



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL
Y REDES INDUSTRIALES**

**“DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE UNA
ESTACIÓN DE GIRO (TURN OVER)”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención de título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

Presentado por:

CESAR SANTIAGO RODRIGUEZ CUASAPAZ

DIEGO EDUARDO TENELEMA TOAPANTA

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

A nuestro tutor Ing. Marco Viteri, Ing. Paulina Vélez, quienes con humildad y vocación han sabido guiarnos en la realización de éste proyecto con sus valiosas sugerencias y aportes para la culminación del mismo.

Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que hicieron posible la finalización de este documento que sin su apoyo no hubiese sido posible.

A toda mi familia en especial a mis padres Cesar Rodriguez y María del Rosario Cuasapaz, mis hermanas María José y Katherine que estuvieron siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional y cariño que me dio la fortaleza para seguir y cumplir una de mis metas.

Y a todas esas personas especiales que compartieron muchos momentos de triunfo y fracaso.

A todos los buenos profesores que brindaron una orientación en el campo académico y personal.

Cesar

A Dios por darme la vida y permitirme compartir cada momento de ella junto a mis padres que son el ejemplo de superación ya que con su trabajo y esfuerzo supieron apoyarme incondicionalmente durante el transcurso de toda mi vida estudiantil.

A mis hermanos que siempre me apoyaron de una u otra manera con sus palabras de aliento y motivación.

La etapa más importante de mi vida ha finalizado gracias a la confianza que ellos depositaron en mí.

Diego

FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Gonzalo Samaniego DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Alberto Arellano DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES
Ing. Marco Viteri DIRECTOR DE TESIS.
Ing. Paulina Vélez MIEMBRO DEL TRIBUNAL
DIRECTOR DPTO DOCUMENTACIÓN
NOTA DE LA TESIS	

**TEXTO DE
RESPONSABILIDAD**

“Nosotros **CESAR SANTIAGO RODRIGUEZ CUASAPAZ Y DIEGO EDUARDO TENELEMA TOAPANTA**, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”.

.....
CESAR SANTIAGO RODRIGUEZ CUASAPAZ DIEGO EDUARDO TENELEMA TOAPANTA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CPU	Unidad Central de Procesamiento
DIN	Instituto Alemán de Normalización
DGO	Linear driver
ED	Entradas Digitales
E/S	Entradas/Salidas
HMI	Human-Machine Interface
I/O	Input/Output
mA	MiliAmperes
MB	Mega bytes
MPS	Modular production system
ms	Milisegundo
PC	Personal Computer
PCB	Printed Circuit Board
PLC	Programmable Logic Controller
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio
SCADA	Supervisory control and data acquisition
SD	Secure Digital
SIM	Simulador
SYSLINK	Link system
VAC	Voltaje de corriente alterna
VDC	Voltaje de corriente continúa
SYSLINK	Link system
VAC	Voltaje de corriente alterna
VDC	Voltaje de corriente continúa
SYSLINK	Link system

VAC

Voltaje de corriente alterna

VDC

Voltaje de corriente continúa

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

INDICE DE ABREVIATURAS

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1 MARCO REFERENCIAL

1.1	ANTECEDENTES.....	- 13 -
1.2	OBJETIVOS	- 14 -
1.2.1	OBJETIVO GENERAL.....	- 14 -
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	- 14 -
1.3	JUSTIFICACIÓN	- 15 -
1.4	PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	- 15 -

CAPÍTULO II

2 SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

2.1	SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN.....	- 16 -
2.1.1	HISTORIA DE LA AUTOMATIZACIÓN	- 16 -
2.1.2	¿QUÉ ES UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN?.....	- 18 -
2.1.3	OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN	- 19 -
2.1.4	APLICACIONES	- 20 -
2.2	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	- 21 -
2.2.1	DEFINICIÓN	- 21 -
2.2.2	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MODULAR (MPS).....	- 22 -
2.3	SISTEMAS DE CONTROL	- 23 -

2.3.1	INTRODUCCIÓN.....	- 23 -
2.3.2	COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE CONTROL	- 24 -
2.3.3	TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL	- 24 -
CAPÍTULO III		
3	ELEMENTOS NEUMÁTICOS, ACTUADORES Y SENSORES	
3.1	VÁLVULAS NEUMÁTICAS	- 26 -
3.1.1	INTRODUCCIÓN.....	- 26 -
3.1.2	VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS	- 27 -
3.1.3	VÁLVULAS ANTIRETORNO	- 29 -
3.1.4	VÁLVULAS DE REGULACIÓN DE CAUDAL	- 30 -
3.2	UNIDAD DE MANTENIMIENTO NEUMÁTICA.....	- 31 -
3.2.1	INTRODUCCIÓN.....	- 31 -
3.2.2	FILTRO DE AIRE COMPRIMIDO	- 32 -
3.2.3	REGULACIÓN DE PRESIÓN	- 33 -
3.3	MANGUERA DE POLIURETANO US98A, US95A	- 33 -
3.4	RACORES	- 34 -
3.4.1	DESCRIPCIÓN.....	- 34 -
3.5	COMPRESOR	- 35 -
3.6	ACTUADOR DE GIRO	- 36 -
3.6.1	INTRODUCCIÓN.....	- 36 -
3.6.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	- 37 -
3.6.3	CURVAS CARACTERÍSTICAS	- 37 -
3.7	ACTUADOR LINEAL	- 38 -
3.7.1	INTRODUCCIÓN.....	- 38 -
3.7.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	- 38 -
3.8	CILINDRO DE GIRO.....	- 39 -
3.8.1	INTRODUCCIÓN.....	- 39 -
3.8.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	- 40 -
3.8.3	CURVAS CARACTERÍSTICAS	- 40 -
3.9	PINZA NEUMÁTICA	- 41 -
3.9.1	INTRODUCCIÓN.....	- 41 -
3.9.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	- 41 -
3.9.3	CURVAS CARACTERÍSTICAS	- 42 -
3.10	SENSORES.....	- 43 -

3.10.1 ¿QUÉ ES UN SENSOR?	- 43 -
3.10.2 SENSORES FOTOELÉCTRICOS	- 43 -
CAPÍTULO IV	
4 HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADOS EN LA ESTACION DE GIRO	
4.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	- 54 -
4.1.1 INTRODUCCIÓN.....	- 54 -
4.1.2 FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC	- 55 -
4.1.3 CLASIFICACIÓN DE PLC.....	- 56 -
4.1.4 APLICACIONES	- 58 -
4.1.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS	- 59 -
4.1.6 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	- 60 -
4.2 TELEMECANIQUE TWIDO TWDLCAA24DRF	- 67 -
4.2.1 CARACTERÍSTICAS.....	- 69 -
4.2.2 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	- 69 -
4.2.3 COMUNICACIÓN MODBUS	- 70 -
4.3 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN TWIDOSUITE	- 71 -
4.3.1 DESCRIPCIÓN	- 71 -
4.3.2 REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN	- 71 -
4.3.3 CARACTERÍSTICAS.....	- 72 -
4.4 INTERFAZ HUMANO MÁQUINA (HMI).....	- 72 -
4.4.1 DEFINICIÓN	- 72 -
4.4.2 SOFTWARE HMI.....	- 73 -
4.4.3 SOFTWARE LOOKOUT DE NATIONAL INSTRUMENTS	- 75 -
4.5 SOLIDWORKS	- 78 -
4.5.1 FUNCIONALIDADES	- 78 -
4.5.2 HERRAMIENTAS DE DISEÑO.....	- 79 -
4.5.3 MÓDULOS DE SOLIDWORKS.....	- 81 -
4.5.4 APLICACIONES	- 83 -
4.6 SYSLINK.....	- 83 -
4.7 CABLE DB25	- 84 -
CAPITULO V	
5 DISEÑO DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN DE GIRO (TURN OVER)	
5. 1 INTRODUCCIÓN	- 85 -

5.2 ELEMENTOS DE LA PLANTA.....	- 85 -
5.2.1 COMPONENTES DEL SISTEMA.....	- 85 -
5.2.2 MATERIALES Y DISPOSITIVOS PRINCIPALES.....	- 86 -
5.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	- 87 -
5.4 DISEÑO MECÁNICO.....	- 90 -
5.4.1 PLACA PERFILADA DE ALUMINIO	- 90 -
5.4.2 DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA Y SUS COMPONENTES	- 91 -
5.4.3 DISEÑO DE LA PINZA Y SUS COMPONENTES	- 94 -
5.4.4 MESA RODANTE.....	- 96 -
5.5 DIMENSIONAMIENTO DE ACTUADORES.....	- 97 -
5.5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL ACTUADOR DE GIRO	- 97 -
5.5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL CILINDRO DE GIRO	- 100 -
5.5.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA PINZA NEUMÁTICA	- 101 -
5.5.3 DIMENSIONAMIENTO DEL ACTUADOR LINEAL.....	- 102 -
5.6 DISEÑO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO.....	- 104 -
5.6.1 DESCRIPCIÓN.....	- 104 -
5.6.2 ESQUEMA NEUMÁTICO.....	- 104 -
5.7 SELECCIÓN Y CALIBRACIÓN DE SENSORES	- 105 -
5.7.1 SENSOR DE PROXIMIDAD SICK MHT15-P2347	- 105 -
5.7.2 SENSOR DE PROXIMIDAD SICK WT100-P1432.....	- 110 -
5.7.3 SENSOR DE SUPRESIÓN DE FONDO SICK WTB4-3P2162	- 114 -
5.7.4 SENSOR MAGNÉTICO IME08-1B5PSZW2S.....	- 118 -
5.8 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	- 119 -
5.8.1 TABLERO DE CONTROL	- 120 -
5.8.2 TARJETA DE ENTRADAS Y SALIDAS (SYSLINK).....	- 120 -
5.8.3 PANEL DE CONTROL.....	- 122 -
5.8.4 PROGRAMACIÓN DEL PLC TWIDO TWDLCAA24DRF.....	- 123 -
5.9 PROGRAMACIÓN DEL HMI.....	- 127 -
CAPÍTULO VI	
6 PRUEBAS Y RESULTADOS	
6.1 ANÁLISIS Y PRUEBAS	- 133 -
6.1.1. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE GIRO.....	- 133 -
6.1.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA	- 133 -
6.1.3 CÁLCULO DE LA MUESTRA	- 135 -

6.1.4 TABULACIÓN DE LOS DATOS EN LA ESTACIÓN DE EVALUACIÓN	137 -
6.1.5 TABULACIÓN DE LOS DATOS DE LA ESTACIÓN DE GIRO	139 -
6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS	140 -

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

ABSTRACT

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Automatización	- 19 -
Figura II.2. Aplicaciones automatización	- 20 -
Figura II.3. Producción	- 22 -
Figura II.4. Componentes de un sistema de control	- 24 -
Figura II.5. Componentes de un sistema de control en lazo abierto	- 25 -
Figura II.6. Componentes de un sistema de control en lazo cerrado.....	- 25 -
Figura III.7. Válvula Distribuidora	- 27 -
Figura III.8. Válvula 3/2	- 27 -
Figura III.9. Válvula 5/2	- 28 -
Figura III.10. Válvula 5/3	- 28 -
Figura III.11. Válvula Antirretorno.....	- 29 -
Figura III.12. Válvula Antirretorno Pilotada.....	- 29 -
Figura III.13. Válvula de estrangulación regulable.....	- 30 -
Figura III.14. Válvula de estrangulación regulable con antirretorno	- 31 -
Figura III.15. Unidad de Mantenimiento	- 32 -
Figura III.16. Filtro de Aire Comprimido	- 32 -
Figura III.17. Filtro de Aire Comprimido	- 33 -
Figura III.18. Filtro de Aire Comprimido	- 35 -
Figura III.19. FESTO DSR 16-180-P	- 36 -
Figura III.20. Curvas Características de FESTO DSR 16-180-P	- 37 -
Figura III.21. Airtac Cilindro Compacto ACPS.....	- 38 -
Figura III.22. Cilindro de Giro ACK	- 39 -
Figura III.23. Rango de operación del Cilindro de Giro ACK.....	- 40 -
Figura III.24. Pinza Neumática HFY Airtac	- 41 -
Figura III.25. Curvas de Funcionamiento HFY Airtac	- 42 -
Figura III.26. Símbolo del Sensor Fotoeléctrico	- 43 -
Figura III.27. Aplicaciones del sensor SICK WTB4-3P2162.....	- 44 -
Figura III.28. Dimensiones del sensor SICK WTB4-3P2162.....	- 47 -
Figura III.29. Curva característica del sensor SICK WTB4-3P2162.....	- 48 -
Figura III.30. Sensor y Símbolo SICK W100-P1432.....	- 48 -
Figura III.31. Dimensiones sensor SICK W100-P1432.....	- 50 -
Figura III.32. Curva característica SICK W100-P1432	- 50 -
Figura III.33. Sensor SICK MH15-P2347	- 51 -
Figura III.34. Dimensiones sensor SICK MH15-P2347	- 52 -
Figura III.35. Curva característica sensor SICK MH15-P2347	- 53 -
Figura IV.36. Controlador Lógico Programable	- 55 -
Figura IV.37. PLC Nano	- 56 -
Figura IV.38. PLC Compacto	- 57 -
Figura IV.39. PLC Modular	- 58 -
Figura IV.40. Representación de las etapas	- 61 -

Figura IV.41. Líneas de Evolución	- 62 -
Figura IV.42. Acción Asociada.....	- 62 -
Figura IV.43. Condiciones de transición.....	- 62 -
Figura IV.44. Secuencia básica grafcet.....	- 63 -
Figura IV.45. Divergencia y Convergencia en “o”	- 63 -
Figura IV.46. Divergencia y Convergencia en “y”	- 64 -
Figura IV.47. Funcionamiento del temporizador	- 66 -
Figura IV.48. Funciones Set y Reset.....	- 67 -
Figura IV.49. Controlador Programable TWDLCAA24DRF	- 68 -
Figura IV.50. Protocolo de comunicación modbus.....	- 71 -
Figura IV.51. Interfaz Humano Máquina.....	- 73 -
Figura IV.52. Herramientas de Lookout	- 76 -
Figura IV.53. Herramientas de Solidworks.....	- 79 -
Figura IV.54. Módulos de Solidworks	- 82 -
Figura IV.55. Tarjeta Syslink.....	- 84 -
Figura V.56. Estación de Giro.....	- 88 -
Figura V.57. Detección de piezas	- 88 -
Figura V.58. Detección del estado de la pieza	- 89 -
Figura V.59. Corrección de posicionamiento de piezas	- 90 -
Figura V.60. Base de Aluminio.....	- 90 -
Figura V.61. Banda Transportadora.....	- 91 -
Figura V.62. Soporte de la banda transportadora.....	- 92 -
Figura V.63. Base del motor	- 93 -
Figura V.64. Rodillos.....	- 93 -
Figura V.65. Aluminio Estructural.....	- 94 -
Figura V.66. Pinza	- 94 -
Figura V.67. Soporte del actuador de giro	- 95 -
Figura V.68. Eje del actuador de giro	- 96 -
Figura V.69. Pinzas de agarre	- 96 -
Figura V.70. Mesa Rodante	- 97 -
Figura V.71. Ángulos de rotación del actuador de giro	- 98 -
Figura V.72. Selección del actuador de giro	- 99 -
Figura V.73. Curvas de comportamiento del actuador de giro	- 99 -
Figura V.74. Momento de Inercia de la pinza.....	- 100 -
Figura V.75. Gráfico de Inercias.....	- 101 -
Figura V.76. Fuerzas de Agarre	- 102 -
Figura V.77. Actuador lineal dimensionado	- 103 -
Figura V.78. Curvas características del cilindro lineal	- 103 -
Figura V.79. Esquema neumático	- 105 -
Figura V.80. Curvas características del sensor MTH15-P2347	- 108 -
Figura V.81. Rango de detección del sensor MTH15-P2347.....	- 108 -
Figura V.82. Ubicación del sensor MHT15-P2347.....	- 109 -
Figura V.83. Sensor MHT15-P2347	- 109 -

Figura V.84. Curvas características del sensor WT100-P1432.....	- 112 -
Figura V.85. Rangos de funcionamiento del sensor WT100-P1432.....	- 113 -
Figura V.86. Ubicación del sensor WT100-P1432.....	- 113 -
Figura V.87. Elementos del sensor WT100-P1432.....	- 114 -
Figura V.88. Curvas características del sensor WTB4-3P2162.....	- 116 -
Figura V.89. Rango de funcionamiento del sensor WTB4-3P2162.....	- 117 -
Figura V.90. Ubicación del sensor WTB4-3P2162.....	- 117 -
Figura V.91. Sensor magnético IME08-1B5PSZW2S.....	- 119 -
Figura V.92. Sistema eléctrico.....	- 120 -
Figura V.93. Interfaz de entradas/salidas (SYSLINK).....	- 121 -
Figura V.94. Esquema eléctrico de la tarjeta de datos (SYSLINK).....	- 122 -
Figura V.95. Diseño del PCB de la tarjeta de datos (SYSLINK).....	- 122 -
Figura V.96. Diseño del Panel de control.....	- 123 -
Figura V.97. Creación de un nuevo proyecto en TWIDO SUITE.....	- 124 -
Figura V.98. Descripción del dispositivo.....	- 125 -
Figura V.99. Secuencia graficet implementada.....	- 127 -
Figura V.100. Creación de un nuevo proyecto.....	- 128 -
Figura V.101. Ventana de Presentación.....	- 129 -
Figura V.102. Proceso en ejecución.....	- 130 -
Figura V.103. Creación de un objeto modbus.....	- 130 -
Figura V.104. Direccionamiento de pulsadores.....	- 131 -
Figura V.105. Direccionamiento de indicadores.....	- 131 -
Figura V.106. Creación de animaciones.....	- 132 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.I. Características de la manguera de poliuretano US98A, US95A.....	- 34 -
Tabla III.II. Datos Técnicos	- 37 -
Tabla III.III. Especificaciones Técnicas.....	- 38 -
Tabla III.IV. Especificaciones Técnicas	- 40 -
Tabla III.V. Especificaciones Técnicas.....	- 41 -
Tabla III.VI. Características del sensor SICK WTB4-3P2162	- 46 -
Tabla III.VII Características Mecánicas/Electrónicas del sensor SICK WTB4-3P2162	- 46 -
Tabla III.VIII. Características sensor SICK MH15-P2347	- 52 -
Tabla IV.IX. Símbolos básicos Ladder	- 64 -
Tabla IV.X Instrucciones de Comparación	- 66 -
Tabla V.XI. Identificador de los componentes neumáticos	- 104 -
Tabla V.XII. Características generales del sensor MTH15-P2347	- 105 -
Tabla V.XIII. Características mecánicas y electrónicas MTH15-P2347	- 107 -
Tabla V.XIV. Características Generales del sensor WT100-P1432	- 110 -
Tabla V.XV. Características Mecánicas y electrónicas del sensor WT100-P1432.....	- 111 -
Tabla V.XVI. Características generales del sensor WTB4-3P2162.....	- 114 -
Tabla V.XVII. Características generales del sensor WTB4-3P2162	- 115 -
Tabla V.XVIII. Características principales del sensor magnético IME08-1B5PSZW2S	- 118 -
Tabla V.XIX. Señales de Entrada del PLC	- 125 -
Tabla V.XX. Señales de Salida del PLC.....	- 126 -
Tabla VI.XXI. Valores habituales de Z	- 134 -

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria requiere de procesos rápidos, seguros y precisos, para obtener un producto final de calidad y reducir los costos de fabricación. Debido a estas necesidades se ha automatizado diferentes procesos y/o sistemas para lograr simplificar el trabajo, optimizando los recursos y reduciendo los costos de fabricación. En estos procesos intervienen máquinas que ejecutan diferentes tareas, lo cual implica que muchas veces el producto final adquiera diferentes características. Por ejemplo en un proceso de clasificación para obtener un producto final, antes se realizaba manualmente, pero hay que considerar que se corre el riesgo que el operario se equivoque ya sea por cansancio o por descuido, además de que el tiempo de clasificación era demasiado alto. Con la automatización se busca que el proceso sea seguro, confiable y con tiempos menores, lo cual implica una mayor producción para la industria.

Esta realidad nos conduce a que utilicemos eficaz y eficientemente la capacidad operativa de las máquinas e instalaciones disponibles en una determinada actividad industrial, considerando que el eje principal del éxito es el continuo y adecuado perfeccionamiento del personal técnico que debe estar constantemente en capacitación para la construcción, mantenimiento y operación de los sistemas de control industrial.

CAPÍTULO I

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 ANTECEDENTES

Los nuevos sistemas de proceso de automatización en máquinas y sistemas, requieren de elaborados sistemas de montaje, producción y control, con variados sistemas de actuadores.

La implementación con tecnología en un sistema tradicional exige por cada articulación de la máquina varios elementos para lograr sus movimientos, causando dificultades en la producción y control, debido a la limitación de espacio y consumo de energía en la mayoría de casos.

El aumento de la competitividad y la necesidad de mantener costos bajos, exige a todas las áreas involucradas en la producción, explotar de mejor manera los recursos técnicos. Entre estos recursos se encuentran actuadores desarrollados para optimizar el espacio disponible y han logrado ser una herramienta muy útil en procesos de automatización, mejorando los tiempos de puesta en marcha, mantenimiento y modificación de sistemas automáticos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar, dimensionar e implementar una estación de giro (turn over) para integrar el sistema de producción modular.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las características, dimensionamiento y componentes de una estación de giro (turn over).
- Estudiar y seleccionar los dispositivos necesarios en la implementación de la estación de giro (turn over).
- Implementar un sistema de monitoreo en tiempo real o Interfaz Humano Máquina (HMI) para la estación de giro (turn over).
- Implementar la estación de giro (turn over) en el Laboratorio de automatización Industrial FIE para el sistema de producción modular.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El montaje de los componentes, mediante sistemas neumáticos flexibles es una opción mucho más rentable y confiable debido a que:

- Se disminuyen las averías, hasta incluso ser suprimidas.¹
- Los componentes pueden ubicarse en cualquier lugar, obteniendo con esto una estructura flexible con características propicias para cumplir con las exigencias de optimización y competitividad actuales.¹
- La identificación de elementos es simple, se puede identificar la forma de los componentes y la presencia de ellos.¹
- El objeto de investigación puede dar como resultado un producto terminado de alta calidad.¹

1.4 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

El diseño, dimensionamiento e implementación de una estación de giro (turn over), para el sistema de producción modular optimizará el proceso de manejo de bases de manómetros, en comparación con la estación de evaluación.

¹ <http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/mps-el-sistema-de-produccion-modular-del-modulo-a-la-fabrica-didactica.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjU4NS43NjMx>

CAPÍTULO II

2 SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

2.1 SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

El hombre siempre se encuentra buscando crear herramientas y máquinas que le faciliten realizar tareas peligrosas, pesadas y repetitivas. La aparición de máquinas altamente complejas ha dado lugar a un gran desarrollo del campo de la automatización y el control de las tareas, aplicado en la actualidad en máquinas que se utilizan a diario².

En la industria, la automatización ha pasado de ser una herramienta indispensable de trabajo para competir en el mercado moderno y globalizado. Ningún empresario toma a la ligera la automatización de sus procesos para aumentar la calidad de sus productos, reducir los tiempos de producción, realizar tareas complejas, reducir los desperdicios y lo más importante aumentar la rentabilidad.

2.1.1 HISTORIA DE LA AUTOMATIZACIÓN

Los primeros autómatas datan de mucho tiempo atrás entre los cuales se encuentran, las estatuas animadas en el templo de Dédalo. Además los griegos y romanos hicieron un

² <http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>

aporte importante en este proceso. Vaucanson construyó extraordinarios juguetes entre los que encontramos: fauno Flautista, que ejecutaba una docena de aires valiéndose de movimientos de la lengua, labios y dedos; el Tamborilero; la Tañedora, que aún se encuentra en exhibición en el conservatorio de las artes y oficios de Paris; y un áspid, que se usó en la escena teatral. Sin embargo, la mejor creación de Vaucanson fue un pato, el cual tenía la capacidad de mover las alas, zambullirse, nadar, tragar grano e incluso emitir un producto parecido al excremento. Al parecer una sola de sus alas se componía de 2000 piezas. Aun así con esos logros no se trataba de replicar a un humano, sino solamente imitar varios de sus comportamientos naturales.³

Sumergiéndonos en el siglo XVIII encontramos increíbles autómatas, entre los cuales se citan a continuación: las cabezas parlantes del abate Mical; el Androide que en 1760 Frederic de Knauss nos desarrolló; en Francia y en Suiza por los hermanos Droz presentaron unos simpáticos autómatas; en 1808 Leonard Maelzel de Ratisbona construyó la Panharmónica; los relojes de Lyon y Cambrai, y el de Estrasburgo por Schwilgue. Trasladándonos al siglo pasado, el avance de la electricidad y de la electrónica conspiró a la aparición de una nueva generación de autómatas, con la capacidad de replicar funciones intelectuales del ser humano. En 1912, Torres Quevedo creó un singular jugador de ajedrez eléctrico. Por aquella misma época Strachey construyó en EE.UU. un jugador de damas capaz de enfrentarse con un buen contra una persona, este autómata podía realizar jugadas a partir de los movimiento de su rival. En 1977 los avances de la microelectrónica en Estado Unidos permitieron el desarrollo de un jugador de ajedrez capaz de desarrollar un juego relativamente competitivo. Finalmente en la actualidad la industria utiliza autómatas, denominados robots, capaces

³ http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/954/7/Capitulo_2.pdf

de llevar a cabo manipulaciones así como operaciones de montaje y ensamble. El sistema de producción modular, se define como un área determinada de trabajo para manufacturar un producto, se trabaja en equipo con flujo continuo, se procesa pieza por pieza desde la primera operación hasta su empaque final.

2.1.2 ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN?

La automática se puede definir como un conjunto de procedimientos y métodos para el reemplazo del operador en tareas y mentales físicas asignadas. A partir de esta definición se dice que la automatización es la aplicación de la automática en los procesos. El proceso es la parte del sistema, que a partir de la entrada, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos batch, discretos y continuo más conocidos como procesos industriales.⁴

La salida de los procesos en forma continua es una característica de los procesos continuos entre los ejemplos más relevantes se encuentran; la generación de electricidad y la purificación de agua. Por otro lado la salida en forma de unidades o número de piezas es una característica de los procesos discretos. En cambio la salida en lotes de material es una característica de los procesos batch como por ejemplo la producción de bebidas gaseosas.

⁴ http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/954/7/Capitulo_2.pdf



Figura II.1. Automatización

Fuente: http://www.schneider-electric.com.mx/documents/solutions/solution/PLANTSTRUXURE_SCHC208.pdf

2.1.3 OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

Lograr una eficiencia en la producción, disminuyendo los costos y aumentando la calidad de la misma.⁵

Mejorar las condiciones de trabajo del personal, eliminando los trabajos forzosos e incrementando la seguridad.⁵

Disminuir el tiempo de mantenimiento y además que el operador no necesite tener vastos conocimientos para realizar este proceso.⁵

Realizar operaciones imposibles o difíciles de controlar manualmente, ensambles en miniatura, procesos rápidos, manejo de materiales peligrosos.⁵

Mejorar la calidad de los productos eliminando el error humano mediante los procesos automatizados.⁵

⁵ <http://www.grupo->

[master.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion.htm](http://www.grupo-master.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion.htm)

Economizar la mano de obra de forma que un trabajo realizado por dos o más operarios lo realice una sola máquina.⁵

2.1.4 APLICACIONES

La automatización es muy utilizada en las industrias de alimentos, bebidas, refinerías de petróleo, productos químicos, automóviles, etc. En donde el proceso en determinada etapa necesita ser automático⁶. Gracias al empleo de los dispositivos los programables la automatización avanza a pasos agigantados, debido a que estos dispositivos me permiten el control completo de un proceso. En la industria existen un sin número de aplicaciones a continuación enunciaremos algunas de estas:



Figura II.2. Aplicaciones automatización

Fuente: http://www.schneider-electric.com.mx/documents/solutions/solution/PLANTSTRUXURE_SCHC208

- En los invernaderos la automatización ha permitido un avance enorme en el control de tiempos y adquisición de datos que me permiten realizar tareas con precisión, realizar el riego, proceder a abonar cuando sea requerido, etc.
- El manejo de productos químicos altamente tóxicos y reducción del tiempo de manejo de estos, además de la versatilidad de los dispositivos y sensores

⁶ <http://canaleslicla.files.wordpress.com/2013/10/capitulo2.pdf>

programables y demás periféricos que se requieren para realizar los diferentes procesos en la industria química, ha sido fundamental para optimizar sus producciones.

- La automatización también se encuentra presente para el aprendizaje de los pilotos en cuanto a las nuevas técnicas de manejo, de tal forma que puedan interpretar de forma rápida y con precisión la cantidad de información en tiempo real y devolverlos en forma de datos útiles.
- La industria automotriz en constante competencia, siempre busca mejorar sus tiempos de producción, obtener productos de mejor calidad, mejorar sus procesos de ensamblaje y manufactura, reducir desperdicios y de esta forma garantizar sustentabilidad, para lo cual la automatización es su mejor aliada.

2.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

2.2.1 DEFINICIÓN

La fabricación y la producción industrial es un sistema en el cual sus diferentes partes se deben relacionar y de esta manera aprovechar al máximo sus recursos.⁷

⁷ https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/447/42495/1/Documento1.pdf



Figura II.3. Producción

Fuente: https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/447/42495/1/Documento1.pdf

Las operaciones desarrolladas en los sistemas de producción se pueden ajustar siguiendo diversos criterios:

- Mayor producción
- Menor costo

2.2.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MODULAR (MPS)

El sistema de producción modular MPS plantea los desafíos correctos y ofrece entornos de aprendizaje adecuados para las exigencias más variadas.⁸ Es un área determinada, de trabajo donde se manufactura un producto, se trabaja en equipo con flujo continuo, procesando pieza por pieza en los distintos módulos de producción, hasta su empaque final. Los sistemas de producción modular responde a las exigencias y desafíos tales como:

- Producciones individuales o variadas
- Manejo de técnicas para el accionamiento

⁸ <http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/mps-el-sistema-de-produccion-modular-del-modulo-a-la-fabrica-didactica.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjU4NS43NjMx>

- Manejo fluido informaciones y materiales
- Control moderno y versátil
- El sistema de transferencia MPS es relativamente de tamaño pequeño, pero puede combinarse también con líneas de fabricación en red

Las estaciones MPS se suministran con mesa móvil, dejan espacio para el control, están montadas por completo y pueden constituir la base de instalaciones de formación más complejas.⁸

2.3 SISTEMAS DE CONTROL

2.3.1 INTRODUCCIÓN

En la cotidianidad de la vida aparecen un sin número de objetivos que exigen ser cumplidos, por ejemplo, se necesita controlar la temperatura y la humedad de las casas, edificios para tener un ambiente ideal de estancia o de trabajo. Se requiere controlar que un automóvil o un avión se muevan de forma segura y exacta. Un ser humano es capaz de realizar una gran cantidad de tareas, incluyendo tomar decisiones. Algunas de estas tareas tales como coger objetos y caminar de un punto a otro se realizan en forma rutinaria. Bajo ciertas condiciones, algunas de estas tareas se realizan de la mejor forma posible. En los últimos años, los sistemas de control han tomado un rol fundamental en el desarrollo y avance de la humanidad a la par con los avances tecnológicos. Prácticamente cada aspecto de las actividades de nuestra vida diaria está afectando por algún tipo de sistema de control. La aplicación de los sistemas de control en la industrial moderna se encuentran al pedir de boca en los procesos tales como; control de calidad de productos manufacturados, líneas de ensamble automático, control de máquinas-

herramienta, tecnología espacial y sistemas de armas, control por computadora, sistemas de transporte, sistemas de potencia, robótica y muchos otros.⁹

2.3.2 COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE CONTROL

En términos técnicos, los objetivos se llaman salidas, o variables controladas. En general, el objetivo de un sistema de control es controlar las salidas en alguna forma prescrita mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control.



Figura II.4. Componentes de un sistema de control

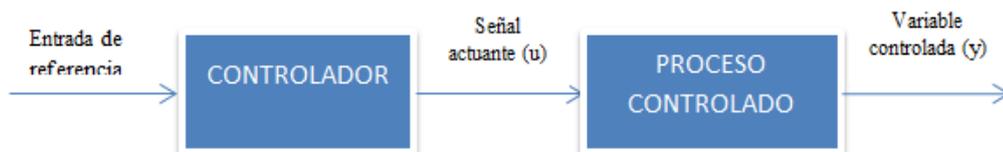
Fuente: Kuo Benjamin; 2010. Editado por; Cesar Rodriguez, Diego Tenelema

2.3.3 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

2.3.3.1 SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO ABIERTO

Son sistemas no complejos que se denominan sistemas de control de lazo abierto, no es difícil ver que estos sistemas no pueden satisfacer requerimientos de desempeño críticos.⁹

La lavadora eléctrica es un ejemplo de un sistema de control en lazo abierto, porque, generalmente, el tiempo de lavado es determinado por el juicio o estimación de



operador humano.

⁹ Kuo Benjamin; 2010

Figura II.5. Componentes de un sistema de control en lazo abierto
Fuente: Kuo Benjamin; 2010. Editado por; Cesar Rodriguez, Diego Tenelema

2.3.3.2 SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO CERRADO

Lo que hace falta en el sistema de control en lazo abierto para que sea más exacto y más adaptable es una conexión o realimentación desde la salida hacia la entrada del sistema.⁹ Para obtener un control más exacto, la señal controlada y debe ser realimentada y comparada con la entrada de referencia, y se debe enviar una señal actuante proporcional a la diferencia de la entrada y la salida a través del sistema para corregir el error. Un sistema con una o más trayectorias de realimentación como el que se acaba de describir se denomina sistema de lazo cerrado.⁹

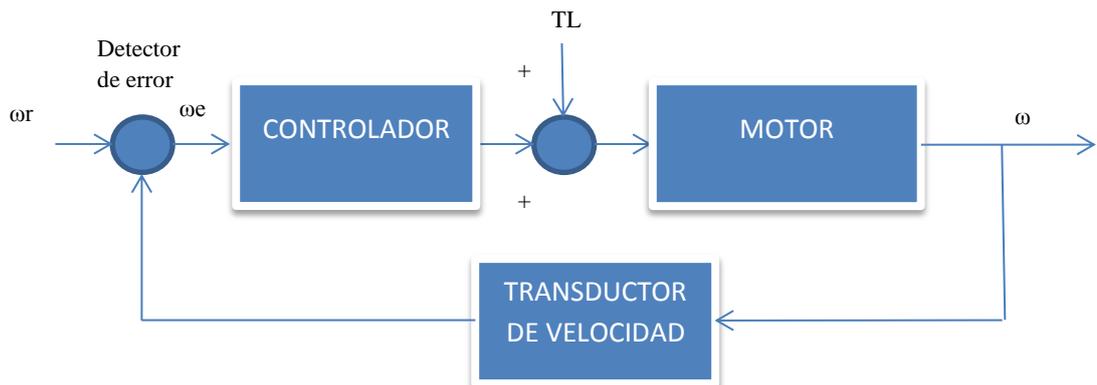


Figura II.6. Componentes de un sistema de control en lazo cerrado
Fuente: Kuo Benjamin; 2010. Editado por; Cesar Rodriguez, Diego Tenelema

CAPÍTULO III

3 ELEMENTOS NEUMÁTICOS, ACTUADORES Y SENSORES

3.1 VÁLVULAS NEUMÁTICAS

3.1.1 INTRODUCCIÓN

Genéricamente, se denomina válvula a una pieza que sirve para cerrar o abrir un orificio o conducto, o para interrumpir la comunicación entre dos órganos. En neumática, la válvula es el elemento de mando que determina las características del circuito, debiendo poseer cualidades decisivas para actuar sobre los elementos o parámetros que intervienen en el proceso operativo del circuito neumático. Las válvulas neumáticas son los dispositivos que dirigen y regulan el aire comprimido; gobiernan la salida y la entrada, el cierre o habilitación, la dirección, la presión y el caudal de aire comprimido. Pudiendo en general clasificarse como válvulas direccionales o auxiliares.¹⁰

¹⁰ <http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/valvulas-distribuidoras.html>

3.1.2 VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS

Determinan la ruta que debe de tomar el flujo de aire dentro de un sistema neumático. Las válvulas distribuidoras son utilizadas para el arranque, paro y sentido de paso. Poseen varias aberturas (vías) que determinan el camino que debe tomar el aire comprimido. A continuación se exponen las válvulas distribuidoras más usadas.

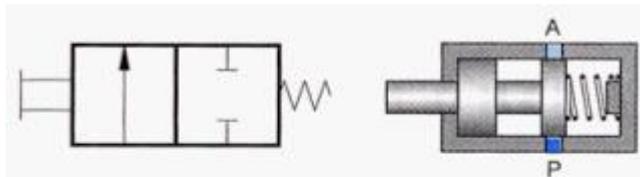


Figura III.7. Válvula Distribuidora

Fuente: <http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/valvulas-distribuidoras.html>

3.1.2.1 VÁLVULAS 3/2

Estas válvulas permiten controlar el suministro de aire que ingresa en un cilindro de simple efecto sin desviarlo. Cuando la válvula está activada el aire comprimido circula fácilmente hacia los actuadores neumáticos, de lo contrario el aire sale mediante el orificio de escape.¹⁰

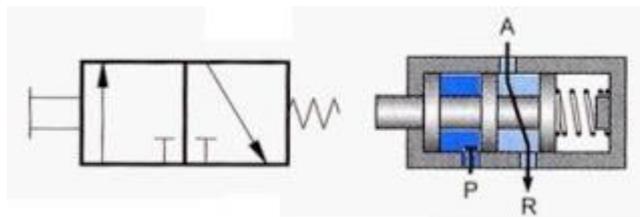


Figura III.8. Válvula 3/2

Fuente: <http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/valvulas-distribuidoras.html>

3.1.2.2 VÁLVULAS 5/2

Estas válvulas poseen 5 vías y dos posiciones de control. Cuando la válvula está en funcionamiento el aire circula por los orificios 1 y 4, mientras que al desactivarse el aire escapa por medio de los orificios 5 y 3.

