



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN PICK AND PLACE CON SCADA, PARA USO
DIDÁCTICO EN LA FIE”**

Tesis de grado previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Presentado por:

LUIS ALFONSO JARAMILLO GALARZA

PABLO ANDRES MOPOSITA YANZAPANTA

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

AGRADECIMIENTO.

A Dios, por brindarnos salud y sabiduría necesaria para solucionar los problemas con los cuales nos hemos encontrado.

A nuestros padres por su confianza y apoyo moral que cada día fue fundamental en esta etapa de nuestra vida.

A nuestra amada Escuela de Ingeniería Electrónica por permitirnos ser parte de ella y dotarnos de varios conocimientos y equipo tecnológico que incentivaron en nosotros la investigación.

A nuestros profesores, especialmente a los ingenieros Paúl Romero, Fernando Chávez, Marco Viteri por brindarnos sus consejos, conocimientos y especialmente por guiarnos con este proyecto.

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a mi madre y a mi hermana por brindarme su amor y cariño, apoyarme siempre, entregarme su cuidado y ayuda que me ha permitido llegar hasta aquí.

A mi abuelita y abuelito, a mi tía y mi primo, que siempre han estado a mi lado, se han preocupado por mí bienestar, y han depositado su confianza en mí.

Personas que ha me han enseñado muchas cosas, han sabido aconsejarme, y han ayudado a constituirme en una persona de bien.

Luis.

Dedico el presente trabajo a Dios por ser un pilar fundamental en mi vida.

A mis padres por brindarme su amor, cariño y apoyo, que me permitió llegar a cumplir este sueño importante en mi vida.

A todos mis hermanos por su confianza y buenos consejos brindados día a día, especialmente a mi hermano Dieguito quien es la persona quien desde pequeño supo criarme y forjarme como una persona de bien.

Y finalmente a todos mis amigos con los cuales compartí bellas experiencias durante este tiempo.

Pablo.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Alberto Arellano A. DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	_____	_____
Ing. Paúl Romero R. DIRECTOR DE TESIS	_____	_____
Ing. Fernando Chávez. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____
CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	_____	_____
NOTA:	_____	

“Nosotros, Luis Alfonso Jaramillo Galarza y Pablo Andres Moposita Yanzapanta 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”

Luis Alfonso Jaramillo Galarza

Pablo Andres Moposita Yanzapanta

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.

ALU	Unidad lógica aritmética.
CAD	Diseño asistido por computadora.
CAN	Controller Area Network.
CIM	Computer Integrated Manufacturing.
CPU	Unidad Central de Proceso.
DIN	Deutsches Institut für Normung.
FBD	Diagrama de Bloques Funcionales.
HMI	Human Machine Interface.
IL	Lista de Instrucciones.
IP	Internet Protocol.
LAN	Local Area Network.
LD	Ladder Diagram.
LED	Light Emitting Diode.
MTU	Master Terminal Unit.
NA	Normalmente abierto.
NC	Normalmente cerrado.
NO	Normalmente abierto.

PID Proporcional Integral Derivativo.

PLC Controlador Lógico Programable.

RTU Remote Terminal Unit.

SCADA Supervisory Control And Data Adquisition.

ST Texto Estructurado.

TCP Transmission Control Protocol.

VCA Voltaje de Corriente Alterna.

VCD Voltaje de Corriente Directa.

WAN Wide Area Network.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA. II.1 MÓDULOS DIDACTICOS PARA ESTUDIANTES.....	24
FIGURA. II.2 PRODUCCIÓN MODULAR DE BOLIGRAFOS	25
FIGURA. II.3 ESTACIÓN PICK AND PLACE EN LA INDUSTRIA	27
FIGURA. II.4 PRINCIPIO DE PASCAL	30
FIGURA. II.5 EFECTO VENTURI	31
FIGURA. II.6 VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN.....	32
FIGURA. II.7 VÁLVULA ANTIRRETORNO	32
FIGURA. II.8 VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL.....	33
FIGURA. II.9 COMPRESOR DE EMBOLO.....	34
FIGURA. II.10 COMPRESOR SCROLL	35
FIGURA. II.11 COMPRESOR DE PALETAS	36
FIGURA. II.12 COMPRESOR DE TORNILLO	36
FIGURA. II.13 TURBO COMPRESOR.....	37
FIGURA. II.14 UNIDAD DE MANTENIMIENTO	38
FIGURA. II.15 ELEMENTOS DE UN CILINDRO	39
FIGURA. II.16 CILINDRO DE SIMPLE EFECTO.....	39
FIGURA. II.17 CILINDRO DE DOBLE EFECTO.....	40
FIGURA. II.18 GENERADOR DE VACÍO	40
FIGURA. II.19 VENTOSAS	41
FIGURA. II.20 VENTOSAS PLANAS.....	42
FIGURA. II.21 VENTOSAS CON FUELLE	42
FIGURA. II.22 SENSOR	43
FIGURA. II.23 SENSORES DIGITALES; FINAL DE CARRERA, SENSOR INDUCTIVO.....	44
FIGURA. II.24 SENSOR ANÁLOGO; TERMOCUPLA.....	45
FIGURA. II.25 COMPOSICIÓN DE UN DETECTOR FOTOELÉCTRICO	47
FIGURA. II.26 SENSOR MAGNÉTICO.....	47
FIGURA. II.27 FUNCIONAMIENTO, SENSOR MAGNÉTICO	48
FIGURA. II.28 VACUOSTATO	48
FIGURA. II.29 EJEMPLO DE PLC.....	51
FIGURA. II.30 EJEMPLO DE FUENTE	53
FIGURA. II.31 EJEMPLO CONTROL DE OPERARIO	53
FIGURA. II.32 EJEMPLO, INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN	54
FIGURA. II.33 EJEMPLO, MÓDULO DE EXPANSIÓN	55
FIGURA. II.34 ESTRUCTURA INTERNA DE UN PLC.....	55
FIGURA. II.35 DIRECCIÓN DE MEMORIA	57
FIGURA. II.36 PUERTOS	57
FIGURA. II.37 PIRÁMIDE CIM.....	60
FIGURA. II.38 ESQUEMA BÁSICO DE UN SCADA	62
FIGURA. II.39 EJEMPLO DE UN HMI	63
FIGURA. III.1 ENTORNO DE AUTOCAD	67
FIGURA. III.2 ENTORNO DE SOLIDWORKS	68

FIGURA. III.3 VENTANA DE INICIO UNITY PRO.....	68
FIGURA. III.4 MODELADO BASE FESTO.....	70
FIGURA. III.5 TROLE DISEÑADO	71
FIGURA. III.6 SOPORTE PARA LA BANDA.....	72
FIGURA. III.7 CUERPO CENTRAL DE LA BANDA.....	72
FIGURA. III.8 RODILLO Y SOPORTE DE LA BANDA.....	73
FIGURA. III.9 BASE PARA EL MOTOR	73
FIGURA. III.10 SOPORTE DE CILINDRO	74
FIGURA. II.11 SELECTOR DE PIEZAS.....	74
FIGURA. III.12 DISEÑO FINAL DE LA BANDA	74
FIGURA. III.13 BASE DE ALUMINIO	75
FIGURA. III.14 ALUMINIO PARA TORRE.....	75
FIGURA. III.15 SOPORTE PARA CILINDRO	76
FIGURA. III.16 SISTEMA DE GUÍA Y SOPORTE	76
FIGURA. III.17 SOPORTE CILINDRO Y VENTOSA.....	77
FIGURA. III.18 DISEÑO FINAL SISTEMA DE MANIPULACIÓN.....	77
FIGURA. III.19 BASE CUADRADA	78
FIGURA. III.20 ALUMINIO RANURADO	78
FIGURA. III.21 DISEÑO RAMPA	78
FIGURA. III.22 DISEÑO FINAL	79
FIGURA. III.23 DIAGRAMA ELECTRO-NEUMÁTICO.....	80
FIGURA. III.24 TABLA DE VARIABLES	81
FIGURA. III.25 PROGRAMACIÓN LADDER.....	81
FIGURA. III.26 PANTALLAS DE OPERADOR	84
FIGURA. III.27 HMI	85
FIGURA. IV.1 MEDIDAS PROCESADOR	87
FIGURA. IV.2 FUENTE DE ALIMENTACIÓN BMX CPS 2010	88
FIGURA. IV.3 CARACTERISTICAS DEL PROCESADOR.....	89
FIGURA. IV.4 PERFILES DE ALUMINIO	90
FIGURA. IV.5 CANALETAS	90
FIGURA. IV.6 TORNILLOS	91
FIGURA. IV.7 TUERCAS DE SUJECIÓN.....	92
FIGURA. IV.8 RIEL DIN	92
FIGURA. IV.9 PLATINAS DE ACERO.....	93
FIGURA. IV.10 ALIMENTADOR DE TAPAS	94
FIGURA. IV.11 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	94
FIGURA. IV.12 DISEÑO DE BANDA SOLIDWORKS.....	95
FIGURA. IV.13 BANDA TRANSPORTADORA.....	95
FIGURA. IV.14 DISEÑO SISTEMA DE MANIPULACIÓN SOLIDWORKS	96
FIGURA. IV.15 SISTEMA DE MANIPULACIÓN REAL	96
FIGURA. IV.16 MOTOR DE LA BANDA	97
FIGURA. IV.17 CONEXIÓN PLC	98
FIGURA. IV.18 PANEL DE CONTROL (BOTONERA).....	99

FIGURA. IV.19 MÓDULO DE COMUNICACIÓN Y RELE	99
FIGURA. IV.0.20 SENSORES A0, A1.....	100
FIGURA. IV.21 SENSOR ÓPTICO REFLECTIVO	101
FIGURA. IV.22 SENSOR INDUCTIVO	101
FIGURA. IV.23 SENSOR ÓPTICO FIBRA DE VIDRIO	102
FIGURA. IV.24 RACORES COLOCADOS EN VÁLVULAS	103
FIGURA. IV.25 MANGUERAS Y RACORES.....	103
FIGURA. IV.26 CILINDROS A, B, C.....	104
FIGURA. IV.27 VÁLVULAS NEUMÁTICAS	104
FIGURA. IV.28 VACUOSTATO	105
FIGURA. IV.29 GENERADOR DE VACÍO.....	105
FIGURA. IV.30 UNIDAD DE MANTENIMIENTO.....	105
FIGURA. IV.31 VENTOSA.....	106
FIGURA. V.1 PIEZA INICIAL DE PRUEBA MECÁNICA	113
FIGURA. V.2 PIEZA ENSAMBLADA.....	113
FIGURA. V.3 VERIFICANDO VOLTAJES	114
FIGURA. V.4 COMPROBANDO BORNERAS	114
FIGURA. V.5 VERIFICACIÓN DE CONEXIONES DE LA BOTONERA	115

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA. II-I CRITERIO DE SELECCIÓN DE SENSORES.....	46
TABLA. II-II NOMENCLATURA	52
TABLA. III-III TABLA DE ASIGNACIÓN.....	82
TABLA. III-IV TABLA DE ECUACIONES	83
TABLA. III-V TABLA DE SALIDAS	84
TABLA. IV-VI LISTA DE MATERIALES.....	110
TABLA.V- VII PRUEBA DE ENSAMBLAJE.....	118
TABLA. V-VIII MUESTRAS DE TIEMPOS.....	119

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Simbología neumática.
2. Planos mecánicos.
3. Características de elementos neumáticos.
4. Grafcet.
5. Programación Ladder.
6. Diagramas eléctricos.
7. Manual de usuario.
8. Modelo de encuesta.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

MARCO REFENCIAL

1.1	ANTECEDENTES.	18
1.2	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.	19
1.3	OBJETIVOS.	20
1.3.1	OBJETIVO GENERAL.	20
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	20
1.4	HIPÓTESIS.	21

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MODULAR.	22
2.1.1	DEFINICIÓN.	24
2.1.2	CARACTERÍSTICAS.	25
2.2	SISTEMAS DE MANIPULACIÓN.	26
2.3	PICK AND PLACE.	26
2.4	NEUMÁTICA.	28
2.5	FUNDAMENTOS DE NEUMÁTICA.	28
2.5.1	AIRE COMPRIMIDO.	28
2.5.2	PRESIÓN.	29
2.5.3	CAUDAL.	29
2.5.4	HUMEDAD.	29
2.5.5	GASTO DE AIRE.	30
2.5.6	PRINCIPIO DE PASCAL.	30
2.5.7	EFEECTO VENTURI.	30

2.6	COMPONENTES NEUMÁTICOS.....	31
2.6.1	SIMBOLOGÍA NEUMÁTICA.....	31
2.6.2	VÁLVULAS.....	31
2.6.3	COMPRESORES.....	33
2.6.4	UNIDAD DE MANTENIMIENTO.....	37
2.6.5	ACTUADORES NEUMÁTICOS.....	38
2.7	SENSORES.....	43
2.7.1	CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES.....	44
2.7.2	CRITERIO DE SELECCIÓN DE SENSORES.....	45
2.7.3	SENSOR ÓPTICO.....	46
2.7.4	SENSOR INDUCTIVO.....	47
2.7.5	SENSOR MAGNÉTICO.....	47
2.7.6	SENSOR DE VACÍO, VACUOSTATO.....	48
2.8	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC.....	49
2.8.1	ESTRUCTURA DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	50
2.8.1	ESTRUCTURA INTERNA.....	55
2.9	COMUNICACIONES INDUSTRIALES.....	58
2.9.1	MÉTODOS DE COMUNICACIÓN.....	58
2.9.2	PIRÁMIDE CIM.....	59
2.9.3	TIPOS DE BUSES DE COMUNICACIÓN.....	60
2.10	SUPERVISIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA).....	60
2.10.1	ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA SCADA.....	62
2.10.2	HMI INTERFAZ HUMANO MÁQUINA.....	62
CAPÍTULO III		
DISEÑO		
3.1	INTRODUCCIÓN.....	64
3.2	FUNCIONAMIENTO.....	65
3.3	HERRAMIENTAS DE DISEÑO.....	66
3.3.1	AUTOCAD.....	66
3.3.2	SOLIDWORKS.....	67
3.3.3	UNITY PRO.....	68
3.4	DISEÑO DE LA BASE.....	70
3.5	DISEÑO DEL TROLE.....	70

3.6	DISEÑO DE LOS ÁNGULOS DE SOPORTE.....	71
3.7	DISEÑO DE BANDA TRANSPORTADORA.....	72
3.8	DISEÑO DEL SISTEMA DE MANIPULACIÓN.....	75
3.9	DISEÑO DE ALIMENTADOR DE TAPAS.....	77
3.10	DISEÑO FINAL.....	78
3.11	DISEÑO MEUMÁTICO.....	79
3.11.1	DIAGRAMA NEUMÁTICO.....	80
3.12	PROGRAMACIÓN.....	80
3.12.1	TABLA DE ASIGNACIONES.....	82
3.12.2	ECUACIONES LADDER.....	83
3.12.3	ASIGNACIÓN DE SALIDAS.....	83
3.13	HMI.....	84
CAPÍTULO IV		
CONSTRUCCIÓN		
4.1	INTRODUCCIÓN.....	86
4.2	PLC MODICON 340.....	87
4.2.1	CARACTERISTICAS.....	87
4.2.2	FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	88
4.2.3	PROCESADOR.....	88
4.3	MATERIALES.....	89
4.3.1	ALUMINIO.....	89
4.3.2	CANALETAS.....	90
4.3.3	TORNILLOS.....	91
4.3.4	TUERCAS.....	91
4.3.5	RIEL DIN.....	92
4.3.6	PLATINAS DE ACERO.....	92
4.4	MONTAJE MECÁNICO.....	93
4.4.1	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE TAPAS.....	93
4.4.2	BANDA TRANSPORTADORA.....	94
4.4.3	SISTEMA DE MANIPULACIÓN.....	96
4.5	MONTAJE DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.....	97
4.5.1	MOTOR ELÉCTRICO.....	97
4.5.2	PANEL DE CONTROL.....	97

4.5.3	MONTAJE DE SENSORES.....	99
4.6	MONTAJE DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS.....	102
4.6.1	RACORES.....	102
4.6.2	MANGUERAS.....	103
4.6.3	CILINDROS NEUMÁTICOS.....	103
4.6.4	VÁLVULAS.....	104
4.6.5	VACUOSTATO.....	104
4.6.6	GENERADOR DE VACÍO.....	105
4.6.7	UNIDAD DE MANTENIMIENTO.....	105
4.6.8	VENTOSA.....	106
4.7	HERRAMIENTAS.....	106
4.8	LISTA DE MATERIALES.....	107
CAPITULO V		
ANÁLISIS Y RESULTADOS		
5.1	PRUEBAS MECÁNICAS.....	111
5.2	PRUEBAS ELÉCTRICAS.....	113
5.3	ANÁLISIS DE ENCUESTAS.....	115
5.4	RESULTADOS.....	117
CONCLUSIONES		
RECOMENDACIONES		
RESUMEN		
SUMMARY		
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

INTRODUCCIÓN.

La automatización industrial hoy en día crece ha pasos agigantados, llevando a las industrias Ecuatorianas a automatizar procesos que se realizan manualmente por procesos secuenciales y cíclicos ganando con ello tiempo y recursos.

La intervención de la neumática y la electrónica en estos cambios es fundamental ya que son sistemas que se complementan el uno al otro, el estudio de estos es necesario para realizar la automatización de cualquier proceso industrial.

El presente proyecto contiene los procesos realizados para la construcción de una estación Pick and Place que será integrada al sistema de producción modular de la FIE de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El principal material utilizado en su construcción fue el aluminio por ser un elemento ligero, inoxidable y tener varias formas comerciales como ángulos, tubos ranurados entre otros, también se utilizó materiales como el acero para la construcción de soportes, nylon el cual mediante un torno se procedió a realizar rodillos para ser utilizados en la banda transportada. La parte neumática se la realizó con cilindros de doble efecto, un sistema de succión al vacío que consta por una ventosa un generador de vacío y vacuostato, la parte electrónica se realizó con la ayuda de sensores, PLC, pulsadores, fuentes entre otros.

Las dimensiones de diseño fueron basadas en las estaciones de trabajo ya existentes para tener un acople preciso y confiable, el programa para controlar la estación consta con un HMI capaz de controlar el proceso, mostrar las posiciones de cada cilindro y número de objetos procesados.

CAPÍTULO I

MARCO REFENCIAL

1.1 ANTECEDENTES.

La necesidad existente de mejorar los procesos de producción ha llevado a la creación de estaciones de trabajo especializadas, para cumplir con tareas determinadas.

Las estaciones pick and place son ampliamente usadas en países altamente industrializados para diferentes aplicaciones, debido a sus prestaciones; en Latinoamérica, en especial en nuestro país este tipo de componentes aún no es muy conocido ya que las tareas para las que son útiles, en la mayoría de industrias aún se lo realiza de forma manual.

El aumento de tareas de automatización en máquinas y sistemas de control, requiere de estos sistemas de montaje, producción y control.

La implementación con tecnología tradicional exige por cada componente varias entradas como salidas, causando dificultades en la producción y control, disminuyendo así la productividad de la empresa.

El aumento de la competitividad y la necesidad de mantener costos bajos, afecta a todas las áreas involucradas en la producción, obligándonos a explotar de mejor manera los recursos técnicos.

Entre estos recursos se encuentran manipuladores de materiales que han demostrado ser una herramienta muy útil en procesos de automatización, mejorando los tiempos de puesta en marcha, mantenimiento y modificación de sistemas automáticos.

Manipuladores que al ser ensamblados en estaciones o módulos permiten una gran adaptabilidad para diferentes procesos, según se requiera.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.

El Manejo de componentes mediante manipuladores de materiales es una opción mucho más rentable en comparación a otras tecnologías o un manejo manual, además es más confiable.

Mejorar el nivel de conocimiento de componentes electrónicos, dispositivos neumáticos; de igual manera protocolos de comunicación más fiables, y el funcionamiento de un sistema SCADA.

Mediante la implementación de la estación pick and place se pretende potenciar el laboratorio de redes industriales, permitiendo al estudiante tener un ambiente de trabajo el cual simule al entorno real de una empresa, entender su funcionamiento y comprender su uso en la industria.

Con esto se espera tener un impacto social a través del crecimiento de los estudiantes y a su vez un impacto tecnológico, al mejorar la efectividad de los procesos, y lograr fines prácticos.

