

**ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL ESPACIO ACADÉMICO
DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN PARA EL MANEJO DE LA
BANDA TRANSPORTADORA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**

**JEFFERSON DAVID RODRÍGUEZ MURCIA
JORGE ALEXANDER BUITRAGO ROBAYO**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2021**

**ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL ESPACIO ACADÉMICO
DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN PARA EL MANEJO DE LA
BANDA TRANSPORTADORA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**

**Proyecto de Trabajo de Grado en la modalidad de Investigación Aplicada,
para optar al título de Ingeniero Mecánico**

**JEFFERSON DAVID RODRÍGUEZ MURCIA
JORGE ALEXANDER BUITRAGO ROBAYO**

**Director:
JESÚS DAVID VILLARREAL LÓPEZ
Ingeniero Mecánico**

**Co-Director:
CECILIA RIVERA VERGARA
Ingeniera Mecánica**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2021**

Nota de aceptación:

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C., 2021

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, quienes nos apoyaron en todo este proceso de formación como ingenieros mecánicos, por su compañía en estos años, por sus esfuerzos, por su dedicación, y por guiarnos para ser mejores personas y ayudarnos a cumplir nuestras metas tanto profesionales como personales.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente queremos agradecerle a Dios por permitirnos cumplir este propósito.

Agradecemos a nuestros papás por sus sacrificios, para que nosotros lográramos llegar a este punto y por guiarnos día a día para mejorar constantemente. Su apoyo incondicional fue muy importante a lo largo de la carrera, ya que siempre nos brindaban fuerzas en los momentos difíciles y siempre se buscaba lo mejor para nosotros.

También queremos agradecer a nuestros directores por el apoyo brindado durante el proceso de este trabajo, por el tiempo dedicado y por compartir sus conocimientos adquiridos.

Gracias a la Universidad Santo Tomás por brindarnos las herramientas necesarias que fueron importantes para convertirnos en ingenieros y también en formarnos como mejores personas tanto en la parte íntegra como en lo profesional.

CONTENIDO

Pág.

<u>ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL ESPACIO ACADÉMICO DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN PARA EL MANEJO DE LA BANDA TRANSPORTADORA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS</u>	<u>1</u>
<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>10</u>
<u>1. OBJETIVOS.....</u>	<u>12</u>
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<u>2 MARCO REFERENCIAL</u>	<u>13</u>
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	13
2.1.1 SIMULACIÓN	13
2.1.2 PLC DELTA.....	13
2.1.3 LÍNEA DE ENSAMBLAJE.....	13
2.2 MARCO TEÓRICO.....	13
2.2.1 FORMACIÓN ACADÉMICO DEL INGENIERO EN LA ACTUALIDAD.....	14
2.2.2 METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA EN LA INGENIERÍA.....	14
2.2.3 ESCENARIO DEL ÁMBITO PROFESIONAL.....	17
2.2.4 MANUFACTURA.....	18
2.2.5 AUTOMATIZACIÓN	19
2.2.6 CONTROL NUMÉRICO	20
2.2.7 SENSOR OPTOELECTRÓNICO.....	20
2.2.8 BANDAS TRANSPORTADORAS.....	20
2.3 ESTADO DEL ARTE	25
<u>3 BANDA TRANSPORTADORA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS: CONEXIONES E IMPLEMENTOS</u>	<u>28</u>
<u>4 SELECCIÓN DE LOS PROCESOS, PROGRAMACIÓN EN EL SOFTWARE Y DISEÑO DE LAS GUÍAS DIDÁCTICAS</u>	<u>34</u>
4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS APLICACIONES DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	34
4.1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LOS PROCESOS.....	36
4.2 PROGRAMACIÓN DE LOS DOS PROCESOS SELECCIONADOS.....	36
4.2.1 PROGRAMACIÓN DE PLANTILLA DE COMUNICACIÓN CON EL PLC	36

4.2.2	PROGRAMACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUETAMIENTO DE PRODUCTOS EN EL SOFTWARE WPLSOFT.....	43
4.2.3	PROGRAMACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS EN EL SOFTWARE WPLSOFT.....	49
4.3	ELABORACIÓN DE LAS DOS GUÍAS DIDÁCTICAS.....	53
4.3.1	GUÍA DIDÁCTICA BANDA TRANSPORTADORA. SIMULACIÓN #1	53
4.3.2	GUÍA DIDÁCTICA BANDA TRANSPORTADORA. SIMULACIÓN #2	70
<u>5</u>	<u>CONCLUSIONES.....</u>	<u>85</u>
<u>6</u>	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>86</u>
<u>7</u>	<u>ANEXOS.....</u>	<u>89</u>

LISTA DE IMÁGENES

Pág.

<i>Imagen 1. Proceso de Manufactura</i>	<i>18</i>
<i>Imagen 2. Cinta Transportadora en la Industria Minera</i>	<i>21</i>
<i>Imagen 3. Cinta Transportadora en la Industria Agrícola.....</i>	<i>22</i>
<i>Imagen 4. Cinta Transportadora en la Industria Manufacturera</i>	<i>22</i>
<i>Imagen 5. Cinta Transportadora en Aeropuertos.....</i>	<i>23</i>
<i>Imagen 6. Cinta Transportadora en el Sector Comercial.....</i>	<i>24</i>
<i>Imagen 7. Banda Transportadora.....</i>	<i>28</i>
<i>Imagen 8. Motor</i>	<i>29</i>
<i>Imagen 9. Caja de control.....</i>	<i>29</i>
<i>Imagen 10. Datasheet DVP-14SS2.....</i>	<i>30</i>
<i>Imagen 11. Interfaz Hombre Máquina (HMI).....</i>	<i>31</i>
<i>Imagen 12. Sistema electroneumático de compuerta</i>	<i>32</i>
<i>Imagen 13. Sensor Optoelectrónico</i>	<i>32</i>
<i>Imagen 14. Selección Tipo PLC.....</i>	<i>37</i>
<i>Imagen 15. Visualización "Modo lenguaje de Contactos"</i>	<i>38</i>
<i>Imagen 16. Visualización de Herramientas.....</i>	<i>38</i>
<i>Imagen 17. Lista de comandos predeterminados</i>	<i>38</i>
<i>Imagen 18. Encabezado de comunicación predeterminado I</i>	<i>39</i>
<i>Imagen 19. Encabezado de comunicación predeterminado II.....</i>	<i>40</i>
<i>Imagen 20. Encabezado de comunicación predeterminado III</i>	<i>40</i>
<i>Imagen 21. Encabezado de comunicación predeterminado IV</i>	<i>41</i>
<i>Imagen 22. Encabezado de comunicación predeterminado V.....</i>	<i>41</i>
<i>Imagen 23. Encabezado de comunicación predeterminado VI</i>	<i>41</i>
<i>Imagen 24. Encabezado de comunicación predeterminado VII.....</i>	<i>42</i>
<i>Imagen 25. Secuencia de programación Primer Proceso I.....</i>	<i>43</i>
<i>Imagen 26. Secuencia de programación Primer Proceso II.....</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 27. Secuencia de programación Primer Proceso III.....</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 28. Secuencia de programación Primer Proceso IV.....</i>	<i>45</i>
<i>Imagen 29. Secuencia de programación Primer Proceso V.....</i>	<i>45</i>
<i>Imagen 30. Designación de salidas de variadores</i>	<i>45</i>
<i>Imagen 31. Secuencia de programación Primer Proceso VI.....</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 32. Secuencia de programación Primer Proceso VII</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 33. Registro desde el HMI</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 34. Registro desde Software WPLSoft</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 35. Secuencia de programación Primer Proceso VIII.....</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 36. Secuencia de programación Primer Proceso IX.....</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 37. Secuencia de programación Primer Proceso X.....</i>	<i>48</i>
<i>Imagen 38. Secuencia de programación Primer Proceso XI</i>	<i>48</i>
<i>Imagen 39. Secuencia de programación Primer Proceso XII.....</i>	<i>48</i>
<i>Imagen 40. Secuencia de programación Segundo Proceso I</i>	<i>49</i>
<i>Imagen 41. Secuencia de programación Segundo Proceso II.....</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 42. Secuencia de programación Segundo Proceso III</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 43. Secuencia de programación Segundo Proceso IV.....</i>	<i>51</i>
<i>Imagen 44. Secuencia de programación Segundo Proceso V.....</i>	<i>51</i>
<i>Imagen 45. Secuencia de programación Segundo Proceso VI.....</i>	<i>51</i>

<i>Imagen 46. Secuencia de programación Segundo Proceso VII.....</i>	<i>52</i>
<i>Imagen 47. Secuencia de programación Segundo Proceso VIII.....</i>	<i>52</i>
<i>Imagen 48. Selección Tipo PLC.....</i>	<i>56</i>
<i>Imagen 49. Visualización "Modo lenguaje de Contactos"</i>	<i>57</i>
<i>Imagen 50. Simbología de funciones.....</i>	<i>57</i>
<i>Imagen 51. Visualización de funciones.....</i>	<i>58</i>
<i>Imagen 52. Íconos de simulación.....</i>	<i>59</i>
<i>Imagen 53. Secuencia de programación Primer Proceso I.....</i>	<i>59</i>
<i>Imagen 54. Secuencia de programación Primer Proceso II.....</i>	<i>60</i>
<i>Imagen 55. Secuencia de programación Primer Proceso III.....</i>	<i>60</i>
<i>Imagen 56. Secuencia de programación Primer Proceso IV.....</i>	<i>61</i>
<i>Imagen 57. Secuencia de programación Primer Proceso V.....</i>	<i>61</i>
<i>Imagen 58. Secuencia de programación Primer Proceso VI.....</i>	<i>62</i>
<i>Imagen 59. Secuencia de programación Primer Proceso VII.....</i>	<i>62</i>
<i>Imagen 60. Secuencia de programación Primer Proceso VIII.....</i>	<i>62</i>
<i>Imagen 61. Secuencia de programación Primer Proceso IX.....</i>	<i>63</i>
<i>Imagen 62. Secuencia de programación Primer Proceso X.....</i>	<i>63</i>
<i>Imagen 63. Secuencia de programación Primer Proceso XI.....</i>	<i>63</i>
<i>Imagen 64. Secuencia de programación Primer Proceso XII.....</i>	<i>64</i>
<i>Imagen 65. Visualización de Herramientas.....</i>	<i>64</i>
<i>Imagen 66. Visualización comandos de entrada.....</i>	<i>65</i>
<i>Imagen 67. Visualización de salidas de variadores.....</i>	<i>65</i>
<i>Imagen 68. Visualización comandos de salidas.....</i>	<i>66</i>
<i>Imagen 69. Ícono "Escribir al PLC".....</i>	<i>67</i>
<i>Imagen 70. Bloque del Sistema.....</i>	<i>67</i>
<i>Imagen 71. Configuración de transferencia.....</i>	<i>68</i>
<i>Imagen 72. Ícono "Leer desde el PLC".....</i>	<i>68</i>
<i>Imagen 73. Configuración de transferencia.....</i>	<i>68</i>
<i>Imagen 74. Selección Tipo PLC.....</i>	<i>73</i>
<i>Imagen 75. Visualización "Modo lenguaje de Contactos"</i>	<i>73</i>
<i>Imagen 76. Simbología de funciones.....</i>	<i>74</i>
<i>Imagen 77. Visualización de funciones.....</i>	<i>74</i>
<i>Imagen 78. Íconos de simulación.....</i>	<i>75</i>
<i>Imagen 79. Secuencia de programación Segundo Proceso I.....</i>	<i>75</i>
<i>Imagen 80. Secuencia de programación Segundo Proceso II.....</i>	<i>76</i>
<i>Imagen 81. Secuencia de programación Segundo Proceso III.....</i>	<i>76</i>
<i>Imagen 82. Secuencia de programación Segundo Proceso IV.....</i>	<i>77</i>
<i>Imagen 83. Secuencia de programación Segundo Proceso V.....</i>	<i>77</i>
<i>Imagen 84. Secuencia de programación Segundo Proceso VI.....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 85. Secuencia de programación Segundo Proceso VII.....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 86. Secuencia de programación Segundo Proceso VIII.....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 87. Visualización de Herramientas.....</i>	<i>79</i>
<i>Imagen 88. Visualización comandos de entrada.....</i>	<i>80</i>
<i>Imagen 89. Visualización de salidas de variadores.....</i>	<i>80</i>
<i>Imagen 90. Visualización comandos de salidas.....</i>	<i>81</i>
<i>Imagen 91. Ícono "Escribir al PLC".....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 92. Bloque de Sistema.....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 93. Configuración de transferencia.....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 94. Ícono "Leer desde el PLC".....</i>	<i>83</i>
<i>Imagen 95. Configuración de transferencia.....</i>	<i>83</i>

LISTA DE TABLAS

Pág.

<i>Tabla 1. Industrias específicas de las categorías primaria, secundaria y terciaria</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 2. Descripción de componentes electrónicos y mecánicos</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 3. Implementación de las Bandas Transportadoras en la Industria Colombiana</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 4. Student Outcome, USTA</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 5. Rúbrica de la nota final de la actividad</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 6. Student Outcome, USTA</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 7. Rúbrica de la nota final de la actividad</i>	<i>83</i>

INTRODUCCIÓN

La automatización según Groover es “un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos” (Groover 2007, p.888). Un sistema automatizado consta de dos componentes principales; la primera es la parte operativa, la cual permite que la máquina se mueva y realice la operación deseada y el segundo componente es el de mando, donde suele ser un autómata programable capaz de comunicarse con todos los constituyentes del sistema automatizado.

Las empresas hoy en día invierten dinero para la implementación de dichos sistemas, gracias a esto mejora la productividad, se presentan reducción de costos, se incrementa la seguridad, hay mejor calidad en los productos, entre otras características que hacen que la empresa mejore la competitividad, (Rust, R., & Huang, M, 2012, p. 47-66). Es por esto que los sistemas de automatización han tenido un alto impacto. En la Universidad Santo Tomás se implementan métodos educativos orientados a este campo de desarrollo, con el objetivo de garantizar un mejor desempeño laboral del egresado al tener conocimientos básicos de automatización.

Colombia es el “país de Latinoamérica donde más se ha implementado el concepto de la automatización” (Socconini, 2019). Las grandes Universidades están invirtiendo en nuevas metodologías con el fin de mejorar sus programas académicos y que los futuros ingenieros presenten habilidades y conocimientos en el área de control, lo cual ayuda a que el nivel de aprendizaje en Colombia se encuentre actualizado y presente competencias a nivel de tecnológico e industrial.

La Facultad de Ingeniería Mecánica de la USTA trabaja para formar profesionales integrales “con capacidad de liderazgo y aporte empresarial que desarrollen tecnologías transformadoras y productoras gracias a la comprensión de su entorno y obrar ético en beneficio de la sociedad colombiana” (Universidad Santo Tomás [USTA], 2017). Por lo tanto, se busca que cada vez estén más preparados en el ámbito industrial, siendo la automatización una de las líneas de investigación de la facultad.

En el ámbito académico es importante realizar guías didácticas, ya que de esta manera los estudiantes podrán tener una forma significativa y aplicable de adquirir los conocimientos de los diferentes campos que se muestran en la asignatura de control e instrumentación en la facultad de ingeniería mecánica.

Por lo tanto, la elaboración de guías didácticas se vuelve un elemento indispensable para el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería mecánica debido a que por medio de estas guías los alumnos pueden resolver problemas ingenieriles, estudiar de manera autónoma, y al mismo tiempo, sirve para que el docente se interrelacione

de una mejor manera con el estudiante con el objetivo de que el proceso enseñanza-aprendizaje sea más efectivo.

El estudiante tomasino cuenta con espacios académicos trabajando de forma práctica en los ETM (Laboratorios de electrónica), donde la Facultad de Ingeniería Mecánica cuenta con una línea de proceso industrial con bandas transportadoras que carece actualmente de guías experimentales para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Es importante elaborar estas ayudas didácticas para la línea de automatización, ya que mediante estos elementos los estudiantes implementarán sus conocimientos básicos de programación del PLC Delta.

Es así como se pretende fortalecer la metodología de enseñanza del espacio académico de control e instrumentación de la Universidad para formar en un futuro ingenieros mecánicos que tengan la capacidad de enfrentarse al mundo laboral satisfaciendo las necesidades de la humanidad.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar dos guías de laboratorio que permitan un mejor desarrollo de actividades, utilizando el sistema de banda transportadora para el espacio académico de control e instrumentación

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las aplicaciones que tienen las bandas transportadoras para seleccionar dos procesos industriales que sean los más adecuados para su simulación
- Programar los dos procesos industriales seleccionados para la implementación en la banda transportadora y su respectiva simulación
- Generar guías prácticas para la programación en PLC Delta teniendo en cuenta los contenidos y objetivos de formación previos

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Simulación

“Es una herramienta que permite analizar, diseñar y evaluar un sistema a través de modelos que contemplen cualitativamente y cuantitativamente las entradas y salidas del sistema”. (Álvarez, M. and García, R., 2020)

2.1.2 PLC Delta

“El Controlador Lógico Programable es un sistema de control que usa operaciones electrónicas. Sus procedimientos de almacenamiento fácil, funciones de secuencia/posición, conteo temporizador y control de ingreso/salida se aplican ampliamente en el campo de control de automatización industrial”. (Delta, 2019)

2.1.3 Línea de Ensamblaje

“Es un lugar donde los procesos de trabajo se ordenan en razón de los pasos sucesivos que sigue la producción de un producto, las piezas separadas pasan por una estación de trabajo a otra con un ritmo controlado y una secuencia necesaria para fabricarlo”. (Chase, R. and Jacobs R., Valdelamar, D., 2006, Ed. 13)

2.2 MARCO TEÓRICO

Actualmente en las universidades se implementan diferentes metodologías para la enseñanza de los estudiantes de ingeniería, con el fin de que ellos adquieran los conocimientos de una manera didáctica por medio de la interacción que hay entre el estudiante y el profesor. La participación debe ser activa y constructiva en aquellos ámbitos donde se decide lo que afecta a la educación de toda la comunidad escolar, como una garantía de los procesos que se desarrollan en la gestión educativa y desde la participación, exponiendo definiciones y reflexiones que permiten conocer y aplicar la práctica de formación en las instituciones educativas, (Bieliukas, 2014).

Es por ello, que a lo largo de los años se han implementado distintos métodos para el aprendizaje de los estudiantes en la rama de ingeniería, y a continuación se mencionan los antecedentes de las estrategias de enseñanza en la ingeniería.

2.2.1 Formación Académico del Ingeniero en la Actualidad

Debido a la globalización que se está viviendo actualmente la enseñanza de la ingeniería en la educación superior tiene nuevos desafíos que resolver, con el fin de que los egresados salgan con la capacidad de afrontar las transformaciones tecnológicas, sociales, económicas y culturales que se están viviendo hoy en día.

Es por ello que el reto está en fortalecer el desarrollo de habilidades, conocimientos y actitudes que le permitan al ingeniero contribuir a la sociedad; y para ello es importante la relación del docente con el estudiante para lograr el objetivo de enseñanza-aprendizaje.

2.2.2 Metodologías de Enseñanza en la Ingeniería

Como se nombró anteriormente el mundo está evolucionando cada vez más, por lo cual la educación superior no debe quedarse atrás, sino que deben innovar en sus métodos de enseñanza para que los estudiantes sean capaces de afrontar las problemáticas que se ven en el campo de la ingeniería.

Teniendo esto en cuenta, se han diseñado e implementado varias formas de enseñanza para suplir las necesidades de la sociedad, algunas de ellas son:

- **Método de Enseñanza Expositivo**

Aquí predomina la participación activa del docente mientras que los alumnos participan de manera receptiva, donde el profesor explica lo esencial y necesario de ciertas temáticas. (Rosell Puig, W. and Paneque Ramos, E., 2009, Vol.8)

- **Método de Enseñanza Independiente**

El alumno es el encargado de estudiar las temáticas o ejercicios por medio de lo que ha aprendido en el aula de clase y de otros recursos como el internet o libros, para obtener estos conocimientos de manera independiente. (Rosell Puig, W. and Paneque Ramos, E., 2009, Vol.8)

- **Métodos de Enseñanza de Elaboración Conjunta**

Hay trabajo en equipo entre el profesor y el estudiante, y esto se aplica en los seminarios. (Rosell Puig, W. and Paneque Ramos, E., 2009, Vol.8)

- **El Aprendizaje basado en Problemas**

Es un método de trabajo activo donde prima el aprendizaje de los estudiantes, donde se promueve la investigación, la creatividad, el trabajo independiente para la

resolución de problemas; también favorece el desarrollo de habilidades interpersonales y de trabajo en equipo. (Montes de Oca Recio, N. and Machado Ramírez, E., 2011, Vol.11)

- **El Aprendizaje basado en Proyectos**

Es un proceso permanente de reflexión, ya que los alumnos se enfrentan a situaciones reales que los llevan a comprender y aplicar los conocimientos adquiridos. Aparte de ello, el estudiante debe discutir ideas, tomar decisiones, y realizar una planificación para la resolución del proyecto. (Montes de Oca Recio, N. and Machado Ramírez, E., 2011, Vol.11)

Cabe resaltar que a lo largo de la historia se han implementado estrategias didácticas, las cuales son acciones planificadas por el docente con el fin de que el estudiante construya su aprendizaje. Esta estrategia es un procedimiento organizado, formalizado y orientado a la obtención de una meta propuesta por el profesor. En base a esto, se han establecido varios recursos para este proceso de enseñanza-aprendizaje, algunos de ellos son:

- **Guías Didácticas**

Estas guías son “el documento que orienta el estudio, acercando a los procesos cognitivos del alumno el material didáctico, con el fin de que pueda trabajarlos de manera autónoma” (G. Aretio, 2009). Aparte de ello, Aretio (2009) destaca la importancia de esta ayuda y señala que, “una guía didáctica bien elaborada y al servicio del estudiante, debería ser un elemento motivador de primer orden para despertar el interés por la materia correspondiente. Debe ser un instrumento idóneo para guiar y facilitar el aprendizaje, ayuda a comprender, y en su caso, aplicar los diferentes conocimientos, así como para integrar todos los medio y recursos que se presentan al estudiante como apoyo para su aprendizaje”. (García Aretio, 2009, Ed.1, p.3)

Igualmente, hay otros autores que tienen otros conceptos sobre lo que es una guía didáctica, y uno de ellos es Ricardo Ulloa Azpeitia, quién destaca las tres funciones más importantes de una guía didáctica:

- **Función de Orientación**

Ofrece al estudiante una Base Orientadora de la Acción (BOA), para realizar las actividades planificadas en la guía. Es importante significar en este sentido, que la BOA trae como resultado el aprendizaje de conocimientos con alto nivel de generalización, pues implica asimilar contenidos concretos sobre la base de

orientaciones y esquemas generales. (García Hernández I., Cruz Blanco G., 2014, Vol.6)

- **Especificación de las Tareas**

Delimita actividades a realizar, y se especifica en los problemas a resolver. Estos se concretan en las tareas docentes orientadas para realizar el trabajo independiente. (García Hernández I., Cruz Blanco G., 2014, Vol.6)

- **Función de Autoayuda o Autoevaluación**

Permitir al estudiante una estrategia de monitoreo o retroalimentación para que evalúe su progreso. (García Hernández I., Cruz Blanco G., 2014, Vol.6)

- **Tutorías**

Están a cargo de los profesores de las diferentes asignaturas, tutores designados y/o coordinadores académicos, estas tutorías pueden ser grupales o personales con el objetivo de que los estudiantes mejoren su rendimiento académico, lograr perfiles de egreso, desarrollar hábitos de estudio y trabajo. (Global Campus Nebrija, 2016, Ed.2, p.3)

La Universidad Santo Tomás trabaja en conjunto para que el proceso de enseñanza-aprendizaje cada vez sea mejor con el objetivo de que los estudiantes obtengan conocimientos y con ello poder desempeñarse en los múltiples entornos, y destacarse en las diferentes áreas en las que puede ejercer un ingeniero mecánico. Para cumplir este propósito la Universidad cuenta con un método de enseñanza denominado Aprendizaje Basado en Problemas.