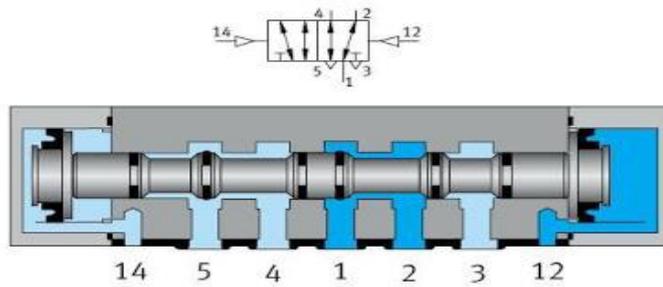
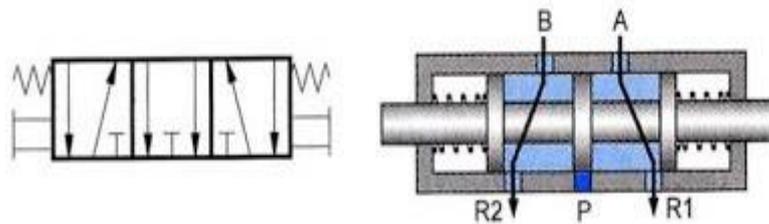


Figura III.9. Válvula 5/2

Fuente: <http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/valvulas-distribuidoras.html>

3.1.2.3 VÁLVULAS 5/3

Poseen las mismas funciones que las válvulas 5/2, sin embargo la tercera posición permite bloquear el cilindro que se está controlando, lo cual imposibilita la alimentación y el escape del aire comprimido de cualquiera de las cámaras del cilindro de doble



efecto.¹⁰

Figura III.10. Válvula 5/3

Fuente: <http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/valvulas-distribuidoras.html>

3.1.3 VÁLVULAS ANTIRETORNO

Las válvulas antirretorno impiden la libre circulación del flujo de aire en un sentido, pero este puede abrirse paso por el sentido contrario manteniendo su presión constante.

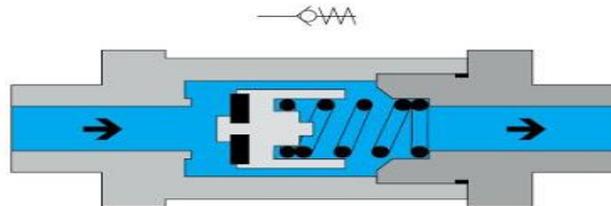


Figura III.11. Válvula Antirretorno

Fuente: <http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/valvulas-de-bloqueo.html>

3.1.3.1 VÁLVULA ANTIRETORNO PILOTADA

Cuando la presión en la entrada 1 es superior a la de la salida 2, el aire comprimido puede circular fácilmente hacia los actuadores neumáticos. Su funcionamiento es similar a la válvula antirretorno simple. Además esta válvula posee una línea de pilotaje 12, la cual libera el obturador, permitiendo que el aire circule en la dirección 2.¹⁰

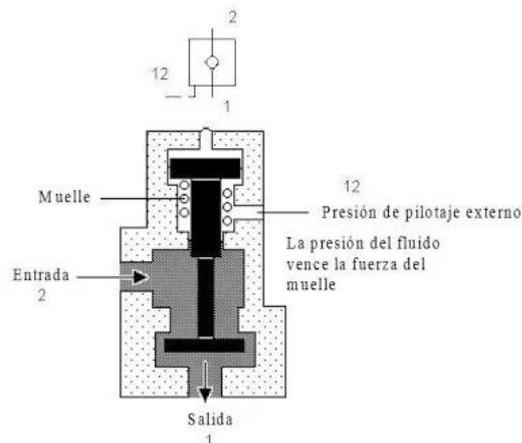


Figura III.12. Válvula Antirretorno Pilotada

Fuente: <http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/valvulas-de-bloqueo.html>

3.1.4 VÁLVULAS DE REGULACIÓN DE CAUDAL

Estas válvulas controlan la cantidad de aire comprimido que debe circular a través de las mismas, este caudal es regulado en los 2 sentidos de flujo. La velocidad de actuación de un cilindro se ve afectada directamente por las válvulas de regulación de caudal.¹⁰

3.1.4.1 VÁLVULA DE ESTRANGULACIÓN REGULABLE

Un tornillo permite realizar la estrangulación del paso de aire comprimido hacia los actuadores neumáticos, modificando el caudal a presión en ambos sentidos.

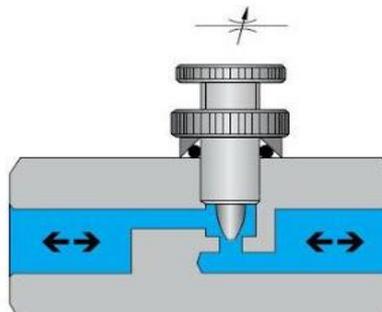


Figura III.13. Válvula de estrangulación regulable

Fuente: <http://industrial-automatica.blogspot.com/2010/09/valvulas-de-flujo-caudal.html>

3.1.4.2 VÁLVULA DE ESTRANGULACIÓN REGULABLE CON ANTIRRETORNO

El aire circula normalmente en un sentido pero en el sentido contrario el aire se ve estrangulada lo cual quiere decir que no genera la misma presión.

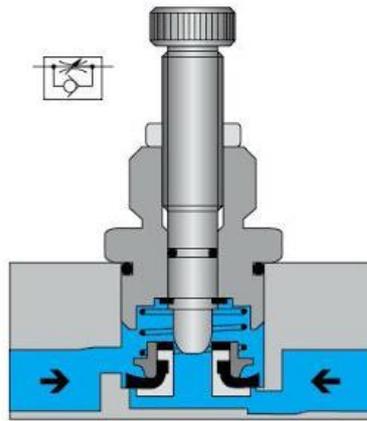


Figura III.14. Válvula de estrangulación regulable con antirretorno

Fuente: <http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/valvulas-de-flujo-caudal.html>

3.2 UNIDAD DE MANTENIMIENTO NEUMÁTICA

3.2.1 INTRODUCCIÓN

La unidad de mantenimiento permite filtrar las impurezas que origina el compresor al momento de aspirar el aire ya que sus filtros no pueden eliminar completamente las partículas presentes en el aire atmosférico. Las partículas líquidas que se encuentran en el aire pueden ocasionar daños a las instalaciones neumáticas causando el temprano deterioro en los ejes, vástagos de los actuadores disminuyendo la duración de los diferentes elementos neumáticos. Este tipo de inconvenientes pueden ser eliminados mediante la utilización de la unidad de mantenimiento.¹¹

¹¹ <http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>



Figura III.15. Unidad de Mantenimiento

Fuente: http://www.parker.com/literature/brazil/m1001_br_neumatica.pdf

3.2.2 FILTRO DE AIRE COMPRIMIDO

Está encargado de extraer las impurezas y el agua condensada presentes en el aire.

Los filtros son fabricados en diferentes modelos, además poseen drenajes que pueden ser accionados en modo manual y automático. Generalmente los depósitos son contruidos en material irrompible y transparente los cuales pueden limpiarse con cualquier detergente.¹²

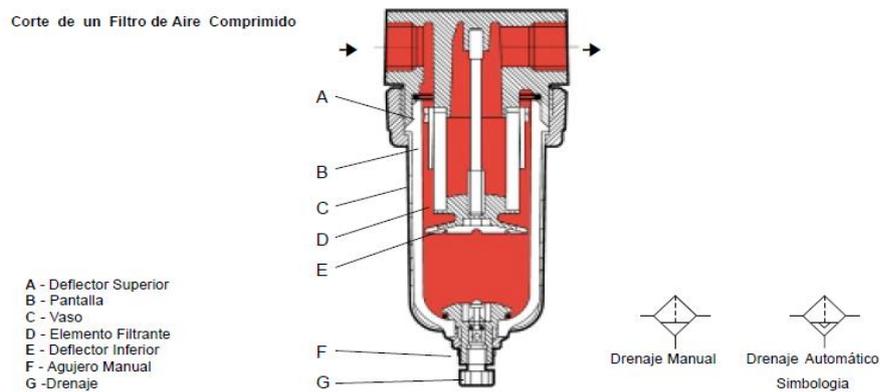


Figura III.16. Filtro de Aire Comprimido

Fuente: http://www.parker.com/literature/brazil/m1001_br_neumatica.pdf

¹² http://www.parker.com/literature/brazil/m1001_br_neumatica.pdf

3.2.3 REGULACIÓN DE PRESIÓN

Está encargado de mantener la presión de trabajo lo más constante posible, las variaciones de presión que se originan en la red principal no afectará el desempeño de los diferentes elementos neumáticos.

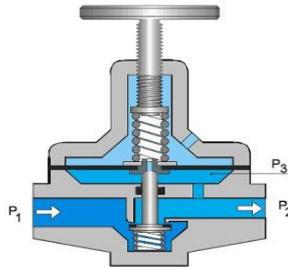


Figura III.17. Filtro de Aire Comprimido

Fuente: <http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>

3.3 MANGUERA DE POLIURETANO US98A, US95A

Son tubos de costo moderado, con buenas prestaciones y gran flexibilidad, aptos para instalaciones fijas o móviles en donde la durabilidad deba considerarse. Se obtienen radios de curvatura pequeños, aún en frío. Se adaptan bien a cambios de dirección y tienen buena resistencia a condiciones de presión pulsante. Poseen un amplio rango de temperaturas de trabajo.¹³

¹³ <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccinalaNeumtica.pdf>

Tabla III.I. Características de la manguera de poliuretano US98A, US95A

Fuente:

<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccionalaNeumatica.pdf>

Diam. Ext. Del tubo (mm)	Radio mínimo de curvatura en frío (mm)	Presión de trabajo (bar)	
		10... 35°C	36... 50°C
4	40	10	6
6	45	10	5
8	65	9	4.5
10	75	9	4.5
12	80	8	4
16	85	8	4

3.4 RACORES

3.4.1 DESCRIPCIÓN

Son los elementos que permiten vincular los tubos de conducción a los componentes neumáticos.¹⁴ Un gran avance en el campo del conexionado lo constituyen los denominados conectores instantáneos, en los cuales la estanqueidad y el cierre se obtienen simplemente introduciendo y empujando con la mano el tubo dentro del conector. Son aptos para presiones de hasta 18bares (dependiendo del diámetro del tubo y la temperatura) y se suministran para diámetros de hasta 14mm. Por su extraordinaria concepción y facilidad de conexionado, la aplicación resulta ideal en circuitos neumáticos complejos, en los cuales la tarea de conexión se ve notablemente simplificada, o bien en circuitos que deban ser desconectados con cierta frecuencia, para satisfacer necesidades de puesta a punto, mantenimiento, reemplazos, etc. En la

¹⁴ <http://www.sicontrol.com/racores.htm>

selección de conectores es importante tener en cuenta el concepto de pasaje total de los mismos. El conector no debe representar un estrechamiento innecesario respecto del tubo con que va conectado o el diámetro nominal del componente, de lo contrario se produciría una disminución del caudal circulante.

3.5 COMPRESOR

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. El aire comprimido proviene del compresor y llega a las instalaciones (demanda), a través de tuberías. Los compresores móviles se utilizan en la rama de la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente.¹⁵

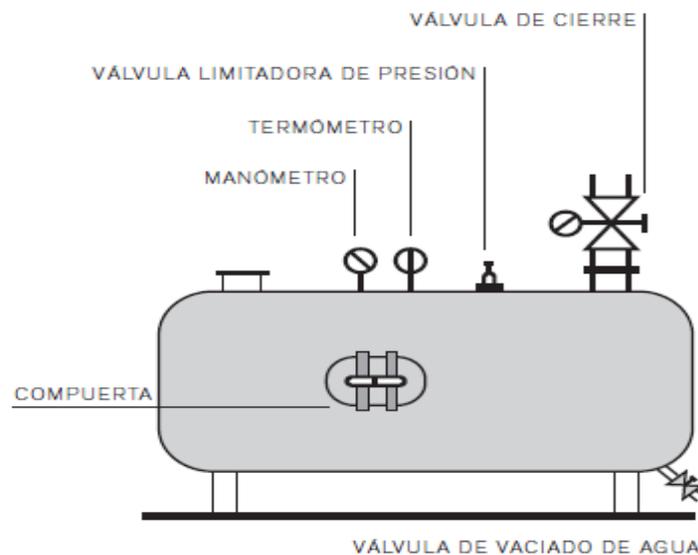


Figura III.18. Filtro de Aire Comprimido

Fuente: <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccinalaNeumtica.pdf>

¹⁵ <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccinalaNeumtica.pdf>

3.6 ACTUADOR DE GIRO

3.6.1 INTRODUCCIÓN

En estos actuadores, la fuerza se transmite al eje de salida directamente mediante una aleta giratoria. El ángulo de giro puede ajustarse de modo continuo desde 0° hasta 184° (DSRL-10 y 12: 0 - 181°).¹⁶ El sistema de topes ajustables va separado de la aleta de tal forma que las fuerzas son absorbidas por los topes. En las posiciones finales, la amortiguación se efectúa mediante placas de material sintético. El piñón libre está constituido por una pieza que se monta en el eje de salida del actuador giratorio DSR. Este piñón permite convertir el movimiento giratorio oscilante del actuador en un movimiento sincronizado y homogéneo. El eje del actuador se mueve hacia la derecha o izquierda, con lo que es posible obtener un avance intermitente y ajustable. En todos los casos, el ángulo de giro mínimo es de 0,4°. La exactitud de los movimientos depende de



la velocidad y de la carga.

Figura III.19. FESTO DSR 16-180-P

Fuente: http://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/DSR_ES.PDF

¹⁶ http://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/DSR_ES.PDF

3.6.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla III.II. Datos Técnicos

Fuente: http://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/DSR_ES.PDF

Diámetro del émbolo	10	12	16	25	32	40
Conexión neumática	M3	M5	M5	M5	G1/8	G1/4
Construcción	Cilindro con aleta basculante					
Detección de posiciones	Eléctrico					
	Neumática					
	Inductivo					
Tipo de fijación	Mediante taladros					
	Con accesorios					

3.6.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

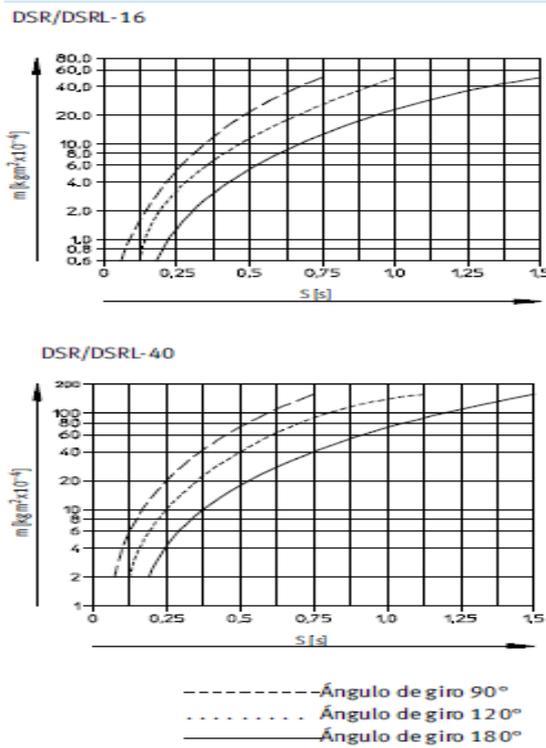


Figura III.20. Curvas Características de FESTO DSR 16-180-P

Fuente: http://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/DSR_ES.PDF

3.7 ACTUADOR LINEAL

3.7.1 INTRODUCCIÓN

Es un cilindro estándar tipo Din, el cuerpo del cilindro se atornilla a cualquier tipo de base lo cual nos permite flexibilidad al momento del diseño.¹⁷



Figura III.21. Airtac Cilindro Compacto ACPS

Fuente: <http://sp2.airtac.com/upload/201108290305315006.PDF>

Es un cilindro estándar tipo Din, el cuerpo del cilindro se atornilla a cualquier tipo de base lo cual nos permite flexibilidad al momento del diseño.

3.7.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla III.III. Especificaciones Técnicas

Fuente: <http://sp2.airtac.com/upload/201108290305315006.PDF>

Tamaño de diámetro (mm)	20	40	60	80	100
Tipo de acción	Tipo doble efecto Tipo simple efecto – empujar				
Medio	Aire				
Presión de Trabajo	Doble acción	0.1 – 1MPa (14 – 145Psi)			
	Simple acción	0.2 – 1MPa (28 – 145Psi)			
Presión de prueba	1.5MPa(215Psi)				
Temperatura °C	-20 a 80				
Rango de Velocidad (mm/s)	Doble a efecto: 30 a 500 Simple efecto: 50 a 500				

¹⁷ <http://sp2.airtac.com/upload/201108290305315006.PDF>

3.8 CILINDRO DE GIRO

3.8.1 INTRODUCCIÓN

La operación de sujeción debe llevarse a cabo dentro de la carrera de sujeción y no puede ser desempeñada dentro de la carrera giratoria.¹⁸ La sujeción debe ser vertical a los ejes de los cilindros. Después de que los componentes se sujetan, no se mueven los componentes.

Una recomendación importantísima es que antes de que el cilindro esté conectado a las tuberías, hay que cerciorarse que la tubería esté completamente limpia para evitar las impurezas que podrían entrar en el cilindro.



Figura III.22. Cilindro de Giro ACK

Fuente:

http://es.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=41&c_%20kind4=54&c_kind5=123&id=49

¹⁸ <http://es.airtac.com/upload/201404150259527296.PDF>

3.8.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla III.IV. Especificaciones Técnicas

Fuente: <http://es.airtac.com/upload/201404150259527296.PDF>

Tamaño de diámetro (mm)	25	32	40	50	63
Tipo de acción	Tipo doble efecto				
Medio	Aire				
Presión de Trabajo	0.15 - 1.0MPa (22 – 145Psi)				
Presión de prueba	1.5MPa(215Psi)				
Temperatura °C	-20 a 80				
Rango de Velocidad (mm/s)	30 a 300				

3.8.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

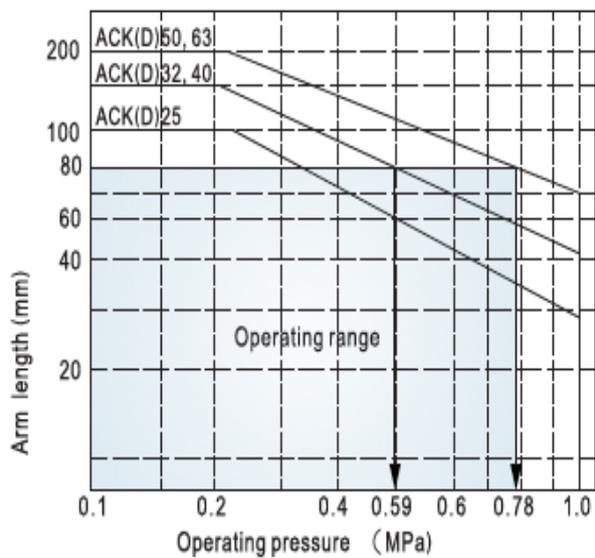


Figura III.23. Rango de operación del Cilindro de Giro ACK

Fuente: <http://es.airtac.com/upload/201404150259527296.PDF>

3.9 PINZA NEUMÁTICA

3.9.1 INTRODUCCIÓN

Este modelo de pinza usa una única estructura de pistón, el cual le da buena sujeción.¹⁹ Integrado con la válvula de flujo variable, es fácil y conveniente para ajustar la velocidad de apertura y cierre. Además que permite una amplia y razonable gama de ángulos de agarre.



Figura III.24. Pinza Neumática HFY Airtac

Fuente:

http://es.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=41&c_kind4=54&c_kind5=315&id=222

3.9.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla III.V. Especificaciones Técnicas

Fuente: <http://es.airtac.com/upload/201404150234178506.PDF>

Tamaño de diámetro (mm)	6	10	20	25	32
Tipo de acción	Tipo doble efecto Tipo simple				
Medio	Aire				
Presión de Trabajo	Doble acción	0.15 – 0.7MPa (22 – 100Psi) (1.5 – 7.0bar)			
	Simple acción	0.3 – 0.7MPa (45 – 100Psi) (3.0 – 7.0bar)			
Lubricación	Cilindro: No requiere Pinza: Grasa lubricante				
Temperatura °C	-20 a 70				
Frecuencia Max.	180(c.p.m)				

¹⁹ <http://es.airtac.com/upload/201404150234178506.PDF>

3.9.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

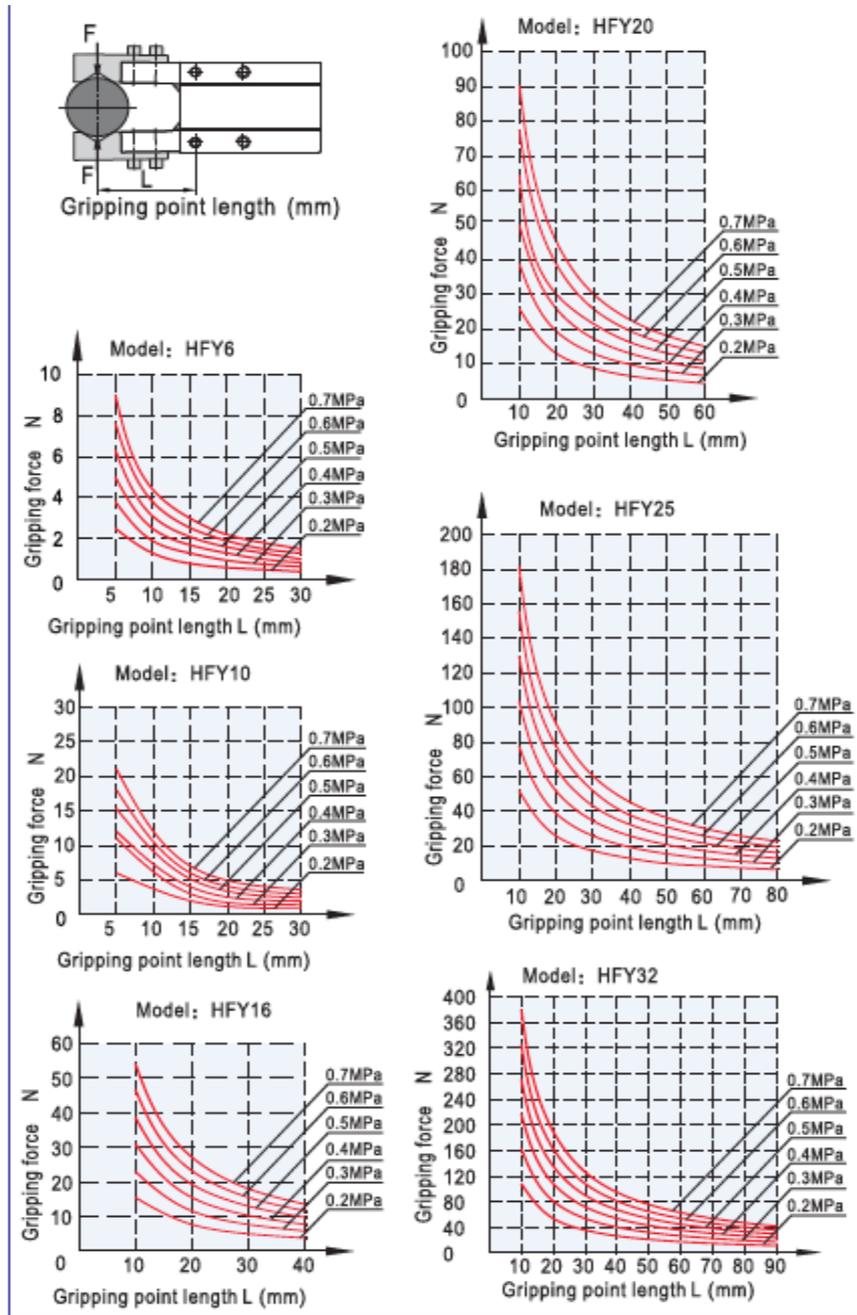


Figura III.25. Curvas de Funcionamiento HFY Airtac
Fuente: <http://es.airtac.com/upload/201404150234178506.PDF>

3.10 SENSORES

3.10.1 ¿QUÉ ES UN SENSOR?

Un sensor es un dispositivo capaz de transformar una magnitud física en una eléctrica, que por lo general es realizado en 3 etapas; el fenómeno físico es interpretado por el sensor e inmediatamente transformado en señal eléctrica dependiendo del valor de la variable, posteriormente esta señal es convertida en voltaje para finalmente la señal es procesada por un conversor analógico digital y luego ser amplificada.²⁰

3.10.2 SENSORES FOTOELÉCTRICOS

Es un dispositivo electrónico que permite detectar objetos mediante un haz de luz, un elemento emisor está encargado de generar la señal de tal forma que cuando un objeto pasa a través de esta fuente de luz se refleja, entonces un elemento receptor percibe la señal creada por el emisor y permite obtener la señal en forma de voltaje el cual puede llevarse hacia un controlador.

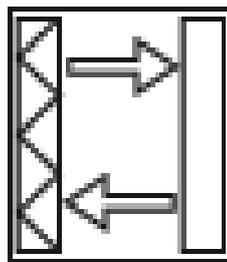


Figura III.26. Símbolo del Sensor Fotoeléctrico

Fuente: Los Autores

Fueron creados especialmente para la detección, clasificación y el posicionamiento de objetos, pueden detectar formas, colores y diferentes superficies independientemente de las condiciones ambientales.

²⁰ http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/53454/Sensoren_Broschuere_es_bV08_M.pdf

Estos sensores utilizan leds para generar la señal, la luz emitida por estos leds pueden ser verde, rojo, amarillo, infrarrojo, etc. Siendo los colores más usados el rojo y el infrarrojo.

Los receptores de luz más ampliamente utilizados son los fototransistores debido a la sensibilidad que ofrecen estos dispositivos al entrar en contacto con una fuente de luz.

3.10.2.1 SENSOT FOTOELÉCTRICO SICK WTB4-3P2162

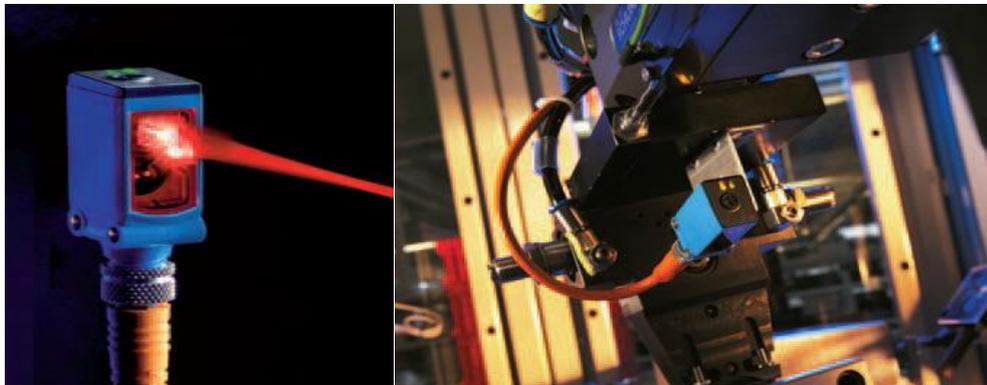


Figura III.27. Aplicaciones del sensor SICK WTB4-3P2162

Fuente:

<https://www.mysick.com/eCat.aspx?go=FinderSearch&Cat=Row&At=Fa&Cult=English&FamilyID=425&Category=Produktfinder&Selections=36111>

Características²¹

- Punto de luz intensa con la tecnología LED PinPoint
- Sensor de luz IR disponibles bajo petición
- Rango de detección de 4-150 mm

²¹

<https://www.mysick.com/eCat.aspx?go=FinderSearch&Cat=Row&At=Fa&Cult=English&FamilyID=425&Category=Produktfinder&Selections=36111>

- Sensor con supresión de fondo disponible con haz de luz láser como
- Ajuste bien a través de pulsador Teach-in, 5-turn potenciómetro, cable o IO-Link
- Segundo LED emisor diseñada para la supresión de antecedentes brillantes
- Rangos de detección flexibles y ajustes de histéresis
- La función de bloqueo de teclas, aprendizaje remoto, monitoreo de la calidad

Ventajas²¹

- Detección segura de objetos independientemente de su color y consistencia
- Diseño de la máquina inteligente asegura una integración de bajo costo debido a la flexibilidad de montaje en áreas con espacio limitado
- Mejor en su clase de supresión de fondo y una alta inmunidad a la luz ambiente, garantizando la detección de objetos fiable
- Sistema de montaje resistente con insertos metálicos roscados M3 reduce el mantenimiento los costos debido a una larga vida útil
- Detección precisa con un alto nivel de precisión de repetición debido a un intenso punto de luz con la tecnología PinPoint LED
- Ajuste de formato rápido y fácil
- Fácil control del estado del sensor
- La función de bloqueo de teclas y descarga de parámetros evitan ajustes incorrectos

Especificaciones Técnicas

Tabla III.VI. Características del sensor SICK WTB4-3P2162

Fuente:

<https://www.mysick.com/eCat.aspx?go=FinderSearch&Cat=Row&At=Fa&Cult=English&FamilyID=425&Category=Produktfinder&Selections=36111>

Principio del sensor/de detección:	Palpador fotoeléctrico, Supresión de fondo
Dimensiones (An x Al x Pr):	16 mm x 39,5 mm x 12 mm
Alcance de detección máx.:	4 mm ... 150 mm 1)
Alcance:	15 mm ... 150 mm 2)
Tipo de luz:	Luz roja visible
Fuente de luz:	LED puntual 3)
de onda:	650 nm
Aprendizaje:	Single teach-in button
Tamaño del punto de luz (distancia):	Ø 7 mm (50 mm)

Tabla III.VII Características Mecánicas/Electrónicas del sensor SICK WTB4-3P2162

Fuente:

<https://www.mysick.com/eCat.aspx?go=FinderSearch&Cat=Row&At=Fa&Cult=English&FamilyID=425&Category=Produktfinder&Selections=36111>

Tensión de alimentación:	10 V DC ... 30 V DC 1)
Ondulación:	< 5 Vss 2)
Consumo de corriente:	≤ 20 mA 3)
Salida de aviso:	PNP
Modo de conmutación:	Conexión por luminosidad
Corriente de salida Imáx.:	≤ 100 mA
Tiempo de respuesta:	< 0,5 ms 4)

Switching frequency:	1.000 Hz 5)
Tipo de conexión:	Connector M8, 3-pin
Protección de circuito:	A, C, D 6) 7) 8)
Clase de protección:	III
Peso:	30 g
Material de la carcasa:	ABS, Plástico
Material de elementos ópticos:	PMMA
Grado de protección:	IP 66, IP 67
Operación a temperatura ambiente:	-40 ° C ... 60 ° C
Almacenamiento a temperatura ambiente:	40 ° C ... 75 ° C
-	

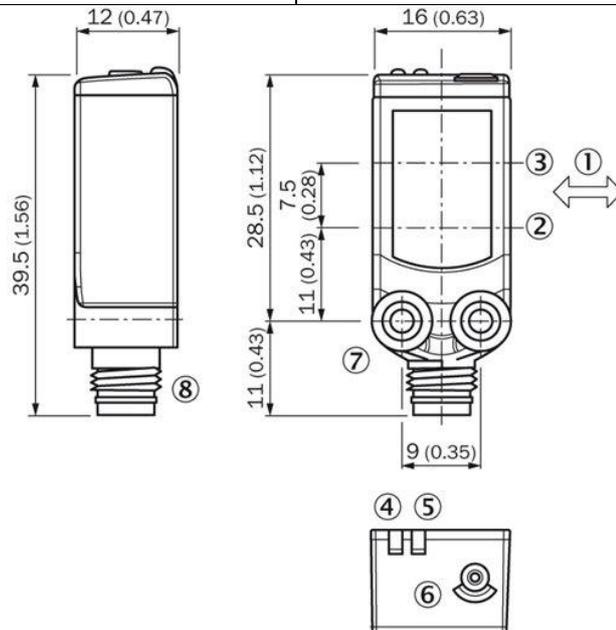


Figura III.28. Dimensiones del sensor SICK WTB4-3P2162

Fuente:

<https://www.mysick.com/eCat.aspx?go=FinderSearch&Cat=Row&At=Fa&Cult=English&FamilyID=425&Category=Produktfinder&Selections=36111>

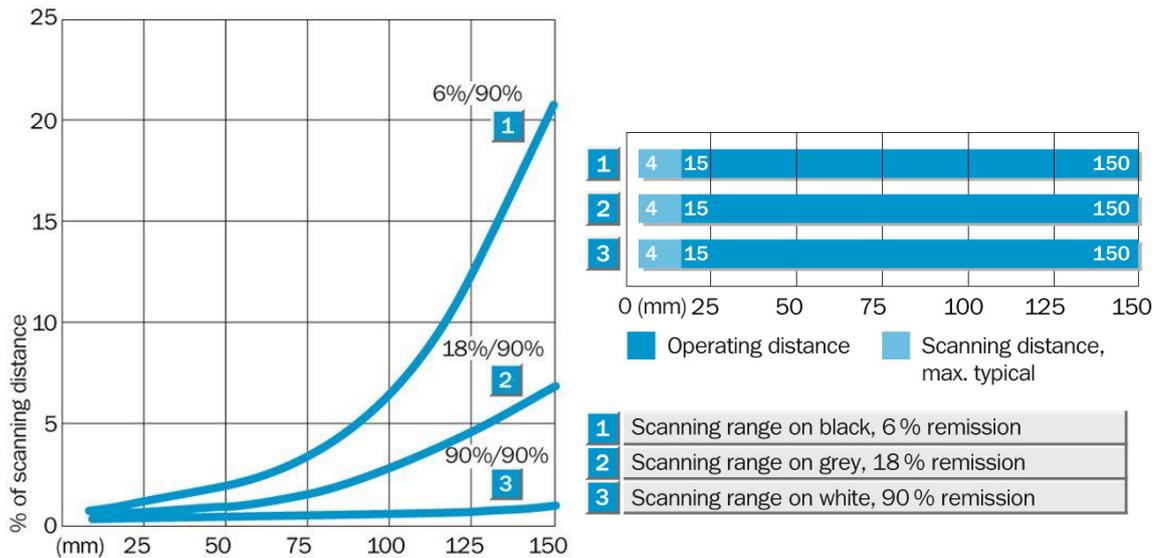


Figura III.29. Curva característica del sensor SICK WTB4-3P2162

Fuente:

<https://www.mysick.com/eCat.aspx?go=FinderSearch&Cat=Row&At=Fa&Cult=English&FamilyID=425&Category=Produktfinder&Selections=36111>

3.10.2.2 SENSOR FOTOELÉCTRICO W100-P1432



Figura III.30. Sensor y Símbolo SICK W100-P1432

Fuente:

<https://www.mysick.com/partnerPortal/ProductCatalog/DataSheet.aspx?ProductID=54002>

Características²²

- Carcasa en miniatura estándar con rosca M3 orificios de montaje
- Óptica con LED rojo estándar o la luz brillante del LED

²² <https://www.mysick.com/partnerPortal/ProductCatalog/DataSheet.aspx?ProductID=54002>

- Disponible como un fondo sensor de supresión o como un sensor de proximidad energética

Conmutación claro / oscuro y ajuste de la sensibilidad por medio de conmutador giratorio posible (según el tipo)

- Amplia variedad de accesorios disponibles (según el tipo)

Ventajas²²

- Punto de luz de alta visibilidad permite una alineación rápida y fácil
- Agujeros roscados M3 montaje proporcionan una fácil instalación

Características Técnicas

Tabla III.VII. Características Mecánicas/Electrónicas del sensor SICK W100-P1432

Fuente:

<https://www.mysick.com/partnerPortal/ProductCatalog/DataSheet.aspx?ProductID=54002>

Principio del sensor/de detección:	Palpador fotoeléctrico, energético
Dimensiones (An x Al x Pr):	11 mm x 31 mm x 20 mm
Housing design (light emission):	Cuboidal, Slim
Alcance de detección máx.:	0 mm ... 900 mm 1)
Alcance:	0 mm ... 700 mm
Tipo de luz:	Luz roja visible
Fuente de luz:	LED 2)
Longitud de onda:	680 nm