Algunos beneficios que se obtendrán de esta estación pick and place pueden ser los detallados a continuación.

Se reducen los errores considerablemente, o incluso pueden ser eliminados. Se obtiene un funcionamiento cíclico, constante y uniforme, mejorando la productividad.

Los elementos pueden situarse fácilmente en cualquier ubicación del módulo y conectarse mediante un PLC, proporcionando una estructura de comunicaciones.

La identificación de materiales es más simple, no es necesario identificar la forma de los componentes sino la presencia de ellos.

Las tareas de autodiagnóstico pueden mostrarse de manera amigable para el operador por medio de HMI, reduciendo el tiempo de mantenimiento o parada.

Los protocolos de transmisión tienen rutinas de detección y corrección de errores, aumentando la fiabilidad y eficiencia de las comunicaciones.

La estandarización nos permite la opción de escoger dispositivos de múltiples fabricantes.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar y construir una estación pick and place para ser integrada al sistema de producción modular del laboratorio de la FIE.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conocer las características y componentes de una estación pick and place.

- Estudiar, comparar y seleccionar los dispositivos necesarios en la implementación de la estación pick and place.
- Mejorar el sistema de producción modular del Laboratorio de Automatización Industrial FIE. Al hacer uso de una red industrial para comunicar las estaciones existentes, con esta nueva estación.
- Diseñar un panel de control e interfaz HMI
- Implementar un sistema de comunicación con la estación de distribución, almacenamiento.
- Realizar la documentación del proyecto, manual de usuario, manual técnico, etc.

1.4 HIPÓTESIS.

El diseño e implementación de una estación pick and place para el sistema de producción modular optimizará el proceso de manejo de materiales en dicho sistema?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.

2.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MODULAR.

La producción industrial se ha beneficiado de cambios drásticos uno de ellos son los sistemas modulares de producción ayudando a las empresas a mejorar su productividad mejorando la calidad de los productos y aumentando su producción.

En el ámbito educativo un sistema modular es una herramienta didáctica muy útil la cual complementa el conocimiento de los estudiantes en las áreas de control automático, neumática, electrónica entre otros. Llevando al estudiante a generar nuevas ideas de procesos los cuales lo pueden implementar gracias a que los sistemas modulares pueden cambiar su posición y forma.

Los sistemas de producción modular, orientados a la formación académica constan de diseños capaces de variar la posición de sus componentes o elementos para cumplir varias tareas de acuerdo a las necesidades del diseñador y del trabajo a realizar.

A un sistema de producción modular se puede añadir, repotenciar alguna de sus tareas añadiendo nuevos dispositivos como motores, sensores entre otros dispositivos.

Al cambiar los elementos de la estación se vuelve en un instrumento de investigación el cual ayuda a reforzar conocimientos de: electrónica, control automático, redes industriales, neumática, hidráulica, mecatrónica, mecánica industrial, programación de PLCs, sistema de producción.

Para realizar de tareas de la estación esta debe utilizar un Controlador Lógico Programable también conocido como PLC, un sistema FPGA, micro – controladores para realizar el control.

Se puede comunicar varias estaciones de un SPM haciendo uso de redes industriales, o programando que la estación sea capaz de comunicarse haciendo uso de elementos simples como sensores, actuadores ópticos, capaces de enviar señales de control.

Es indispensable el uso de un HMI (Human Machine Interface) capaz de visualizar las tareas realizadas de por cada estación, así también como todo el sistema funcionando al mismo tiempo, podemos observar en un HMI los estados de sensores, actuadores neumáticos, motores, elementos de mando entre otros dispositivos. Nos permite controlas de una forma remota en tiempo real el funcionamiento de cada estación o del sistema SPM en general.

Se puede utilizar para la programación del HMI varios programas disponibles en el mercado así como también software libre, Lookout, Intouch, Labview, UnityPro. La utilización de estos programas es de acuerdo al sistema de comunicación que usa el PLC o los otros sistemas electrónicos de control.

La estación pick and place al ser diseñada y construida de forma que se acople a un sistema de producción modular garantiza que funcione correctamente con otros procesos debido a su implementación tanto en software como hardware.



FIGURA. II.1 MÓDULOS DIDACTICOS PARA ESTUDIANTES¹

2.1.1 DEFINICIÓN

Un sistema de producción modular o también llamado MPS (Modular Production System), se define a una área específica de trabajo , para la elaboración de este producto se trabaja con procesos secuenciales es decir uno tras otro generando un flujo continuo el cual procesa pieza por pieza desde su primera operación hasta el embalaje final del producto.

Un ejemplo se sistema modular es la producción de bolígrafos se lo considera por tener varios procesos de fabricación comenzando con la inyección de plásticos para la carcasa pasando al siguiente proceso donde se arma sus minas, puntas del bolígrafo y al final el ensamblaje de todas sus partes.

¹ Fuente: <http://luisediersenarisaralda.blogspot.com/>



FIGURA. II.2 PRODUCCIÓN MODULAR DE BOLIGRAFOS²

La idea fundamental de MPS es la conocida como “Justo a tiempo” para lograr cumplir esta idea se debe cumplir con los siguientes puntos:

- Mejoramiento continuo (Kaisen): buscar algo mejor aportando con nuevas ideas o experiencia que encamine a elaborar un mejor producto o proceso.
- Eliminando desperdicio: es un reto muy fuerte para las empresas cumplir este punto para ello se debe crear conciencia de reciclaje e importancia de materiales.
- Flujo pieza por pieza: en este punto se desea tener un proceso donde el flujo sea una pieza en cada estación de trabajo con esto se desea eliminar los denominados cuellos de botella.
- Halar en vez de empujar: la producción debe ser halada es decir cada operación debe entregar su pieza a tiempo y con su respectiva calidad.
- Kanban: este sistema menciona lo siguiente lo que pido es lo que me debes proporcionar.

2.1.2 CARACTERÍSTICAS.

Las razones más frecuentes en una empresa para implementar un MPS son las siguientes:

² Fuente: <http://www.elmundo.es/magazine/2003/214/1067612245.html>

- Reducción de costos del producto
- Incremento de la calidad del producto
- Reducción de productos defectuosos
- Respuesta rápida a las exigencias del mercado
- Aprovechamiento del espacio físico
- Movilización de productos por demanda

2.2 SISTEMAS DE MANIPULACIÓN

Los sistemas de manipulación son procesos utilizados desde hace varios años un ejemplo del mismo es el denominado “manos de hierro”³ utilizado para la sujeción de piezas en la industria antigua, hoy en día existen varios sistemas complejos para realizar este proceso para facilitar el trabajo y agilizar el tiempo y sobre todo aumentar la producción.

La manipulación de objetos en un es una operación primordial, este proceso se puede complicar debido al gran número de formas de las piezas que se desee manipular y la posición que se desea entregar la pieza transportada.

Para cumplir con estos dos puntos importantes se debe seleccionar muy bien el equipo para garantizar el perfecto desempeño de la fábrica evitando así tener pérdidas de tiempo y sobre todo de dinero.

2.3 PICK AND PLACE.

Las máquinas Pick and Place han tenido una gran acogida en la automatización industrial en el proceso de manipulación gracias a sus modelos que ayudan a la movilidad de las piezas tanto en posiciones en ejes como XY y XYZ dando una versatilidad en la industria.

³ Sistema de manipulación que surgió a principios de la década de los años cincuenta, utilizado para sujetar piezas que eran deformadas en las prensas.



FIGURA. II.3 ESTACIÓN PICK AND PLACE EN LA INDUSTRIA⁴

Las estaciones Pick And Place son manipuladores que repiten secuencias de movimientos pueden ser ejecutados manualmente con un operario que se encarga de manipular esta máquina controlándola con diversos pulsadores, teclas, etc. Existen también máquinas Pick And Place las cuales funcionan mediante la ayuda de un controlador programable el cual transforma su tarea en un proceso automático aumentando la eficiencia y producción de la máquina.

Las estaciones Pick And Place facilitan hoy en día la fabricación de tarjetas electrónicas manipulación de productos farmacéuticos entre otros.

Para la construcción de nuestra estación pick and place utilizamos la ayuda de elementos neumáticos para realizar los movimientos en los ejes necesarios para cumplir con la tarea específica, para la sujeción se eligió la utilización de una ventosa la cual garantiza la perfecta sujeción de la pieza transportada.

⁴ Fuente: <http://www.designworldonline.com/pneumatics-vs-electrics-a-niche-for-each/>

2.4 NEUMÁTICA.

La neumática es la parte de la ingeniería que se dedica al estudio y la aplicación del aire comprimido en la automatización de diversos procesos industriales para mover y hacer funcionar mecanismos.

El hombre ha utilizado el aire comprimido hace varios cientos de años siendo una forma de energía antigua, en la industria la neumática es un pilar fundamental para la realización de distintos procesos.

La integración de la neumática hoy en día a la industria genera varias ventajas como la reducción de costos operacionales, crea sistemas de producción robustos, resistente a ambientes hostiles, simplicidad de manipulación y sobre todo es seguro esto es muy importante ya que trabaja a presiones moderadas, y al ser el aire no volátil evita el problema de explosiones.

En este capítulo vamos a conocer conceptos generales de la neumática, elementos neumáticos y varios conceptos que nos ayudaran a tener una idea detallada de la aplicación de la neumática en la industria.

2.5 FUNDAMENTOS DE NEUMÁTICA.

Para poder entender a la neumática de una forma fácil debemos conocer algunos conceptos generales que nos ayudaran a comprender de una manera sencilla los fenómenos físicos que suceden en los elementos neumáticos.

2.5.1 AIRE COMPRIMIDO.

El aire es un elemento insípido, incoloro y abundante en todo el mundo debido a esta característica su utilización es grande en la industria abaratando costos de producción.

El aire comprimido es una forma de energía muy antigua utilizada por cientos de años, siendo los griegos unos de los cuales ya lo utilizaban en la antigüedad.

El aire comprimido tiene varias características como:

- Abundante
- Transportable
- Almacenable
- No volátil
- Limpio
- Compresible

2.5.2 PRESIÓN.

La presión representa la fuerza (F) ejercida sobre una superficie(A) se la representa con la letra (p), su unidad es el Pascal (Pa) y su fórmula matemática es la siguiente:

$$p = \frac{F}{A} (N/m^2)$$

2.5.3 CAUDAL.

El caudal (Q) representa el volumen de un fluido (V) que pasa por una sección (A) la cual es transversal a la corriente en una unidad de tiempo (t) y su fórmula matemática es la siguiente:

$$Q = \frac{V}{t} (m^3/s)$$

2.5.4 HUMEDAD.

Representa la cantidad de agua (en forma de vapor) que hay en el aire depende fundamentalmente de la temperatura del mismo.

2.5.5 GASTO DE AIRE.

Representa la cantidad de aire que se necesita en condiciones normales de presión y temperatura para que los actuadores realicen el efecto deseado.

2.5.6 PRINCIPIO DE PASCAL.

El principio de pascal menciona lo siguiente “una presión ejercida en un líquido confinado en forma estática actúa en todos los sentidos y direcciones, con la misma intensidad ejerciendo fuerzas iguales en áreas iguales”.

En la neumática se lo demuestra con las características del aire al ser compresible, cuando se le aplica cierta fuerza y si este se encuentra en un recipiente cerrado, el aire ejerce presión igual sobre las paredes en todos los sentidos.

Para este principio se utiliza la ecuación de la presión.

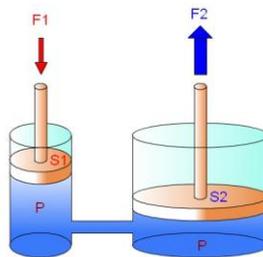


FIGURA. II.4 PRINCIPIO DE PASCAL⁵

2.5.7 EFECTO VENTURI.

El efecto Venturi o también conocido como tubo de Venturi que un fluido en movimiento dentro de un ducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de menor sección, provocando un cambio en la energía cinética aumentando o reduciendo la presión.

⁵ Fuente: http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html

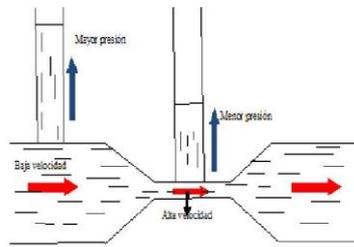


FIGURA. II.5 EFECTO VENTURI⁶

2.6 COMPONENTES NEUMÁTICOS.

Son los componentes básicos de una instalación neumática, necesarios para su correcto funcionamiento, cada uno de estos componentes realiza una tarea específica para la que fueron diseñados.

A continuación se detallara la simbología de estos componentes y su funcionamiento.

2.6.1 SIMBOLOGÍA NEUMÁTICA

Cada elemento neumático posee su propio símbolo, estos símbolos estandarizados se encuentra descritos en el catálogo ISO 1912-1 Símbolos gráficos para equipos neumáticos, este catálogo se encuentra en el Anexo 1

2.6.2 VÁLVULAS.

Son los elementos neumáticos encargados de regular el paso de aire desde los acumuladores a los elementos actuadores, su activación puede ser de diversas maneras: manuales, por circuitos eléctricos, neumáticos y mecánicos.

2.6.2.1 CLASIFICACIÓN DE VÁLVULAS.

Las válvulas neumáticas se pueden clasificar en tres grupos:

⁶ Fuente: <http://fisica6.galeon.com/enlaces2357991.html>

2.6.2.1.1 VÁLVULAS DE DIRECCIÓN O DISTRIBUIDORES.

Se definen por el número de vías (orificios), posiciones posibles y su forma de activación y desactivación.



FIGURA. II.6 VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN⁷

2.6.2.1.2 VÁLVULAS SELECTORAS Y ANTIRRETORNO

La válvula antirretorno permite el paso del aire en un determinado sentido bloqueando el sentido contrario.

Las selectoras se caracterizan por tener dos entradas y una salida, esto permite el paso de aire por una entrada y bloqueando la otra entrada.



FIGURA. II.7 VÁLVULA ANTIRRETORNO⁸

2.6.2.1.3 VÁLVULAS DE REGULACIÓN DE PRESIÓN Y CAUDAL.

Son válvulas que nos permiten disponer de diferentes presiones en una misma instalación neumática.

⁷ Fuente: <http://neumatica-es.timmer-pneumatik.de/artikel/Ventile/ventile-3.html>

⁸ Fuente: <http://neumatica-es.timmer-pneumatik.de/artikel/L3-Funktionsventile/l3-funktionsventile-10.html>



FIGURA. II.8 VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL⁹

2.6.3 COMPRESORES.

El compresor es un elemento central en una instalación neumática su función es aspirar aire de la atmosfera y elevar su presión hasta una determinada presión exigida de acuerdo al trabajo que se necesite.

Son elementos neumáticos muy utilizados en la industria su objetivo proporcionar una presión y un caudal de aire adecuado a las instalaciones o circuito neumático a la cual esté conectado.

Los datos necesarios para obtener un compresor con los siguientes:

- Presión de trabajo.
- Cantidad de aire necesaria

2.6.3.1 TIPOS DE COMPRESORES.

Los compresores se pueden clasificar de la siguiente manera:

- De embolo
- Rotativo
- Turbocompresor

⁹ Fuente: http://es.made-in-china.com/co_cnrihpc/product_Pneumatic-One-Way-Flow-Control-Valve-1-4-RE-02-_hoysueig.html

2.6.3.1.1 COMPRESOR DE ÉMBOLO.

Se caracterizan por ser económicos pero muy ruidoso, su funcionamiento es similar al motor de un auto.

Los compresores de embolo comprimen el aire que entra por medio de una válvula la cual se denomina de aspiración este aire pasa al sistema por medio de una válvula de escape.

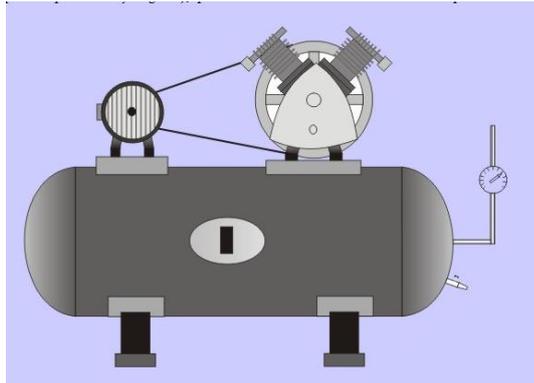


FIGURA. II.9 COMPRESOR DE EMBOLO¹⁰

2.6.3.1.2 ROTATIVOS.

Este tipo de compresores se caracterizan por ser silenciosos pero al mismo tiempo muy costosos.

En los rotativos existen tres tipos importantes:

- Roots
- Paletas
- Tornillo

2.6.3.1.3 COMPRESOR SCROLL O DE ESPIRAS.

Está formado por dos espiras una fija y una móvil de manera que la móvil se va cerrando sobre la fija. La espira móvil aspira el gas y lo cierra contra la otra y lo comprime.

En la figura II.10 se observan las siguientes partes de un compresor Scroll:

¹⁰ Fuente: <http://quantum.cucei.udg.mx/~gramirez/menus/introduccion/compresores.html>

1. tubería de descarga,
2. espira móvil,
3. espira fija
5. tubería de aspiración
6. rotor,
7. estator.

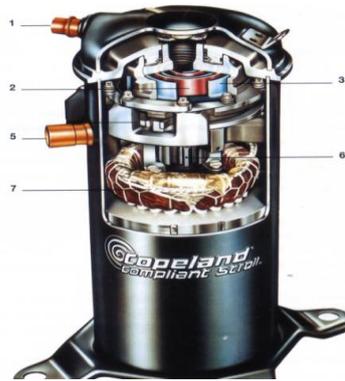


FIGURA. II.10 COMPRESOR SCROLL¹¹

2.6.3.1.4 COMPRESOR DE PALETAS.

Tienen la misma presencia de un compresor hermético alternativo su diferencia es ser más alargado y con forma a peine, suele llevar una botella de aspiración para evitar golpes de líquido, a lo que son muy sensibles.

Se caracterizan por tener una presión de alta la cual se descarga dentro de la carcasa por lo tanto está muy caliente.

¹¹ Fuente: http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=29&id_sec=2#



FIGURA. II.11 COMPRESOR DE PALETAS¹²

2.6.3.1.5 COMPRESOR DE TORNILLO.

También denominados rotatorios helicoidales constan de un cuerpo y dos largos engranes helicoidales, o tornillos, en contacto que giran en sentido contrario.

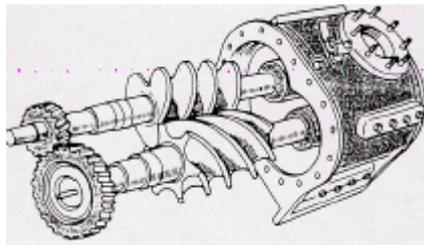


FIGURA. II.12 COMPRESOR DE TORNILLO¹³

2.6.3.1.6 TURBOCOMPRESOR.

Este tipo de compresor es muy utilizado para motores de combustión interna como automóviles y aviones, es decir su aplicación no es la neumática.

El turbo compresor es un sistema de sobrealimentación que utiliza una turbina centrífuga para accionar mediante un eje coaxial un compresor centrífugo para comprimir gases.

¹² Fuente: http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=29&id_sec=2#

¹³ Fuente: http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=29&id_sec=2#

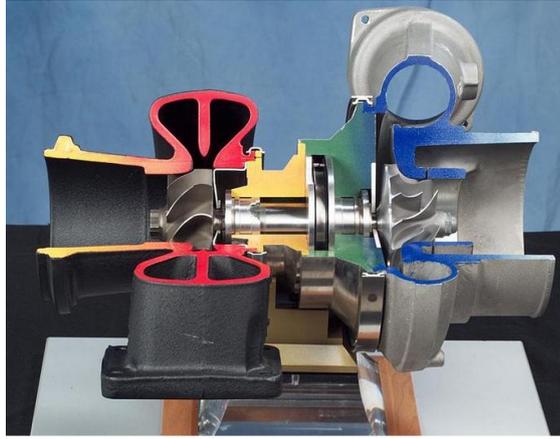


FIGURA. II.13 TURBO COMPRESOR¹⁴

2.6.4 UNIDAD DE MANTENIMIENTO.

Es un elemento importante el cual se encarga de: filtrar, regular y lubricar el aire.

Es muy esencial en una instalación neumática debido a que la calidad del aire depende en gran medida del filtro que se utilice.