- **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

“Es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (Barrows, 1986).

- **Fases del ABP según Exley y Dennick, (2007)**

1. Aclarar términos y conceptos
2. Definir los problemas
3. Analizar los problemas: Preguntar, explicar, formular hipótesis, etc....
4. Hacer una lista sistemática del análisis
5. Formular los resultados del aprendizaje esperados
6. Aprendizaje independiente centrado en resultados
7. Sintetizar y presentar una nueva información

- **Enseñanza en la Universidad Santo Tomás en la Facultad de Ingeniería Mecánica**

En la facultad hay cinco núcleos problemáticos, los cuales son: Núcleo de Automatización, Núcleo de Diseño de Sistemas Mecánicos, Núcleo Económico-administrativo, Núcleo de Materiales y Procesos, Núcleo de termo fluidos, los cuales dan generación a líneas de investigación como: Biomecánica, Diseño Mecánico Asistido por Computador, Energías alternativas, Procesos de Manufactura, Robótica y Calidad y Gestión Integral. Por medio de esta metodología el ingeniero mecánico busca solucionar diferentes tipos de problemas como en la parte de desarrollo sostenible, energía sostenible, transporte y todo esto se logra por medio de la Implementación del modelo CDIO, el uso de herramientas ABET y el Desarrollo de trabajos investigativos entre industria y academia. (Universidad Santo Tomás [USTA], 2018).

Los núcleos problémicos del programa de Ingeniería Mecánica abordan la identificación y planteamiento a la solución a un problema de ingeniería a partir de un cuerpo propio de conceptos, principios, teorías, métodos, prácticas, herramientas, estrategias y procedimientos. (PEP, Ingeniería Mecánica, [USTA], 2017).

Teniendo en cuenta lo anterior, se deduce que la Universidad Santo Tomás utiliza la opción de la pedagogía problémica y la metodología problematizadora; específicamente las ingenierías emplean estrategias como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje basado en proyectos para lograr un diálogo entre docentes y estudiantes, donde los alumnos tienen un papel fundamental, ya que por medio de estas metodologías de enseñanza-aprendizaje pueden obtener los conocimientos necesarios para la resolución de problemas que se le pueden presentar en un futuro. (PEP, Ingeniería Mecánica, [USTA], 2017).

2.2.3 Escenario del Ámbito Profesional

A lo largo de los años, la tecnología ha avanzado de forma exponencial, donde las industrias han obtenido los mejores provechos, ya que gracias a esto se reducen costos, la calidad de los productos es mejor, los tiempos de producción del producto se reducen lo cual es vital para el funcionamiento de una industria, entre otros aspectos que hacen que la industria sea más competitiva.

Cabe resaltar que para que se logre lo anteriormente mencionado dentro de la industria debe haber sistemas de automatización, lo cual permiten estos grandes beneficios y para ello se tendrá en cuenta ciertos conceptos para un mejor entendimiento de cómo funciona este tipo de tecnología en las empresas de manufactura. (Universidad Santo Tomás [USTA], 2018)

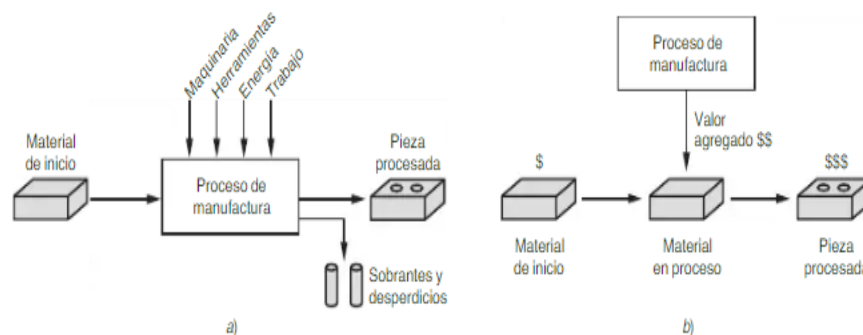
La Universidad forma personas profesionales que tengan la capacidad de trabajar en cualquier ámbito; en este caso está preparando a ingenieros mecánicos para que éstos puedan entrar a trabajar en cualquier campo que esté relacionado con la ingeniería mecánica. Actualmente en el país y en el mundo la automatización tiene mucha relevancia en los diferentes sectores industriales, ya que gracias a esta tecnología diferentes empresas han perfeccionado sus procesos y también más competitivas debido a que la automatización trae múltiples ventajas que benefician tanto en la parte económica como en la productiva a una empresa.

Con base en ello, se debe hablar sobre conceptos relevantes que estén relacionados con la automatización y los procesos industriales. También es importante aclarar que las bandas transportadoras son pieza fundamental dentro de la automatización porque por medio de estas máquinas los productos se transportan de un lugar a otro en grandes cantidades y pasando por varias fases donde se les realizan procesos diferentes.

2.2.4 Manufactura

Este término se puede definir por la parte tecnológica y la económica. La primera hace referencia a la aplicación de procesos físicos y químicos para cambiar las propiedades, la geometría o apariencia de un material para producir un producto final. Durante el proceso se involucran máquinas, herramientas, energía y trabajo manual donde se presentan una serie de pasos para llegar al producto final. Por la parte económica, la manufactura es la transformación de los materiales en artículos de mayor valor por medio de procesos que conllevan ciertos materiales para suplir las necesidades de la sociedad. (Groover M., 2007, Ed.3, p.4)

Imagen 1. Proceso de Manufactura



(Dos maneras de definir manufactura: a) como proceso técnico y b) como proceso económico. Fundamentos de manufactura moderna, Tercera Edición. Mikell P. Groover, 2 de marzo de 2007)

- **Sectores en la Industria**

“La industria consiste en empresas y organizaciones que producen o suministran bienes y servicios”, (Groover, 2007). Las industrias se dividen en tres sectores, los cuales son, primario, secundario y terciario. La industria primaria cultiva y explotan los recursos naturales, tales como la agricultura y la minería. La industria secundaria toma las salidas de las primarias y las convierten en bienes de consumo y capital; en este tipo de industria la manufactura es la actividad principal. Y, por último, la industria terciaria constituye el sector de servicios de la economía. (Groover M., 2007, Ed.3, p.5)

Tabla 1. Industrias específicas de las categorías primaria, secundaria y terciaria

Primaria	Secundaria		Terciaria (servicios)	
Agricultura	Aerospacial	Maquinaria pesada	Banca	Legales
Canteras	Alimentos procesados	Materiales para construcción	Bienes raíces	Reparaciones y mantenimiento
Forestal	Aparatos de consumo		Comercio al mayoreo	
Ganadería	Automotriz	Metalurgia básica	Comercio al menudeo	Restaurantes
Minería	Bebidas	Neumáticos y caucho	Comunicaciones	Salud y cuidados médicos
Pesca	Computadoras	Papel	Educación	
Petróleo	Construcción	Plásticos (formados)	Entretenimiento	Seguros
	Editorial	Productos químicos	Gobierno	Servicios financieros
	Electrónica	Refinación de petróleo	Hotel	Transporte
	Equipos	Textiles	Información	Turismo
	Farmacéutica	Vestido		
	Instalaciones de generación de energía	Vidrio, cerámicos		
	Madera y muebles			

(Industrias específicas de las categorías primaria, secundaria y terciaria. Fundamentos de Manufactura Moderna. Tercera Edición, Mikell P. Groover, 2 de marzo de 2007)

- **Sistema de Manufactura**

Es “una colección de equipo integrado y recursos humanos que realizan varias operaciones de procesamiento, donde el equipo integrado consta de máquinas de producción, manejo del material y sistemas computacionales” (Groover, 2007). En ese mismo contexto se debe tener en cuenta que cada máquina debe tener su debido control numérico, la cual es una forma de automatización programable con el fin de cumplir acciones para la satisfacción del usuario. (Groover M., 2007, Ed.3, p.887)

2.2.5 Automatización

Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos componentes principales; la primera es la parte operativa, la cual permite que la máquina se mueva y realice la operación deseada; y la segunda es la parte de mando, donde suele ser un autómatas programable capaz de comunicarse con todos los constituyentes del sistema automatizado. (Autómatas Programables, 2001)

Para procurar que los procesos sean eficaces y debido a la experiencia industrial se señalan estos pasos para implementar la automatización en diferentes empresas (Derby ST, 2005, p. 11-17):

- Observar y conocer disponibilidad y tendencias (estado del arte) de la automatización en máquinas y procesos.
- Procurar un enfoque abierto y creativo frente a varias alternativas de automatización.
- Mirada retrospectiva de cómo actuaría el ser humano u otros organismos en determinadas rutinas de acción.
- Aplicar una estrategia integrada de índole mecatrónica.

2.2.6 Control Numérico

Es “una forma de automatización programable en la cual un programa que contiene datos alfanuméricos codificado controla las acciones de una parte del equipo” (Groover M., 2007). El control numérico consta de dos partes fundamentales, las cuales son, la cabeza de trabajo quien representa una herramienta de procesamiento, y la pieza de trabajo que es el objeto que se procesa. (Groover M., 2007, Ed.3, p.888)

2.2.7 Sensor Optoelectrónico

Este tipo de sensores están basados en las propiedades de diversos dispositivos electrónicos cuyo comportamiento depende de la luz que se les aplica; y utilizan la fibra óptica como elemento de transmisión de luz. Una de las mayores ventajas de estos sensores optoelectrónicos es que pueden funcionar en cualquier parte y obtener una captación exacta sin tener contacto con los objetos. (Mandado E., Murillo A., Ed. 1, 2009).

2.2.8 Bandas Transportadoras

Estos equipos son fundamentales en las plantas de producción, ya que su función principal es transportar, elevar o distribuir materiales de un punto a otro. Son máquinas que funcionan automáticamente mediante una programación. El transporte puede ser horizontal o inclinado. (EyM, 2021). Sus principales ventajas son:

- Gran velocidad
- Transporte de grandes distancias
- Las cintas transportadoras pueden trabajar de forma continua
- Optimización en las plantas de producción
- Evitar la contaminación de los productos

Teniendo en cuenta los tipos de bandas y sus funciones, es importante conocer las aplicaciones de las bandas transportadoras en los diferentes sectores:

- **Industria Minera**

Se tiene que contar con una banda industrial especial, ya que deben soportar pesos específicos, además de esto también se debe tener en cuenta que los materiales que se estén transportando no vayan a dañar el sistema. (EyM, 2021)

Imagen 2. Cinta Transportadora en la Industria Minera



(Banda Transportadora para Minería. Productos Técnicos Especializados "PTE", 4 de agosto de 2020)

- **Industria Agrícola**

Las bandas de este sector están diseñadas para soportar diferentes condiciones ambientales con el fin de que no afecten el rendimiento de la cinta y de esta manera cuidar los alimentos para que estos no salgan afectados. Este tipo de bandas transportadoras pueden transportar desde papas hasta granos, semillas y maíz. (EyM,2021)

Imagen 3. Cinta Transportadora en la Industria Agrícola



(Agricultura. VIS GmbH, 2021)

- **Industria Manufacturera**

La manufactura y las líneas de producción se benefician de estas bandas, ya que es posible desplazar bienes y materiales sin ayuda del personal humano y con fiabilidad con el objetivo de optimizar los tiempos de producción. Las empresas que más usan estas bandas son el sector automotriz y de embalaje. (EyM,2021)

Imagen 4. Cinta Transportadora en la Industria Manufacturera



(Botellas de agua de plástico en la Industria Transportadora y Embotelladora de Agua. Can StockPhoto, 2021)

- **Aeropuertos**

Los aeropuertos son lugares que constantemente manipulan equipaje y mercancías, para prescindir del recurso humano y asegurar desplazamientos eficaces y es por ello que la automatización es la mejor alternativa. El diseño de estas bandas se conoce por lo que son resistentes y de larga duración; y esto debe ser así, ya que están expuestas a maletas y diversos cargamentos. (EyM, 2021)

Imagen 5. Cinta Transportadora en Aeropuertos



(Industrias que se benefician de las Bandas Transportadoras. Productos Técnicos Especializados “PTE”, 3 de diciembre de 2018)

- **Sector Comercial**

Los almacenes y supermercados emplean las bandas para facilitar el trabajo de cajeros y empacadores. Los productos que una persona compra son ubicados sobre la cinta que se mueve continuamente, con el fin de acercar cada objeto o alimento hasta el empleado evitando que invierta tiempo en recogerlos. La productividad y agilidad son dos factores positivamente impactados. (EyM, 2021)

Imagen 6. Cinta Transportadora en el Sector Comercial



(Supermercado Waitrose. Productos sobre cinta transportadora. deWitt K., Alamy, 18 de febrero de 2019)

2.3 ESTADO DEL ARTE

Debido al avance tecnológico que se ha presentado durante los últimos años y procurando que los ingenieros mecánicos tengan un buen desempeño laboral se implementan nuevas temáticas y prácticas en los laboratorios con el objetivo de mejorar la capacitación profesional. Por ello es importante las investigaciones que estén relacionadas con la automatización e investigaciones ligadas al método de la enseñanza en las universidades.

Actualmente Delta y Festo trabajan con la parte de automatización y además implementan materiales didácticos; también cabe resaltar que estas empresas se dedican a la fabricación de productos y automatizan sistemas de producción para empresas de diferentes países. Delta y Festo ofrecen la facilidad de descargar software o archivos que permitan a las instituciones enseñar sobre la temática de automatización para que los estudiantes obtengan conocimientos más específicos sobre cómo es la metodología en el mundo laboral, ya que día a día esta tecnología se está implementando cada vez más. (Festo Didactic “Automatización Industrial”, 2021).

El método de enseñanza – aprendizaje es usado en las instituciones educativas para que el estudiante pueda interactuar con su docente y así obtener los conocimientos previos de una asignatura; para lograr esto se exige enfocar la enseñanza como un proceso de orientación, donde allí se crean las condiciones para que los estudiantes se apropien de los conocimientos, desarrollen habilidades, formen valores y adquieran estrategias para que en un futuro puedan desempeñar todas estas capacidades en el ámbito profesional. Ante un mundo que está en constante cambio, la educación sigue siendo la estrategia para formar a los estudiantes de herramientas intelectuales para que sean capaces de afrontar las incesantes transformaciones del mundo laboral y a la expansión del conocimiento.

En Colombia diversas universidades cuentan con laboratorios completos para el desarrollo de investigaciones, diferentes proyectos y sobre todo con el objetivo de que los estudiantes adquieran los conocimientos necesarios para convertirse en profesionales competentes y desenvolverse de la mejor manera en el mundo laboral. Estas instituciones crean centros especializados en la simulación de procesos industriales reales; uno de esas es la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia seccional Sogamoso donde implementaron una banda transportadora como soporte de aprendizaje para que los estudiantes aprendan a programar y usar diferentes implementos que esta universidad tiene en su laboratorio, y además incluyeron guías didácticas que ayuda a que los estudiantes tengan una mayor interacción con sus docentes, esta metodología de aprendizaje está basado en el ABP. (Ávila A., Pulido R., 2015)

La Universidad Politécnica Salesiana (Quito), implementó equipos de última tecnología para la facultad de Ingeniería Eléctrica, todo esto con el fin de que los

estudiantes adquieran los conocimientos necesarios sobre la automatización y así estar preparados para las necesidades actuales del país; con base a lo anterior se veía la necesidad de implementar nuevas guías didácticas para que los docentes tuvieran nuevas metodologías para la explicación de nuevas temáticas, específicamente en la programación. Cada una de estas guías tiene como objetivo capacitar al estudiante a usar software que estén relacionados con el tema de la automatización (PLC, contadores, temporizadores, protocolos de comunicación entre equipos) para que así los futuros ingenieros obtuvieran los conocimientos necesarios para salir al mundo laboral. (Carrión D., 2010)

Para las universidades la implementación de sus laboratorios son de gran importancia ya que estos llegan a mejorar la calidad de educación hacia el estudiante, según el documento (Pérez R., 2015) se evidencia como las metodologías de enseñanza han crecido exponencialmente, implementando en este caso las bandas transportadoras, dejando que el estudiante tenga interacción más efectiva con máquinas que más adelante en su vida laboral va a visualizar, poniendo en práctica lo aprendido en su carrera universitaria, las universidades de Colombia mejoran la inserción del alumno en la parte laboral, enfrentándolo así a diversas actividades o problemas que se le puedan presentar más adelante.

Las guías prácticas cada vez son de mayor significado, ya que es un recurso de aprendizaje que optimiza el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje, uno de los retos hoy en día es que la rama de la ingeniería sea la más destacada, ya que las personas que la emplean tienen que tener las capacidades de solucionar problemas complejos logrando así un buen desempeño en la industria, para esto se tienen que tener buenas bases académicas con el fin de formar buenos ingenieros desde las universidades, teniendo en cuenta que desde cada asignatura se va a fortalecer conocimientos previos, ubicando así a los métodos de enseñanza como uno de los factores más importantes en todo el ámbito de la ingeniería. (Hanel del Valle J., Taborga T., 2011, p.1,2)

La Universidad Santo Tomás cuenta con excelentes equipos tecnológicos en sus laboratorios, los cuales son implementados para que los estudiantes hagan sus prácticas y obtengan conocimientos tanto teóricos como prácticos, ya que por medio de estos equipos los alumnos pueden enfocarse al mundo laboral debido a que estas máquinas también están presentes en las empresas. La facultad de ingeniería mecánica cuenta con una banda transportadora en el Laboratorio ETM 2, la cual no ha sido implementada para el proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura de control e instrumentación, ya que en esta materia se ven temáticas de programación y con ello se logra poner en funcionamiento esta banda transportadora.

Dadas las aplicaciones expuestas, los estudiantes de ingeniería mecánica deben aprovechar los recursos que ofrece la Universidad Santo Tomás para poder seguir

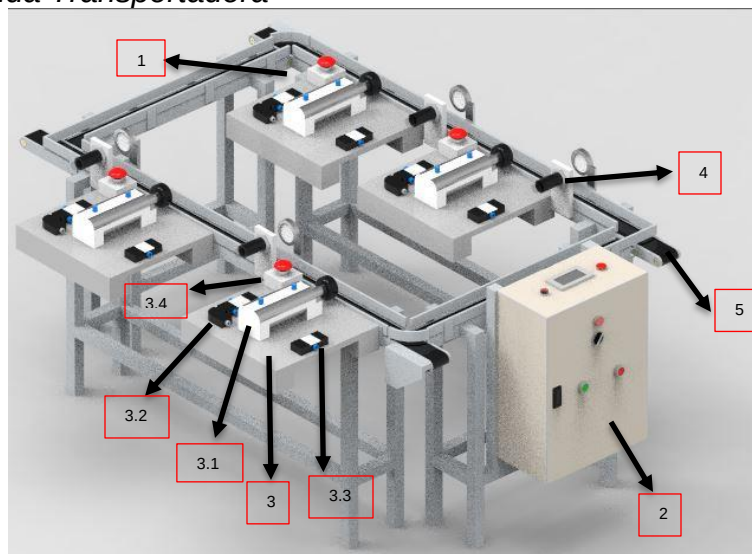
creciendo profesionalmente y así poder adaptarse de manera rápida y eficiente al mundo laboral, específicamente al sector industrial.

3 BANDA TRANSPORTADORA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS: CONEXIONES E IMPLEMENTOS

A continuación, se presentan una vista tridimensional CAD de la banda transportadora e imágenes de los implementos que contienen la misma, como lo son: actuadores, sensores, fuente de alimentación; y PLC con sus respectivas especificaciones, entre otros implementos.

Todo esto con el fin de visualizar y comprender cómo es el respectivo funcionamiento de la cinta transportadora; y de esta manera realizar la programación para el correcto funcionamiento de la banda y sus componentes.

