caudal:** El conducto de paso de aire es regulable en un sentido y libre en sentido inverso.

*Aplicación:* Regulación de velocidad de traslación de un cilindro.

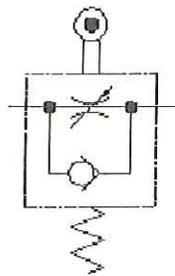
**FIGURA 17** Regulador de caudal



**Regulador de caudal programable:** Regulación del paso de aire y mecánicamente variable en un sentido, paso libre en el inverso.

*Aplicación:* Aceleración o deceleración del movimiento de un cilindro durante ciertas partes de su recorrido.

**FIGURA 18** Regulador de caudal programable



### 3.1.3. ELEMENTOS DE MANTENIMIENTO Y TRANSMISIÓN DE ENERGÍA <sup>1</sup>

#### 3.1.3.1. Línea

**FIGURA 19** Línea



### 3.1.3.2. Conexión de línea

**FIGURA 20** Conexión de línea



### 3.1.3.3. Unidades de mantenimiento

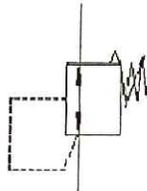
**Regulador sin escape:** Las sobrepresiones de la red secundaria no son equilibradas. Esto se puede producir, por ejemplo, al hacer una fuerza externa en el vástago del cilindro.

**FIGURA 21** Regulador sin escape



**Regulador con escape:** Las sobrepresiones de la red secundaria están equilibradas.

**FIGURA 22** Regulador con escape



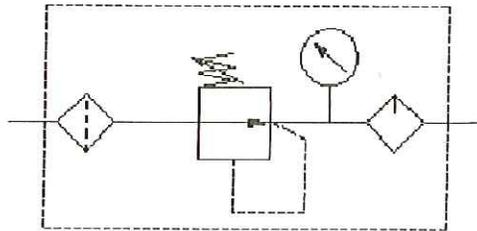
**Filtro:** Elemento destinado a eliminar del aire comprimido las impurezas como: aceite, polvo y agua condensada.

**FIGURA 23** Filtro



**Unidad de mantenimiento:** Está compuesto por un filtro, regulador con manómetro y engrasador. Estos elementos son independientes y pueden utilizarse juntos o por separado.

**FIGURA 24** Unidad de mantenimiento



**FIGURA 25** Símbolo simplificado



**Purga Automática:** Elemento para el vaciado automático del depósito de condensación. Generalmente va acoplado al depósito como elemento adicional.

**FIGURA 26** Purga Automática



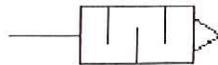
**Manómetro:** Indicador de la presión en un punto cualquiera del circuito.

*FIGURA 27 Manómetro*



**Silenciador:** Elemento para reducción del ruido en escape.

*FIGURA 28 Silenciador*



## 4. REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

### 4.1. FAMILIA DEL SIMATIC S7 <sup>1</sup>

Los controladores lógicos programables (PLC's) pueden subdividirse en la clase de servicio Micro PLC (S7-200), la clase de servicio inferior (S7-300) y la clase de servicio intermedio (S7-400).

#### 4.1.1. SOFTWARE

El diseño del software SIMATIC es modular, Consta del software básico STEP 7 y de paquetes opcionales que se instalan como extras. Los paquetes opcionales contienen lenguajes adicionales de programación como S7-GRAPH, SCL, CFC, SFC y paquetes para diagnósticos, simulación, documentación y tele-servicio.

#### 4.1.2. REDES DE COMUNICACIÓN

Las redes Profibus y Ethernet industrial están disponibles para el intercambio de datos entre los sistemas de PLC's.

#### 4.1.3. ENTRADAS / SALIDAS DISTRIBUIDAS

Con el objeto de ahorrar costos de cableado, las entradas / salidas tienen a menudo (en parte) un diseño distribuido. Se cuenta con una amplia gama de entradas /salidas modulares y compactas. La asignación de los parámetros del

---

<sup>1</sup> SIEMENS, training for Automation and Drives. SITRAIN. ITESEM Toluca. 2003.

módulo es la misma tanto para las entradas / salidas centrales como para las distribuidas.

#### *4.1.4. INTERFASE DEL OPERADOR*

Para la comunicación hombre-máquina se ha instalado el probado sistema de interfase de operador SIMATIC HMI, el cual está plenamente integrado en la familia SIMATIC.

### **4.2. EL EQUIPO S7 – 200 <sup>1</sup>**

El equipo S7-200 tiene las siguientes características y funciones:

#### *4.2.1. CARACTERÍSTICAS*

- bajo precio.
- Paquete total con fuente de alimentación, CPU y entradas / salidas en un solo equipo.
- Micro PLC con funciones integradas.
- Posibilidad de expansión hasta siete módulos.
- Software propio basado en DOS o Windows.

#### *4.2.2. FUNCIONES*

- Fuente de alimentación integrada con sensor.
- Forzado de entradas y salidas.
- Acceso directo a entradas / salidas.

---

<sup>1</sup> SIEMENS, training for Automation and Drives. SITRAIN. ITESEM Toluca. 2003.

- Reloj en tiempo real integrado.
- Dos potenciómetros analógicos.
- Dos salidas de impulsos integradas.
- Entradas de interrupción.
- Contadores de alta velocidad integrados.

### **4.3. EL EQUIPO S7 – 300 <sup>1</sup>**

El equipo S7-300 tiene las siguientes características:

#### **4.3.1. CARACTERÍSTICAS**

- Gama gradual de CPU.
- Amplia gama de módulos.
- Posibilidad de expansión hasta 32 módulos.
- CPU's de diferentes clases de servicio.
- Bus principal integrado en los módulos.
- Posibilidad de operación en red con una interfase que soporta multipunto (MPI), Profibus y Ethernet industrial.
- Conexión central del aparato de programación con acceso a todos los módulos ( FM Y CP ).
- Sin reglas para la ocupación de los slots.
- Configuración y ajuste de los parámetros con software usando la herramienta de configuración STEP 7.

---

<sup>1</sup> SIEMENS, training for Automation and Drives. SITRAIN. ITESEM Toluca.2003.

### 4.3.2. DATOS TÉCNICOS

La familia CPU S7-300 soporta un juego de instrucciones y un esquema de direccionamiento comunes. La tabla muestra las especificaciones más importantes para las CPU 312 a 315.

**Tabla 8 Especificaciones técnicas de las CPU's**

<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>CPU312 IFM</b>	<b>CPU313</b>	<b>CPU314</b>	<b>CPU314 IFM</b>	<b>CPU315</b>
Memoria de trabajo	6 Kbyte	12 Kbyte	24 Kbyte	24 Kbyte	48 Kbyte
Memoria de datos (RAM integrada)	20 Kbyte	20 Kbyte	40 Kbyte	40 Kbyte	80 Kbyte
Memoria de datos (Flash EPROM) capacidad máx.	-	512 Kbyte	512 Kbyte	-	512 Kbyte
DI/DQ	128	128	512	992	1024
AI/AQ	32	32	64	248	128
I/Os integradas DI/DQ AI/AQ	10/6	-	-	20/16 4/1	-
Tiempo de ejecución para 1k de instrucciones binarias k	0.6 ms	0.6 ms	0.3 ms	0.3ms	0.3ms
Marcas de memoria	1024	2048	2048	2048	2048
Contadores / Temporizadores	32 / 64	64 / 128	64 / 128	64 / 128	64 / 128
Funciones integradas ( Contadores / medición de frecuencia.	Si	No	No	SI	NO
Cantidad máx. de conexiones activas para MPI	4	4	4	4	4

#### 4.3.2.1. *Cantidad de bloques*

Otra diferencia consiste en la cantidad de bloques ( FB, FC, DB).

<b>CPU 312</b>	<b>CPU 313 / 314 / 315</b>
32 FB	128 FB
32 FC	128 FC
63 DB	127 DB

Donde:

FB = bloques de funciones.

FC = funciones.

DB = bloques de datos.

#### 4.3.2.2. *Configuración del bastidor Entradas / Salidas*

Para la CPU 312 / 313 se puede emplear la configuración usando una sola fila.

La CPU 314 / 315 soporta una configuración de hasta cuatro filas.

#### 4.3.2.3. *Conexión DP*

El equipo S7-315-DP tiene una conexión adicional que soporta equipos periféricos descentralizados (DP) Profibus.

#### 4.3.3. *ELEMENTOS DE LA CPU CENTRAL*

- Conmutador con llave
- Ajuste manual del modo operativo de la CPU.
- MRES = Borrado de la memoria ( borrado general).

- STOP = modo STOP: el programa no se ejecuta, aún cuando la CPU se encuentre en línea.
- RUN = El programa se esta ejecutando, pero es sólo de lectura (no se pueden efectuar modificaciones).
- RUN-P = modo RUN: la CPU ejecuta el programa, pero el programador puede modificar el programa y su modo operativo ( sin bloqueo ) .

#### 4.3.3.1. *Visualizaciones de Estado (Leds)*

- SF = Error de grupo; errores internos de la CPU o error del módulo con funciones de diagnóstico.
- BATF = Error de batería; batería baja o ausente.
- DC5V = alimentación de +5V; indicador de tensión CD.
- FRCE = Forzado; indica que al menos una entrada o salida se está forzando (en CPU 315-2DP V1.2.0).
- RUN = modo RUN; emite una luz intermitente cuando arranca la CPU, esta luz se queda fija en modo RUN.
- STOP = modo STOP; emite una luz intermitente cuando se requiere un borrado de la memoria, esta luz se queda fija en modo STOP.

#### 4.3.3.2. *Lugar para un módulo de memoria*

Aquí puede insertarse un módulo de memoria (tarjeta de memoria). El módulo de memoria almacena el contenido del programa al presentarse una falla en la alimentación, aun sin batería.

#### 4.3.3.3. *Lugar para la batería*

Hay un lugar para la batería de litio debajo de la cubierta. La batería respalda los contenidos de la memoria RAM en caso de pérdida de alimentación de la CPU.

#### 4.3.3.4. *Conexión MPI*

La conexión de 9 pines debajo de la cubierta es la conexión para la interfase multipunto ( MPI ). Esta es la puerta de programación de la CPU del equipo S7-300 y S7-400.

#### 4.3.4. *ESPECTRO DE MÓDULOS*

PS = Fuente de alimentación.

##### **Entrada:**

120 / 230 V~

##### **Salida:**

24 V =

Puede venir para:

- 2 A
- 5 A
- 10 A

IM = Módulo de interfase.

Estos módulos permiten configuraciones de filas múltiples. Estas configuraciones enlazan el bus entre las filas. Existen tres tipos:

- Envío IM360
- Recepción IM361
- Envío / Recepción IM365

SM = Módulo de señales

Un modulo de señales recibe señales locales y las adapta a los diferentes niveles del módulo S7- 300.

- Entradas / salidas digitales
- Entradas / salidas analógicas
- Accesorios: conectores de bus y conectores frontales

FM = Módulo funcional

Un modulo funcional ofrece funciones especiales.

- Conteo
- Posicionamiento
- Control de lazo cerrado.

CP = Procesador de comunicaciones

Los módulos de comunicación ofrecen las siguientes posibilidades de operación en red:

- Acoplamiento punto a punto
- Profibus
- Ethernet industrial

#### **4.4. VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA SIMATIC S7 <sup>1</sup>**

##### *4.4.1. EL PLC COMPACTO, S7 – 200*

- Bajo precio
- Micro PLC con funciones integradas
- Puede ser expandido hasta siete módulos

##### *4.4.2. EL PLC MODULAR, S7 – 300*

- Gama graduada de CPU's
- Amplia gama de módulos
- Puede ser expandido hasta 32 módulos

##### *4.4.3. EL VERSÁTIL, S7 – 400*

- La CPU más rápida (rango 80 ns)
- Multiproceso.
- Muy extensas posibilidades de expansión.

---

<sup>1</sup> SIEMENS, training for Automation and Drives. SITRAIN. .ITESEM Toluca. 2003.

## **4.5. PRINCIPIOS DE PROGRAMACIÓN <sup>1,2</sup>**

### **4.5.1. ORGANIZACIÓN DE PROGRAMAS**

#### **4.5.1.1. Programa lineal**

El programa completo se localiza en el bloque (OB1) con todas las instrucciones juntas. Este modelo es similar al esquema de relés fijo reemplazado por el controlador lógico programable. El sistema procesa sucesivamente las instrucciones individuales.

#### **4.5.1.2. Programa dividido**

El programa se divide en bloques, con lo que cada bloque contiene las operaciones lógicas de un cierto grupo de dispositivos o tareas. Las instrucciones integradas en el bloque de organización OB1 determina la secuencia en que se procesan los demás bloques. Un programa dividido puede, por ejemplo, contener bloques de instrucciones con los que se controlan los modos de operación individuales para un proceso industrial.

#### **4.5.1.3. Programa estructurado**

Un programa estructurado contiene bloques con parámetros (bloques parametrizables). Estos bloques se programan de forma que se pueden usar universalmente. Durante la llamada se especifican los parámetros actuales (las direcciones concretas de las entradas y salidas). Un ejemplo de módulo parametrizable.

---

<sup>1</sup> SIEMENS, training for Automation and Drives. SITRAIN. Curso Especial ITESM. 2003.

<sup>2</sup> SIEMENS, training for Automation and Drives. SITRAIN. ITESEM Toluca. 2003.

- Un bloque bomba contiene las instrucciones para una bomba y una serie de entradas y salidas que cualquier otra bomba puede usar en un proceso.
- Los bloques de instrucciones lógicas, son los responsables de controlar la bomba concreta, llamar (abrir) el “bloque bomba” y proporcionar información sobre qué bomba debe ser controlada.
- Cuando el bloque bomba concluya de realizar sus instrucciones, el programa retorna al bloque que le llamó (por ejemplo, OB1) el cual continúa procesando sus instrucciones.

#### 4.5.2. TIPOS DE BLOQUES

##### 4.5.2.1. *Bloques de sistema*

Los bloques de sistema son funciones predefinidas o bloques integrados en el sistema operativo de la CPU. Estos bloques no ocupan ningún espacio adicional en la memoria de usuario. Los bloques de sistema se llaman desde el programa de usuario. Estos bloques tienen la misma interfase, la misma designación y el mismo número en todo el sistema.

##### 4.5.2.2. *Bloques de usuario*

Los bloques de usuario con áreas provistas para administración del código del programa y los datos del programa. Basado en las condiciones para su proceso, puede estructurar su programa con las distintas opciones de bloques de usuario. Algunos de estos bloques se pueden ejecutar cíclicamente y otros se ejecutan solo cuando se necesiten. Los bloques de usuario se llaman también bloques de programa.

La programación estructurada permite la utilización de diferentes tipos de bloques, en los que el usuario puede programar o almacenar datos.

#### 4.5.2.3. *Bloque de organización (OBs)*

Constituyen los bloques ejecutables del sistema. Todo el programa podrá ser almacenado en el bloque OB1 (Bloque de elaboración cíclica).

Por otra parte, el programa podrá ser almacenado en distintos bloques, en cuyo caso el bloque OB1 es utilizado para realizar la llamada des resto de los bloques en el momento que se cumpla una determinada condición.

#### 4.5.2.4. *Bloque de función (FB)*

Es un bloque que contiene una parte del programa y que controla una determinada área de la memoria. Este bloque ofrece la posibilidad de utilizar parámetros. Estos bloques se emplean para tareas repetitivas o funciones complejas.

Una función (FC) es de acuerdo a la norma IEC 1131-3, un bloque de datos estáticos. Ofrece la posibilidad de transferir datos al programa de usuario.

**Tabla 9 Características de los Bloques en los programas**

<b>TIPO DE BLOQUE</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>
Bloques de organización ( OB )	Interface de usuario de programa
Bloques de función ( FB, SFB )	Parametrizable , reutilizable Area de memoria
Funciones ( FC, SFC )	Parametrizable, reutilizable
Bloques de datos ( DB, SDB )	Almacenamiento de datos temporalmente (DB de instancia), almacenamiento de datos globales

#### 4.5.2.5. *Bloque de datos (DBs)*

Son bloques en la memoria de la CPU en los que su programa almacena los datos. Al llamar un bloque lógico (FC, FB u OB) para que opere, se ocupa espacio en la memoria en el área de datos locales. Además de esta área de datos locales, el bloque lógico puede abrir un área de almacenamiento en forma de un DB. A diferencia de los datos en el área local, los datos en el DB no se borran cuando se cierra el DB o cuando se haya terminado la ejecución del bloque lógico. Hay dos tipos diferentes de bloques de datos, cada uno tiene una función diferente de acuerdo con su relación con el bloque lógico.

#### 4.5.3. *FORMATOS DE REPRESENTACIÓN*

La instrucción constituye la unidad más pequeña del programa. Está compuesta por la operación y el operando.

El operando determina el tipo de operación que debe efectuarse. Por ejemplo:

Operación A (Y)

Operación O (O)

= asigna a una dirección de salida el estado de señal "1" o "0",

S asigna a una dirección de salida el estado de señal "1",

R asigna a una dirección el estado "0".

El direccionamiento contiene la información necesaria para la ejecución de la instrucción. El direccionamiento contiene la siguiente información: identificador del tipo de tarjeta (entrada o salida), dirección de byte correspondiente a la tarjeta y dirección de bit (canal en el que se encuentra conectado el equipo emisor / actuador, por ejemplo I 1.0).

#### 4.5.4. TIPOS DE REPRESENTACIÓN

El PLC únicamente puede efectuar el control sobre la máquina una vez transferido el programa a la memoria del mismo. El programa es introducido en el PLC por medio de la programadora.

STEP 7 admite tres modos de representación:

- Lista de instrucciones o nemónicos ( STL o AWL )
- Diagrama de contactos ( LAD o KOP)
- Diagrama de funciones ( FBD o FUP)

##### 4.5.4.1. *Lista de instrucciones*

La lista de instrucciones muestra el programa tal cual reside en la memoria del PLC. Cada línea constituye la unidad más pequeña del programa: la instrucción. El programa ejecuta instrucción a instrucción de forma secuencial.

En lista de instrucciones, las instrucciones grabadas en la memoria del PLC se visualizan de una forma particular: primero las operaciones que establecen la relación entre las señales: (a para AND; O para OR) y, a continuación, los parámetros correspondientes a tipo de señal al direccionamiento (por ejemplo, I 0.1 a I 1.3).

La lectura instrucción a instrucción, así como la elaboración del programa definido mediante las distintas operaciones utilizadas en el mismo, dan como resultado que se active la salida correspondiente (= Q 4.1).

#### 4.5.4.2. *Diagrama de contactos*

El diagrama de contactos sustituye a la lógica cableada. Sobre la pantalla de la programadora, podemos contemplar los diferentes esquemas de contactos, por medio de los cuales escribimos nuestro programa.

#### 4.5.4.3. *Diagrama de funciones*

El diagrama de funciones, está basado en la representación del programa mediante símbolos normalizados, los cuales representan funciones determinadas. Dentro de cada caja, se representa mediante un símbolo el tipo de operación que se desea realizar:

& - Operación Y

$\geq 1$  - Operación O

Las entradas (sensores) están conectadas al lateral izquierdo de la caja, y las salidas (actuadores) se colocan en la parte superior de la caja correspondiente.