También nos ayuda a tener una presión constante en la instalación, para esto se utiliza un regulador de presión que esta después del filtro, en la práctica se utiliza una presión de servicio de:

- 600 kPa (6 bar) en la sección de operación.
- 300 a 400 kPa (3 a 4 bar) en la sección de mando.

Estos valores han demostrado ser la mejor solución para satisfacer los criterios de generación de aire a presión y los del rendimiento de los elementos neumáticos.

¹⁴ Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Turbocompresor>

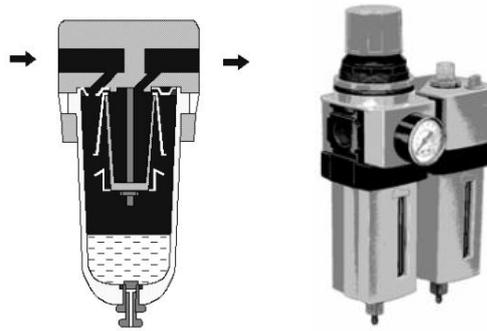


FIGURA. II.14 UNIDAD DE MANTENIMIENTO¹⁵

2.6.5 ACTUADORES NEUMÁTICOS.

Son elementos neumáticos encargados de transformar la energía neumática en otro tipo de energía, esta generalmente es de tipo mecánico proporcionando potencia y movimiento a sistemas automatizados mediante el consumo de aire comprimido. Los principales elementos actuadores son los cilindros.

2.6.5.1 CILINDRO NEUMÁTICO.

Un cilindro neumático es un componente sencillo ideal para producir movimientos lineales, la carrera de un cilindro determina el movimiento máximo que puede producir.

La fuerza de un cilindro depende del diámetro y presión de trabajo del mismo.

Un cilindro neumático está formado de las siguientes partes:

- Camisa
- Tapa trasera
- Pistón
- Vástago
- Tapa delantera

¹⁵Fuente: Festo; “Neumática Industrial”; Pág. 16

- Juntas de estanqueidad
- Entrada y salida de aire trasera
- Entrada y salida de aire delantera
- Resorte para el retroceso.

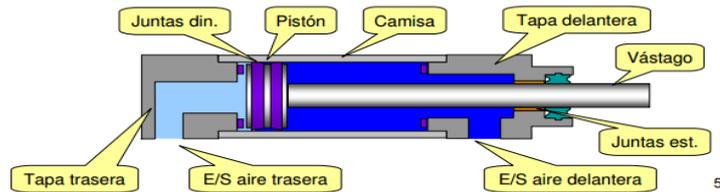


FIGURA. II.15 ELEMENTOS DE UN CILINDRO¹⁶

2.6.5.1.1 TIPOS DE CILINDROS.

CILINDROS DE SIMPLE EFECTO.

Los cilindros de simple efecto realizan su trabajo en un solo sentido este sentido depende del sentido de desplazamiento del vástago, para que el embolo recupere su posición se coloca un muelle; este muelle está diseñado para almacenar el 6% de la fuerza de empuje.

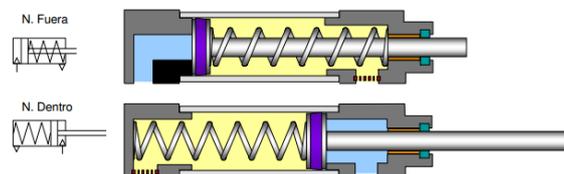


FIGURA. II.16 CILINDRO DE SIMPLE EFECTO¹⁷

CILINDROS DE DOBLE EFECTO.

El aire comprimido genera los dos movimientos del cilindro realizando trabajo en ambos sentidos de desplazamiento se debe tomar en cuenta que la fuerza de avance y retroceso es diferente.

¹⁶ Fuente:

<http://personales.unican.es/reneDoc/Traspereancias%20WEB/Trasp%20Neu/T10%20INTRODUCCION%20NEU.pdf>

¹⁷ Fuente:

<http://personales.unican.es/reneDoc/Traspereancias%20WEB/Trasp%20Neu/T10%20INTRODUCCION%20NEU.pdf>

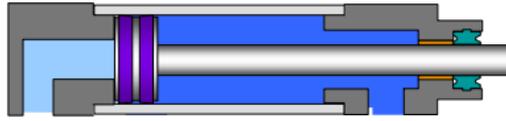


FIGURA. II.17 CILINDRO DE DOBLE EFECTO¹⁸

GENERADOR DE VACÍO (TOBERA DE ASPIRACIÓN)

La aplicación del vacío es utilizada en operaciones de elevación y manipulación de materiales.

Su uso es muy útil y no necesita de mantenimiento en comparación a otras formas de sujeción como por ejemplo una pinza neumática, proporcionando una solución económica para una aplicación de manipulación y sujeción.

El generador de vacío crea el vacío mediante el principio eyector al circular el aire comprimido a través de la válvula con una restricción en forma de Venturi.

Un generador de vacío consta básicamente de tres partes importantes, la entrada de aire comprimido, la punta inyectora y la salida hacia la atmosfera.

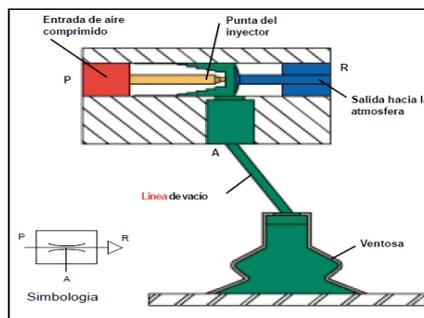


FIGURA. II.18 GENERADOR DE VACÍO¹⁹

2.6.5.2 VENTOSA.

Son elementos blandos muy utilizados en la manipulación de objetos la diferencia principal entre una ventosa y un sistema de fijación por garras en la velocidad de operación aumentando con esto la producción.

¹⁸ Fuente:

<http://personales.unican.es/rene/doc/Traspereancias%20WEB/Trasp%20Neu/T10%20INTRODUCCION%20NEU.pdf>

¹⁹ Fuente: Parker Training; "Tecnología Neumática Industrial"; Pág. 81

Las ventosas no dañan el material manipulado su mantenimiento es rápido y se lo puede hacer pocas veces al año.

Su forma varía de acuerdo a su aplicación, pueden manipular materiales planos o ligeramente curvados.

Son construidas de materiales como:

- Perburan
- Poliuretano
- Silicona



FIGURA. II.19 VENTOSAS²⁰

2.6.5.2.1 TIPOS DE VENTOSAS

En el mercado tenemos varios tipos de ventosas los cuales son utilizados de acuerdo al material que se desee transportar vamos a mencionar dos tipos importantes de ventosas que son muy utilizadas.

VENTOSAS PLANAS.

Las ventosas planas son utilizadas para manipular objetos planos o poco curvadas.

²⁰ Fuente: Parker Training; “Tecnología Neumática Industrial”; Pág. 84



FIGURA. II.20 VENTOSAS PLANAS²¹

Las ventosas planas se dividen en dos tipos:

- Ventosas planas sin topes: permite manipular objetos rígidos y lisos, resisten a esfuerzos laterales y permite la manipulación vertical.
- Ventosas planas con topes: sirven para manipular objetos delgados, ligeros y deformables, tiene una gran resistencia a esfuerzos laterales y permite manipular horizontalmente.

VENTOSAS CON FUELLES.

Este tipo de ventosas sirve para la sujeción de objetos esféricos, cilíndricos. Los fuelles ayudan a tener mejores características de sujeción aseguran su afianzamiento a diferentes niveles permitiendo sujetar objetos que se encuentren en cualquier ángulo.



FIGURA. II.21 VENTOSAS CON FUELLE²²

²¹ Fuente: [https://www.interempresas.net/Electricidad_Electronica/FeriaVirtual/Producto-Ventosas-planas-\(redondas\)-Camozzi-Serie-VTCF-66572.html](https://www.interempresas.net/Electricidad_Electronica/FeriaVirtual/Producto-Ventosas-planas-(redondas)-Camozzi-Serie-VTCF-66572.html)

²² Fuente: <http://www.vuototecnica.es/products.php?cat=117>

2.7 SENSORES.

En los seres humanos los cinco sentidos cumplen la función percibir los estímulos del medio en el cual estos se desenvuelven. Las sensaciones son transmitidas al cerebro para tomar decisiones en base a los estímulos y así tener control sobre su comportamiento y reacciones.

Siendo así, los sensores son dispositivos capaces de emular en forma análoga los sentidos de los seres humanos. Capaces de percibir magnitudes físicas, químicas, o incluso biológicas.

Capaces de producir una señal eléctrica ya sea analógica o digital en proporción a la magnitud medida, señal que será usada por el sistema de control para la toma de decisiones.

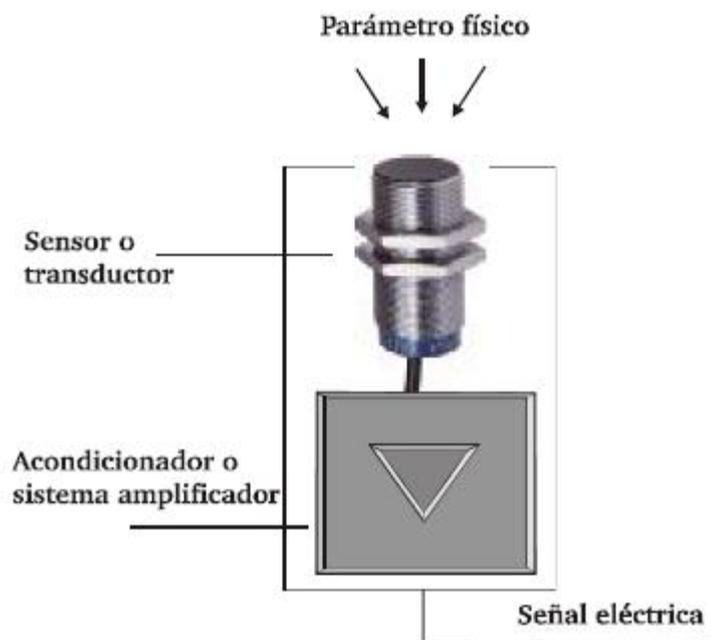


FIGURA. II.22 SENSOR²³

Las principales características técnicas de los sensores son las siguientes:

- **Rango de medida:** siendo los límites de magnitud que se puede aplicar al sensor.

²³ Fuente: Curso CEDECO, Sensores; Pág 3

- **Precisión:** es el error de medida máximo permitido,
- **Offset:** es el valor entregado por el sensor cuando la magnitud a medir es nula,
- **Linealidad:** que la salida sea lineal en relación a la magnitud medida,
- **Sensibilidad:** es la relación entre la magnitud de entrada y la magnitud de salida,
- **Resolución:** es la variación mínima de magnitud capaz de ser percibida,
- **Rapidez de respuesta:** depende de la capacidad de seguir las variaciones de la magnitud.

2.7.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES.

Los sensores pueden ser clasificados por la respuesta que estos entregan, es decir su a su salida existe una respuesta binaria, analógica o digital.

2.7.1.1 DIGITALES.

Entregan una señal binaria, uno o cero, encendido o apagado (on u off) al detectar un cambio en el fenómeno físico, o magnitud, siendo capaces así de cerrar o abrir un circuito, por lo general entre este tipo de sensores se encuentran pulsadores, finales de carrera, sensores magnéticos, sensores inductivos entre otros.



FIGURA. II.23 SENSORES DIGITALES; FINAL DE CARRERA, SENSOR INDUCTIVO²⁴

2.7.1.2 ANÁLOGOS

Son aquellos que a su salida entregan un valor de tensión o corriente variable en relación a la variación de la magnitud medida, los rangos más comunes están: De 0 a 10v, de -5 a 5v, de 4 a

²⁴ Fuente: SENA Servicios de automatización, Unidad 2 Sensores; Pág. 7

20mA. Algunos de estos sensores pueden ser sensores de presión, sensor de proximidad, sensores de temperatura



FIGURA. II.24 SENSOR ANÁLOGO; TERMOCUPLA²⁵

2.7.2 CRITERIO DE SELECCIÓN DE SENSORES.

Para seleccionar un sensor se deben tener en cuenta las variables físicas a medir, así como los parámetros antes mencionados así como otros factores que afectan el momento de seleccionar un sensor. Para esto nos guiaremos con la siguiente tabla (Tabla II-I)

CRITERIOS DE SELECCIÓN	
Magnitud a medir	<ul style="list-style-type: none">• Margen de medida• Resolución• Exactitud deseada• Estabilidad• Ancho de banda• Tiempo de respuesta• Magnitudes interferentes
Características de alimentación	<ul style="list-style-type: none">• Tensión• Corriente• Potencia disponible• Estabilidad• Frecuencia
Características de salida	<ul style="list-style-type: none">• Sensibilidad• Tipo: tensión, corriente, frecuencia• Impedancia• Forma de señal: unipolar, flotante• Destino: presentación análoga, conversión digital

²⁵ Fuente: <http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-440131547/>

Características ambientales	<ul style="list-style-type: none">• Sensibilidad• Temperatura• Nivel de protección• Nivel de vibraciones
Otros factores	<ul style="list-style-type: none">• Peso• Dimensiones• Vida media• Precio de compra• Disponibilidad• Tiempo de instalación• Situación en caso de fallo• Costo de mantenimiento

TABLA. II-I CRITERIO DE SELECCIÓN DE SENSORES²⁶.

2.7.3 SENSOR ÓPTICO

Los sensores ópticos son aquellos capaces de detectar diferentes factores por medio de un lente óptico.

Su funcionamiento se basa en la emisión de un haz de luz el cual se ve interrumpido o es reflejado por el objeto que se desea detectar. Por lo general están formados por una fuente o emisor que es lo que produce el haz de luz. Un receptor que recibe el haz de luz. Lentes que dirigen y restringen el campo de visión del sensor y. Un circuito de salida que entrega la señal del sensor

Entre los sensores ópticos más usados están:

- Barrera
- Réflex
- Réflex polarizado
- Proximidad
- Proximidad de borrado con plano posterior

²⁶ Fuente: SENA Servicios de automatización, Unidad 2 Sensores

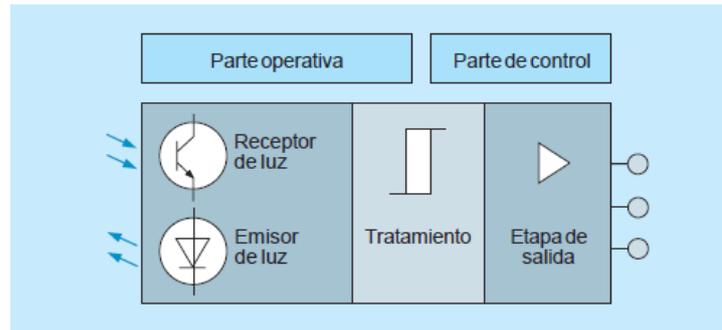


FIGURA. II.25 COMPOSICIÓN DE UN DETECTOR FOTOELÉCTRICO²⁷

2.7.4 SENSOR INDUCTIVO.

El sensor inductivo, es un interruptor que funciona sin contacto físico con el objeto que se desea detectar, solo tiene que estar dentro de su campo de detección.

Este tipo de sensores generan un campo magnético de alta frecuencia haciendo uso de una bobina, si una pieza metálica entra en el campo de detección, se generaran perdidas en la pieza, haciendo que un circuito resonante dentro del sensor se vea alterado, de esa forma el sensor se activa.

Un ejemplo de sensor inductivo se puede apreciar en la FIGURA. II.23

2.7.5 SENSOR MAGNÉTICO



FIGURA. II.26 SENSOR MAGNÉTICO²⁸

²⁷ Fuente: Telesquemario Pág. 433

El sensor magnético es capaz de detectar campos magnéticos, sean provocados por imanes o por corrientes eléctricas, su funcionamiento se basa en un interruptor Reed, este interruptor es formado por dos laminas metálicas ferromagnéticas, que se encuentran dentro de una ampolla de cristal que contiene vacío, estas laminas abren o cierran un circuito eléctrico dependiendo de su configuración

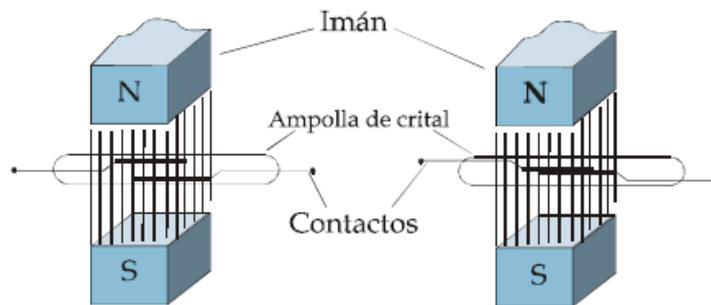


FIGURA. II.27 FUNCIONAMIENTO, SENSOR MAGNÉTICO²⁹

2.7.6 SENSOR DE VACÍO, VACUOSTATO



FIGURA. II.28 VACUOSTATO³⁰

²⁸ Fuente: http://i01.i.aliimg.com/img/pb/062/919/462/462919062_730.jpg

²⁹ Fuente: Manual CEDECO Sensores.

³⁰ Fuente: http://www.festo.com/cms/es_es/9664.htm

Un vacuostato permite controlar o regular la depresión en un circuito neumático. Cambiando su estado a la salida entre NO o NC. El momento en que existe un cambio en la presión y este dentro del intervalo detectable va a existir el cambio de estado

Por lo general son usados para asegurar o detectar la circulación de fluidos, en este caso aire.

Para detener el funcionamiento de una maquina si existe una baja de presión

Los criterios de selección son los siguientes:

- Tipo de funcionamiento, umbral en el que trabaja
- Naturaleza del fluido
- La presión a controlar
- Tipo de circuito eléctrico

2.8 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC.

Un Controlador Lógico Programable (PLC), es un dispositivo electrónico digital, que hace uso de una memoria programable para almacenar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas, secuenciales, conteos, temporizadores, comparaciones y operaciones aritméticas, para el control de maquinaria y procesos industriales, controlar en tiempo real procesos en un ambiente de tipo industrial.

Trabajando de acuerdo a la información recibida, y en base a un programa almacenado en su memoria, actuando sobre sus diferentes salidas.

En este capítulo se hace énfasis en el PLC por sus siglas en inglés (*Programmable Logic Controller*).

Se encuentra detallados sus funciones básicas, sus características principales, los principales elementos que lo conforman, y su modo de empleo.

Con esto se pretende dar a conocer la versatilidad de estos componentes, y la cantidad de aplicaciones para las cuales estos pueden ser útiles, debido a su confiabilidad, flexibilidad y desempeño en campos industriales.

2.8.1 ESTRUCTURA DE UN CONTROLADOR LÓGICO

PROGRAMABLE.

El PLC de acuerdo a varios autores, modelos o el fabricante, posee diferentes partes, para comprender mejor su estructura la dividiremos en estructura externa y estructura interna.

2.8.1.1 ESTRUCTURA EXTERNA.

El PLC es un dispositivo electrónico, como ya se ha mencionado anteriormente, que reemplaza a los dispositivos auxiliares de automatización y control, desempeñando por si solo toda la lógica de automatización.

Su estructura externa está compuesta por:

- Entradas y Salidas digitales
- Fuente de poder
- Carcasa
- Control de operario
- Interfaz de programación
- Módulos de expansión



FIGURA. II.29 EJEMPLO DE PLC³¹

2.8.1.1.1 ENTRADAS Y SALIDAS.

Los PLC están provistos por entradas y salidas digitales con lo cual pueden conectarse a distintos dispositivos como sensores, o actuadores.

A las entradas se conectan diversos tipos de interruptores y sensores los cuales serán activados por el operario o directamente por el sistema.

Cuando se conecta un interruptor o sensor a una entrada, simplemente se está permitiendo que la tensión eléctrica del punto común se presente en la entrada cuando el interruptor está cerrado y que se ausente si el interruptor está abierto.

De igual manera existen entradas capaces de recoger señales analógicas de diferentes sensores como termocuplas, celdas de presión etc.

A las salidas del PLC por lo general se conectan: lámparas indicadoras, bobinas de contactores, electro válvulas, entre otros. El PLC activa una salida al colocar un voltaje en su salida, al elemento colocado en el circuito.

Las entradas y salidas digitales trabajan con valores de tensión lógicos uno, o cero; valores binarios pudiendo solo reconocer estos dos valores diferentes de señal.