Imagen 7. Banda Transportadora



(Fuente: Autores)

Tabla 2. Descripción de componentes electrónicos y mecánicos

	Número de Equipo	Equipo	Sub - Equipo
1	4	Motor	
2	1	Caja de Control	
2.1			PLC
2.2			Interruptor
2.3			Variadores de Frecuencia
2.4			Breaker
2.5			Fuente Delta 24V
2.6			Guardamotor
2.7			HMI
3	4	Banco Neumático	
3.1			Cilindros
3.2			Electroválvulas
3.3			Válvulas
3.4			Stop
4	4	Sensor Optoelectrónico	
5	4	Banda	
Dimensiones de la Banda Transportadora (5)			
		cm	Unidades
Ancho de Banda		12	
Largo de Banda (lado pared)		213	2
Largo de Banda (lado caja control)		127	2

(Fuente: Autores)

Imagen 8. Motor

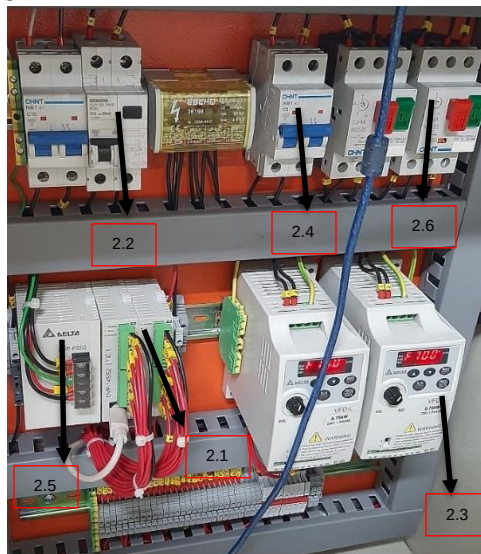


(Fuente: Autores)

Especificaciones del Motor LF 56/4B-11 (1):

- Corriente: 0.5AMP
- Voltaje: 220V
- Frecuencia: 50Hz
- Revoluciones por Minuto: 1350
- Potencia: 0,09KW

Imagen 9. Caja de control



(Fuente: Autores)

Imagen 10. Datasheet DVP-14SS2



(Controladores Lógicos Programables “Serie DVP-SS2”. Productos Delta, 2021)

Especificaciones del Datasheet DVP-14SS2 (2.1):

- Puntos MPU: 14 (8DI + 6DO)
- Puntos I/O máx.: 494 (14 + 480)
- Capacidad de programa: 8 k pasos
- Puerto de comunicaciones: puertos RS-232 y RS-485 integrados, compatibles con el protocolo Modbus ASCII/RTU. Pueden ser maestros o esclavos
- Salida de impulsos de alta velocidad: admite 4 puntos (Y0 ~ Y3) de salida de impulsos independientes de alta velocidad (máx. 10 kHz)
- Admite el ajuste automático del PID: el modelo DVP-SS2 guarda los parámetros automáticamente luego de completar el ajuste automático de temperatura del PID
- Contadores integrados de alta velocidad

Especificaciones Interruptor 5SU1356-7KK10 (2.2):

- Tensión de Alimentación: 230V (AC)
- Corriente diferencial de disparo: 30mA
- Frecuencia de empleo: 50Hz
- Temperatura durante el almacenamiento: -40°C – 75°C

Especificaciones Variador de Frecuencia VFD007L21A (2.3):

- Entrada: 1PH 9.7A/3PH 5.1A 200-240V 50/60Hz
- Salida: 3PH 0-240V 4.2A 1.6KVA 1HP
- Rango de Frecuencia de salida: 1-400Hz
- Puerto de comunicación: RS-485

Especificaciones Breaker NB1-63 C2 / NB1-63 C10 (2.4):

- Corriente (Amp): 2/10
- Voltaje (V): 400/480
- Terminal de tornillo

Especificaciones del Datasheet DVP-PS02 (2.5):

- Entrada de Alimentación: 100-240 VAC, 50/60HZ
- Corriente de salida: 2ª máx.
- Protección contra cortocircuitos: Recuperación automática

Especificaciones CHINT NS2-25-4 (2.6):

- Corriente (AMP): 2,5 – 4ª
- Voltaje (V): 230/240, 400/415
- Número de Polos: 3

Imagen 11. Interfaz Hombre Máquina (HMI)



(Fuente: Autores)

Especificaciones Interfaz Hombre Máquina “Tipo de Modelo B03S211” (2.7):

- Diseño visual usando el software DOPSoft
- Interacción entre el hombre y la máquina de manera muy gráfica e intuitiva
- Posee infinidad de bibliotecas
- Simplifica el trabajo de los programadores

Imagen 12. Sistema electroneumático de compuerta



(Fuente: Autores)

Especificaciones Válvula direccional que acciona el cilindro (3):

- Electroválvula 5/2
- Actuación eléctrica
- Reacción a resorte
- Temperatura ambiente: -5...50°C
- Fluido: Aire comprimido filtrado
- Presión de trabajo: 2,5...8bar
- Trabaja a 24V

Imagen 13. Sensor Optoelectrónico



(Fuente: Autores)

Especificaciones del Sensor Optoelectrónico BOS 18KF-PA-1QD-C-02 (4):

- Conexión por cable
- Tiene 4 conductores
- Protección contra: cortocircuito y polarización inversa
- Se ajusta por medio de la sensibilidad
- Función de Salida: LED amarillo
- Estabilidad: LED verde
- Principio de funcionamiento óptico: Barrera fotoeléctrica de reflexión

- Trabaja a 24V

4 SELECCIÓN DE LOS PROCESOS, PROGRAMACIÓN EN EL SOFTWARE Y DISEÑO DE LAS GUÍAS DIDÁCTICAS

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS APLICACIONES DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Tras la revisión de la investigación realizada (Pareja Garzón D., Páez Monroy C., 2011) se evidencia que en la industria colombiana se implementan las bandas transportadoras en diferentes sectores como, la industria de alimentos, puertos y terminales de transporte, el sector manufacturero, el sector minero, entre otras industrias.

Tabla 3. Implementación de las Bandas Transportadoras en la Industria Colombiana

CLIENTE	FRECUENCIA DE COMPRA	% SOBRE VENTA ANUAL	PRODUCTO ADQUIRIDO
PELDAR	Anual	5%	Bandas metálicas, repuestos mecánicos
PAVCO	Semestral	7%	Bandas metálicas, transportadores y repuestos mecánicos
BAVARIA	Semestral	7%	Bandas metálicas y transportadores
BIMBO	Anual	4%	Bandas metálicas
COCA COLA	Semestral	7%	Bandas metálicas, repuestos mecánicos
COLOMBINA	Cada dos años	3%	Bandas metálicas
ALIMENTOS CÁRNICOS S.A.	Semestral	5%	Bandas metálicas y transportadores
INDISA S.A.	Semestral	7%	Bandas metálicas y transportadores
E-BELTS MANEJO DE MATERIALES	Semestral	3%	Bandas metálicas
CADENAS Y COMPLEMENTOS	Semestral	5%	Bandas metálicas
RAPISCOL S.A.	Anual	5%	Bandas metálicas
C.I DULCES LA AMERICANA S.A.	Semestral	3%	Bandas metálicas
3M COLOMBIA S.A.	Semestral	7%	Bandas metálicas y transportadores
MAPER S.A.	Trimestral	12%	Bandas metálicas, transportadores y repuestos mecánicos
COMESTIBLES RICOS LTDA.	Semestral	10%	Bandas metálicas y transportadores
FRITO LAY DE COLOMBIA LTDA.	Cuatrimestral	10%	Bandas metálicas y transportadores

(Implementación de un modelo de planeación de los procesos de fabricación de bandas transportadoras metálicas y programación de la fabricación de espirales para mejorar el desempeño de Ingeniería Industrial y Comercial de Colombia LTDA. Pareja Garzón D., Páez Monroy C., 2011)

La Tabla 3 muestra las diferentes empresas que realizan las compras de estas bandas para su implementación, lo cual concluye que las bandas transportadoras son usadas ampliamente en el sector industrial.

Teniendo en cuenta las aplicaciones de una banda transportadora dentro de la industria, como, por ejemplo: el transporte de objetos, proceso de etiquetado, línea de ensamblaje, proceso de empaquetamiento (Venmir, 2020); se seleccionan dos procesos que se pueden implementar en la banda transportadora de la Universidad Santo Tomás, la cual está situada en los Laboratorios ETM y que son de la facultad de Ingeniería Mecánica; cabe resaltar que se debe tener en cuenta las características que posee esta cinta transportadora para su correcta simulación.

- **Empaquetamiento de Productos**

Se hace la simulación de un proceso industrial de empaquetamiento, donde el ciclo comienza cuando los artículos empiezan a hacer su respectivo recorrido por la banda transportadora y durante este trayecto se va a disponer de un sensor optoelectrónico, cuya función es contar los objetos que van pasando por medio del mismo y cuando el quinto producto pase por medio del sensor se activará un actuador (cilindro) que funciona por electroneumática y además se detiene la banda automáticamente para así poder retirar los 5 productos que terminaron su recorrido, este requerimiento del número de artículos se configura desde el software; y luego de 10 segundos, tiempo el cual también fue programado, la cinta transportadora volverá a hacer el ciclo anteriormente expuesto.

- **Control de Calidad de Productos**

Se realiza la simulación de un proceso de control de calidad a los artículos que están haciendo su recorrido por medio de la banda transportadora; en este caso hay un operario que se encarga de la inspección de calidad de los productos y también se hace uso de los cuatro sensores que funcionan en la cinta transportadora; si el sensor detecta un producto que no cumple con los requerimientos de producción éste mismo envía una señal para que la banda se detenga automáticamente y con ello se suspende la producción, y el operario hace el retiro de dicho artículo defectuoso. Luego de ello, se reinicia el ciclo desde la programación, es decir, desde el software o también se puede hacer desde la pantalla digital (Interfaz Hombre Máquina "HMI").

4.1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LOS PROCESOS

Para la selección de los procesos se identificaron las características que tiene la banda transportadora de la universidad y las aplicaciones que puede llegar a alcanzar la misma; logrando así implementar dos simulaciones de automatización, teniendo en cuenta las investigaciones realizadas (Venmir, 2020) sobre los procesos que se desarrollan en las empresas manufactureras.

- **Justificación del proceso de Empaquetamiento de Productos**

En la investigación anteriormente mostrada (Venmir, 2020) se evidencia que las industrias implementan la automatización. Teniendo en cuenta la información se logra identificar y proponer un proceso de empaquetamiento de productos didáctico, el cual lleve a cabo toda la implementación de los accesorios de la banda transportadora, los cuales son: el sensor haz de barrera, un actuador, la cinta transportadora y el sistema electrónico (PLC), según las características y dimensiones de la banda se logra llevar a cabo este tipo de proceso teniendo como resultado la práctica óptima con la misma.

- **Justificación del proceso del Control de Calidad de Productos**

Actualmente en la industria, la calidad del producto debe satisfacer las necesidades del cliente, es por ello que se identifica el proceso de control de calidad en el cual se implementa una programación mejorada que permite la selección del producto para determinar si está defectuoso, haciendo el respectivo control de calidad por el operario y con ello lograr la satisfacción del cliente creando así una fidelidad hacia el producto.

4.2 PROGRAMACIÓN DE LOS DOS PROCESOS SELECCIONADOS

Para realizar la respectiva programación de los procesos se utilizó el software WPLSoft y se programó una plantilla de comunicación para poder comunicar el PLC con los variadores que están implementados en la banda transportadora y de esta manera conseguir un correcto funcionamiento de este equipo industrial que tiene la facultad de ingeniería mecánica.

4.2.1 Programación de Plantilla de Comunicación con el PLC

La comunicación (RS-485) y la programación fue implementada en los dos procesos de la banda transportadora como lenguaje para enviar datos necesarios para que el PLC haga la recepción y envíe la información a los variadores y cumplan, es un estándar de transmisión de datos usado ampliamente en el sector industrial. En este modelo de comunicación trabajan dos dispositivos, el maestro y el esclavo donde el

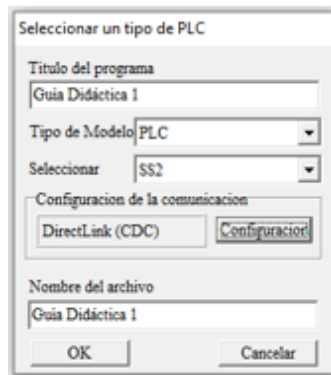
primero le envía una consulta al esclavo y éste último siempre está pendiente de las solicitudes que van dirigidas directamente hacia él.

Haciendo énfasis en la temática es importante aclarar que se usó el Protocolo Modbus, el cual permite el control de una red de dispositivos de forma rápida y sencilla; los dispositivos que manejan este protocolo son los controles electrónicos, variadores de velocidad, ordenadores, entre otros. Este protocolo está basado en solicitud (maestro) y respuesta (esclavo). (Logicbus, 2021)

A continuación, se explica el paso a paso de la comunicación implementada:

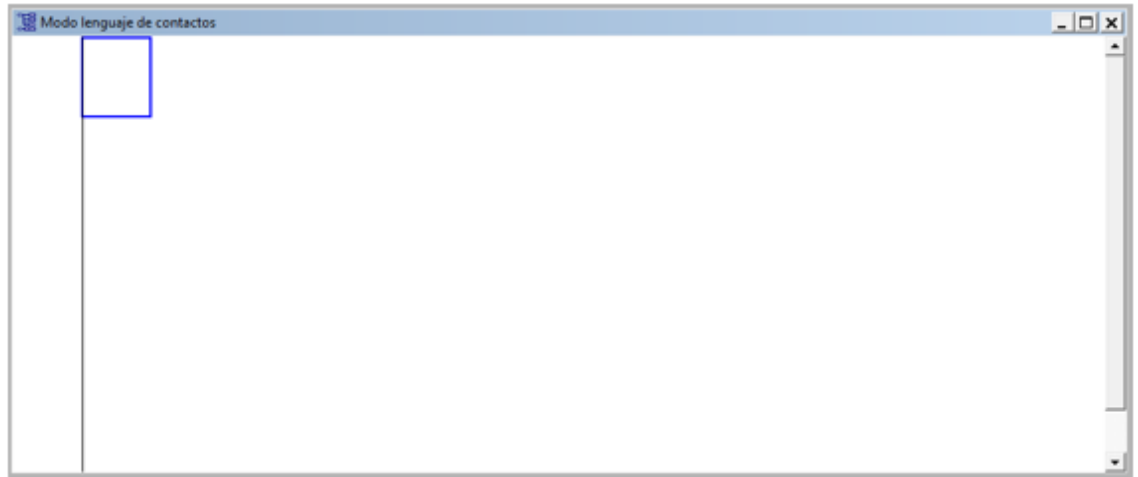
1. Se debe configurar desde el programa WPLSoft el tipo de PLC y el modo de comunicación que se va a usar para enviar los datos del computador al PLC

Imagen 14. Selección Tipo PLC



- En la Imagen 14 se configura el programa para el tipo de modelo de PLC, en este caso es un PLC de serie SS2 como el de la Imagen 10 y en la configuración de la comunicación se selecciona CDC. Cabe resaltar que estos tipos de PLC tienen variedades de medios de comunicación como, por ejemplo, RS232.
2. Luego se abre una ventana denominada “Modo Lenguaje de Contactos” como el de la Imagen 15 y desde allí empieza la programación.

Imagen 15. Visualización "Modo lenguaje de Contactos"



3. El software ya viene con unos códigos predeterminados en la opción de Memorias "M" y Registros "D"; y estos se pueden visualizar desde la siguiente opción (Imagen 16).

Imagen 16. Visualización de Herramientas

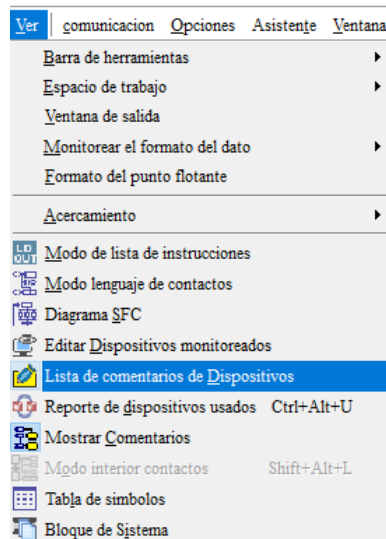


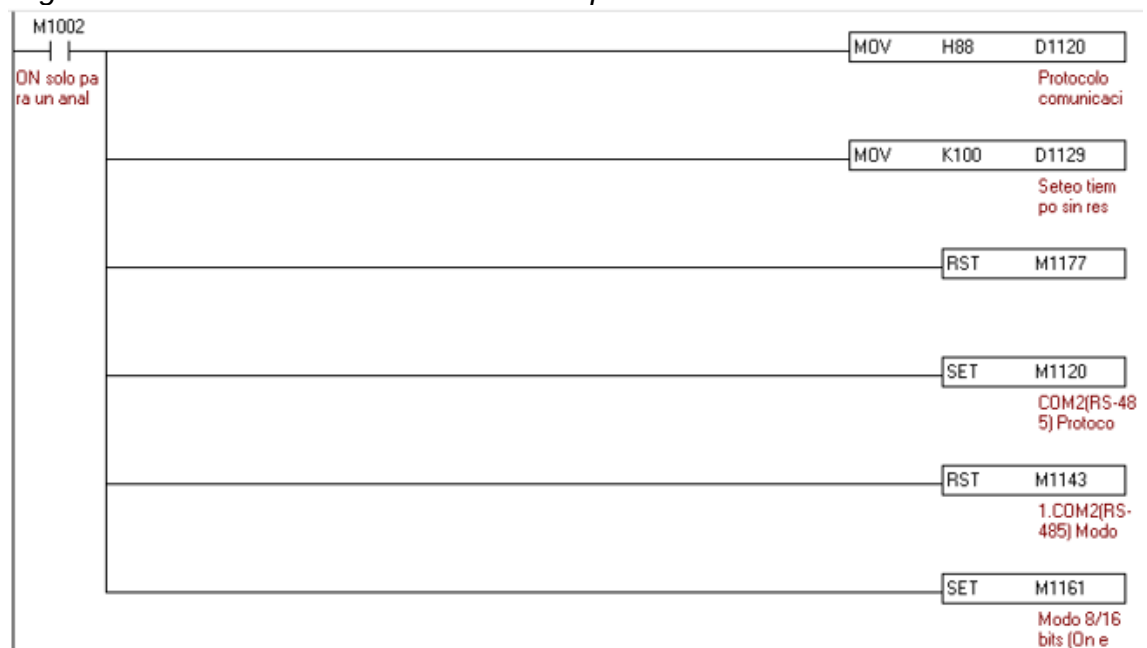
Imagen 17. Lista de comandos predeterminados

Ver/Editar Comentarios de dispositivos										Ver/Editar Comentarios de dispositivos										
X	Y	M	S	T	C	D	P	I		X	Y	M	S	T	C	D	P	I		
*	Dispositivo		Comentario																	
*	M1000	Contacto normal abierto (contacto a). Este contacto se cierra cuando esta ejecutando y																		
	M1001	Contacto normal en OFF (contacto b). Este contacto es OFF en ejecucion y OFF																		
*	M1002	ON solo para un analisis despues de RUN. Pulso inicial es el contacto a. Se obtendra																		
	M1003	OFF solo por un scan despues de RUN. Contacto a es el pulso inicial. Entregara pulso																		
	M1004	On cuando ocurre un error																		
	M1005	Password de la tarjeta de memoria y de la MPU no coinciden																		
	M1006	Tarjeta memoria respaldo datos no es la inicial																		
	M1007	No existen datos en el area de programa de la tarjeta de memoria de respaldo.																		
	M1008	Monitoreo advertencia temporizador (ON: PLC WDT no responde)																		
	M1009	Cuando 24 Vdc no es suficiente que causa se'al de bajo voltaje, M1009 sera ON																		
	M1010	ES/EX/SS y SC/SA/SX: PLS Y0 modo seleccion. Salida continua cuando es ON.																		
	M1011	10ms pulso reloj, 5ms On/5ms Off																		
*	M1012	100ms pulso reloj, 50ms On / 50ms Off																		
*	M1013	1s pulso reloj, 0.5s On / 0.5s Off																		
	M1014	1min pulso reloj, 30s On / 30s Off																		
	M1015	Activar temporizador alta velocidad																		
	M1016	Cuando es Off, mostrara dos bits mas significativos de la derecha. Cuando es On,																		
	M1017	Ajuste 30 seg en Reloj Tiempo Real (RTC)																		
	M1018	Indicacion para Radianes-Grados, On para grados																		
	M1019	Indicacion inicio tarjeta medida frecuencia																		
	M1020	Indicacion Cero																		
*	D1119	Sistema usado																		
*	D1120	Protocolo comunicacion COM2(RS-485)																		
	D1121	Direccion comunicacion PLC (la direccion que guarde el PLC sera retenida)																		
	D1122	Palabras residuales de transmision de datos																		
	D1123	Palabras residuales de recepcion de datos																		
	D1124	Definicion caracter de inicio (STX)																		
	D1125	Definicion primer caracter de termino (EXT1)																		
	D1126	Definicion segundo caracter de termino (EXT2)																		
	D1127	Es la interrupcion requerida de comunicacion recibida de palabras especiales RS.																		
	D1128																			
*	D1129	Seteo tiempo sin respuesta RS-485 (ms)																		
	D1130	Registro codigo error retorno MODBUS																		
	D1131																			
	D1132																			
	D1133	Indice registro salida pulso alta velocidad especial																		
	D1134																			
	D1135																			
	D1136																			
	D1137	Ha ocurrido error de direccion del operador																		
	D1138																			
	D1139	Numero de conexon de unidad modulo expansion (maximo dos unidades)																		

La Imagen 17 muestra comandos predeterminados que son Memorias “M” y Registros “D”, los cuales permiten una adecuada programación.

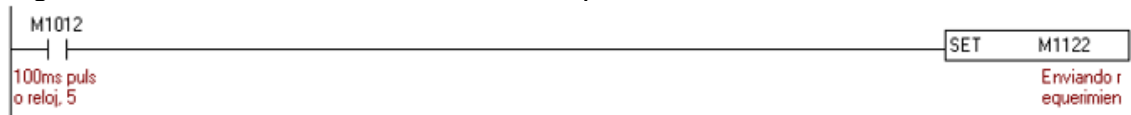
4. Teniendo en cuenta lo explicado, se empieza a realizar la programación de la comunicación.

Imagen 18. Encabezado de comunicación predeterminado I



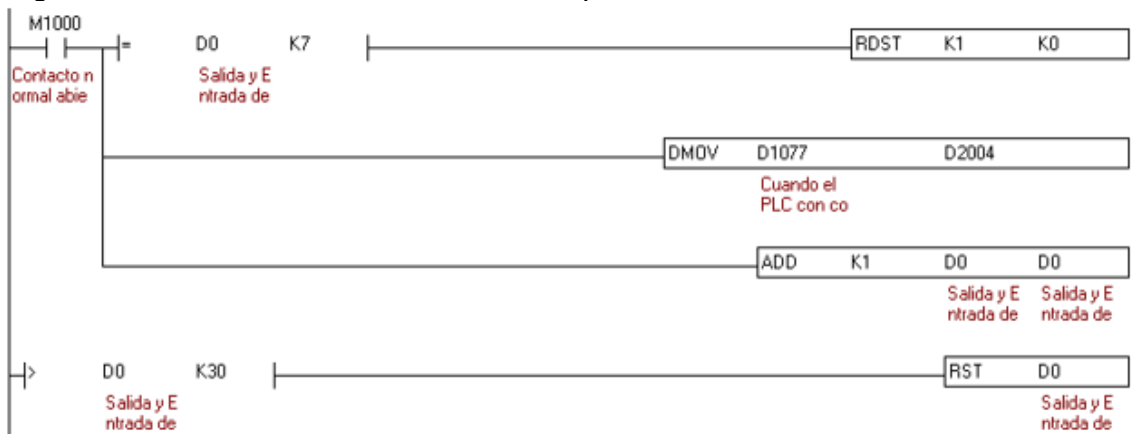
- En esta primera sección (Imagen 18) se programa de esta manera para que se envíe la información al PLC y con ello transferir los datos a los variadores. Esto se hace por medio de la memoria denominada “M1002”, ya que habilita un pulso positivo al momento en que el PLC se pone en estado “RUN”.
- Usando el registro “D1120” se inicia el protocolo de comunicación RS-485 configurando el protocolo de comunicación a una velocidad de 9600bps, 7 bits de parada, de paridad par, un bit de parada y programando con el lenguaje ASCII.
- Con el registro “D1129” se configura el tiempo de comunicación, el cual es un tiempo de 100ms (milisegundos), es decir, la transferencia de datos se hace de manera rápida
- La memoria “M1120” mantiene la comunicación entre el PLC y los variadores y el código “M1161” es para determinar los bits.

Imagen 19. Encabezado de comunicación predeterminado II



- Por medio de este segmento (Imagen 19) se hace que el variador cada 50ms esté pendiente de la nueva función que le va a proporcionar el PLC. El motivo de la implementación de este segmento es que el variador trabajará de manera automática (más rápido).