Para entender como procesa el programa el PLC, es necesario conocer previamente los siguientes conceptos: bit, byte, palabra y doble palabra.

#### **BIT**

Un bit es la unidad para dígitos binarios o caracteres binarios. Es la unidad más pequeña de información. Permite dos estados: "0" ó "1". Los bits pueden agruparse para formar unidades mayores.

## ***BYTE***

Un byte es un grupo de 8 bits. Se emplea para la representación de valores numéricos de 8 dígitos binarios. También permite representar el valor numérico de 8 canales consecutivos de entradas o salidas. Representa un valor comprendido entre -128 y +127.

## ***PALABRA***

Una palabra está compuesta por dos bytes o, lo que es lo mismo, 16 bits. Por ejemplo: 16 entradas ó 16 salidas (-32.768 a +32.767).

## ***DOBLE PALABRA***

Una doble palabra está constituida por 2 palabras (o 4 bytes, o 32 Bits). Es la unidad más grande que puede ser procesada por el PLC. Valor numérico comprendido en (-2.147.483.648 a +2.147.483.647).

## 5. METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

### 5.1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de este capítulo se describen paso a paso los procedimientos seguidos para el cumplimiento de los objetivos trazados en el proyecto de grado para optar al Título de Ingeniero Mecatrónico.

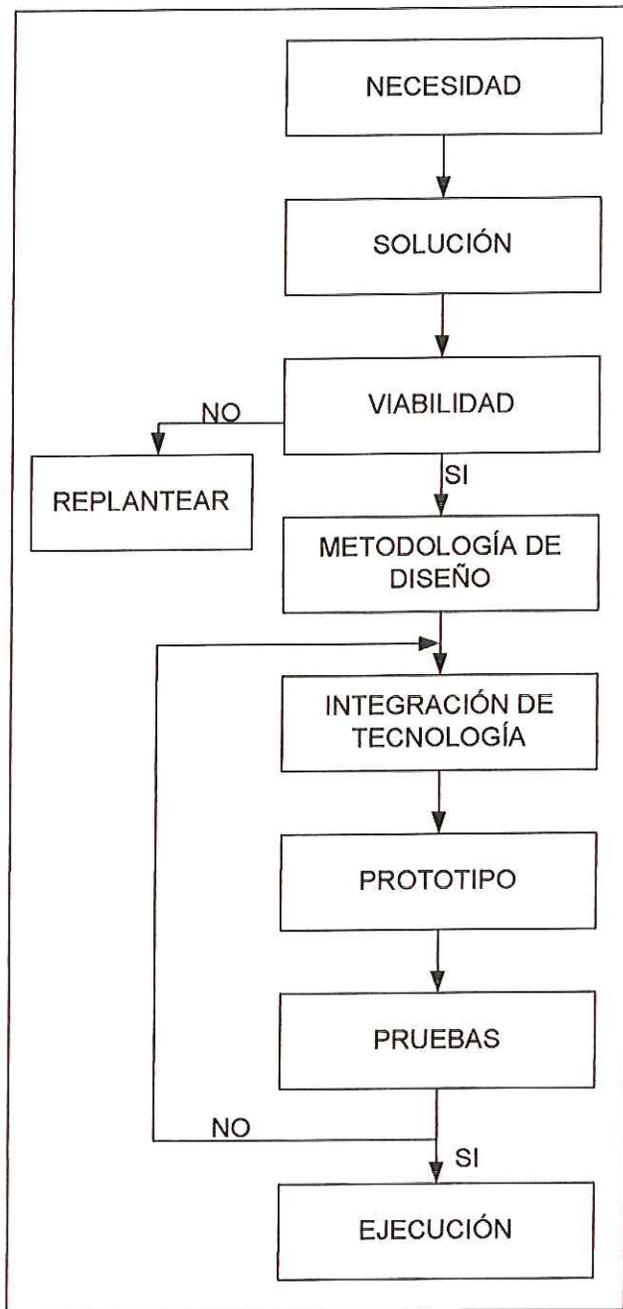
En el manual de prácticas se dispone del material guía en el área de las redes industriales, considerando la figura de una persona experta que asesore el proceso de enseñanza. Para el desarrollo del libro se dispuso del espacio que brinda el laboratorio de automatización industrial ( LAI ), que se encuentra en el sexto piso del edificio de ingenierías de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, el lugar tiene a su disposición modernos equipos para fundamentar en la practica a los estudiantes con una visión a la industria.

La orientación del manual es para aquellas estudiantes que sin tener un conocimiento básico de los PLCs y el uso de elementos neumáticos, sin relevancia en su perfil profesional o técnico de áreas afines disponga de este material para su crecimiento intelectual, valiéndose de un gran interés por aprender.

EL material en su totalidad, consta de un libro de 15 Prácticas en el campo de las redes industriales con una visión orientada a los procesos de manufactura muy comunes en la producción; además, dispone de un CD didáctico que recopila las prácticas y dispone de opciones que facilitan el aprendizaje, por ultimo un banco de pruebas que permite el montaje y comprensión de cada una de las prácticas.

Dentro de este proceso se siguió el siguiente plan de acción:

**FIGURA 29** Plan de acción



Autores

## **5.2. NECESIDAD**

El mundo Industrial rápidamente esta evolucionando y con ello la necesidad de las empresas de ser competitivos, esto conduce a una creciente automatización donde las posibilidades de la rentabilidad y seguridad de las tecnologías son los atractivos que brindan la neumática, las redes de comunicación, estos tan solo por citar dos potenciales campos de desarrollo.

Como estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecatronica, evidenciamos la necesidad de disponer de un material integral que oriente en el aprendizaje de las redes de comunicación, materia que aunque en su momento fue vista, solo en el contacto de la práctica empresarial evidenció identificar una solución a través del planteamiento mismo de una estrategia de enseñanza- aprendizaje.

El proyecto surge ante la necesidad de disponer de un material que reúna aplicaciones desde un grado básico de dificultad hasta uno de mayor complejidad, implementando los elementos (PLC's, electroválvulas, actuadores, sensores, lámparas, botones, alarmas, relés, etc.) que se encuentran en las instalaciones del laboratorio de automatización industrial de la UNAB para fines correspondientes al campo de las redes industriales a través de prácticas guías de trabajo que orienten en el aprendizaje aprovechando las instalaciones y sus tecnologías con una visión a encontrar solución a los problemas industriales mas comunes.

## **5.3. SOLUCIÓN**

Diseñar y desarrollar prácticas de redes industriales usando controladores lógicos programables (PLCs) documentadas en un manual con el objeto de instruir en la capacitación a los estudiantes interesados en adquirir habilidades correspondientes al área de redes industriales dentro del laboratorio de automatización de la UNAB.

Esta solución corresponde al objetivo general del trabajo de grado.

#### **5.4. VIABILIDAD**

De acuerdo a las características de acceso al espacio de trabajo por parte de los estudiantes, identificado en el Laboratorio con previo cumplimiento de unas normas establecidas y todos los elementos y equipos que este contiene, la disponibilidad de las instalaciones permite al estudiante desarrollar habilidades y adquirir los conocimientos. Considerando de esta forma un presupuesto únicamente vinculado con el material de impresión y la disponibilidad de un docente u experto, por cuanto el proyecto presenta un alto porcentaje de viabilidad.

#### **5.5. METODOLOGÍA DE DISEÑO**

Dentro de la metodología de diseño se enfatizo en una estructura de Profundización, capacitación y desarrollo del proyecto, abordando cada uno de los objetivos trazados con el propósito de suplir la necesidad planteada.

##### **5.5.1. PROFUNDIZACIÓN**

Para orientar la solución se hace necesario investigar sobre el tema general del proyecto, escudriñando las subdivisiones y áreas de interés particular relacionadas, con el apoyo de un experto en la figura del asesor. Cabe recalcar la importancia de disponer de un conocimiento previo o un grupo de trabajo multidisciplinar que permita tener una visión global del tema de estudio.

Para el desarrollo del manual de prácticas de redes industriales se requieren conocimientos de: programación, electrónica, neumática, sensores y actuadores.

### *5.5.2. CAPACITACIÓN*

Dentro de las características que debe desarrollar un conocimiento, el aprender a enseñar conlleva a identificar la existencia de unas herramientas para hacerlo, es por ello que existen metodologías de aprendizaje que representan unos lineamientos mínimos articulados dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de una asignatura, con base en ellas se puede organizar totalmente un curso, contenidos o ciertos temas específicos.

Las metodologías son estructuras desarrolladas y verificadas que permiten de una forma ordenada instruir permitiendo la crítica objetiva que fortalece los conocimientos aprendidos y el liderazgo a través del desarrollo de competencias, sin perder de vista estas premisas existen métodos como son: Aprendizaje Orientado a Proyectos (POL), El estudio de Casos y Aprendizaje Basado en Problemas(ABP), en los cuales se capacitó identificando: definición, características, ventajas, estructura , roles de los actores y la evaluación.

### *5.5.3. DESARROLLO DEL PROYECTO*

Con forme la profundización en las estrategias de enseñanza-aprendizaje y con un criterio objetivo se estructuraron los lineamientos de una estrategia particularmente apropiada para llevar el conocimiento a través del material de redes industriales, que corresponde al manual de prácticas, el CD didáctico y el banco de pruebas.

## **5.6. INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍA**

La integración de tecnología forma parte de las competencias del Ingeniero Mecatrónico de acuerdo a las habilidades de relacionarse en espacios que integren planta, controlador, actuador y sensor. Resaltando la importancia de ello, se hizo oportuno profundizar en áreas como: Redes Industriales, PLC's y la contextualización de Neumática y Electroneumática.

## **5.7. PROTOTIPO**

El Proyecto de grado, Diseño e implementación de Prácticas de Redes Industriales, como material para el laboratorio de Automatización Industrial consta de un manual de Prácticas (15 en total que abordan el uso de las redes Industriales desde una perspectiva orientada a brindar soluciones a problemas comunes del sector Industrial, un CD que presenta de una forma didáctica cada una de las prácticas brindando opciones de apoyo al usuario en su aprendizaje y un banco de pruebas como un espacio para clarificar el desarrollo de competencias.

### **5.7.1. MANUAL DE PRÁCTICAS**

El material instructivo esta documentado en un manual de Prácticas, con el objeto de capacitar al usuario en el campo de las redes Industriales partiendo de la base metodológica de enseñanza-aprendizaje que garantiza una máxima comprensión de los conocimientos presentados a través de actividades guiadas a lo largo de la cada Práctica.

#### 5.7.1.1. *Selección de la metodología de aprendizaje*

Una vez se realizó la profundización en los modelos metodológicos de enseñanza-aprendizaje y se desarrollaron las competencias mediante el taller orientado por las Doctoras Leonor Galindo Cárdenas sobre Aprendizaje Basado en Problemas, Laura Rey sobre Aprendizaje orientado a Proyectos y Emma Elvira Ortiz el estudio de casos, se decidió proceder a integrar características de cada una de las citadas estrategias con el propósito de obtener una estructura fortalecida en el desarrollo de competencias mediante el trabajo por grupos.

En cuanto a los roles de los actores en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para comprensión en detalle de la estructura definida para este proyecto se recomienda consultar el capítulo 1, haciendo la salvedad que el desarrollo de competencias se realizan en grupo, pero con la visión objetiva que permite a cada alumno presentar un informe de la actividad complementaria con conclusiones y observaciones particulares a través de un reporte escrito.

#### 5.7.1.2. *Diseño del contenido de la Práctica*

De acuerdo a las características de la estructura adoptada para la estrategia de enseñanza-aprendizaje, el contenido de la práctica esta sujeto a:

**1. OBJETIVOS:** Se formulan los alcances de la práctica mediante planteamiento concreto de objetivos a desarrollar a lo largo de la guía.

**2. MARCO TEÓRICO:** Se orientan los conceptos fundamentales para introducir al alumno en el tema.

**3. ACTIVIDAD PREVIA:** En esta actividad se proponen preguntas y algunos procedimientos con el objeto de llevar al usuario a apropiar conocimientos básicos que le permitirán poner en contexto el tema.

**4. DESARROLLO EXPERIMENTAL:** Se enmarca con un proceso industrial la actividad principal, así como los requerimientos para el proceso a automatizar y toda la información que clarifique el desarrollo de la práctica paso a paso.

**5. ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA:** Con esta actividad se pretende que el usuario aplique el conocimiento obtenido en las actividades guiadas, valiéndose de su propio criterio y de requisitos que se orienten a través de la información suministrada.

En términos generales, la estructura de la Práctica lleva consigo un problema industrial que se soluciona de forma guiada presentando paso a paso un procedimiento que introduce al usuario en la actividad complementaria con los conceptos necesarios. EL **ANEXO 1** contiene un modelo de una práctica donde se estructuran todos los aspectos descritos anteriormente.

#### 5.7.1.3. *Diseño del Formato*

El formato diseñado para enmarcar las prácticas consta de: un encabezado en donde se cita Redes Industriales y el laboratorio de Automatización Industrial, el número de práctica que se está trabajando y el distintivo escudo de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, junto con un pie de página en donde se referencia el tema de la Práctica, por último en la primera hoja se presenta en un recuadro visible el número de la práctica y el título respectivo del tema, "**ver ANEXO 1**".

#### 5.7.1.4. Materiales del laboratorio

Las instalaciones del laboratorio de Automatización de la Universidad Autónoma de Bucaramanga y sus modernos equipos, incluyendo los materiales disponibles para los estudiantes forman parte de los recursos con los que se contaron para el desarrollo de las Prácticas, ellos se enuncian en la **TABLA 1**.

Tabla 10 Materiales del Laboratorio de Automatización Industrial

REFERENCIA	NOMBRE	CANTIDAD
JMFH-5-1/8	Electroválvula biestable	2
MFH-5-1/8	Electroválvula monoestable	4
MFH-3-1/8	Electroválvula monoestable	2
SMEO-4-K-LED	Sensor magnético con soporte	4
DSNU-20-100-PPV-A	Cilindro doble efecto	4
ESNU-20-100-P-A	Cilindro simple efecto	2
159630	Reguladora de Presión ( Filtro y válvula)	2
PEN-M5	Convertidor neumático-eléctrico	2
PUN-4x0,75-B	Manguera para neumática(20m)	1
152896	Distribuidor	2
67CFR-600	Regulador de Presión	1
155547	Sensor Inductivo de Proximidad	4
3RG4024	Sensor Inductivo de Proximidad	4
PRX102-18N	Sensor de Proximidad	3
3TX7 002-1AB00	Relé	4
27264	Pulsador Negro con conector	5
27270	Led Rojo con conector	5
171774	Push button	10

Planta Física, UNAB

#### 5.7.1.5. Temario de Prácticas

De acuerdo a la guía de cátedra establecida por el docente actualmente encargado de la materia *redes industriales*, se definieron los temas que se abordaran en el material (manual, CD y banco de pruebas), para presentarlos al

criterio y aprobación, aclarando la extensión de 16 semanas que corresponde a un periodo académico.

**Tabla 11 Temario de Redes Industriales**

UNIDAD	TEMA
1. Protocolos y Arquitecturas  <i>calendario:</i> Semana 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolos y Arquitectura</li> <li>• Protocolos</li> <li>• OSI</li> <li>• Arquitectura de Protocolos TCP/IP</li> </ul>
2. Transmisión de Datos  <i>calendario:</i> Semana 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos y Terminología</li> <li>• Transmisión de datos analógicos y digitales</li> <li>• Perturbaciones en la transmisión</li> </ul>
3. Medios de Transmisión  <i>calendario:</i> Semana 3 y 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medios de Transmisión</li> <li>• Medios de Transmisión Guiados</li> <li>• Transmisión Inalámbrica</li> </ul>
4. Codificación de datos  <i>calendario:</i> Semana 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos Digitales, señales digitales</li> <li>• Datos Digitales, señales analógicas</li> <li>• Datos Analógicos, señales digitales</li> <li>• Datos Analógicos, señales analógicas.</li> </ul>
5. Transmisión de datos  <i>calendario:</i> Semana 6 y 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmisión Asíncrona y sincronía</li> <li>• Configuraciones de la Línea</li> <li>• Interfaces</li> </ul>
6. control de enlace de datos  <i>calendario:</i> Semana 8, 9 y 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de flujo</li> <li>• Detección de Errores</li> <li>• Control de Errores</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de enlace de datos de alto nivel (HDLC)</li> </ul>
<p>7. Redes de comunicación industriales</p> <p><i>calendario:</i> Semana 11 hasta la 16</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos generales de comunicaciones digitales</li> <li>• RS-232</li> <li>• RS-485</li> <li>• Protocolos de redes industriales</li> <li>• Buses de campo</li> <li>• MAP Y MINIMAP</li> <li>• Ethernet, MODBUS, BITBUS</li> <li>• PROFIBUS</li> <li>• Estructura de la red</li> <li>• Protocolo</li> <li>• Nivel de aplicación</li> <li>• Montaje de redes Basadas en PROFIBUS</li> <li>• Redes industriales con microcontroladores</li> <li>• Transmisión de datos con el microcontroladores</li> <li>• Enlace entre el microcontrolador y el computador.</li> <li>• Implementación del protocolo PROFIBUS con microcontroladores</li> </ul>

LENGERKE PÉREZ, Omar. Guía de cátedra, Redes de comunicación industriales.

Al identificar las características de la clasificación anterior se presentan las prácticas propuestas en tres módulos organizados de la siguiente forma: módulo básico, modulo medio y módulo avanzado con el propósito de orientar el aprendizaje en el campo de redes industriales desde un nivel bajo hasta uno de mayor complejidad conforme avanza en el desarrollo de cada tema, la distribución temática es la siguiente:

## **MÓDULO BÁSICO**

### **Práctica 1.A**

*Creación de un proyecto y configuración del PLC Siemens utilizando el administrador Simatic Step7.*

### **Práctica 2.A**

*La programación estructurada en la solución de problemas industriales.*

### **Práctica 3.A**

*Configuración de la Red PROFIBUS DP utilizando 2 PLC's Siemens.*

### **Práctica 4.A**

*Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación PROFIBUS DP.*

### **Práctica 4.B**

*Proyecto final (Automatización de un proceso de corte).*

## **MÓDULO MEDIO**

### **Práctica 5.A**

*Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 3 PLC's Siemens (Topología tipo Bus).*

### **Práctica 5.B**

*Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación PROFIBUS DP (Topología tipo Bus)*

### **Práctica 6.A**

*Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 3 PLC's Siemens (Topología tipo Estrella).*

### **Práctica 6.B**

*Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación PROFIBUS DP (Topología tipo Estrella).*

### **Práctica 7.A**

*Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 3 PLC's Siemens (Topología tipo Anillo).*

### **Práctica 7.B**

*Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación PROFIBUS DP (Topología tipo Anillo).*

### **Práctica 7.C**

*Proyecto final (Automatización de un proceso de verificación de tapado).*

## **MÓDULO AVANZADO**

### **Práctica 8.A**

*Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 4 PLC's Siemens (Topología Estrella).*

### **Práctica 9.A**

*Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación PROFIBUS DP (Topología tipo Anillo).*

### **Práctica 9.B**

*Proyecto final (Dispositivo alimentador para tablas apiladas en un cargador).*

Ante la necesidad de brindar herramientas que faciliten el aprendizaje se agregan algunos apoyos mediante prácticos documentos complementarios (anexos) que se encuentran disponibles con los temas siguientes:

## **ANEXOS**

### **Anexo 1.A.**

*Fundamentos de programación.*

### **Anexo 3.A.**

*Identificación y procedimiento para fijar los conectores.*

### **Anexo 3.B.**

*Conexión de nodos a la red PROFIBUS.*

### **Anexo 3.C.**

*Fijación del Bus conector al módulo.*

### **Anexo 5.A.**

*Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 3 PLC's.*

### **Anexo 8.A.**

*Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 4 PLC's.*

#### **5.7.2. CD DIDÁCTICO <sup>1</sup>**

El objetivo primordial, es condensar en un CD el análisis, diseño, programación e implementación de prácticas de comunicación industrial con controladores lógicos programables, el material está orientado a suplir las necesidades de los estudiantes, docentes y usuarios en aspectos como programación eficiente (estructurada), presentar un procedimiento ordenado para la solución de problemas en el área de redes industriales e introducir al lector de una manera progresiva desde herramientas básicas hasta la programación avanzada.