³¹ Fuente: <http://www.af-automation.com/PRODUCTOS1.html>

El número de entradas y salidas de un PLC depende principalmente de su aplicación y las necesidades del proceso, sin embargo dependiendo del PLC se pueden agregar progresivamente módulos de expansión de entradas o salidas

2.8.1.1.2 NOMENCLATURAS DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES.

Para designar una dirección a las entradas digitales se les antepone el signo “%” a las letras I, y a las salidas digitales la letra Q, seguido por el rack en que está ubicado.

A continuación se identifica la posición del módulo de entradas o salidas digitales en el rack, y separadas por un punto se numera la posición.

Por último se identifica la entrada o salida correspondiente y de igual forma separada por un punto se coloca su identificación.

	DIRECCIÓN
ENTRADA	%I0.1.0
SALIDA	%Q0.2.0

TABLA. II-II NOMENCLATURA

2.8.1.1.3 FUENTE DE PODER

La fuente de poder suministra los voltajes y corrientes necesarias para el funcionamiento de PLC y alimentar a sus circuitos auxiliares.

Por lo general están fuentes entregan un voltaje fijo de 24 voltios de corriente continua.

Su carcasa al igual que la del PLC permite la instalación en racks o rieles, cada fabricante utiliza su propio método de instalación y por lo tanto no siempre es posible intercambiar módulos de PLC de distintas marcas.



FIGURA. II.30 EJEMPLO DE FUENTE³²

2.8.1.1.4 CONTROLES DE OPERARIO.

Por lo general botones, estos están dispuestos en frente del PLC, que permiten al operador parar o continuar la ejecución del programa, o resetear el dispositivo. A éste conjunto se suman las indicaciones luminosas.



FIGURA. II.31 EJEMPLO CONTROL DE OPERARIO³³

2.8.1.1.5 INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN.

La interfaz de comunicación permite la transferencia del programa desde un programador de mano del PLC o computador personal provisto del software adecuado.

³² Fuente: <http://www.logicbus.com.mx/LBCSP-142-050-24.php>

³³ Fuente: <http://www.cursosdeplc.com.mx/que-es-plc/>



FIGURA. II.32 EJEMPLO, INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN³⁴

2.8.1.1.6 MÓDULOS DE EXPANSIÓN.

En algunos modelos de PLCs los módulos de expansión permiten ampliar el número de entradas y salidas que este posee, cuando la capacidad propia de éste no cumple con todos los requerimientos de una aplicación de automatización.

Algunas de las características técnicas de los módulos de expansión son:

- Entradas y salidas digitales.
- Entradas y salidas análogas tipo 4 a 20 miliamperios.
- Entradas y salidas análogas tipo 0-10 voltios.
- Expansión de memoria.
- Conexión a redes de datos industriales (buses de campo).

³⁴ Fuente: <http://www.directindustry.com/prod/schneider-electric-automation-control/programmable-logic-controllers-plcs-23470-590055.html>

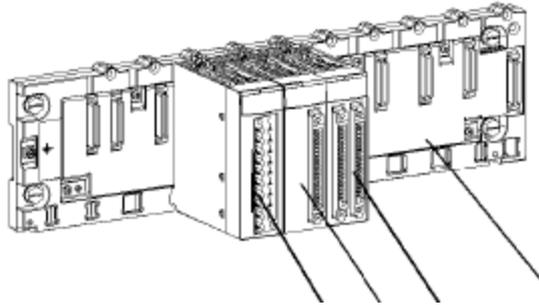


FIGURA. II.33 EJEMPLO, MÓDULO DE EXPANSIÓN³⁵

2.8.1 ESTRUCTURA INTERNA.

Un PLC está conformado solamente por dispositivos electrónicos cuya configuración es muy parecida a la de un pequeño computador o procesador digital.

Su arquitectura interna se puede dividir en cuatro grandes partes: CPU, Memoria, Puertos y módulos.

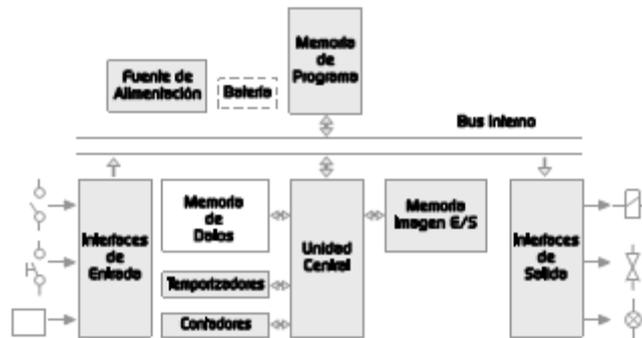


FIGURA. II.34 ESTRUCTURA INTERNA DE UN PLC³⁶

2.8.1.1 UNIDAD CENTRAL DE PROCESO (CPU).

Ejecuta la mayoría de los procesos del sistema, depende de una lista de instrucciones que se provee, llamada programa. Los programas que se ejecutan son dos, primero el programa de autoconfiguración cuando el sistema arranca y el segundo el programa diseñado por el usuario, para una aplicación específica.

³⁵ Fuente: SENA; PLC –Controladores lógicos pag.19

³⁶ Fuente: SENA; PLC –Controladores lógicos pag.24

En lo general la CPU viene integrada en un chip semi-conductor caso en el cual recibe el nombre de micro-procesador.

Los principales componentes funcionales de la CPU son:

2.8.1.2 UNIDAD LÓGICA Y ARITMÉTICA (ALU).

Tiene la tarea de realizar operaciones aritméticas como: suma, resta, multiplicación, comparación, desplazamiento, entre otras, y operaciones lógicas como: AND, OR, EXOR, NOT.

La Unidad de Control: Se encarga de:

- Sincronizar las tareas de la CPU,
- Determinar todas las rutas por las cuales fluirá la información a través de los buses, y
- Interpreta el programa.

2.8.1.3 BANCO DE REGISTROS.

Es una memoria interna de poco tamaño, que forma parte de la CPU, esta almacena los datos temporales necesarios para la ejecución del programa.

2.8.1.4 BUSES.

Son caminos por los cuales circula la información hacia los distintos componentes de la CPU.

Los Buses se clasifican en:

- Bus de Datos: Canal que lleva y trae datos desde y hacia la memoria, los registros internos, la ALU y los puertos.
- Bus de Direcciones: Lleva valores de dirección hacia la memoria y el bus de direcciones externo.
- Bus de Control: Pone señales de control en los diversos bloques funcionales.

2.8.1.5 MEMORIA.

Almacén de información del sistema. Contiene datos numéricos en código binario y está dividida en posiciones de memoria, a cada una de las cuales le corresponde una dirección de memoria, cada posición de memoria es un arreglo de una determinada cantidad de bits (8 o 16 bits).

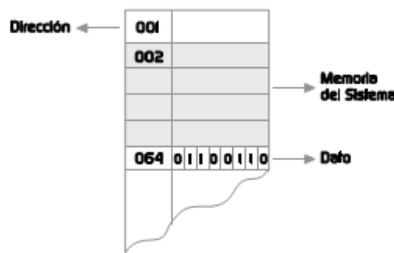


FIGURA. II.35 DIRECCIÓN DE MEMORIA³⁷

2.8.1.6 PUERTOS.

Los puertos permiten la comunicación de la CPU con otros dispositivos distintos a las memorias.

Las Entradas y Salidas Digitales del PLC están conectadas a los puertos de la CPU por medio de circuitos de acoplamiento, estos últimos permiten que haya una adecuación desde los niveles de voltajes del sistema interno del PLC hasta los niveles de tensión y corriente eléctricas requeridos en los entornos industriales.

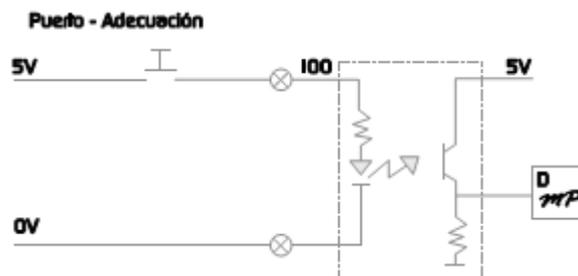


FIGURA. II.36 PUERTOS³⁸

³⁷ Fuente: SENA; PLC –Controladores lógicos pag.26

2.9 COMUNICACIONES INDUSTRIALES.

Durante largo tiempo se ha utilizado métodos de cableado para poder comunicar diferentes dispositivos o equipos industriales. En la actualidad existen diferentes métodos como medios de comunicación utilizados en la automatización.

Las comunicaciones industriales permiten el flujo de información entre el controlador y los diferentes dispositivos a lo largo de un proceso de producción, dichos procesos en su mayoría son extensos y esto provoca que exista una gran cantidad de cables empleados para comunicar estos dispositivos.

2.9.1 MÉTODOS DE COMUNICACIÓN.

Por lo cual según las necesidades, complejidad de la red o el presupuesto del que se disponga existen diferentes formas para lograr una comunicación, a continuación se detallaran algunas de estos métodos.

- Cableado clásico
- Entradas y salidas distribuidas
- Buses de campo

2.9.1.1 CABLEADO MEDIANTE BASES DE PRECABLEADO.

Tanto los sensores como actuadores son conectados uno por uno. Hilo por hilo a las entradas y a las salidas del PLC, esto conlleva un gran uso de cables, en los que según la distancia de su ubicación puede existir caídas de tensiones y la existencia de ruido producido entre los cables de potencia y de señal.

³⁸ Fuente: SENA; PLC –Controladores lógicos pag.28

2.9.1.2 ENTRADAS Y SALIDAS DISTRIBUIDAS.

Este método consiste en colocar cajas de entradas y salidas distribuidas a lo largo de la planta, el PLC se comunica con estas mediante un módulo de comunicación, estas cajas se colocan lo más cerca al proceso a controlar.

Con esto se logra q los cables usados por los sensores y actuadores sean más cortos disminuyendo las caídas de tensión y las interferencias, sin embargo el cableado de los sensores y actuadores sigue siendo como el caso anterior.

2.9.1.3 BUSES DE CAMPO.

Los buses de campo permiten conectar tanto sensores como actuadores al PLC por medio de un solo cable de comunicación, haciendo uso de algún protocolo de comunicación.

Este tipo de comunicación no se limita solo a conectar sensores o actuadores, si no también ya permite una conexión entre dispositivos más complejos como variadores de velocidad, arrancadores, reguladores PID³⁹ terminales de visualización, PLCs, etc.

Gracias a esta forma de comunicación es posible la fabricación flexible y los sistemas de producción integrados, llamados CIM (*Computer Intregated Manufacturing*) mediante el cual el proceso de fabricación está controlado por sistemas informáticos.

2.9.2 PIRÁMIDE CIM.

La pirámide CIM es usada con el fin de integrar procesos de producción, ya sean estos: diseño fabricación, control de inventarios, y gestión administrativa dentro de una empresa, para lo cual se dividen los diferentes procesos en una estructura piramidal formada por 5 niveles representados a continuación.

³⁹ Proporcional Integrador derivativo.

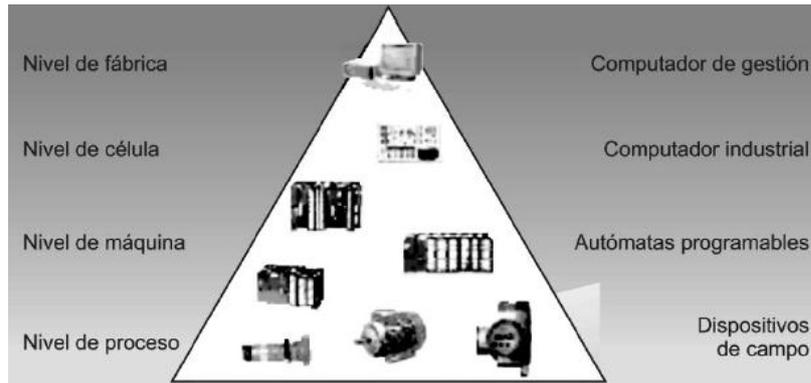


FIGURA. II.37 PIRÁMIDE CIM⁴⁰

Según el nivel se toma en cuenta la velocidad de transición de información siendo el nivel de proceso el que posee mayor prioridad a la velocidad de transmisión.

Así mismo se toma en cuenta la cantidad de información desde el nivel de fabricación hacia niveles inferiores, siendo este el nivel que posee la mayor cantidad de información para ser presentada o usada

2.9.3 TIPOS DE BUSES DE COMUNICACIÓN.

Cada nivel de la pirámide CIM posee su propio protocolo o protocolos de comunicación, siendo los más comunes según el nivel:

- nivel de campo se usa AS-i, Device Net
- Nivel de célula se usa CAN, Profibus FMS
- Nivel de planta se usa redes LAN Ethernet TCP/IP
- Nivel de factoría se unas redes WAN sobre TCP/IP

2.10 SUPERVISIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA).

Se llama sistemas de supervisión y adquisición de datos, a la traducción al español del término en ingles *SUPERVISORY CONTROL AND DATA ADCQUISITION*.

⁴⁰ Fuente:http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1466/ISAD_Tema5.pdf

El cual puede ser un software que tienen acceso a datos remotos y que a través de herramientas de comunicación permite el control de estos datos, con lo cual se puede gestionar y controlar cualquier sistema local o remoto gracias a una interfaz gráfica diseñada según el proceso a controlar

Al implementar un sistema SCADA obtenemos una gran cantidad de beneficios⁴¹ entre estas podemos destacar:

- Economía.
- Accesibilidad.
- Mantenimiento.
- Ergonomía.
- Gestión.
- Flexibilidad.
- Conectividad.

A parte de esto un sistema SCADA provee herramientas⁴² necesarias para cumplir con su propósito, entre estas herramientas son:

- Monitorización. Es la representación en tiempo real de los datos a controlar
- Supervisión. La supervisión es una herramienta para la gestión y toma de decisiones.
- Adquisición de datos. Es captación y registro de datos.
- Visualización de alarmas y eventos. Reconocimiento de eventos anormales y generación de una alarma.
- Mando. La oportunidad de cambiar o alterar los controles.

⁴¹ Fuente: http://books.google.com.ec/books?id=Sai-a0WQw24C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

⁴² Fuente: http://books.google.com.ec/books?id=Sai-a0WQw24C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- Grabación de recetas. Almacenamiento de diferentes recetas industriales.
- Seguridad de datos. Protección de datos tanto al envío como recepción.
- Seguridad de accesos. Restringe el programa asignando un control por usuarios.
- Programación numérica. Permite cálculos aritméticos usando el computador

2.10.1 ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA SCADA.

El sistema SCADA es básicamente una aplicación diseñada para funcionar en computadores y comunicarse con los dispositivos de campo, estos dispositivos por lo general en las industrias son PLCs, por lo tanto la estructura de un sistema SCADA estaría conformada por unidades remotas RTU⁴³ controladas por unidades terminales maestras MTU⁴⁴, conectadas a través de un sistema de comunicación

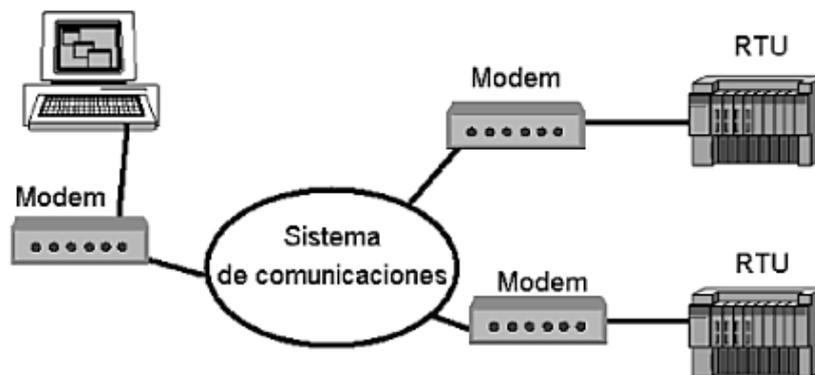


FIGURA. II.38 ESQUEMA BÁSICO DE UN SCADA⁴⁵

2.10.2 HMI INTERFAZ HUMANO MÁQUINA.

El acrónimo HMI hace referencia a *HUMAN MACHINE INTERFACE*, es un panel visual diseñado para presentar los datos de un proceso a un operador.

⁴³ Remote terminal units

⁴⁴ Master terminal unit

⁴⁵ Fuente: SISTEMAS SCADA; Aquilino Rodríguez Penin; Marcombo, 2007; Pág. 19

Esta interfaz presenta a los usuarios ventanas en las cuales el controlador puede navegar encontrando diferente información en cada una, según sea diseñada esta interfaz, así también puede encontrar controles como menús, botones, luces, alarmas, etc.

Estas interfaces deben estar diseñadas para ser usadas de forma intuitiva, así como también no deben estar muy cargadas de elementos para un fácil manejo. Debe reflejar el proceso a supervisar. Algunas de las funciones⁴⁶ que deben tener son:

- Control de acceso.
- Puesta en marcha y apagado del sistema.
- Estado del proceso.
- Indicadores.
- Intercambio de datos con otros sistemas.
- Manipulación de archivos.
- Configuración de entorno.

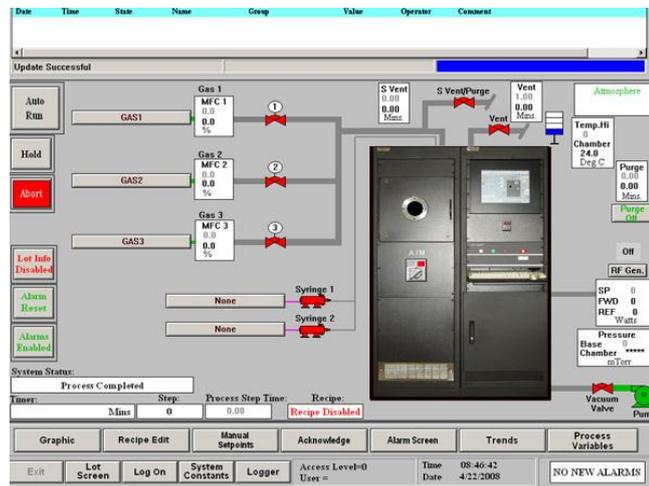


FIGURA. II.39 EJEMPLO DE UN HMI⁴⁷

⁴⁶ Fuente: http://books.google.com.ec/books?id=Sai-aOWQw24C&printsec=frontcover&hl=es&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

⁴⁷ Fuente: <http://www.plasmatechsystems.com/systems/upgrades.asp>

CAPÍTULO III

DISEÑO.

3.1 INTRODUCCIÓN.

El diseño es un paso esencial y necesario para la creación de proyectos, con el diseño podemos tener una idea general del aspecto de la maquina mediante esto podemos variar el aspecto físico del proyecto, hasta llegar a un diseño que cumpla con todos los requerimientos necesarios y óptimos para el buen funcionamiento del mismo.

Para comenzar con el diseño se debe mencionar que se utilizó cilindros lo cuales se encuentran con facilidad en el mercado y en base de acuerdo a la medida de los mismos se hizo las bases y soportes que sujetan y dirigen los mismos.

En este capítulo se detalla las herramientas informáticas para el diseño de las piezas del proyecto como también los materiales que se utiliza para su creación.

3.2 FUNCIONAMIENTO.

El funcionamiento de la estación pick and place comienza con la pieza principal que es dirigida por la banda transportadora, la cual mediante sensores encargados de detectar la pieza, la detiene mediante un cilindro giratorio, ubicada sobre la banda transportadora. Ya detenida la pieza, trabaja el sistema de manipulación el cual está ubicado en una torre de la cual desciende con la ayuda de cilindro una ventosa se verifica si existe o no una tapa para continuar, las tapas se encuentran en el alimentador que está ubicado en otra torre.

De existir una tapa disponible, la ventosa, la sujetara usando vacío, y actuaran 2 cilindros llevando la tapa hacia la banda transportadora, colocándola sobre la pieza correspondiente, una vez colocada la tapa el sistema de manipulación, la ventosa junto a los cilindros deben regresar a su posición inicial.

Para el diseño de la estructura de la estación pick and place se debe cumplir con las siguientes especificaciones o condiciones de diseño.

- La altura del plano de trabajo debe estar a 80 cm del nivel del piso terminado.
- Debe tomarse en cuenta las posiciones de las demás estaciones, sus bandas y sensores para hacer un sistema modular.
- La longitud total de la banda debe ser de 35 cm.
- La altura de la banda debe ser de 11 cm.
- Debe tomarse en cuenta todas las entradas y salidas de señales eléctricas para obtener un PLC que se acople a las mismas.
- Debe ser de fácil manejo y ensamblaje.