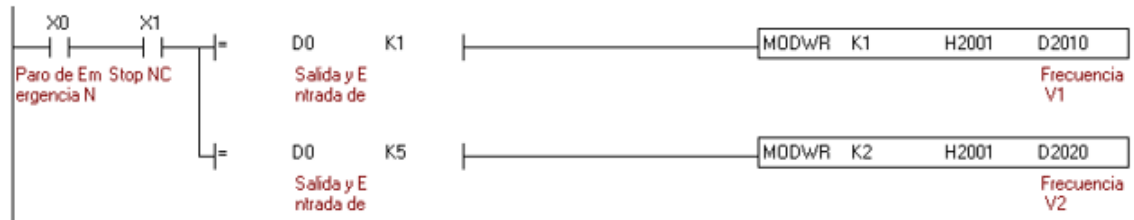
Imagen 20. Encabezado de comunicación predeterminado III



- El PLC estando en estado “RUN” activa automáticamente el contacto normalmente abierto “M1000”, generando que esté encendido; esta sección (Imagen 20) tiene la función de enviar

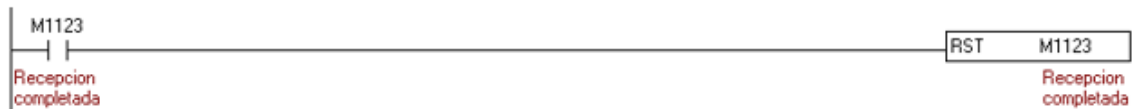
información a los variadores con el fin de que no se cruce la comunicación de los dos variadores, ya que solo hay un puerto de comunicación.

Imagen 21. Encabezado de comunicación predeterminado IV



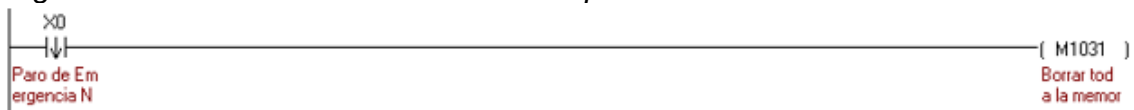
- La Imagen 21 está relacionada con la anterior, debido a que se demuestra que hay dos variadores y se está enviando los datos por vía Modbus, es por ello que se usa la instrucción de comunicación “MODWR” y cada variador tiene un registro diferente.
- Se hace un conteo hasta 30 y se compara si “D0” pasa por el valor de 1 para el primer variador y si lo hace envía la frecuencia y con el segundo variador envía la frecuencia cada vez pasar por el valor de 5. Esta transferencia se realiza de manera rápida.

Imagen 22. Encabezado de comunicación predeterminado V



- Esta memoria “M1123” (Imagen 22) se activa cuando se envía un dato y la recepción es completada por parte del variador, y luego se envía una señal para que resetee al variador y éste mismo se aliste para recibir otro dato o información.

Imagen 23. Encabezado de comunicación predeterminado VI



- Este contacto de flanco de bajada (Imagen 23) se activa de manera física cuando se necesita detener la banda de manera instantánea, ya sea porque se presente algún incidente (paro de emergencia) y la memoria “M1031” se encarga de desactivar todo lo que esté funcionando.

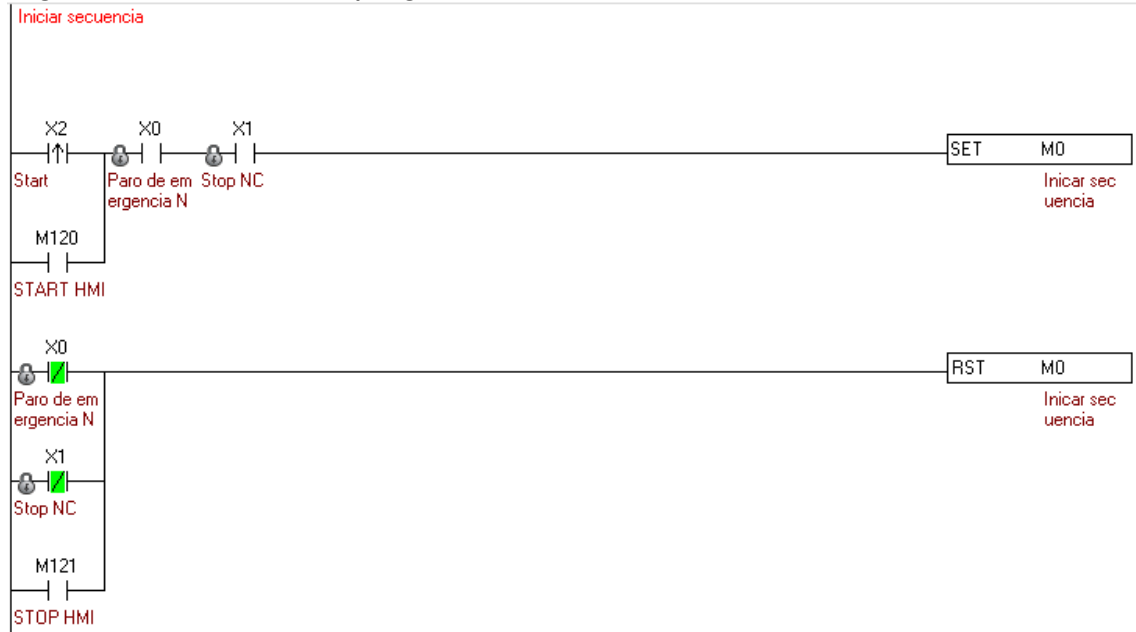
Imagen 24. Encabezado de comunicación predeterminado VII



- Estos comandos (Imagen 24) se encargan de analizar si hay errores en la programación de la comunicación, ya sea un error de dato, o no se cumplan los tiempos estipulados u otros errores, de lo contrario se activa el contacto normalmente abierto “M1123” enviando una señal al HMI (Pantalla Digital) de que todo está correcto en la comunicación.

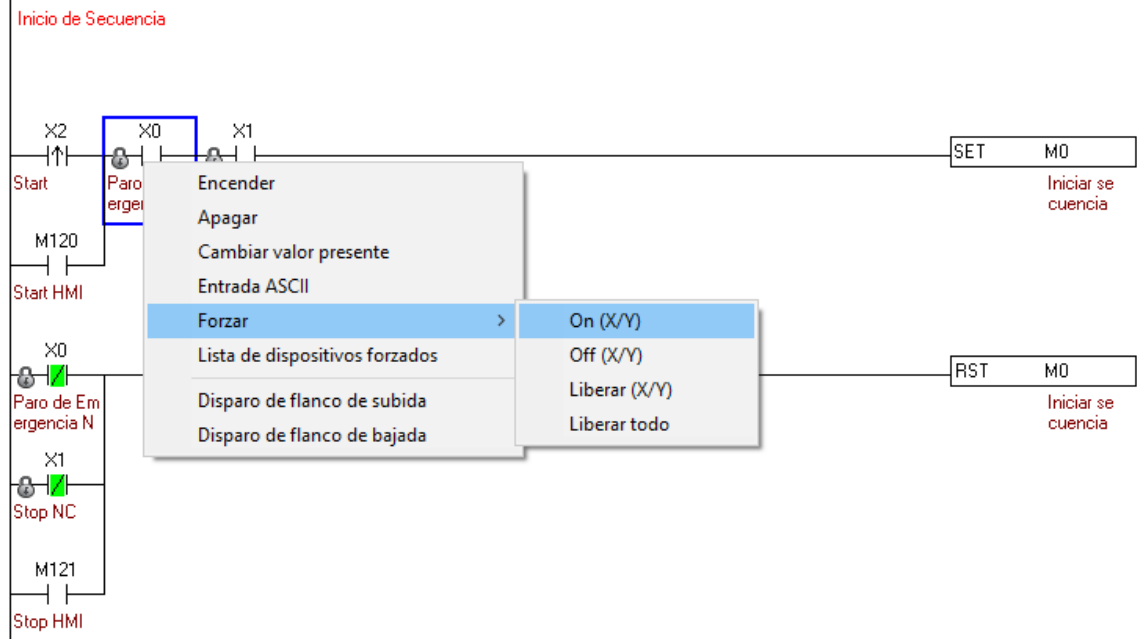
4.2.2 Programación del Proceso de Empaquetamiento de Productos en el Software WPLSoft

Imagen 25. Secuencia de programación Primer Proceso I



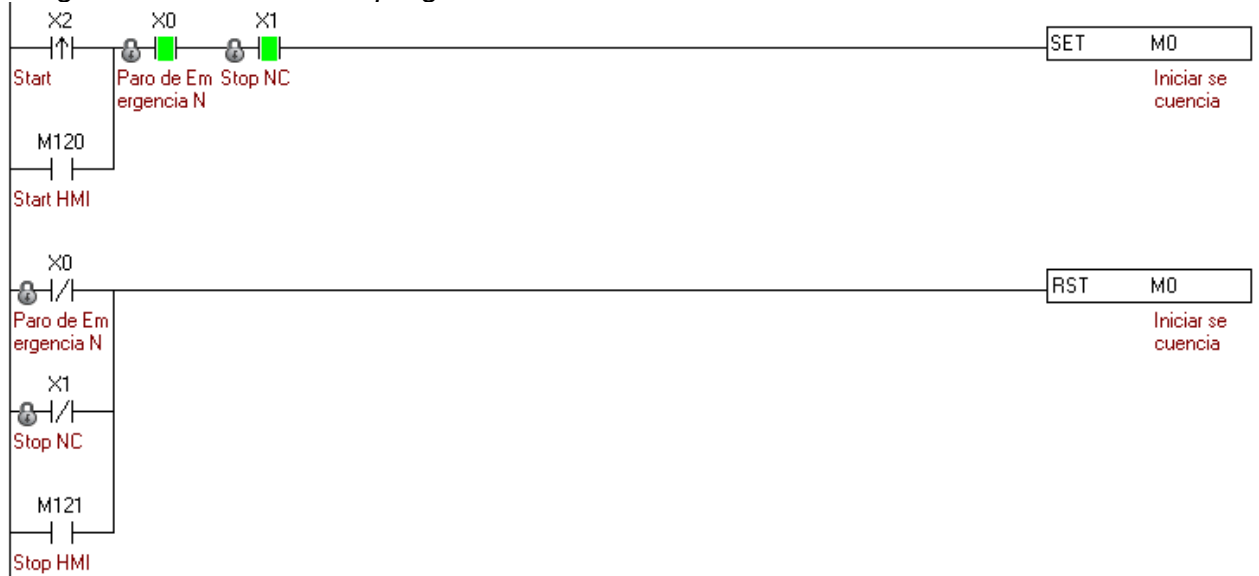
- En la Imagen 25 los contactos normalmente cerrados “X0” y “X1” le envían voltaje al PLC desde que se enciende; y los contactos normalmente abiertos trabajan a la inversa de los contactos normalmente cerrados, es decir, si se activan los abiertos los cerrados dejan de enviar voltaje al PLC; es por ello que la memoria “M0” no se ha activado debido a que no se le ha enviado la función de setear.

Imagen 26. Secuencia de programación Primer Proceso II



- Cuando se activa el contacto normalmente abierto “X0” (Imagen 26) el contacto cerrado denominado de la misma manera se desactiva; y lo mismo pasa con el Stop NC, es decir, el contacto denominado “X1” y queda de la siguiente manera.

Imagen 27. Secuencia de programación Primer Proceso III



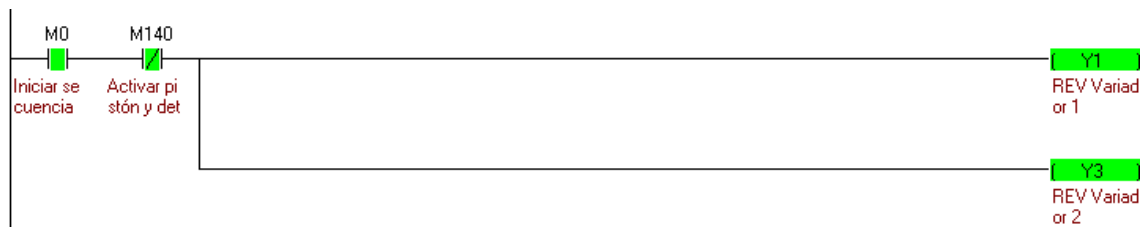
- Al tener con voltaje los contactos abiertos “X0” y “X1” (Imagen 27) solo falta que desde el HMI o desde el mismo software encender este contacto “X2” para setear la memoria “M0” la cual se encarga de poner en funcionamiento las bandas, es decir, iniciar la secuencia.

Imagen 28. Secuencia de programación Primer Proceso IV



- El contacto abierto “X2” que tiene el flanco de subida (Imagen 28) tiene la función de que al pulsarlo activa la secuencia y al soltarlo “M0” sigue activo. Cabe destacar que para setear “M0” también se puede hacer desde la pantalla digital.

Imagen 29. Secuencia de programación Primer Proceso V



- En la Imagen 29 se visualiza que al setear “M0” con el start o el HMI se envía la señal para que las salidas se activen y de esta manera las bandas empiecen a funcionar.

Imagen 30. Designación de salidas de variadores

Ver/Editar		Comentarios de dispositivos							
X	Y	M	S	T	C	D	P	I	
*	Dispositivo	Comentario							
	Y0	FWD Variador 1							
*	Y1	REV Variador 1							
	Y2	FWD Variador 2							
*	Y3	REV Variador 2							
*	Y4	Indicador de Falla							

- En la “Lista de comentarios de Dispositivos” (Imagen 30) en el registro de salidas (denominadas como Y) se observa que las salidas “Y1” y “Y3” activan las bandas girando en posición de las manecillas del reloj “REV”; mientras que las salidas “Y0” y “Y2” giran en sentido contrario a las manecillas del reloj.
- En la Imagen 31 se puede visualizar el funcionamiento del sensor y del temporizador.

Imagen 31. Secuencia de programación Primer Proceso VI

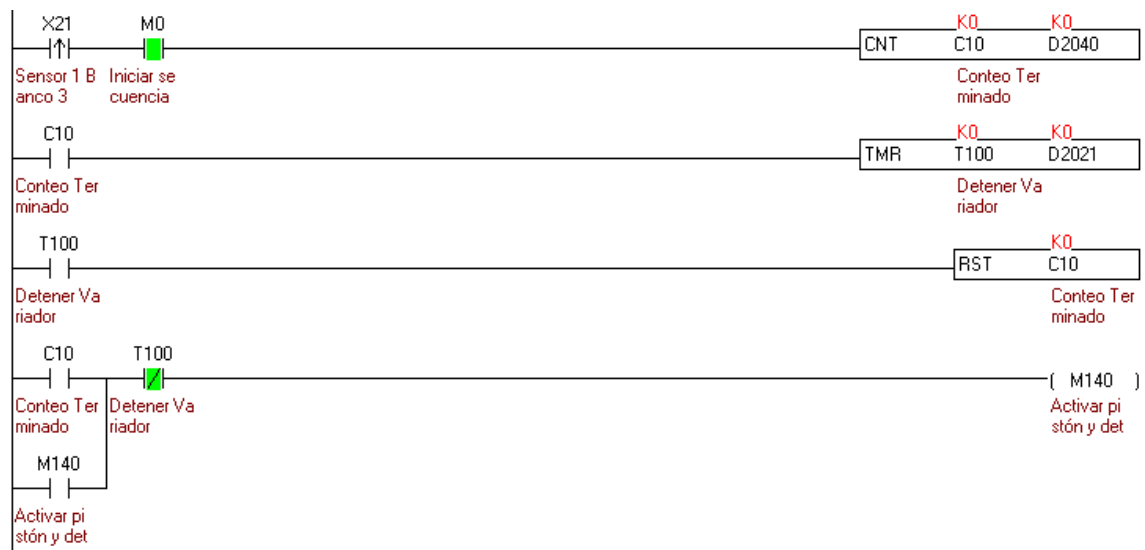
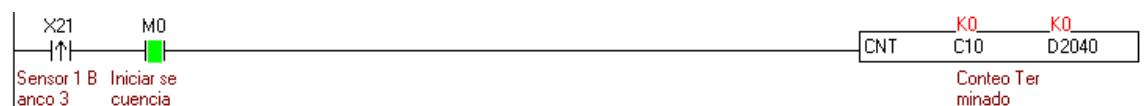


Imagen 32. Secuencia de programación Primer Proceso VII

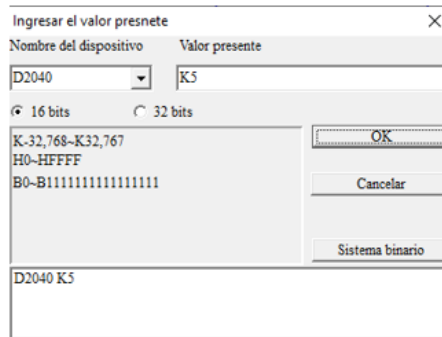


- En este segmento (Imagen 32) se hace el conteo de los artículos que pasan por el sensor 1 del banco 3. Esta función se encarga de hacer la comparación entre los artículos que pasan por el sensor y la cantidad solicitada y hasta que la comparación no sea la misma no pasa al siguiente paso.

Imagen 33. Registro desde el HMI

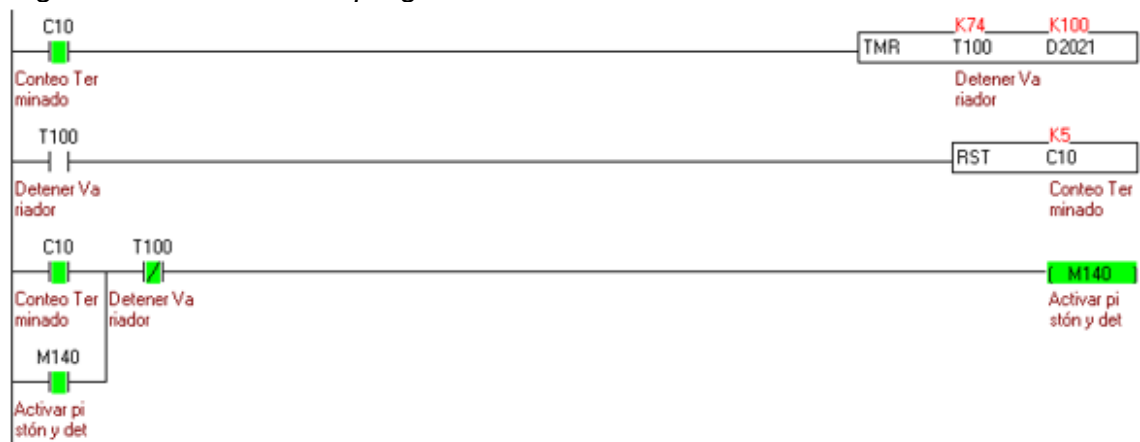
CNT	C10	D2040
Conteo Terminado		

Imagen 34. Registro desde Software WPLSoft



- Desde la pantalla digital se puede configurar cuantos artículos deben pasar por medio del sensor para que se detengan las bandas y se active el actuador. También se puede hacer desde el software haciendo clic derecho sobre la instrucción del contador (Imagen 33) y seleccionar “cambiar valor presente” y también se puede determinar cuántos artículos pasan por el sensor (Imagen 34).

Imagen 35. Secuencia de programación Primer Proceso VIII

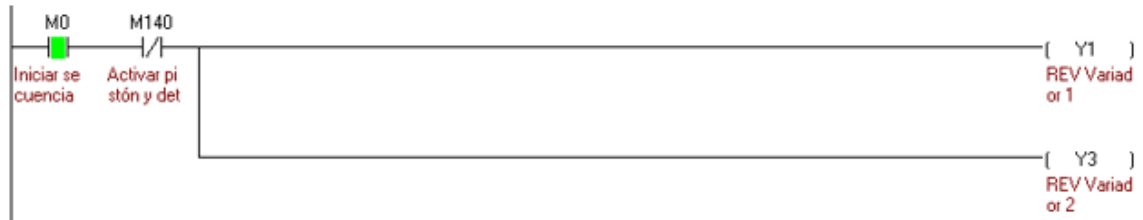


- Cuando pasan los 5 objetos por el sensor se activa el contacto normalmente abierto denominado como “C10” (Imagen 35) el cual activa un temporizador que se encargará de hacer un conteo, el cual se programó por un tiempo de 10 segundos.

Imagen 36. Secuencia de programación Primer Proceso IX



Imagen 37. Secuencia de programación Primer Proceso X



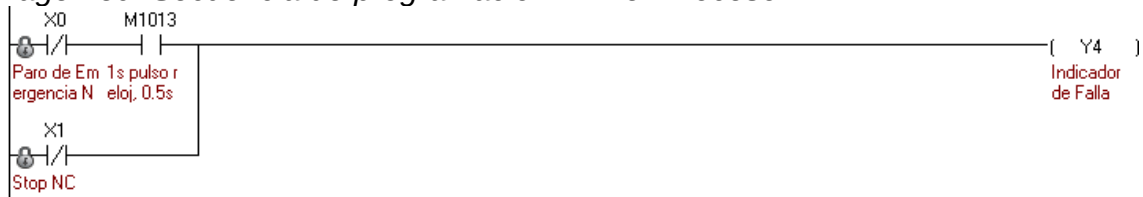
- También se activa este contacto normalmente abierto denominado “C10”, el cual activa la salida “M140” (Imagen 36) que se encarga de activar el pistón del banco 3 y detener las bandas, ya que en la Imagen 37 al ser un contacto normalmente cerrado se desactiva y deja de enviarle voltaje a los variadores y por ende las bandas dejan de funcionar.
- En la “Lista de Dispositivos” en las salidas “Y” se puede visualizar la denominación de cada uno de los cilindros de los bancos y dependiendo del que se quiera se programa la respectiva salida.
- Cabe resaltar que en WPLSoft el tiempo está configurado en 100 milisegundos, que es lo mismo a 0.1 segundos por lo que si se requiere un tiempo de espera de 10 segundos se debe dividir 10 entre 0.1 y el resultado que se obtenga es el que se pone en el registro “D2021”, en este caso se digita “K100”.

Imagen 38. Secuencia de programación Primer Proceso XI



- Para detener el proceso, ya sea porque hubo un incidente o por otra razón se activa el contacto normalmente cerrado denominado “X0” o “X1” (Imagen 38) y con ello se resetea “M0” y así se detiene el proceso. Se puede desde el software o desde el HMI como se muestra en la siguiente imagen.