---

<sup>1</sup> AUTORES

La estructura del CD es muy organizada, abordando desde una perspectiva más agradable al ojo del usuario la temática propia de la materia de redes Industriales, fragmentando las prácticas en detallados vínculos que presentan opciones desde el acceso a cada tema, recorriendo una paginación corta y permitiendo descargar el archivo en formato \*.pdf, por otra parte facilita hacer búsquedas de la información al interior del material del CD mediante la digitación de una palabra específica y finalmente permite al usuario evaluar sus conocimientos mediante un corto test y obtener una valorada calificación de su desempeño.

#### 5.7.2.1. *Diseño*

Al presentar el CD didáctico como herramienta para facilitar el aprendizaje se identifican algunas ventajas inmersas en el uso de esta plataforma digital de información, como son:

- Disponibilidad de equipos (computadores) para acceder al material.
- Recopilación fundamentada en una estrategia enseñanza-aprendizaje.
- Completa disposición del material en formatos de descarga.
- Material flexible sujeto a ajustes por autorización del docente.
- Información de sencilla ubicación al interior del CD.

Para el desarrollo de un CD con estas características la industria posee diversidad de herramientas de software que permiten crear aplicaciones muy interesantes, una de las opciones más completas es el desarrollo de páginas bajo un formato htm, porque cuenta con gran cantidad de apoyos en la construcción de materiales para fines educativos en la actualidad.

Después de considerar estas ventajas se optó por seleccionar esta plataforma con el fin de proyectar un trabajo en el que el alumno pueda adquirir todos los

conocimientos mediante una herramienta muy ilustrativa de una forma sencilla de visualización con programas como Internet Explorer o Netscape.

Para el desarrollo del CD se utilizaron principalmente 3 herramientas de software, Macromedia Fireworks 4, Macromedia Dreamweaver MX 2004 y Macromedia Flash MX 2004.

#### 5.7.2.2. *Etapas de elaboración*

La elaboración del CD se desarrollo en tres etapas fundamentales:

Primeramente se abordó todo el diseño de las imágenes y del formato que se manejaría a lo largo del CD en la herramienta Macromedia Fireworks 4, acto seguido se elaboraron las plantillas para exportarlas a Dreamweaver MX 2004.

Como segunda etapa se trabajo en Dreamweaver MX 2004, para el objetivo sobre esta herramienta se requirió de las plantillas creadas en Macromedia Fireworks 4, en dreamweaver se desarrolló todo el entorno htm que contiene el proyecto, se elaboraron los menús, botones, se colocó el texto de las prácticas y anexos, se insertó las imágenes requeridas en cada una de las paginas y se cargaron los archivos \*.pdf necesarios.

El CD no solo contiene las prácticas también dispone de ilustrativos apoyos incluyendo funciones como búsquedas, módulos evaluativos y glosario.

Para la elaboración de los sistemas de búsqueda y de los módulos evaluativos fue necesario realizar unas pequeñas secuencias de programación bajo el lenguaje javascript (lenguaje utilizado por Macromedia Dreamweaver MX 2004).

Finalmente para la culminación del CD se realizó una animación en Macromedia Flash MX 2004 para la página principal en la que se observará la presentación del CD.

### 5.7.2.3. Presentación del CD didáctico

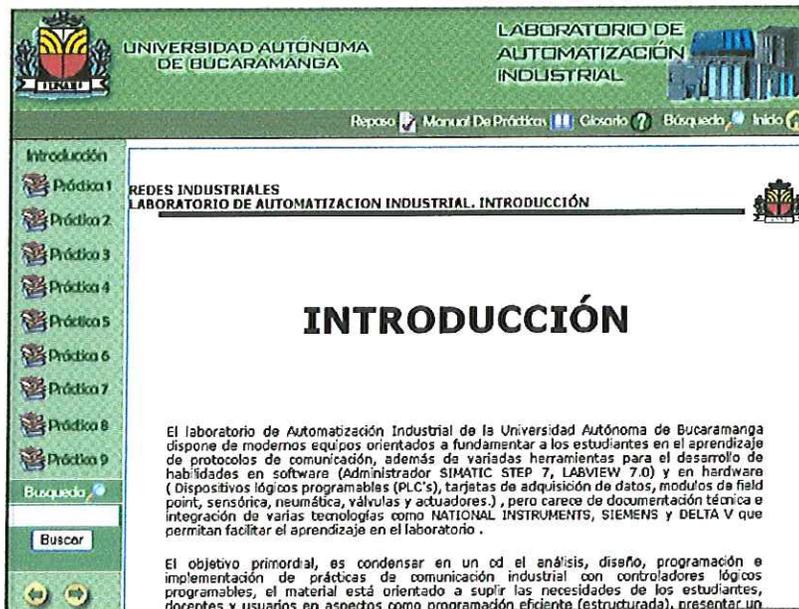
Al ingresar el CD aparece la página principal (index.htm) del material didáctico la cual contiene la presentación inicial del CD.

**FIGURA 30** Página principal



Una vez cargada la página principal haciendo click sobre el botón inicio para acceder al contenido de las prácticas, se observa la siguiente imagen.

**FIGURA 31** Introducción al material del CD



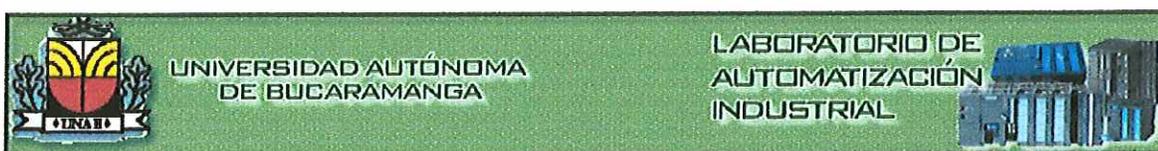
Dentro de esta página se pueden detallar las partes que componen el formato único que se seleccionó para llevar a lo largo de todas las prácticas anexos y demás aplicaciones (búsqueda, glosario, evaluaciones).

La estructura de este formato esta constituida por las siguientes partes:

### Imagen institucional

Es un encabezado, a manera de un recuadro de fondo verde el cual contiene en la parte izquierda el escudo de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, seguido en la parte derecha de una imagen representativa del laboratorio de automatización industrial.

**FIGURA 32** Imagen institucional



## Barra de tareas

Es un recuadro que contiene 4 botones (Repaso, Glosario, Búsqueda e Inicio) y un menú de acceso a las prácticas.

**FIGURA 33** Barra de tareas



**Botón Repaso:** Link para acceder a los módulos evaluativos propuestos para comprobar el alcance de los conocimientos adquiridos en la realización de las prácticas.

Seguidamente se podrá acceder a los evaluaciones dispuestas para cada uno de los módulos, para realizarla basta con hacer click en el modulo de interés.

**FIGURA 34** Página de evaluación



Acto seguido se despliega una ventana en la cual se indican los requerimientos básicos para realizar la evaluación, para proceder se da click en *realizar test*.

**FIGURA 35** Ventana de requerimientos



El modulo evaluativo cuenta con dos botones evaluar y restablecer, el primero es para ver los resultados de la evaluación y el segundo permite blanquear las respuestas y comenzar de nuevo el proceso de selección.

FIGURA 36 Modulo evaluativo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Reposo Manual De Prácticas Glosario Búsqueda Inicio

Introducción

Práctica 1

Práctica 2

Práctica 3

Práctica 4

Práctica 5

Práctica 6

Práctica 7

Práctica 8

Práctica 9

La evaluación para el módulo básico es la siguiente:

1) Un Dispositivo electrónico de propósito especial utilizado en la Industria como elemento de control y monitoreo de máquinas, motores, válvulas, sensores, medidores, etc. también es llamado:

- Microcontrolador.
- Controlador lógico programable.
- Todas las anteriores.

2) La programación estructurada se puede definir como:

- Metodo que a través de una serie de pasos lógicos permite dar una solución óptima.
- Una herramienta de características sencillas que facilita la creación y ejecución de proyectos.
- Todas las anteriores.

3) Es un protocolo para redes industriales, específicamente para aplicaciones de control distribuido. El cual puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización de la fabricación, provee bloques de función: IA, ID, OA, OD, PID, que pueden intercambiarse entre la estación maestra (Host) y los dispositivos de campo:

- MPI.
- PROFIBUS.
- Todas las anteriores.

4) Los tipos de Redes PROFIBUS que existen son::

- PROFIBUS FMS, PA, PP.
- PROFIBUS FMS, PA, DP.
- PROFIBUS FMS, PP, DP.

5) Cuales son los componentes básicos para el montaje de un red PROFIBUS DP.

- Software Administrador Simatic Step 7, 1 Adaptador PG/PC.
- Cable PROFIBUS, conector PROFIBUS, PLC's.
- Todas las anteriores

Evaluar Restablecer

Al pulsar evaluar aparecerá la siguiente ventana.

FIGURA 37 Página de resultados de la evaluación

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Reposo Manual De Prácticas Glosario Búsqueda Inicio

Introducción

Práctica 1

Práctica 2

Práctica 3

Práctica 4

Práctica 5

Práctica 6

Práctica 7

Práctica 8

Práctica 9

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL MODULO BÁSICO

Usted tuvo la siguiente cantidad de respuestas correctas: 5

Usted tuvo la siguiente cantidad de respuestas erradas: 0

Su calificación es de: 5/5 (aciertos/total)

Su porcentaje de rendimiento es : 100%

Su porcentaje de rendimiento fue excelente

Felicitaciones

*Botón Glosario:* Link para acceder al glosario general de los términos y definiciones más importantes que se encuentran a lo largo de la temática del CD.

FIGURA 38 Ventana con definición de términos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Reposo Manual De Prácticas Glosario Búsqueda Inicio

Introducción

Práctica 1

Práctica 2

Práctica 3

Práctica 4

Práctica 5

Práctica 6

Práctica 7

Práctica 8

Práctica 9

Búsqueda

Buscar

REDES INDUSTRIALES

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL. GLOSARIO

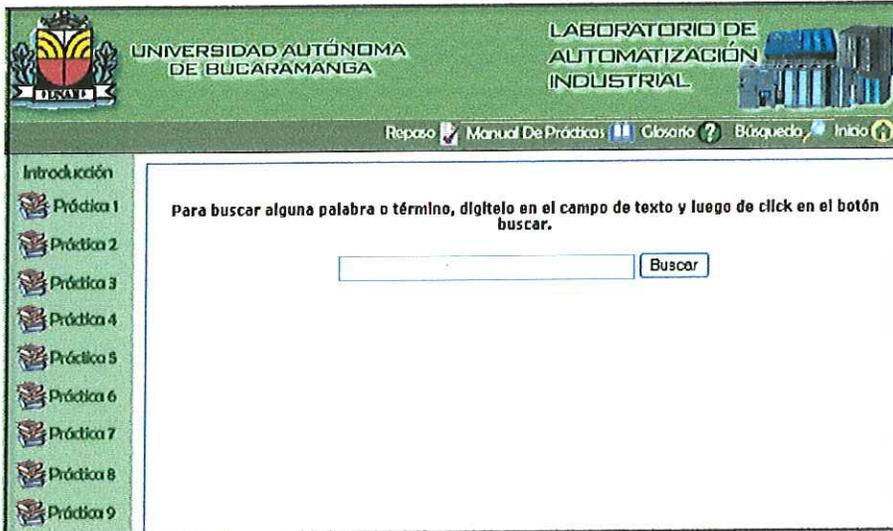
PLC. Controlador lógico programable (*Programmable Logic Controller*). Dispositivo electrónico de propósito especial utilizado en la industria como elemento de control y monitoreo de máquinas, motores, válvulas, sensores, medidores, etc. Este dispositivo tiene características de elemento programable y la capacidad de poder conectarse a un red. Área de aplicación: automatización de industrias y el control de máquinas industriales, control de líneas de producción, bancos de pruebas.

AUTOMATIZACIÓN: Substitución de máquinas o computadoras en lugar del esfuerzo humano físico y mental.

Exiba

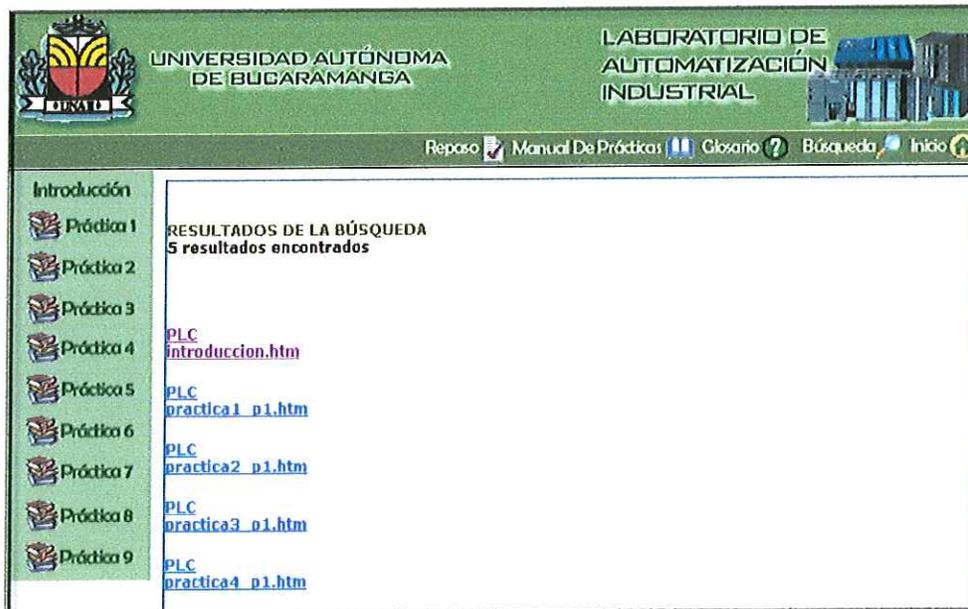
**Botón Búsqueda:** Link para acceder a la página de búsqueda para obtener información correspondiente al termino ingresado.

**FIGURA 39** Página de búsqueda



Al digitar un palabra en el cuadro de texto y dar click en buscar se accede a la siguiente página.

**FIGURA 40** Ventana de Resultados de búsqueda



Botón Inicio: link para acceder a la página de introducción, en donde se presenta de forma organizada la información contenida a lo largo del CD. 

**FIGURA 41** Contenido de los Módulos y Anexos

**Módulo Básico**

Práctica 1.A	Creación de un proyecto y configuración del PLC Siemens utilizando el administrador Simatic Step7.
Práctica 2.A	La programación estructurada en la solución de problemas industriales.
Práctica 3.A	Configuración de la Red PROFIBUS DP utilizando 2 PLC's Siemens.
Práctica 4.A	Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación PROFIBUS DP.
Práctica 4.B	Proyecto final (Automatización de un proceso de corte).

**Módulo Medio**

Práctica 5.A	Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 3 PLC's Siemens (Topología tipo Bus).
Práctica 5.B	Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación PROFIBUS DP (Topología tipo Bus)
Práctica 6.A	Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 3 PLC's Siemens (Topología tipo Estrella).
Práctica 6.B	Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación PROFIBUS DP (Topología tipo Estrella).
Práctica 7.A	Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 3 PLC's Siemens (Topología tipo Anillo).
Práctica 7.B	Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación PROFIBUS DP (Topología tipo Anillo).
Práctica 7.C	Proyecto final (Automatización de un proceso de verificación de tapado).

**Módulo Avanzado**

Práctica 8.A	Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 4 PLC's Siemens (Topología Estrella).
Práctica 9.A	Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación PROFIBUS DP (Topología tipo Anillo).
Práctica 9.B	Proyecto final (Automatización).

**Anexos**

Anexo 1.A.	Fundamentos de programación.
Anexo 3.A.	Identificación y procedimiento para fijar los conectores .
Anexo 3.B.	Conexión de nodos a la red PROFIBUS.
Anexo 3.C.	Fijación del Bus conector al módulo.
Anexo 5.A.	Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 3 PLC's.
Anexo 8.A.	Configuración de la red PROFIBUS DP utilizando 4 PLC's.

*Menú de Prácticas:* opción que permite acceder a la totalidad de los tres módulos presentados dentro del CD.

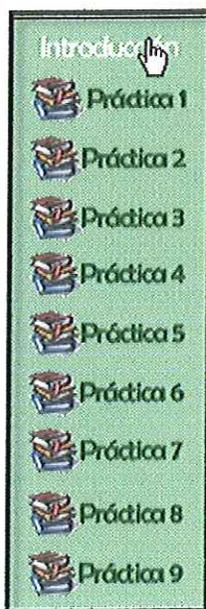
**FIGURA 42** Menú de Prácticas



Barra de acceso directo

Es un recuadro que contiene un acceso directo a las 15 prácticas agrupadas en 9 links.

**FIGURA 43** Barra de acceso directo



## Búsqueda directa

Es un recuadro que contiene un acceso directo a la búsqueda de términos.

**FIGURA 44** Recuadro de búsqueda directa



## Botones de desplazamiento

Son dos botones que permiten el desplazamiento a través de las páginas de forma ordenada.