- Su mantenimiento debe ser fácil de realizar
- Las dimensiones de las bases de los cilindros deben estar de acuerdo a las medidas de los cilindros, estas medidas se detallan a continuación: cilindro A (diámetro 8 mm x 50 mm de carrera), cilindro B (diámetro 10 mm y de 100 mm de carrera).

3.3 HERRAMIENTAS DE DISEÑO.

Para el diseño de la estructura de la estación Pick and Place se utiliza herramientas informáticas de diseño y modelaje 3D, Autocad y SolidWork, los cuales facilitaran el análisis de los elementos mecánicos.

Para el diseño neumático se utiliza el programa FluidSim de FESTO⁴⁸, mientras que para el diseño del programa del PLC se utiliza el programa Unity Pro de Schneider⁴⁹

Por medio de estas herramientas informáticas se podrá realizar un diseño inicial, el cual conforme a los requerimientos de la maquina se podrá modificar para finalmente tener un diseño final el cual llene nuestras expectativas y cumpla con todos los requerimientos. Estos paquetes informáticos al tener un entorno amigable nos ayudan a tener un modelo preliminar, el cual puede ser ajustado para cumplir nuestras necesidades.

3.3.1 AUTOCAD.

AUTOCAD proviene de las siglas CAD las cuales significa “Diseño Asistido por Computadora “es una herramienta potente para la creación de planos y sólidos.

Es un programa para realizar dibujos de precisión ya que ofrece herramientas sencillas y un entorno amigable el cual facilita al usuario a trabajar con facilidad pero también con exactitud dando como resultado un trabajo muy bueno y confiable.

⁴⁸ Proveedor mundial de soluciones de automatización. Empresa de dedicada a automatización.

⁴⁹ Empresa dedicada a la comercialización de productos eléctricos y electrónicos.

Es un programa preferido en industrias como: construcción, diversas ramas de ingeniería y diseño automotriz.

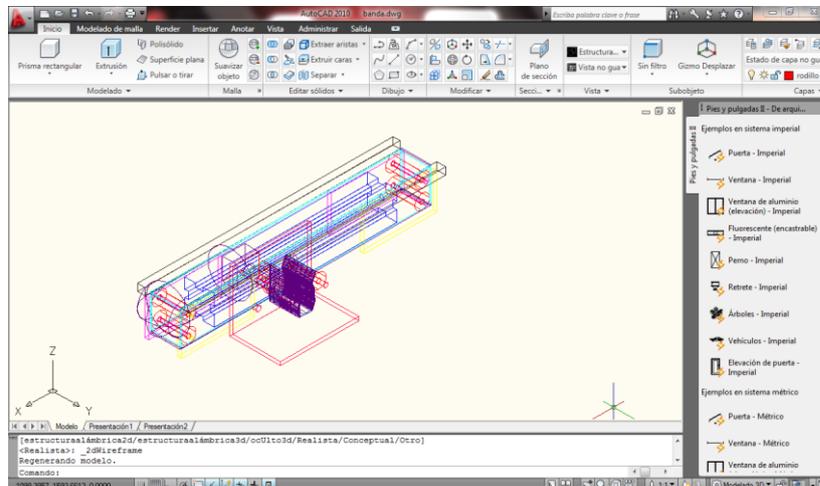


FIGURA. III.1 ENTORNO DE AUTOCAD⁵⁰

3.3.2 SOLIDWORKS.

Es una herramienta competitiva, ágil y versátil para la solución de diseños tridimensionales completos se utiliza para la modelación de piezas, crear grandes ensambles de máquinas, generar planos de forma muy rápida y precisa.

Tiene un entorno muy amigable con herramientas intuitivas al tener más de 45 herramientas las cuales facilitan el desarrollo de un proyecto.

Gracias a su opción de ensamblaje de piezas se puede realizar y modelar la construcción de una maquina completa pieza por pieza dando con esto una gran ayuda para el diseñador.

Tiene 3 tipos de entornos de trabajos destinados a las necesidades requeridas estos son los siguientes:

- Pieza
- Ensamble
- Dibujo

⁵⁰ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

Dibujo es utilizado para la creación de un dibujo técnico en 2D, normalmente de una pieza mecánica,

Ensamble se utiliza para conectar varias piezas realizadas utilizando relaciones de posición entre ellas.

Pieza se utiliza para representar en 3D un único componente de diseño.

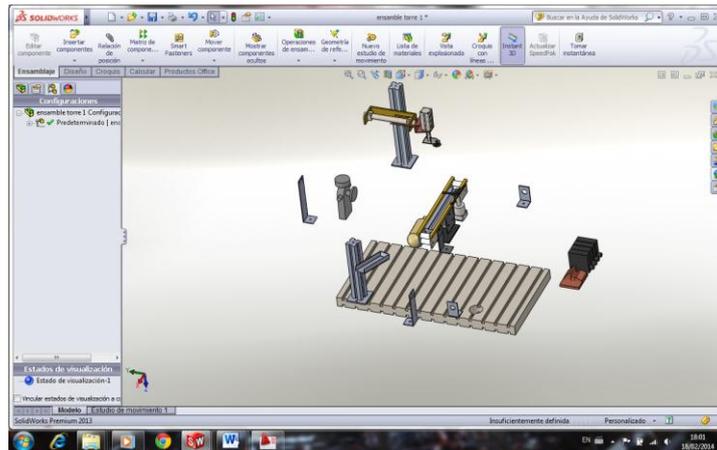


FIGURA. III.2 ENTORNO DE SOLIDWORKS⁵¹

3.3.3 UNITY PRO.

El software que es utilizado para la programación del PLC Modicom M340 es el software entregado por el fabricante, llamado Unity Pro.



FIGURA. III.3 VENTANA DE INICIO UNITY PRO⁵²

⁵¹ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁵² Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

Existen diferentes versiones del programa Unity Pro según su aplicación, se encuentran disponibles los siguientes paquetes de software:

- Unity Pro S
- Unity Pro M
- Unity Pro L
- Unity Pro XL
- Unity Pro XLS
- Unity Developers Edition (UDE)

El software UNITY PRO está diseñado para diferentes plataformas de hardware, entre estos esta MODICOM M340.

Así también proporciona distintos lenguajes de programación, para facilitar la programación del dispositivo, al usuario, haciendo más fácil su uso, entre los lenguajes que están disponibles

Unity Pro XL tenemos los siguientes

- Diagrama de bloques funcionales (FBD).
- Lenguaje de diagramas de contactos (LD).
- Lista de Instrucciones (IL).
- Texto estructurado (ST).
- Control secuencial (SFC)

Una característica importante de este programa es que posee su propio editor gráfico para generar un HMI o un sistema SCADA, lo cual es muy conveniente ya que con esto no es necesario usar otro programa para este fin

3.4 DISEÑO DE LA BASE.

Para la base se utilizara las medidas de módulos existentes, obteniendo medidas de 70 x 35 cm.

Con estas medidas aseguramos el perfecto acople de nuestra estación a las que existen en el laboratorio, debido a este requerimiento se adquirió un tablero Festo el cual al ser compacto y de buenos acabados asegura una perfecta base para nuestro proyecto. El plano se encuentra en el anexo 2.

A continuación se muestra el diseño de la base con sus respectivas dimensiones.

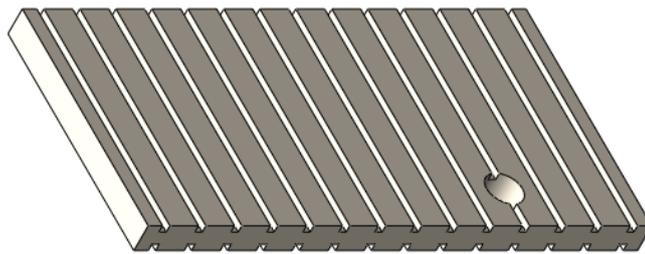


FIGURA. III.4 MODELADO BASE FESTO⁵³

3.5 DISEÑO DEL TROLE.

El diseño del trole se lo realiza tomando en cuenta la altura de las estaciones existentes en el laboratorio. El plano se encuentra en el anexo 2.

El trole debe ser de fácil movilidad razón por la cual se doto de cuatro ruedas asegurando con esto su fácil transporte de un lugar a otro también consta con un panel de control con botones de inicio paro, entre otros y jacks de conexión.

El trole está diseñado con una sección la cual albergara al PLC y todas sus conexiones internas.

⁵³ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

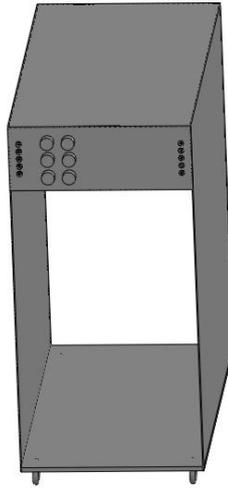


FIGURA. III.5 TROLE DISEÑADO⁵⁴

3.6 DISEÑO DE LOS ÁNGULOS DE SOPORTE

Los ángulos de soporte ayudaran para la sujeción de los sensores, motor, banda transportadora y unidad de mantenimiento. El plano se encuentra en el anexo 2.

Su diseño varía de acuerdo a la altura que va a utilizar y el diámetro de la pieza que se va a sujetar al mismo, son diseñados con un ángulo de 90 grados para que los objetos que se acoplen y estén siempre paralelos a la base.

Las alturas son de diferentes medidas de acuerdo al trabajo que va a cumplir, como muestran los gráficos a continuación:

⁵⁴ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

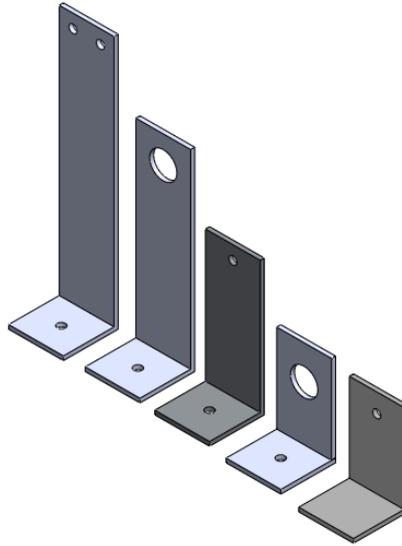


FIGURA. III.6 SOPORTE PARA LA BANDA⁵⁵

3.7 DISEÑO DE BANDA TRANSPORTADORA.

Para el diseño de la banda transportadora se utiliza un pedazo de aluminio ranurado de 25 cm de largo este aluminio viene en una medida comercial el cual es de 4cm.

A este se lo acopla dos pedazos rectangulares de 10cm x 5 cm de nylon con dos orificios cada uno para colocar 2 guías para los rodillos de 2 x 4 cm que se encargaran de dar el giro a la banda.

Los planos de los elementos usados se encuentran en el anexo 2.

Quedando de la siguiente manera como muestra la figura:

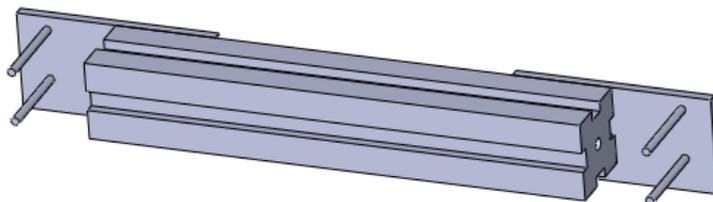


FIGURA. III.7 CUERPO CENTRAL DE LA BANDA⁵⁶.

⁵⁵ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁵⁶ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

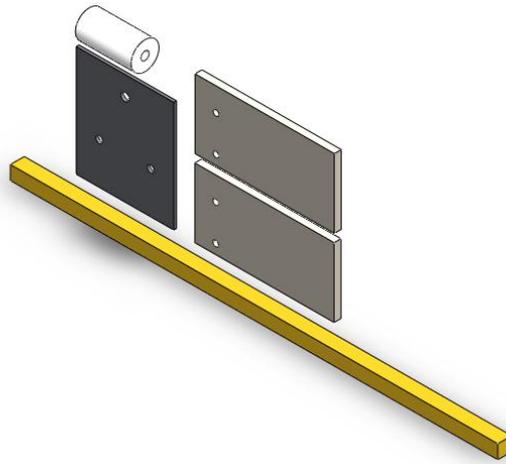


FIGURA. III.8 RODILLO Y SOPORTE DE LA BANDA⁵⁷

Para la sujeción del motor de la banda se utilizara un ángulo de soporte el cual tiene 2 guías a las cuales se le colocara los rodillos anteriormente mencionados.



FIGURA. III.9 BASE PARA EL MOTOR⁵⁸

En la banda se colocara un cilindro neumático que cumplirá la tarea de parar y expulsar las piezas que circulan por la banda transportadora, para esto se diseñó un soporte para que se acople al cuerpo de aluminio de la banda transportadora.

Para la tarea de parar y expulsar se diseñó una pieza de aluminio con forma de "V" la cual se colocara al final del vástago del cilindro. Estas piezas ya diseñadas quedan de la siguiente manera:

⁵⁷ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁵⁸ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

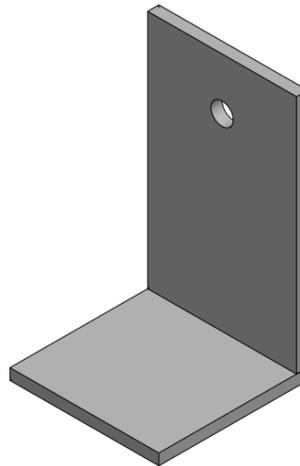


FIGURA. III.10 SOPORTE DE CILINDRO⁵⁹

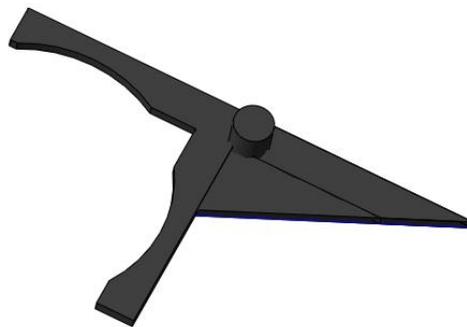


FIGURA. II.11 SELECTOR DE PIEZAS⁶⁰

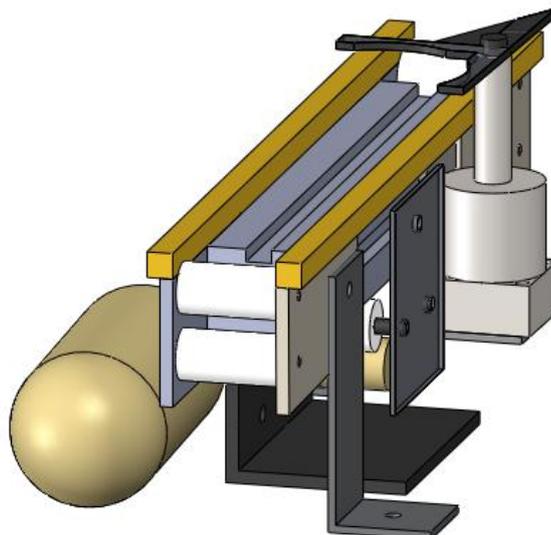


FIGURA. III.12 DISEÑO FINAL DE LA BANDA

⁵⁹ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁶⁰ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

3.8 DISEÑO DEL SISTEMA DE MANIPULACIÓN

Para el sistema de manipulación se utilizara un pedazo de aluminio ranurado de 35 cm para sujetar este aluminio a la base se diseñó una base cuadrada de 7,5 x 7,5 cm. Los planos de estos elementos se encuentran en el Anexo 2.

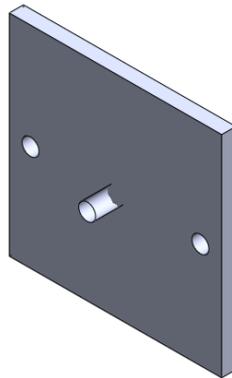


FIGURA. III.13 BASE DE ALUMINIO⁶¹

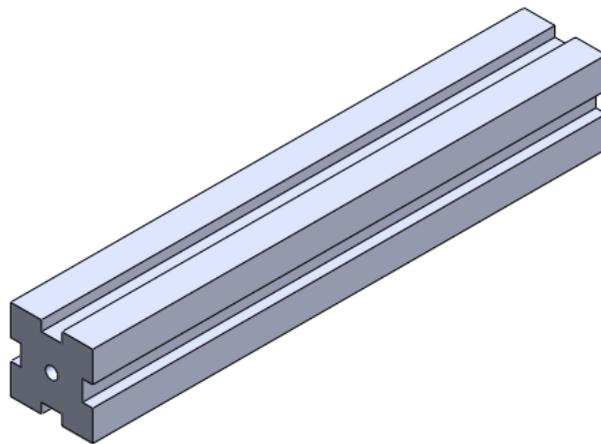


FIGURA. III.14 ALUMINIO PARA TORRE⁶²

Para la colocación del cilindro que dota el movimiento en el eje x se diseñó un soporte el cual aparte de tener el orificio para que entre cilindro tiene dos orificios adicionales para que pasen dos guías como se muestra en la figura.

⁶¹ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁶² Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)



FIGURA. III.15 SOPORTE PARA CILINDRO ⁶³

El soporte para el cilindro fue diseñado para que el vástago se mueva de forma horizontal, paralela a la basa de aluminio, consta también con un sistema de guía que se acopla al final del vástago, para obtener un movimiento lineal, a su vez este sistema de guía es el soporte para el cilindro que actúa de forma vertical.

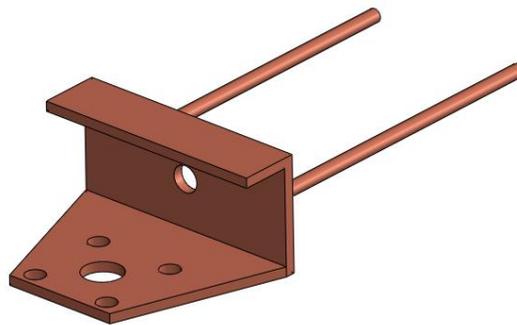


FIGURA. III.16 SISTEMA DE GUÍA Y SOPORTE⁶⁴

La última pieza que forma parte del sistema de manipulación, está diseñada con dos guías las cuales aseguran el movimiento lineal del vástago, y la ventosa será colocada en el orificio del extremo. Quedando el diseño de la siguiente manera:

⁶³ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁶⁴ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

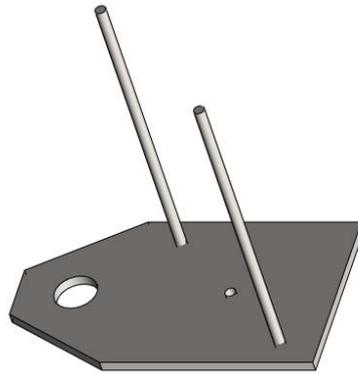


FIGURA. III.17 SOPORTE CILINDRO Y VENTOSA⁶⁵

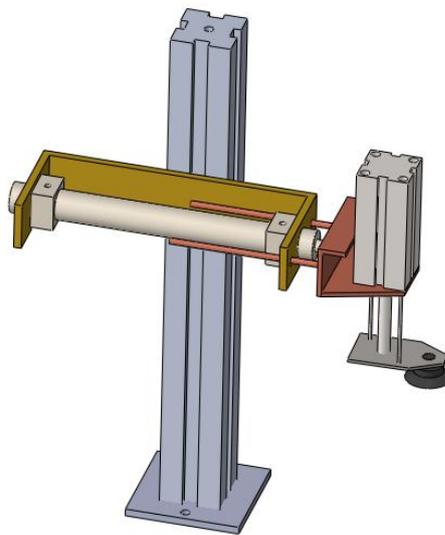


FIGURA. III.18 DISEÑO FINAL SISTEMA DE MANIPULACIÓN.⁶⁶

3.9 DISEÑO DE ALIMENTADOR DE TAPAS.

Para el alimentador se hizo un diseño similar al soporte del sistema de manipulación, con una base cuadrada, un pedazo de aluminio ranurado de 25 cm y una bandeja de alimentación, los planos de estos elementos se encuentran en el Anexo 2.