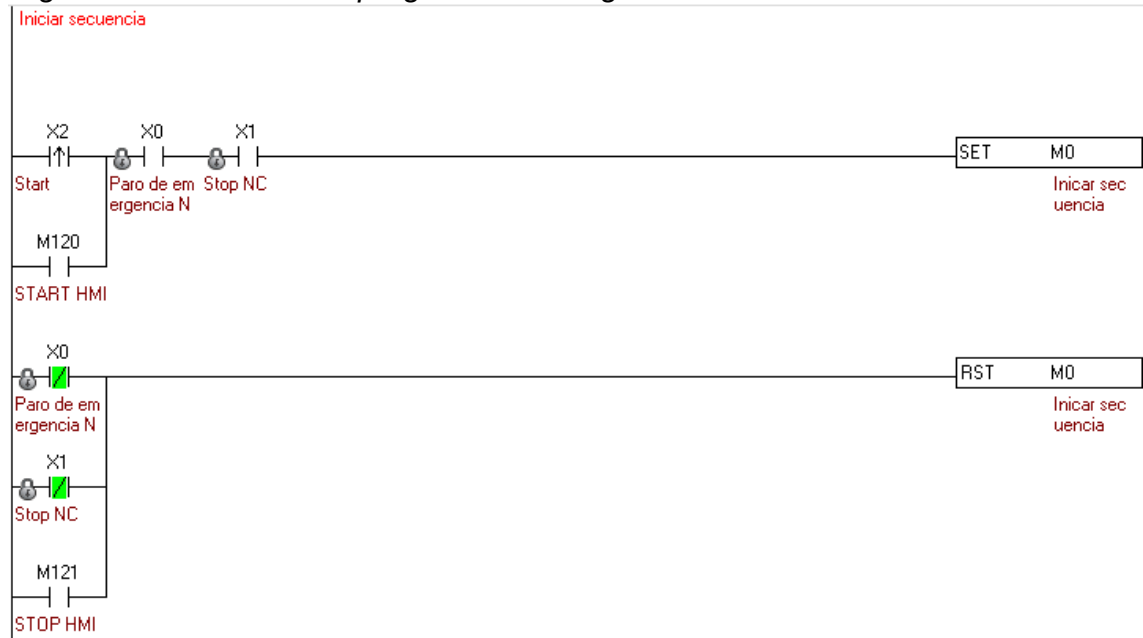
Imagen 39. Secuencia de programación Primer Proceso XII



- La secuencia está programada para que el indicador de falla (Imagen 39) que está al lado izquierdo de la pantalla digital se prenda y se apague intermitentemente si se oprime el paro de emergencia.

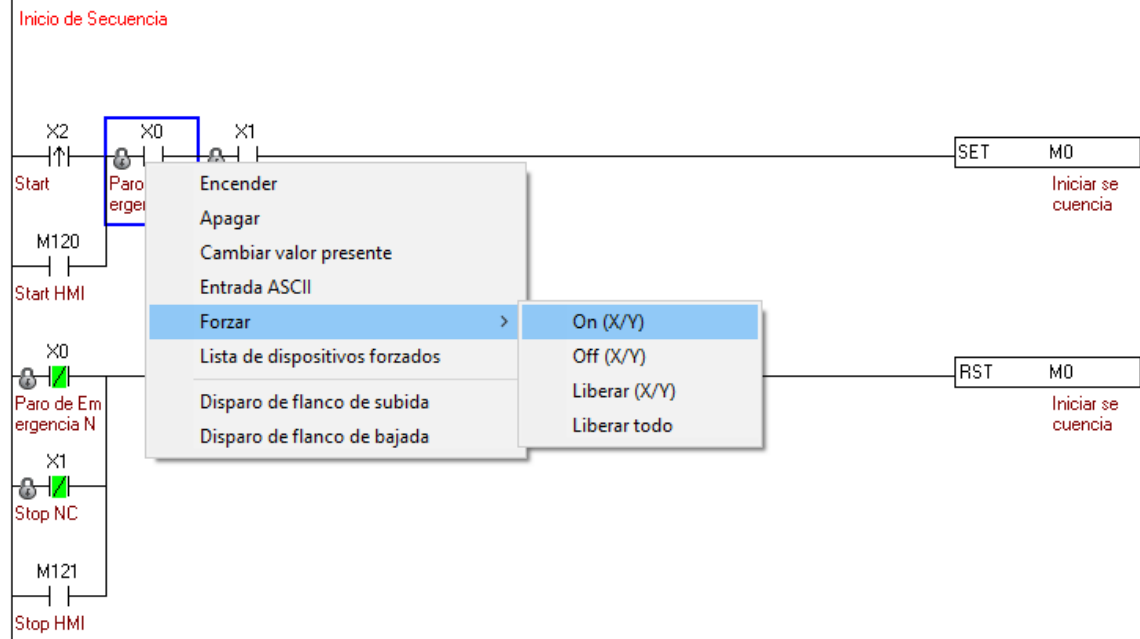
4.2.3 Programación del Proceso de Control de Calidad de Productos en el Software WPLSoft

Imagen 40. Secuencia de programación Segundo Proceso I



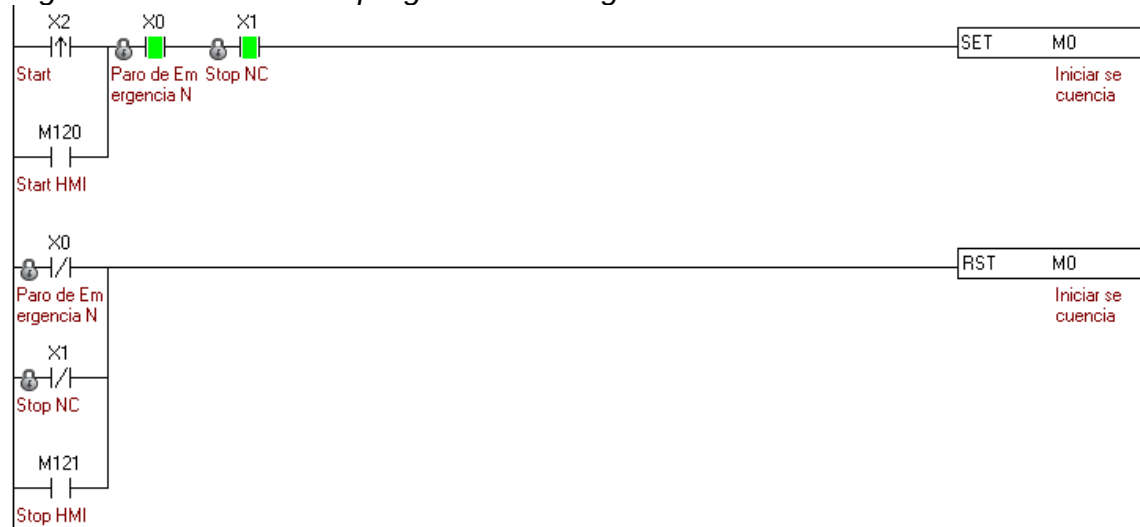
- Los contactos normalmente cerrados “X0” y “X1” (Imagen 40) desde que se prende el PLC están enviándole voltaje al mismo; y los contactos normalmente abiertos trabajan a la inversa de los contactos normalmente cerrados, es decir, que si se activan los abiertos los cerrados dejan de enviar voltaje al PLC; es por ello que la memoria “M0” no se ha activado debido a que no se le ha enviado la función de setear.

Imagen 41. Secuencia de programación Segundo Proceso II



- Cuando se activa el contacto normalmente abierto “X0” (Imagen 41) el contacto cerrado denominado de la misma manera se desactiva; y lo mismo pasa con el Stop NC, es decir, el contacto denominado “X1” y queda de la siguiente manera.

Imagen 42. Secuencia de programación Segundo Proceso III



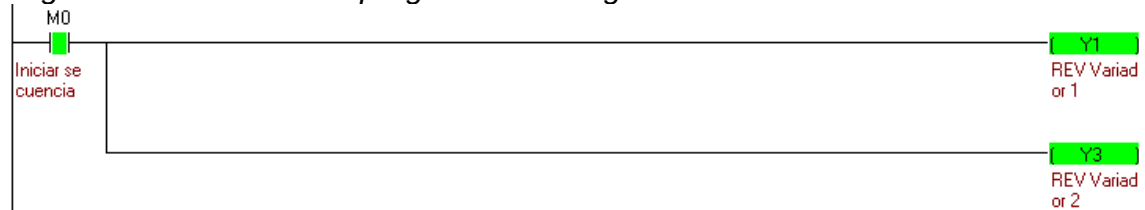
- Al tener con voltaje los dos contactos abiertos “X0” y “X1” (Imagen 42) solo falta desde el HMI o desde el mismo software encender este contacto para setear la memoria “M0” la cual se encarga de poner en funcionamiento las bandas, es decir, iniciar la secuencia.

Imagen 43. Secuencia de programación Segundo Proceso IV



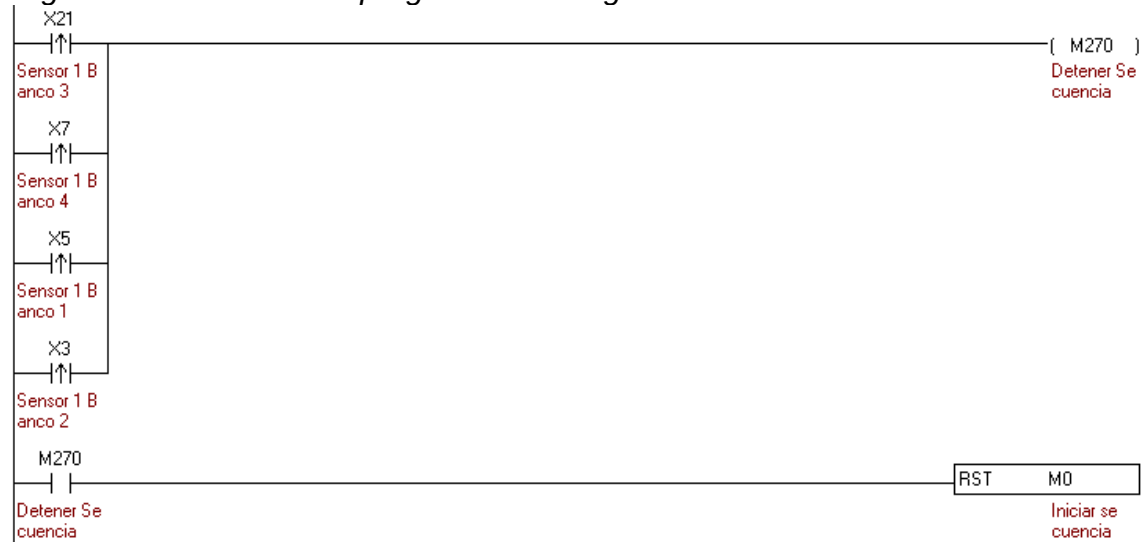
- El contacto abierto que tiene el flanco de subida como se evidencia en la Imagen 43 tiene la función de que al pulsarlo activa la secuencia y al soltarlo “M0” sigue activo. Cabe destacar que para setear “M0” también se puede hacer desde la pantalla digital.
- Cuando se detiene la banda y se retira el objeto con defectos, desde la pantalla digital o pulsando el contacto con flanco de subida “X2” se reinicia nuevamente el ciclo.

Imagen 44. Secuencia de programación Segundo Proceso V



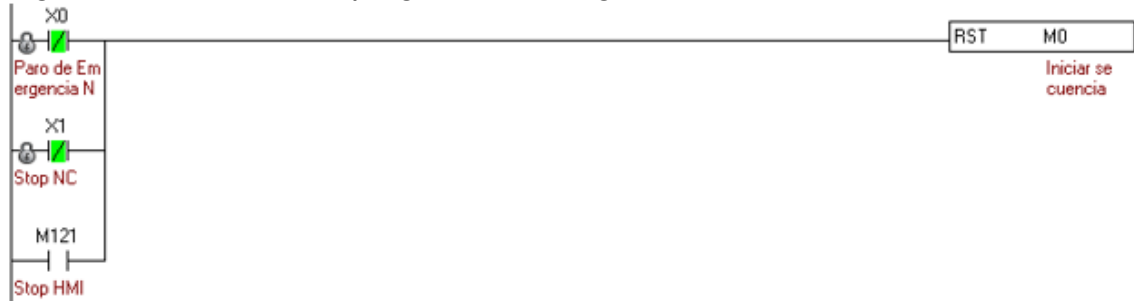
- En la Imagen 44 se visualiza que al setear “M0” con el start o el HMI se envía la señal para que las salidas se activen y de esta manera las bandas empiecen a funcionar.

Imagen 45. Secuencia de programación Segundo Proceso VI



- En esta sección (Imagen 45) los cuatro sensores de los bancos están activos para la detección de objetos enviando una señal para que se detenga la banda automáticamente, ya que el proceso de control de calidad.

Imagen 46. Secuencia de programación Segundo Proceso VII



- Para el detenimiento del proceso, ya sea el causante un incidente o por otra razón se activa el contacto normalmente cerrado denominado “X0” o “X1” (Imagen 46) y con ello se resetea “M0” y así se detiene el proceso. Se puede hacer desde el software o desde el HMI.

Imagen 47. Secuencia de programación Segundo Proceso VIII



- La secuencia está programada para que el indicador de falla (Imagen 47) que está al lado izquierdo de la pantalla digital se prenda y se apague intermitentemente si se oprime el paro de emergencia.

Por medio de las investigaciones (Delta, 2011-2012) de la programación del PLC en Delta, las simulaciones en el software y los ensayos realizados en la banda, se logra llevar a cabo una plantilla de codificación inicial de una programación completa; obteniendo como resultado un correcto funcionamiento, evitando con esta misma que los estudiantes a la hora de implementar sus simulaciones cometan errores e introduzcan códigos que produzcan fallas en el PLC y en la banda.

4.3 ELABORACIÓN DE LAS DOS GUÍAS DIDÁCTICAS

Para el diseño de las dos guías didácticas se tuvo en cuenta el aprendizaje basado en problemas, el cual es una metodología de enseñanza en la ingeniería, como se expuso en el capítulo del marco teórico. Se seleccionó esta metodología, ya que el docente propone un problema y el estudiante de manera autónoma debe solucionarlo; cabe resaltar que el estudiante también puede resolver sus dudas con su docente.

En las guías didácticas se presenta una introducción de lo que el estudiante debe hacer en la práctica, el objetivo que debe cumplir el estudiante a partir de los conocimientos obtenidos, el problema planteado, los pasos que debe realizar para poder cumplir el objetivo y finalmente hay una rúbrica de evaluación que la facultad ha implementado para evaluar al estudiante.

Los estudiantes podrán tener estas guías tanto física como electrónicamente; y es por ello que el docente puede descargar estos materiales didácticos por medio del capítulo de anexos, ya que allí está la opción de descargar de estos archivos en formato PDF.

4.3.1 Guía Didáctica Banda Transportadora. Simulación #1

Este material de trabajo será utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje para los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica para vincular la teoría con la práctica.

Con este instructivo práctico se busca desarrollar habilidades básicas y específicas al estudiante de ingeniería mecánica en la asignatura de control e instrumentación, principalmente en la programación de PLC Delta usando los recursos disponibles de la facultad, como en este caso: la banda transportadora del Laboratorio ETM 2. El estudiante antes de comenzar a trabajar en el laboratorio debe leer y comprender las instrucciones de la “Guía Didáctica”, entender la exposición teórica para que interprete adecuadamente lo que debe hacer y recordar que ante cualquier inquietud puede asesorarse del docente o monitor.

En esta guía se maneja una rúbrica de evaluación que ha implementado la Facultad de Ingeniería Mecánica para determinar que resultado logró el estudiante a partir de una actividad propuesta por el docente; y por medio de unos indicadores que ya están formulados establecer la nota que debe obtener el estudiante en base a los resultados de la actividad propuesta.

En la selección de los indicadores se tuvo en cuenta cuáles son los criterios a evaluar en la actividad.

Student Outcome:

- An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.

Performance Indicators:

- Aplica el pensamiento creativo y crítico potencializando la toma de decisiones dentro de un contexto profesional.

Tabla 4. Student Outcome, USTA

Student Outcome	Performance Indicators	Unsatisfactory	Developing	Satisfactory	Exemplary
(7) An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies	Aplica el pensamiento creativo y crítico potencializando la toma de decisiones dentro de un contexto profesional	Llega a una solución existente, sustentada en criterios de valor con baja argumentación	Produce una solución poco novedosa y funcional, sustentada en criterios de valor con baja argumentación	Produce una solución poco novedosa y funcional, sustentada en criterios de valor debidamente argumentados	Produce una solución novedosa y funcional, sustentada en criterios de valor debidamente argumentados

ACTIVIDAD IMPLEMENTANDO LA BANDA TRANSPORTADORA DEL LABORATORIO ETM 2

Por medio de esta guía didáctica el estudiante debe realizar la simulación del proceso que se describe en la “Descripción del funcionamiento”, hacer un informe detallado como se explica en la “Formulación del proceso a simular”, ejecutar el paso a paso como se describe en la presente guía para que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios sobre el uso del software WPLSoft, también debe diseñar el HMI teniendo en cuenta el video tutorial donde se explica cómo es el manejo del software DOPSoft; y por último el alumno tiene como requisito implementar el proceso en la banda transportadora. Todos estos parámetros serán evaluados para su nota final de la actividad propuesta por el docente.

OBJETIVO GENERAL

Simular un proceso industrial en la Banda Transportadora de la facultad a partir de los conocimientos previos tanto teóricos como prácticos obtenidos en la asignatura de Control e Instrumentación.

REGLAS GENERALES DENTRO DEL LABORATORIO ETM 2

- Ingresar con bata de seguridad
- Ingresar con los implementos de bioseguridad
- No ingresar ni comer alimentos dentro del laboratorio
- No manipular ningún componente o máquina del laboratorio sin previa autorización del docente
- Llevar los implementos de trabajo necesarios para la práctica

PRIMERA APLICACIÓN SIMULANDO UN AMBIENTE INDUSTRIAL

Descripción del funcionamiento:

- Se hace la simulación de un proceso industrial de empaquetamiento, donde el ciclo comienza cuando los artículos empiezan a hacer su respectivo recorrido por la banda transportadora y durante este trayecto se va a disponer de un sensor optoelectrónico, cuya función es contar los objetos que van pasando por medio del mismo y cuando el quinto producto pase por medio del sensor se activará un actuador (cilindro) que funciona por electroneumática y además se detiene la banda automáticamente para así poder retirar los 5 productos que terminaron su recorrido, este requerimiento del número de artículos se configura desde el software; y luego de 10 segundos, tiempo el cual también fue programado, la cinta transportadora volverá a hacer el ciclo anteriormente expuesto.

Formulación del proceso a simular:

- Defina el tipo de producto se va a implementar, especifique las características del objeto que estaría transportando la banda y que acción estaría realizando, en que parte del proceso completo del producto se ubica. Recuerde que las medidas de la banda están a escala, así mismo su producto puede definirse más grande y lo que se vería en la banda finalmente es la proyección de la simulación.

Para la simulación de este proceso en la banda transportadora del Laboratorio ETM 2 se empleó el software WPLSoft.

- **WPLSoft**

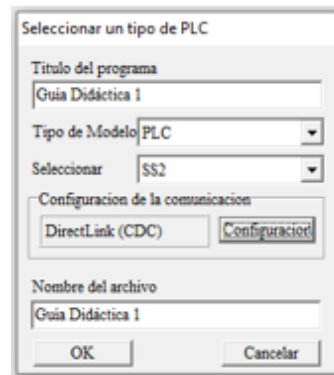
Para descargar este programa hay que ingresar al siguiente link, la versión de este software es el 2.47:

https://drive.google.com/uc?export=download&id=1dcJRphi_5y5B3a-YI3Xa9bhGZmCRyMIq

Pasos para crear un archivo nuevo:

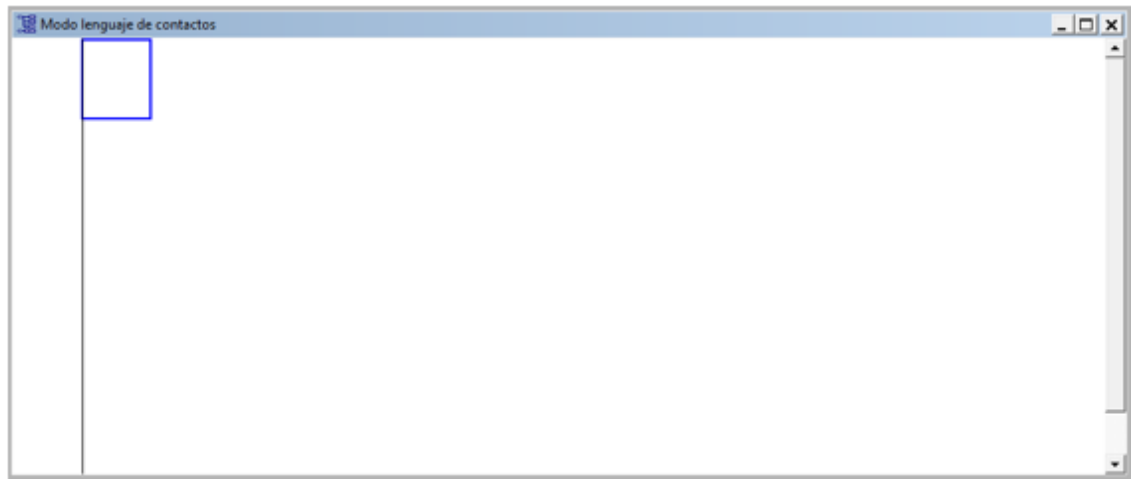
1. Cuando se abre el software aparece esta ventana (Imagen 48) y se seleccionan las siguientes características para realizar la programación.
 - Se nombra el programa
 - En el “Tipo de Modelo” se selecciona PLC
 - En la lista desplegable de “Seleccionar” se elige la opción de “SS2”, ya que el PLC con el que funciona la cinta transportadora es “DVP-14SS2”
 - En la “Configuración de la comunicación” se selecciona CDC, ya que este cable ya está implementado en la conexión del PLC y es solo conectarlo al PC para enviar la programación a la banda
 - Clic en “OK”

Imagen 48. Selección Tipo PLC



2. Luego de ello, aparecen dos ventanas y en la ventana denominada “Modo lenguaje de contactos” (Imagen 49) es donde se realiza la respectiva programación.