**FIGURA 45** Botones de desplazamiento

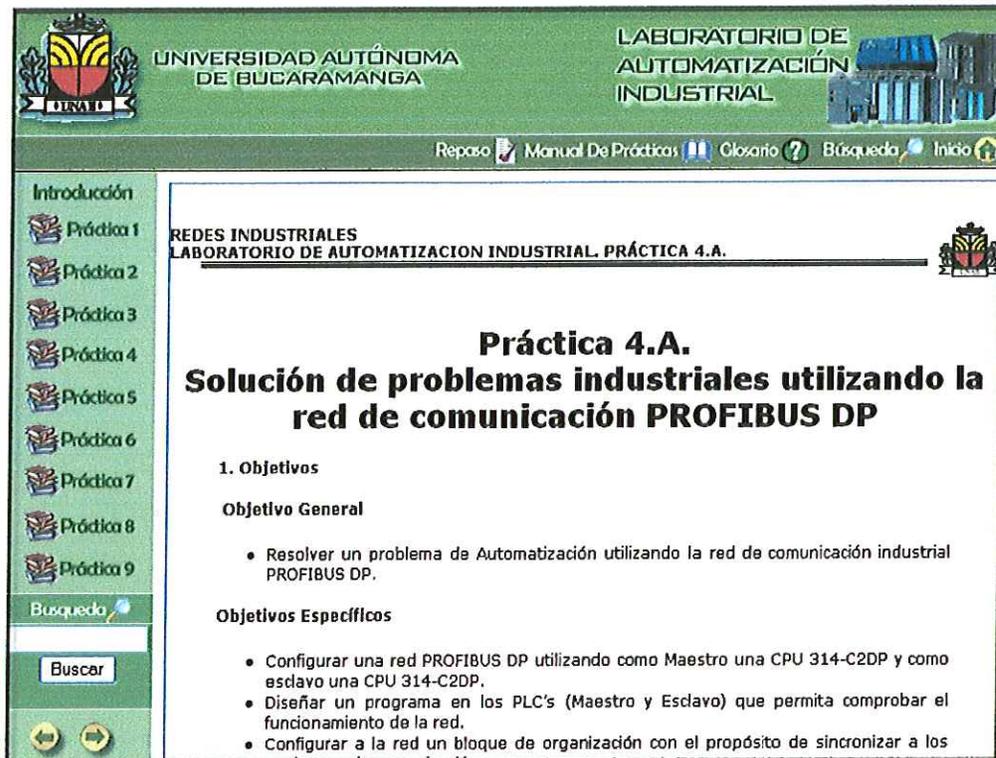


## Prácticas

El formato de las prácticas es el mismo a lo largo de todo el CD, posee la misma estructura anteriormente mencionada.

En las prácticas se especifican todos los conceptos que se tiene para el desarrollo de la temática del manual. Las cuales son: Título (en un tamaño mayor para darle un realce superior), objetivos (general y específicos), Marco teórico, actividad previa, Desarrollo experimental (materiales, definición del problema, metodología a implementar) y Actividad complementaria.

**FIGURA 46** Página de una Práctica



Para una mejor visualización se fragmentaron las prácticas en varias páginas, esto se realizó de acuerdo a la extensión de las mismas.

Para el desplazamiento dentro de la práctica se diseñaron 3 botones:

El primero para el desplazamiento a la página anterior, un botón de volver al inicio (a la tabla principal mostrada en la introducción) y un botón para proceder a la siguiente página.

**FIGURA 47** Botones de desplazamiento en las Prácticas



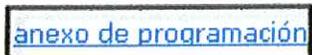
Se implemento un link para poder llegar de una manera más rápida al encabezado de la página.

**FIGURA 48** Link de retorno



Dentro de las practicas también se puede tener acceso a los anexos, para ello se desarrollaron links como estos.

**FIGURA 49** Link de acceso a anexo



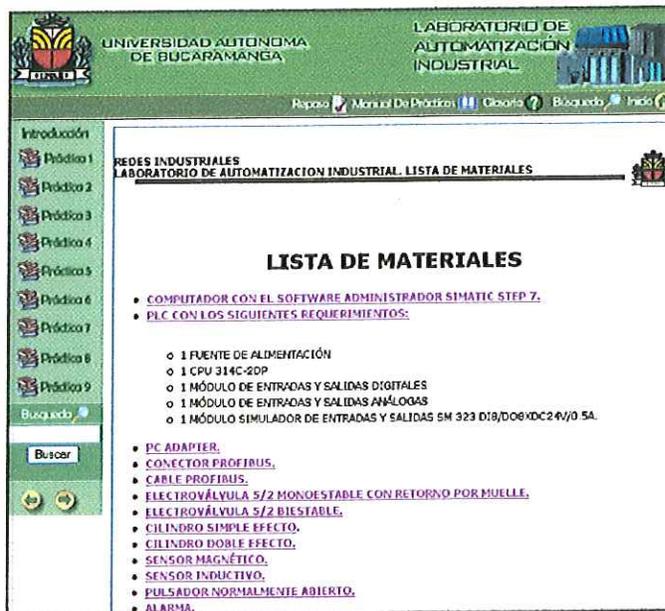
Al final de cada una de las prácticas y de los anexos se le da al alumno la posibilidad de descargar la página en formato \*.pdf con solo dar un click se puede optar por guardar en disco o abrir.

**FIGURA 50** Link de descarga



Un aporte importante en las prácticas es el link **Materiales.** con el se puede tener acceso a una página en donde se muestra una lista de los materiales asociando la imagen respectiva, con el objetivo de que el aprendizaje sea más claro.

**FIGURA 51** Página de Lista de Materiales



Dando click en cualquier link se puede observar la imagen asociada tal y como se muestra a continuación.

**FIGURA 52** Imagen de PC Adapter



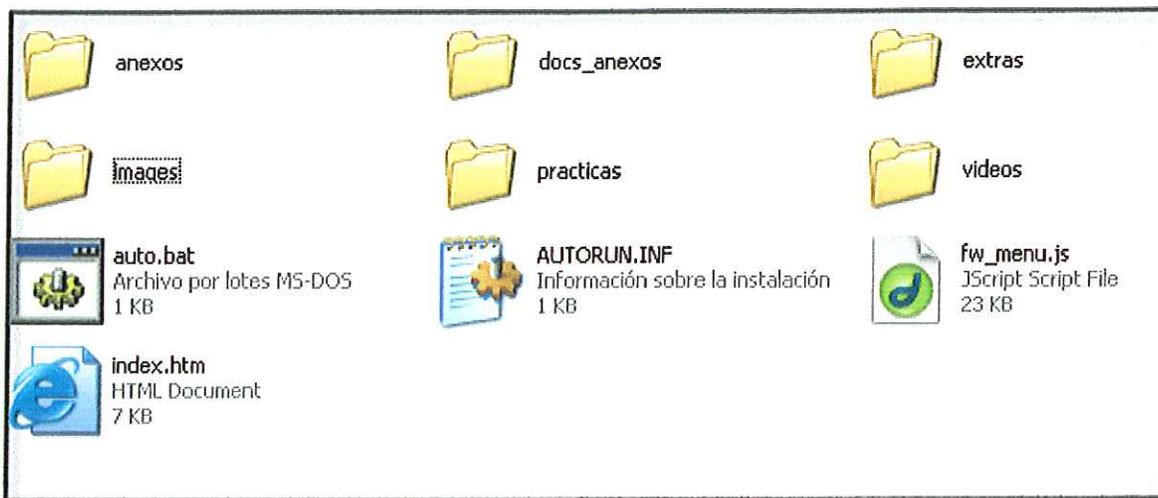
Con el link [Arriba](#) se accede al encabezado principal.

#### 5.7.2.4. Estructura de la Información

El contenido del CD se almacenó dentro de la carpeta Web la cual contiene todos los archivos.

La información se guardo de manera modular y se dispuso de la siguiente forma:

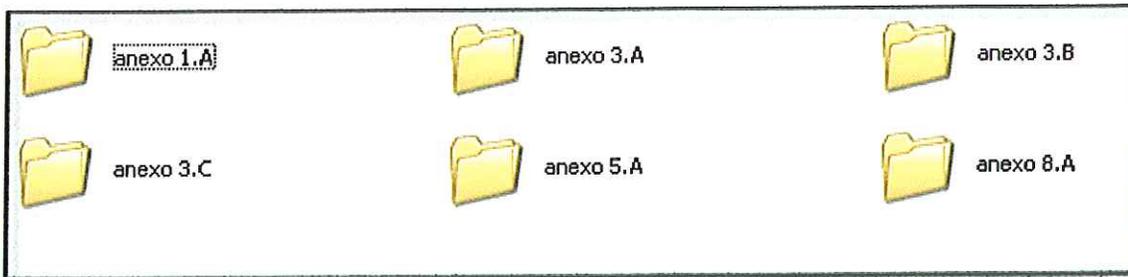
**FIGURA 53 Estructura de la información**



#### Carpeta Anexos

Carpeta en la que se almacenan los archivos con extensión \*.htm de cada uno de los anexos.

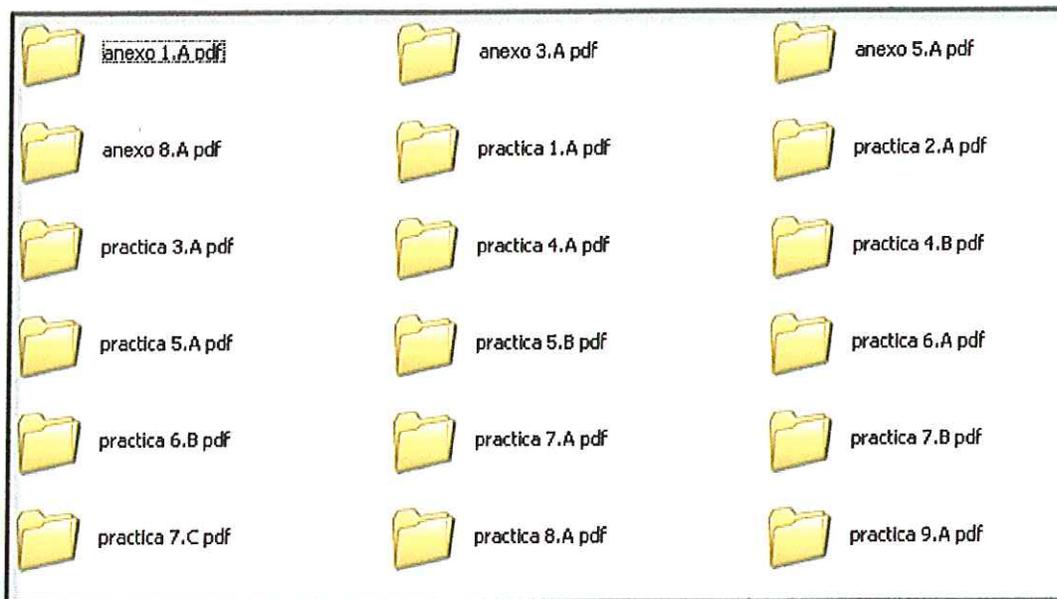
**FIGURA 54** Carpeta Anexos



### Carpeta docs\_anexos

Carpeta en la que se almacenan los archivos con extensión \*.pdf de cada una de las prácticas y anexos.

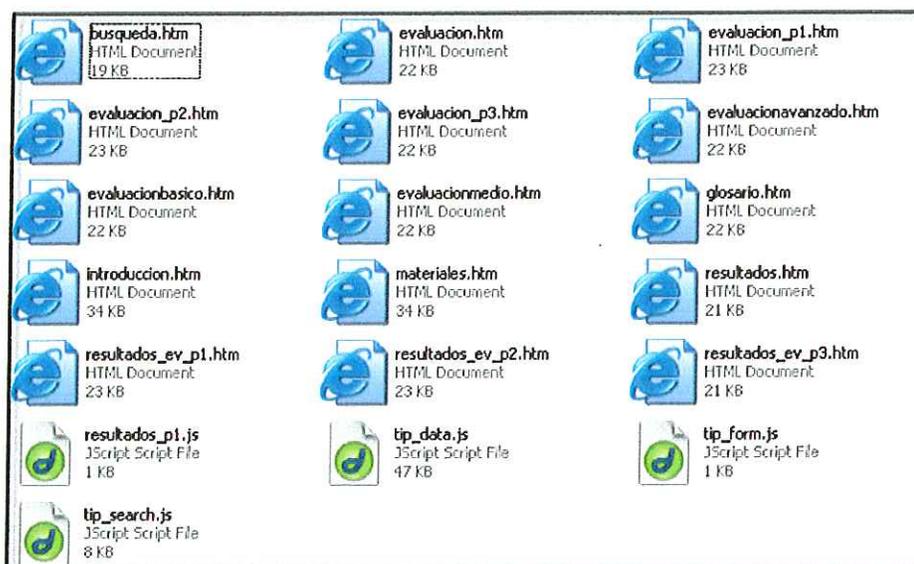
**FIGURA 55** Carpeta docs\_anexos



## Carpeta extras

Carpeta en la que se almacenan los archivos con extensión htm de las páginas de búsqueda, glosario, módulos evaluativos, materiales y la introducción. También se encuentran los archivos con extensión \*.js.

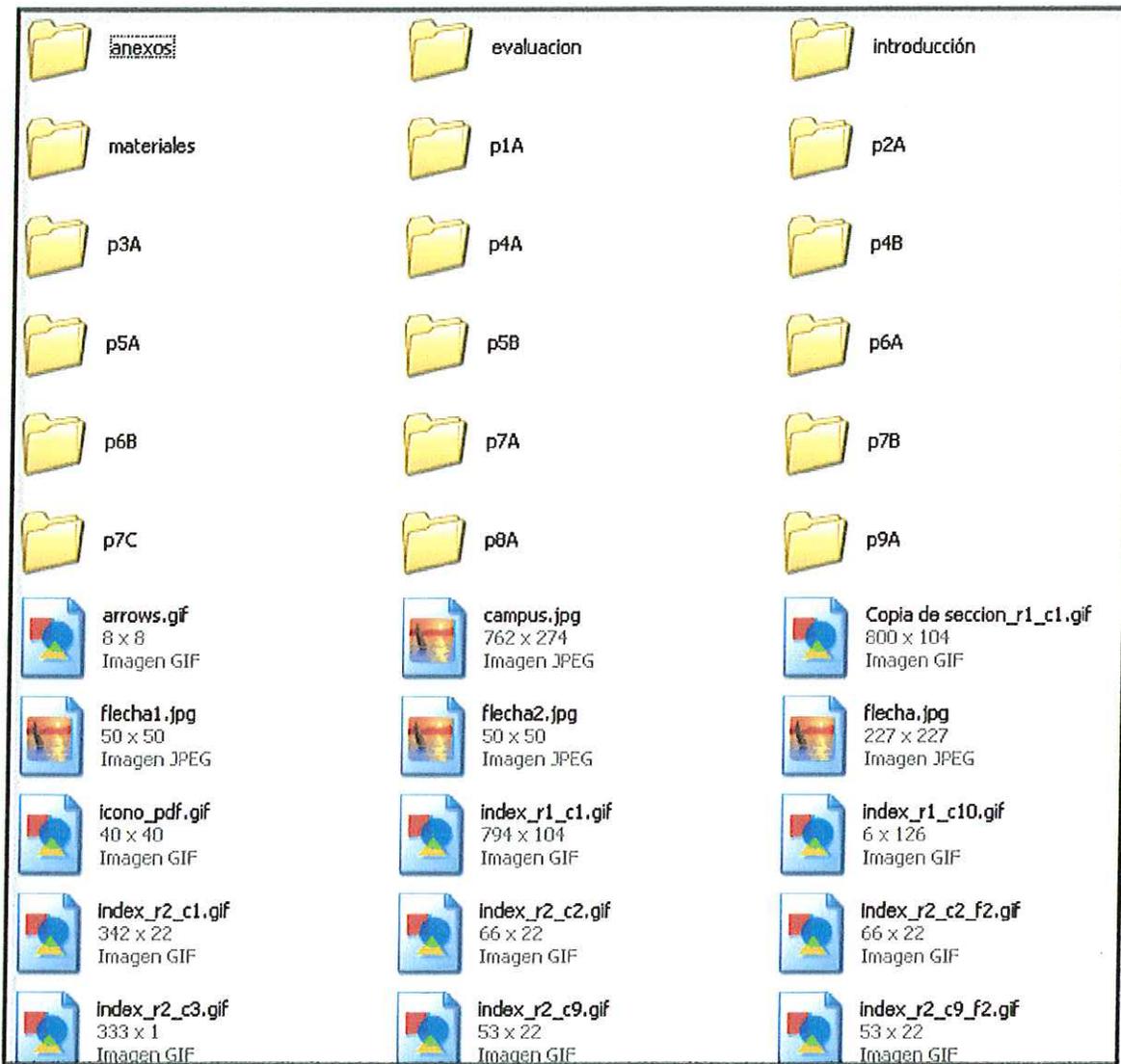
**FIGURA 56** Carpeta extras



## Carpeta images

Carpeta en la que se almacenan las imágenes de cada una de las prácticas, anexos, glosario, búsqueda, materiales, introducción, evaluaciones y principal.

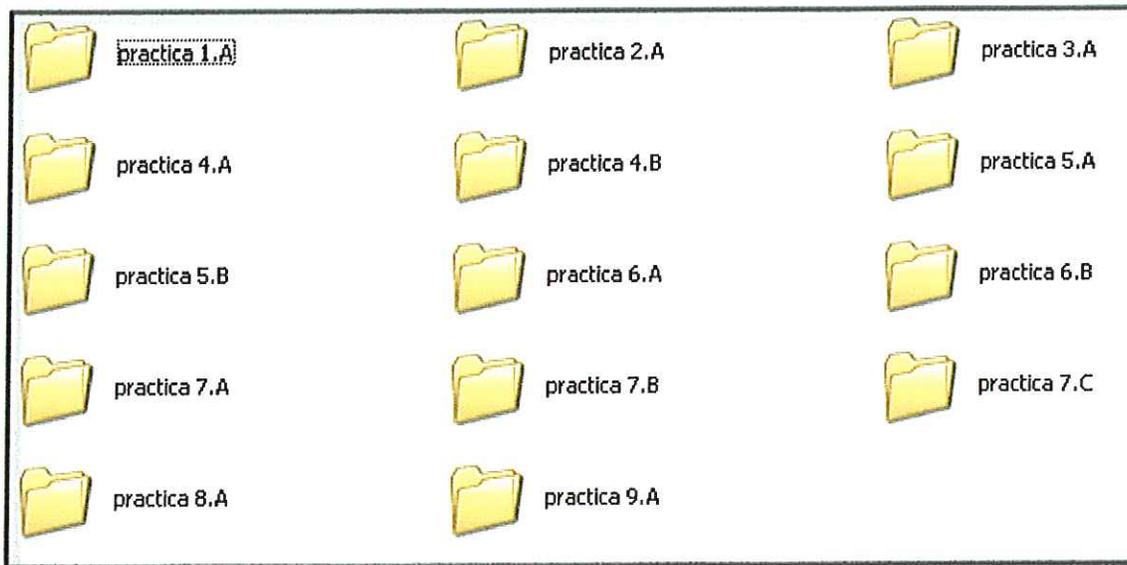
**FIGURA 57** Carpeta images



### Carpeta practicas

Carpeta en la que se almacenan los archivos con extensión \*.htm de cada una de las prácticas.

**FIGURA 58** Carpeta practicas



### Carpeta videos

Carpeta en la que se almacenan las animaciones requeridas en el CD.

**FIGURA 59** Carpeta videos



En la raíz de la carpeta Web se encuentran además de las carpetas los archivos para la ejecución del autorun y los archivos con extensión \*.htm y \*.js. de la pagina principal (index.htm)

#### 5.7.2.5. *Difusión del CD didáctico*

Toda la información que forma parte del CD didáctico es propiedad de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, por cuanto la institución podrá disponer de este contenido para difundirlo como estime preciso hacerlo.