⁶⁵ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁶⁶ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

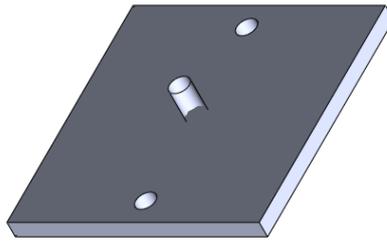


FIGURA. III.19 BASE CUADRADA⁶⁷

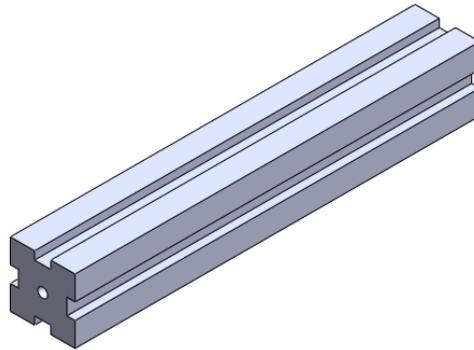


FIGURA. III.20 ALUMINIO RANURADO⁶⁸

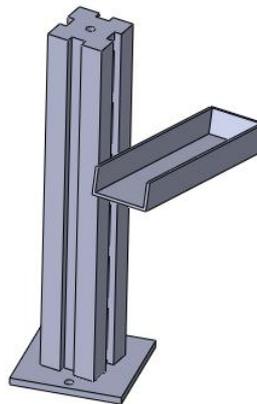


FIGURA. III.21 DISEÑO RAMPA⁶⁹

3.10 DISEÑO FINAL.

Con los diseños anteriormente realizados, se procedió a construir los modelos de cada una de estas partes, para ser ensambladas en un solo modulo; usando el programa Solidworks, obteniendo por resultado un diseño real en tercera dimensión.

⁶⁷ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁶⁸ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁶⁹ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

Este diseño cumple con los requerimientos detallados con anterioridad, con lo cual los modelos ya están listos para su desarrollo y construcción. El diseño final se muestra en la siguiente figura.

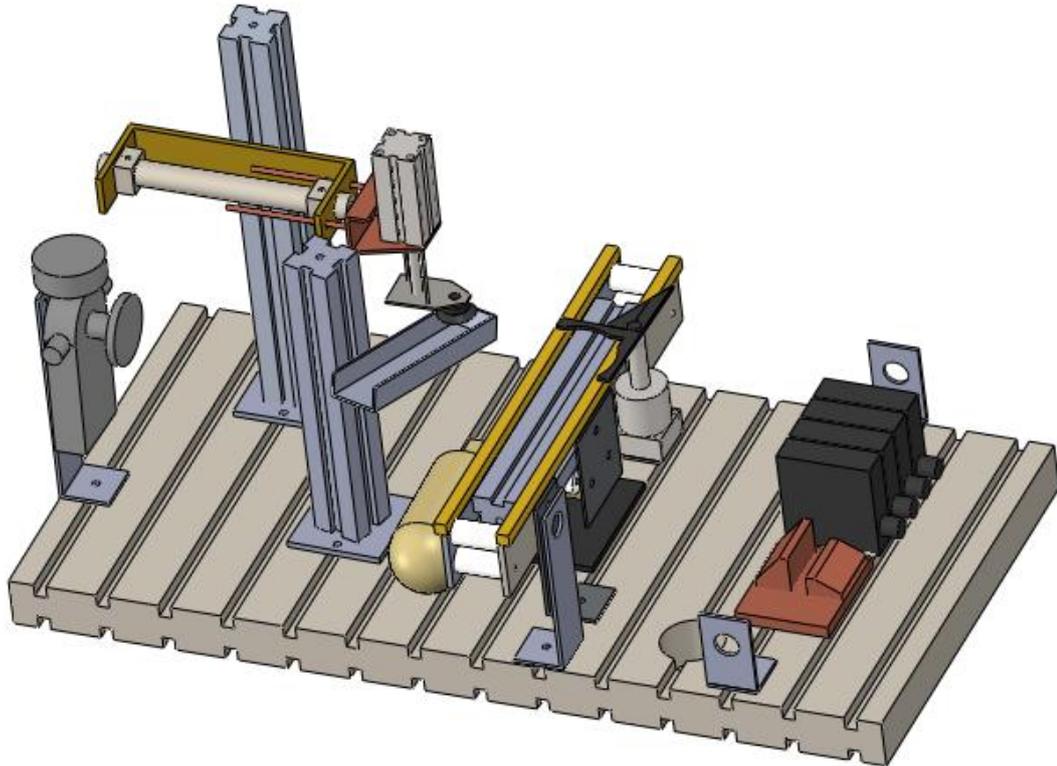


FIGURA. III.22 DISEÑO FINAL⁷⁰

3.11 DISEÑO MEUMÁTICO.

En el diseño neumático de la estación se tomó en cuenta tanto los requerimientos propios de la estación como los elementos neumáticos disponibles en el mercado.

Por lo tanto se utilizaron cilindros de doble efecto de diferente diámetro y carrera, un cilindro con giro, válvulas monoestables 5/3, un generador de vacío y ventosa. Las características se pueden encontrar en el anexo 3.

⁷⁰ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

En base a estos parámetros se ha diseñado el circuito electro-neumático y la secuencia de funcionamiento, la cual será programada en el PLC.

3.11.1 DIAGRAMA NEUMÁTICO.

El diagrama neumático se realizó utilizando el programa Fluid Sim para simular y comprobar su funcionamiento. La simbología usada esta adjunta en el Anexo 1

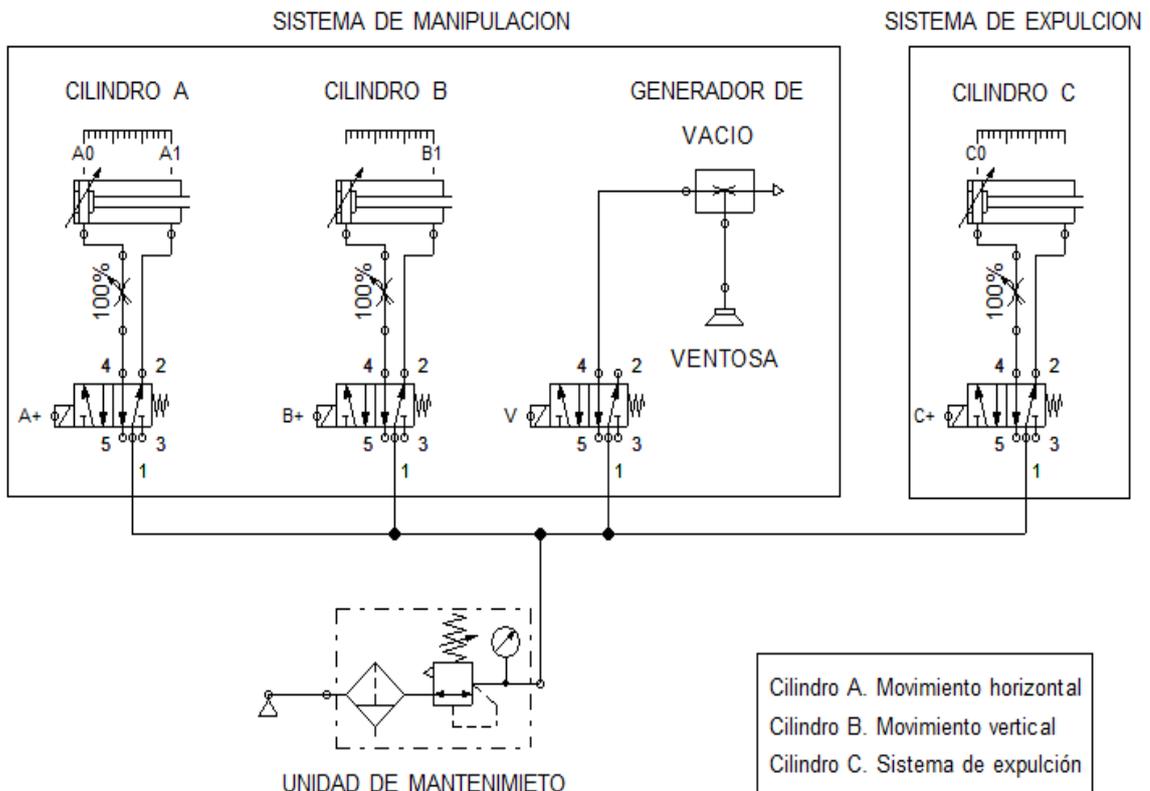


FIGURA. III.23 DIAGRAMA ELECTRO-NEUMÁTICO.⁷¹

3.12 PROGRAMACIÓN.

Para programar el PLC se utilizó el programa UNITY PRO⁷² se programó en lenguaje Ladder (LD)

⁷¹ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

Nombre	Tipo	Dirección	Valor	Comentario	Marcas de tiempo
IA	EBOOL	%Q0.2.8			Ninguno
A0	EBOOL	%I0.1.10			Ninguno
A1	EBOOL	%I0.1.11			Ninguno
B	EBOOL	%Q0.2.9			Ninguno
B1	EBOOL	%I0.1.12			Ninguno
C	EBOOL	%Q0.2.10			Ninguno
C0	EBOOL	%I0.1.13			Ninguno
INICIO	EBOOL	%I0.1.0			Ninguno
INICIOV	BOOL				Ninguno
LR	EBOOL	%Q0.2.1			Ninguno
LV	EBOOL	%Q0.2.0			Ninguno
M1	BOOL				Ninguno
M2	BOOL				Ninguno
M3	BOOL				Ninguno
M4	BOOL				Ninguno
M5	BOOL				Ninguno
M6	BOOL				Ninguno
M7	BOOL				Ninguno
M8	BOOL				Ninguno
M9	BOOL				Ninguno
M10	BOOL				Ninguno
M11	BOOL				Ninguno
M12	BOOL				Ninguno
MOT	EBOOL	%Q0.2.6			Ninguno
MPARO	BOOL				Ninguno
MR	BOOL				Ninguno

FIGURA. III.24 TABLA DE VARIABLES⁷³

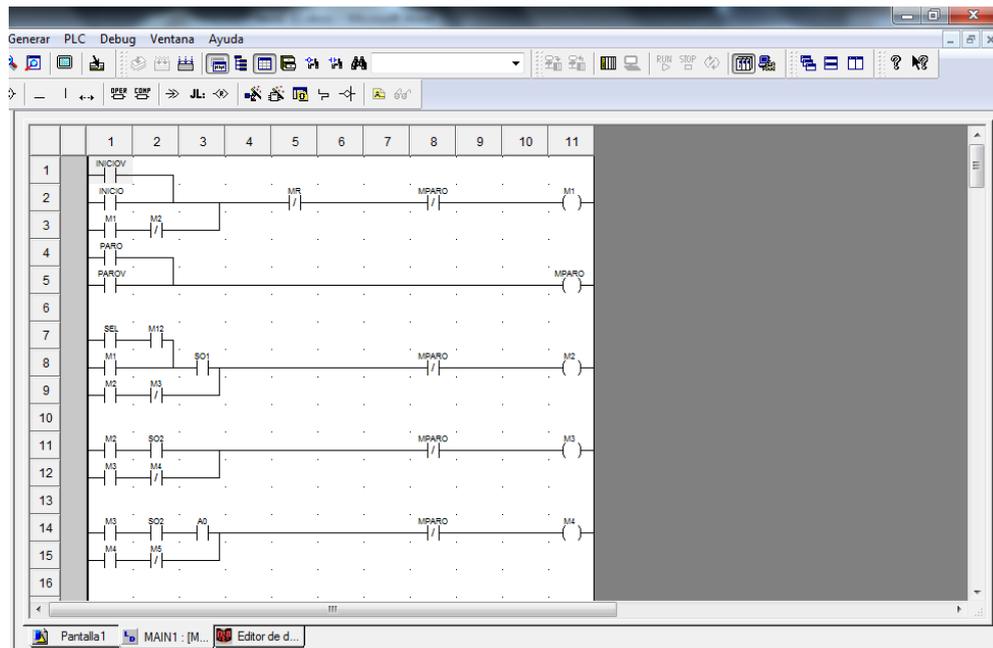


FIGURA. III.25 PROGRAMACIÓN LADDER⁷⁴

⁷² Referirse al Capítulo III.3.3

⁷³ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁷⁴ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

3.12.1 TABLA DE ASIGNACIONES.

En la siguiente tabla se muestran las direcciones, el tipo de dato y la descripción usadas para cada sensor y actuador.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATO	DIRECCIÓN
A0	S. MAGNETICO A-	EBOOL	%I0.1.10
A1	S. MAGNETICO A+	EBOOL	%I0.1.11
B0	S. MAGNETICO B-	EBOOL	%I0.1.12
C0	S. INDUCTIVO C-	EBOOL	%I0.1.8
SO1	S. ÓPTICO ENTRADA	EBOOL	%I0.1.6
SO2	S. ÓPTICO SELECTOR	EBOOL	%I0.1.7
SV	VACUOSTATO	EBOOL	%I0.1.9
REC	S. ÓPTICO RECEPTOR	EBOOL	
INICIO	BOTÓN DE INICIO	EBOOL	%I0.1.0
PARO	BOTÓN DE PARO	EBOOL	%I0.1.2
RESET	BOTÓN DE RESET	EBOOL	%I0.1.1
SEL	SELECTOR AUTO/MAN	EBOOL	%I0.1.3
A	ELECTROVALVULA A+	EBOOL	%Q0.2.8
B	ELECTROVALVULA B+	EBOOL	%Q0.2.9
C	ELECTROVALVULA C+	EBOOL	%Q0.2.10
V	ELECTROVALVULA VACIO	EBOOL	%Q0.2.7
MOT	MOTOR	EBOOL	%Q0.2.6
LR	INDICADOR LUZ ROJA	EBOOL	%Q0.2.1
LV	INDICADOR LUZ VERDE	EBOOL	%Q0.2.0
EMI	EMISOR ÓPTICO	EBOOL	

TABLA. III-III TABLA DE ASIGNACIÓN

3.12.2 ECUACIONES LADDER.

En la siguiente tabla se muestra las ecuaciones de cada etapa usada en la programación obtenida después de realizar el Grafcet, Anexo 4.

Estas ecuaciones son usadas en la programación usando lenguaje Ladder, Anexo 5.

ETAPA	TAG	ECUACIÓN
E1	M1	$(INICIOV * INICIO * (M1 + M^{-2})) * MR * MPARO$
E2	M2	$((((SEL * M12) + M1) * S01) + (M2 * M^{-3})) * MPARO$
E3	M3	$((M2 * S02) + (M3 * M^{-4})) * MPARO$
E4	M4	$((M3 * S02 * A0) + (M4 * M^{-5})) * MPARO$
E5	M5	$((M4 * B1) + (M5 * M^{-6} * T1)) * MPARO$
E6	M6	$((M5 * SV * T^{-1}) + (M6 * M^{-7})) * MPARO$
E7	M7	$((M6 * B1) + (M7 * M^{-8})) * MPARO$
E8	M8	$((M7 * A1) + (M8 * M^{-9})) * MPARO$
E9	M9	$((M8 * B1) + (M9 * M^{-10})) * MPARO$
E10	M10	$((M9 * S^{-V} * T3) + (M10 * M^{-11})) * MPARO$
E11	M11	$((M10 * A0) + (M11 * M^{-12})) * MPARO$
E12	M12	$((M11 * T2) + (M12 * SEL * M^{-2})) * MPARO$

TABLA. III-IV TABLA DE ECUACIONES

3.12.3 ASIGNACIÓN DE SALIDAS.

DIRECCIÓN FÍSICA	NOMBRE	ECUACIÓN
%Q0.2.0	LV	
%Q0.2.1	LR	RESET
%Q0.2.6	MOT	M2+M11

%Q0.2.7	V	M5
%Q0.2.8	A	M7
%Q0.2.9	B	M4+M8
%Q0.2.10	C	M11

TABLA. III-V TABLA DE SALIDAS

3.13 HMI.

La HMI fue diseñada usando el programa UNITY PRO usando la opción de PANTALLAS DE OPERADOR que tiene integrado el programa.

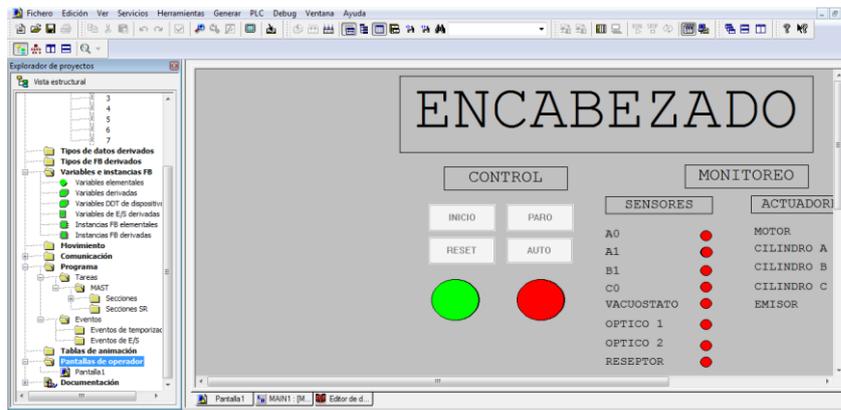


FIGURA. III.26 PANTALLAS DE OPERADOR⁷⁵

La HMI está diseñada para conocer en qué etapa del proceso se encuentra, mediante la animación de la estación haciendo uso de fotos reales. Así como también posee un área para el control muy parecida a la botonera física, y un área de supervisión en la cual se puede apreciar el estado de los sensores y actuadores.

⁷⁵ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)



FIGURA. III.27 HMI⁷⁶

⁷⁶ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN.

4.1 INTRODUCCIÓN.

La construcción de la estación es el proceso importante del desarrollo del proyecto, para ello se debe hacer uso de los materiales adecuados y las herramientas correctas. Se debe usar piezas con medidas iguales a las diseñadas, asegurando con ello precisión y buen trabajo del sistema.

El sistema completo está formado por:

- Sistema de alimentación de tapas,
- Banda transportadora,
- Sistema de manipulación.

4.2 PLC MODICON 340.

El controlador lógico programable MODICOM M340 es un PLC producido por la compañía *SCHNEIDER ELECTRICS*. Ofrece la flexibilidad y recursos necesarios para poder controlar distintas tareas de automatización o control.

El modelo de PLC usado es un MODICON M340 BMX34 10 STANDART PROCESSOR gracias a su diseño modular es capaz de adaptarse a una gran variedad de requerimientos, lo que lo hace idóneo para aplicaciones industriales, y en este caso educativas.

4.2.1 CARACTERISTICAS.

Posee una arquitectura basada en rack lo cual ofrece una gran robustez, y permite el fácil manejo de módulos.

Su tamaño es relativamente pequeño sus dimensiones no sobrepasan los 100mm y pueden ser colocados en armarios con una profundidad de 150mm. Es resistente a choques y vibraciones, su rango de temperatura de trabajo está entre 0 y 60°C



FIGURA. IV.1 MEDIDAS PROCESADOR⁷⁷

⁷⁷Fuente:

http://instrumentacionycontrol.net/Descargas/Descargas/SCHNEIDER/Automatas_PLC/lyCnet_Hardware_Modicon_M340.pdf Pág. 26

4.2.2 FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

La fuente de alimentación está diseñada para alimentar el rack y así cada uno de los módulos conectados a este, también están diseñados según su alimentación ya sea corriente alterna o directa. La fuente usada es BMX CPS 2010. Esta posee:

- Panel de visualización.
- Relé de alarma.
- Botón de reset.
- Suministro de 24 VCD



FIGURA. IV.2 FUENTE DE ALIMENTACIÓN BMX CPS 2010⁷⁸

4.2.3 PROCESADOR.

La unidad central de proceso M340 son procesadores diseñados para controlar diferentes módulos de entradas o salidas ya sean digitales o analógicas, el procesador usado es un estándar y estas son sus características:

⁷⁸ Fuente: <http://www.aliexpress.com/item/SCH-BMXCPS3500/460743492.html>

Características y rendimiento	
Referencia:	BMX P34 1000
Descripción	Puerto terminal USB Slot tarjeta memoria Un puerto com : - Serie
Número de E/S TON en rack	512
Número de E/S Analógicas en rack	128, 66 en configuración monorack (4 E / 2 S × 11)
Vías de contaje	20
Memoria aplicación	2 Mb
Datos de usuario	128 Kb

FIGURA. IV.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESADOR

El PLC que usamos cuenta con un módulo de 32 entradas digitales y otro modulo con 32 salidas digitales

4.3 MATERIALES.

Para la construcción se utilizará materiales que se detallan a continuación:

4.3.1 ALUMINIO.

Es un elemento importante para la construcción de una máquina debido a sus características siendo un material ligero, resistente a la corrosión, no es magnético, no es tóxico, impermeable e inodoro y 100 % reciclable.