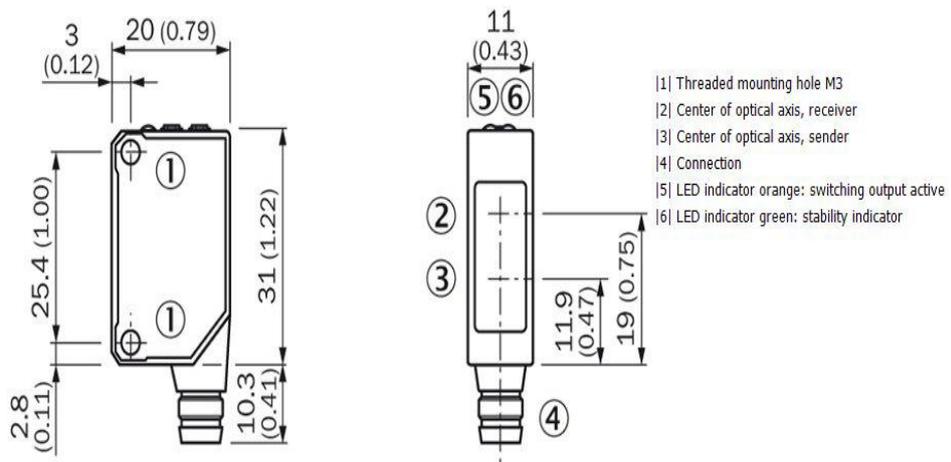


Figura III.31. Dimensiones sensor SICK W100-P1432

Fuente:

<https://www.mysick.com/partnerPortal/ProductCatalog/DataSheet.aspx?ProductID=5400>

2

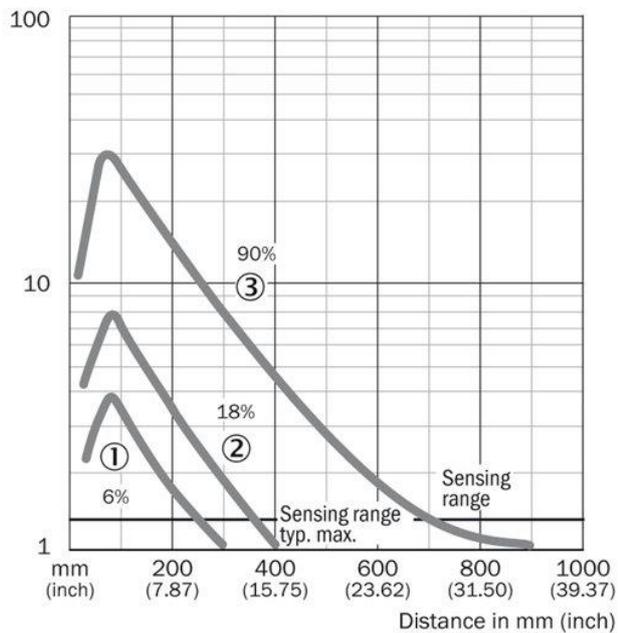


Figura III.32. Curva característica SICK W100-P1432

Fuente:

<https://www.mysick.com/partnerPortal/ProductCatalog/DataSheet.aspx?ProductID=5400>

2

3.10.2.3 SENSOR FOTOELÉCTRICO SICK MH15-P2347



Figura III.33. Sensor SICK MH15-P2347

Fuente: <http://sensorstrade.com/media/pdf/53417/sick-mht15-p2347-datasheet.pdf>

Características²³

- Variante Energética con una distancia de detección de largo
- 100 mm o 350 mm distancias de detección para la vivienda recta, 90 mm o 250 mm

(Cada uno con 90 % de remisión) para cajas de ángulo recto

- Se incluyen accesorios de montaje (tuercas M18 y el anillo elástico)

Ventajas²³

- Confiablemente detecta y coloca las piezas sin un reflector, el ahorro de tiempo de instalación y los costos
- Montaje empotrado mediante anillo elástico reduce el tiempo de instalación y evita obstrucciones al flujo de material en los sistemas transportadores

²³ <http://sensorstrade.com/media/pdf/53417/sick-mht15-p2347-datasheet.pdf>

- MHT15 es compatible con los sensores de la competencia para el reemplazo fácil que ahorra tiempo y costes de instalación

Tabla III.VIII. Características sensor SICK MH15-P2347

Fuente: <http://sensorstrade.com/media/pdf/53417/sick-mht15-p2347-datasheet.pdf>

Características	
Principio de detección	Palpador fotoeléctrico, energético
Longitud	35.8 mm
Eje óptico	Axial
Alcance de detección max.	10 mm – 350 mm
Tipo de luz	Luz infrarroja
Fuente de luz	LED
Longitud de onda	950 nm
Angulo de dispersión	4.5°

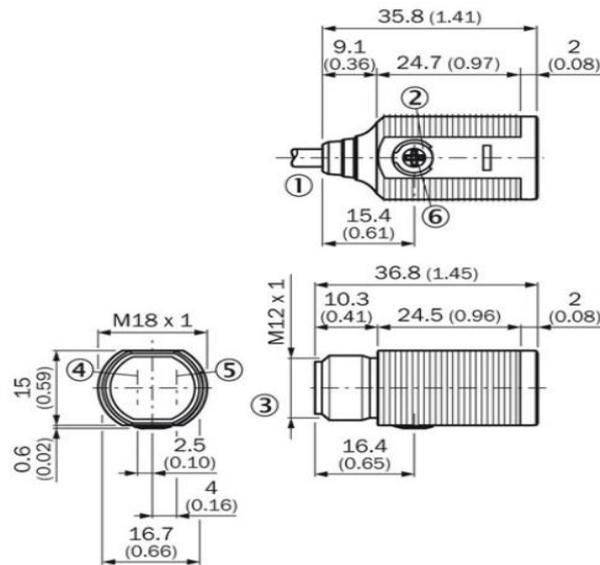


Figura III.34. Dimensiones sensor SICK MH15-P2347

Fuente: <http://sensorstrade.com/media/pdf/53417/sick-mht15-p2347-datasheet.pdf>

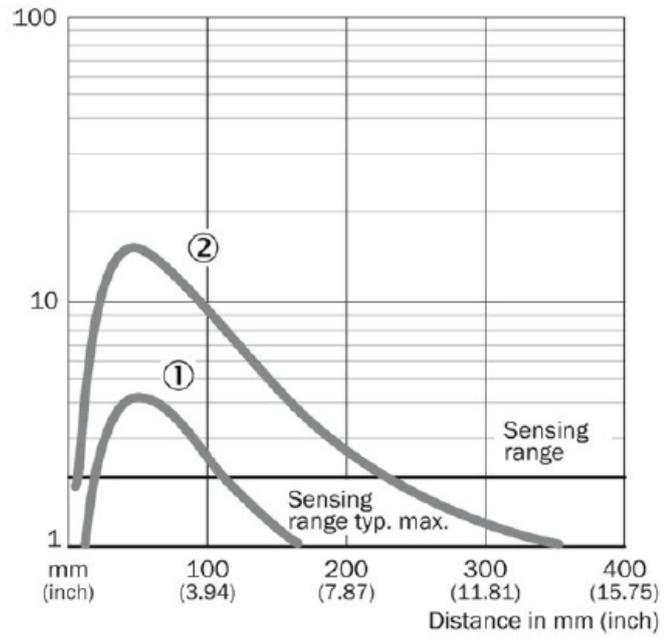


Figura III.35. Curva característica sensor SICK MH15-P2347
Fuente: <http://sensorstrade.com/media/pdf/53417/sick-mht15-p2347-datasheet.pdf>

CAPÍTULO IV

4 HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADOS EN LA ESTACION DE GIRO

4.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

4.1.1 INTRODUCCIÓN

También conocido como Autómata programable es un dispositivo electrónico destinado a controlar un proceso electromecánico o el funcionamiento de una maquina en tiempo real monitoreando sus entradas y dependiendo de su estado activa o desactiva sus salidas. Capacidad de ser programado o reprogramado de una manera rápida y eficaz según los requerimientos del usuario. Fueron diseñados para sustituir a los relés utilizados en los circuitos secuenciales, ya que estos dispositivos requerían mucho espacio al momento de automatizar un proceso. Los PLC son utilizados normalmente para realizar el control de procesos secuenciales, los cuales pueden tener diferentes etapas sucesivas donde el PLC ejecuta la tarea siempre y cuando las condiciones dadas en el programa se hayan cumplido satisfactoriamente.²⁴

²⁴ <http://books.google.com.ec/books?id=o7yP4sPRCyEC&pg=PA103&lpg=PA103&dq=tipos+de+plc+libro&source>.



Figura IV.36. Controlador Lógico Programable

Fuente: <http://es.slideshare.net/dorissaravia/controlador-lgico-programable>

4.1.2 FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC

- **Redes de Comunicación**

Permiten realizar la comunicación y el intercambio de información entre autómatas en tiempo real, de esta manera se puede intercambiar tablas de memoria en poco tiempo.²⁵

- **Sistemas de Supervisión**

Los PLC's permiten la comunicación con ordenadores equipados de un software de monitoreo. Para establecer esta comunicación el PLC debe estar conectado a una red industrial o simplemente al puerto serie del ordenador.

- **Control de procesos continuos**

Los PLC's tienen funciones capaces de realizar el control de procesos continuos. Estos dispositivos llevan incorporados módulos analógicos de entrada y salida, además poseen la capacidad de realizar control PID.²⁵

- **Entradas y Salidas distribuidas**

²⁵ <http://es.scribd.com/doc/227383815/Automatas-Programables-y-Sistemas-de-Automatizacion-Parte-1>.

Los módulos de entrada/salida pueden estar distribuidos por todo el establecimiento y comunicarse con el PLC por medio de un cable de red.

- **Buses de campo**

Los sensores y actuadores se pueden conectar al bus por medio de un solo cable de comunicación, de esta manera se reemplaza el cableado tradicional. El PLC revisa cíclicamente el estado de los sensores y actualiza el estado de los accionadores.

4.1.3 CLASIFICACIÓN DE PLC

PLC NANO

Es de tipo compacto capaz de manejar un conjunto limitado de entradas y salidas, por lo general inferiores a 100. Puede manejar módulos digitales de entradas y salidas además de otros módulos especiales.²⁶



Figura IV.37. PLC Nano

Fuente: <http://www.infopl.net/noticias/item/600-micro800-la-nueva-gama-de-micro-controladores-y-software-de-rockwell>

PLC COMPACTO

Este tipo de PLC's tienen un modulo principal en el cual llevan incorporado la Fuente de alimentacion, su CPU y módulos de entrada salida los cuales permiten manejar alrededor de 500 I/O, pueden soportar una gran variedad de modulos especiales.²⁵

²⁶ <http://es.slideshare.net/carlosalbertogamboa/tipos-de-plcs-8089865?related=1>

Estos módulos son:

- Entradas y salidas análogas.
- Módulos contadores rápidos.
- Módulos de comunicaciones.
- Interfaces de operador.
- Expansiones de I/O.

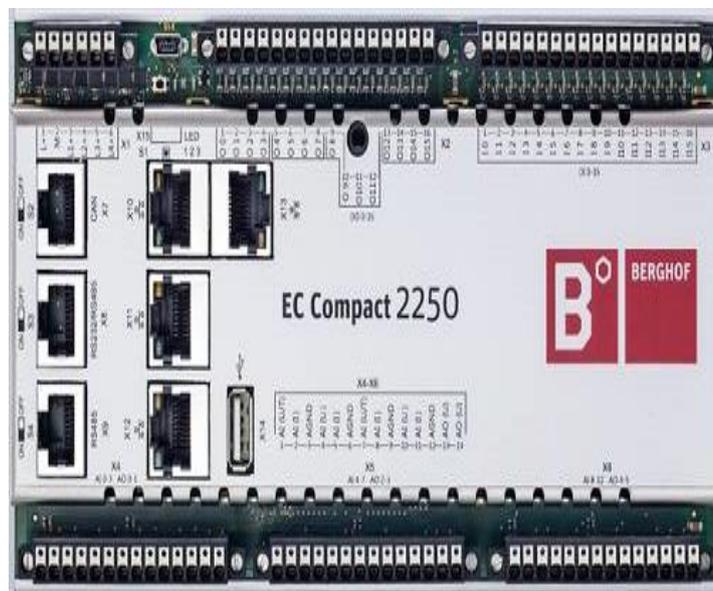


Figura IV.38. PLC Compacto

Fuente: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Controlador-PLC-compacto-Ethercat-Berghof-EC2250-119636.html>

PLC MODULAR

Este tipo de PLC está constituido por un grupo de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Rack.
- Fuente de Alimentación.

- CPU.
- Módulos de I/O.



Figura IV.39. PLC Modular

Fuente: <http://www.inatech.com.mx/plc-modulares-serie-1.html>

4.1.4 APLICACIONES

El campo de Aplicación es muy amplio debido a que el PLC posee características únicas de diseño. Las permanentes mejoras realizadas tanto en hardware como en software permiten que la mayoría de aplicaciones lleven incorporado un PLC en su sistema de control llegando a ser un dispositivo fundamental en el desarrollo industrial.²⁷

Las aplicaciones pueden darse en instalaciones donde es necesario realizar un proceso de control, señalización o maniobra, su reducido tamaño, su rapidez de montaje y la

²⁷ <http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia>

</Seminarario%20de%20Aut/trabajos/trabajos%202002/PLC/plc.htm>.

capacidad de almacenar programas hacen de este dispositivo esencial en los procesos industriales.

Ejemplo de Aplicaciones:

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

4.1.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El uso del PLC debe estar estrictamente justificado de acuerdo al proceso que deseamos automatizar ya que la solución de algunos problemas no siempre implicará la utilización de un Controlador Programable, debemos evitar convertirlo en el remedio de todos los problemas.

Ventajas²⁸

- Se puede instalar en espacios muy reducidos.
- El tiempo empleado en la instalación es menor.
- Se puede realizar modificaciones sin tener que cambiar el cableado.
- Un PLC puede administrar varios actuadores.
- Menor tiempo de respuesta.
- Capacidad de comunicación entre Autómatas.

²⁸ <http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/Presentaci%C3%B3n%20P.L.C..pdf>.

- Puede realizar tareas muy complejas.
- Su programación es sencilla.
- El costo de instalación es relativamente bajo.

Desventajas²⁸

- Mano de obra calificada para la manipulación de estos dispositivos.
- Destinado a trabajar en entornos apropiados.
- El costo del dispositivo es mayor.

4.1.6 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

GRAF CET

Apareció en Francia a mediados de los años 70, creado por un grupo de fabricantes de autómatas decididos a establecer un estándar de diseño lógico para controladores programable. Al principio los métodos utilizados en el automatismo eran exclusivamente intuitivos los cuales eran desarrollados por técnicos expertos y con experiencia.

El grafcet simplificó estos métodos mediante un diagrama funcional más sencillo el cual describía el proceso que se deseaba automatizar, tomando en cuenta las acciones a realizar y las transiciones que provocaban dichas acciones. Hoy en día grafcet se ha

convertido en una herramienta indispensable al momento de automatizar un proceso secuencial de gran complejidad.²⁹

- **Etapas**

El desarrollo de un proceso está representado por medio de un esquema grafcet, el cual está compuesto por un gran número de etapas consecutivas, las mismas que representan sus estados. Estas etapas llevan asociadas una o varias tareas que se ejecutaran en el proceso.

Cada etapa está representada por un cuadrado que lleva un número en su interior para indicar el orden que ocupa esta etapa dentro del esquema. Las etapas iniciales se marcan con un cuadro doble.

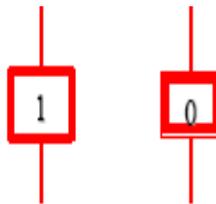


Figura IV.40. Representación de las etapas
Fuente: <http://es.enc.tfode.com/GRAF CET>

- **Líneas de Evolución**

Las líneas de evolución son las encargadas de unir todas las etapas consecutivas en un esquema grafcet. Si dos líneas aparentan estar cruzadas los programadores deben interpretarlas como líneas independientes.



²⁹ http://www.eii.uva.es/~fergay/II/PLC_GRAF CET.pdf

Figura IV.41. Líneas de Evolución
Fuente: <http://es.enc.tfode.com/GRAFCET>

- **Acción Asociada**

Cada etapa puede tener una o varias acciones asociadas que se ejecutarán durante el proceso, estas acciones se simbolizan con rectángulos unidos a las etapas y situados a la derecha del mismo.

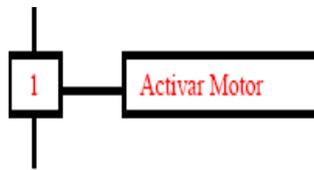


Figura IV.42. Acción Asociada
Fuente: <http://es.enc.tfode.com/GRAFCET>

- **Las transiciones**

En general los procesos se componen de varias etapas consecutivas que se activan una a continuación de otra dependiendo si se cumplen o no las condiciones lógicas de transición.

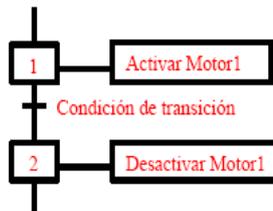


Figura IV.43. Condiciones de transición
Fuente: <http://es.enc.tfode.com/GRAFCET>

- **Secuencia Lineal**

La estructura mas sencilla que se puede realizar es la secuencia lineal que consiste en una serie de etapas unidas mediante líneas de evolución y condiciones lógicas de transición.

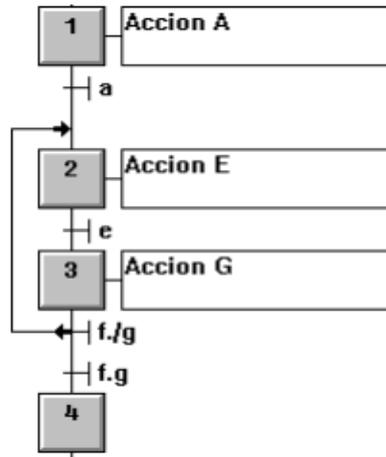


Figura IV.44. Secuencia básica grafcet

Fuente: http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/grafcet_resumen.pdf

- **Divergencia y Convergencia en “o”**

Este tipo de estructuras son conocidos también como bifurcaciones y son utilizados cuando el proceso presenta diferentes rutas a seguir.

Estas ramificaciones deben confluir en un solo punto de convergencia en “o”, es decir que la estructura debe cerrarse completamente y no puede existir caminos abiertos.

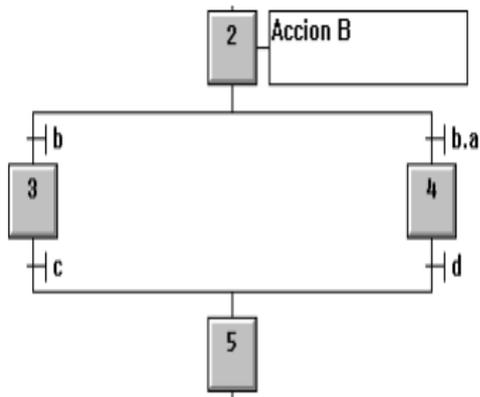


Figura IV.45. Divergencia y Convergencia en “o”

Fuente: http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/grafcet_resumen.pdf

- **Divergencia y Convergencia en “y”**

Llamados también bifurcaciones, esta estructura se encarga de accionar simultáneamente varios subprocesos a la vez siempre que las condiciones de transición se cumplan. El punto de divergencia será el inicio para que la secuencia se desarrolle por varios caminos ejecutando diversas tareas.

La convergencia en “y” implica que todas las tareas que se ejecutan en un proceso deben finalizar para que la secuencia siga evolucionando.

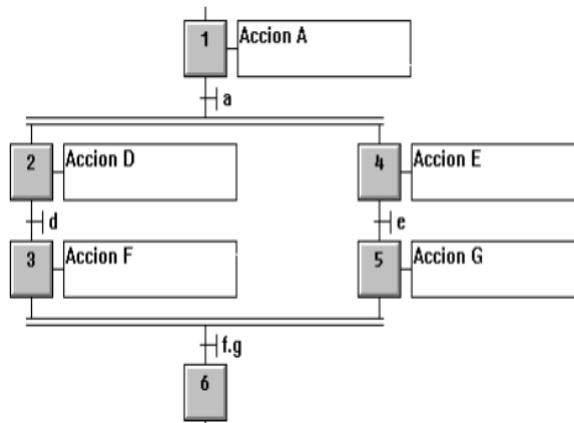


Figura IV.46. Divergencia y Convergencia en “y”
Fuente: http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/grafcet_resumen.pdf

DIAGRAMA DE CONTACTOS (LADDER)

El lenguaje Ladder es de tipo gráfico conocido también como lenguaje de escalera, nace a partir de los diagramas de relés. Su desarrollo es relativamente sencillo, lo que permite a este lenguaje ser uno de los más utilizados por los autómatas programables. El IEC normalizó todos los símbolos que se utilizan en la programación, los mismos que son empleados por todos los fabricantes de Controladores Programables.³⁰

Los símbolos más conocidos son:

Tabla IV.IX. Símbolos básicos Ladder
Fuente: Los Autores

³⁰ <http://es.slideshare.net/rukita04/proy-1>

	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO
	CONTACTO NORMALMENTE CERRADO
	ASIGNACIÓN DE SALIDA

- **Los Contactos**

Son variables de tipo booleano que pueden tomar los valores de verdadero o falso, de estos elementos depende la activación o no de las salidas.

Los contactos pueden ser abiertos o cerrados.

Los contactos abiertos al activarse se cerrarán.

Los contactos cerrados al activarse se abrirán.

- **Memorias**

También conocidos como relés internos o marcas son utilizados para memorizar diferentes estados del proceso que más adelante serán usados en el programa.

Se las asigna una letra M como identificador seguido de un número asociado a una etapa del proceso.

- **Temporizadores**

Cuenta el tiempo para que un proceso se mantenga activado, cuando el temporizador alcanza un determinado valor de tiempo (tiempo meta) activa o desactiva unos

contactos internos. Es necesario indicar al temporizador las condiciones requeridas para empezar a temporizar.

Estas condiciones pueden ser parecidas a las demás líneas de programación ladder, es decir poseerán contactos abiertos o cerrados en serie o en paralelo.

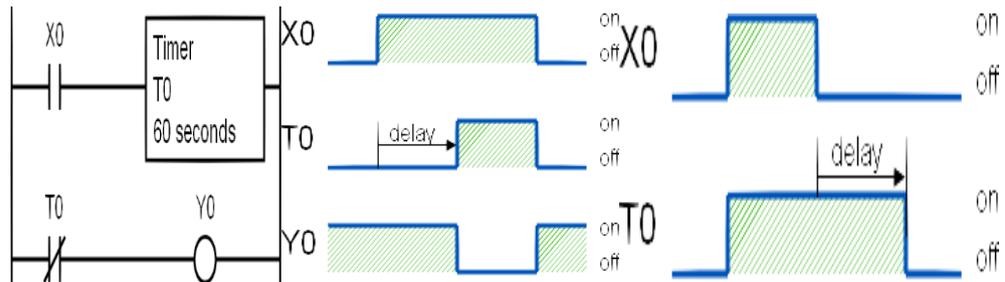


Figura IV.47. Funcionamiento del temporizador

Fuente: http://www.plcdev.com/making_an_off_timer_from_an_on_timer

- **Contadores**

Son memorias capaces de almacenar un valor numérico, este valor puede aumentar o decrementar de acuerdo a su configuración.

El contador puede estar activado o desactivado, esto depende del valor numérico que se le otorgue al momento de realizar la programación.

- **Operaciones Matemáticas**

Las operaciones matemáticas son muy necesarias al momento de manipular variables analógicas por esta razón se han incorporado operaciones fundamentales como la suma, la resta, la multiplicación, la división, el desplazamiento de bits, etc.

- **Operaciones de Comparación**

Los comparadores permiten relacionar números del mismo tipo (Byte o Word) entre ellos. Estas comparaciones son:

Tabla IV.X Instrucciones de Comparación

Fuente: Los Autores

!= F	Igualdad
> < F	Desigualdad
> F	Mayor
< F	Menor
> = F	Mayor o igual
< = F	Menor o igual

- **Instrucciones SET y RESET**

La instrucción SET activará memorias o salidas cada vez que reciba un pulso.

Mientras que la instrucción RESET las desactivará con otro pulso.

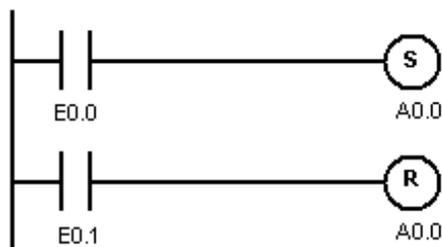


Figura IV.48. Funciones Set y Reset

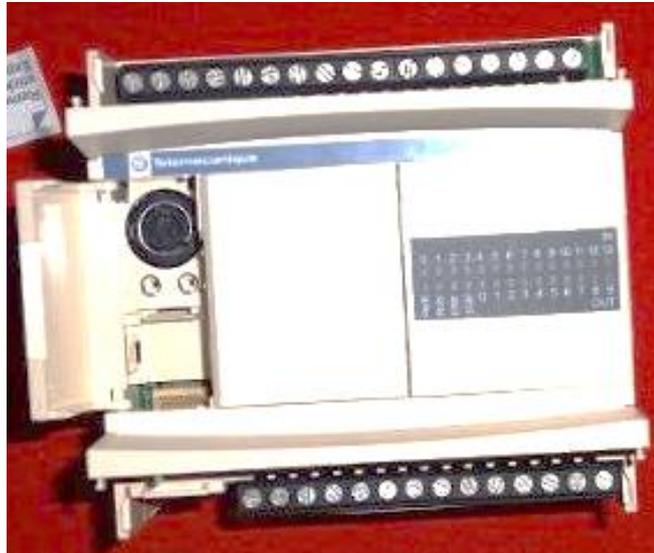
Fuente: http://www.automatas.org/siemens/tutorial_s5_5.htm

4.2 TELEMECANIQUE TWIDO TWDLCAA24DRF

Descripción

Este tipo de controladores son conocidos como controladores compactos debido a que poseen una gran cantidad de entradas/salidas agrupadas en un espacio reducido, además permiten añadir módulos opcionales que pueden ser analógicos y de comunicación.

Los controladores programables TWDLCAA24DRF pueden soportar hasta 4 módulos



de ampliación de entradas/salidas.³¹

Figura IV.49. Controlador Programable TWDLCAA24DRF

Fuente: <http://preciod.com/br/clp-telemecanique-schneider-twido-twdlcaa24drf-asDhF/preco->
html

Los controladores compactos TWDLCAA24DRF incluyen:

- Dos tapas rotarias que cubren las borneras de conexión.
- Puerta de acceso rotatoria para ingresar al conector de programación
- Un conector tipo mini-DIN para la conexión del cable de programación
- Visualizador numérico
- Borneras para la alimentación del controlador y para la conexión de entradas/salidas
- Conector para módulos de ampliación

³¹ <http://www.schneider-electric.com/>

- Un visualizador para verificar el estado de las salidas/entradas
- Conector para expandir los puertos de comunicación serie
- Borneras para la alimentación del PLC
- Conector para cartucho de memoria o para reloj calendario

4.2.1 CARACTERÍSTICAS

El controlador posee las siguientes características:

- Posee 14 entradas de 24V DC
- Posee 10 salidas de 24V DC accionadas por relé
- Las entradas y salidas son conectados a borneras con tornillos desenchufables
- Soporta 4 módulos de ampliación
- Soporta un total de 88/152 entradas/salidas
- La memoria puede almacenar 30000 instrucciones
- Protección incluida por fusible interno
- Tensión nominal de 100-240V AC
- Enlace serie RS 485
- Incorporado con funciones PID

4.2.2 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

El controlador programable compacto puede intercambiar información utilizando diferentes tipos de protocolos de comunicación, los cuales se conectan mediante el conector mini-DIN de 8 contactos. Los protocolos son:

- Toma terminal Half-duplex

- Modbus maestro/esclavo RTU/ASCII o modo de caracteres
- Remote link, traslado de entradas/salidas

4.2.3 COMUNICACIÓN MODBUS

Este protocolo de comunicación se encuentra situado en el nivel 7 del modelo OSI, fue diseñado por Modicon en el año de 1979 para sus diferentes modelos de controladores programables, están basados en la arquitectura maestro esclavo.³²

Hoy en día el protocolo de comunicación modbus es uno de los más usados en todos los entornos industriales debido a las siguientes razones:

- Fácil implementación
- Es público
- Maneja grandes bloques de datos sin ninguna restricción

Su funcionamiento es muy sencillo, simplemente el maestro pregunta por la información mientras que el esclavo debe responder a esa interrogante.

A lo largo de los años este protocolo ha ido evolucionando dando como resultado al protocolo Modbus TCP/IP aumentando el grado de conectividad de dispositivos. El protocolo modbus puede ser utilizado para crear una red de controladores con un solo maestro o simplemente para realizar comunicación entre el PLC y el HMI.

³² <http://www.tolaemon.com/docs/modbus.htm>

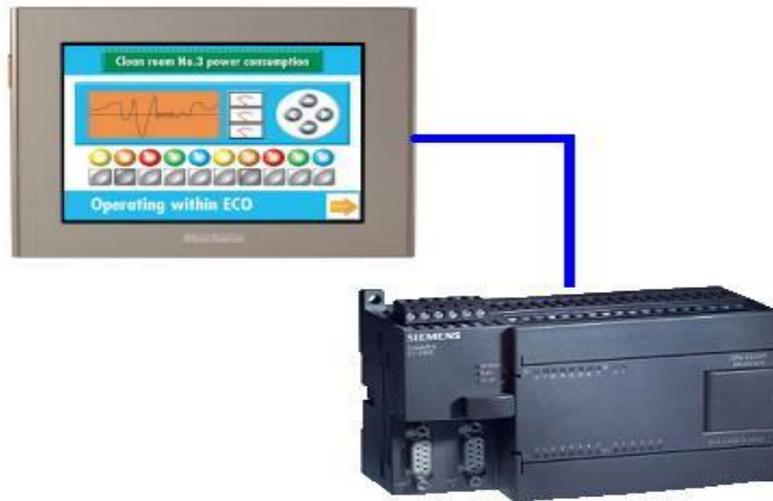


Figura IV.50. Protocolo de comunicación modbus
Fuente: http://www.tecnoing.com/p_auto_plc.aspx

4.3 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN TWIDOSUITE

4.3.1 DESCRIPCIÓN

TwidoSuite es un software de programación de Controladores Lógicos que permite desarrollar programas utilizando el diagrama de contactos (LADDER) para aplicaciones industriales. También permite utilizar el lenguaje de lista de instrucciones aunque este método no es muy utilizado por los programadores.

4.3.2 REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN

TwidoSuite está diseñado para ordenadores personales que ejecuten sistemas operativos como: Windows 2000, Windows XP, Windows Vista. Los requerimientos mínimos para instalar el software son:

- Un procesador Pentium de 466 MHz o superior.
- El ordenador debe tener 128 MB de RAM o superior.
- El disco duro debe tener al menos 100 MB de espacio libre.

4.3.3 CARACTERÍSTICAS

- Tiene un gran número de modelos de Controladores Lógicos.
- Su entorno es gráfico.
- Posibilidad de realizar control PID.
- Se puede configurar diversos protocolos de comunicación.
- Tiene la capacidad de simular los procesos antes de cargarlos al PLC.

4.4 INTERFAZ HUMANO MÁQUINA (HMI)

4.4.1 DEFINICIÓN

Actualmente las industrias necesitan visualizar todos los procesos que se están efectuando durante la fabricación de algún producto, incluso si las condiciones ambientales son extremas. Una solución a este problema ha sido la Interfaz Hombre Máquina la cual permite que los usuarios tengan una interacción directa con el proceso sin poner en riesgo su salud, incluso pueden comunicarse remotamente.³³

³³ <http://www.copadata.com/es/productos/product-features/interfaz-hombre-maquina-hmi.html>.

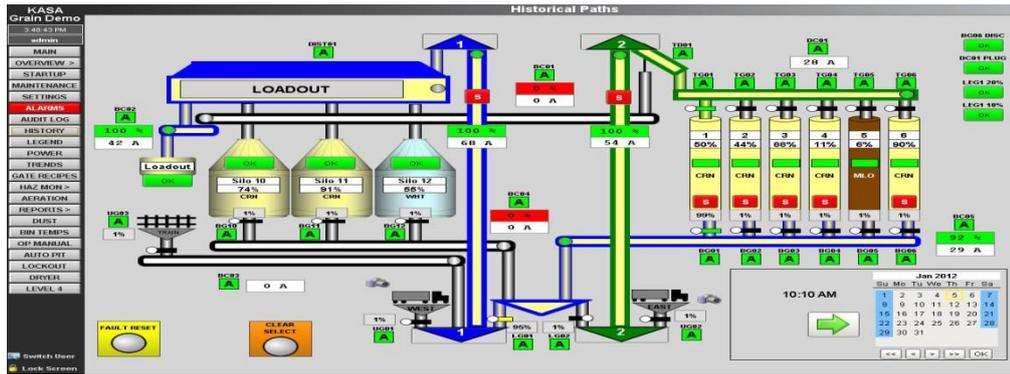


Figura IV.51. Interfaz Humano Máquina
Fuente: <http://kasacontrols.com/automation/hmi>

El campo de utilización es amplio ya que su entorno gráfico permite que el usuario tenga una mejor comprensión del proceso. Su uso puede ir desde una interfaz para video juego hasta el control de una planta de procesamiento. El avance tecnológico ha permitido desarrollar interfaces más avanzadas como la interfaz BCI.

4.4.2 SOFTWARE HMI

La programación consiste en la manipulación de objetos, este entorno de programación se encuentra en softwares como:

- Visual C++
- Visual Basic
- Delphi
- Java
- Object Pascal

Sin embargo existen softwares que tienen incorporado paquetes especiales para realizar aplicaciones HMI de una forma rápida y sencilla, estos son:

- WinCC

- Wonderware Intouch
- Labview
- Unity Pro
- Lookout

4.4.2.1 FUNCIONES

- **Monitoreo**

Capacidad para obtener datos y mostrarlas en pantalla en tiempo real, estos datos pueden ser numéricos o gráficos.

- **Supervisión**

Está relacionada con el monitoreo, permite ajustar diferentes condiciones de funcionamiento desde la computadora.

- **Alarmas**

Reconoce eventos no preestablecidos en el PLC y los reporta al operador de manera instantánea

- **Control**

Capacidad para ajustar ciertos valores de control dentro de los límites establecidos en el controlador.

- **Históricos**

Pueden almacenar archivos de datos tomados durante un determinado intervalo de tiempo que posteriormente ayudarán a la corrección de procesos con la finalidad de optimizar los recursos utilizados.

4.4.3 SOFTWARE LOOKOUT DE NATIONAL INSTRUMENTS

Lookout es un programa de entorno gráfico diseñado especialmente para la creación de aplicaciones HMI y SCADA. Lookout se ejecuta en ordenadores que trabajen con sistema operativo Windows XP. Las aplicaciones típicas de Lookout son la supervisión, monitoreo y control de procesos continuos y discretos, además de brindar la posibilidad de realizar sistemas de telemetría remotos.³⁴

4.4.3.1 REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN DE LOOKOUT

Lookout requiere lo siguiente:

- Procesador Pentium de 90 MHz o incluso más rápido, con 322 MB de RAM
- El disco duro debe tener un espacio de 65 a 100 MB por lo menos, esto depende del número de datos históricos que vamos a manejar.
- El ordenador debe trabajar con sistema operativo Windows 2000, Windows NT versión 4, Windows XP, o Windows 98.
- El ordenador debe tener instalado tarjetas de red de trabajo como TCP/IP con la finalidad de aprovechar todas las prestaciones que tiene lookout.

4.4.3.2 ENTORNO GRÁFICO DE LOOKOUT

Lookout presenta las siguientes herramientas para el desarrollo de Aplicaciones HMI:

³⁴ <http://www.ni.com/pdf/manuals/322390d.pdf>.

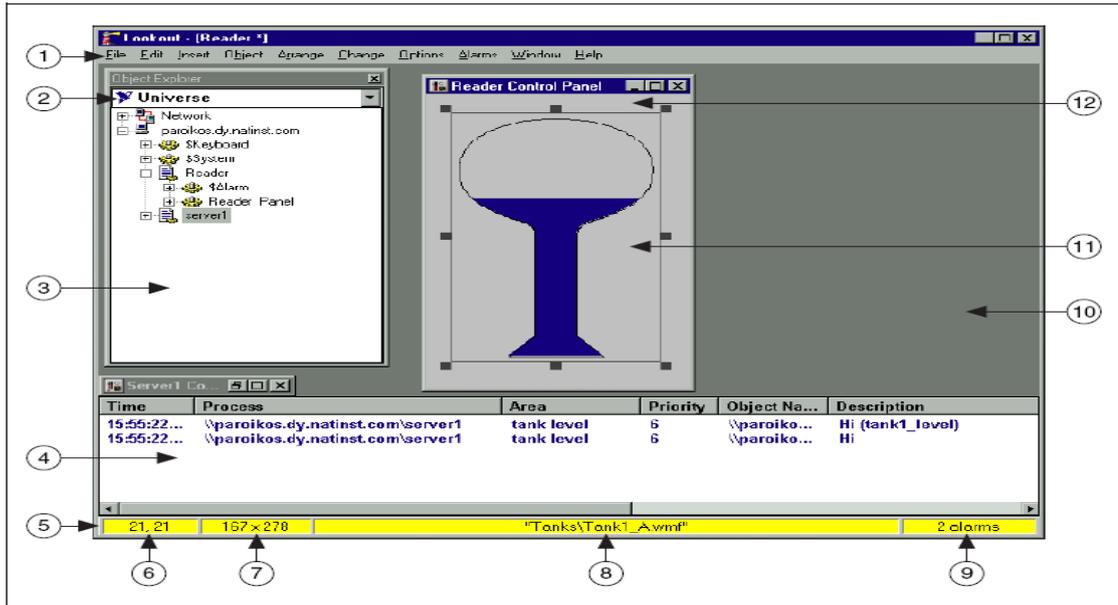


Figura IV.52. Herramientas de Lookout
Fuente: <http://www.ni.com/pdf/manuals/322390d.pdf>

1. Barra de menú
 2. Cuadro de selección de la raíz
 3. Explorador de objetos Lokoout
 4. Vntana de alarmas
 5. Barra de estados
 6. Localización de objetos
 7. Tamaño de objetos
 8. Nombre de objeto
 9. Alarmas activas
 10. Espacio de trabajo Lookout
 11. Elemento de visualización seleccionado
 12. Panel de control de procesos
- **Barra de Menú**

Muestra los comandos de menú que se encuentran disponibles, los cuales cambian cuando Lookout está en modo de ejecución o modo de edición. Estos comandos pueden o no estar a disposición del operador, dependiendo de su nivel de seguridad.