En cuanto a las modificaciones internas que sufra el material con administración de la Universidad estará bajo el control del docente o persona que disponga de esta herramienta de enseñanza.

Por ultimo, este material puede recibir mejoras en su contenido mediante la retroalimentación de los estudiantes a través del formato de recomendaciones o actualizaciones que estime el docente encargado.

#### 5.7.3. *BANCO DE PRUEBAS*<sup>1</sup>

Dentro de la estrategia enseñanza-aprendizaje que se definió para presentar la temática sobre Redes Industriales se consideró la necesidad de elaborar un banco de pruebas, con esta herramienta se busca que el alumno disponga de un recurso que facilite el desarrollo de las Prácticas y se evite las complicaciones de un espacio para las conexiones.

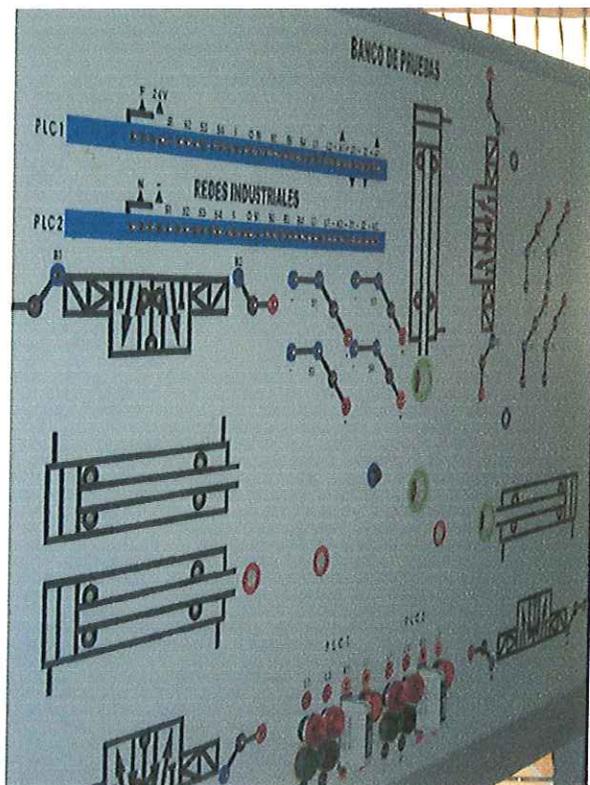
El banco de pruebas es una herramienta didáctica que intenta darles a los alumnos las comodidades en el conexionado y llevándolos a centrar su análisis en la concepción de una solución crítica del algoritmo de control dejando en un segundo plano el montaje de los elementos.

---

<sup>1</sup> AUTORES

El recurso didáctico del banco de pruebas puede ser identificado en el laboratorio de Automatización Industrial a través de la siguiente imagen:

**FIGURA 60** Banco de Pruebas



#### 5.7.3.1. Características

El banco de pruebas de Redes Industriales esta estructurado en dos partes con el objeto de facilitar opciones de conexión para procesos con dos PLC's, y tiene las siguientes capacidades máximas de conexionado:

##### *Entradas:*

- 4 switches de control.
- 8 sensores magnéticos o inductivos.

**Salidas:**

- 8 señales de control para bobinas (4 electroválvulas biestables).
- 4 lámparas indicadoras a 24 V.
- 2 señales de control de cargas de 110 V~ mediante relés de bobina a 24 V.
- 2 lámparas indicadoras a 110 V~.
- 2 zumbadores activados a 24 V.

**5.7.3.2. Funcionamiento**

El banco de pruebas dispone de una distribución de nodos de conexión como se aprecia en la imagen.

**FIGURA 61** Nodos de Conexión



Dentro de este espacio se detalla de izquierda a derecha dos líneas azules (PLC1 y PLC 2) con:

**Tabla 12** Descripción de la simbología del banco de Pruebas

<b>SÍMBOLO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>F</b>	Fase de la conexión para 110 V
<b>N</b>	Neutro de la conexión para 110 V
<b>24V</b>	Nodo para energizar el banco de pruebas
<b>-</b>	Nodo para poner a tierra

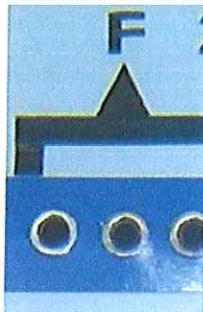
<b>S1,S2,S3,S4</b>	Nodos para los Sensores
<b> </b>	Switch de control START
<b>0</b>	Switch de control STOP
<b>B1,B2,B3,B4</b>	Nodos de control para bobinas
<b>L1,L2</b>	Nodos para Lámparas a 24v
<b>A1</b>	Nodo para energizar bobina de relé
<b>A2</b>	Nodo para poner a tierra sí <b>A1</b> .
<b>Z1(Línea PLC 1)</b>	Nodo para energizar zumbador
<b>Z1(Línea PLC 2)</b>	Nodo para poner a tierra sí <b>Z1</b> (PLC1).
<b>Z2(Línea PLC 1)</b>	Nodo para energizar zumbador
<b>Z2(Línea PLC 2)</b>	Nodo para poner a tierra sí <b>Z2</b> (PLC1).

### Fase de la conexión para 110 V

Los nodos destinados para la conexión de la fase de la alimentación de 110 V son tres con el objeto de facilitar las diversas aplicaciones que requieren manejo de potencia con esta señal.

*USO:* poner un conector entre la señal (F) dispuesta en el riel del PLC y el nodo del banco de pruebas.

**FIGURA 62** Nodos para conexión Fase

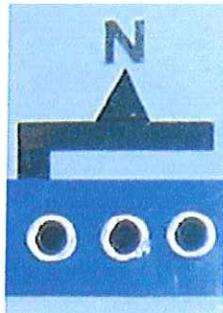


## Neutro de la conexión para 110 V

Los nodos destinados para esta son en igual proporción tres, y su ubicación se dispone sobre la segunda línea azul (PLC 2).

*USO:* poner un conector entre la señal (N) dispuesta en el riel del PLC y el nodo del banco de pruebas.

**FIGURA 63** Nodos para la conexión Neutro



## Nodos para energizar el banco de pruebas

Es un nodo que permite energizar las conexiones a 24 V dentro del banco de pruebas.

*USO:* Conectar mediante dos cables a la alimentación a 24 V y tierra del riel del PLC.

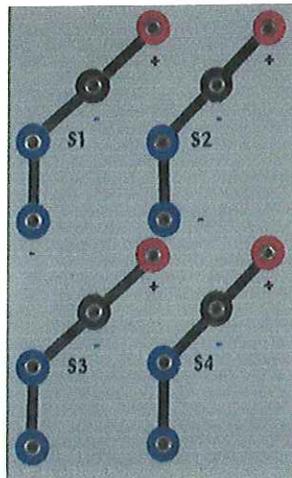
**FIGURA 64** Nodos para conexión de 24 V



### Nodos para los Sensores S1, S2, S3, S4

Son nodos establecidos con el objetivo de llevar la señal procedente de los sensores dispuestos en el banco de pruebas, la disposición del espacio para fijar los sensores esta indicado en el banco de la siguiente forma:

**FIGURA 65** Nodos para los Sensores



En la figura se detalla sobre la forma de conexionado del sensor de acuerdo a la estandarización de colores de los cables.

Para identificar el conexionado se usa una lógica de signos con el color específico que tiene el cable que debe conectarse en el nodo, como lo indica la siguiente tabla:

**Tabla 13 Lógica de las conexiones**

<b>COLOR DEL CABLE DEL SENSOR</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>	<b>LÓGICA DEL SIGNO</b>
Marrón	Alimentación	Signo + de color marrón
Azul	Tierra	Signo - de color azul
Negro	Señal	Signo ~ de color negro

**USO:** Fijar los tres cables del sensor dentro del espacio reservado y disponer de la señal según la referencia (S1, S2, S3, S4) en los nodos:

**FIGURA 66** *Nodos para disponer de señales de Sensores*



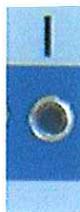
Para llevar la señal basta conectar un cable entre el nodo y la entrada que se defina en el riel del PLC.

## Switch de control START

Nodo establecido con el propósito de tomar de este la señal que ponga en marcha el proceso que se realice sobre el banco de pruebas.

*USO:* Para disponer del switch basta con poner un cable entre el nodo y la entrada sobre el riel del PLC definida.

**FIGURA 67** *Nodo switch START*



## Switch de control STOP

Nodo dispuesto en las líneas de conexión para tomar la señal en procesos que requieran una desconexión del proceso realizado.

*USO:* Para disponer del switch basta con poner un cable entre el nodo y la entrada sobre el riel del PLC definida.

**FIGURA 68** *Nodo switch STOP*



## Nodos de control para bobinas

Son nodos establecidos con el objetivo de llevar la señal procedente del PLC a cada una de las bobinas, la disposición de estos puntos de conexión en el banco de pruebas es:

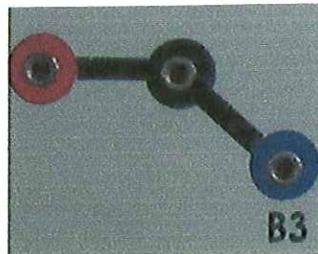
**FIGURA 69** Nodos de Control para bobinas



*USO:* Para implementar el accionamiento de una bobina debe proceder así:

- Fijar la electroválvula y conectar sus terminales dentro de los nodos indicados:

**FIGURA 70** Nodos para conectar electroválvula



**Tabla 14** Lógica de los nodos para electroválvula

<b>COLOR DEL NODO</b>	<b>CONEXIÓN</b>
Rojo	No conectar
Negro	Terminal1 de la electroválvula
Azul	Terminal2 de la electroválvula

NOTA: Terminal1 y Terminal2 puede ser indistintamente cualquiera de los terminales (cables) de la electroválvula.

- Conectar un cable entre la salida dispuesta en el riel del PLC y el nodo de conexión dispuesto en el banco de pruebas.

### Nodos para Lámparas a 24V

Son nodos dispuestos con el propósito de recibir señales para visualizar acciones propias de un proceso, la presentación de estos en el banco de pruebas es:

**FIGURA 71** Nodos para lámparas a 24 V



USO: Para disponer de una lámpara indicadora basta con poner un cable entre la salida definida sobre el riel del PLC y el nodo de conexión.

### Nodo para energizar bobina de relé

Estos dos nodos están sobre las líneas de conexión con el objetivo de recibir señales a 24 V que a través de un relé permite controlar cargas de 110 V, la presentación de estos en el banco de pruebas es como indica la imagen:

**FIGURA 72** Nodos para energizar bobina de relé



NOTA: El banco dispone de dos Relés.

En la imagen se detalla A1 y A2 como las entradas de la señal de 24 V y dos nodos de alimentación (+ y -) para verificar el estado del relé cuando sea pertinente.

USO: Para disponer del control de una carga (lámpara 110 V del tablero de pruebas) desde el PLC se debe adoptar el siguiente procedimiento:

- Conectar la señal de 24 V proveniente del PLC en el nodo **A1** y poner el nodo **A2** a tierra (disponer del nodo subsecuente indicado con el signo -).
- Poner un cable entre **F** (Fase de la alimentación a 110 V) y el nodo superior de **R1**.
- Establecer una conexión entre el nodo inferior de **R1** y el nodo superior de **L1**.
- Conectar el nodo inferior de **L1** a **N** (Neutro de la alimentación a 110 V).

## Nodo para energizar zumbador

Son dos nodos ubicados con el objeto de recibir señales eléctricas y producir indicaciones sonoras representativas de acciones propias de un proceso, la presentación de estos en el banco de pruebas es la siguiente:

**FIGURA 73** Nodos para energizar zumbador



NOTA: El banco dispone de dos zumbadores.

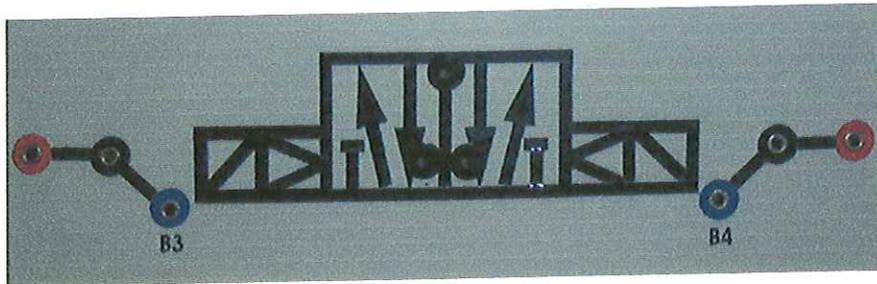
En la imagen se detalla Z1 superior y Z1 inferior estos dos nodos forman parte de los terminales de un zumbador, disponiendo de dos nodos de alimentación cercanos con signos (+ y -) respectivamente.

USO: Para disponer de una señal sonora a través de un zumbador se debe poner la señal de alimentación positiva (24V) en Z1 superior y poner Z1 inferior a tierra (a través del nodo cercano con signo -).

## Sujeción de electroválvulas

En el banco de pruebas se dispone del símbolo gráfico de la electroválvula para referenciar el espacio donde debe fijarse como ilustra la imagen:

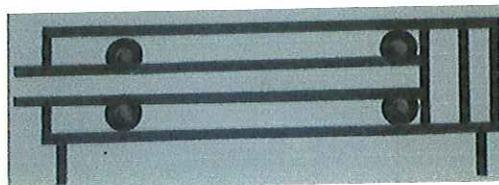
**FIGURA 74** Espacio para sujeción de electroválvula



## Sujeción de cilindros

Los cilindros disponen de un espacio gráficamente señalado para la sujeción al banco de pruebas.

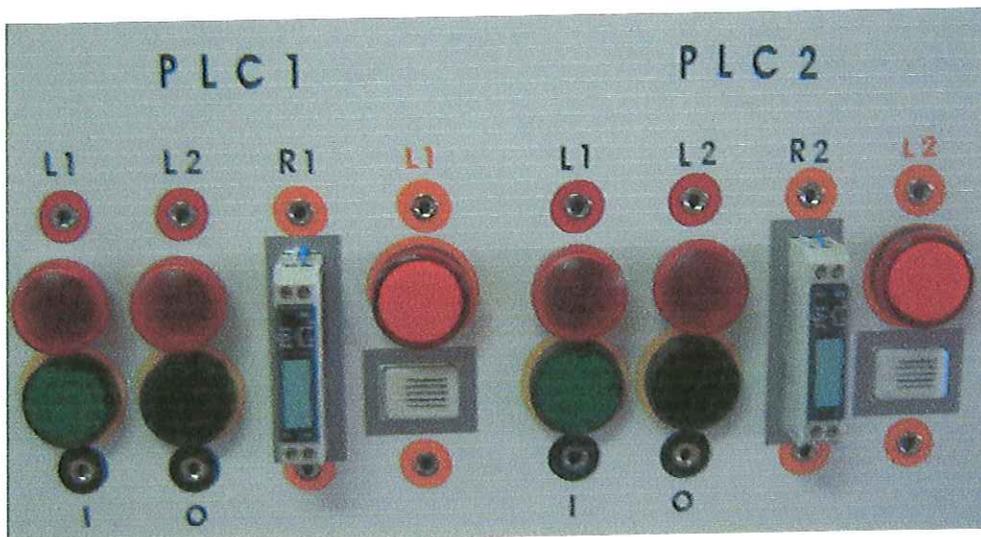
**FIGURA 75** Espacio para sujeción de cilindro



## Panel de control

Es una zona ubicada en la parte inferior central del banco de pruebas que dispone de las lámparas indicadores a 24V, switches de control, relés, zumbadores y lámparas a 110 V.

**FIGURA 76** Panel de control



### 5.7.3.3. Mantenimiento

El Banco de Pruebas es un material de apoyo para el área de Redes Industriales pero como tal requiere de unas condiciones mínimas para su correcto funcionamiento.

#### Mantenimiento Preventivo

Para poder disponer del Banco de Pruebas en las mejores condiciones se recomienda desarrollar el siguiente procedimiento cada 6 meses:

- Proveerse de las estas herramientas: (multímetro con dos puntas de prueba, unas pinzas, un cortador, un caudín, un poco de soldadura y un par de metros de alambre telefónico.
- Retirar las conexiones externas del Banco de Pruebas a fuentes de alimentación (24 V o 110V)
- Deslizar la tapa posterior hacia arriba para descubrir las conexiones eléctricas.
- Realizar pruebas de continuidad en los nodos dispuestos para conectar en un orden de izquierda a derecha y de arriba abajo, siguiendo de cerca el recorrido del alambrado eléctrico.
- Al identificar una discontinuidad proceder con el retoque de los puntos de soldadura de los extremos del alambre identificado con ayuda del caudín.
- Al finalizar las pruebas a lo largo de todo el conexionado eléctrico verificar de nuevo la continuidad de los nodos y tapar con la cubierta deslizándola hacia abajo para proteger las conexiones.

### Mantenimiento Correctivo

Dentro del desarrollo de aplicaciones sobre la temática de Redes Industriales se pueden presentar inconvenientes con el funcionamiento parcial o total del Banco de Pruebas, cuando esto ocurra detalle en el siguiente procedimiento:

- Retirar las conexiones eléctricas que suministran alimentación al Banco de Pruebas.
- Remitirse al procedimiento enmarcado en el Mantenimiento Preventivo.
- Proveer de alimentación al Banco de Pruebas.
- Identificar uno a uno los componentes del Banco de Pruebas y pruebe su correcto funcionamiento valiéndose de los conectores del Banco y de los nodos que suministran alimentación para ello detalle en el ítem USO del apartado 5.7.3.2 *Funcionamiento*.

#### Recomendaciones

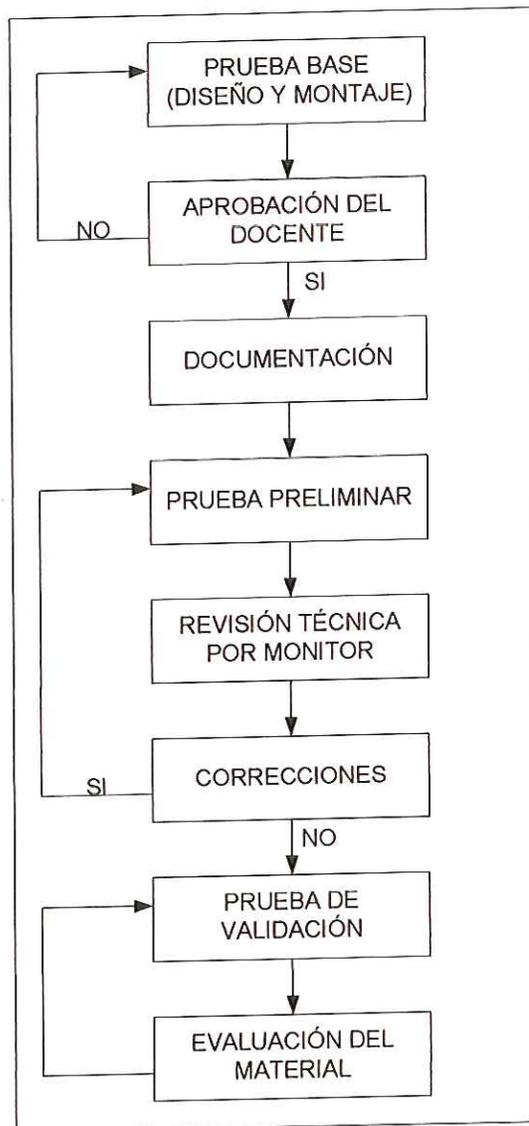
Dentro de las características de su construcción se hace preciso tener presente las siguientes recomendaciones para obtener los mejores resultados:

- Revisar toda la información que se detalla en este documento.
- Identificar las características de los recursos ubicados en el Banco de Pruebas.
- Realizar las conexiones de acuerdo al procedimiento citado para cada uno de los componentes que se encuentran bajo el ítem USO del apartado 5.7.3.2 *Funcionamiento*.
- Ser cuidadoso en la conexión de la alimentación (polarización correcta).
- Si tiene dudas de un procedimiento revisar la información documentada y si aun así no obtiene una respuesta recurra al encargado del Laboratorio.