Imagen 49. Visualización "Modo lenguaje de Contactos"



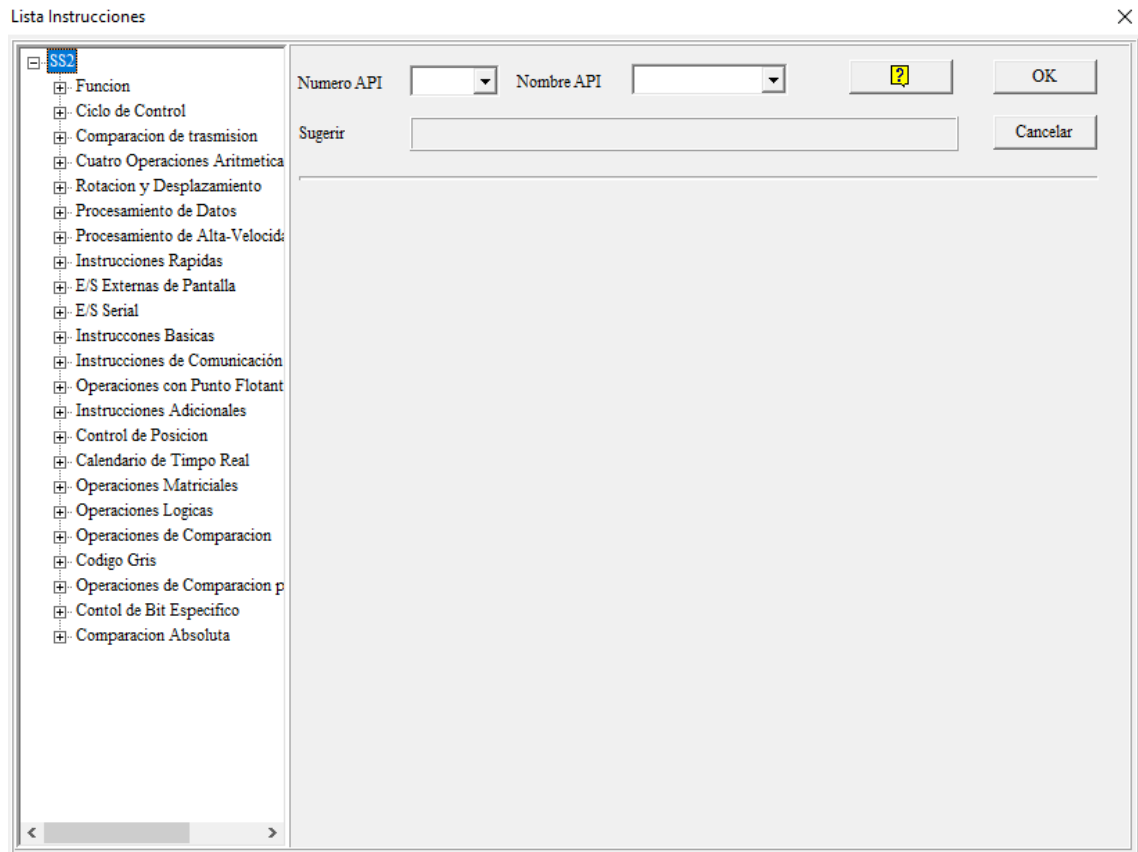
3. Estas funciones son las más usadas (Imagen 50) para realizar la respectiva programación; hay contactos normalmente abiertos, normalmente cerrados, interruptor de flanco de subida (usados principalmente cuando están funcionando los sensores), interruptor de flanco de bajada, salidas, entre otras. Hay que tener en cuenta las siguientes nomenclaturas de programación que se manejan en este software: "X": Entradas; "Y": Salidas; "M": Memorias; "T": Temporizadores; "C": Contadores; "D": Registros.

Imagen 50. Simbología de funciones



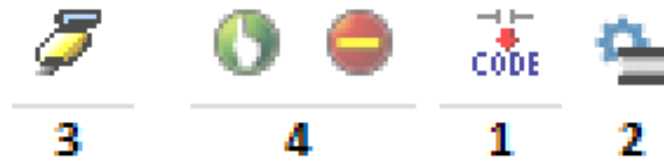
4. La "Instrucción de la aplicación" que en la Imagen 50 es F6 permite la posibilidad de visualizar todas las funciones que se pueden desarrollar dentro del software y también la explicación de cada una como se muestra en la Imagen 51.

Imagen 51. Visualización de funciones



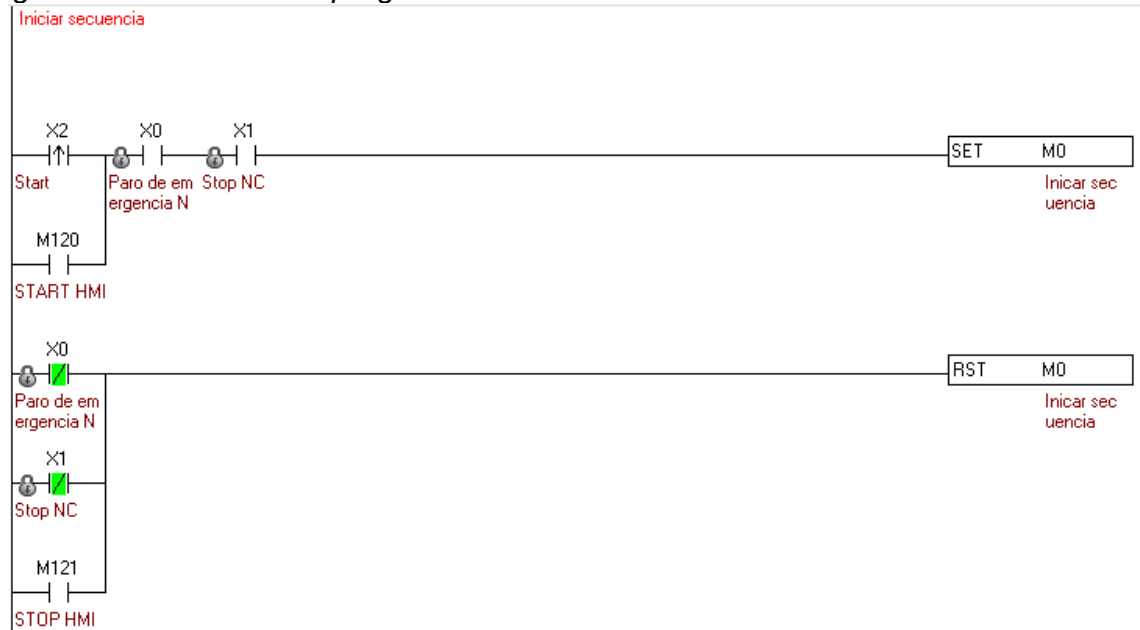
5. En el programa se puede hacer la respectiva simulación de la programación, pero primero se deben realizar una serie de pasos (Imagen 52):
 - Se debe compilar el programa para determinar si hay errores en la programación y esto se hace por medio del primer ícono “1” y al hacer esto en la parte inferior se visualiza un mensaje que dice “Compilación terminada”
 - Luego, se da clic en el ícono “2” para ejecutar la simulación
 - Con el ícono “3” se confirma que se quiere realizar la simulación
 - Por último, con los botones del ícono “4” se ejecuta o se detiene la simulación
 - De esta manera se comprueba que la secuencia se está ejecutando adecuadamente

Imagen 52. Íconos de simulación



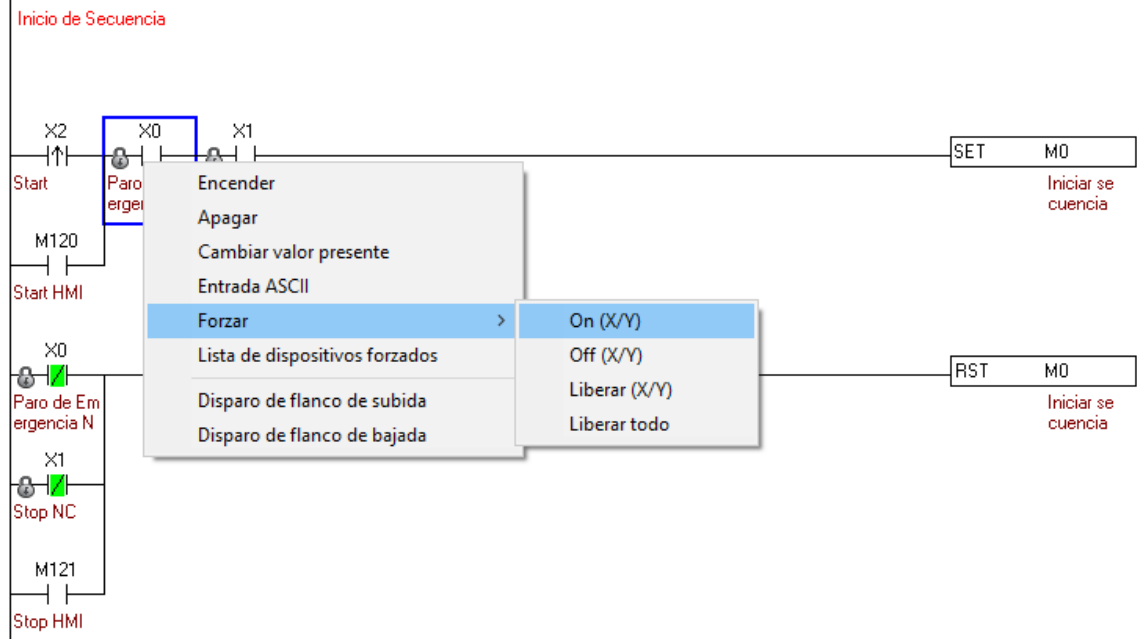
6. Luego de realizar la programación de la comunicación se procede a realizar la secuencia del proceso industrial.

Imagen 53. Secuencia de programación Primer Proceso I



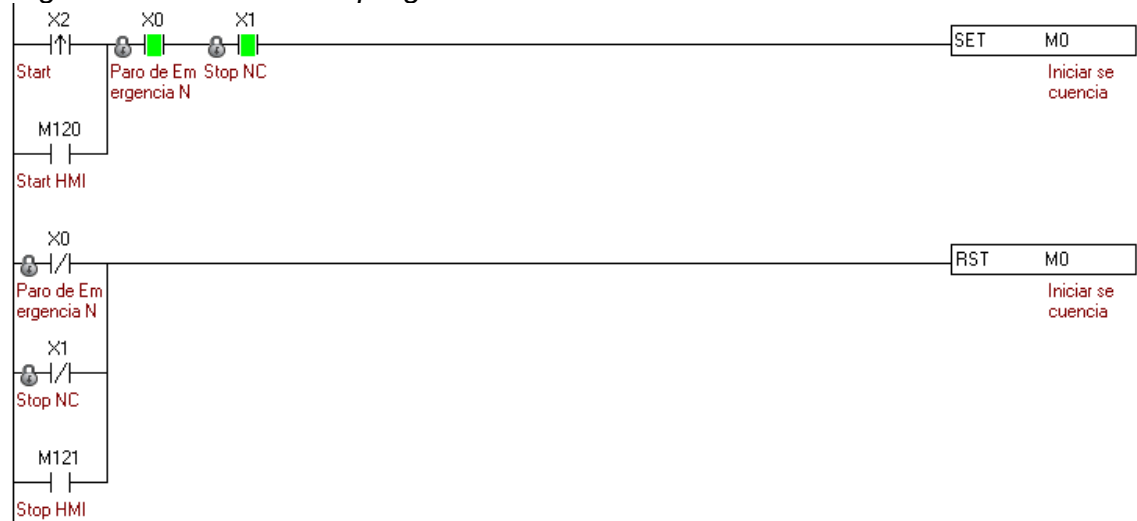
- Los contactos normalmente cerrados “X0” y “X1” (Imagen 53) le envían voltaje al PLC desde que se enciende; y los contactos normalmente abiertos trabajan a la inversa de los contactos normalmente cerrados, es decir, si se activan los abiertos los cerrados dejan de enviar voltaje al PLC; es por ello que la memoria “M0” no se ha activado debido a que no se le ha enviado la función de setear.

Imagen 54. Secuencia de programación Primer Proceso II



- Cuando se activa el contacto normalmente abierto “X0” (Imagen 54) el contacto cerrado denominado de la misma manera se desactiva; y lo mismo pasa con el Stop NC, es decir, el contacto denominado “X1”.

Imagen 55. Secuencia de programación Primer Proceso III



- Al tener con voltaje los contactos abiertos “X0” y “X1” (Imagen 55) solo falta que desde el HMI o desde el mismo software encender este contacto “X2” para setear la memoria “M0” la cual se encarga

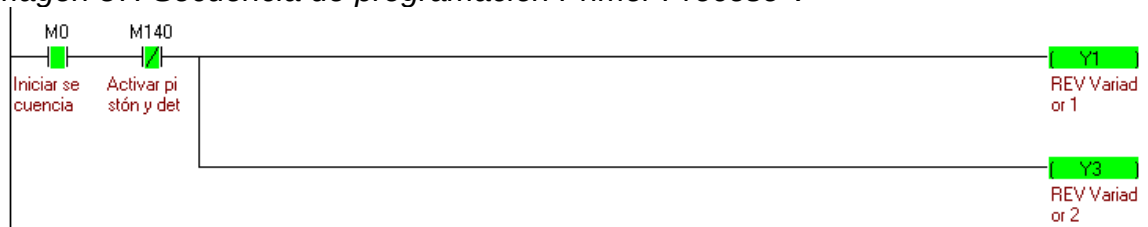
de poner en funcionamiento las bandas, es decir, iniciar la secuencia.

Imagen 56. Secuencia de programación Primer Proceso IV



- El contacto abierto “X2” de la Imagen 56 que tiene el flanco de subida tiene la función de que al pulsarlo activa la secuencia y al soltarlo “M0” sigue activo. Cabe destacar que para setear “M0” también se puede hacer desde la pantalla digital.

Imagen 57. Secuencia de programación Primer Proceso V



- En la Imagen 57 se visualiza que al setear “M0” con el start o el HMI se envía la señal para que las salidas se activen y de esta manera las bandas empiecen a funcionar.
- En la Imagen 58 se puede visualizar el funcionamiento del sensor y del temporizador.

Imagen 58. Secuencia de programación Primer Proceso VI

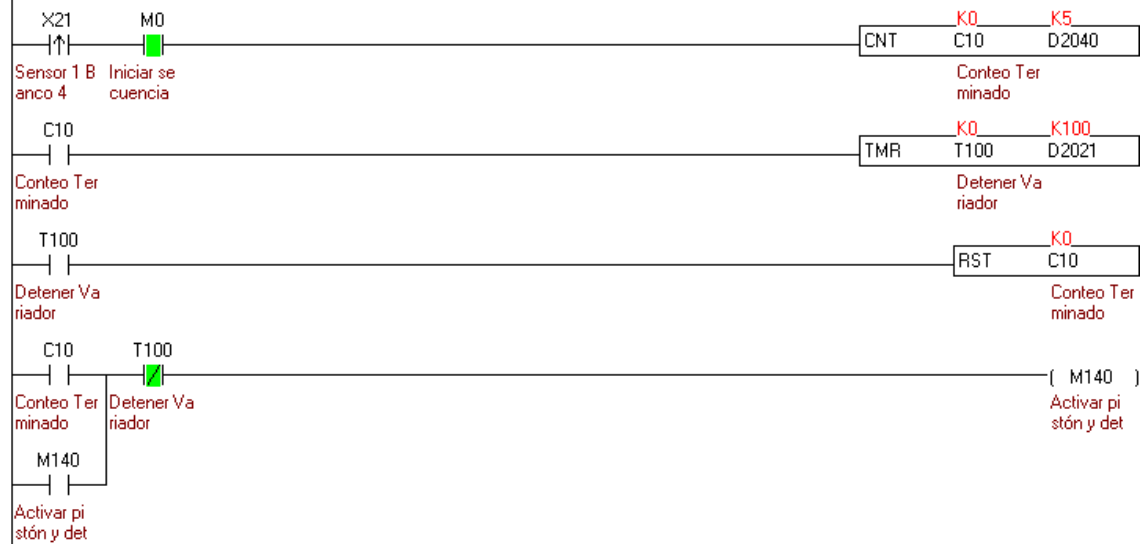
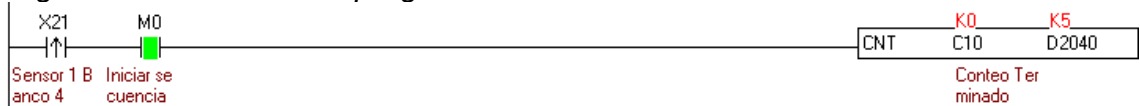
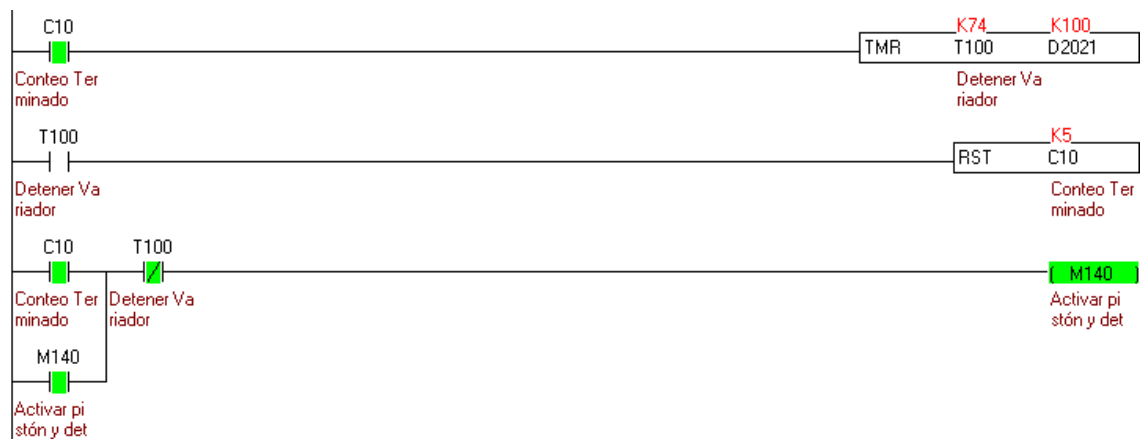


Imagen 59. Secuencia de programación Primer Proceso VII



- En este segmento (Imagen 59) se hace el conteo de los artículos que pasan por el sensor 1 del banco 3. Esta función se encarga de hacer la comparación entre los artículos que pasan por el sensor y la cantidad solicitada y hasta que la comparación no sea la misma no pasa al siguiente paso.

Imagen 60. Secuencia de programación Primer Proceso VIII



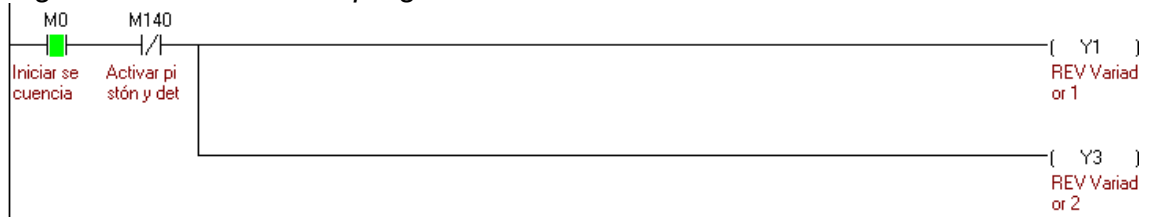
- Cuando pasan los 5 objetos por el sensor como se observa en la Imagen 60 se activa el contacto normalmente abierto denominado como "C10" el cual activa un temporizador que se encargará de

hacer un conteo, el cual se programó por un tiempo de 10 segundos.

Imagen 61. Secuencia de programación Primer Proceso IX



Imagen 62. Secuencia de programación Primer Proceso X



- También se activa este contacto normalmente abierto denominado “C10” (Imagen 61), el cual activa la salida “M140” que se encarga de activar el pistón del banco 3 y detener las bandas, ya que en la Imagen 62 al ser un contacto normalmente cerrado se desactiva y deja de enviarle voltaje a los variadores y por ende las bandas dejan de funcionar.

Imagen 63. Secuencia de programación Primer Proceso XI



- Para detener el proceso, ya sea porque hubo un incidente o por otra razón se activa el contacto normalmente cerrado denominado “X0” o “X1” (Imagen 63) y con ello se resetea “M0” y así se detiene el proceso. Se puede desde el software o desde el HMI.

Imagen 64. Secuencia de programación Primer Proceso XII



- La secuencia está programada para que el indicador de falla que está al lado izquierdo de la pantalla digital como se muestra en la Imagen 64 se prenda y se apague intermitentemente si se oprime el paro de emergencia.

RECOMENDACIONES

- Desde la cinta de opciones (Imagen 65) “Ver” y la opción “Lista de comentarios de Dispositivos” analizar cuáles son las entradas “X” y salidas “Y” que se implementan en el software, al momento de enviar el programa desde el PC al PLC, ya que de esta manera están conectadas tanto las salidas como las entradas al PLC, debido a ello se recomienda respetar la lista de dispositivos mostrada en el programa.

Imagen 65. Visualización de Herramientas

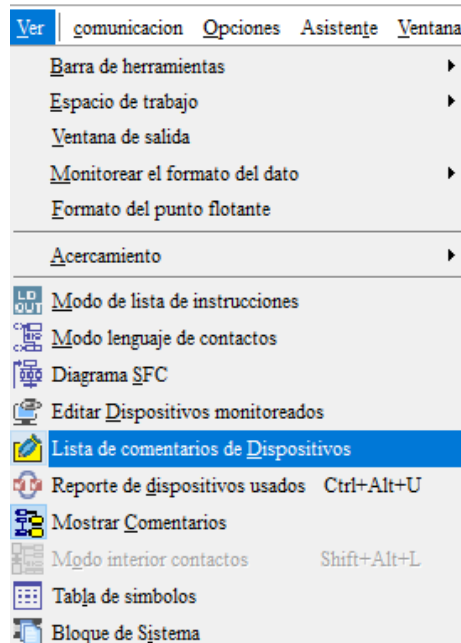


Imagen 66. Visualización comandos de entrada

Ver/Editar		Comentarios de dispositivos							
X	Y	M	S	T	C	D	P	I	
*	Dispositivo	Comentario							
*	X0	Paro de Emergencia NC							
*	X1	Stop NC							
*	X2	Start							
	X3	Sensor 1 Banco 2							
	X4								
	X5	Sensor 1 Banco 1							
	X6								
	X7	Sensor 1 Banco 4							
	X10								
	X11								
	X12								
	X13								
	X14								
	X15								
	X16								
	X17								
	X20								
*	X21	Sensor 1 Banco 3							

Estos comandos (Imagen 66) muestran las entradas “X” con su respectiva nomenclatura nombrada.

Imagen 67. Visualización de salidas de variadores

Ver/Editar		Comentarios de dispositivos							
X	Y	M	S	T	C	D	P	I	
*	Dispositivo	Comentario							
	Y0	FWD Variador 1							
*	Y1	REV Variador 1							
	Y2	FWD Variador 2							
*	Y3	REV Variador 2							
*	Y4	Indicador de Falla							

La Imagen 67 hace referencia a las salidas “Y” de los variadores con su respectiva dirección de giro

Imagen 68. Visualización comandos de salidas

Ver/Editar		Comentarios de dispositivos							
X	Y	M	S	T	C	D	P	I	
*	Dispositivo	Comentario							
	Y21	Salida 1 Banco 2							
	Y22	Salida 1 Banco 1							
	Y23								
	Y24								
	Y25	Salida 1 Banco 4							
*	Y26	Salida 1 Banco 3							

Estos comandos de salidas (Imagen 68) hacen referencia a las nomenclaturas que tiene cada uno de los bancos de la banda transportadora.

- El software ya tiene memorias “M” o registros “D” predeterminados, de acuerdo a esto se debe revisar la “Lista de comentarios de Dispositivos” para tener en cuenta cuales son los registros que se están usando y tienen identificación con un asterisco (*).
- Usar la plantilla del encabezado de la programación propuesta, ya que de esta manera se evitan problemas de comunicación con el sistema de PLC logrando satisfactoriamente que los programas que se implementen para hacer las simulaciones deseadas tengan un 100% de eficacia.
- Cabe resaltar que la banda transportadora tiene sus respectivas etiquetas para saber cuáles son los códigos a usar, dependiendo del requerimiento de la secuencia que se implemente.