- **Barra de Estados**

Cuando Lookout está en modo de ejecución, la barra de estado es de color gris. La hora y fecha aparecen en el extremo izquierdo de la barra. El nombre de la cuenta del operador viene a continuación seguido del nombre de la compañía, y el estado de alarma que se encuentra en el extremo derecho de la barra de estado.

- **Espacio de trabajo**

El espacio de trabajo es el área que permite ver y operar los paneles de control. Si los paneles de control o sus íconos asociados están parcialmente o completamente fuera del espacio de trabajo visible, Lookout automáticamente muestra barras de desplazamiento horizontal y vertical.

- **Explorador de Objetos**

Es una herramienta útil para explorar y editar Procesos Lookout. Se puede acceder a las funciones de edición haciendo clic derecho en los objetos que aparecen allí. También se puede crear objetos y carpetas dentro de los procesos, organizar los objetos para moverlos de un lugar a otro, arrastrar los objetos que se pueden visualizar y mostrar expresiones en diferentes paneles.

- **Panel de Control**

Los paneles de control proporcionan el área de visualización de cualquier gráfico; interruptores, botones, barras, pantallas digitales, gráficos de tendencias y otros

componentes para el control de las operaciones. Los paneles pueden moverse alrededor de la pantalla con el cursor del ratón.

- **Ventana de Alarmas**

Está ubicado bajo el explorador de objetos. El operador puede elegir mostrar la ventana de alarmas con el comando Opciones de visualización. La ventana de alarmas está configurada para mostrarse en la parte inferior del espacio de trabajo.

4.5 SOLIDWORKS

Es un software diseñado especialmente para la elaboración de piezas mecánicas en 3D muy fácil de manejar en relación a otros softwares similares. Solidworks es una herramienta ideal para diseñar productos de manera virtual en muy poco tiempo.

4.5.1 FUNCIONALIDADES

- Permite trabajar y compartir diseños por red.
- Los diseños pueden someterse a simulaciones.
- Puede realizar cálculos físicos como termodinámicos, resistencia mecánica, y movimiento de fluidos.
- Permite realizar adaptaciones al diseño.
- Tiene la capacidad de predecir el impacto medio ambiental que provocará un determinado producto.
- Los diseños realizados en Solidworks también pueden ser modificados en Autocad
- Permite que el usuario realice operaciones sobre los diseños.

4.5.2 HERRAMIENTAS DE DISEÑO

Solidworks presenta la siguiente pantalla donde se puede visualizar algunas herramientas disponibles para diseñar un sólido.

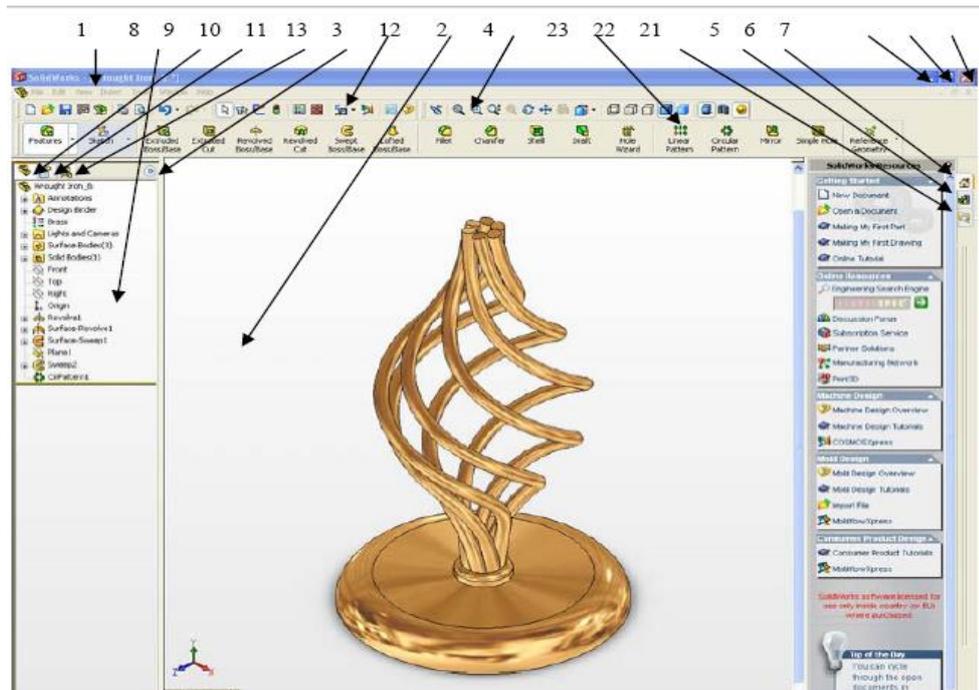


Figura IV.53. Herramientas de Solidworks

Fuente: <http://www.t4.ie/pdf/Teacher%20Manual%20R3.pdf>

- **Barra de Título**

Muestra el nombre del documento activo con un color azul. Las ventanas de documentos inactivos se muestran con una barra de título gris. Si no se han guardado los cambios realizados en un documento, aparece un (*) después del nombre del documento.

- **Menú Principal**

Es un conjunto de menús desplegables ubicados en la parte superior de la interfaz de usuario. El contenido de la barra de menú son tareas dependientes

basadas en el tipo de documento activo. La barra de herramientas de SolidWorks muestran estas funciones, mientras que la barra de menú contiene el juego completo.

- **Barra de herramientas estándar**

Están ubicados debajo del menú principal y consiste en un conjunto de botones de comandos.

- **Barra de Herramientas de diseño**

Cuenta con una serie de botones de comandos de uso común que le permiten ampliar, rotar y observar los diseños en diferentes orientaciones.

- **Minimizar Pantalla**

Reduce la ventana del documento.

- **Maximizar ventana**

Agranda la ventana de visualización a tamaño completo.

- **Cerrar ventana**

Permite cerrar la aplicación. Si el usuario ha realizado algún cambio en el documento, SolidWorks pide que guarde el documento.

- **Administrador de comandos**

Consiste en una barra de herramientas dinámicas que muestran los botones de comando para el tipo de documento que se está trabajando.

- **Administrador de Propiedades**

El Administrador de propiedades muestra íconos de selección los cuales permiten ingresar en las opciones de comandos, donde el usuario puede introducir datos de diseño y los parámetros correspondientes.

- **Mostrar panel de visualización**

Permite expandir o contraer el panel de visualización.

- **Área de Gráficos**

Muestra el montaje de piezas o el dibujo.

- **Puntero**

Indica la posición del ratón y permite seleccionar elementos de la interfaz de usuario.

- **Barra de Estados**

Indica si se trata de un dibujo o pieza que se está editando.

4.5.3 MÓDULOS DE SOLIDWORKS

Solidworks posee tres módulos fundamentales para el mecanizado de piezas tridimensionales, cada una de ellas disponen de potentes herramientas que garantizan el acabado de un elemento mecánico.

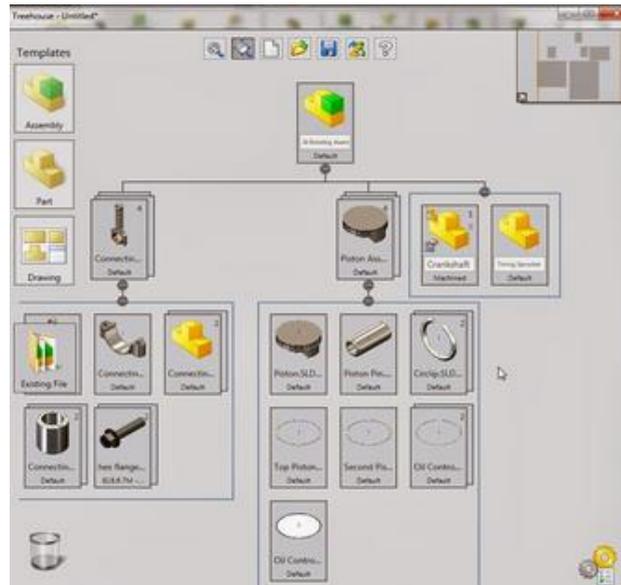


Figura IV.54. Módulos de Solidworks
Fuente: <http://solidworks-insoft.blogspot.com/>

- **Pieza**

Permite diseñar modelos utilizando potentes herramientas de diseño, además del uso de funciones clásicas como arrastrar y colocar, cortar y pegar, etc. La unión de todas las funciones y operaciones permiten la creación de sólidos tridimensionales partiendo de planos geométricos en dos dimensiones. El módulo de pieza está completamente unido al resto de módulos, esto permite realizar cambios en el modelo tridimensional, el mismo que será efectuado en los demás ficheros como el ensamblaje y dibujo.

- **Ensamblaje**

Permite unir los modelos tridimensionales creados en el módulo de pieza, además analiza los posibles choques entre sólidos de manera que el ensamblaje sea el correcto. Cuando el ensamblaje es el adecuado Solidworks muestra en pantalla las opciones de simulación.

- **Plano o Dibujo**

Este módulo permite realizar planos con las vistas de los ensamblajes de forma rápida y automática.

4.5.4 APLICACIONES

- En la industria aeronáutica.
- Diseño de calzado.
- Industria automotriz.
- Obras de Ingeniería Civil.
- Diseño de productos de consumo.
- Electrónica.
- Industria Petrolera.
- Maquinaria Industrial.

4.6 SYSLINK

Es una interfaz encargada de llevar señales eléctricas del y hacia el Controlador, posee 8 entradas y 8 salidas digitales en los cuales se conectan sensores y actuadores respectivamente. Su original diseño permite integrar todos I/O en una sola tarjeta permitiendo de esta manera instalarse en espacios reducidos. Las señales eléctricas son llevadas por medio de un cable paralelo.

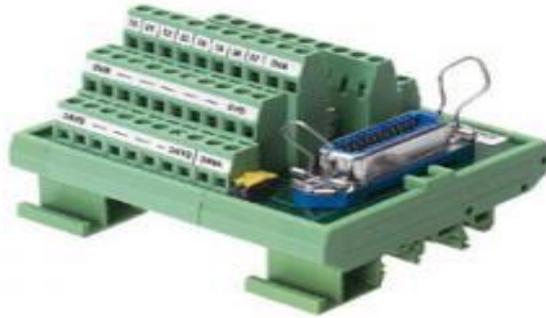


Figura IV.55. Tarjeta Syslink
Fuente: Los Autores

4.7 CABLE DB25

Se utilizaba principalmente para conectar periféricos a la computadora como las impresoras, actualmente su uso es menos frecuente debido a la aparición del cable USB el cual resulta ser más efectivo.

Sin embargo el cable DB25 todavía se sigue usando en diferentes áreas de la automatización debido a que permite llevar señales individuales hacia un Controlador el cuál tomara decisiones de control de un determinado proceso.

CAPITULO V

5 DISEÑO DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN DE GIRO (TURN OVER)

5.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo muestra los diferentes materiales utilizados en la construcción de la estación de giro, así como la capacidad de diseño, y selección de los diversos componentes (sensores y actuadores) que fueron adquiridos para la implementación de la misma.

5.2 ELEMENTOS DE LA PLANTA

5.2.1 COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema está compuesto por lo siguiente:

- Pinza de Giro
- Banda transportadora

- Mesa rodante
- Base de aluminio estructural
- Panel de Control
- Dispositivos neumáticos
- Dispositivos electrónicos
- Tablero de Control
- Interfaz de Entradas/Salidas (Syslink)
- HMI

5.2.2 MATERIALES Y DISPOSITIVOS PRINCIPALES

Los materiales y dispositivos utilizados en la implementación del proyecto se enlistan a continuación:

- Sensor de proximidad fotoeléctrico WT100
- Sensor de proximidad fotoeléctrico MHT15
- Sensor de supresión de fondo
- Sensores inductivos
- Finales de carrera
- Platina de 1 y 2 pulgadas
- Rodillos de nylon
- Pulsadores y luces piloto de 24V
- Barra de aluminio estructural
- Válvulas 5/2
- Canaletas, riel din, borneras
- Fuente de alimentación de 24V

- Syslink (I/O)
- Cilindro de giro
- Actuador de giro
- Pinza neumática
- Cilindros de doble efecto
- Mesa rodante
- Tubería
- Conectores DB25
- Motor de corriente directa de 24V
- Base de Aluminio estructural
- Conectores banana hembra
- Plancha de nylon
- Pinzas de agarre
- PLC
- PC

5.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El módulo se encarga de corregir la posición de las piezas por medio de una pinza neumática, la cual sostiene y gira la pieza hasta que obtenga la posición deseada, para después colocarla nuevamente en la banda transportadora, quien se encargará de trasladarla a la siguiente estación.



Figura V.56. Estación de Giro
Fuente: Los Autores

Para una mejor comprensión el proceso se ha dividido en las siguientes Fases:

- **Fase de detección de piezas**

Para dar inicio a la secuencia la estación verifica la existencia de piezas sobre la banda transportadora mediante el sensor de proximidad fotoeléctrico.

Cuando hay presencia de piezas la banda transportadora se encarga de trasladar la pieza a la siguiente fase.



Figura V.57. Detección de piezas

Fuente: Los Autores

- **Fase de detección del estado de la pieza**

En esta fase el sensor de supresión de fondo se encarga de verificar si las piezas se encuentran en la posición correcta o necesitan ser corregidos. Si la posición es correcta las piezas son trasladados a la siguiente estación, de lo contrario es necesario trasladarlo a la fase de corrección.



Figura V.58. Detección del estado de la pieza

Fuente: Los Autores

- **Fase de corrección**

Para dar inicio a la fase de corrección un sensor de proximidad debe detectar la pieza y posicionarla en el lugar correcto. Entonces la pinza gira 90° y sujeta la pieza, luego regresa a su estado original, donde corrige la posición de la misma. Para finalizar, la pinza coloca la pieza ya corregida sobre la banda transportadora la cual se encarga de trasladarla a la siguiente estación.

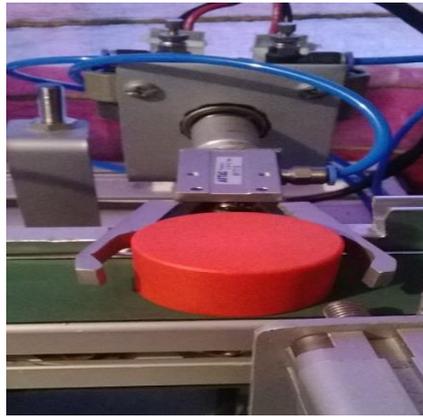


Figura V.59. Corrección de posicionamiento de piezas

Fuente: Los Autores

5.4 DISEÑO MECÁNICO

El diseño mecánico de los diferentes elementos que conforman la estación de giro se realizó en Solidworks 2012, debido a su facilidad de uso y la capacidad de simulación, el cual nos permite obtener una visión más clara del proyecto a realizar.

5.4.1 PLACA PERFILADA DE ALUMINIO

La base de aluminio es una parte fundamental ya que sobre él se montarán todos los elementos que conformarán el módulo.

Las medidas son 35cmx150cm todos los demás componentes deben acoplarse a estas medidas sin excepciones.

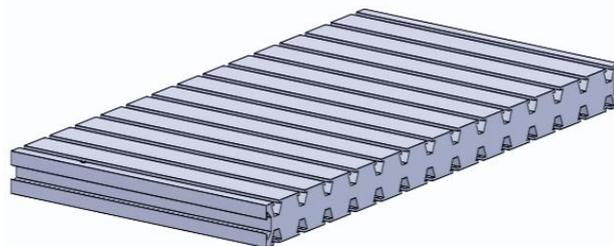


Figura V.60. Base de Aluminio

Fuente: Los Autores

5.4.2 DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA Y SUS COMPONENTES

5.4.2.1 BANDA TRANSPORTADORA

La banda transportadora es la encargada de trasladar las piezas a los diferentes procesos presentes en la planta. Su sencillo diseño permite que su implementación sea completada en muy poco tiempo, además permite detectar rápidamente fallas en su sistema. Sus dimensiones son; 35cm de largo por 4cm de ancho debido a que sobre él se transportaran bases para manómetros de 4cm de diámetro. La banda transportadora está compuesta por los siguientes elementos:

- Bases de soporte
- Base para el motor
- Rodillos
- Aluminio estructural

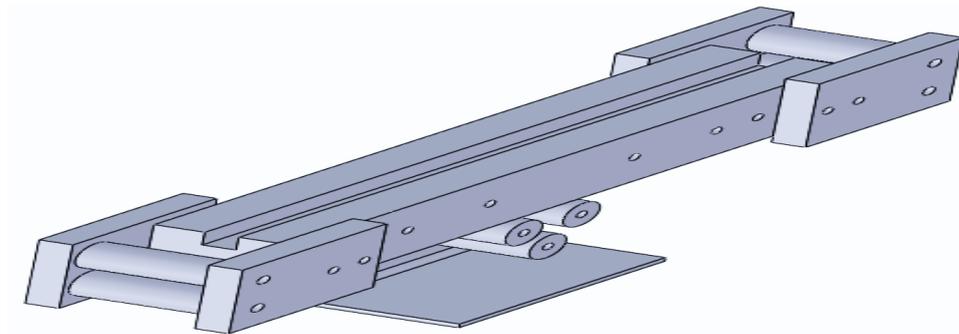


Figura V.61. Banda Transportadora

Fuente: Los Autores

5.4.2.2 SOPORTES

Estas bases se encargan de mantener firme a la banda transportadora, también son utilizados para la instalación de los sensores. El material utilizado es platina de 3cm con un grosor de 3mm, dobladas a 90° permite el agarre preciso entre la base y la banda.

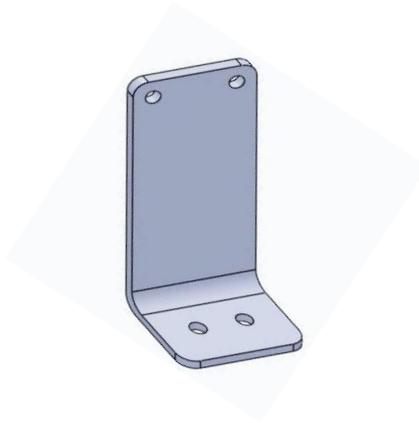


Figura V.62. Soporte de la banda transportadora

Fuente: Los Autores

5.4.2.3 BASE DEL MOTOR

La base tiene como función sujetar al motor firmemente de modo que este no pueda desplazarse por efecto de su propio movimiento. Elaborado en nylon de 8mm de grosor resultó ser muy resistente al momento de colocar el mecanismo de la cinta transportadora.

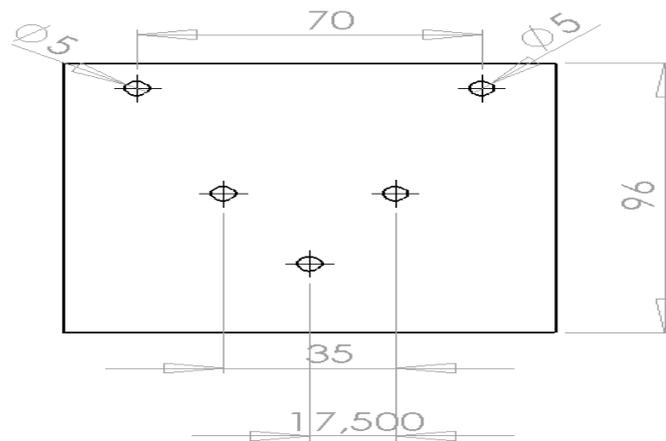


Figura V.63. Base del motor

Fuente: Los Autores

5.4.2.4 RODILLOS

Diseñados en nylon permiten el desplazamiento de la cinta transportadora, sus medidas son establecidas en relación a la base de la banda.

Está formado por un cilindro interior de 5mm de radio, por el cual se introducirá un tornillo sin rosca que permitirá el libre movimiento de los rodillos, los mismos que serán colocados en los bordes del aluminio estructural.

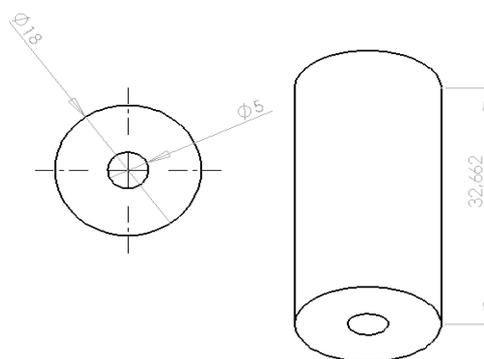


Figura V.64. Rodillos

Fuente: Los Autores

5.4.2.5 ALUMINIO ESTRUCTURAL

Es la base de la cinta transportadora sobre la cual se instalarán todos los elementos mencionados anteriormente. Es muy resistente debido a su aleación de aluminio y hierro sus medidas son 30cmx4cm.

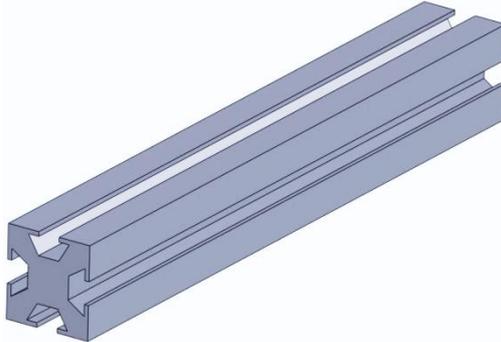


Figura V.65. Aluminio Estructural

Fuente: Los Autores

5.4.3 DISEÑO DE LA PINZA Y SUS COMPONENTES

5.4.3.1 PINZA

La pinza encargada de corregir la posición de las piezas constituye una parte esencial de la estación. El diseño fue realizado con la finalidad de obtener su libre rotación de 90° alrededor de su eje, y de esta manera pueda cumplir los objetivos deseados.

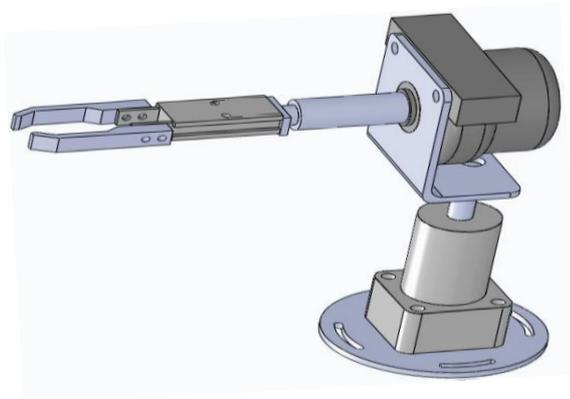


Figura V.66. Pinza

Fuente: Los Autores

Su altura es de 16cm, mientras que el actuador final tiene una distancia de 14 cm.

Los elementos que componen la pinza neumática son:

- Base para el actuador de giro
- Eje del actuador de giro
- Pinzas de agarre

5.4.3.2 BASE DEL ACTUADOR DE GIRO

Esta base ayuda a mantener fijo al actuador de giro, sus medidas son 6cm de ancho por 6,3cm de largo, construido en platina de hierro de 3mm de grosor.

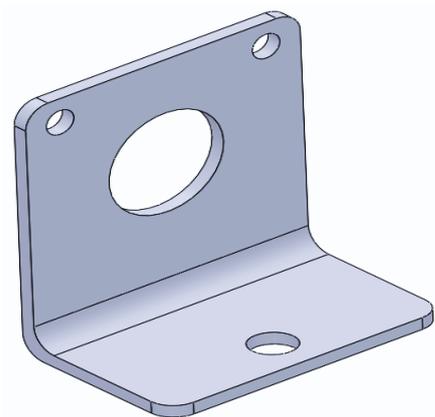


Figura V.67. Soporte del actuador de giro
Fuente: Los Autores

5.4.3.3 EJE DEL ACTUADOR DE GIRO

También sirve como base para el resto de componentes, mide 5cm de largo con un cilindro interno de 7mm, construido en acero.

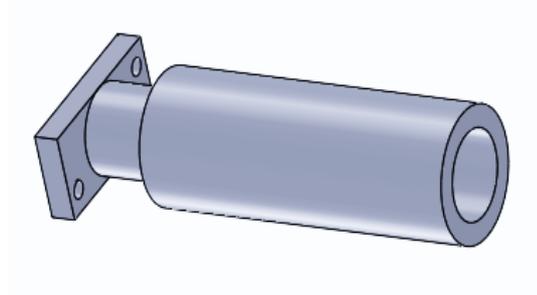


Figura V.68. Eje del actuador de giro
Fuente: Los Autores

5.4.3.4 PINZAS DE AGARRE

Construidos en acero, miden 5cm de largo con un grosor de 6mm diseñados para sujetar las piezas a corregir.

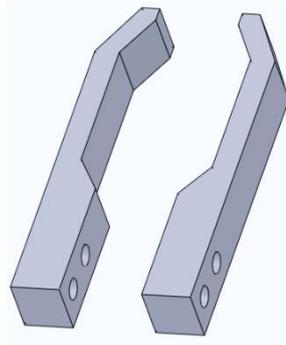


Figura V.69. Pinzas de agarre

Fuente: Los Autores

5.4.4 MESA RODANTE

Permite movilizar con facilidad la estación MPS para ubicarlo en diferentes sitios de la planta. Está diseñado especialmente para montarse sobre él módulos didácticos, este modelo en particular posee orificios en las paredes posteriores para facilitar el tendido de los cables, en la parte frontal se puede instalar el panel de control sobre las fijaciones existentes.

Las medidas son las siguientes:

- Altura 750mm
- Anchura 350mm



- Fondo 700 mm

Figura V.70. Mesa Rodante

Fuente: <http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/accesorios/mesa-rodante.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjcxMy4zMzQ4>

5.5 DIMENSIONAMIENTO DE ACTUADORES

5.5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL ACTUADOR DE GIRO

El actuador de giro se encargará de rotar 180° la carga, para esto se debe tener muy en cuenta el momento de inercia que generará la carga al momento de empezar la rotación. Entonces mediante un análisis matemático se determinó de acuerdo al diseño establecido que la carga estará a lo largo del eje de rotación, dándonos como resultado una inercia relativamente baja y en consecuencia no afectará el movimiento del eje.

$$m = 0.2kg$$

$$d = 0,002 \text{ m}$$

$$I = mxd^2$$

$$I = 8 \times 10^{-7} \text{ kgm}^2$$

$$I \approx 0 \text{ kgm}^2$$

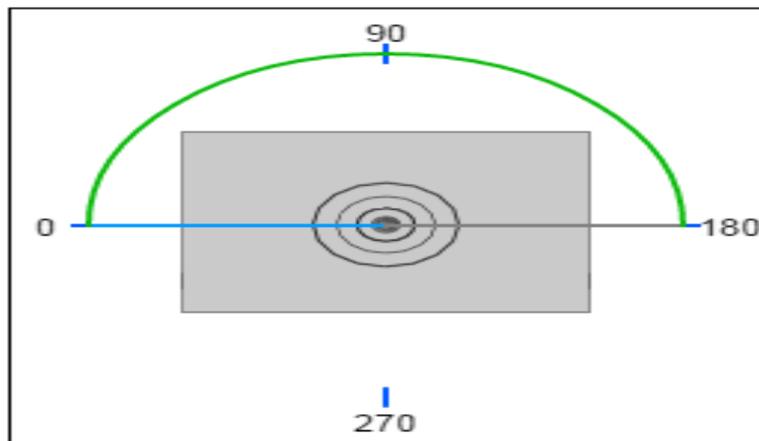


Figura V.71. Ángulos de rotación del actuador de giro

Fuente: Los Autores

Con los datos obtenidos ingresamos al software de dimensionamiento neumático de Festo para obtener el actuador deseado.

Parámetros deseados:

- Presión de funcionamiento 6 bar
- Ángulo inicial 0°
- Ángulo final 180°
- Tiempo de posicionamiento 2s
- Momento de inercia de la carga 8×10^{-7}
- Diámetro del émbolo 16mm
- Tipo de eje(eje con chaveta)

Después de ingresar todos los valores nos aparece el modelo de cilindro a elegir.

Elegir aquí el tipo de desaceleración Eje tipo

Diámetro del émbolo elegido Precisión de repetición

Momento de giro mínimo con 6 bar

< Atrás Continuar >

Partes encontradas [1] Mostrar 10

Tipo	Nº de art.	Conexión	Angulo de giro[Grado]
 DSR-16-180-P	11910	M5	180

Figura V.72. Selección del actuador de giro

Fuente: Los Autores

Después de obtener el modelo, el software también nos permite realizar la simulación del comportamiento del actuador con los datos establecidos anteriormente.

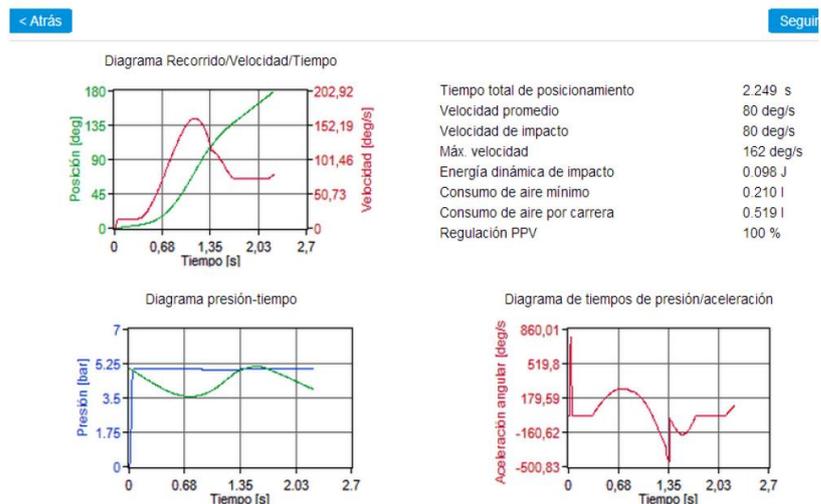


Figura V.73. Curvas de comportamiento del actuador de giro

Fuente: Los Autores

Se puede comprobar que el tiempo de posicionamiento se encuentra próximo al tiempo definido anteriormente, si el tiempo fuera menor al tiempo establecido el software emite una señal de advertencia de posicionamiento inconcluso.

5.5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL CILINDRO DE GIRO

El cilindro de giro es el encargado de rotar un cuarto de circunferencia llevando carga sobre él, como es un movimiento de rotación es necesario conocer su momento de inercia ya que todos sus datos técnicos están basados en este parámetro.

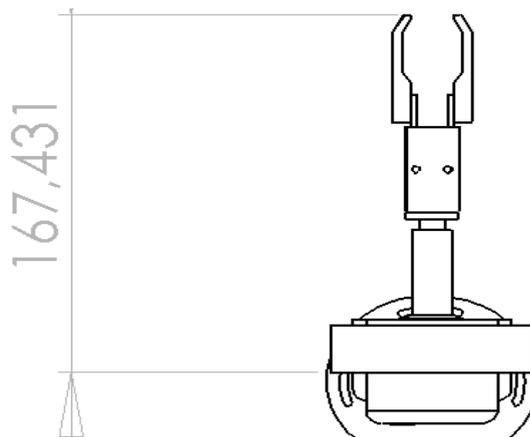


Figura V.74. Momento de Inercia de la pinza
Fuente: Los Autores

Se asume que toda la masa de la carga se concentra en el final de la pinza, entonces se procede al cálculo del momento de inercia de la misma.

$$m = 0.1kg$$

$$d = 0.167m$$

$$I = 2.7 \times 10^{-3} kgm^2$$

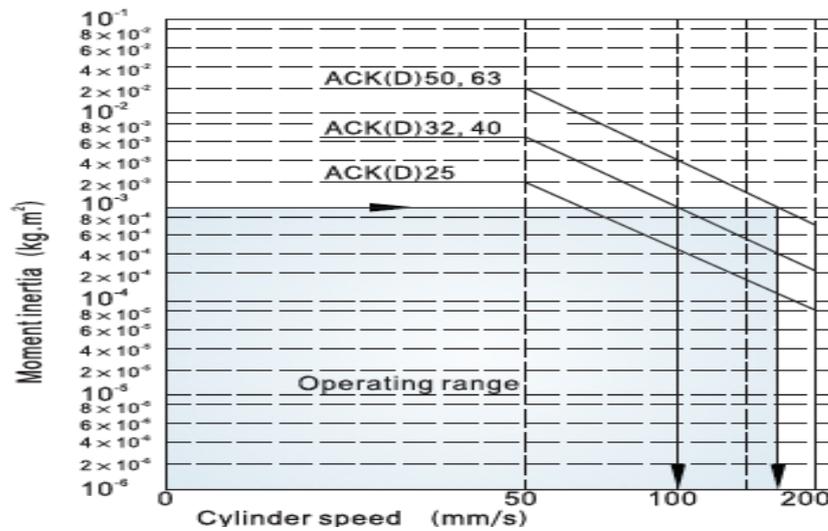


Figura V.75. Gráfico de Inercias

Fuente: http://es.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=41&c_kind4=54&c_kind5=123&id=49

Como el modelo del cilindro es ACK25 la inercia obtenida está dentro del rango de este modelo en particular, también se puede observar que la velocidad del émbolo es de 50mm/s.

5.5.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA PINZA NEUMÁTICA

Para la elección de la pinza nos basamos en la fuerza de agarre que posee, y la presión necesaria que requiere cada una de estas fuerzas. La presión requerida para el funcionamiento de la pinza se encuentra dentro del rango de la presión permitida por la unidad de mantenimiento.

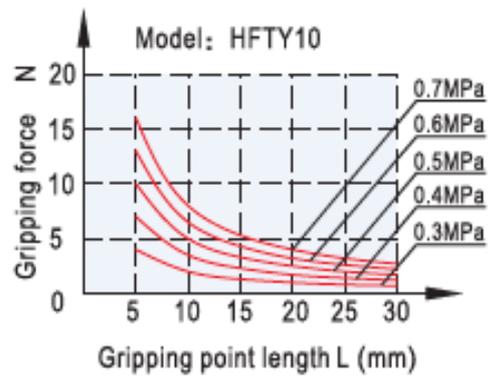


Figura V.76. Fuerzas de Agarre

Fuente:http://es.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=41&c_kind4=54&c_kind5=&id=22

5.5.3 DIMENSIONAMIENTO DEL ACTUADOR LINEAL

Para la selección del actuador lineal es necesario hacer uso del software de dimensionamiento de Festo, ya que nos permite ingresar datos específicos para determinar el componente requerido.

Parámetros deseados:

- Tiempo de posicionamiento 2s
- Longitud de carrera requerida 4 cm
- Presión de funcionamiento 6 bar
- Masa en movimiento 0.103 kg
- Dirección del movimiento

Con los datos ingresados el software muestra en pantalla el actuador deseado.

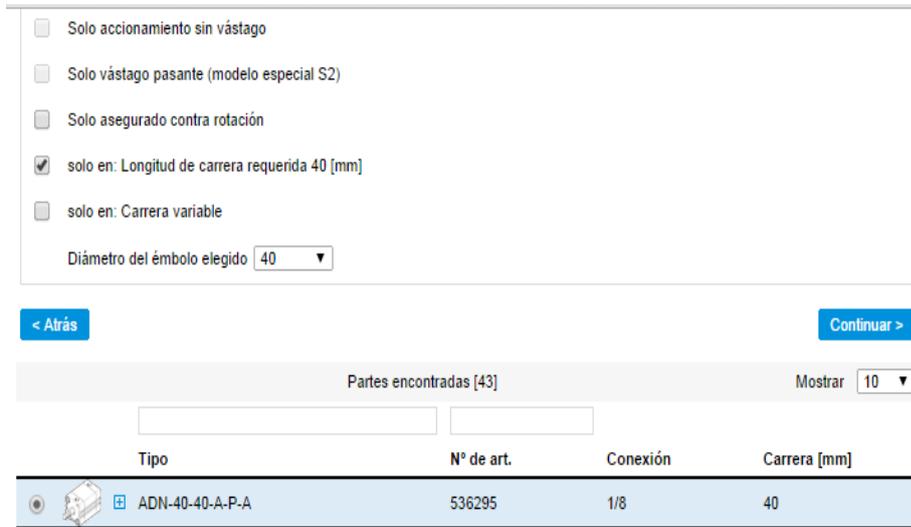


Figura V.77. Actuador lineal dimensionado

Fuente: Los Autores

Además nos muestra el comportamiento que tendrá el actuador con los valores establecidos anteriormente.