## 5.8. PRUEBAS <sup>1</sup>

Dentro del proyecto es pertinente realizar pruebas que permitan afinar un aceptable resultado en el funcionamiento del prototipo, considerando las características del proyecto se adoptaron tres procedimientos: Prueba base, prueba preliminar y prueba de validación.

**FIGURA 77** Plan de Pruebas



<sup>1</sup> AUTORES

### *5.8.1. PRUEBA BASE*

Con la definición de las prácticas, se procede en primera instancia a plantear el enunciado de los problemas y a validar una solución óptima que reúna los lineamientos establecidos (materiales, diagrama espacio-fase, etc). El resultado se presenta ante el docente quien con criterio emite su concepto y cambios que considere oportuno realizarle a la estructura del problema.

Una vez se llega a la aprobación del proceso desarrollando la temática, se presenta el documento completo de la práctica mediante el modelo y dentro de la estructura definida.

### *5.8.2. PRUEBA PRELIMINAR*

Una vez las prácticas se documentan procediendo con la prueba base, el docente del área de redes industriales pone el material a revisión del encargado de las instalaciones del Laboratorio de Automatización Industrial, quien se encarga personalmente de valorarlas una a una mediante su montaje.

El encargado al realizar el montaje emite un concepto sobre el proceso, con ello se depuran detalles en cuanto a información o aclaración de procedimientos teniendo un contacto directo con los autores de las prácticas, hasta obtener en un proceso de retroalimentación prácticas libres de errores.

### *5.8.3. PRUEBA DE VALIDACIÓN*

En este punto el material de enseñanza se encuentra muy depurado en cuanto a su estructura de forma y fondo, pero regresando a los objetivos planteados para el

trabajo de grado se detalla la relevancia de llevar al grupo objeto el material y que sean ellos mismo quienes emitan un criterio con base en la experiencia que encuentren al desarrollar el proceso.

El material se presentó inicialmente a estudiantes de pregrado, llevando las prácticas a grupos de octavo semestre que cursan la materia de **Redes de Comunicación Industriales** con el docente Omar Lengerke, en el proceso se hace entrega al finalizar la sesión de una elaborada encuesta "**ver ANEXO 2**" con la que se aborda al estudiante sobre la metodología, y la estructura de las actividades que se presentan a lo largo de la práctica.

El modelo de la encuesta consta de 10 preguntas con las que se responde a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo es el alcance del método de aprendizaje?
- ¿Se presentan de una forma clara los conocimientos?
- ¿Son relevantes la actividad previa, el desarrollo de la práctica, la actividad complementaria y los anexos?
- ¿Es suficiente el tiempo para abordar la temática?
- ¿Qué valoración general le merece la Práctica?

#### 5.8.3.1. *Resultados*

Los resultados que se obtuvieron al aplicar la encuesta fueron los siguientes:

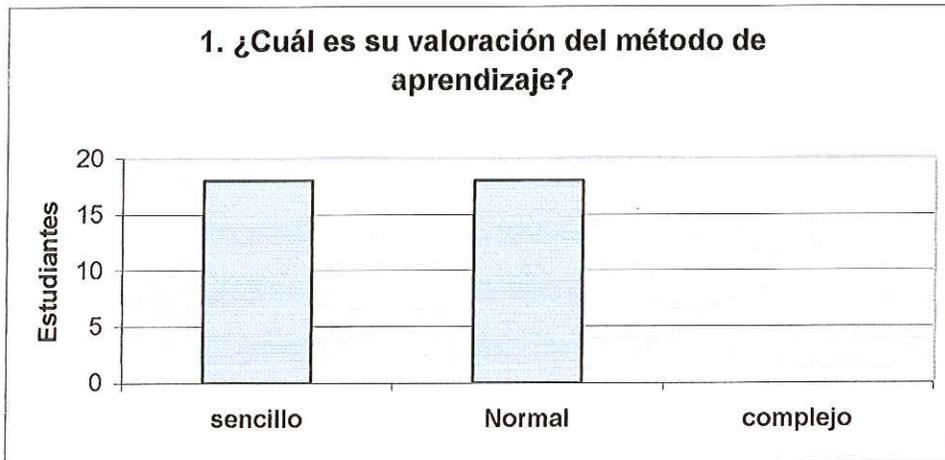
Ficha de encuesta

Población encuestada: estudiantes de Pregrado y de especialización.

Cantidad de encuestados: 36 personas.

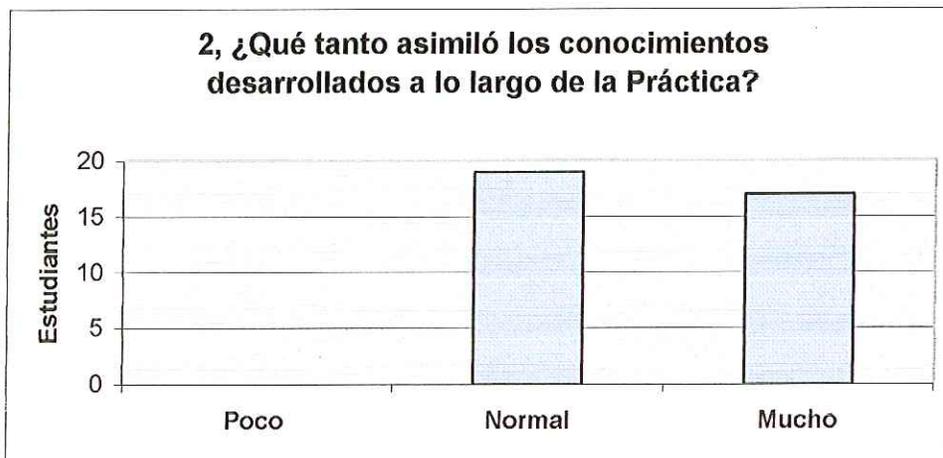
Lugar de la encuesta: Laboratorio de Automatización Industrial.

**FIGURA 78** Pregunta 1



Del total de 36 encuestados, la mitad de ellos (18) valoraron el método de aprendizaje como sencillo mientras que el restante 50 %, es decir 18 estudiantes usuarios del material lo definieron como normal. Con base en esto se corrobora la estrategia de enseñanza–aprendizaje adoptada, como una metodología adecuada para llevar el conocimiento sobre la temática de las Redes Industriales.

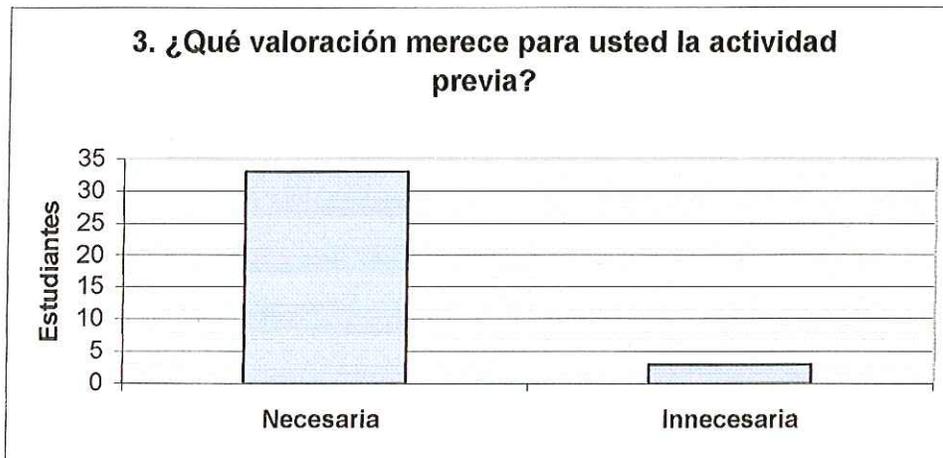
**FIGURA 79** Pregunta 2



De los 36 encuestados, 19 estudiantes respondieron que el nivel de aprendizaje fue normal con este método, mientras 16 de ellos calificaron con mucho el grado

de asimilación de los conocimientos. Con esto se demuestra la aceptabilidad de la estructura de la información en las Prácticas.

**FIGURA 80** Pregunta 3



Del total de 36 encuestados, 33 respondieron que era necesaria y algunos argumentaron sus respuestas así cuando se les preguntó *Porque?*:

- Es bueno tener conceptos claros antes del laboratorio.
- Para poder ir preparado, tener preguntas y expectativas.
- Permite identificar los elementos utilizados.

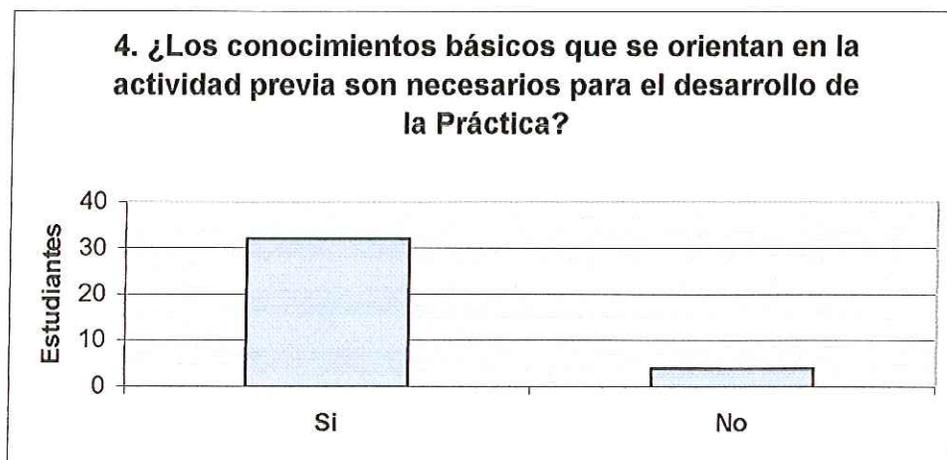
Los restantes 3 encuestados valoraron la actividad previa como innecesaria valiéndose de respuestas como estas:

- No es necesaria para el desarrollo de la Práctica.
- Se aprende más en las prácticas.

Considerando los resultados, el margen de aceptación por identificar en la actividad complementaria una fuente de información necesaria es muy elevado

permitiendo asegurar su indispensable inclusión en la estructura del material de las Prácticas.

**FIGURA 81** Pregunta 4

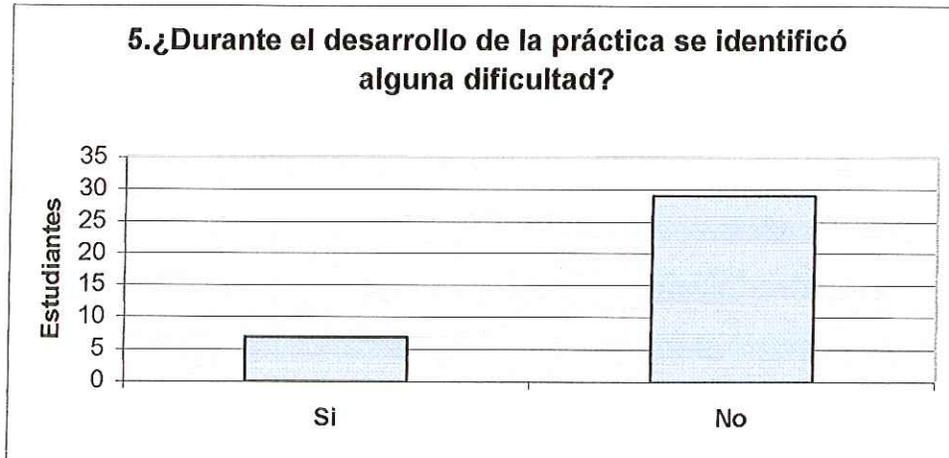


De los encuestados (36), la respuesta que adoptaron para esta pregunta se inclinó con 33 estudiantes de forma positiva que apoyaron la necesidad de la actividad previa para el desarrollo de la práctica, mientras los restantes 3 respondieron que no y argumentaron así:

- No son claros y son insuficientes.
- Esta enfocado a ampliar conocimientos y no a la práctica en sí.

De estos resultados se establece la marcada aceptación de la actividad previa como necesaria en el proceso de desarrollo de la temática de la Práctica.

**FIGURA 82** Pregunta 5

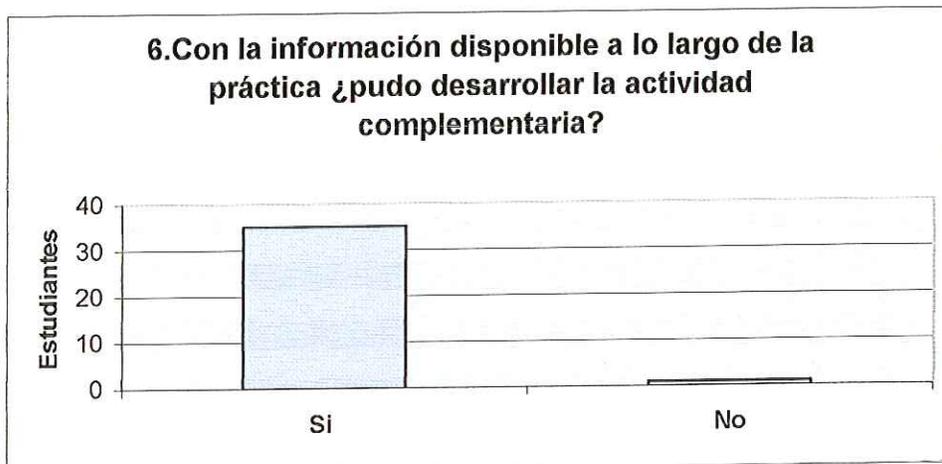


Del total de encuestados, 29 aseguraron no tener ninguna dificultad en el desarrollo de la Práctica, mientras los restantes 7 estudiantes identificaron algunas dificultades, que señalaron así:

- Las válvulas no corresponden a la necesidad de la Práctica.
- Confusión en configuración de CPU.
- Por la falta de práctica en programación.
- Problemas relacionados con velocidad del PC.

El análisis permite identificar que el proceso es marcadamente bien estructurado y documentado por cuanto es viable llevar la metodología a través de las Prácticas y las complicaciones que se presentaron obedecen a condiciones externas de los equipos más no de metodología.

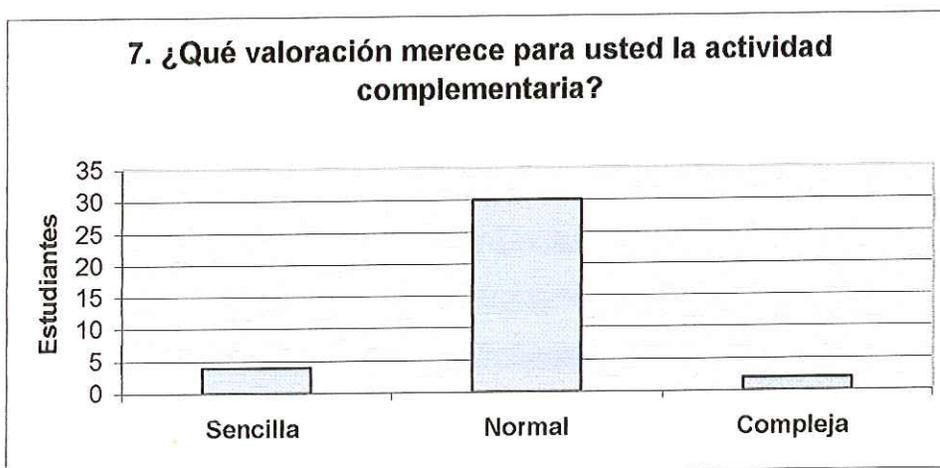
FIGURA 83 Pregunta 6



De los encuestados, casi la totalidad de ellos (35) argumentaron que la información de la Práctica fue suficiente para desarrollar la actividad complementaria, solo 1 identificó como respuesta que No.

Con esto se identifica la calidad de la información dentro del proceso de enseñanza- aprendizaje abordando la temática propia de cada Práctica.

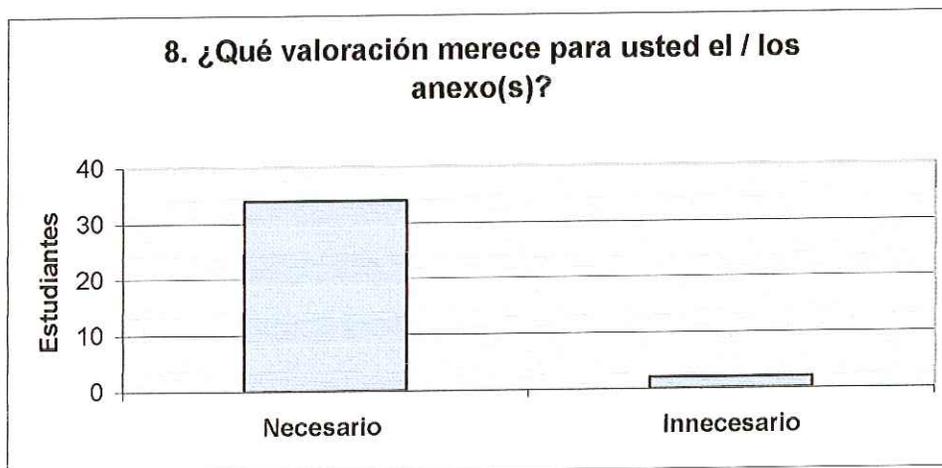
FIGURA 84 Pregunta 7



De los encuestados, 30 identificaron la actividad complementaria como normal, 4 de los estudiantes como sencilla y solo dos como compleja.

Con base en estas respuestas se confirma el impacto de poder llevar conocimiento mediante procedimientos sencillos que potencializan el interés y creación de competencias en los estudiantes.