ENVIAR PROGRAMAS DESDE EL PC AL PLC Y DESCARGAR PROGRAMAS DESDE EL PLC AL PC

Programación (WPLSoft)

- **PC al PLC**
- Luego de compilar el programa y verificar que no haya errores en la secuencia, se selecciona la opción de “Escribir al PLC” (Imagen 69), se confirma la casilla de “Comentario de dispositivo” y en la ventana de “Bloque de sistema” (Imagen 70) se seleccionan todos los dispositivos.

Imagen 69. Ícono "Escribir al PLC"



Imagen 70. Bloque del Sistema

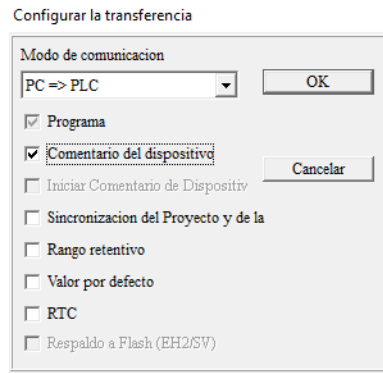
Bloque de sistema X

Rango retentivo | Valor por defecto | Configuración del comentario del

	Dispo...	Min.	Max.	Inicio	Fin
☒	X	0	377	0	377
☒	Y	0	377	0	377
☒	M	0	999	0	999
☒	M	2000	4095	2000	4095
☒	S	0	1023	0	1023
☒	T	0	255	0	255
☒	C	0	255	0	255
☒	D	0	999	0	999
☒	D	2000	4999	2000	4999

Memoria restante: 7416 Steps

Imagen 71. Configuración de transferencia

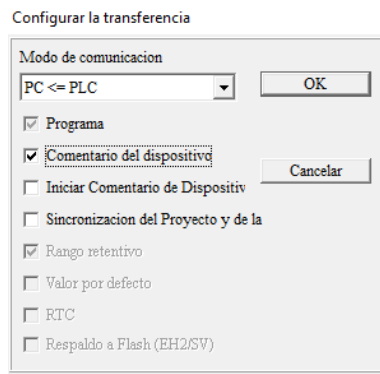


- Por último, clic en “OK” desde la ventana “Configurar la transferencia” (Imagen 71) y ya el programa carga y se envía al PLC.
- **PLC al PC**
- Se crea un archivo nuevo y en la función “Leer desde el PLC” (Imagen 72) se da clic y el programa actual del PLC se visualiza automáticamente en la pantalla del PC, logrando identificar la secuencia que se había implementado anteriormente en la banda transportadora
- Por eso es importante que se active la función de los comentarios como se muestra en la Imagen 73, ya que cuando se descarga el programa desde el PLC se muestran todos los comentarios de la programación y por ende hay un mejor entendimiento del mismo.

Imagen 72. Ícono “Leer desde el PLC”



Imagen 73. Configuración de transferencia



El estudiante tiene una fecha máxima de entrega de la actividad para cumplir con los requisitos de la misma. A continuación, se presenta la rúbrica para determinar la nota final:

Tabla 5. Rúbrica de la nota final de la actividad

ITEM	<i>Insatisfactorio (1-2)</i>	<i>Desarrollo (2-3)</i>	<i>Satisfactorio (3-4)</i>	<i>Ejemplar (4-5)</i>
<i>Programación</i>	No realiza una programación que ejecute los requerimientos que exige el proceso industrial	Realiza la programación, pero no cumple con las órdenes solicitadas	Realiza la programación adecuadamente, pero no hay un orden en las funciones que se debe implementar en la banda transportadora	Realiza una excelente programación, ya que se ejecutan todas las órdenes solicitadas
<i>Uso del Temporizador</i>	No hizo uso del temporizador en la programación	En la programación hace uso del temporizador, pero no cumple con los tiempos requeridos	Hace uso adecuado del temporizador, cumple con los tiempos requeridos, pero no se activa el actuador en el tiempo solicitado	Hace uso adecuado del temporizador y el actuador realiza su función oportunamente para cumplir con los requerimientos solicitados
<i>Simulación</i>	No implementa la simulación del proceso industrial en la banda	Implementa la simulación en la banda, pero se presentan fallas en la secuencia	Implementa la simulación en la banda, no se presentan fallas, pero no cumple con los requerimientos solicitados	Implementa la simulación en la banda sin ninguna falla y cumple con los requerimientos solicitados

4.3.2 Guía Didáctica Banda Transportadora. Simulación #2

Este material de trabajo será utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje para los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica para vincular la teoría con la práctica.

Con este instructivo práctico se busca desarrollar habilidades básicas y específicas al estudiante de ingeniería mecánica en la asignatura de control e instrumentación, principalmente en la programación de PLC Delta usando los recursos disponibles de la facultad, como en este caso: la banda transportadora del Laboratorio ETM 2. El estudiante antes de comenzar a trabajar en el laboratorio debe leer y comprender las instrucciones de la “Guía Didáctica”, entender la exposición teórica para que interprete adecuadamente lo que debe hacer y recordar que ante cualquier inquietud puede asesorarse del docente o monitor.

En esta guía se maneja una rúbrica de evaluación que ha implementado la Facultad de Ingeniería Mecánica para determinar que resultado logró el estudiante a partir de una actividad propuesta por el docente; y por medio de unos indicadores que ya están formulados establecer la nota que debe obtener el estudiante en base a los resultados de la actividad propuesta.

En la selección de los indicadores se tuvo en cuenta cuáles son los criterios a evaluar en la actividad.

Student Outcome:

- An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.

Performance Indicators:

- Aplica el pensamiento creativo y crítico potencializando la toma de decisiones dentro de un contexto profesional.

Tabla 6. Student Outcome, USTA

Student Outcome	Performance Indicators	Unsatisfactory	Developing	Satisfactory	Exemplary
(7) An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies	Aplica el pensamiento creativo y crítico potencializando la toma de decisiones dentro de un contexto profesional	Llega a una solución existente, sustentada en criterios de valor con baja argumentación	Produce una solución poco novedosa y funcional, sustentada en criterios de valor con baja argumentación	Produce una solución poco novedosa y funcional, sustentada en criterios de valor debidamente argumentados	Produce una solución novedosa y funcional, sustentada en criterios de valor debidamente argumentados

ACTIVIDAD IMPLEMENTANDO LA BANDA TRANSPORTADORA DEL LABORATORIO ETM 2

Por medio de esta guía didáctica el estudiante debe realizar la simulación del proceso que se describe en la “Descripción del funcionamiento”, hacer un informe detallado como se explica en la “Formulación del proceso a simular”, ejecutar el paso a paso como se describe en la presente guía para que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios sobre el uso del software WPLSoft, también debe diseñar el HMI teniendo en cuenta el video tutorial donde se explica cómo es el manejo del software DOPSoft; y por último el alumno tiene como requisito implementar el proceso en la banda transportadora. Todos estos parámetros serán evaluados para su nota final de la actividad propuesta por el docente.

OBJETIVO GENERAL

Simular un proceso industrial en la Banda Transportadora de la facultad a partir de los conocimientos previos tanto teóricos como prácticos obtenidos en la asignatura de Control e Instrumentación.

REGLAS GENERALES DENTRO DEL LABORATORIO ETM 2

- Ingresar con bata de seguridad
- Ingresar con los implementos de bioseguridad
- No ingresar ni comer alimentos dentro del laboratorio
- No manipular ningún componente o máquina del laboratorio sin previa autorización del docente
- Llevar los implementos de trabajo necesarios para la práctica

SEGUNDA APLICACIÓN SIMULANDO UN AMBIENTE INDUSTRIAL

Descripción del funcionamiento:

- Se realiza la simulación de un proceso de control de calidad a los artículos que están haciendo su recorrido por medio de la banda transportadora; en este caso hay un operario que se encarga de la inspección de calidad de los productos y también se hace uso de los cuatro sensores que funcionan en la cinta transportadora; si el sensor detecta un producto que no cumple con los requerimientos de producción éste mismo envía una señal para que la banda se detenga automáticamente y con ello se suspende la producción, y el operario hace el retiro de dicho artículo defectuoso. Luego de ello, se reinicia el ciclo desde la programación, es decir, desde el software o también se puede hacer desde la pantalla digital (Interfaz Hombre Máquina “HMI”).

Formulación del proceso a simular:

- Defina el tipo de producto se va a implementar, especifique las características del objeto que estaría transportando la banda y que acción estaría realizando, en que parte del proceso completo del producto se ubica. Recuerde que las medidas de la banda están a escala, así mismo su producto puede definirse más grande y lo que se vería en la banda finalmente es la proyección de la simulación.

Para la simulación de este proceso en la banda transportadora del Laboratorio ETM 2 se empleó el software WPLSoft.

- WPLSoft

Para descargar este programa hay que ingresar al siguiente link, la versión de este software es el 2.47:

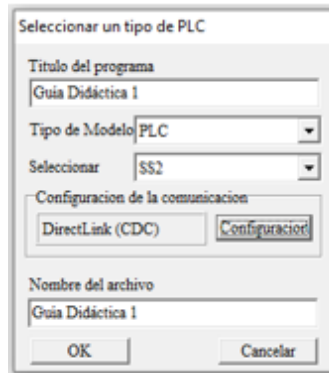
https://drive.google.com/uc?export=download&id=1dcJRphi_5y5B3a-YI3Xa9bhGZmCRyMlq

Pasos para crear un archivo nuevo:

1. Cuando se abre el software aparece esta ventana (Imagen 74) y se seleccionan las siguientes características para hacer la respectiva programación.
 - Se nombra el programa
 - En el “Tipo de Modelo” se selecciona PLC

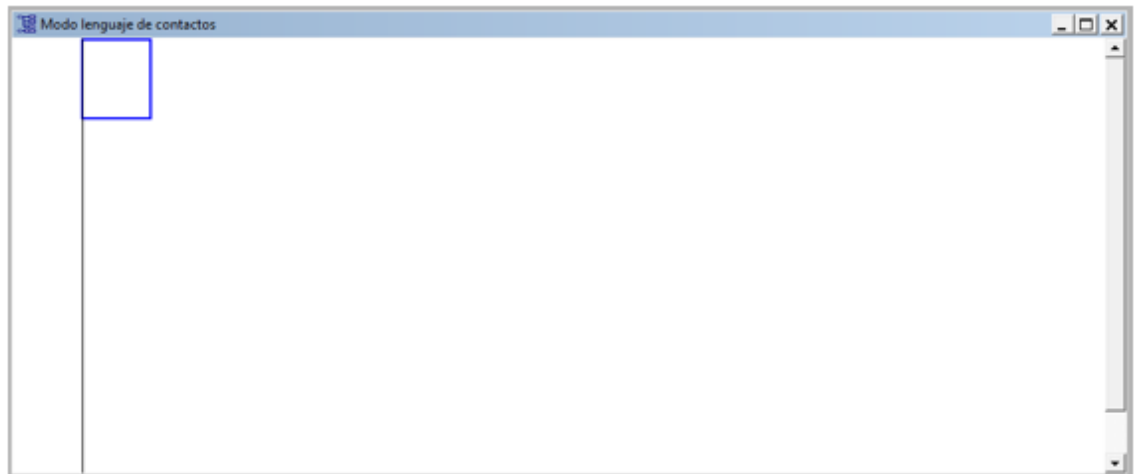
- En la lista desplegable de “Seleccionar” se elige la opción de “SS2”, ya que el PLC con el que funciona la cinta transportadora es “DVP-14SS2”
- En la “Configuración de la comunicación” se selecciona CDC, ya que este cable ya está implementado en la conexión del PLC y es solo conectarlo al PC para enviar la programación a la banda
- Clic en “OK”

Imagen 74. Selección Tipo PLC



2. Luego de ello, aparecen dos ventanas y en la ventana denominada “Modo lenguaje de contactos” (Imagen 75) es donde se realiza la respectiva programación.

Imagen 75. Visualización "Modo lenguaje de Contactos"



3. Estas funciones son las más usadas (Imagen 76) para realizar la respectiva programación; hay contactos normalmente abiertos, normalmente cerrados, interruptor de flanco de subida (estos se usan principalmente cuando se están usando sensores), interruptor de flanco de bajada, salidas, entre otras. Hay que tener en cuenta las siguientes nomenclaturas de programación que

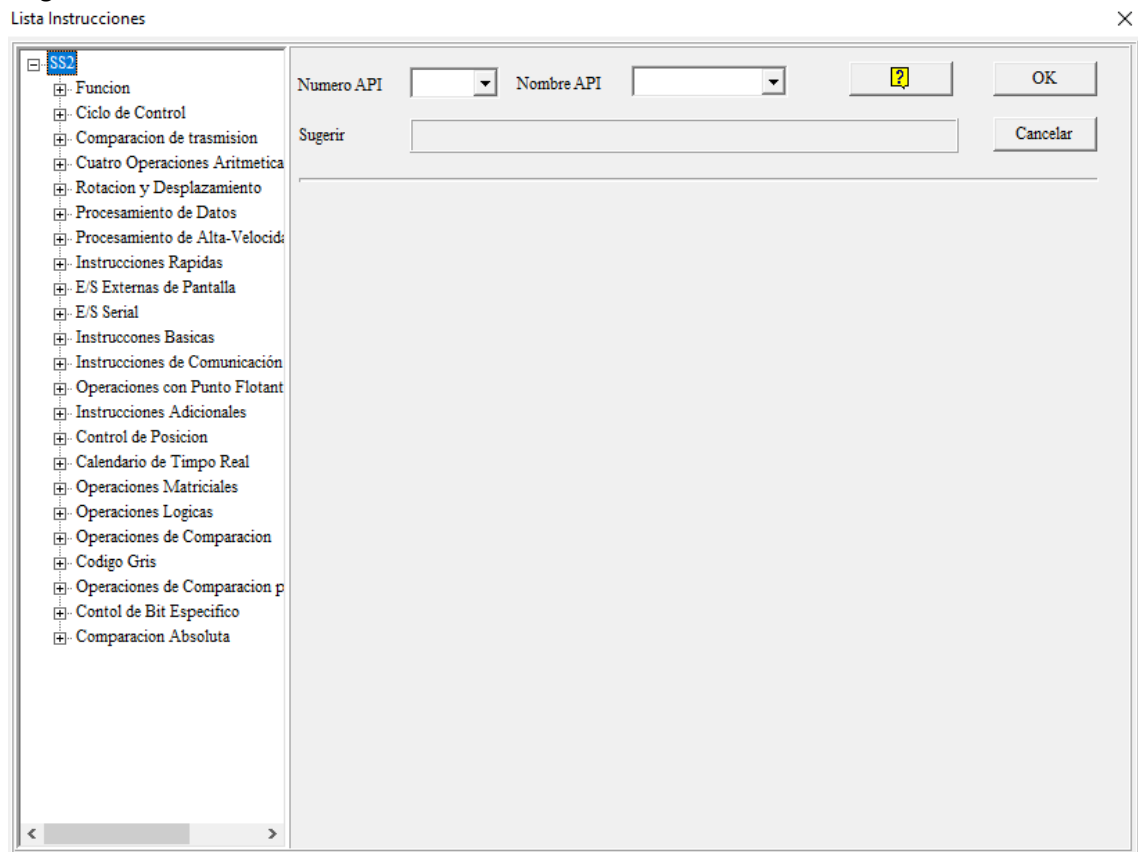
se manejan en este software: “X”: Entradas; “Y”: Salidas; “M”: Memorias; “T”: Temporizadores; “C”: Contadores; “D”: Registros.

Imagen 76. Simbología de funciones



4. La “Instrucción de la aplicación” que en la Imagen 76 es F6 permite la posibilidad de visualizar todas las funciones que se pueden desarrollar dentro del software y también la explicación de cada una como se muestra en la Imagen 77.

Imagen 77. Visualización de funciones



5. En el programa se puede hacer la respectiva simulación de la programación, pero primero se deben realizar una serie de pasos (Imagen 78):
 - Se debe compilar el programa para determinar si hay errores en la programación y esto se hace por medio del primer ícono “1” y al hacer esto en la parte inferior se visualiza un mensaje que dice “Compilación terminada”
 - Luego, se da clic en el ícono “2” para ejecutar la simulación

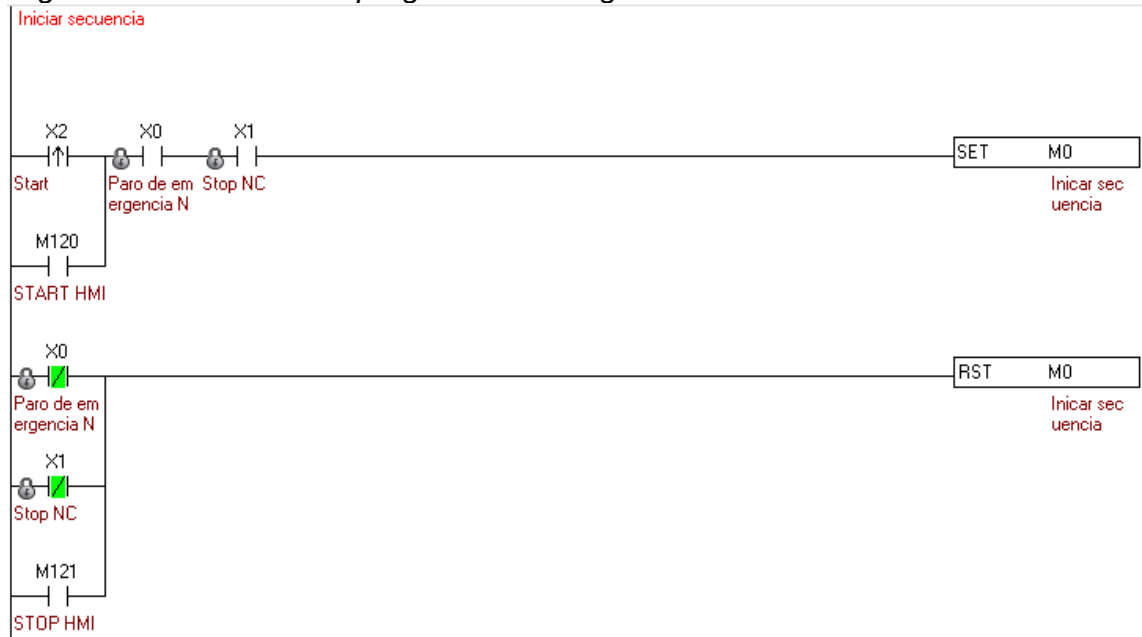
- Con el ícono “3” se confirma que se quiere realizar la simulación
- Por último, con los botones del ícono “4” se ejecuta o se detiene la simulación
- De esta manera se comprueba que la secuencia se está ejecutando adecuadamente

Imagen 78. Íconos de simulación



6. Luego de realizar la programación de la comunicación se procede a realizar la secuencia del proceso industrial.

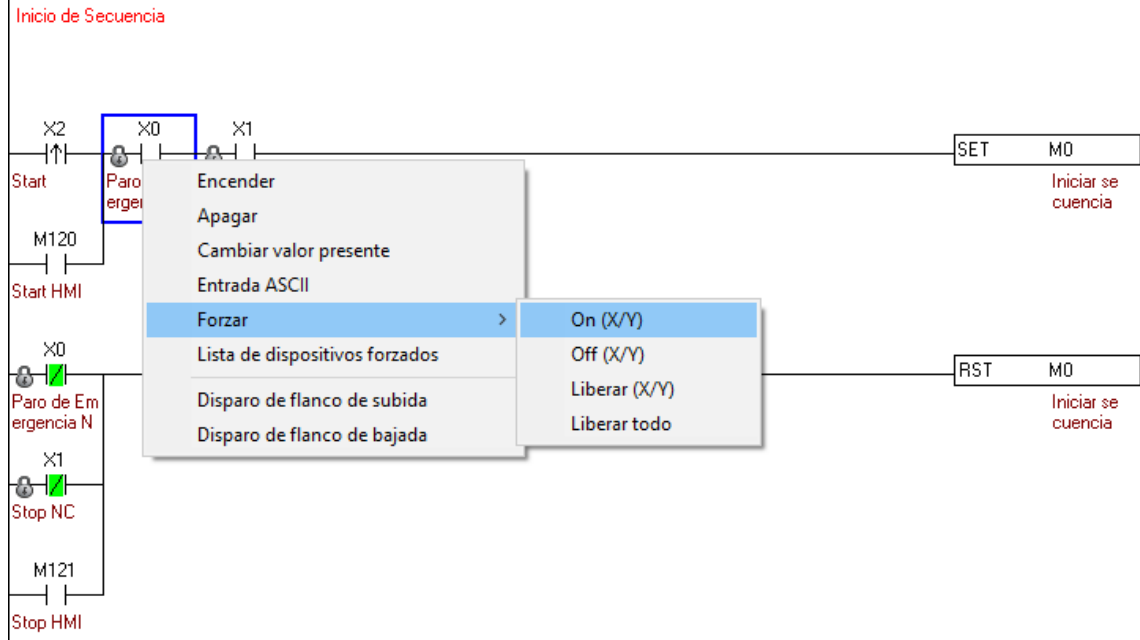
Imagen 79. Secuencia de programación Segundo Proceso I



- Los contactos normalmente cerrados “X0” y “X1” (Imagen 79) le envían voltaje al PLC desde que se enciende; y los contactos normalmente abiertos trabajan a la inversa de los contactos normalmente cerrados, es decir, si se activan los abiertos los cerrados dejan de enviar voltaje al PLC; es por ello que la memoria

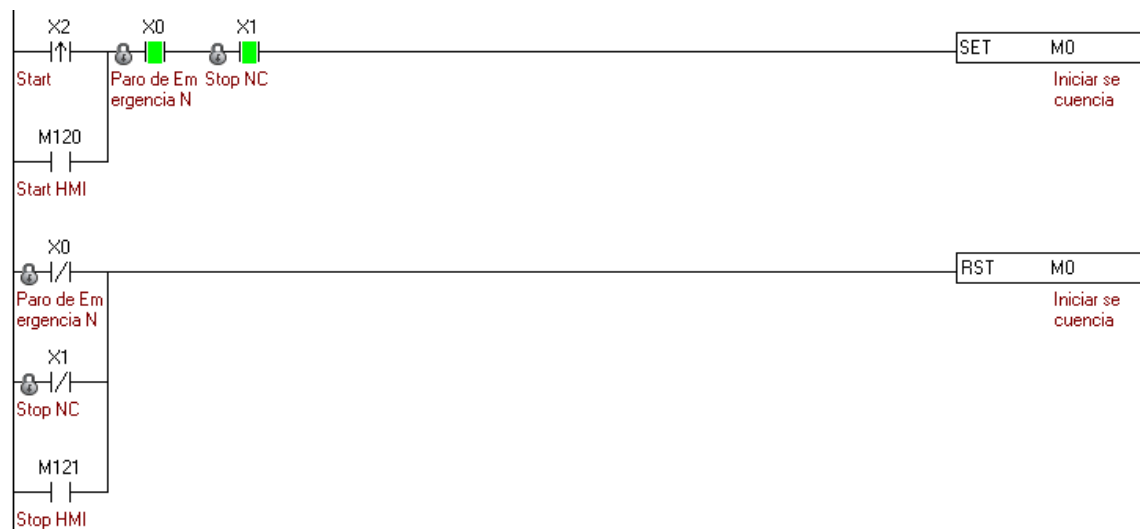
“M0” no se ha activado debido a que no se le ha enviado la función de setear.