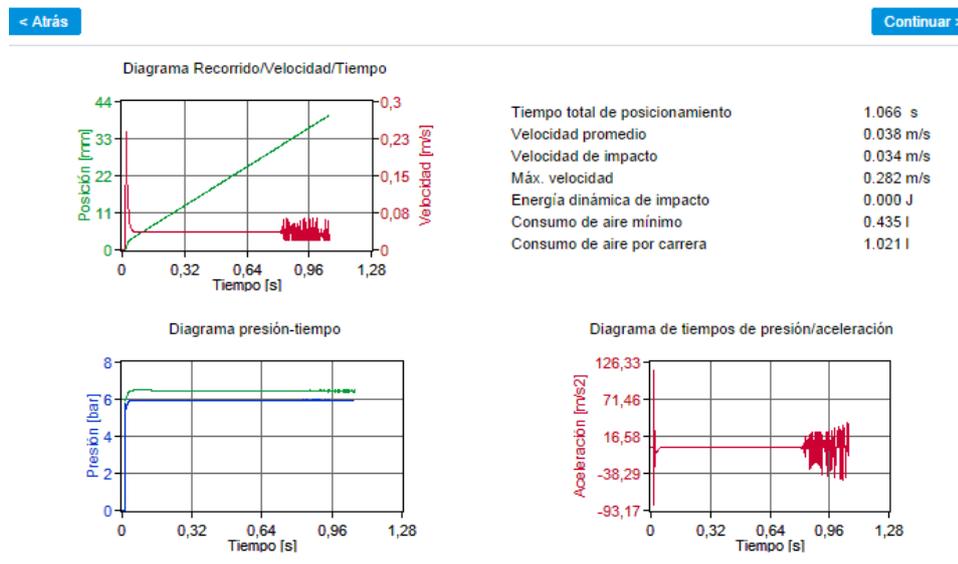


Figura V.78. Curvas características del cilindro lineal

Fuente: Los Autores

5.6 DISEÑO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO

5.6.1 DESCRIPCIÓN

EL diseño de un circuito neumático es fundamental para establecer las funciones que cumplirán cada uno de los componentes. Además nos permite determinar la secuencia de funcionamiento, la presión requerida por todo el sistema, tipo de válvulas, etc.

5.6.2 ESQUEMA NEUMÁTICO

La secuencia está determinada por las funciones que deben cumplir en conjunto para la sujeción y giro de las piezas, cada uno de los actuadores se los ha identificado de la siguiente manera.

Tabla V.XI. Identificador de los componentes neumáticos
Fuente: Los Autores

IDENTIFICADORES	
DESIGNACIÓN	COMPONENTE
A	CILINDRO DE OBSTÁCULO
B	CILINDRO DE POSICIONAMIENTO
C	CILINDRO DE GIRO
D	ACTUADOR DE GIRO
E	PINZA NEUMÁTICA

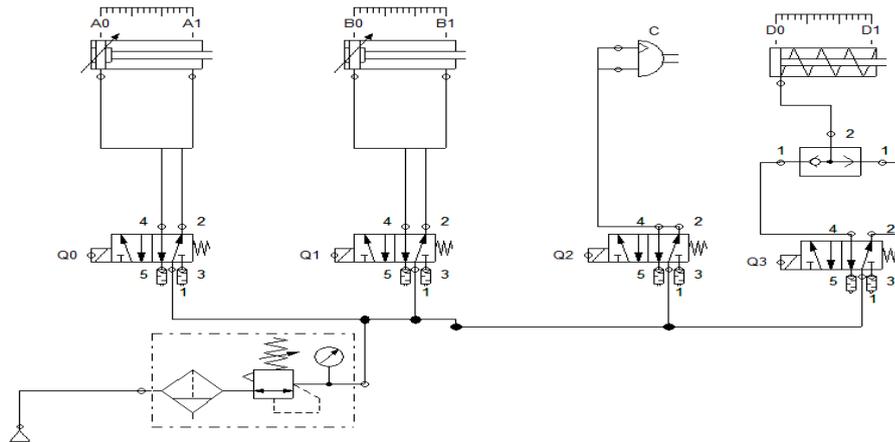


Figura V.79. Esquema neumático
Fuente: Los Autores

5.7 SELECCIÓN Y CALIBRACIÓN DE SENSORES

5.7.1 SENSOR DE PROXIMIDAD SICK MHT15-P2347

Posee un rango de detección largo, su sensibilidad puede ser ajustada por medio de un potenciómetro que gira 270°, además posee leds que indican el encendido y la presencia de objetos. Este dispositivo puede trabajar en ambientes hostiles gracias a su ingeniosa recubierta.

El sensor es capaz de detectar y posicionar piezas sin necesidad de un reflector permitiendo de esta manera el ahorro de tiempo y costes de instalación, sus reducidas dimensiones permiten que su instalación pueda realizarse en pequeños espacios.

Sus características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla V.XII. Características generales del sensor MTH15-P2347

Fuente: <http://vision-supplies.com/p/57865/sick-mht15-p2347>

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Tipo de sensor	Sensor de proximidad fotoeléctrico
Tipo de cubierta	Cilíndrica
Longitud de la carcasa	35,8mm
Diámetro de la rosca	M18x1
Eje óptico	Axial
Rango de detección máxima	10mm.....350mm
Rango de detección	10mm.....250mm
Tipo de luz	Luz infrarroja
Fuente de luz	Led
Longitud de onda	950nm
Ángulo de dispersión	Ca. 4.5°
Ajuste	Potenciómetro de 270°
Tamaño del punto de luz(distancia)	50mm (350mm)

La vida útil media es de 100.000 horas a temperatura ambiente de 25° C. Las características mecánicas y electrónicas también son necesarias tomarlas en cuenta:

Tabla V.XIII. Características mecánicas y electrónicas MTH15-P2347

Fuente: <http://vision-supplies.com/p/57865/sick-mht15-p2347>

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y ELECTRÓNICAS	
Tensión de alimentación	10V DC....30V DC
Salida de conmutación	PNP
Corriente de salida I _{max}	100 mA
Tiempo de respuesta	< 1,25 ms
Frecuencia de conmutación	400Hz
Tipo de conexión	Cable, 3 hilos
Material del cable	PVC
Sección del conductor	0.14 mm ²
Diámetro del cable	3,7 mm
Peso	90 g
Material de la carcasa	ABS, Plástico
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25....55° C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-25....70° C

Las tablas de características muestran algunos requerimientos que necesitamos para la detección de piezas. Para complementar el análisis debemos basarnos en las tablas características de este dispositivo y verificar cual es el alcance de detección con diferentes colores.

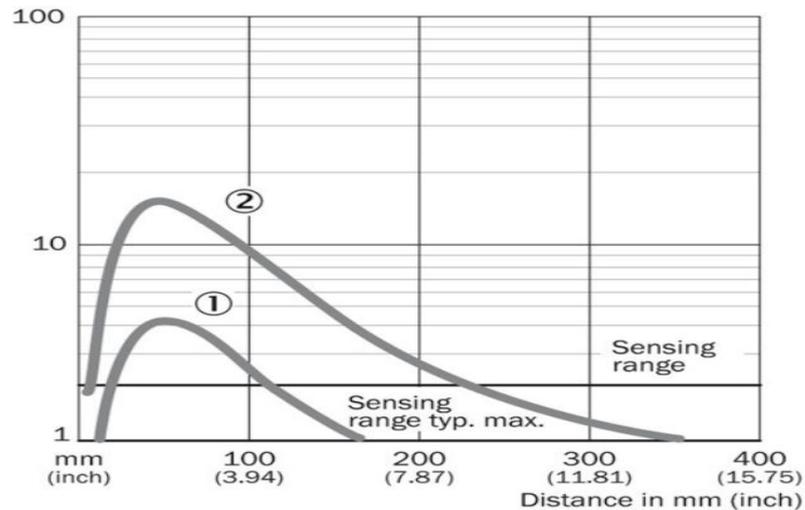


Figura V.80. Curvas características del sensor MTH15-P2347

Fuente: <http://sensorstrade.com/mpn/mht15-p2347/>

En el grafico observamos dos curvas que corresponden a los colores gris y blanco respectivamente. El color gris tiene una reflectancia del 18%, mientras que el color blanco tiene una reflectancia del 90%. También se puede observar que los rangos de funcionamiento corresponden a las medidas que posee nuestro diseño, los rangos de funcionamiento descritos por las curvas se muestran a continuación.

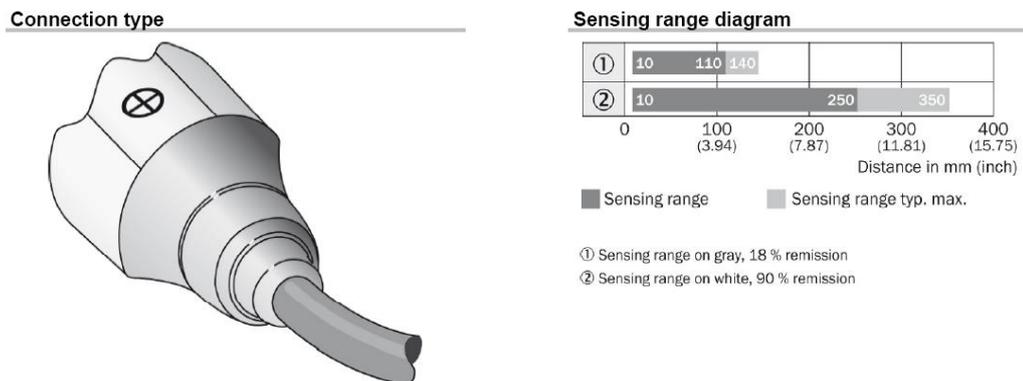


Figura V.81. Rango de detección del sensor MTH15-P2347

Fuente: <http://sensorstrade.com/mpn/mht15-p2347/>

Entonces tenemos los rangos que van desde 10mm a 110mm para el color gris, y de 10mm a 250mm para el color blanco, los valores 140mm y 350mm son distancias a las cuales el dispositivo no va a trabajar correctamente y se recomienda no utilizarlas. En nuestro diseño necesitamos ubicarlo a 30mm del objeto a detectar, esta distancia se encuentra dentro del rango de detección permitido por la gráfica de curvas, por lo tanto la distancia a ubicarlo es la adecuada.

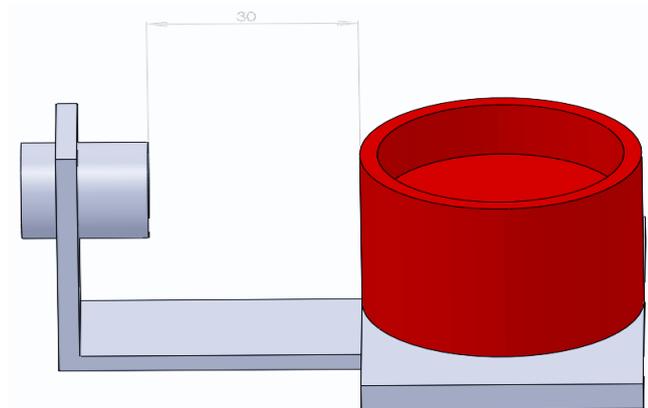


Figura V.82. Ubicación del sensor MHT15-P2347
Fuente: Los Autores

Para finalizar es necesario conocer cuáles son las líneas de alimentación y de datos ya que si no conocemos esta información podemos ocasionar daños irreversibles en el dispositivo.



Figura V.83. Sensor MHT15-P2347
Fuente: <http://zensotec.com/sensor-inductivo-2hilos-sensores-de-proximidad-18x5mm-6-36vdc-con-cable-nc-zi1830051b>

5.7.2 SENSOR DE PROXIMIDAD SICK WT100-P1432

Este dispositivo está recubierto por una carcasa pequeña la cual posee orificios de montaje para una fácil instalación. Su sensibilidad puede ser ajustada por medio de un conmutador giratorio ubicado en la parte superior del sensor. Posee una luz reflectante altamente visible la cual permite una alineación rápida del dispositivo, los rangos de detección son muy amplios ideales para utilizarlos en las industrias.

Es necesario conocer sus características generales.

Tabla V.XIV. Características Generales del sensor WT100-P1432

Fuente: <http://sensorstrade.com/mpn/wt100-p1432/>

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Principio de detección	Sensor de proximidad fotoeléctrico
Dimensiones	11mm x 31mm x 20mm
Diseño de la carcasa	Rectangular, delgado
Rango de detección máximo	0mm...900mm
Rango de detección	0mm...700mm
Tipo de luz	Luz roja
Fuente de luz	Led
Diámetro del punto luminoso(distancia)	Ø 55mm(400mm)
Ajuste de sensibilidad	Potenciómetro de 270
Ángulo de dispersión	Ca. 6.8

Las características mecánicas y eléctricas se describen en la siguiente tabla.

Tabla V.XV. Características Mecánicas y electrónicas del sensor WT100-P1432

Fuente: <http://sensorstrade.com/mpn/wt100-p1432/>

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS	
Tensión de alimentación	10V DC...30V DC
Consumo de energía	≤30 mA
Tipo de salida	PNP
Corriente de salida I _{max}	≤100 mA
Tiempo de respuesta	≤0,5 ms
Frecuencia de conmutación	100Hz
Tipo de conexión	3 hilos
Material del cable	PVC
Sección del conductor	0,18 mm ²
Peso	53g
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25° C...55° C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40° C...70° C

Es indispensable conocer todos los datos disponibles acerca del sensor para verificar si el dispositivo puede o no cumplir con los requisitos necesarios para implementarlo en la estación. Al analizar las características se comprueba que cumple con todos los parámetros requeridos, además se debe tomar en cuenta que el sensor es tipo PNP por lo tanto no existirá inconvenientes al momento de instalarlo en la tarjeta de adquisición de datos (SYSLINK). El análisis también se centra en las curvas características, ya que con

estos datos podemos comprobar los rangos de funcionamiento con objetos de diferentes colores y las distancias a las cuales funcionará correctamente el dispositivo.

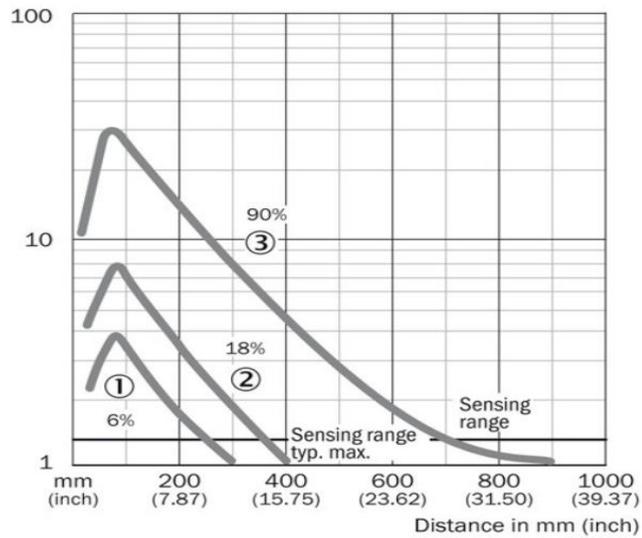


Figura V.84. Curvas características del sensor WT100-P1432

Fuente: <http://sensorstrade.com/mpn/wt100-p1432/>

La primera curva pertenece al color negro, la segunda al color gris y la última al color blanco con una reflectancia del 6%, 18% y 90% respectivamente, además se observa las distancias de funcionamiento con cada uno de los colores. Los rangos de funcionamiento se describen de la siguiente manera.

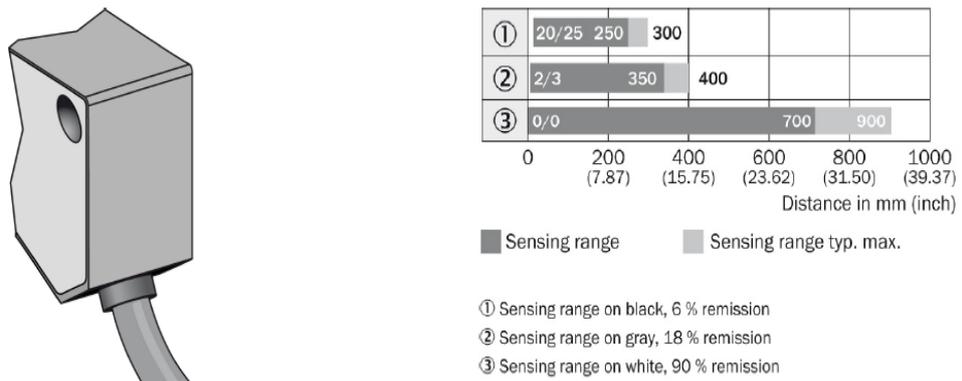


Figura V.85. Rangos de funcionamiento del sensor WT100-P1432

Fuente: <http://sensorstrade.com/mpn/wt100-p1432/>

El diseño determinará la ubicación definitiva del sensor y la distancia a la cual será instalado. Al observar la gráfica del rango de funcionamiento y compararla con el diseño se concluye que la distancia de 100mm que existe entre el sensor y el objeto se encuentra dentro del rango de funcionamiento y por lo tanto el sensor es ideal para nuestro propósito.

El sensor fue ubicado a esta distancia debido a la pinza que se encuentra detrás ya que la luz emitida por el sensor regresa nuevamente hacia el mismo dando como resultado la detección de la pinza y no del objeto sobre la banda transportadora.

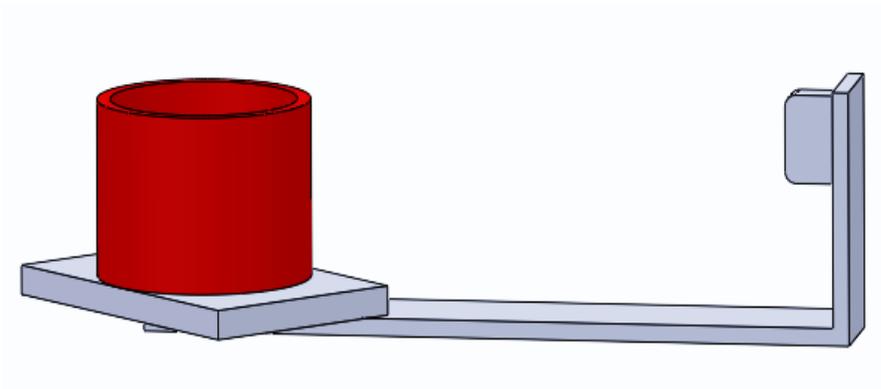


Figura V.86. Ubicación del sensor WT100-P1432

Fuente: Los Autores

De igual manera es necesario conocer el significado de cada color de cable.

- Café (+)
- Azul(-)
- Negro(datos)

La siguiente figura muestra los elementos que conforman el sensor.

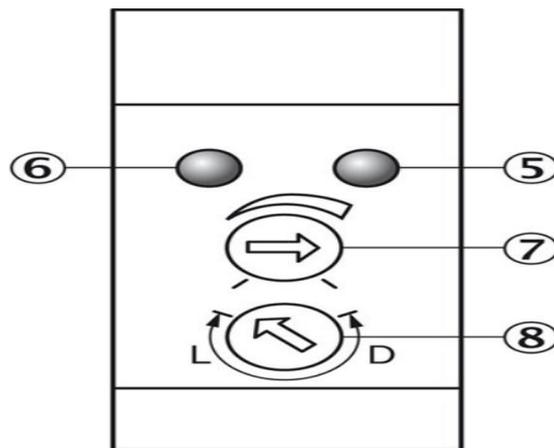


Figura V.87. Elementos del sensor WT100-P1432
Fuente: Los Autores

- (5) Indica la presencia de objetos es de color naranja
- (6) Cuando está en funcionamiento se enciende un led de color verde
- (7) Potenciómetro de sensibilidad
- (8) Interruptor giratorio para seleccionar entre claro y oscuro

5.7.3 SENSOR DE SUPRESIÓN DE FONDO SICK WTB4-3P2162

Puede detectar objetos independientes del color o de su consistencia, su reducido tamaño permite instalarlo en espacios limitados, además posee una alta inmunidad a la luz ambiente, lo que garantiza la detección correcta del fondo de un objeto.

Tabla V.XVI. Características generales del sensor WTB4-3P2162
Fuente: <http://vision-supplies.com/p/48900/sick-wtb4-3p2162>

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Tipo de sensor	Sensor de proximidad con supresión de fondo
Dimensiones	16mm x 39,5mm x 12mm
Diseño de la carcasa	Rectangular plana
Rango de detección máx.	4mm...150mm
Rango de detección	15mm...150mm
Tipo de luz	Luz roja visible
Tamaño del punto de luz(distancia)	Ø 7mm (50 mm)

Tabla V.XVII. Características generales del sensor WTB4-3P2162

Fuente: <http://vision-supplies.com/p/48900/sick-wtb4-3p2162>

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS	
Tensión de alimentación	10V DC...30V DC
Consumo de energía	≤20 mA
Salida de conmutación	PNP
Corriente de salida I _{max}	≤100 mA
Tiempo de respuesta	≤0,5 ms
Frecuencia de conmutación	100Hz
Tipo de conexión	Conector M8 de 3 pines
Peso	30g

Material de la carcasa	Plástico
Temperatura ambiente de funcionamiento	-40 C...60 C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40C...75 C

Las características del dispositivo ayudan a determinar si cumple o no con los requisitos necesarios para cumplir la función requerida. A continuación revisamos las curvas características del dispositivo.

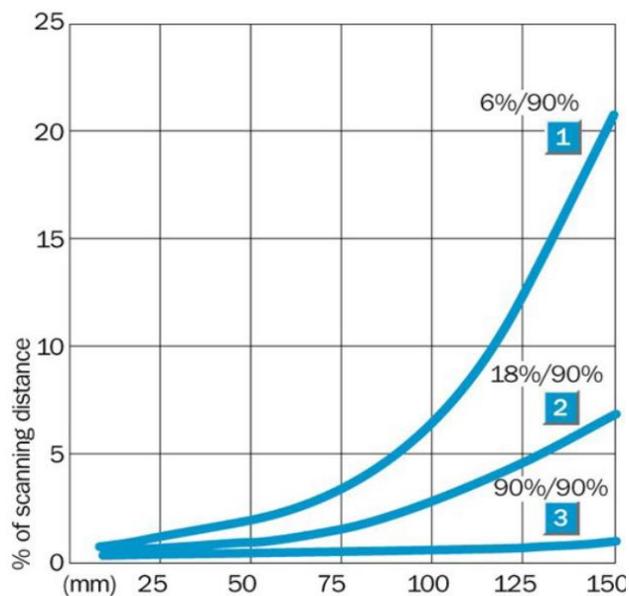


Figura V.88. Curvas características del sensor WTB4-3P2162

Fuente: <http://sensorstrade.com/mpn/wt100-p1432/>

Para una mejor comprensión acerca de las distancias de detección el siguiente gráfico.

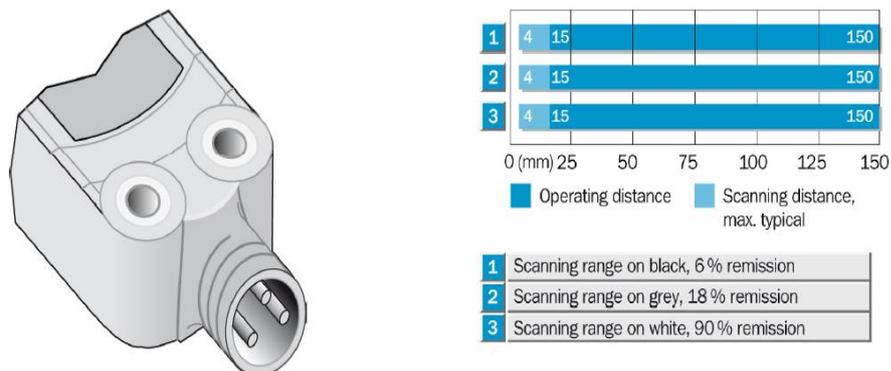


Figura V.89. Rango de funcionamiento del sensor WTB4-3P2162

Fuente: <http://sensorstrade.com/mpn/wt100-p1432/>

El gráfico muestra que el sensor tiene un alcance de 15mm a 150mm independientemente del color o del tipo de material del cual está hecho. El alcance también dependerá del botón de regulación de sensibilidad ya que por medio del mismo podemos configurar la distancia a la cual queremos que detecte la pieza mal posicionada. En nuestro diseño la distancia de detección es de 47mm, entonces calibramos el sensor a esta distancia valor que se encuentra dentro de lo permitido por la gráfica del sensor.

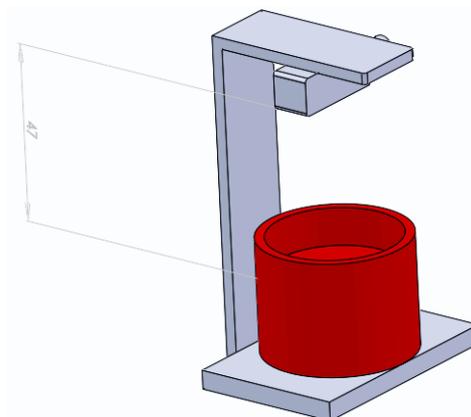


Figura V.90. Ubicación del sensor WTB4-3P2162

Fuente: Los Autores

La ubicación del sensor de profundidad permite mantenernos dentro de las medidas originales del diseño.

5.7.4 SENSOR MAGNÉTICO IME08-1B5PSZW2S

Este dispositivo presenta algunos beneficios como por ejemplo los costes de mantenimiento son muy bajos, puede soportar golpes y vibraciones gracias a su cubierta de metal.

Este dispositivo posee las siguientes características.

Tabla V.XVIII. Características principales del sensor magnético IME08-1B5PSZW2S
Fuente: <http://vision-supplies.com/p/49072>

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Tipo de carcasa	cilíndrica
Alcance	1,5mm
Rango de conmutación asegurada	1,215mm
Frecuencia de conmutación	4000Hz
Salida de conmutación	PNP
Cableado eléctrico	DC 3 hilos
Tipo de conexión	DC 3 hilos
Tensión de alimentación	10V DC...30V DC
Caída de tensión	$\leq 2V$
Consumo de energía	$\leq 10mA$
Histéresis	5%...15%
Corriente de salida	$\leq 200mA$

Material del cable	PVC
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25 C...75 C
Material de la carcasa	Metal, latón niquelado
Material de la carcasa	Plástico
Longitud de la carcasa	52mm
Longitud de la rosca	34mm

El dispositivo no muestra las curvas características debido a que su distancia de detección es muy corta, por lo tanto debemos respetar esos parámetros y ubicarlos en contacto al eje de rotación de la pinza.



Figura V.91. Sensor magnético IME08-1B5PSZW2S

Fuente: <http://vision-supplies.com/p/49072>

5.8 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

5.8.1 TABLERO DE CONTROL

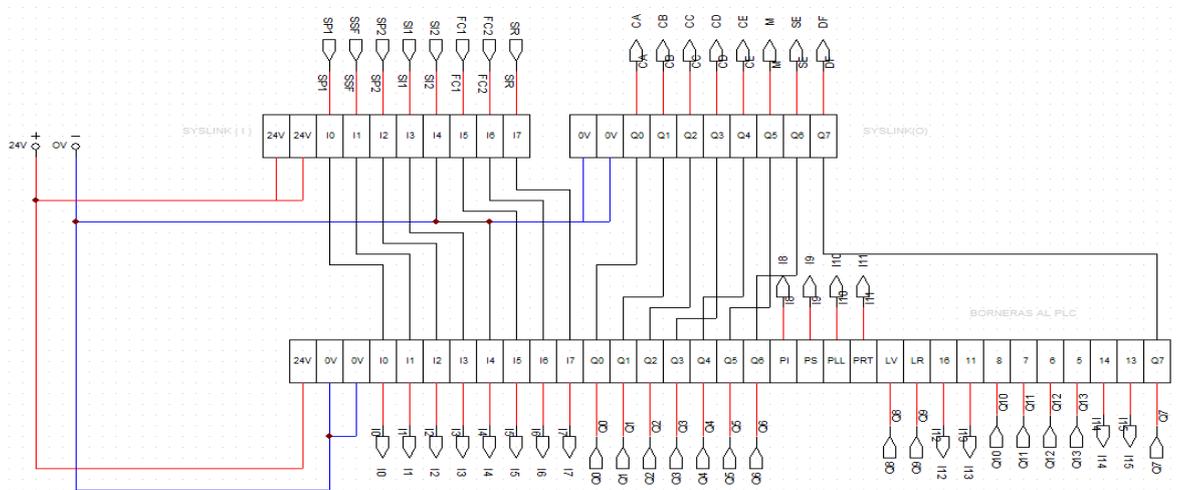


Figura V.92. Sistema eléctrico
Fuente: Los Autores

Es necesario conocer la distribución de los diferentes elementos que conforman el sistema de control, para esto hemos diseñado el tablero de control utilizando el programa CadeSimu el cual nos permite ubicar las borneras, la tarjeta de entradas/salidas, y el PLC.

El diseño también permite establecer la conexión de sensores y actuadores a la tarjeta de datos, y la distribución de los mismos en el PLC. Las luces piloto y los pulsadores se encuentran representados en las borneras así como su conexión al PLC. La implementación del tablero de control resulta relativamente fácil gracias al diseño realizado, ahorrándonos tiempo y coste de recursos.

5.8.2 TARJETA DE ENTRADAS Y SALIDAS (SYSLINK)

La tarjeta posee borneras en las cuales se pueden conectar sensores y actuadores, está diseñado para soportar un total de 8 salidas y 8 entradas con sus respectivos indicadores

leds, los cuales conmutan cuando un sensor o actuador está encendido. La interfaz también incluye borneras de 24V DC y 0V DC para alimentar los elementos que se conectarán a la misma. La base que contiene a la tarjeta puede ser montada con facilidad sobre el riel din permitiendo de esta manera su correcta fijación. Las señales son transmitidas por medio de un cable DB25 hembra así como las líneas de



alimentación.

Figura V.93. Interfaz de entradas/salidas (SYSLINK)

Fuente: Los Autores

CARACTERÍSTICAS:

- 8 entradas con leds
- 8 salidas con leds
- 22 borneras de 0V
- 12 borneras de 24V

La interfaz solo admite sensores de tipo PNP (lógica positiva).

Esquema de la interfaz de entradas/salidas (syslink)

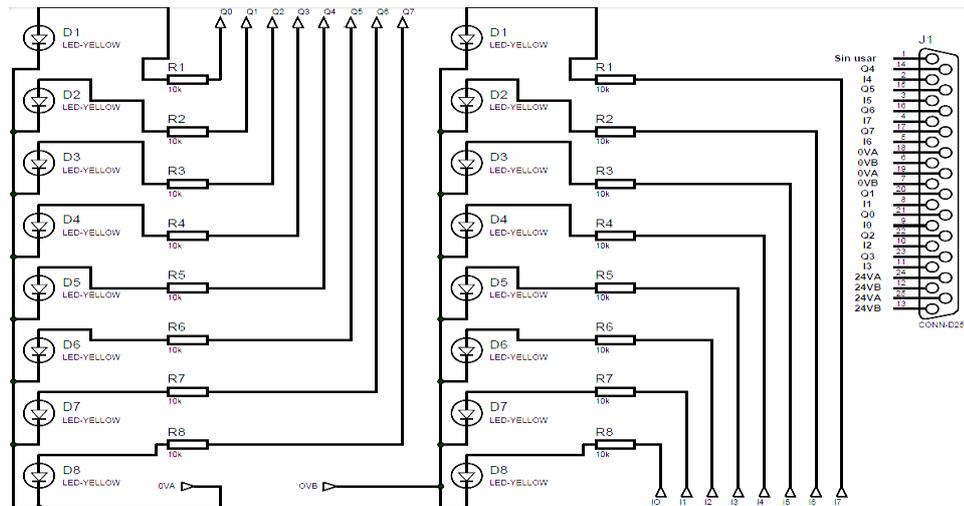


Figura V.94. Esquema eléctrico de la tarjeta de datos (SYSLINK)

Fuente: Los Autores

Diseño del PCB

Después de realizar el esquema en proteus, se procedió al diseño de la PCB.

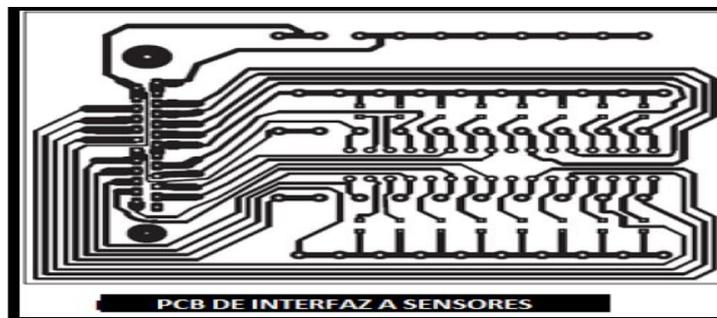


Figura V.95. Diseño del PCB de la tarjeta de datos (SYSLINK)

Fuente: Los Autores

5.8.3 PANEL DE CONTROL

El panel de control constituye la parte principal para el funcionamiento de la estación, ya que en este lugar se ubicarán los diferentes elementos de control como; pulsadores,



luces piloto, conectores banana hembra, e indicadores leds. El diseño permite establecer la correcta ubicación de cada uno de estos elementos, para esto utilizamos el software Solidworks.

Figura V.96. Diseño del Panel de control
Fuente: Los Autores

5.8.4 PROGRAMACIÓN DEL PLC TWIDO TWDLCAA24DRF

Descripción

La programación del PLC TWIDO TWDLCAA24DRF se realizó en el software Twido Suite, el cual está diseñado especialmente para programar diversos modelos de autómatas programables de la línea Telemecanique. Este software permite al programador utilizar diferentes lenguajes de programación como; LD (lenguaje de contactos), IF (Funciones de Instrucciones), etc. La programación del proyecto se desarrolló en lenguaje ladder, debido a la facilidad de representar todas las etapas con sus respectivas transiciones y de esta manera permitir al sistema trabajar de forma autónoma y manual.

Elaboración de la secuencia

La Estación de giro deberá corregir la posición de cada pieza que ingresa al sistema modular, para lo cual un sensor de presencia verificará la existencia de material sobre la banda transportadora, a continuación un sensor de profundidad comprueba si la pieza se encuentra en la posición adecuada o necesita ser corregido, si la pieza está en la posición adecuada la banda transportadora se encargará de llevarlo a la siguiente estación, de lo contrario la pinza neumática deberá corregir y enviar la pieza en la posición deseada través de la banda transportadora.

Crear un nuevo proyecto en Twido Suite

Para elaborar un nuevo proyecto ingresamos en el programa haciendo doble clic sobre el ícono de Twidosuite, luego damos clic en crear proyecto y nos aparecerá una ventana donde el usuario debe llenar toda la información acerca del proyecto. Después de haber realizado este paso damos clic en el botón crear, entonces Twido suite automáticamente guardara el proyecto en la carpeta, Mis proyectos.

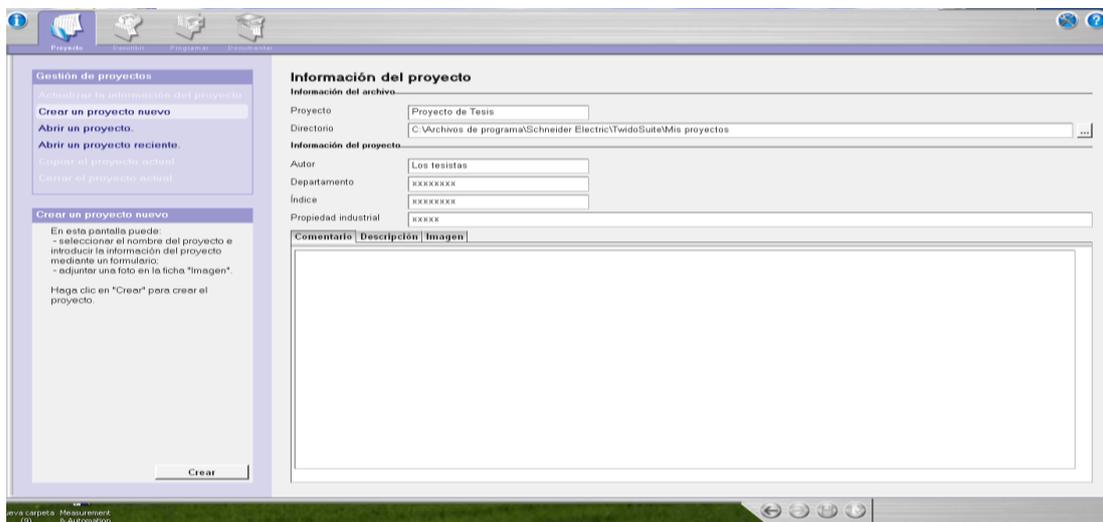


Figura V.97. Creación de un nuevo proyecto en TWIDO SUITE
Fuente: Los Autores

Descripción del dispositivo a utilizar

En esta parte del programa elegimos el tipo de PLC que vamos a utilizar así como también el tipo comunicación que se establecerá entre el PLC y el HMI.