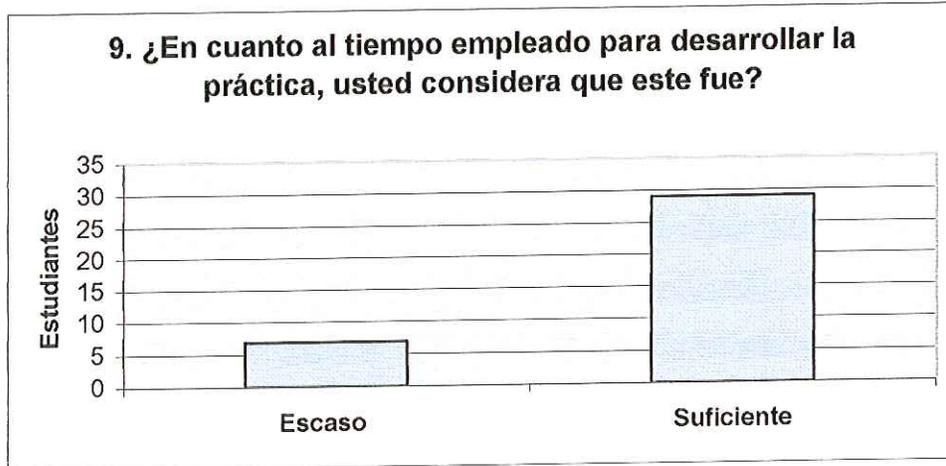
**FIGURA 85** Pregunta 8



Del total de encuestados, la respuesta más marcada de los estudiantes favorecen el contenido de los anexos considerándolos como necesarios 34 de ellos, mientras que solo 2 respondieron que eran innecesarios.

Las respuestas ampliamente fortalecen este espacio de apoyo mediante material con alto contenido informativo e instruccional para el estudiante.

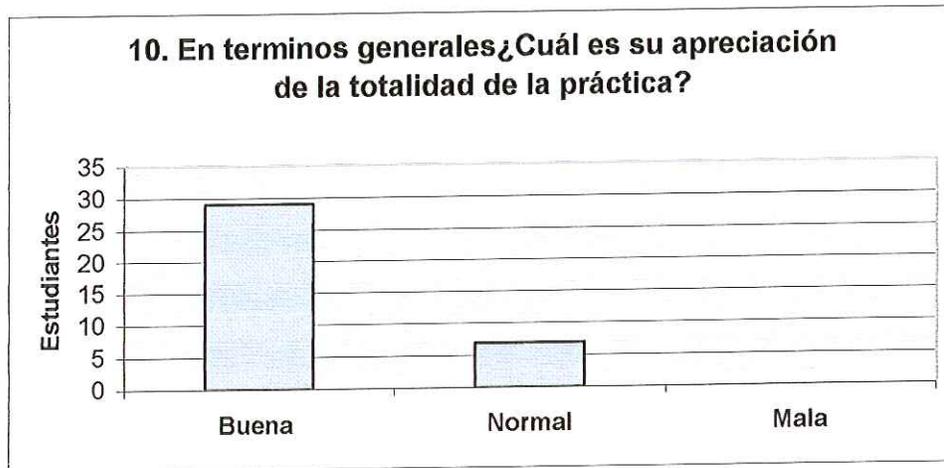
**FIGURA 86** Pregunta 9



De los 36 encuestados, las respuestas que consideran el tiempo para el desarrollo de la Práctica como suficiente fueron 29, mientras que 7 argumentaron la necesidad de mayor tiempo como: 2 ½ horas, 3 horas, 4 horas y hasta 6 horas.

De estas respuestas de los estudiantes se refleja el hecho de que el espacio para el desarrollo de la Práctica es suficiente, pero que se hace necesario que el estudiante revise muy detalladamente la Práctica con anterioridad a abordar el Laboratorio, con esto podrá introducirse en la temática e identificar aspectos que solo se logran con análisis pre-laboratorio y le permitirá desarrollar sin contratiempo todo el contenido del material.

FIGURA 87 Pregunta 10



Del total de encuestados, 29 estudiantes valoraron la Práctica como buena y 7 como normal.

Con estas últimas respuestas se identifica en términos generales que la estructura y contenido de las Prácticas conservan un detallado orden metodológico en el modelo de enseñanza – aprendizaje con el objetivo de crear competencias a través del trabajo en grupo.

### 5.9. EJECUCIÓN <sup>1</sup>

Al finalizar las pruebas del proceso seguido en el desarrollo del material se procede a su aplicación en el área de redes industriales. Cuando el docente este interesado en llevar este material a sus estudiantes mediante la metodología planteada a lo largo de las prácticas deberá seguir la siguiente estructura de evaluación en la actividad previa, desarrollo experimental y la actividad complementaria.

---

<sup>1</sup> AUTORES

### 5.9.1. ACTIVIDAD PREVIA

Este campo dentro de la práctica representa la investigación y el interés del estudiante por adquirir los conocimientos a los cuales se introduce en el marco teórico, por cuanto se debe estimar un ponderado del 10% sobre el total de la valoración dada por el docente a la Práctica. Es indispensable que se respondan en su totalidad las preguntas de una forma clara y concisa y entregar dentro de los minutos previos a iniciar la sesión o laboratorio en hojas tamaño carta y a computador. Para el formato guía de este trabajo “**ver ANEXO 3**”.

### 5.9.2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Dentro de las actividades que se realizan durante la sesión, comprender el enunciado del problema, identificar los parámetros y componentes para su solución, así como seguir los procedimientos hasta finalizar con la puesta en marcha de la aplicación, son indispensables para notificar al docente de la culminación con éxito del proceso y demostrar el funcionamiento de la solución, por ello se recomienda que la ponderación corresponda al 25% sobre la valoración total del ejercicio. Se aconseja al alumno seleccionar la información relevante que le permite documentar el posterior informe a entregar. En cuanto a la duración de este proceso es de 1 sesión (2 horas), tiempo que a criterio del docente puede ser ajustado.

### 5.9.3. ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

Una vez el alumno comprende el procedimiento propio de la temática de la práctica, se presenta una actividad con el objeto de afianzar los conocimientos y

permitir al alumno mediante su propio criterio desarrollar una solución usando lo aprendido, en cuanto al tiempo para realizar esta actividad se recomienda una sesión haciendo la salvedad que a esta altura del proceso el docente no orienta en la solución, solo cuando el alumno reúna los requerimientos del anunciado de la actividad se hace indispensable la presencia del tutor para emitir su valoración respectiva. Para esta etapa se sugiere una ponderación del 15% sobre la calificación total.

Finalmente, el alumno debe documentar en un reporte escrito "**ver ANEXO 4**" el desarrollo de la actividad complementaria, el cual representa el restante 50 % de la valoración total de la actividad. Para el trabajo que debe ser entregado a la siguiente semana, se estructura así:

## **PORTADA**

Es la primera hoja y presentación del trabajo, en ella se debe incluir: Título del Trabajo, nombre (s) de (los) autor (es), tipo de trabajo realizado (Informe Práctica #), nombre con el título académico o cargo del docente encargado, precedido del término "Profesor" seguido de los nombres de la Institución, facultad, departamento, división o área que representa el autor del trabajo según el orden al interior de la entidad, ciudad y año.

## **MATERIALES**

En este campo se deben enunciar los equipos y elementos que se implementaron en la solución del problema.

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

Se realiza la descripción, análisis y documentación paso a paso de la solución del problema planteado, argumentando con apoyo de imágenes, tablas y gráficos el proceso, clarificando el reporte del trabajo ante el docente.

## CONCLUSIONES

En este espacio el estudiante emite el alcance en el cumplimiento de los objetivos sobre la temática abordada en la práctica, haciendo uso de un lenguaje coherente y conciso.

Dentro de los argumentos que definen la valoración, se encuentran:

- La apropiación de los conocimientos por parte del estudiante.
- El cumplimiento en los lineamientos del problema planteado.
- El desarrollo de las competencias.
- EL trabajo organizado con alto criterio de responsabilidad.

### 5.9.4. NOTIFICACIÓN DE RECOMENDACIONES

Dentro del desarrollo de cualquier trabajo orientado a llevar un conocimiento, los errores representan una valoración muy objetiva propia de cada alumno inmerso en el desarrollo de sus competencias, por ello se dispone de un medio práctico mediante un formato breve y concreto cuando se considere oportuno llevarlo ante el docente o encargado del laboratorio. Para notificación de errores **“ver ANEXO 5”**. Estas fichas deben archivarse y retroalimentar el proceso con los ajustes que sean convenientes.

### 5.9.5. CORRECCIONES EN EL CD

Una de las partes fundamentales del trabajo realizado es la flexibilidad para la corrección sobre el material didáctico. Tomando esta premisa se presenta una detallada información que permitirá orientar en ajustes que se deseen realizar posteriormente sobre el CD didáctico.

Al realizar modificaciones tenga presente la siguiente información:

- Tener un conocimiento sobre programas editores de htm como Macromedia Dreamweaver o Microsoft FrontPage. También se puede realizar con otros tipos de editores que se ofrecen en el mercado.
- Para corregir el contenido del texto de la prácticas o los anexos se realiza modificando la carpeta practicas y anexos (es importante solo modificar el texto para no crear problemas con los direccionamientos de las páginas).
- Para modificar los formatos \*.pdf se procede sobre la carpeta docs\_anexos.
- Para cambiar el contenido de las evaluaciones, sistemas de búsqueda, glosario, materiales o la introducción se puede realizar ingresando en la carpeta extras.
- Para realizar modificaciones de las imágenes dentro cualquier página del CD puede ingresar en la carpeta images.

## 6. CONCLUSIONES

Para la estructuración del manual de Prácticas se hizo pertinente elaborar una ficha de enseñanza – aprendizaje fundamentada en el análisis a partir de la investigación y capacitación mediante talleres, para la comprensión de las metodologías con el objeto de crear competencias a través del trabajo en grupo.

La creación de un material de apoyo para el área de Redes Industriales permitió aprovechar las instalaciones de la facultad y los recursos humanos y técnicos disponibles, para el desarrollo de la competencia de ser profesional en la construcción de la identidad del ingeniero Mecatrónico integrando los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera, y afrontando problemas industriales afines a su perfil.

La estructuración del manual de Prácticas con los contenidos aprobados por el docente, evaluados por el monitor del Laboratorio y validados por los estudiantes de la materia de Redes Industriales permitió poner al alcance de los estudiantes un material de estudio siguiendo los lineamientos de un diseño Mecatrónico de calidad con fines educativos.

La orientación de cada una de las Prácticas a partir del enunciado de un problema industrial permitió desarrollar el análisis crítico desde una perspectiva de empresa, ubicando al estudiante frente a situaciones propias de su campo de acción a futuro, y señalando el alcance de estas tecnologías en la automatización.

La recopilación ilustrativa de las Prácticas en el CD didáctico con los recursivos apoyos para el estudiante (glosario de términos, evaluación y descarga del material) permitió identificar en este medio una herramienta amena y de un mayor alcance para el estudiante en el desarrollo de conocimientos.

La elaboración del banco de Pruebas para implementar cada una de las Prácticas contenidas en el manual, familiariza al estudiante directamente con el desarrollo de un algoritmo de control que cumpla como solución a los lineamientos definidos en el problema, dejando en un segundo plano la interconexión de los elementos.

El desarrollo de competencias en el campo de las Redes de Comunicación permite adquirir capacidades de soporte en el área industrial desde una perspectiva de los controladores lógicos programables y el modulo Dp, aportando con este material herramientas que faciliten las habilidades y destrezas para dar solución a problemas de automatización.

## 7. RECOMENDACIONES

Disponer del material (Práctica a implementar, CD y Banco de Pruebas) permite identificar los componentes que se necesitan para el desarrollo del Laboratorio oportunamente y sin contratiempos.

En las Prácticas se abordan problemas Industriales desarrollando soluciones a partir de un análisis crítico de los Autores, por cuanto es preciso aclarar que el estudiante puede encontrar otras opciones propias de su criterio y con resultados igualmente óptimos.

El material de manual de Prácticas es un contenido flexible que permite en cualquier instante realizar cambios en la información para mantener actualizada y depurada la temática propia de cada Práctica.

Se hace necesario que todos los PLC's se encuentren debidamente cableados para permitir las facilidades en el montaje y realización de las Prácticas.

Dentro de la estructura de las Prácticas la actividad complementaria y las Prácticas propuestas requieren de constantes cambios para actualizar aplicaciones.

El laboratorio debe disponer a los estudiantes los materiales que se requieran para el desarrollo de las Prácticas, aclarando que estas se estructuraron siguiendo el inventario de las instalaciones del lugar (LAI).

Este material es una fuente de apoyo para argumentar la necesidad de adquirir por parte de la Universidad otros módulos de comunicación que utilizan los PLC's como lo son: Redes AS-I (actuador sensor interfase), Profibus FMS, Profibus PA y Ethernet.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

LUKE WILLIE, Shelly. POR QUE EL USO DE PBL. 2004.

<http://pblmm.k12.ca.us/PBLGuide/WhyPBL.html>

\_\_\_\_\_ Project-Based Learning With Multimedia. 2004.

<http://pblmm.k12.ca.us/PBLGuide/PBL&PBL.htm>

National Center for Improving Student Learning & Achievement in Mathematics & Science. 2004. <http://www.wcer.wisc.edu/ncisla>

THE UNIVERSITY OF KANSAS. POL : Project oriented learning. 2004.

<http://www.4teachers.org/projectbased/checklist.shtml>

SIEMENS. Transmisión entre comunicaciones. 2004.

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

\_\_\_\_\_ Training for Automation and Drives, Curso especial. ITESM. SITRAIN. 2003.

\_\_\_\_\_ Industrial Solution & Services : Entrenamiento para Automatización y Accionamientos. ITESEM TOLUCA. SITRAIN. 2003.

The JASON Foundation for Education. 2003.

<http://www.jasonproject.org/front.html>

ROMERO, Edwuis. Redes de comunicaciones industriales. 2002.

<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/RCI.html>

SAN MATEO COUNTY OFFICE OF EDUCATION. Steps For Planning And  
Implementing A Pbl+Mm Project. 2001.

<http://pblmm.k12.ca.us/PBLGuide/Guide/Steps.html>

SISTEMA TECNOLÓGICO DE MONTERREY. Método de proyectos,  
Material de estudios : Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño. 2001.

Marks Jon. Illinois Mathematics and Science Academy / The Center for Problem-  
Based Learning, 1998. <http://www.imsa.edu/team/cpbl/cpbl.html>

SIEMENS. Redes de Comunicaciones Industriales (Catálogo IK 10). SITRAIN  
1997 .

FESTO, Pneumatic. Mandar neumáticamente ¿pero cómo?. p 1-55.

## 9. ANEXOS

## **9.1. ANEXO 1**

El documento referenciado a continuación corresponde a un modelo de Práctica, en donde se presenta la estructura general de cada una de las partes que la contienen.



**Práctica 5.B.**  
**Solución de problemas industriales utilizando la red de comunicación**  
**PROFIBUS DP**  
**(Topología tipo Bus)**

## 1 Objetivos

### Objetivo General

- Resolver un problema de Automatización utilizando la red de comunicación industrial PROFIBUS DP implementando una topología tipo Bus.

### Objetivos Específicos

- Configurar una red PROFIBUS DP utilizando como Maestro una CPU 314-C2DP y como esclavos dos CPU's 314-C2DP.
- Diseñar un programa en los bloques de organización OB1 (Maestro y Esclavos) que permita comprobar el funcionamiento de la red.
- Configurar a la red un bloque de organización con el propósito de sincronizar a los equipos en la comunicación.
- Implementar una red con la topología tipo Bus por medio de programación.
- Dar solución a un problema industrial, utilizando electroválvulas, actuadores y demás equipos de neumática con el que cuenta el laboratorio de Automatización Industrial de la universidad autónoma de Bucaramanga.



## 2 Marco teórico

### Seguridad en Automatización

Con el grado de incremento de automatización en las plantas y máquinas, la complejidad de la seguridad también esta creciendo. Pero a pesar de la demanda por máxima disposición de plantas y máquinas y el incremento apresurado de los costos, cuando con este viene la seguridad, no se pueden hacer acuerdos.

Por consiguiente siemens ofrece un homogéneo, compatible rango de seguridad orientado a productos para plantas y máquinas construidas bajo el nombre de "**Safety Integrated**". Este inicia con los sensores, por ejemplo cortinas de luces que vienen con la apropiada evaluación de las combinaciones electrónicas de seguridad. El mercado ha demandado la integración de seguridad orientada a la funcionalidad para sistemas de bus. Siemens A&D cuenta aquí con dos sistemas de bus estándar AS-Interface "**Safety at work**" y profibus con el perfil "**PROFIsafe**". Los dos sistemas quedan igual en sus estructuras de hardware para aplicaciones orientadas a seguridad. Puede implementar un homogéneo y optimo sistema de seguridad adaptado acorde a su perfil de requerimiento y dependiendo de sus necesidades de seguridad.

Bajo el termino" **Safety Integrated**" *Siemens Automation and Drivers* tiene desarrollado una tecnología de seguridad que permite efectivos costos en el sistema de intervención desde disposición de sensores hasta dispositivos electricos. La comunicación de seguridad esta orientada bajo el estándar del sistema Fieldbus AS-Interface y Profibus Dp asumiendo un importante rol en estandarización y rentabilidad en el futuro.



## 2.1 Actividad previa

¿Con base en la información proporcionada en el marco teórico y en una investigación personal resuelva las siguientes preguntas?

- ¿Qué ventajas permite la seguridad integrada?
- ¿Enuncie los estándares de comunicación que integra el término seguridad integrada?
- ¿Qué es PROFI-safe?
- ¿Por qué se argumenta que PROFI-safe y Profibus Dp son un equipo de ensueño en asuntos de seguridad y rentabilidad?