Para el diseño se utilizó perfiles de aluminio por su buena resistencia a la corrosión y también por tener un excelente acabado.

Para el diseño utilizamos aluminio ranurado de 4 cm de espesor y un tablero Festo de 70 x 35 cm el tablero se eligió por su diseño el cual nos permite poner cada parte de la máquina en cualquier posición dando con esto una facilidad para modificar la estructura de la máquina.



FIGURA. IV.4 PERFILES DE ALUMINIO⁷⁹

4.3.2 CANALETAS.

Las canaletas son tubos construidos de materiales plásticos o metálicos su objetivo es proteger los cables del medio exterior y de interferencias electromagnéticas generadas por motores o transformadores eléctricos

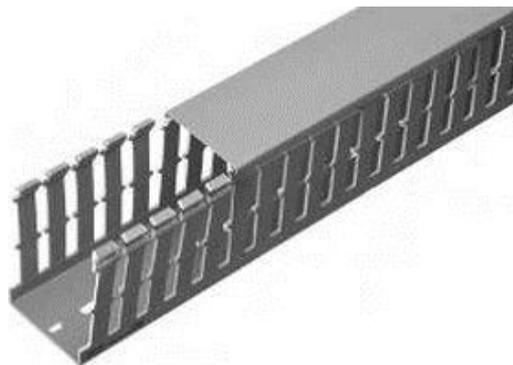


FIGURA. IV.5 CANALETAS⁸⁰

⁷⁹ Fuente: <http://leon.anunciosya.com.mx/fotos/fff9>

⁸⁰ Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/elettrocanaali-lap/canaletas-cableado-ranuradas-26715-61576.html>

4.3.3 TORNILLOS.

Son elementos mecánicos utilizados para la sujeción temporal de materiales como metal, aluminio, madera o plástico.

Tiene una forma cilíndrica con una gran cabeza la cual puede ser de distintas formas hexagonal, cabeza plana entre otros.

Un tornillo puede ser construido de diferentes materiales de acuerdo al trabajo que va a realizar el mismo este aspecto es muy importante para tener un buen diseño y trabajo.



FIGURA. IV.6 TORNILLOS⁸¹

4.3.4 TUERCAS.

Las tuercas son piezas con un orificio en el centro el cual presenta una forma roscada, esta forma sirve para unirla al tornillo.

Se la utiliza para fijar y sujetar uniones de elementos desmontables, para que un tornillo y una tuerca tengan un buen acople deben tener las mismas características.

Para la construcción se utilizó tuercas cabeza de martillo se optó por este tipo de diseño por poseer un sistema de fácil sujeción es muy utilizada para asegurar y unir perfiles modulares.

⁸¹ Fuente:<http://es.dreamstime.com/imagenes-de-archivo-tornillos-en-positivo-image29261084>



FIGURA. IV.7 TUERCAS DE SUJECIÓN⁸²

4.3.5 RIEL DIN.

El riel DIN es un barra de metal, su medida es normalizada de 35 mm de ancho su forma transversal es en forma de sombrero.

Es muy utilizada en las instalaciones eléctricas para el montaje de elementos de control, protección y mando.

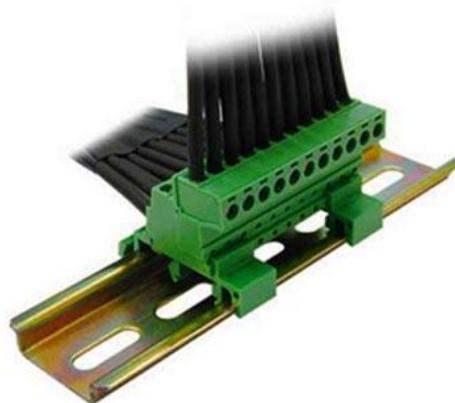


FIGURA. IV.8 RIEL DIN⁸³

4.3.6 PLATINAS DE ACERO.

El acero es muy utilizado en la construcción de máquinas debido a su resistencia y dureza, en el mercado se puede encontrar este material en varias formas como:

⁸² Fuente: <http://spanish.ttnet.net/ttnet/gotoprd/HD110/018/0/351303138303234393.htm>

⁸³ Fuente: <http://www.cablesyconectoreshoy.com/conectores-para-carril-din/>

- Varillas,
- Ángulos,
- Platinas y
- Planchas laminadas.

Para su buena conservación este debe ser pintado ya que es muy propenso a la oxidación, si no está cubierto con pintura este llega a oxidarse dañando con esto su estructura provocando que la pieza se debilite.



FIGURA. IV.9 PLATINAS DE ACERO⁸⁴

4.4 MONTAJE MECÁNICO.

Para la construcción se utilizó la misma distribución de sistemas como se lo hizo en el diseño quedando tres sistemas los cuales se detallan a continuación.

4.4.1 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE TAPAS.

La alimentación de tapas es una parte importante ya que sin esta etapa no se puede realizar ninguna tarea, esta tarea se la puede observar en procesos en la industria farmacéutica, lechera, automotriz entre otras.

Este sistema consta de una torre y una rampa la cual es la encargada de alimentar las tapas, el alimentador tiene como límite de carga 6 piezas.

⁸⁴ Fuente: <http://www.ferrospoch.com/es/productos/acero-inoxidable-platinas.html>

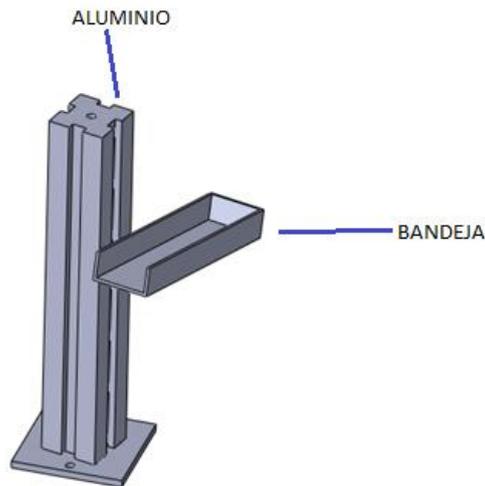


FIGURA. IV.10 ALIMENTADOR DE TAPAS⁸⁵



FIGURA. IV.11 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.⁸⁶

4.4.2 BANDA TRANSPORTADORA.

La circulación de productos en las industrias es mediante bandas transportadoras, se las utiliza por ser un medio continuo y rápido para transportar productos de forma masiva.

Para la construcción de la banda se utilizó los diseños realizados en Autocad y Solidworks.

Con estos planos se procedió a cortar, doblar las láminas de acero y aluminio, el aluminio es la guía de la banda ya que en este se procederá a colocar y ajustar bases para fijar la al tablero.

⁸⁵ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁸⁶ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

Para el movimiento de la banda se utiliza un motor de 24 voltios de corriente continua, el motor se sujeta mediante una pieza en forma de "L", además a esta se colocó dos guías para dar soporte a dos rodillos los cuales mediante el giro del motor dotaran el torque y giro a la banda.

Para el cuerpo de la banda se utilizó un aluminio de 30cm de longitud, esta sujetado mediante dos soportes, para el movimiento de la banda se utilizó dos placas de nylon con dos torillos que sirven de guía para colocar cuatro rodillos que facilitan el giro de la banda.

La banda tiene un sistema mediante un cilindro para detener y expulsar piezas.

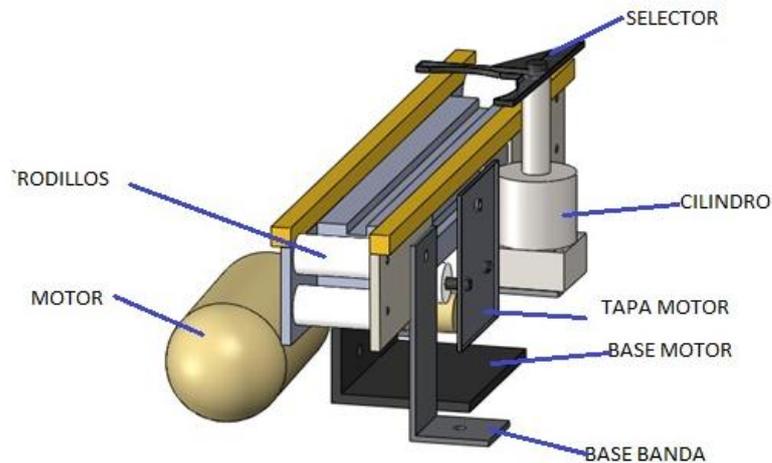


FIGURA. IV.12 DISEÑO DE BANDA SOLIDWORKS.⁸⁷

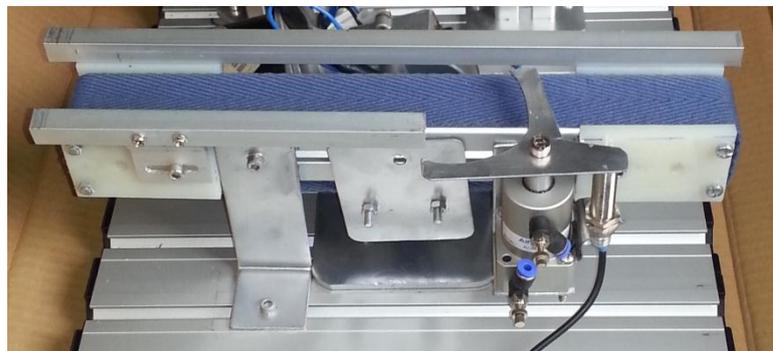


FIGURA. IV.13 BANDA TRANSPORTADORA.⁸⁸

⁸⁷ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁸⁸ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

4.4.3 SISTEMA DE MANIPULACIÓN.

En la industria los sistemas de manipulación son muy utilizados para agilizar procesos secuenciales resultando esto en una mayor producción y en menor tiempo.

Para la construcción se utilizó un sistema de sujeción por vacío con ventosa, se la escogió por ser un sistema de manipulación de fácil mantenimiento y sobre todo garantiza la integridad de la pieza que va a ser trasladado de un proceso a otro.

Este sistema consta de una torre de 35 cm de alto, un cilindro que proporciona el movimiento horizontal, un cilindro para realizar el movimiento vertical y una ventosa.

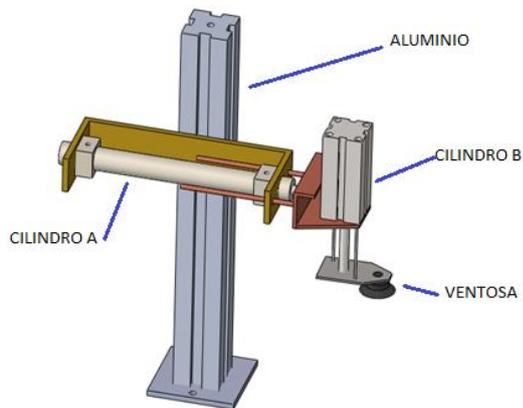


FIGURA. IV.14 DISEÑO SISTEMA DE MANIPULACIÓN SOLIDWORKS⁸⁹



FIGURA. IV.15 SISTEMA DE MANIPULACIÓN REAL⁹⁰

⁸⁹ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁹⁰ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

4.5 MONTAJE DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.

4.5.1 MOTOR ELÉCTRICO.

El motor eléctrico utilizado es un motor de 24 Vcd, está ubicado en la parte inferior de la banda su configuración interna consta de dos conexiones posibles la cuales proporcionan más velocidad ó más torque.

Para la conexión del motor utilizaremos la conexión que proporciona más torque.

La señal que activa al motor es controlada por un relé de 24 Vcd el cual recibe la señal de activación de la salida del PLC.



FIGURA. IV.16 MOTOR DE LA BANDA⁹¹

4.5.2 PANEL DE CONTROL.

Está ubicado en la parte superior frontal del trole está constituido un tablero con elementos de maniobra, el diagrama de conexión se encuentra el Anexo 6, estos elementos son:

- Start, sirve para iniciar el proceso.
- Stop, desempeña la función de pausar el trabajo en cualquier parte del proceso.
- Reset, ayuda a volver a condiciones iniciales.
- Auto/Man, vuelve al módulo en un sistema manual o automático.

⁹¹ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

- Indicadores LED, muestran la utilización las todas las entradas y salidas del PLC que se estén utilizando.
- PLC, es la parte principal del módulo el cual emite y recibe señales de elementos como sensores para cumplir las distintas operaciones para el cual fue programado. El PLC está sujeto en la parte interna del trole a un riel DIN con sus respectivas borneras de conexión.
- Fuente de alimentación, está ubicada en la parte inferior del PLC igualmente esta sujeta en un riel DIN.
- Relé, está ubicado en la parte superior sujetado mediante un riel DIN su función es la recibir la señal de activación del PLC hacia el motor.
- Módulo de comunicación, está ubicado al lado del relé su función llevar las conexiones de entrada y salida del PLC a la parte superior de forma fácil y sencilla.
- Cable de datos, su función es conectar las entradas y salidas del PLC al módulo.



FIGURA. IV.17 CONEXIÓN PLC⁹²

⁹² Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)



FIGURA. IV.18 PANEL DE CONTROL (BOTONERA)⁹³

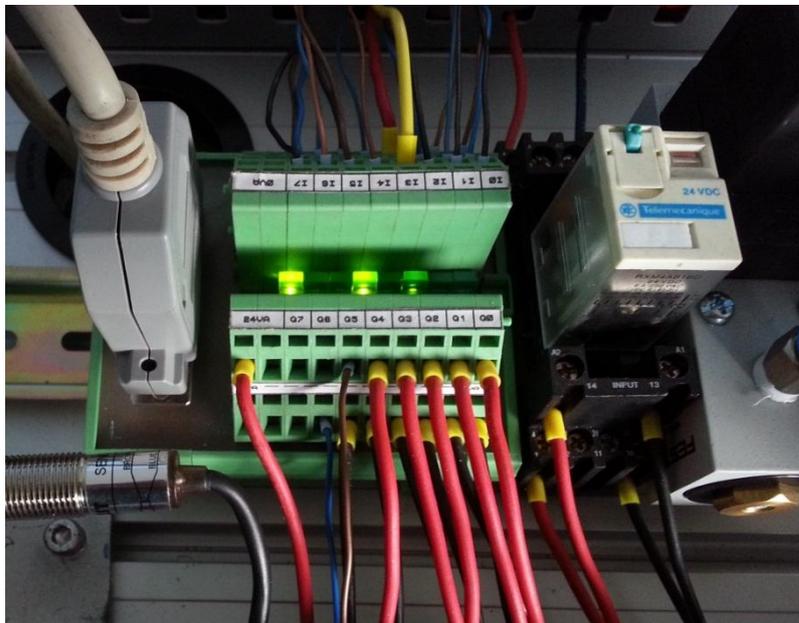


FIGURA. IV.19 MÓDULO DE COMUNICACIÓN Y RELE⁹⁴

4.5.3 MONTAJE DE SENSORES.

Para realizar el montaje de los sensores debemos tomar en cuenta la posición exacta para colocar cada sensor para asegurar su correcto funcionamiento. El diagrama de conexión de los sensores se encuentra en el Anexo 6.

⁹³ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁹⁴ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

Hay que tomar en cuenta varios aspectos como su sujeción, esta debe ser fija, no deben estar flojos, los cables de los sensores tienen que estar de manera cómoda es decir, no muy templados ni muy sueltos para evitar movimientos entre el cable y sensor.

A continuación se detalla el montaje de cada sensor y el dispositivo al cual va acoplado.

4.5.3.1 SENSORES MAGNÉTICOS.

Los sensores magnéticos están ubicados en los cilindros A y B. Su función es detectar la posición interna del vástago de cada cilindro para enviar señales al PLC. Estos sensores se los colocaron utilizando amarras.



FIGURA. IV.0.20 SENSORES A0, A1⁹⁵

4.5.3.2 SENSOR ÓPTICO REFLECTIVO.

Está ubicado en la parte inicial de la banda transportadora, su función es detectar la pieza al inicio del proceso.

Su sujeción es por medio del soporte diseñado específicamente para esta tarea también se colocó un espejo reflectante frente al sensor para asegurar su buen funcionamiento.

⁹⁵ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

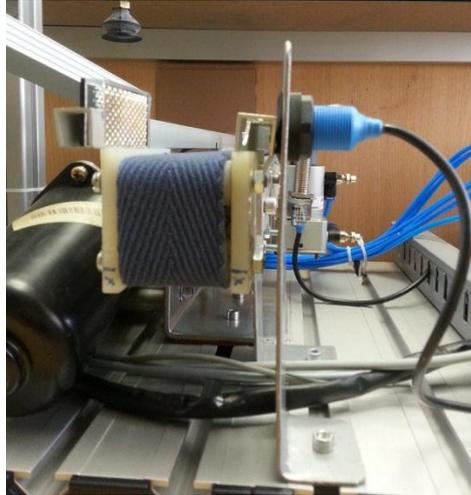


FIGURA. IV.21 SENSOR ÓPTICO REFLECTIVO⁹⁶

Para su montaje se utilizó los siguientes elementos:

- Soporte con su respectiva tuerca y tornillo,
- Sensor óptico reflectivo,
- Espejo reflectante.

4.5.3.3 SENSOR INDUCTIVO.

El sensor inductivo está colocado en la parte lateral de la banda transportadora específicamente en la parte lateral del cilindro C, su función es detectar la posición del selector de piezas.



FIGURA. IV.22 SENSOR INDUCTIVO⁹⁷

⁹⁶ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

Para su montaje se utilizó los siguientes materiales:

- Soporte,
- Sensor inductivo,
- Tuercas.

4.5.3.4 SENSOR ÓPTICO, FIBRA DE VIDRIO.

El sensor óptico se ubica en la parte central de la banda se utilizó este tipo ya que al ser pequeño fue muy útil para no tener problemas de espacio.



FIGURA. IV.23 SENSOR ÓPTICO FIBRA DE VIDRIO⁹⁸

4.6 MONTAJE DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS.

Los elementos neumáticos son fundamentales para el funcionamiento de la máquina, para que estos elementos actúen de manera adecuada se debe realizar un perfecto montaje de los mismo, asegurando así un buen trabajo.

4.6.1 RACORES.

Los racores utilizados en las conexiones neumáticas son de 6mm y 4mm se los colocó en los cilindros, unidad de mantenimiento, generador de vacío, vacuostato y válvulas.

⁹⁷ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

⁹⁸ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

Para que la conexión de este elemento sea correcta y no exista fugas de aire se colocó teflón alrededor de la rosca y se los aseguro con una llave pico de loro.

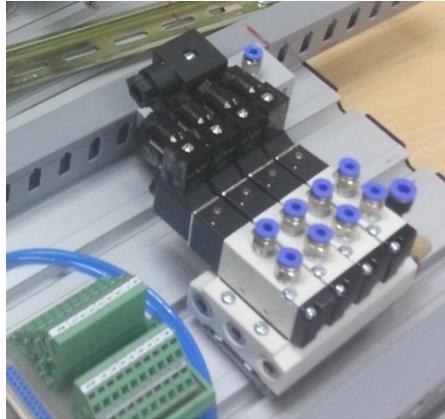


FIGURA. IV.24 RACORES COLOCADOS EN VÁLVULAS⁹⁹

4.6.2 MANGUERAS.

Las mangueras utilizadas son de 6mm y 4mm respectivamente estas se las introdujo de forma segura en sus respectivos racores verificando que la manguera no quede floja y no tenga presencia de hoyos para que no existan fugas de aire.



FIGURA. IV.25 MANGUERAS Y RACORES.¹⁰⁰

4.6.3 CILINDROS NEUMÁTICOS.

Los cilindros se colocaron en sus respectivas bases, asegurándolos con tronillos de una y dos pulgadas luego de esto se procedió a colocar sus respectivos racores de 4mm con reguladores de presión para variar la velocidad de salida del vástago del cilindro.

⁹⁹ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

¹⁰⁰ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)



FIGURA. IV.26 CILINDROS A, B, C¹⁰¹

4.6.4 VÁLVULAS.

Para la sujeción de las válvulas se utilizó una base adaptada asegurada con tornillos de dos pulgadas la cual se acoplo al riel para después colocar sus respectivos racores y mangueras de 4mm.