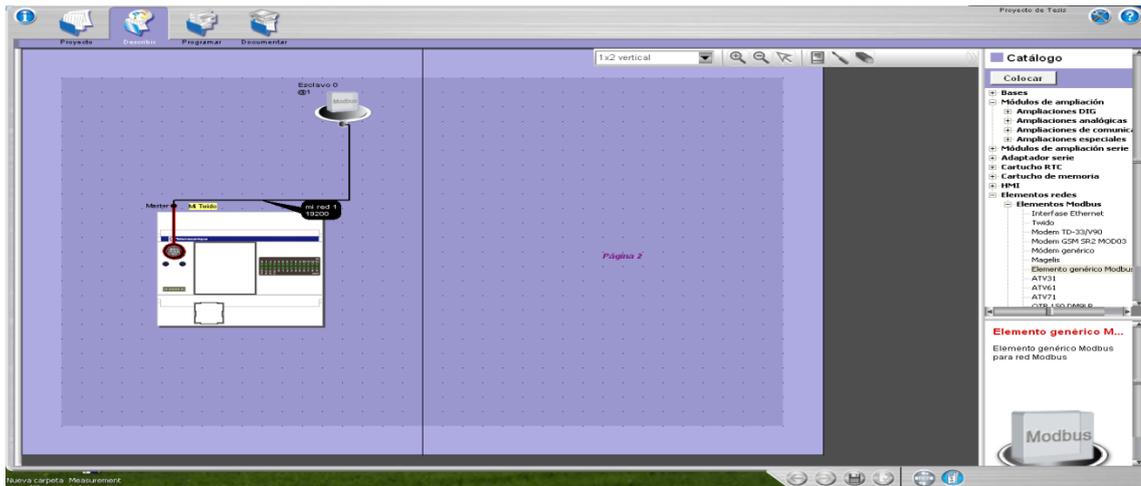


Figura V.98. Descripción del dispositivo

Fuente: Los Autores

Asignación de Entradas/Salidas al PLC TWIDO TWDLCAA24DRF

La programación empieza con la asignación de todas las entradas y salidas al plc, permitiendo de esta manera la rápida identificación de las mismas, para esto se ha elaborado una tabla donde se puede apreciar todas las variables presentes en el sistema junto a las funciones que desempeñan cada una de ellas.

Tabla V.XIX. Señales de Entrada del PLC

Fuente: Los Autores

SEÑALES DE ENTRADA		
NOMBRE	SIMBOLO	FUNCIÓN
Sensor de presencia 1	%I0.0	Detecta la presencia de piezas
Sensor de presencia 2	%I0.1	Detecta piezas transportándose sobre la banda transportadora
Sensor de profundidad	%I0.2	Comprueba si la pieza está en la posición correcta
Cilindro de giro(+)	%I0.3	El cilindro gira 90° a la izquierda
Cilindro de giro(-)	%I0.4	El cilindro regresa a la posición original

Actuador de giro(-)	%I0.5	El actuador de giro en 0°
Actuador de giro(+)	%I0.6	El actuador de giro en 180°
Inicio	%I0.7	Inicia la secuencia
Paro	%I0.8	Detiene el proceso
Llave	%I0.9	Permite trabajar modo manual/automático
Reset	%I0.10	Reinicia el sistema

Tabla V.XX. Señales de Salida del PLC

Fuente: Los Autores

SEÑALES DE SALIDA		
Cilindro de obstáculo	%Q0.0	Obstaculiza el paso de la pieza
Cilindro de posicionamiento	%Q0.1	Ubica la pieza en el lugar adecuado
Cilindro de giro	%Q0.2	Permite girar la pinza neumática
Actuador de giro	%Q0.3	Corrige la posición de la pieza
Pinza	%Q0.4	Sostiene la pieza
Motor	%Q0.5	Permite el funcionamiento de la banda transportadora
Luz verde	%Q0.7	Funcionamiento de la estación
Luz roja	%Q0.8	La estación está en modo Paro o Reset

Grafcet de la Estación de Giro

La implementación del diagrama grafcet permite establecer las etapas que debe cumplir la estación para cumplir con el objetivo propuesto.

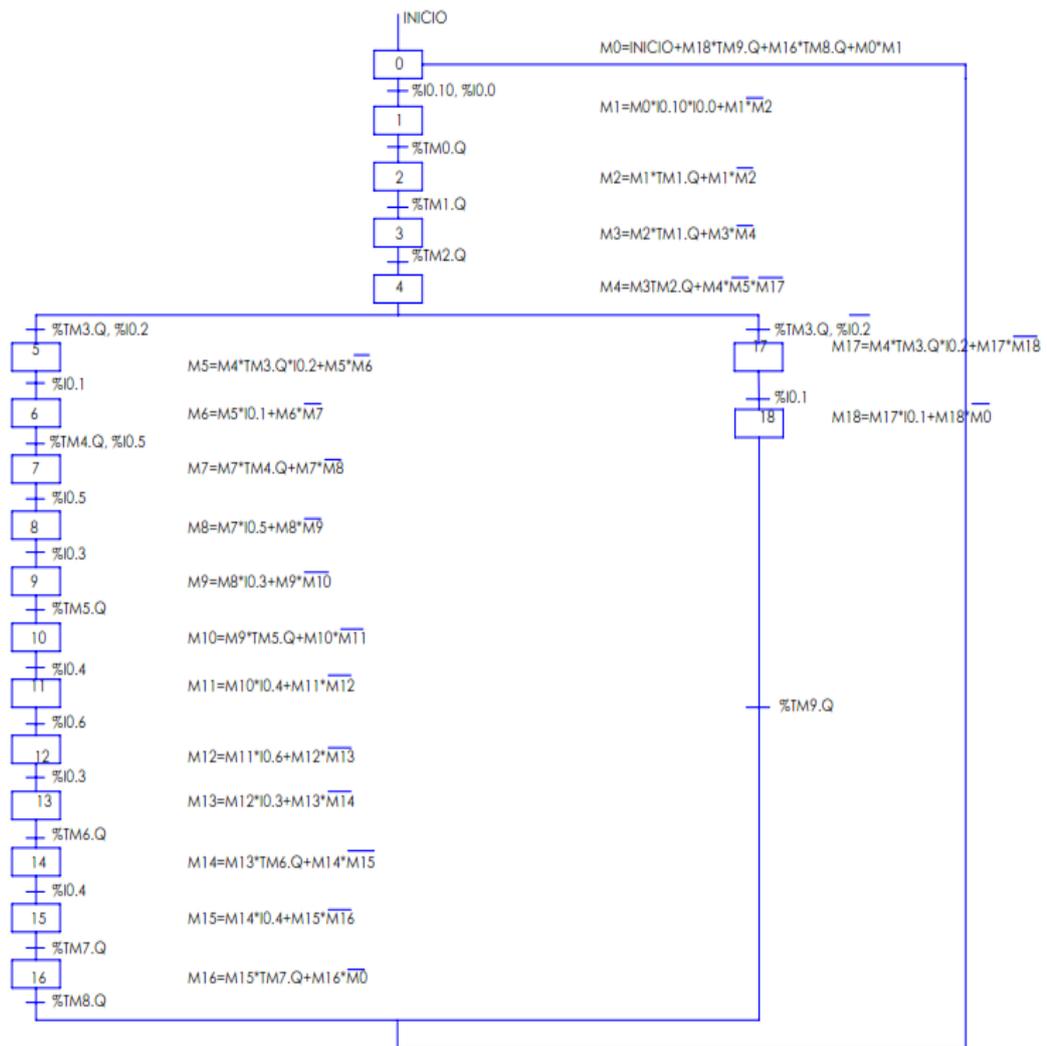


Figura V.99. Secuencia grafcet implementada
Fuente: Los Autores

5.9 PROGRAMACIÓN DEL HMI

La interfaz permite establecer una mejor comprensión acerca del proceso que se encuentra ejecutando en tiempo real como se mostraba en el capítulo anterior. Para esto utilizamos el software Lookout de National Instruments el cual nos permite realizar ventanas y animaciones de una manera rápida y sencilla de forma que el usuario pueda entenderlo fácilmente.

Para realizar un proyecto en lookout ingresamos al programa damos clic en nuevo proyecto y a continuación creamos la ventana de inicio. Es importante completar los casilleros donde se especifica el nombre del proyecto y el nombre de la ventana creada.

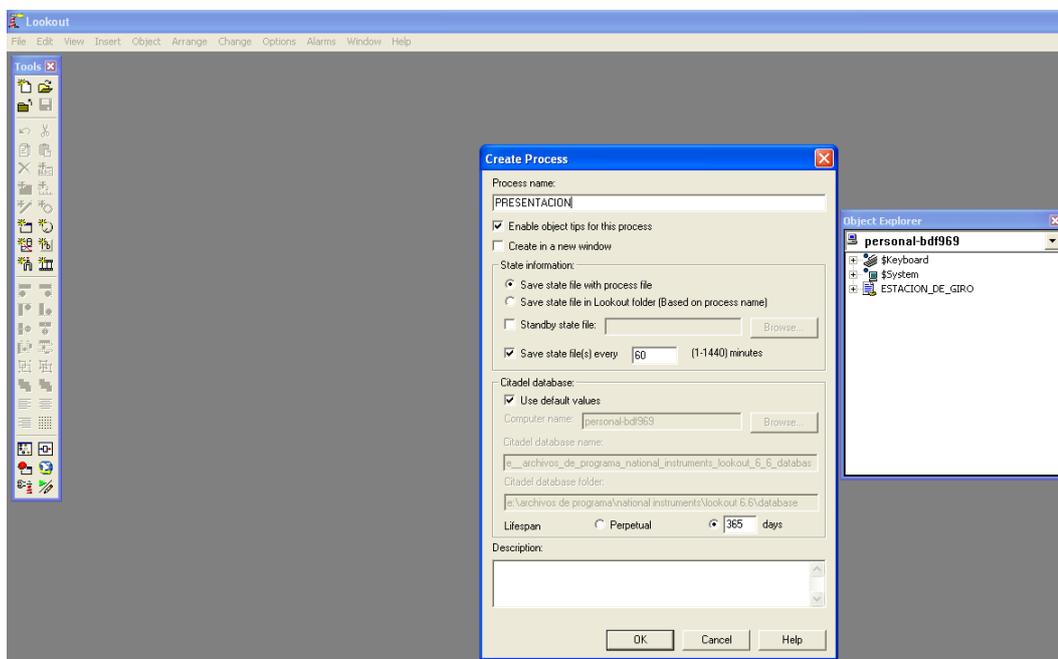


Figura V.100. Creación de un nuevo proyecto
Fuente: Los Autores

Pantalla de inicio

Permite ingresar a las funciones y etapas del proceso, además presenta la información acerca de los autores y el tipo de proceso que se va a ejecutar.

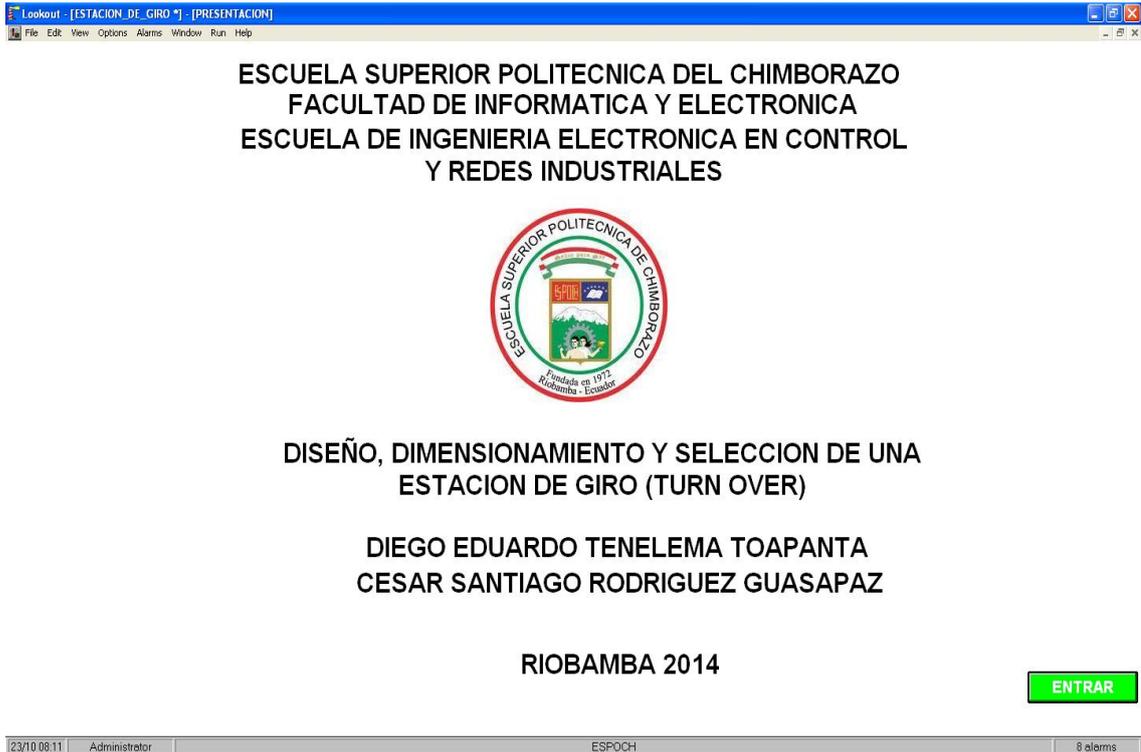


Figura V.101. Ventana de Presentación
Fuente: Los Autores

Pantalla del proceso de corrección

Permite monitorear la ejecución del proceso y el estado de cada uno de sus componentes así como sensores y actuadores, además el operador pueda trabajar en modo manual. La pantalla también presenta información acerca del proceso en ejecución y la ayuda necesaria para la operación de la misma.

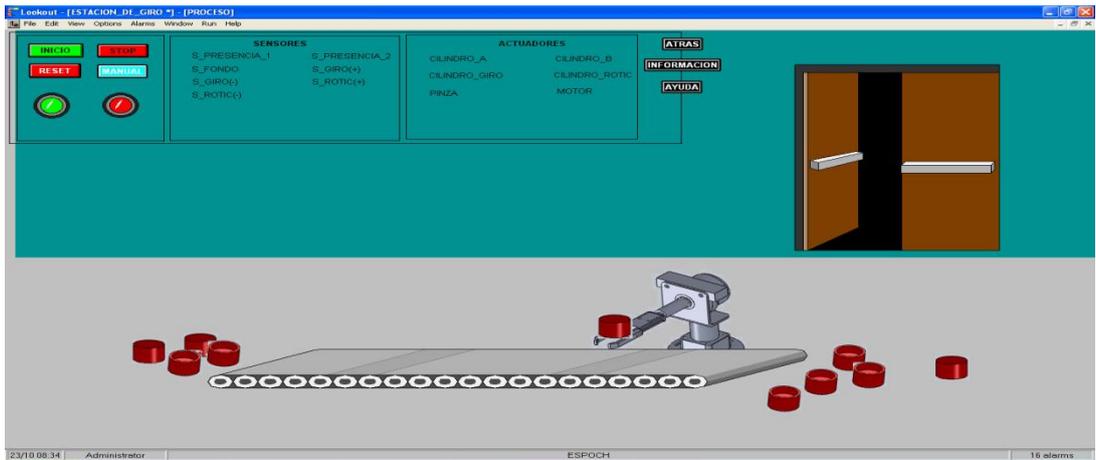
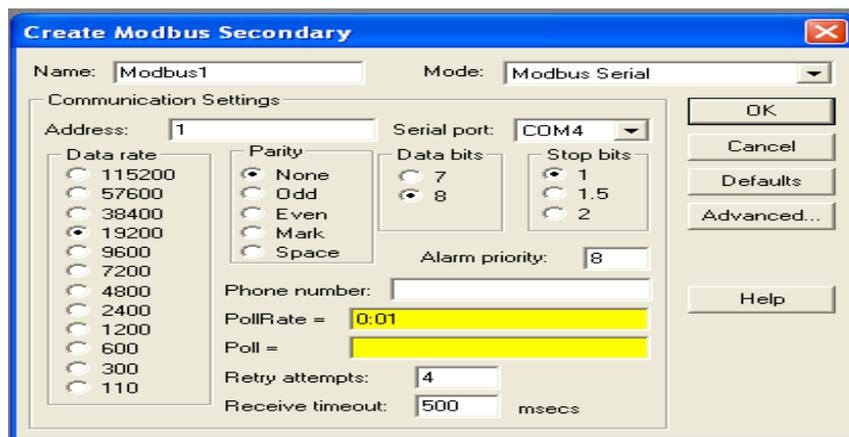


Figura V.102. Proceso en ejecución

Fuente: Los Autores

Driver Modbus

Para establecer comunicación entre el Controlador Programable y La Interfaz de usuario es necesario utilizar el driver modbus de lookout. Anteriormente se estableció la configuración modbus en TwidoSuite para el Autómata programable, los datos establecidos en la configuración son necesarios para crear un objeto modbus y de esta manera hacer referencia las direcciones de todas las memorias establecidas en el



programa.

Figura V.103. Creación de un objeto modbus

Fuente: Los Autores

Direccionamiento de Memorias

Para direccionar las memorias que hacen referencia a pulsadores o indicadores es necesario expresar las memorias establecida en el programa adicionando un número a la misma.



Figura V.104. Direccionamiento de pulsadores
Fuente: Los Autores

Los indicadores permiten observar la activación de todos los actuadores presentes en la instalación.

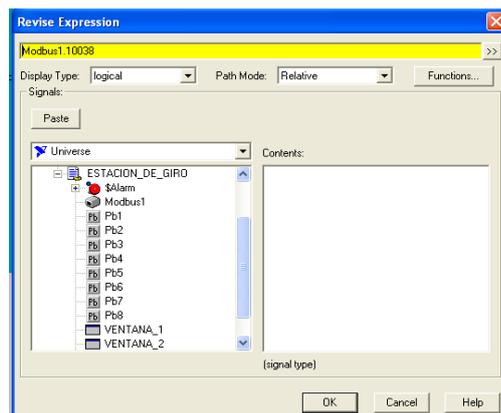


Figura V.105. Direccionamiento de indicadores
Fuente: Los Autores

Animaciones

Permiten al operador observar la ejecución del proceso, ya que los objetos pueden tomar movimiento y de esta manera determinar el desempeño de la estación.

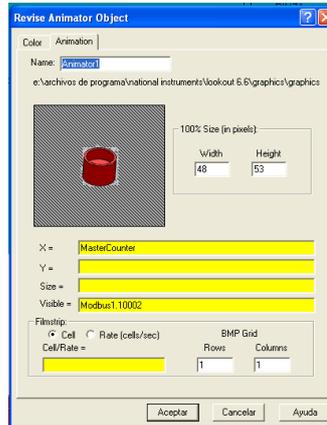


Figura V.106. Creación de animaciones
Fuente: Los Autores

CAPÍTULO VI

6 PRUEBAS Y RESULTADOS

6.1 ANÁLISIS Y PRUEBAS

6.1.1. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE GIRO

Para analizar el funcionamiento de la estación de giro es necesario disponer de la estación de evaluación debido a que necesitamos comparar el funcionamiento de las dos estaciones, lo cual es fundamental para la comprobación de la hipótesis.

Para esto se utilizó bases de manómetros que existen en el laboratorio, los cálculos estadísticos se los realizaron como se muestra a continuación.

6.1.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Se escogió la muestra aplicando la siguiente fórmula considerando que se está trabajando en universos relativamente pequeños:

$$n_0 = \left(\frac{z}{\varepsilon}\right)^2 * p * q \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Dónde:

n_0 : Cantidad teórica de elementos de la muestra.

n : Cantidad real de elementos de la muestra a partir de la población asumida.

N : Número total de elementos que conforman la población.

z : Valor estandarizado en función del grado de confiabilidad de la muestra calculada.

ϵ : Error asumido en el cálculo.

q : Probabilidad de la pieza no sea girada o corregida

Tabla VI.XXI. Valores habituales de Z

Fuente: http://www.ditutor.com/inferencia_estadistica/nivel_confianza.html

Valor de Z	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2,24	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%

Cada uno de los resultados que se obtienen en los cálculos poseen error debido a que se utilizan aproximaciones decimales, se tomaron los siguientes valores de acuerdo a la muestra:

- Para $3 \leq N \leq 10$ ----- Se asume $\epsilon = 0.1$ (un error del 10 %).
- Para $N > 10$ ----- Se asume $\epsilon = 0.05$ (un error del 5 %).

Este es un parámetro muy importante, debido a que mediante el mismo se asume el porcentaje de la muestra que no puede presentar las mismas características de la

población, debido a diversos factores subjetivos y objetivos de las piezas que conforman la población.

De la investigación realizada proponemos los siguientes valores:

- Para $3 \leq N \leq 19$ ----- Se asume $q = 0,01$ (un 1 %).
- Para $20 \leq N \leq 29$ ----- Se asume $q = 0,01$ hasta $0,02$ (del 1 al 2 %).
- Para $30 \leq N \leq 79$ ----- Se asume $q = 0,02$ hasta $0,05$ (del 2 al 5 %).
- Para $80 \leq N \leq 159$ ----- Se asume $q = 0,05$ a $0,10$ (del 5 al 10 %).
- Para $N \geq 160$ ----- Se asume $q = 0,05$ a $0,20$ (del 5 al 20 %).

p: Probabilidad que la pieza sea corregida o girada

q: Probabilidad de la pieza no sea girada o corregida

6.1.3 CÁLCULO DE LA MUESTRA

Se asumió un grado de confiabilidad de 95% para el cálculo de acuerdo a la Tabla anterior, por lo tanto obtenemos un $z = 1,96$.

- a) Además se asume un error del 5 % (0,05) p% debido a que se está trabajando en una población de 79 piezas existentes en el laboratorio ubicándonos en los valores anteriores.
- b) A continuación del cálculo anterior realizado, utilizando los valores para q , se asume trabajar con el 2 %, es decir; $q = 0.02$.

c) Calculando el valor de q (probabilidad de la proporción que no presenta las características), se puede determinar p mediante la expresión:

$$p = 1 - q$$

$$p = 1 - q$$

$$p = 1 - 0,02 = 0,98$$

$$p = 0,98$$

En la ecuación (1) reemplazan los valores de cada variable y se determina el valor de n_0 :

$$n_0 = \left(\frac{z}{\varepsilon}\right)^2 * p * q$$

$$n_0 = \left(\frac{1.96}{0.05}\right)^2 * 0.98 * 0.02$$

$$n_0 = 1536.64 * 0.98 * 0.02$$

$$n_0 = 30,12$$

Con este valor encontrado a continuación se calcula la muestra real por medio de la ecuación 2:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

$$n = \frac{30.12}{1 + \frac{30.12}{79}}$$

$$n = \frac{30.12}{1 + 0.38}$$

$$n = \frac{30.12}{1.38}$$

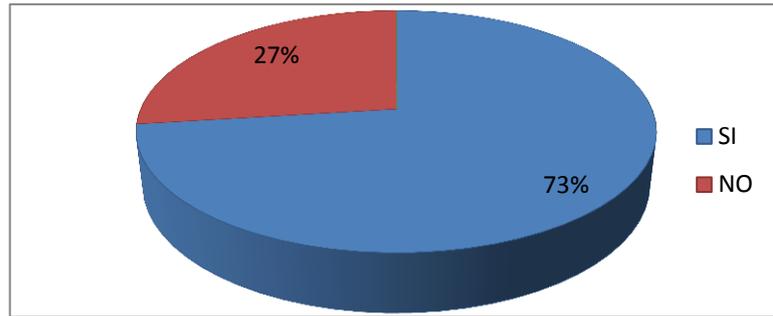
$$n = 21.83$$

$$n \approx 22 \text{ piezas}$$

6.1.4 TABULACIÓN DE LOS DATOS EN LA ESTACIÓN DE EVALUACIÓN

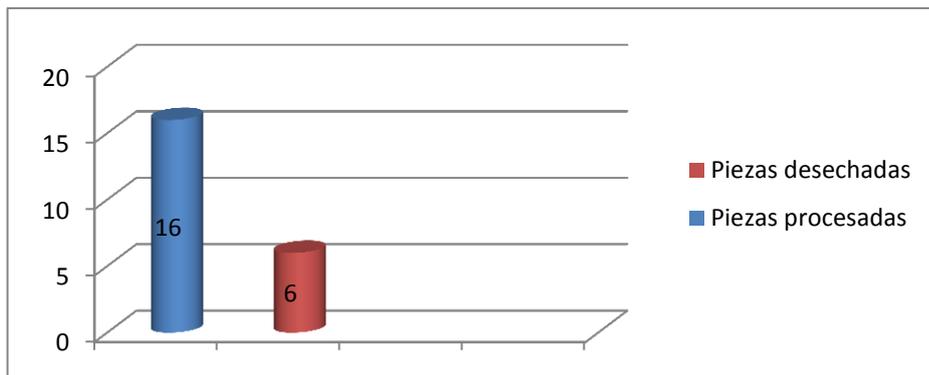
Se tomaron 79 piezas, las mismas que representan la población o universo finito cuando nos referimos en términos estadísticos, de las cuales se utilizaron 22 piezas según indica el análisis que se realizó anteriormente, con la siguiente distribución; 16 piezas en la posición deseada y 6 en la posición no deseada posteriormente corregidas, cabe recalcar que cada una de las piezas fueron colocadas de manera aleatoria en la banda transportadora con la ubicación con la que se encontraban en ese momento en su contenedor, de tal manera que se obtuvieron los siguientes resultados.

Posición deseada	# de piezas
SI	16
NO	6



La grafica nos demuestra en porcentajes la cantidad de piezas que atravesaron la banda transportadora en la posición deseada las cuales representan un 73% y las que no un 27%.

Las piezas que atravesaron la banda transportadora en la posición no deseada que representan el 27%, son desechadas por la estación de evaluación.

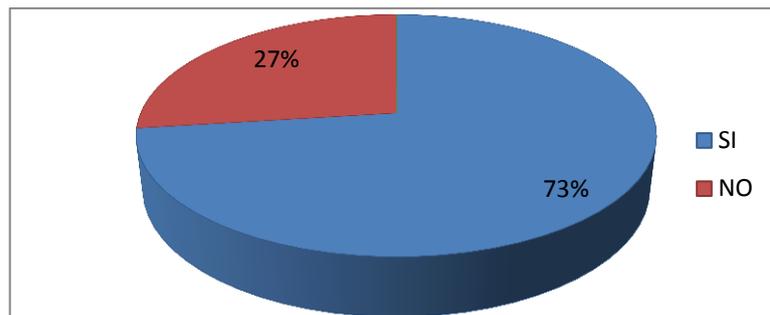


Las piezas desechadas por la estación de evaluación provocan una pérdida de tiempo y necesitan de personal o procesos adicionales que me permita ingresar las piezas nuevamente a la línea de producción lo cual implica incrementos en los costos de producción.

6.1.5 TABULACIÓN DE LOS DATOS DE LA ESTACIÓN DE GIRO

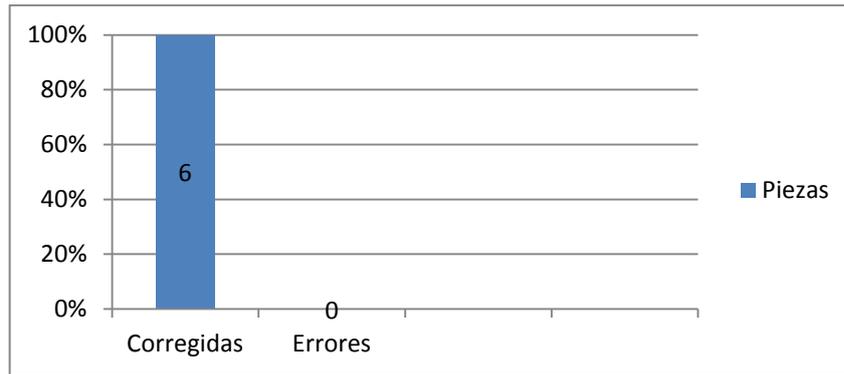
Se tomaron la misma cantidad de piezas que en la estación de evaluación con la misma posición para poder obtener una comparación más precisa, los datos se muestran a continuación.

Posición deseada	# de piezas
SI	16
NO	6



La grafica nos demuestra en porcentajes la cantidad de piezas que atravesaron la banda transportadora en la posición deseada las cuales representan un 73% y las que no un 27%.

Las piezas que atraviesan la banda transportadora en la posición no deseada que representan el 27%, son corregidas o giradas por la estación de giro.



Se obtuvo una efectividad de 100% debido a que cada una de las piezas que atravesaron la estación de giro detectadas en la posición no deseada, fueron corregidas, con un 0% de errores o mal funcionamiento de la estación.

Esta efectividad se consigue debido a que el mecanismo de giro implementado cumple eficazmente con su función y no presenta ningún problema en su operación.

6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mediante las pruebas realizadas se determinó que la tesis “DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GIRO (TURN OVER)”, optimiza un 100% la manipulación de bases de manómetros en comparación con la estación de evaluación que desecha las bases de manómetros que no se encuentran en la posición deseada, lo cual me permite mejorar el tiempo de producción y de esta manera evitar el desperdicio de material.

CONCLUSIONES

- El diseño de cada uno de los componentes de la estación de giro se lo realizó en el software de modelado SolidWorks lo cual nos permitió tener una visión precisa de las características de cada uno de estos, previo a su construcción.
- La selección de los sensores y actuadores se la realizó analizando las características y tablas de funcionamiento de cada uno de éstos, debido que deben cumplir con la precisión y robustez que requiere nuestra estación.
- El protocolo MODBUS resultó robusto en la transmisión de datos entre el PLC y el HMI, debido a su fácil implementación y bajo costo ya que es empleado por una amplia gama de fabricantes lo cual nos permite flexibilidad al momento de reemplazar el PLC o modificar la Interface Humano Máquina (HMI).
- El sistema de monitoreo permite al operario observar y controlar a distancia además en tiempo real los proceso que realiza la estación de giro.
- La estación de giro nos permite un manejo óptimo de bases de manómetros debido a que corrige las piezas en la posición no deseada y no desperdicia material, eliminando los desechos, disminuyendo los tiempos del proceso y aumentando la producción.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable utilizar la misma velocidad de transmisión de datos (19200) en la comunicación con el HMI, y con esto evitar errores de comunicación.
- Es recomendable en el caso de avería de algún componente eléctrico de la estación de giro, revisar detenidamente sus características para poderlo reemplazar con el adecuado y así evitar errores o daños en la estación.
- Se recomienda trabajar con una presión de aire de 6 bares debido a que esta es la ideal para el agarre de la pinza neumática.
- Se recomienda proceder con las medidas de seguridad necesarias al momento de poner en funcionamiento la estación, para evitar accidentes leves.
- Finalmente se recomienda dar mantenimiento a la estación periódicamente por parte de una persona con conocimientos en el área.

RESUMEN

Se construyó una estación de giro para optimizar el manejo de bases de manómetros en comparación a la estación de evaluación, como parte del sistema de producción modular del laboratorio de Redes Industriales de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

La estación de giro fue diseñada en el software de simulación SolidWorks, lo cual nos permitió determinar sus dimensiones y capacidad, también nos ayudó a establecer que el acrílico y el platino fueron los materiales ideales para su implementación, ayudándonos del método de investigación experimental.

La estación consta de una banda transportadora controlada por un motor de 24VCD, la cual nos permite trasladar las bases de manómetros a lo largo de la línea de producción, un sensor de profundidad SICK WTB4 determina si la posición de la pieza es la correcta, si se cumple esta condición la pieza se traslada a la siguiente estación, de no ser así actúa un mecanismo de giro el cual consta de una pinza neumática, este mecanismo corrige la ubicación de la pieza, la gira y la coloca nuevamente en la banda transportadora para continuar con la línea de producción, el sistema se automatizó mediante un PLC TWDLCAA24DRF programado en el software TwidoSuite, la interface de control Interfaz Humano Máquina (HMI) se la realizó en Lokoout.

Luego de un cálculo estadístico se determinó que hay que realizar pruebas a 22 bases de manómetros para verificar el funcionamiento de la estación de giro, de las cuales 16 pasaron en la posición correcta y 6 no, nuestra estación ubica las piezas en la posición deseada en comparación con la estación de evaluación que no lo hace, con esto se

consigue un 100% de efectividad en la producción y de esta manera evitar el desperdicio de material.

Se recomienda que el mantenimiento de la estación de giro se lo realice periódicamente.

ABSTRACT

A turning station was constructed to optimize the database management gauges compared to the station for evaluation as part of the Modular Production System Laboratory of Industrial Networks, School of Electronics Engineering in Control and Industrial Networks of the Higher Polytechnic School of Chimborazo.

The turning station was designed in SolidWorks Simulation software, which allowed us to determine their ability dimensions and also helped to establish the acrylic and platinum were ideal materials for deployment, helping the method of experimental research.

The station consists of a conveyor belt controlled by a 24 VDC motor which allows gauges bases move along the production line, the SICK WTB4 depth sensor, determines whether the piece position is correct, if this condition is fulfilled the part is moved to the next station; however if this is not happened a turning mechanism which consists of a pneumatic clamp, corrects the location of the part, turning an putting it back on the conveyor belt to continue with the production line, the system was automated using a PLC TWDLCAA24DRF programmed in TwidoSuite, the control interface Human Machine Interface (HMI) is the place in Lookout.

After a statistical calculation was determined to be 22 basis test gauge to verify the operation of the turning station, of which 16 came in the correct position and 6 do not, our station parts located at the desired position in compared to the evaluation station does not, with this 100% effectiveness in production and thus avoid waste of material is achieved.

It is recommended that the maintenance of the turning station would perform periodically.

REFERENCIAS

[1] Justificación. Recuperado de

<http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/mps-el-sistema-de-produccion-modular-del-modulo-a-la-fabrica-didactica.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjU4NS43NjMx>

[2] Sistemas de Automatización. Recuperado de

<http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>

[3] Historia de la Automatización. Recuperado de

http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/954/7/Capitulo_2.pdf

[4] Automatización. Recuperado de

http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/954/7/Capitulo_2.pdf

[5] Objetivos de la Automatización. Recuperado de

<http://www.grupo->

[maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm](http://www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm)

[6] Aplicaciones de la Automatización. Recuperado de

<http://canaleslicla.files.wordpress.com/2013/10/capitulo2.pdf>

[7] Sistemas de Producción. Recuperado de

https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/447/42495/1/Documento1.pdf

[8] Sistemas de Producción Modular. Recuperado de

<http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/mps-el-sistema-de-produccion-modular-del-modulo-a-la-fabrica-didactica.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjU4NS43NjMx>

[9] KATSUHIKO, O. (2010). Ingeniería de control moderna.

[10] Válvulas Neumáticas. Recuperado de

<http://industrial-automatiza.blogspot.com/2010/09/valvulas-distribuidoras.html>

[11] Unidad de Mantenimiento Neumática. Recuperado de

<http://industrial-automatiza.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>

[12] Filtro de Aire Comprimido. Recuperado de

http://www.parker.com/literature/brazil/m1001_br_neumatica.pdf

[13] Manguera de Poliuretano. Recuperado de

<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccionalaNeumatica.pdf>

[14] Racores. Recuperado de

<http://www.sicontrol.com/racores.htm>

[15] Compresor. Recuperado de

<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccionalaNeumatica.pdf>

[16] Actuador de Giro Festo DSR. Recuperado de

http://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/DSR_ES.PDF

[17] Actuador Lineal. Recuperado de

<http://sp2.airtac.com/upload/201108290305315006.PDF>

[18] Cilindro de Giro. Recuperado de

<http://es.airtac.com/upload/201404150259527296.PDF>

[19] Pinza Neumática. Recuperado de

<http://es.airtac.com/upload/201404150234178506.PDF>

[20] Sensor. Recuperado de

http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/53454/Sensoren_Broschuere_es_bV08_M.pdf

[21] Características y Ventajas de los Sensores. Recuperado de

<https://www.mysick.com/eCat.aspx?go=FinderSearch&Cat=Row&At=Fa&Cult=English&FamilyID=425&Category=Produktfinder&Selections=36111>

[22] Características y Ventajas del Sensor Fotoeléctrico SICK W100. Recuperado de

<https://www.mysick.com/partnerPortal/ProductCatalog/DataSheet.aspx?ProductID=54002>

[23] Características y Ventajas del Sensor Fotoeléctrico SICK MH15. Recuperado de

<http://sensorstrade.com/media/pdf/53417/sick-mht15-p2347-datasheet.pdf>

[24] **DOMINGO, J. et.** (2003). Introducción a los Autómatas Programables.

Recuperado de

<http://books.google.com.ec/books?id=o7yP4sPRCyEC&pg=PA103&lpg=PA103&dq=tipos+de+plc+libro&source=bl&ots=PvmuLgfHFB&sig=qJM9JHprABX9YJI65PGJH>

ASVlBg&hl=es&sa=X&ei=YxhVLDtHISmgwSpxIHgAw&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=tipos%20de%20plc%20libro&f=false

[25] MANDADO, E. et. (2009). Autómatas Programables y Sistemas de Automatización. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/227383815/Automatas-Programables-y-Sistemas-de-Automatizacion-Parte-1>.

[26] Clasificación del PLC. (s.f.) Recuperado de <http://es.slideshare.net/carlosalbertogamboa/tipos-de-plcs-8089865?related=1>

[27] Aplicaciones del PLC. (s.f.). Recuperado de <http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/trabajos%202002/PLC/plc.htm>

[28] Ventajas y Desventajas de los PLC. (s.f.). Recuperado de <http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/Presentaci%C3%B3n%20P.L.C.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

1. **ALCIATORE, D.G. y HISTAND, M.B.**, Introducción a la mecatrónica y los sistemas de medición., 3a. ed., México D.F.-México., McGraw Hill, 2008, Pp. 338-341
2. **DANERI, P.A.**, PLC Automatización y control industrial., Primera. ed., Buenos Aires-Argentina., Hispano Americana, 2008, Pp. 9-45.
3. **KATSUHIKO, O.**, Ingeniería de control moderna., 5a. ed., Naucalpan de Juárez-México., Prentice-hall hispanoamericana, 2010, Pp. 1-13.
4. **PÉREZ, J. y PINEDA, M.**, Automatización de maniobras industriales mediante autómatas programables., Primera. ed., México D.F.-México., Alfaomega 2008, Pp. 43-70.