## 3 Desarrollo experimental

### 3.1 Materiales.

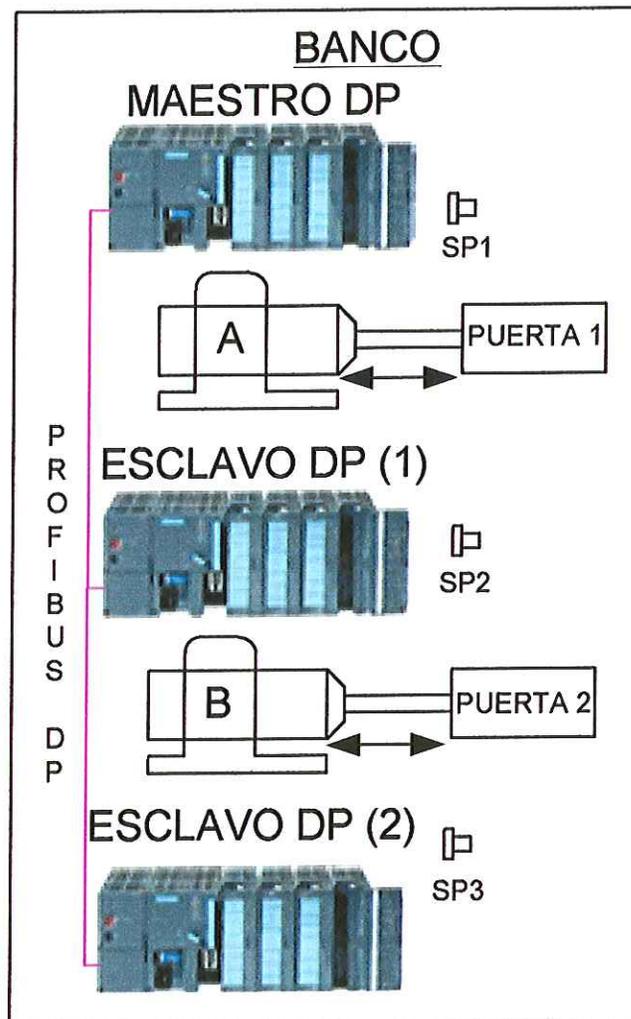
- 3 PLC's Siemens con los siguientes requerimientos:
  - 1 Fuente de alimentación PS-307 2A.
  - 1 CPU 314C-2DP.
  - 1 Módulo de entradas y salidas digitales.
  - 1 Módulo de entradas y salidas analógicas.
  - 1 Módulo simulador de entradas y salidas SM 323DI8/DO8xDC24V/0.5A.
- 1 Adaptador PG/PC
- 1 Computador con el software Administrador Simatic Step7.
- 1 Cable PROFIBUS con tres conectores.
- 2 cilindros de doble efecto
- 1 Válvula electroneumática 5/2 biestable.
- 1 Válvula electroneumática 5/2 monoestable
- 2 Detectores de posición
- 3 Sensores inductivos
- 1 pulsador normalmente abierto
- 1 Led



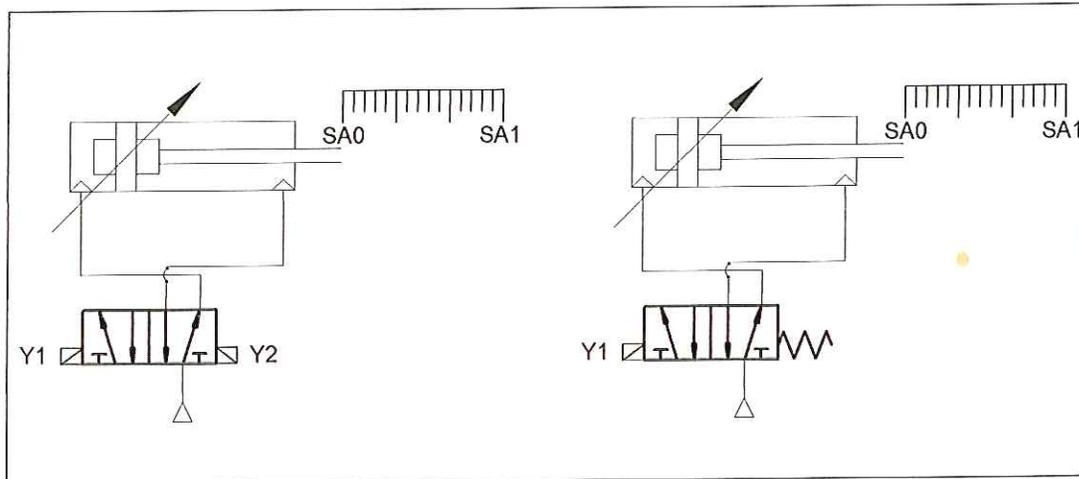
### 3.2. Actividades.

#### 3.2.1. Definición del problema

En una entidad bancaria se dispone de un control de acceso el cual posee 2 puertas las cuales son activadas siempre y cuando exista una señal en los sensores SP1, SP2 y SP3 respectivamente.



*Diagrama de la red a implementar*



*Diagrama electropneumático*

### 3.2.2. Metodología a implementar

Para el desarrollo de las actividades se seguirá el siguiente procedimiento:

- Configuración de la red Profibus DP utilizando 3 PLC's Siemens.
- Configuración de la tabla de símbolos en el Maestro DP.
- Configuración del bloque de organización OB1 en el Maestro DP.
- Configuración de la tabla de símbolos en el Esclavo DP (1).
- Configuración del bloque de organización OB1 en el Esclavo DP(1)
- Configuración de la tabla de símbolos en el Esclavo DP (2).
- Configuración del bloque de organización OB1 en el Esclavo DP(2)
- Implementación de la red de comunicación industrial PROFIBUS DP en tiempo real.



- Configuración de la Red Profibus DP utilizando 3 PLC's Siemens.
1. Crear un proyecto en el Administrador Simatic con el nombre de **redesprofibusdpBanco(3)** en el que se inserten 3 equipos con los siguientes nombres **MAESTRO DP**, **ESCLAVO DP(1)** y **ESCLAVO DP (2)** en donde se configuren las siguientes direcciones.

Línea	MODO	Esclavo DP (1)		Maestro DP	
		E/S	Dirección	E/S	Dirección
1	M/E	E	10	S	12
2	M/E	S	11	E	13

Tabla 1

Línea	MODO	Esclavo DP (2)		Maestro DP	
		E/S	Dirección	E/S	Dirección
1	M/E	E	10	S	11
2	M/E	S	11	E	14

Tabla 2

**Nota:** Para realizar la configuración se debe seguir los pasos que se enmarcan en el Anexo 5.A.



- **Configuración de la tabla de símbolos en el Maestro DP.**
2. De click en MAESTRO, CPU 314C-2DP, Programa S7 y luego de doble click en símbolos, a continuación configure la siguiente tabla.

Símbolo	Dirección	Tipo de dato	Comentario
I/O_FLT1	OB 82	OB 82	I/O Point Fault 1
LED	Q 124.0	BOOL	Led visualizador
SP1	I 124.0	BOOL	Sensor de posición de persona

- **Configuración del bloque de organización OB1 en el Maestro DP.**
3. Programe las condiciones de programación que se muestran a continuación.

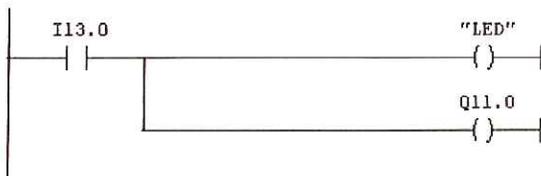
Segm. 1 : Título:

Carga la dirección de entrada SP1 (I124.0) del Maestro DP y lo transfiere a la dirección de Salida del Maestro Q12.0



Segm. 2 : Título:

Carga la dirección de Entrada I13.0 del Maestro DP y lo transfiere a la dirección de Salida del Maestro DP LED (Q124.0) Q11.0



Segm. 3 : Título:

Carga la dirección de Entrada I14.0 del Maestro DP y lo transfiere a la dirección de Salida LED (Q124.0)



4. Guarde los cambios en el siguiente icono .



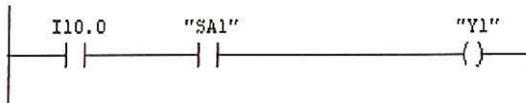
- Configuración del bloque de organización OB1 en el Esclavo DP (1).
5. De click en ESCLAVO DP (1), CPU 314C-2DP, Programa S7 y luego de doble click en símbolos, a continuación configure la siguiente tabla.

Símbolo	Dirección	Tipo de dato	Comentario
I/O_FLT1	OB 82	OB 82	I/O Point Fault 1
SA0	I 124.0	BOOL	Sensor de posición (1) Cilindro A
SA1	I 124.1	BOOL	Sensor de posición (2) Cilindro A
SP2	I 124.2	BOOL	Sensor de posición de persona
Y1	Q 124.0	BOOL	Bobina de la Electroválvula
Y2	Q 124.1	BOOL	Bobina de la Electroválvula

6. Programe las condiciones de programación que se muestran a continuación.

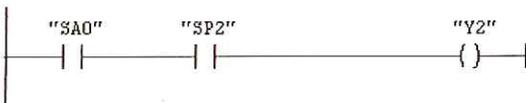
Segm. 1 : Título:

Carga la dirección de Entrada I10.0, SA1 (I124.1) del Esclavo DP (1) y lo transfiere a la dirección de Salida del Esclavo DP (1) Y1 (Q124.0)



Segm. 2 : Título:

Carga la dirección de Entrada SA0 (I124.0), SP2 (I124.2) del Esclavo DP (1) y lo transfiere a la dirección de Salida del Esclavo DP (1) Y2 (Q124.1)



Segm. 3 : Título:

Carga la dirección de Entrada Y2 (Q124.1) del Esclavo DP (1) y lo transfiere a la dirección de Salida del Maestro DP (1) Q11.0



7. Guarde los cambios en el siguiente icono .



- Configuración del bloque de organización OB1 en el Esclavo DP (2).

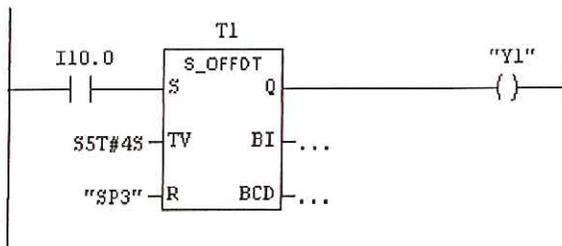
8. De click en ESCLAVO DP (2), CPU 314C-2DP, Programa S7 y luego de doble click en símbolos, a continuación configure la siguiente tabla.

Símbolo	Dirección	Tipo de dato	Comentario
I/O_FLT1	OB 82	OB 82	I/O Point Fault 1
SP3	I 124.0	BOOL	Sensor de posición de persona
Y1	Q 124.0	BOOL	Bobina de la Electroválvula

9. Programe las condiciones de programación que se muestran a continuación.

Segm. 1: Título:

Carga la dirección de Entrada I10.0, SP3 (I124.0) del Esclavo DP (2) y lo transfiere a la dirección de Salida del Esclavo DP (2) Y1 (Q124.0)



Segm. 2: Título:

Carga la dirección de Entrada Y1 (Q124.0) del Esclavo DP (2) y lo transfiere a la dirección de Salida del Esclavo DP (2) Q11.0

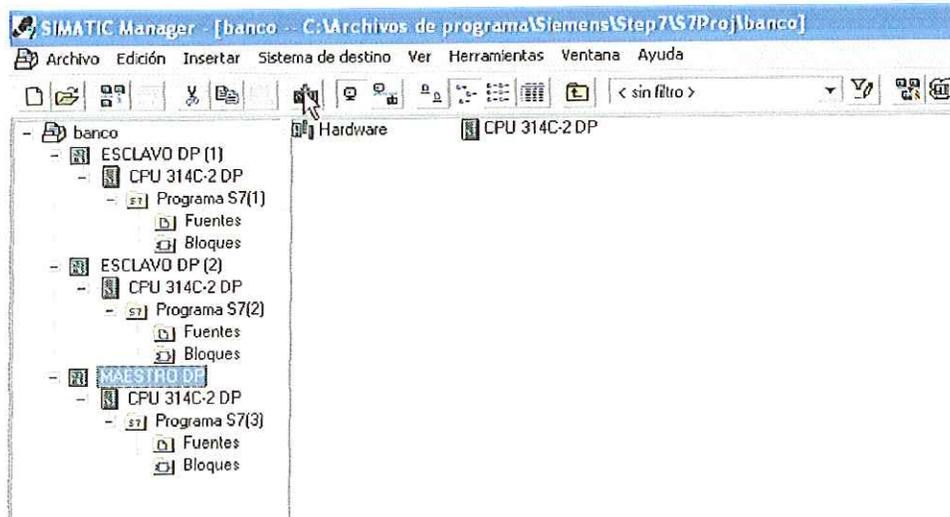


10. Guarde los cambios en el siguiente icono .

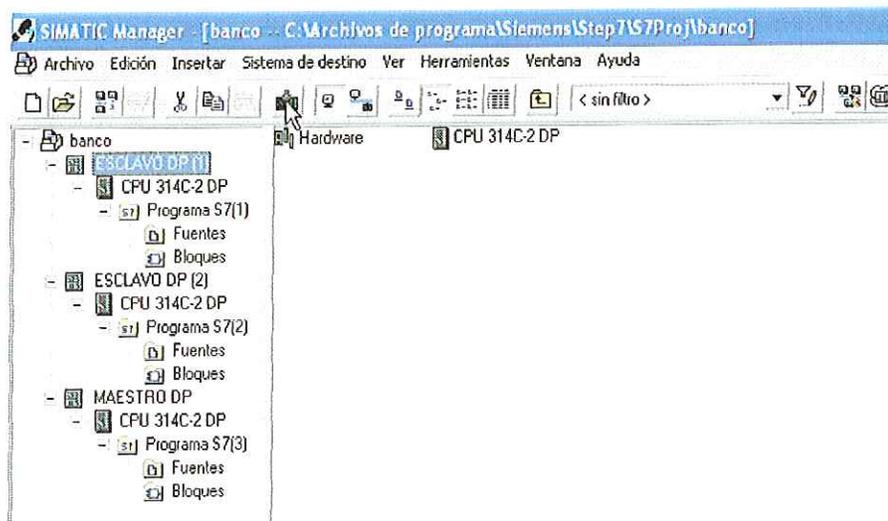


- Implementación de la red de comunicación industrial PROFIBUS DP en tiempo real.

11. En el Administrador Simatic, se carga el equipo MAESTRO en el PLC con el icono . El selector de modos de la Cpu debe estar en STOP y el PC-Adapter conectado al conector MPI del PLC MAESTRO DP.

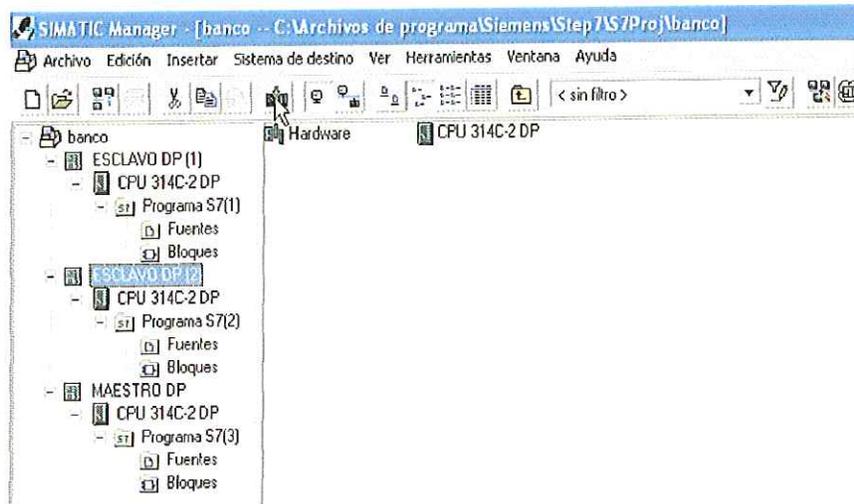


12. En el Administrador Simatic, se carga el equipo ESCLAVO DP (1) en el PLC con el icono . El selector de modos de la Cpu debe estar en STOP y el PC-Adapter conectado al conector MPI del PLC ESCLAVO DP (1).





13. En el Administrador Simatic, se carga el equipo ESCLAVO DP (2) en el PLC con el icono . El selector de modos de la Cpu debe estar en STOP y el PC-Adapter conectado al conector MPI del PLC ESCLAVO DP (2).



14. Finalmente se pasa el selector de modos del PLC ESCLAVO DP (2) a RUN, si esta CPU arranca se pasa el selector de modos del PLC ESCLAVO DP (1) a RUN, si esta CPU arranca se pasa el selector de modos del PLC MAESTRO DP a RUN y el programa comenzará su normal ejecución.

#### 4. Actividad Complementaria

Con base en la actividad realizada a lo largo de la práctica 7, la lectura y el estudio previo del anexo 6.A, implemente un proyecto en donde desarrolle el problema de la práctica desarrollando el sistema de manera bidireccional.

**Desarrollar la actividad de la siguiente forma:**

- Crear el proyecto en el Administrador Simatic Step-7.
- Configurar las direcciones en cada uno de los PLC's.
- Implementar el proyecto con los PLC's Siemens en tiempo real.

## **9.2. ANEXO 2**

Este documento corresponde a la encuesta que se aplica para validar el material de enseñanza disponible a través del manual de Prácticas.





9.3. ANEXO 3

**PRÁCTICAS DE REDES INDUSTRIALES  
FORMATO DE ACTIVIDAD PREVIA**

FECHA: \_\_\_\_\_

ALUMNO: \_\_\_\_\_ SEMESTRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_

NUMERO DE LA PRÁCTICA: \_\_\_\_\_

TITULO DE LA PRÁCTICA: \_\_\_\_\_

FECHA DE ENTREGA: \_\_\_\_\_

*El documento a entregar es personal y debe llevar el siguiente encabezado.*

**PRÁCTICA # \_\_\_\_**

**TITULO DE LA PRÁCTICA**

**Fecha de entrega: \_\_\_\_**

*Desarrollo de la actividad previa, con inclusión de las preguntas y las respectivas respuestas (referencias, imágenes y tablas que considere pertinentes), sea conciso y preciso.*

Firma del docente: \_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

**Laboratorio de Automatización Industrial**

#### **9.4. ANEXO 4**

### **FORMATO DEL REPORTE ESCRITO**

Con este formato, el alumno entregará un informe escrito al profesor sobre el desarrollo de la práctica.

El formato debe incluir: materiales, desarrollo experimental de la actividad complementaria, análisis y conclusiones.

**TÍTULO DE LA PRÁCTICA**  
**► CENTRADO ◀**

**NOMBRE Y APELLIDO DEL ALUMNO / S**  
**► CENTRADO ◀**

**REFERENCIA DE LA PRÁCTICA**  
**(PRÁCTICA #)**

**Profesor:**  
*(Nombre del docente con título académico)*

**NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN**  
**FACULTAD, DEPARTAMENTO**  
**DEPENDENCIA, SECCIÓN O ÁREA**  
**CIUDAD**  
**AÑO**

## 1. MATERIALES

1.1.-----

1.2.-----

1.3.-----

Etc...

*Se incluyen todos los materiales utilizados en la solución del desarrollo metodológico.*

## 2. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

### 2.1. Planteamiento del problema

*Este debe incluir el enunciado del problema con la descripción clara y precisa del proyecto que se requiere desarrollar.*

#### 2.1.1. Dibujo descriptivo

*Diagrama que describe gráficamente el problema planteado, y que aporta información contundente para el estudiante.*

#### 2.1.2. Diagrama de tiempos

*Descripción de la secuencia de tiempos que aborda el proceso enunciado.*

## 2.2. Programa

*Descripción detallada del funcionamiento del programa, se deben incluir los segmentos con análisis respectivo de cada uno de ellos (imágenes y texto aclaratorio).*

## 3. CONCLUSIONES

*Son los resultados obtenidos respondiendo a cada uno de los objetivos trazados al principio de la práctica, con criterio y apropiación de la terminología usada en este campo.*

9.5. ANEXO 5

PRÁCTICAS DE REDES INDUSTRIALES  
FORMATO DE RECOMENDACIONES

FECHA: \_\_\_\_\_

ALUMNO: \_\_\_\_\_ SEMESTRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_

NUMERO DE LA PRÁCTICA: \_\_\_\_\_

TITULO DE LA PRÁCTICA: \_\_\_\_\_

ERROR(ES) ENCONTRADO(S) EN:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Objetivos           | <input type="checkbox"/> Desarrollo experimental  |
| <input type="checkbox"/> Actividad previa    | <input type="checkbox"/> Actividad Complementaria |
| <input type="checkbox"/> Marco teórico       | <input type="checkbox"/> Anexos                   |
| <input type="checkbox"/> Lista de materiales |   |

Descripción del error: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma del alumno: \_\_\_\_\_

Firma del docente: \_\_\_\_\_

Laboratorio de Automatización Industrial