Imagen 80. Secuencia de programación Segundo Proceso II



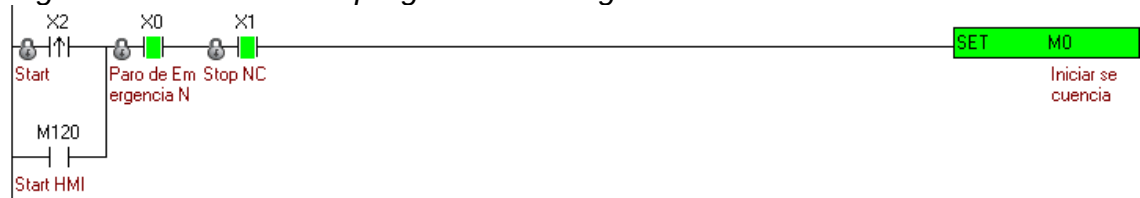
- Cuando se activa el contacto normalmente abierto “X0” (Imagen 80) el contacto cerrado denominado de la misma manera se desactiva; y lo mismo pasa con el Stop NC, es decir, el contacto denominado “X1”.

Imagen 81. Secuencia de programación Segundo Proceso III



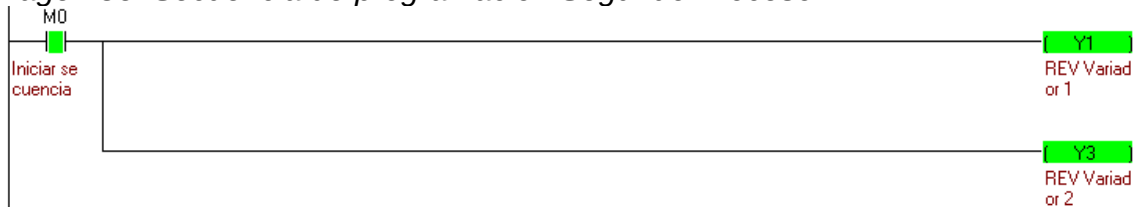
- Al tener con voltaje los contactos abiertos “X0” y “X1” (Imagen 81) solo falta que desde el HMI o desde el mismo software encender este contacto “X2” para setear la memoria “M0” la cual se encarga de poner en funcionamiento las bandas, es decir, iniciar la secuencia.

Imagen 82. Secuencia de programación Segundo Proceso IV



- El contacto abierto “X2” (Imagen 82) que tiene el flanco de subida tiene la función de que al pulsarlo activa la secuencia y al soltarlo “M0” sigue activo. Cabe destacar que para setear “M0” también se puede hacer desde la pantalla digital.
- Cuando se detiene la banda y se retira el objeto con defectos, desde la pantalla digital o pulsando el contacto con flanco de subida “X2” se reinicia nuevamente el ciclo.

Imagen 83. Secuencia de programación Segundo Proceso V



- En la Imagen 83 se visualiza que al setear “M0” con el start o el HMI se envía la señal para que las salidas se activen y de esta manera las bandas empiecen a funcionar.

Imagen 84. Secuencia de programación Segundo Proceso VI



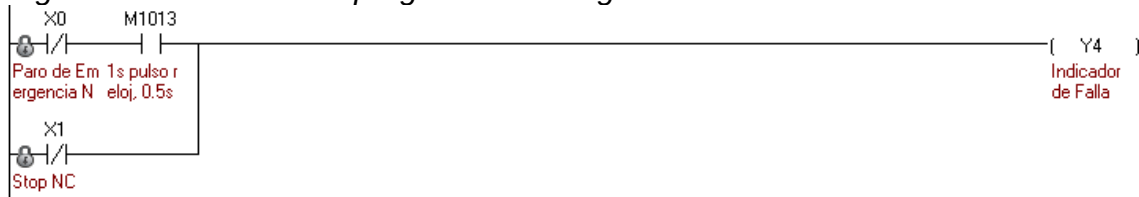
- En esta sección (Imagen 84) los cuatro sensores de los bancos están activos para la detección de objetos enviando una señal para que se detenga la banda automáticamente, ya que el proceso de control de calidad.

Imagen 85. Secuencia de programación Segundo Proceso VII



- Para detener el proceso, ya sea porque hubo un incidente o por otra razón se activa el contacto normalmente cerrado denominado “X0” o “X1” (Imagen 85) y con ello se resetea “M0” y así se detiene el proceso. Se puede desde el software o desde el HMI.

Imagen 86. Secuencia de programación Segundo Proceso VIII



- La secuencia está programada para que el indicador de falla que está al lado izquierdo de la pantalla digital (Imagen 86) se prenda y se apague intermitentemente si se oprime el paro de emergencia.

RECOMENDACIONES

- Desde la cinta de opciones (Imagen 87) “Ver” y la opción “Lista de comentarios de Dispositivos” analizar cuáles son las entradas “X” y salidas “Y” que se manejan en el software al momento de enviar el programa desde el PLC al PC, ya que de esta manera es que están conectadas tanto las salidas como las entradas al PLC, debido a ello se recomienda respetar la lista de dispositivos implementada.

Imagen 87. Visualización de Herramientas

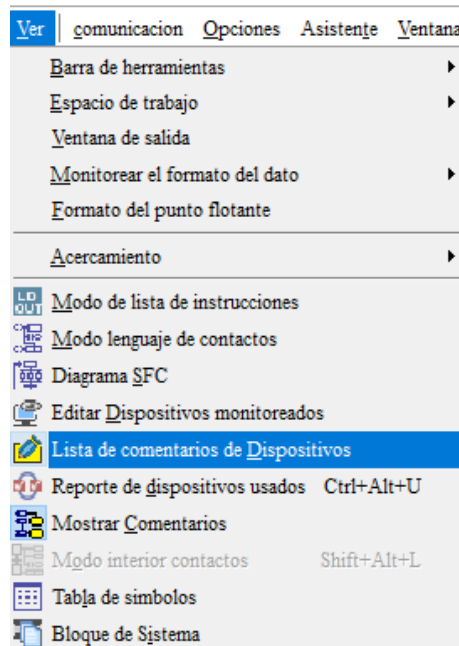


Imagen 88. Visualización comandos de entrada

Ver/Editar		Comentarios de dispositivos							
X	Y	M	S	T	C	D	P	I	
*	Dispositivo	Comentario							
*	X0	Paro de Emergencia NC							
*	X1	Stop NC							
*	X2	Start							
	X3	Sensor 1 Banco 2							
	X4								
	X5	Sensor 1 Banco 1							
	X6								
	X7	Sensor 1 Banco 4							
	X10								
	X11								
	X12								
	X13								
	X14								
	X15								
	X16								
	X17								
	X20								
*	X21	Sensor 1 Banco 3							

Estos comandos (Imagen 88) muestran las entradas “X” con su respectiva nomenclatura nombrada.

Imagen 89. Visualización de salidas de variadores

Ver/Editar		Comentarios de dispositivos							
X	Y	M	S	T	C	D	P	I	
*	Dispositivo	Comentario							
	Y0	FWD Variador 1							
*	Y1	REV Variador 1							
	Y2	FWD Variador 2							
*	Y3	REV Variador 2							
*	Y4	Indicador de Falla							

La Imagen 89 hace referencia a las salidas “Y” de los variadores con su respectiva dirección de giro

Imagen 90. Visualización comandos de salidas

Ver/Editar		Comentarios de dispositivos						
X	Y	M	S	T	C	D	P	I
*	Dispositivo	Comentario						
	Y21	Salida 1 Banco 2						
	Y22	Salida 1 Banco 1						
	Y23							
	Y24							
	Y25	Salida 1 Banco 4						
*	Y26	Salida 1 Banco 3						

Estos comandos de salidas (Imagen 90) hacen referencia a las nomenclaturas que tiene cada uno de los bancos de la banda transportadora.

- El software ya tiene memorias “M” o registros “D” predeterminados, de acuerdo a esto se debe revisar la “Lista de comentarios de Dispositivos” para tener en cuenta cuales son los registros que se están usando y tienen identificación con un asterisco (*).
- Usar la plantilla del encabezado de la programación propuesta, ya que de esta manera se evitan problemas de comunicación con el sistema de PLC logrando satisfactoriamente que los programas que se implementen para hacer las simulaciones deseadas tengan un 100% de eficacia.
- Cabe resaltar que la banda transportadora tiene sus respectivas etiquetas para saber cuáles son los códigos a usar, dependiendo del requerimiento de la secuencia que se implemente.

ENVIAR PROGRAMAS DESDE EL PC AL PLC Y DESCARGAR PROGRAMAS DESDE EL PLC AL PC

Programación (WPLSoft)

- **PC al PLC**
- Luego de compilar el programa y verificar que no haya errores en la secuencia, se selecciona la opción de “Escribir al PLC” (Imagen 91), se confirma la casilla de “Comentario de dispositivo” y en la ventana de “Bloque de sistema” (Imagen 92) se seleccionan todos los dispositivos.

Imagen 91. Ícono "Escribir al PLC"



Imagen 92. Bloque de Sistema

Bloque de sistema

Rango retentivo | Valor por defecto | Configuración del comentario del

	Dispo...	Min.	Max.	Inicio	Fin
☒	X	0	377	0	377
☒	Y	0	377	0	377
☒	M	0	999	0	999
☒	M	2000	4095	2000	4095
☒	S	0	1023	0	1023
☒	T	0	255	0	255
☒	C	0	255	0	255
☒	D	0	999	0	999
☒	D	2000	4999	2000	4999

Memoria restante: 7416 Steps

OK Cancelar

Imagen 93. Configuración de transferencia

Configurar la transferencia

Modo de comunicacion

PC => PLC

OK

☒ Programa

☒ Comentario del dispositivo

☐ Iniciar Comentario de Dispositiv

☐ Sincronizacion del Proyecto y de la

☐ Rango retentivo

☐ Valor por defecto

☐ RTC

☐ Respaldo a Flash (EH2/SV)

Cancelar

- Por último, clic en "OK" desde la ventana "Configurar la transferencia" (Imagen 93) y ya el programa carga y se envía al PLC.
- **PLC al PC**
- Se crea un archivo nuevo y en la función "Leer desde el PLC" (Imagen 94) se da clic y el programa actual del PLC se visualiza automáticamente en la pantalla del PC, logrando identificar la

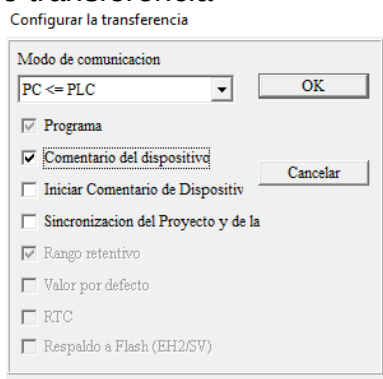
secuencia que se había implementado anteriormente en la banda transportadora

- Por eso es importante que se active la función de los comentarios (Imagen 95), ya que cuando se descarga el programa desde el PLC se muestran todos los comentarios de la programación y por ende hay un mejor entendimiento del mismo.

Imagen 94. Ícono "Leer desde el PLC"



Imagen 95. Configuración de transferencia



El estudiante tiene una fecha máxima de entrega de la actividad para cumplir con los requisitos de la misma. A continuación, se presenta la rúbrica para determinar la nota final:

Tabla 7. Rúbrica de la nota final de la actividad

ITEM	Insatisfactorio (1-2)	Desarrollo (2-3)	Satisfactorio (3-4)	Ejemplar (4-5)
Programación	No realiza una programación que ejecute los requerimientos que exige el proceso industrial	Realiza la programación, pero no se cumple las órdenes solicitadas	Realiza la programación adecuadamente, pero no se evidencia el complemento con el HMI	Realiza una excelente programación, ya que se ejecutan todas las órdenes solicitadas

<i>HMI Generada</i>	No genera ninguna solución en cuanto al desarrollo de una Interfaz Hombre - Máquina	Produce una solución poco novedosa y no funcional en cuanto al desarrollo de una Interfaz Hombre - Máquina	Produce una solución poco novedosa pero funcional en cuanto al desarrollo de una Interfaz Hombre - Máquina	Produce una solución altamente novedosa y funcional en cuanto al desarrollo de una Interfaz Hombre - Máquina
<i>Simulación</i>	No implementa la simulación del proceso industrial en la banda	Implementa la simulación en la banda, pero se presentan fallas en la secuencia	Implementa la simulación en la banda, no se presentan fallas, pero no cumple con los requerimientos solicitados	Implementa la simulación en la banda sin ninguna falla y cumple con los requerimientos solicitados

5 CONCLUSIONES

- Las guías didácticas de la banda transportadora pretenden generar aprendizajes significativos en los estudiantes de ingeniería mecánica, y así aprovechar los recursos que ofrece la facultad.
- Actualmente las instituciones educativas tienen la facilidad de descargar software, todo esto para que los estudiantes manipulen estos programas y así obtener diversos conocimientos sobre algún tema en específico.
- A partir de las simulaciones realizadas en la banda transportadora se pudo evidenciar que los estudiantes por medio de las guías didácticas y los conocimientos que van a obtener en la asignatura de control e instrumentación pueden implementar diversas simulaciones haciendo uso de la cinta transportadora y así profundizar en la temática de automatización.
- En el marco teórico del documento se pudo evidenciar que las industrias implementan en gran porcentaje las bandas transportadoras debido a los beneficios que éstas conllevan, y en base a esto es importante que el ingeniero mecánico obtenga conocimientos sobre el manejo de esta herramienta.
- Gracias al proceso de enseñanza-aprendizaje los estudiantes pueden entender las temáticas de una manera más eficaz, ya que los docentes por medio de estas ayudas didácticas pueden enseñar el contexto de la programación; y conseguir una mayor interacción entre los participantes que se encuentran en el aula.
- Por medio de las guías didácticas el estudiante tiene la capacidad de obtener conocimientos tanto prácticos como teóricos sobre la programación en el Software WPLSoft; todo esto con el fin de que se enfoque hacía un ambiente industrializado en su vida profesional.
- En el proceso de enseñanza-aprendizaje a lo largo de la carrera se ha evidenciado que el uso de nuevas tecnologías permite al estudiante enfocarse hacía un ambiente profesional, es decir, salir preparado para diferentes circunstancias que se presenten en su trabajo y también desarrollar habilidades blandas.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M. and García, R., 2020. *La Simulación En La Industria*. [online] Repositorio.utn.edu.ec. Available at: <<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/621/1/Tesis.pdf>> [Accessed 14 March 2020].
- Productos - PLC - Controladores lógicos programables - Delta Group. (2019). Retrieved 15 March 2020, from <https://es.delta-americas.com/IndustrialAutomation/Programmable-Controllers>
- Hinojosa Ruiz, H. (2002). *Software para diseño de transportadores de banda* [Ebook] (1st ed., pp. 18-35). Guayaquil: CIB - ESPOL. Retrieved from <<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4477/1/6997.pdf>> [Accessed 16 March 2020]
- Rosell Puig, W. and Paneque Ramos, E., 2020. *CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS MÉTODOS DE ENSEÑANZA Y SU APLICACIÓN EN CADA ETAPA DEL APRENDIZAJE*. [online] Scielo.sld.cu. Available at: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1729-519x2009000200016> [Accessed 16 March 2020].
- Montes de Oca Recio, N. and Machado Ramírez, E., 2020. *Estrategias Docentes Y Métodos De Enseñanza-Aprendizaje En La Educación Superior*. [online] Scielo.sld.cu. Available at: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s1727-81202011000300005&script=sci_arttext&lng=en> [Accessed 16 March 2020].
- García Aretio, L., 2009. *La Guía Didáctica*. 1st ed. [ebook] Madrid: Editorial del BENED, p.3. Available at: <<https://www2.uned.es/catedraunesco-ead/editorial/p7-2-2009.pdf>> [Accessed 16 March 2020].
- García Hernández, I. and de la Cruz Blanco, G., 2020. *Las Guías Didácticas: Recursos Necesarios Para El Aprendizaje Autónomo*. [online] Scielo.sld.cu. Available at: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742014000300012> [Accessed 16 March 2020].
- Global Campus Nebrija, 2020. *Metodología De Enseñanza Y Para El Aprendizaje*. 2nd ed. [ebook] Madrid: GCN, p.3. Available at: <<https://www.nebrija.com/nebrija-global-campus/pdf/metodologia-ensenanza-aprendizaje.pdf>> [Accessed 16 March 2020].
- Groover, M., 2007. *Fundamentos De Manufactura Moderna*. 3rd ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, p.4,5.
- Groover, M., 2007. *Fundamentos De Manufactura Moderna*. 3rd ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, p.887,888.
- Automatización. (2020). *Automatización*. [Online] Available at: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm> [Accessed 18 Feb. 2020].
- Palomares, L. and Mertens, L., 2017. *Empresa Y Trabajador Ante La Automatización Programable*. 1st ed. [e-book] Limburg: Archivo PDF, pp.66,71. Available at: <https://www.researchgate.net/profile/Leonard_Mertens/publication/312532908_Empresa_y_trabajador_ante_la_automatizacion_programable/links/5880f54a4585150dde3f3aa2/Empresa-y-trabajador-ante-la-automatizacion-programable.pdf> [Accessed 17 March 2020].
- Hanel del Valle, J. and Taborga T., H., 2011. *Formación De Los Ingenieros Frente A La Globalización*. 1st ed. [e-book] Nebrija: Archivo PDF, pp.1,2. Available at:

<http://publicaciones.anui.es.mx/pdfs/revista/Revista78_S1A2ES.pdf> [Accessed 17 March 2020].

- Piedrafita Moreno, R., 2020. *Introducción A La Automatización Industrial*. 1st ed. [e-book] Zaragoza: Archivo PDF, pp.3,54. Available at: <<http://automata.cps.unizar.es/webcursoaut/01introduccion2011.pdf>> [Accessed 17 March 2020].
- Proceso De Ensamble. 1st ed. [e-book] Microsoft Word, p.1. Available at: <<http://cursos.aiu.edu/Procesos%20Industriales/PDF/Tema%204.pdf>> [Accessed 15 April 2020].
- Jacobs, F., Chase, R. and Dewar Valdelamar, D., 2006. *Administración De Operaciones*. 13th ed. Monterrey: Mc Graw Hill, pp.160,161.
- Córdoba Nieto, E., 2006. *Manufactura y Automatización*. 3rd ed. [ebook] Bogotá: Revista Ingeniería e Investigación, p.4. Available at: <<https://www.redalyc.org/pdf/643/64326315.pdf>> [Accessed 10 February 2021].
- n.d. *Historia de la Automatización*. 1st ed. [ebook] p.5. Available at: <<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21319/capitulo1.pdf>> [Accessed 13 February 2021].
- Ruedas, C., n.d. *Automatización Industrial: Áreas de Aplicación para Ingeniería*. 10th ed. [ebook] Santa Lucía Cotzumalguapa: Intecap, p.5. Available at: <http://www.fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin10/URL_10_MEC01.pdf> [Accessed 14 February 2021].
- Mandado Pérez, E., & Murillo Roldan, A. (2009). *Sensores Optoelectrónicos (Principios físicos de funcionamiento)* [Ebook] (1st ed., p. 5). Vigo: E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación de Vigo Departamento de Tecnología Electrónica. Retrieved from https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/487/free/ovas_statics/sensores/temas/SA_TEMA_05-OPTOELECTRONICA_1_.pdf [Accessed 23 February 2021].
- Ávila Rodríguez, A. and Pulido González, R., 2015. *Diseño e Implementación de un módulo didáctico con base en una banda transportadora, para la implementación de sensores de proximidad en el área de automatización*. 1st ed. [ebook] Sogamoso: UPTC, p.10-15. Available at: <<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1917/1/TGT-639.pdf>> [Accessed 17 February 2021].
- Carrión Galarza, D. (2010). *Diseño de guías para prácticas de laboratorio en la carrera de Ingeniería Eléctrica del Campus Kennedy* [Ebook] (1st ed., pp. 11-17). Quito: dspace. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1911/13/UPS-KT00331.pdf> [Accessed 28 July 2021].
- Beunza Navarro, I., 2018. *Automatización de una línea de montaje con cinta transportadora*. 1st ed. [ebook] Pamplona: UPNA. Available at: <<https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/29130/MEMORIA%20TFG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Accessed 17 February 2021].
- Páez Monroy, C. and Pareja Garzón, D., 2011. *Implementación de un modelo de planeación de los procesos de fabricación de bandas transportadoras metálicas y programación de la fabricación de espirales para mejorar el desempeño de Ingeniería Industrial y Comercial de Colombia LTDA*. 1st ed. [ebook] Bogotá. Available at: <<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7396/tesis553.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Accessed 18 February 2021].
- Galeano Valbuena, H. and Mendieta Moreno, D., 2011. *Diseño y Construcción de un sistema de demostración automatizado para productos de manipulación, banda de transporte y*

visión, perteneciente a P&R NEUMÁTICA LTDA. 1st ed. [ebook] Bogotá. Available at: <<http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/64709.pdf>> [Accessed 21 February 2021].

- Industrial Automation, D., 2011. *DVP-ES2/EX2/SS2/SA2/SX2 Manual de Operación*. 1st ed. [ebook] Raleigh, Tokyo, Sao Paulo: Industrial Automation, pp.2-350. Available at: <<https://www.deltaww.com>> [Accessed 15 April 2021].
- Industrial Automation, D., 2012. *DVP-PLC Application Examples of Programming*. 1st ed. [ebook] Raleigh, Tokyo, Sao Paulo: Industrial Automation, pp.10-250. Available at: <http://www.deltronics.ru/images/manual/DVP-PLC-101_A_EN_20120417.pdf> [Accessed 15 April 2021].
- Festo. (2021). *Automatización Industrial. Sistemas de aprendizaje para la formación técnica* [Ebook] (1st ed., p. 2). Retrieved from https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/468894/56827_2017_09_es_PG_FA_small.pdf [Accessed 28 July 2021].

7 ANEXOS

En el siguiente enlace se presentan los videos donde se pueden evidenciar los procesos que fueron empleados en la banda transportadora de los Laboratorios ETM de la Universidad Santo Tomás.

- Primer Proceso: <https://www.youtube.com/watch?v=WzX6jBL6yng>
- Segundo Proceso: <https://youtu.be/kb092PRaeQg>

En este enlace se muestran las dos guías didácticas elaboradas para la asignatura de Control y Automatización, y con ello emplear la metodología enseñanza-aprendizaje para que los estudiantes obtengan los conocimientos necesarios para aprovechar los recursos que ofrece la Universidad Santo Tomás.

- Guía Didáctica #1:
<https://drive.google.com/uc?export=download&id=1VGgSBcyvnrJ0Mmav4naPGvWLvOzCN0KE>
- Guía Didáctica #2:
https://drive.google.com/uc?export=download&id=1CVLD_sC3yEUqQwnP7hKGeS1fXEZtM85_