5. ACTUADOR GIRATORIO

http://www.festo.com/cat/es-co_co/products_DSR

http://www.festo.com/cat/data/doc_es/PDF/ES/DSR_ES.PDF

2014-06-03

6. AUTOMATIZACIÓN

<http://www.schneider->

[electric.com.mx/documents/solutions/solution/PLANTSTRUXURE_SC](http://www.schneider-electric.com.mx/documents/solutions/solution/PLANTSTRUXURE_SC)

[HC208.pdf](http://www.schneider-electric.com.mx/documents/solutions/solution/PLANTSTRUXURE_SC_HC208.pdf)

<http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>

<http://www.grupo->

[maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/A](http://www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/A)

[utomatizacion/Automatizacion.htm](http://www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm)

http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_10_MEC01.pdf

http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/954/7/Capitulo_2.pdf

<http://canaleslicla.files.wordpress.com/2013/10/capitulo2.pdf>

2014-06-10

7. CILINDRO DE GIRO

http://es.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=41&

[c_kind4=54&c_kind5=123&id=49](http://es.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=41&c_kind4=54&c_kind5=123&id=49)

<http://es.airtac.com/upload/201404150259527296.PDF>

2014-06-10

8. MANUAL LOOKOUT

<http://www.ni.com/pdf/manuals/322390d.pdf>

2014-07-20

9. MANUAL TWIDO SUITE

http://www.equposdidacticos.com/pdf/catalogos/Manual_Twido.pdf

2014-07-20

10. MANUAL SOLIDWORKS

<http://app.ute.edu.ec/content/3466-161-4-1-6-19/Conceptos%20basicos%20de%20SolidWorks%20-%20Piezas%20y%20ensamblajes.pdf>

2014-07-20

11. MESA RODANTE

<http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/accesorios/mesa-rodante.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjcxMy4zMzQ4>

2014-07-15

12. PINZA NEUMÁTICA

http://es.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=41&c_kind4=54&c_kind5=315&id=222

2014-06-05

13. PLC

http://www.ops-ecat.schneider-electric.com/cut.CatalogueRetrieverServlet/CatalogueRetrieverServlet?fc_t=get_element&env=publish&scp_id=Z046&lc=en&el_typ=product&cat_id=BU_AUT_533_L1_Z073&maj_v=1&min_v=0&nod_id=0000000002&prd_id=TWDLCAA24DRF&frm=pdf

2014-07-09

14. SENSORES

http://www.festo.com/net/es_es/SupportPortal/Downloads/118368

2014-07-7

15. SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR

<http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/mps-el-sistema-de-produccion-modular-del-modulo-a-la-fabrica-didactica.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjU4NS43NjMx>

https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/447/42495/1/Documento1.pdf

2014-07-10

16. UNIDAD DE MANTENIMIENTO

[http://sp2.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=39
&c_kind4=43&c_kind5=61&id=10](http://sp2.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=39&c_kind4=43&c_kind5=61&id=10)

<http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>

http://www.parker.com/literature/brazil/m1001_br_neumatica.pdf

2014-07-15

17. VÁLVULAS NEUMÁTICAS

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/neumatica-y-oleohidraulica/trasparencias/valvulasNeumaticas.pdf>

<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccionaNeumatica.pdf>

<http://industrial-automatca.blogspot.com/2010/09/valvulas-distribuidoras.html>

2014-06-20

ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL DE USUARIO

Instrucciones de Seguridad

- 1) Lea detenidamente las instrucciones.
- 2) Cumpla con todas las advertencias.
- 3) Siga todas las instrucciones.
- 4) Limpie la estación utilizando un paño seco.
- 5) Mantenga fuera del alcance del agua.
- 6) No utilice el aparato cerca de fuentes de calor debido a que los dispositivos electrónicos pueden sobrecalentarse.
- 8) Proteja el cable de alimentación para que no lo maltraten.
- 9) Utilice las herramientas especificadas en el manual.
- 10) No trate de mover la estación al momento de ejecutarse el proceso.
- 11) No intente detener manualmente los dispositivos neumáticos.
- 12) Desenchufe el aparato en caso de tormentas eléctricas o cuando no lo esté utilizando.
- 13) Para evitar descargas eléctricas asegúrese que la patilla del enchufe de puesta a tierra esté debidamente conectado.
- 14) Cuando la estación necesite reparaciones solicite la ayuda de una persona conocedora del tema.
- 15) No coloque objetos pesados sobre la estación.

Aviso de Seguridad Importante

La estación de giro ha sido probada y ha demostrado cumplir con todas las expectativas planteadas, de tal manera que su uso pueda ser realizado por estudiantes de la carrera de ingeniería en control y redes industriales. El modulo utiliza energía eléctrica y energía neumática de tal manera que su manipulación deben realizarlo cuidadosamente ya que pueden provocar daños en los dispositivos eléctricos y neumáticos. En caso de existir sobrecargas eléctricas desactive inmediatamente la fuente para después desconectar el cable de alimentación con la finalidad de proteger los dispositivos electrónicos.

Introducción

Este manual permite conocer más detalladamente el funcionamiento de la Estación de Giro (Turn Over) para la corrección de la posición de bases para manómetros. Los constantes avances tecnológicos determinan la evolución de los procesos sin embargo la lógica de programación se mantiene ya que el lenguaje utilizado en la automatización se realizó pensando en los cambios posteriores.

Funcionamiento

La estación de giro permite corregir la posición de las bases para manómetros, para esto utiliza un sensor de profundidad que determina si la base se encuentra en la posición correcta o necesita ser corregida. Cuando la base está en la posición correcta la banda transportadora se encarga de trasladarla a la siguiente estación, por otra parte si la base está en la posición inadecuada la pinza neumática se encarga de colocarlo en la posición correcta para luego trasladarlo a la estación adyacente. Resumiendo el proceso todas las bases que ingresan a la estación de giro deben salir en la posición adecuada despreciando el tiempo que toma corregir cada una de estas bases.

Descripción de la Secuencia

Cuando el sistema de giro inicia se deben cumplir las siguientes condiciones.

- Los dos cilindros lineales deben empezar con el vástago afuera.
- La banda transportadora se encuentra desactivada.
- La pinza neumática debe estar en posición de espera, es decir todos sus componentes deben estar desactivados.

Secuencia

- 1) Al presionar el botón inicio la luz verde ubicado en el panel de control debe encenderse.
- 2) La secuencia arranca cuando el sensor de presencia ubicado al inicio de la banda transportadora detecta las bases.
- 3) El cilindro lineal debe retraerse permitiéndole a la base moverse, de tal manera que esta pueda ubicarse justo debajo del sensor de profundidad con la finalidad de evaluar su posición.
- 4) El sensor de presencia ubicado en la parte media de la banda transportadora verifica si existe piezas trasladándose por la banda transportadora con la finalidad de posicionarla o simplemente para dejarla que continúe a la siguiente estación.
- 5) La pinza neumática entra en el proceso cuando el sensor de profundidad determina que la posición de la pieza no es la correcta.
- 6) El cilindro de giro y el actuador de giro poseen sensores que determinan la posición de cada uno de estos.

7) Los pulsadores Paro y Reset detienen el proceso indicando esta función por medio de una luz roja ubicado en el panel de control.

8) El paro debe detener el proceso mientras que el reset debe reiniciar el sistema.

9) El paro debe darse antes que el reset.

10) El operador tiene la opción de trabajar en modo manual o automático.



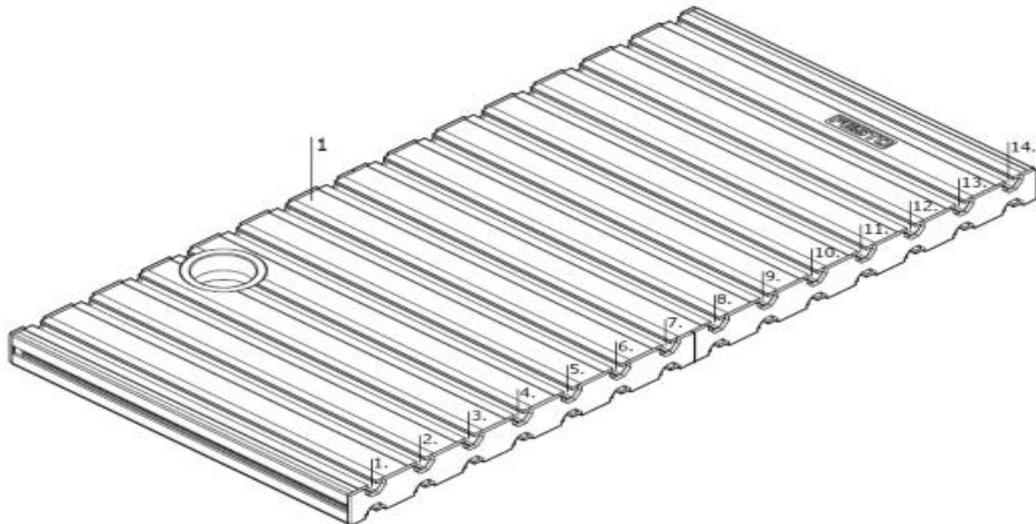
Herramientas para el montaje de la estación de giro

- Hexagonal de $\frac{1}{4}$ de pulgada
- Destornillador estrella
- Destornillador plano
- Alicates
- Peladora de cables
- Pinza
- Corta tuberías
- Llave Inglesa

Montaje

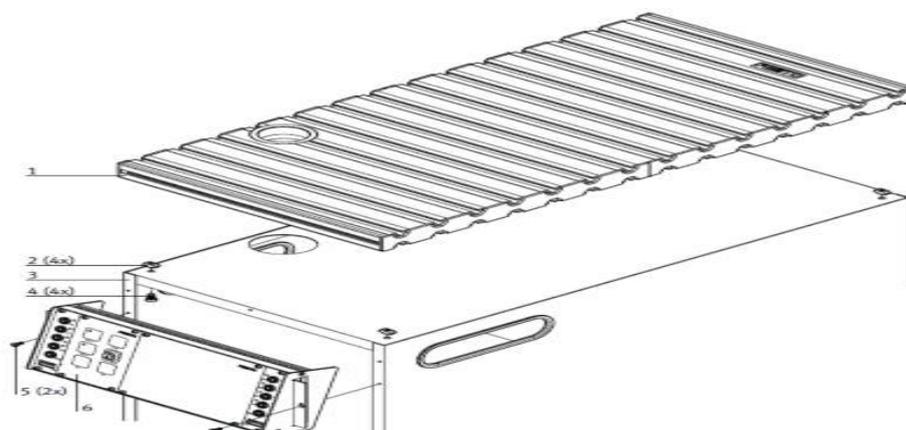
Placa perfilada de aluminio

Posee ranuras, en las cuales se coloca tuercas que sirven de unión entre la placa de aluminio y la mesa rodante.

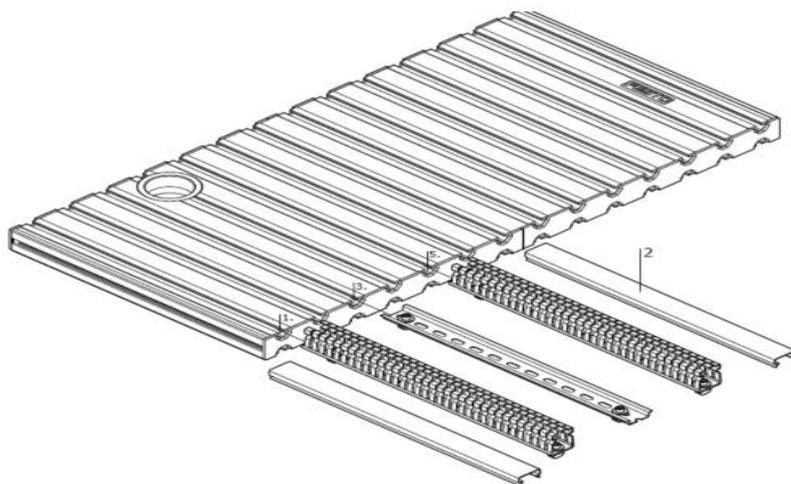


Acoplamiento de la placa de aluminio a la mesa rodante

- Placa perfilada de aluminio
- Mesa rodante
- Panel de control
- Tuerca con cabeza M6 x 32 (4x)

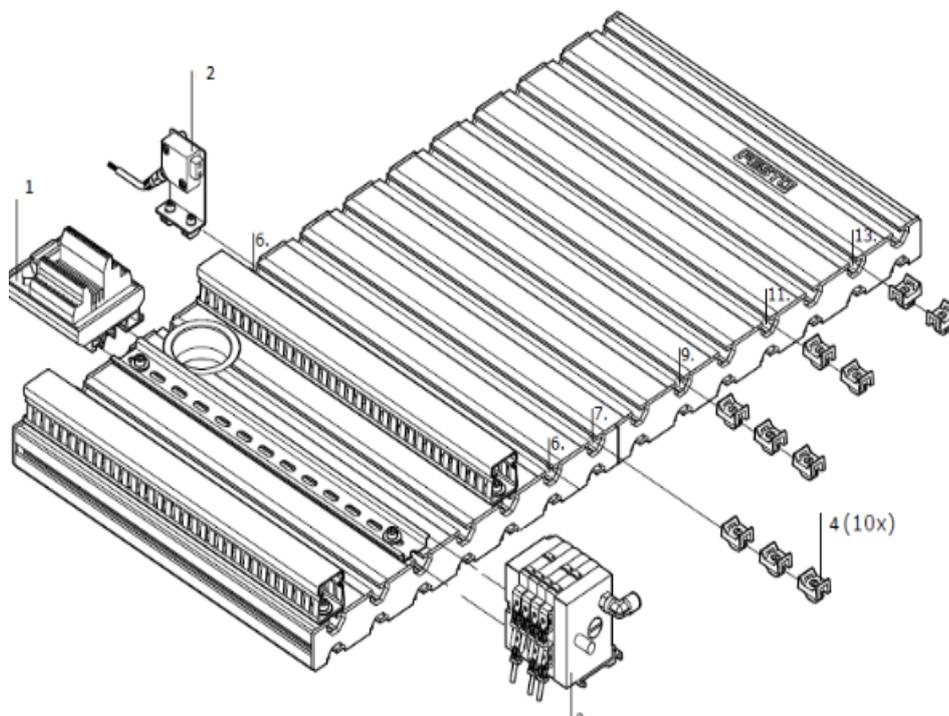


Colocación de canaletas para el cableado de sensores y actuadores



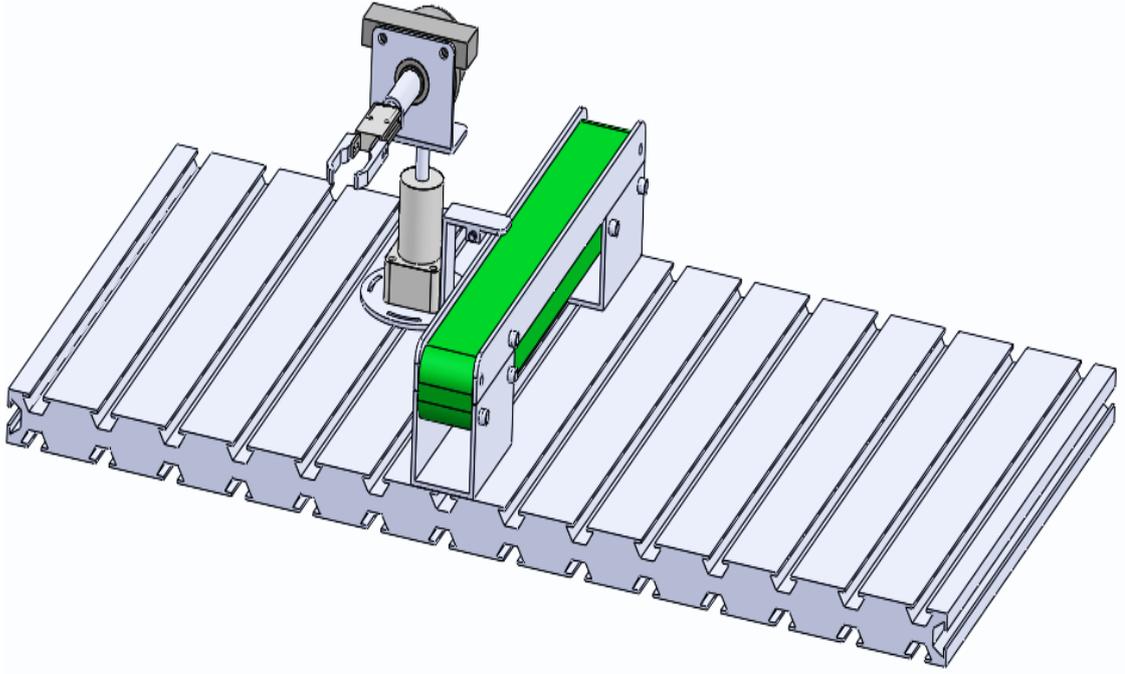
Dispositivos electrónicos y neumáticos

Los sensores deben estar ubicados a la distancia adecuada y de esta manera no tener inconvenientes al momento de calibrarlos.



Montaje de la pinza y la banda transportadora

Utilizando las herramientas especificadas anteriormente se realiza el montaje de los demas componentes de la estación.



Software de programación del PLC

Está diseñado para ejecutarse en varios sistemas operativos Windows.

TwidoSuite requiere de las siguientes características para su instalación:

Requisitos de Hardware

Los requisitos que nuestra PC debe cumplir para la correcta instalación del software de programación son:

Requisito	Mínimo
Ordenador	Procesador Pentium a 466 Mhz
Ram	128 MB
Espacio libre en el disco duro	100 MB

Requisitos de Software

Para utilizar el software de programación Twidosuite la PC debe tener instalado uno de los siguientes sistemas operativos.

Sistema Operativo	Edición/Servipack	Consideraciones especiales
Windows 2000	Service Pack 2 o superior	Necesita privilegios de administración
Windows XP	Service Pack 2 o superior	Necesita privilegios de administración
Windows Vista	Service Pack 1 o superior	Necesita privilegios de administración

Programación del PLC

La programación requiere de los siguientes pasos.

Crear un nuevo proyecto

Al momento de crear el Proyecto Turn_Over TwidoSuite Automáticamente la ubicara en la carpeta Mis proyectos.

Gestión de proyectos

Actualizar la información del proyecto

Crear un proyecto nuevo

Abrir un proyecto

Abrir un proyecto reciente

Copiar el proyecto actual

Cerrar el proyecto actual.

Actualizar la información del proyecto

En esta pantalla puede:

- modificar la información del proyecto mediante un formulario;
- adjuntar una foto al proyecto en la ficha "Imagen".

Haga clic en "Aplicar" para aplicar los cambios.

Información del proyecto

Información del archivo

Proyecto:

Directorio:

Información del proyecto

Autor:

Departamento:

Índice:

Propiedad industrial:

Comentario | Descripción | Imagen

Configuración del PLC

Seleccione el controlador TWDLCAA24DRF, seguidamente presione clic derecho sobre el PLC seleccione la conexión modbus y finalmente coloque la dirección 1.

The screenshot shows the TwidoSuite software interface. In the center, a 'Configuración' dialog box is open, displaying the configuration for 'Puerto 1'. The 'Protocolo' is set to 'Modbus' and the 'Dirección' is set to '1'. The background shows a workspace with a grid and a PLC component. On the right side, there is a 'Catálogo' panel with a list of PLC models. The model 'TWDLCAA24DRF' is highlighted. Below the list, there is a detailed description of the TWDLCAA24DRF model, including its specifications and a small image of the device.

Cargar el Programa

Después de haber creado el programa procedemos a cargarlo en el controlador eligiendo la opción depurar, posteriormente seleccionamos el puerto en el cual se encuentra conectado el plc, damos clic en aceptar, después damos clic en run y finalmente desconectamos el cable de programación.



Manejo del HMI

Permite manipular la secuencia programada en el controlador desde diferentes sitios alrededor de la estación.

Inicio:

Es el punto de partida de la secuencia indicada mediante una luz verde.

Stop:

Detiene la la ejecución de la secuencia en cualquier punto del proceso.

Reset:

Reinicia la secuencia siempre y cuando el boton stop haya sido activado.

Manual:

Funciona cuando en el panel de control se haya elegido el modo manual también.



Información adicional

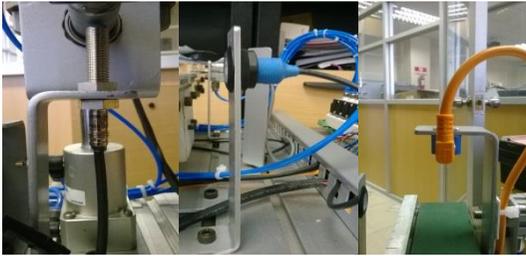
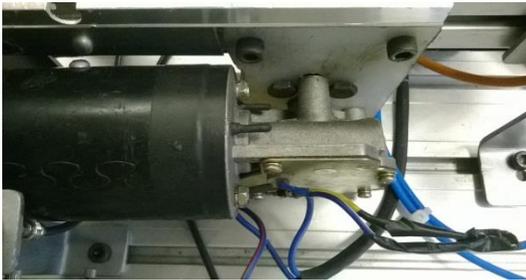
En esta sección encontramos ayuda acerca del funcionamiento del proceso, información acerca de la planta, etc.



ANEXO 2

MANUAL DE

MANTENIMIENTO

	DESCRIPCIÓN	TIEMPO
<p>➤ ELECTROVALVULAS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de las conexiones de los cables de alimentación y señal de cada una de las electroválvulas para evitar el mal funcionamiento de la estación. • Limpieza en las tuberías de aire para evitar taponamiento o incorrecta circulación del aire por las mismas, además ajustar los racores para evitar la fuga de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Semanal • Diario
<p>➤ SENSORES</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar utilizando el multímetro que los sensores estén correctamente conectados a la tarjeta sislink y que estén alimentados con el voltaje adecuado 24VDC, para evitar funcionamientos erróneos o daños en los sensores. • Comprobar la ubicación de los sensores debido a que si no se encuentran en la posición correcta las señales de sensado no serán las deseadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mensual • Mensual
<p>➤ MOTOR</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el voltaje de alimentación esté conectado correctamente o no haya sufrido un corte o rompimiento de los conductores que cumplen esta función. 	<ul style="list-style-type: none"> • Semanal • Trimestral

➤ UNIDAD DE MANTENIMIENTO



- Sacar las impurezas de la unidad de mantenimiento para un mejor filtrado.
- Verificar la conexión de los racores y la sujeción de las mangueras para evitar una fuga de aire inesperado.
- Se recomienda trabajar con 6bar.

- Mensual
- Semanal

➤ PINZA NEUMÁTICA



- Comprobar si existe la presión necesaria para que el agarre de la pinza sea el ideal (6bar).
- Verificar que ningún objeto obstruya el movimiento de la pinza en el momento del proceso, para evitar colisiones y posteriores daños en esta.

- Semanal
- Semanal

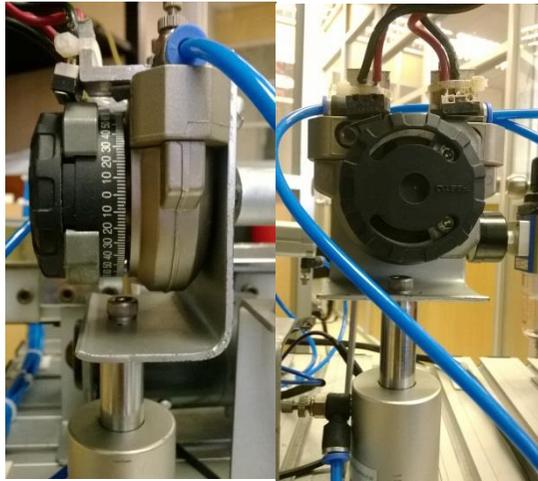
➤ SYSLINK



- Verificar que los indicadores led de la placa sislink se enciendan para cada entrada/salida que le corresponda.
- Comprobar si los cables se encuentran bien colocados en las borneras para evitar un mal funcionamiento de la estación.

- Semanal
- Mensual

➤ **ACTUADOR DE GIRO**



- Verificar si las tuberías de aire del actuador de giro están bien colocadas en los racores.
- Comprobar si existen impurezas o algún objeto que obstruya el giro del actuador, para así evitar daños o mal funcionamiento de este.

- Semanal
- Semanal

➤ **FUENTE**



- Antes de poner en funcionamiento la estación se recomienda medir el voltaje 24VCD que la fuente nos proporciona para así evitar daños en los sensores u otros dispositivos que esta alimenta.
- Comprobar que los cables de alimentación que se toman de la fuente estén correctamente conectados; (M-) (L+)

- Semanal
- Semanal

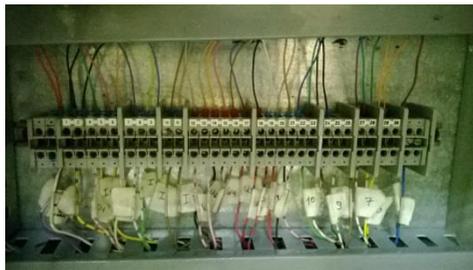
➤ PLC



- Comprobar el encendido del PLC observando el indicador led de power.
- Verificar los cables que se encuentran conectados al PLC tanto entradas como salidas.

- Semanal
- Semanal
- Mensual

➤ BONERAS TABLERO PLC

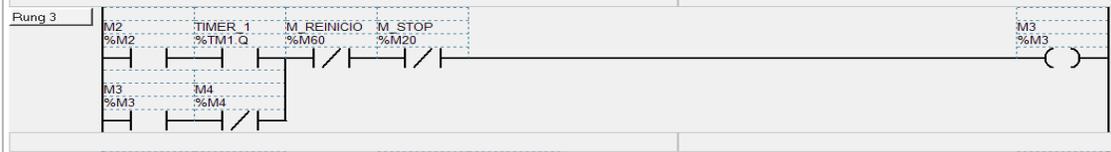
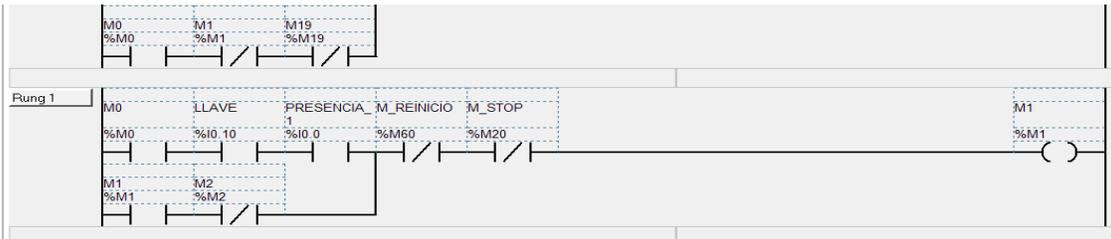
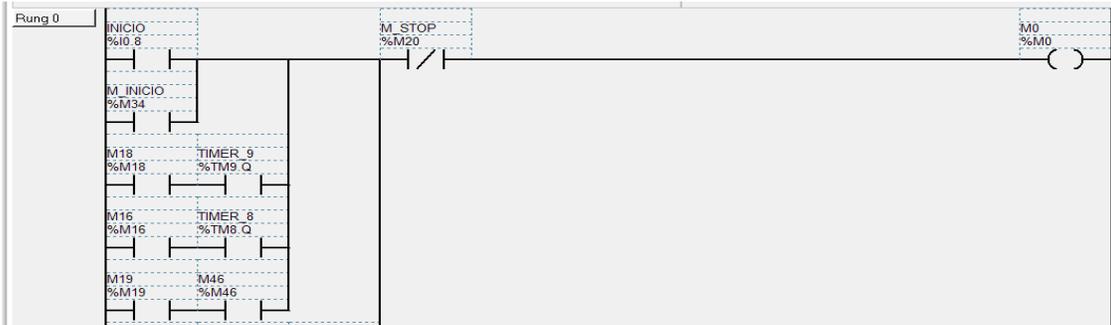


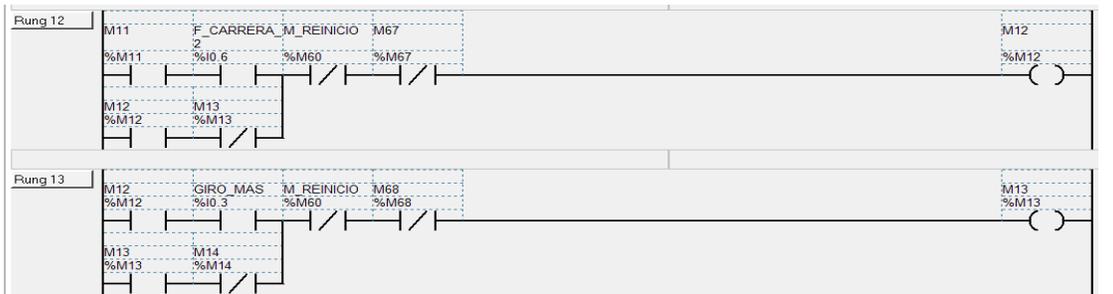
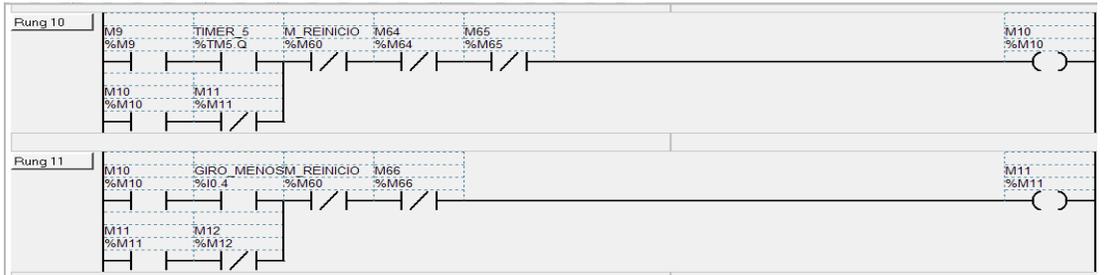
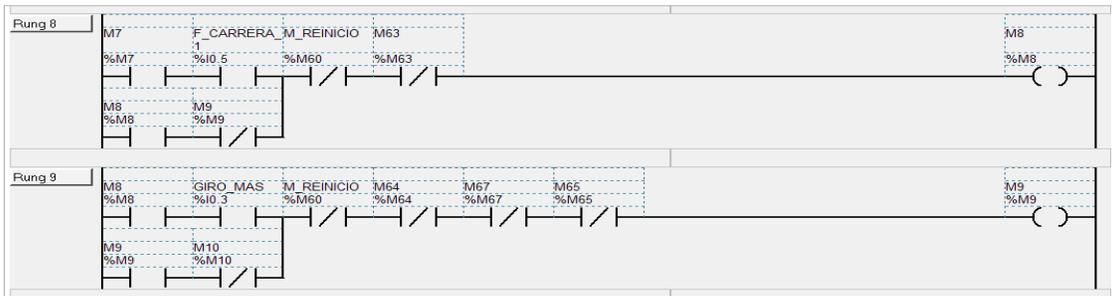
- Comprobar continuidad de la del cable de alimentación y si es necesario de cada uno de los conductores que corresponden a las entradas y salidas.
- Reajustar las borneras de las entradas y las salidas de las tarjetas porque estas tienden aflojarse.

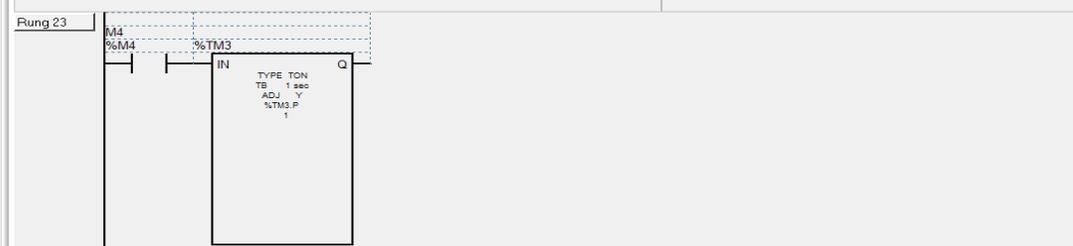
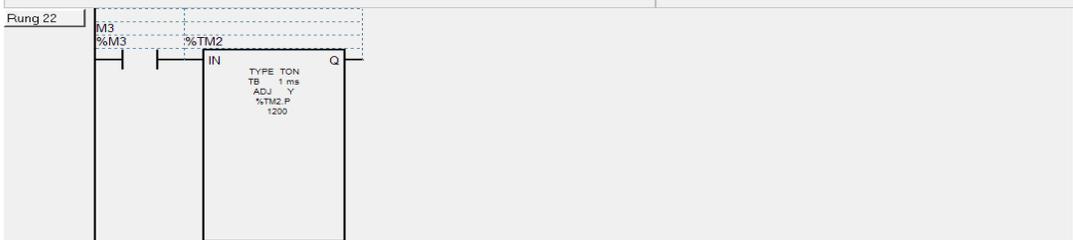
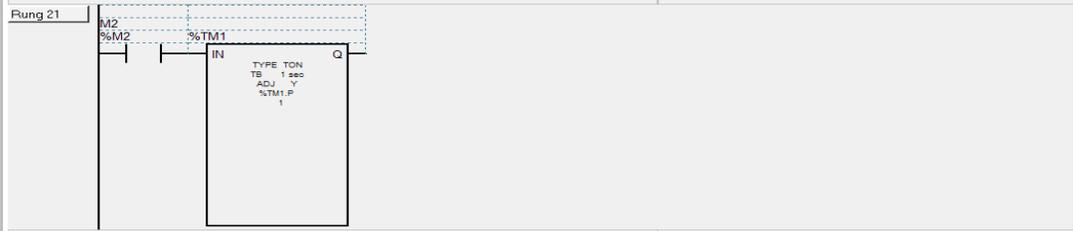
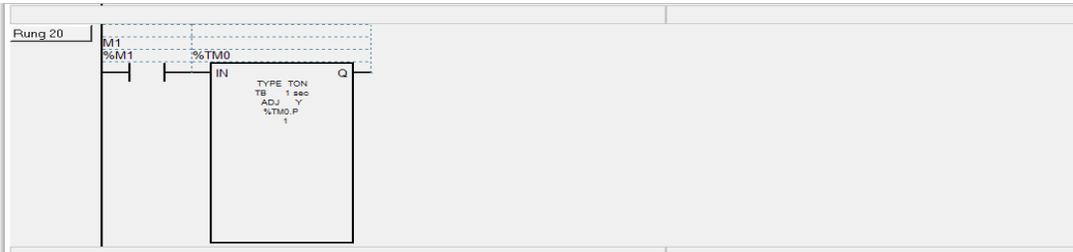
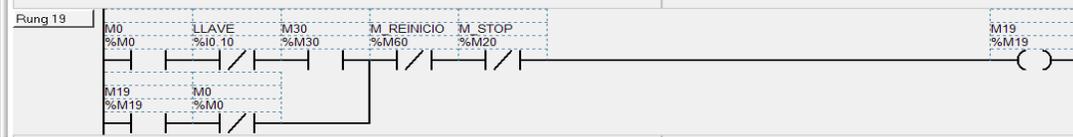
- Mensual
- Mensual
- Semanal

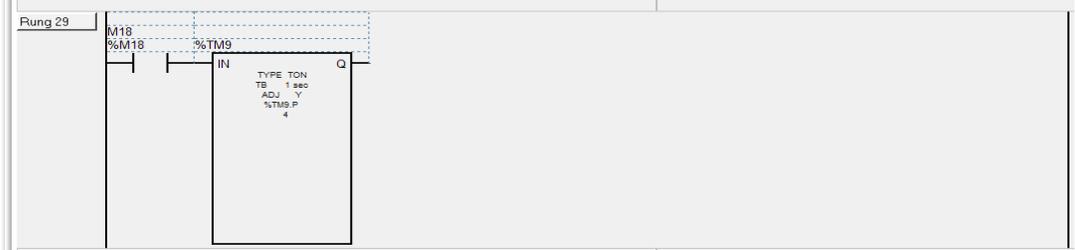
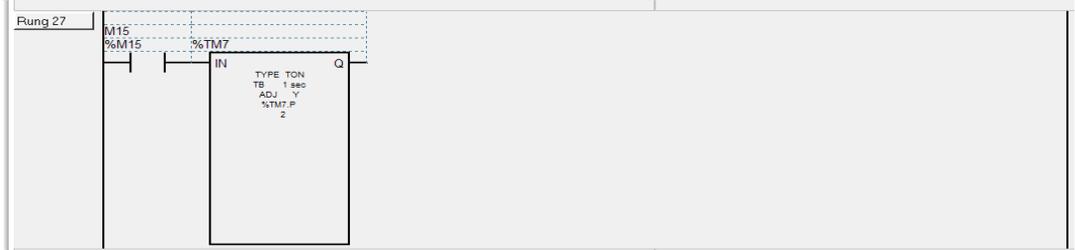
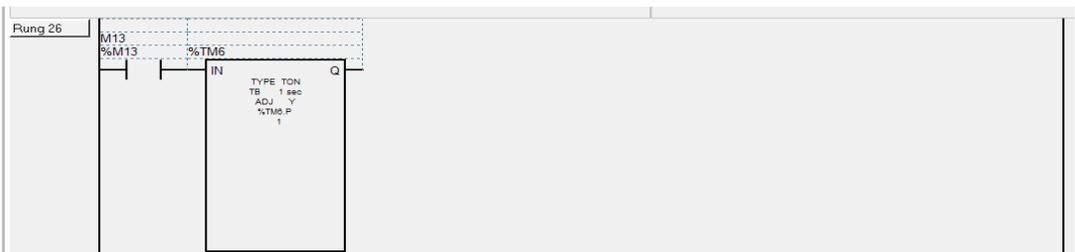
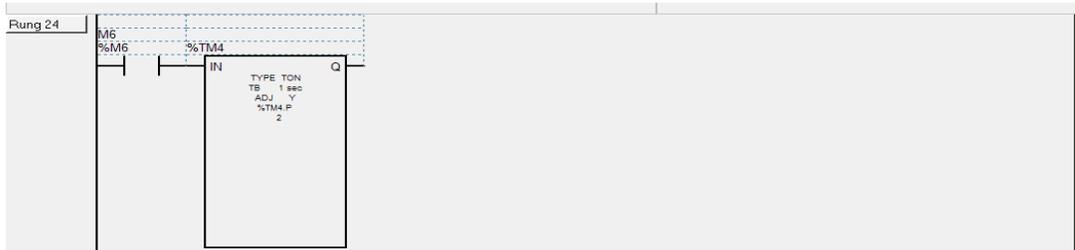
ANEXO 3

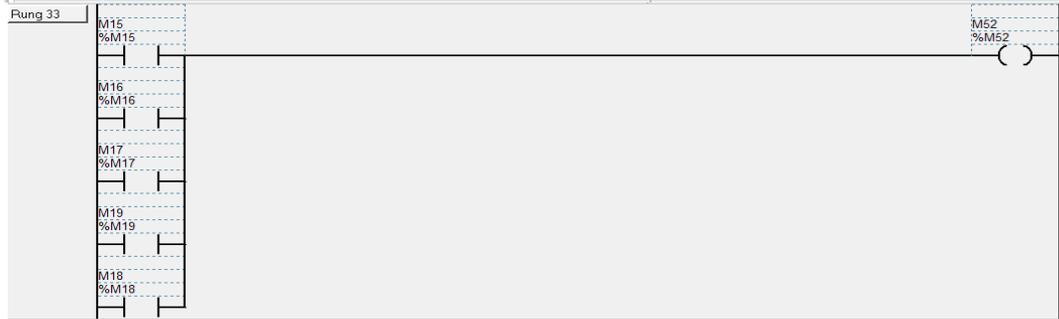
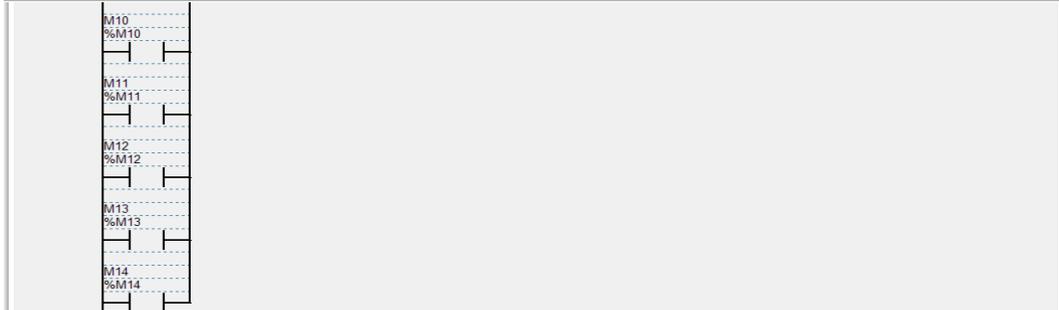
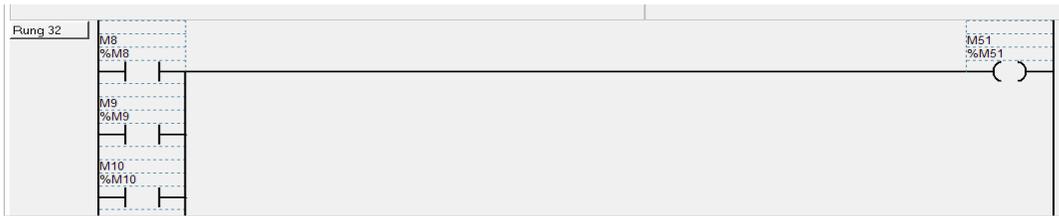
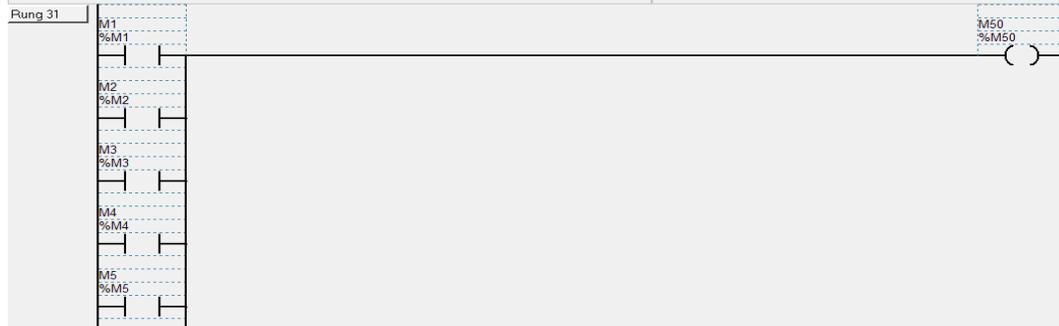
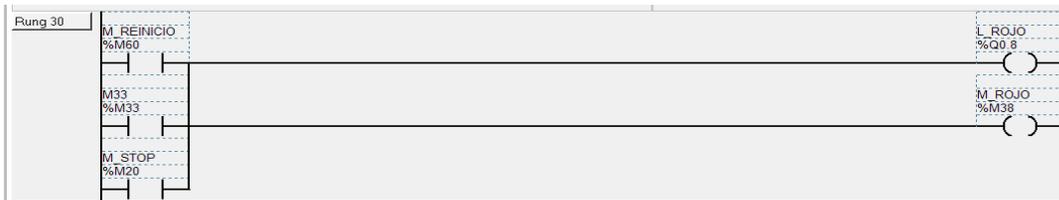
PROGRAMACIÓN EN TWIDOSUITE

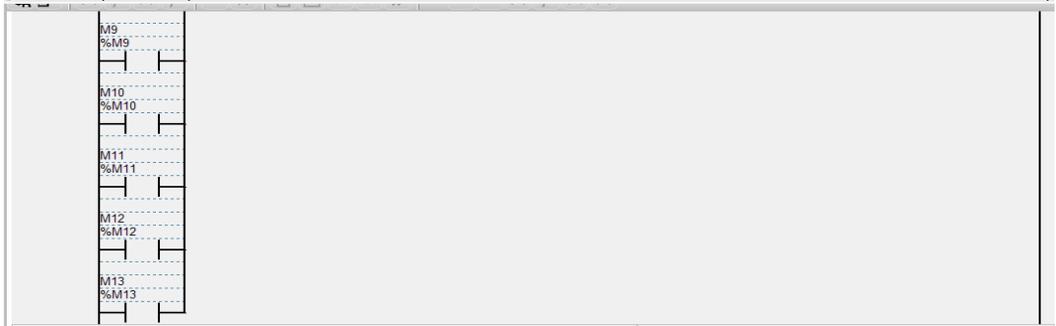
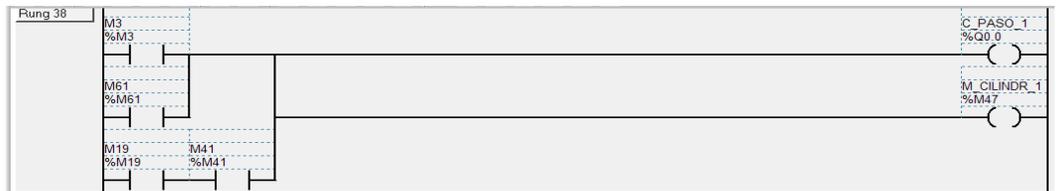
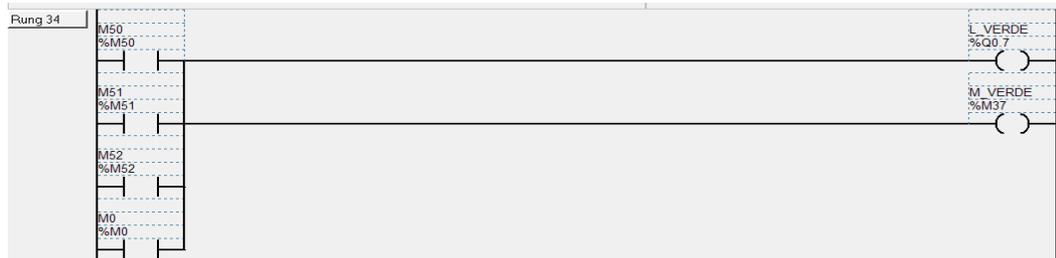


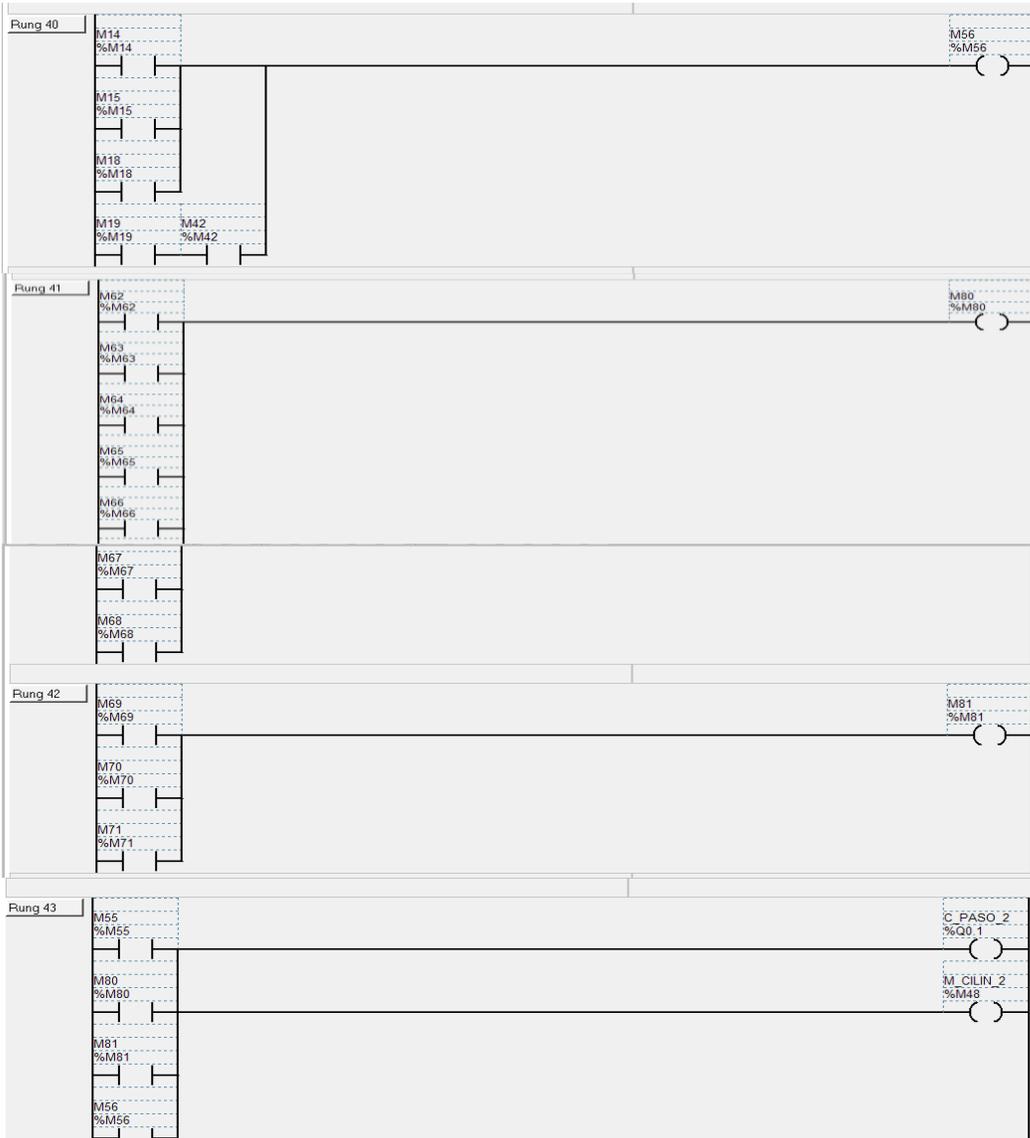


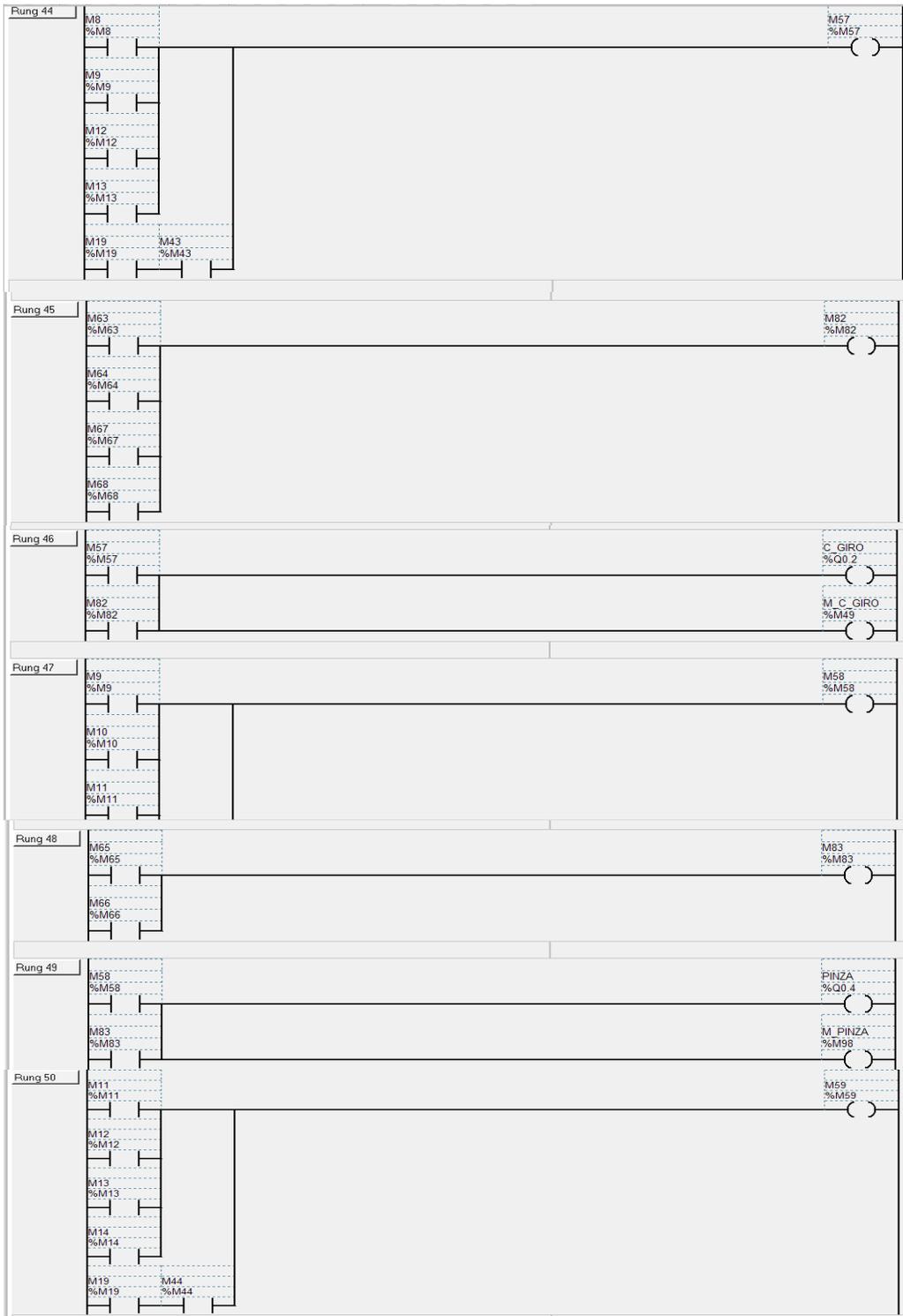


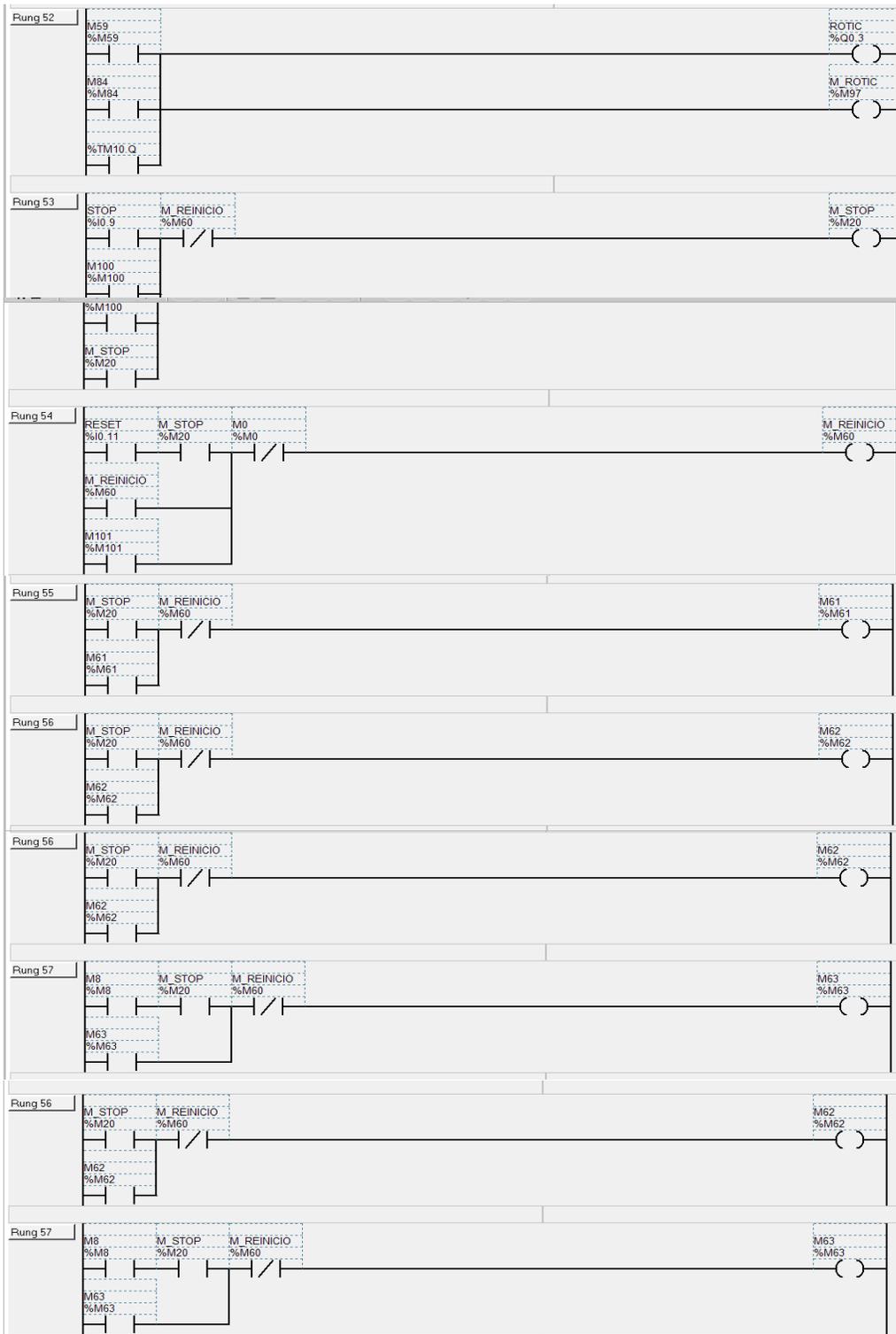




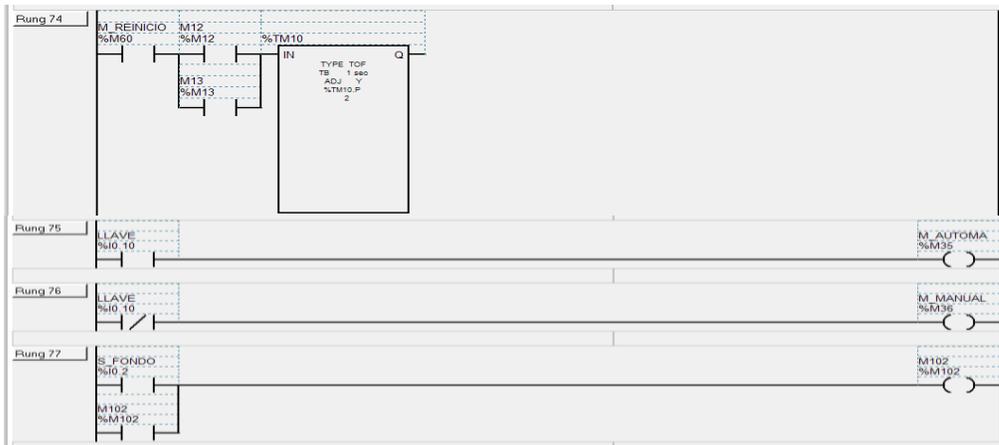












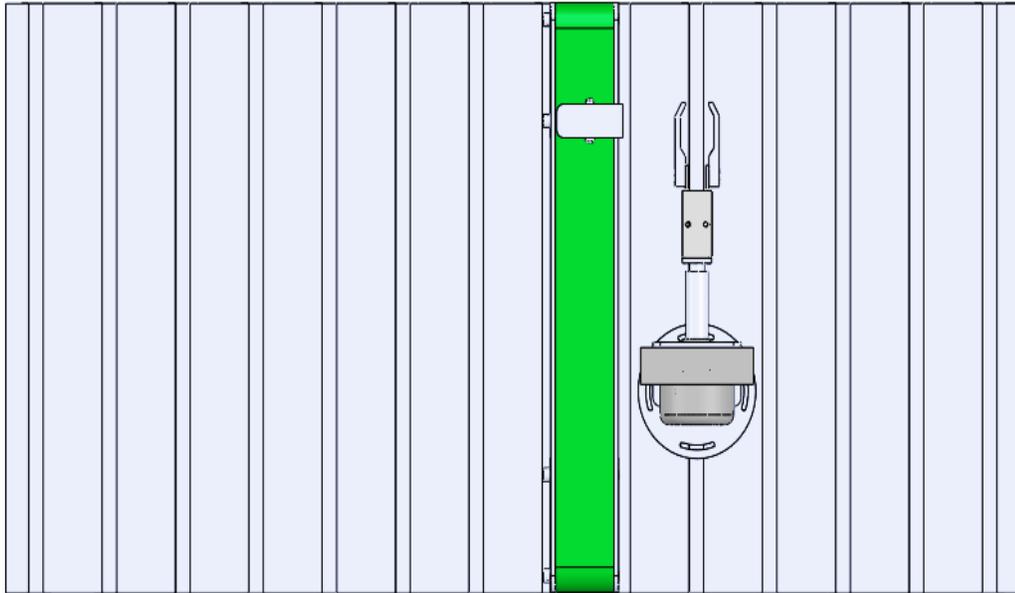
ANEXO 4

PLANOS EN

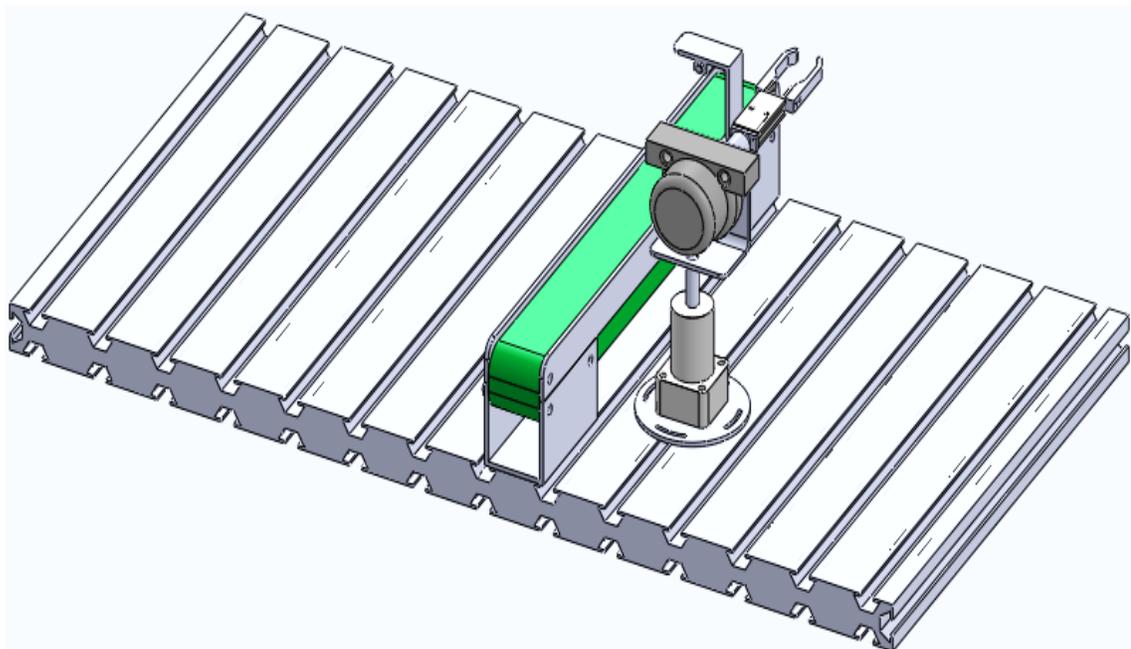
SOLIDWORKS

DISEÑO Y MODELADO DE LA ESTACIÓN DE GIRO EN SOLID WORKS

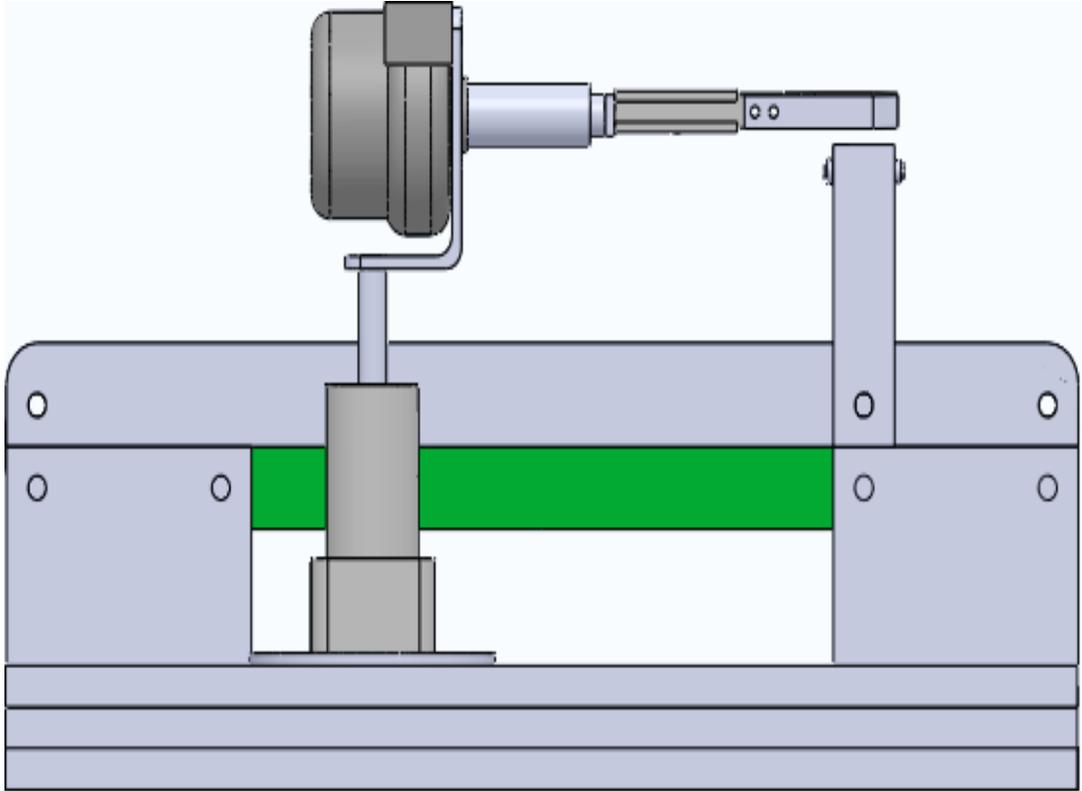
VISTA SUPERIOR



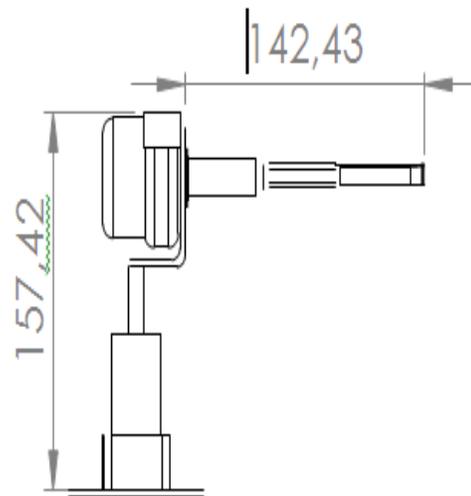
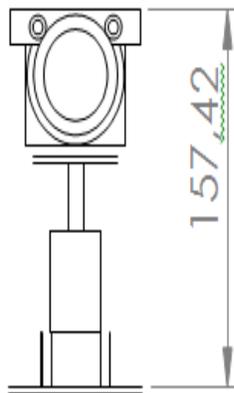
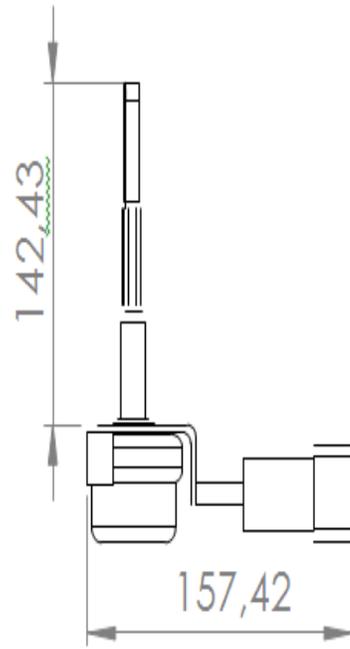
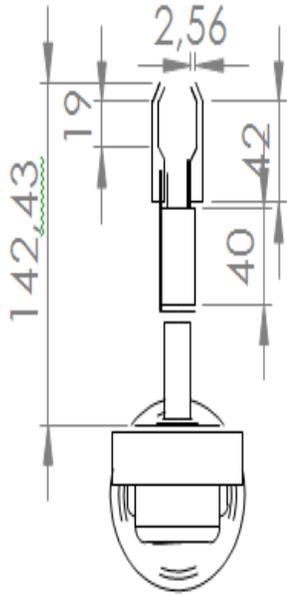
VISTA ISOMÉTRICA



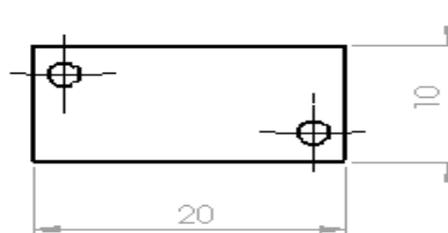
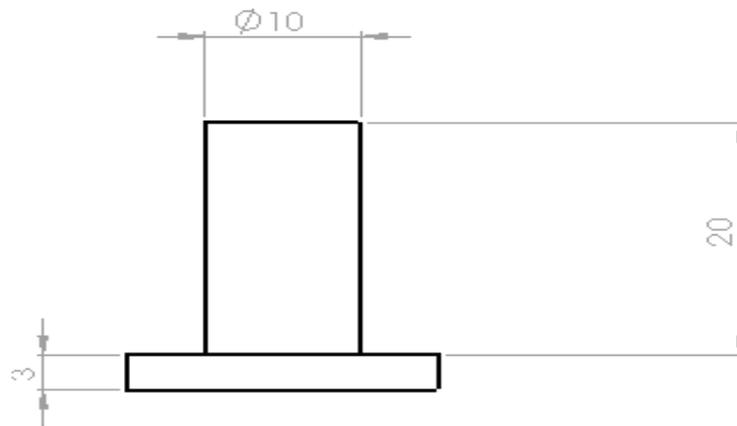
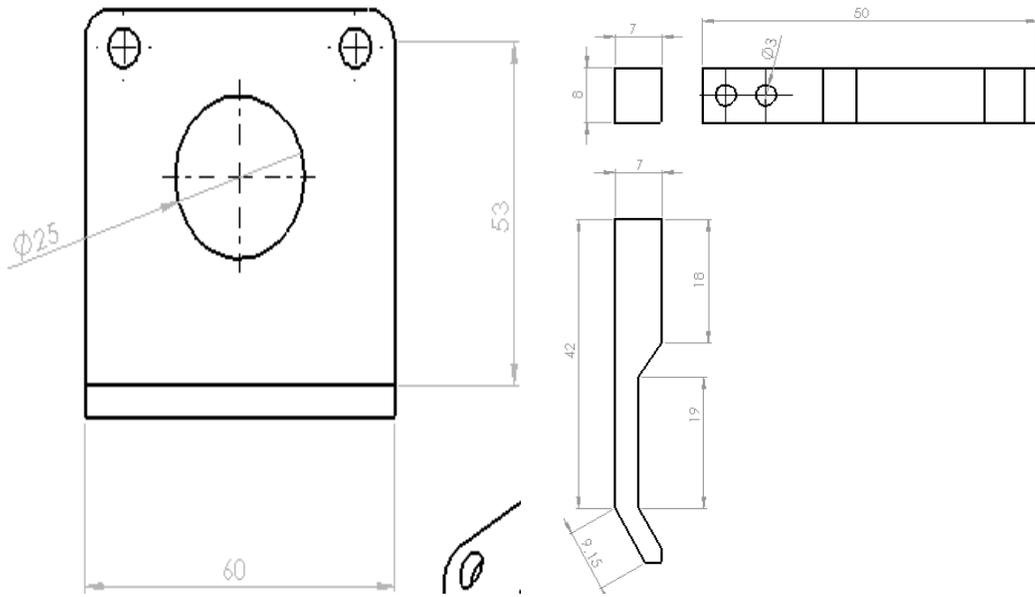
VISTA FRONTAL



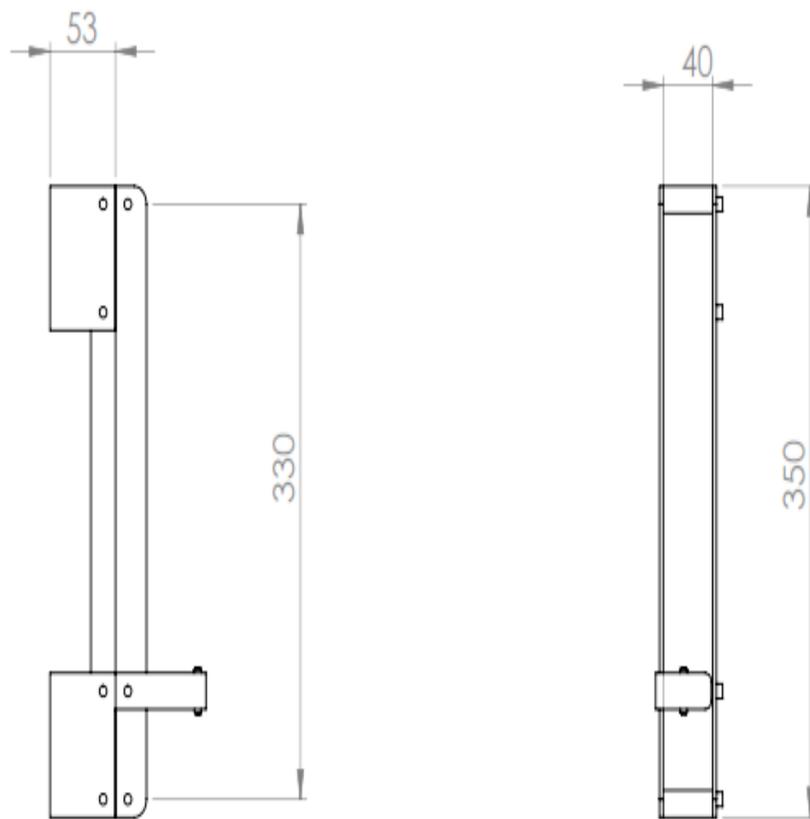
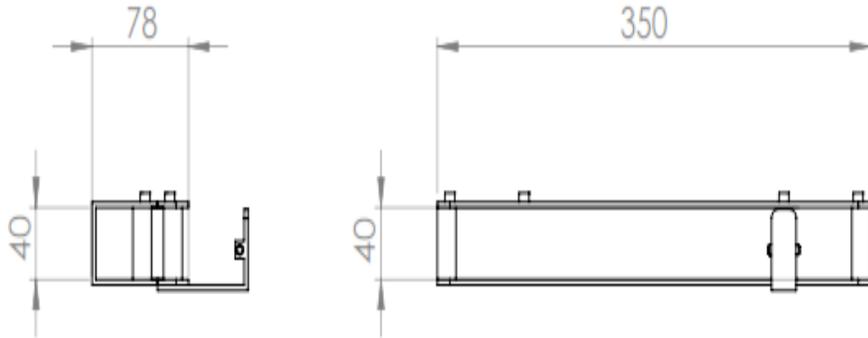
MECANISMO DE GIRO



PINZA NEUMÁTICA



BANDA TRANSPORTADORA



COMPONENTES DE LA BANDA TRANSPORTADORA