FIGURA. IV.27 VÁLVULAS NEUMÁTICAS¹⁰²

4.6.5 VACUOSTATO.

Para colocar este elemento se procedió a realizar una base la cual se acople al riel DIN esta base se la sujeto con tronillos de 2 pulgadas, después se colocó su respectivo racor de 4 mm y manguera como nuestra la imagen.

¹⁰¹ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

¹⁰² Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)



FIGURA. IV.28 VACUOSTATO¹⁰³

4.6.6 GENERADOR DE VACÍO.

Se colocó sobre un soporte para colocar sus respectivos racores y mangueras de 4mm.



FIGURA. IV.29 GENERADOR DE VACÍO¹⁰⁴

4.6.7 UNIDAD DE MANTENIMIENTO.

La unidad de mantenimiento se colocó en su respectiva base sujeta por dos tornillos de media pulgada se colocaron racores de 6 mm y manguera.



FIGURA. IV.30 UNIDAD DE MANTENIMIENTO.¹⁰⁵

¹⁰³ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

¹⁰⁴ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

4.6.8 VENTOSA.

La ventosa se colocó en su base, asegurada con su tuerca para colocar después su racor de 4mm con su manguera.



FIGURA. IV.31 VENTOSA¹⁰⁶

4.7 HERRAMIENTAS.

El proceso de construcción, montaje e instalación de la estación pick and place se utilizaron las siguientes máquinas y herramientas:

- Dobladora mecánica.
- Flexometro.
- Arco de sierra.
- Soldadora eléctrica.
- Amolador.
- Taladro de mano.
- Taladro pedestal.
- Torno.
- Calibrador pie de rey.

¹⁰⁵ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

¹⁰⁶ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

- Entenalla.
- Escuadra.
- Limas.
- Brocas.
- Destornilladores.
- Llaves hexagonales.
- Machuelos.
- Punzón.
- Saca bocados.
- Nivel.
- Cortadora de tol.
- Dremel.
- Martillo.
- Pinzas.
- Playo de presión.

4.8 LISTA DE MATERIALES.

En la tabla se detalla las partes usadas en la construcción de la estación sus elementos y el material del cual se constituye.

PARTE	ELEMENTO	CANT	DIMENSIÓN
	Aluminio ranurado	1	35 x 4 x 4 cm
	Base torre	1	7,5 x 7,5 x 0,5 cm
	Pieza soporte cilindro 1	1	31x 4 x 0,5 cm
	Guía cilindro 1(A)	1	7 x 8,5 x 0,3

TORRE 1	Barrillas guías	2	15 x 0,3 cm
	Cilindro 1 (A)	1	
	Cilindro 2 (B)	1	
	Base ventosa	1	
	Ventosa	1	
	Racores	5	4mm
	Sensores capacitivos	3	
	Sensor vacío	1	
	Tuercas	2	
	Tornillos cabeza hexagonal	2	1 pulgada
	Tornillos cabeza hexagonal	2	½ pulgada
TORRE 2	Aluminio ranurado	1	25 x 4 x 4 cm
	Base torre	1	7,5 x 7,5 x 0,5 cm
	Bandeja	1	
	Tornillos cabeza hexagonal	2	1 pulgada
	Tornillos cabeza hexagonal	1	½ pulgada
	Aluminio ranurado	1	25 x 4 x 4 cm
	Base motor	1	15 x 10,7x 0,5 cm
	Motor 24 Vcd	1	
	Base banda	2	14 x 4 x 0,3 cm
	Soporte rodillos	4	10 x 5 x 0,5 cm
	Rodillos	6	4 x 2 cm
	Soporte cilindro 3 (C)	1	10,5 x 4 x 0,3 cm
	Cilindro 3 (C)	1	

BANDA	Aluminio bordes	2	35 x 1 x 1 cm
	Base bordes	4	
	Banda	1	79 x 4 x 0,1 cm
	Tornillos	12	1 pulgada cabeza hexagonal
	Tornillos	6	½ pulgada cabeza hexagonal
	Tapa motor	1	8 x 7 cm
	Racores	2	4mm
	Sensor inductivo	1	
	Selector	1	
	Sensor fibra	1	
	Sensor óptico	1	
	Base sensor óptico	1	18 x 4 x 0,3 cm
OTROS	Base Festo	1	70 x 35 x 4 cm
	Base sensor óptico	2	22,5 x 4 x 0,3 cm
	Tornillos	10	2 pulgadas cabeza estrella
	Unidad de mantenimiento	1	
	Manguera	1	3 metros
	Canaletas	1	1 metro
	Válvulas	4	5 a 3 monoestables
	Riel DIN	1	
	Tornillos cabeza hexagonal	6	½ pulgada
	Funda de amarras	1	
	Pintura mate color aluminio	1	
	Pulsadores	6	

Sistema eléctrico	PLC	1	
	Baquelitas	4	
	Cable	1	
	Cable datos	1	
	Enchufe	1	
	Fuente de poder	1	
	Plug banana hembra	10	
	LEDs	10	
	Resistencias	10	
	Relé	1	24VCD

TABLA. IV-VI LISTA DE MATERIALES.

Se puede revisar el manual de usuario (Anexo 7) para verificar su ensamblaje y manejo.

CAPITULO V

ANÁLISIS Y RESULTADOS.

5.1 PRUEBAS MECÁNICAS.

Para proceder a realizar las pruebas mecánicas se inició con un vistazo de cada pieza mecánica de la estación para asegurar que todo esté a punto para iniciar esta etapa.

Las pruebas iniciales realizadas dieron como resultado tiempos de 12 a 14 segundos tiempo que no cumplía con las expectativas deseadas, para solucionar estos tiempos se procedió a realizar un análisis minucioso de cada parte mecánica dando como resultados los siguientes problemas:

- Paros espontáneos de la banda transportadora
- Mala alineación de la pieza que ingresa con la siguiente a ensamblar.

Para la corrección de estos problemas se revisó el funcionamiento de todas sus partes para observar cualquier anomalía los primeros resultados que obtuvimos fueron los siguientes:

- Mala alineación de rodillos de ajuste de la banda,
- Desigualdad del soporte de la banda,
- Desgaste de la cinta.

Estos problemas se solucionaron con los siguientes correctivos:

- Alineación correcta de cada rodillo de manera que estén de forma paralela y perpendicular.
- Se corrigió las bases de la banda
- Se procedió a buscar un nuevo material para la cinta de la banda ya que la anterior era propensa a desgastarse continuamente y a estirarse.

Otro problema que se obtuvo en las pruebas iniciales fue el mal ensamblaje de piezas, para corregir esto se fue directo al sistema de manipulación, el cual fue sometido a pequeños correctivos necesarios para su perfecto funcionamiento.

Luego de todos estos problemas y corrección de los mismos se procedió nuevamente a realizar pruebas dando un excelente resultado a los anteriores de tiempos promedios de catorce segundos, se redujo a un tiempo promedio de diez segundos. Estos tiempos se obtuvieron del promedio de 30 piezas procesadas.

En las siguientes imágenes se muestran los resultados de las piezas ingresadas y después de haber sido ensambladas por la estación.

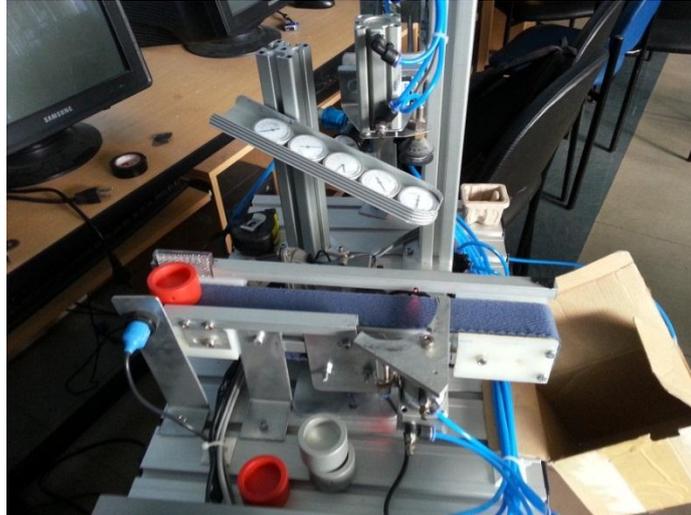


FIGURA. V.1 PIEZA INICIAL DE PRUEBA MECÁNICA



FIGURA. V.2 PIEZA ENSAMBLADA¹⁰⁷

5.2 PRUEBAS ELÉCTRICAS.

En las pruebas eléctricas se procedió a verificar la conexión de sensores, el módulo de comunicación, el tablero de control y todo el cableado realizado en el PLC.

Este paso es importante para verificar que no existan cortocircuitos en placas y sensores, así como también que todos los elementos eléctricos estén bien conectados.

¹⁰⁷ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

Se procedió a realizar mediciones de continuidad con el multímetro de los cables que ingresan y salen del PLC, verificando las conexiones. Se verifico la comunicación y conexiones del PLC con la botonera de control.

Se verifico que los voltajes sean los adecuados para el correcto funcionamiento de tanto de los sensores como de los actuadores.

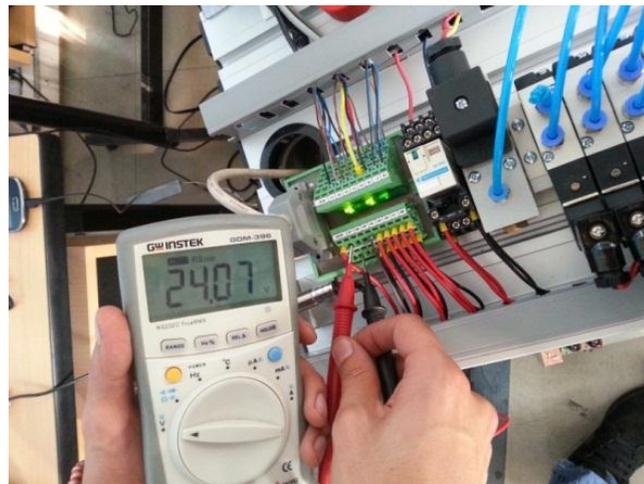


FIGURA. V.3 VERIFICANDO VOLTAJES¹⁰⁸



FIGURA. V.4 COMPROBANDO BORNERAS¹⁰⁹

¹⁰⁸ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

¹⁰⁹ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)



FIGURA. V.5 VERIFICACIÓN DE CONEXIONES DE LA BOTONERA¹¹⁰

Al realizar las pruebas se detectó un problema de continuidad entre diferentes pistas de la botonera causados por una suelda entre estas.

Se realizó los respectivos correctivos y se obtuvo un cableado eléctrico en perfectas condiciones.

5.3 ANÁLISIS DE ENCUESTAS.

Aparte de pruebas mecánicas, eléctricas, se realizó encuestas con la intención de conocer la opinión de estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Control y Redes Industriales, acerca del diseño y la construcción de esta estación.

Las encuestas se realizaron de forma digital, usando una herramienta provista por *GOOGLE DRIVE*, la cual permite la creación y análisis de encuestas de forma on-line. El modelo de la encuesta se encuentra en el Anexo 8.

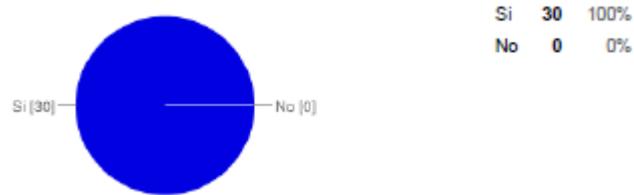
Los resultados de la encuesta no fueron analizados profundamente, ya que estos no afectan directamente a los resultados, como se mencionó fueron realizadas con el fin de conocer opiniones sobre el desarrollo de este trabajo.

¹¹⁰ Fuente: Luis A. Jaramillo G., Pablo A. Moposita Y., (Autores)

A continuación se muestran los resultados obtenidos de las encuestas .

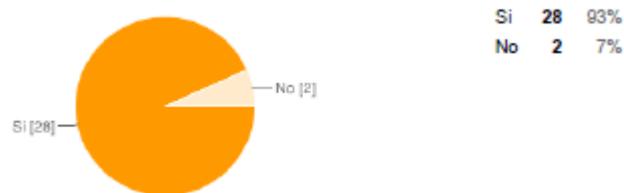
Primera pregunta:

1. Considera usted necesaria la implementación de nuevas tecnologías en los laboratorios de la institución?



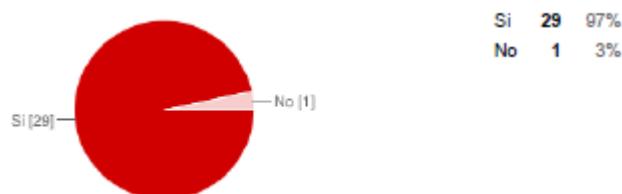
Segunda pregunta:

2. Estaría de acuerdo que se implementen nuevos módulos didácticos para el laboratorio de redes industriales?



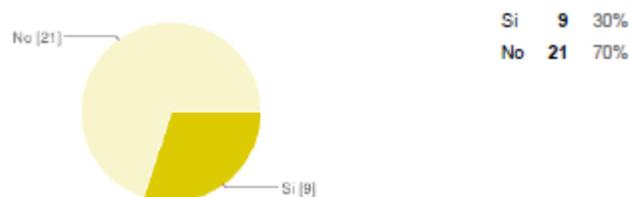
Tercera pregunta:

3. Cree usted que es importante para el estudiante realizar prácticas que refuercen los conocimientos adquiridos en clases?



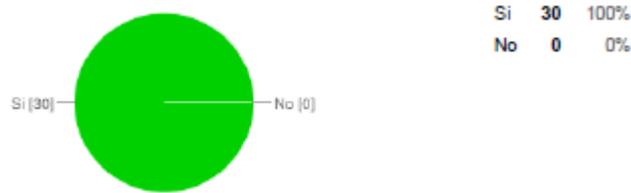
Cuarta pregunta:

4. Conoce el funcionamiento de un sistema Pick and Place?



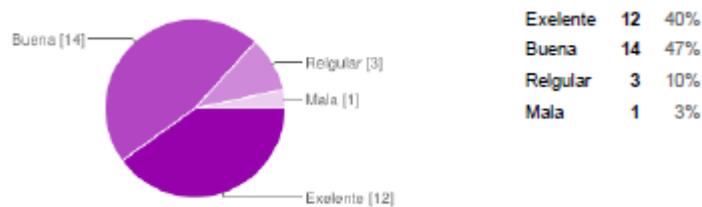
Quinta pregunta:

5. Basado en su respuesta anterior, le gustaría conocer de mejor manera el funcionamiento de dicho sistema?



Sexta pregunta:

6. Considera usted que la idea de diseñar y construir este sistema Pick and Place, para laboratorio de Redes Industriales es?



5.4 RESULTADOS.

La hipótesis planteada al inicio del proyecto dice: “El diseño e implementación de una estación Pick and Place para el sistema de producción modular optimizará el proceso de manejo de materiales de dicho sistema?”.

Debido a la naturaleza de la hipótesis, de tipo cualitativo¹¹¹ se realizaron diferentes pruebas de funcionamiento para comprobar o desmentir la hipótesis usando el método experimental en la realización de pruebas en condiciones controladas.

De las pruebas realizadas se obtuvieron resultados favorables, un 100% de productos fueron terminados, con una calidad 93.33% en el ensamblaje de los materiales, de los 30 productos

¹¹¹ Una comprobación cualitativa aduce hechos, pero confía la comprobación al raciocinio lógico más que a una evaluación de los hechos observados. Fuente: <http://www.slideshare.net/femmejoly/mtodos-de-comprobacin-de-hipotesis>

que se tomó en cuenta para ser ensamblados, 28 fueron correctamente ensambladas, las 2 restantes fueron ensambladas con un ligero error de posición entre la tapa y la base, con lo cual el uso de materiales es óptimo.

PRUEBA DE ENSAMBLAJE.							
PRUEBA	ERROR		PRUEBA	ERROR		PRUEBA	ERROR
1	NO		11	NO		21	NO
2	NO		12	NO		22	NO
3	NO		13	SI		23	NO
4	NO		14	NO		24	NO
5	NO		15	NO		25	NO
6	NO		16	NO		26	NO
7	NO		17	NO		27	SI
8	NO		18	NO		28	NO
9	NO		19	NO		29	NO
10	NO		20	NO		30	NO
PROMEDIO	0			1			1

Pruebas

2; 7%
28; 93%

- ensambladas correctamente
- no ensambladas correctamente

TOTAL CON ERROR	2
------------------------	----------

TABLA.V- VII PRUEBA DE ENSAMBLAJE.

Estas pruebas también fueron cronometradas con el fin de mejorar el tiempo de proceso, en las 10 primeras pruebas se obtuvo un tiempo promedio de 14,26 segundos, luego de esto se varió la velocidad de salida de los cilindros neumáticos, y disminuyendo tiempos de temporizadores en el programa se logró en las siguientes 10 pruebas un tiempo promedio de 10,42 segundos y en las 10 últimas pruebas se redujo el tiempo a un promedio de 10 segundos.

Esto demuestra que la estación es confiable a un 100% en cuanto se refiere al uso de materiales y los tiempos de producción son tiempos relativamente bajos.

Además de las pruebas realizadas, la estación PICK and PLACE se acopló perfectamente al sistema de producción modular existente en el laboratorio, ya que fue diseñada con este fin. Sin mostrar problemas el momento de unirse a los procesos realizados por otras estaciones.

Con lo que concluimos que al diseñar e implementar una estación Pick and Place se optimiza el manejo de materiales en el sistema de producción modular del laboratorio de Redes Industriales.

MUESTRAS DE TIEMPOS.							
PRUEBA	TIEMPO		PRUEBA	TIEMPO		PRUEBA	TIEMPO
1	14,256		11	10,421		21	9,775
2	14,306		12	10,417		22	9,770
3	14,300		13	10,420		23	9,768
4	14,250		14	10,421		24	9,773
5	14,295		15	10,417		25	9,812
6	14,258		16	10,416		26	9,810
7	14,247		17	10,422		27	9,793
8	14,238		18	10,457		28	9,782
9	14,259		19	10,431		29	9,814
10	14,268		20	10,443		30	9,822
PROMEDIO	14,2677			10,4265			9,7919

TABLA. V-VIII MUESTRAS DE TIEMPOS.

CONCLUSIONES.

- Al combinar los sistemas mecánico, neumático, y eléctrico, se logró construir una estación funcional, capaz de ser integrada al sistema de producción existente.
- Un diseño preliminar de cada componente de la estación evita tener inconvenientes al momento de su construcción y ensamblaje.
- Se mejora la estabilidad del sistema de manipulación implementado guías mecánicas a los cilindros neumáticos.
- La sujeción de elementos mecánicos y su posición es importante para que el sistema funcione adecuadamente.
- Se seleccionó el sistema de sujeción al vacío, que ofrece una manipulación confiable y rápida, el uso de una ventosa asegura un agarre perfecto en piezas con superficies planas o curvas.
- Mediante los diferentes sensores instalados, se obtienen señales de control, que son usadas por el PLC para controlar el funcionamiento de la estación.
- La HMI diseñada, permite controlar y monitorizar el funcionamiento de la estación en tiempo real, gracias a la comunicación establecida entre el PLC y un computador

RECOMENDACIONES.

- Realizar un diseño que permita combinar los diferentes sistemas utilizados, haciendo que estos interactúen correctamente entre sí.
- Diseñar cada elemento mecánico usando medidas reales y basándose en los elementos ya existentes, como cilindros neumáticos, sensores, etc.
- Durante el ensamblaje y funcionamiento revisar que la posición de cada parte del sistema de manipulación sea la adecuada.
- Utilizar los planos para la construcción de las partes mecánicas, utilizando herramientas de precisión y la ayuda de un mecánico experto.
- Revisar la alineación de los rodillos de la banda y comprobar que esté templada la cinta transportadora, para evitar atascos.
- Observar periódicamente el ajuste de tuercas, tornillos, para asegurar el perfecto trabajo de la estación.
- Semanalmente calibrar la válvula de salida de los cilindros y la posición de las torres para tener un buen funcionamiento del sistema de manipulación, e inspeccionar la ventosa, el generador de vacío, y vacuostato.
- Revisar las conexiones entre el PLC, sensores, actuadores, y otros elementos eléctricos para que estos funcionen de manera adecuada, evitando corto circuitos y pérdidas de señales.
- Realizar una programación independiente entre el PLC y la HMI, para en caso de pérdida de comunicación evitar el paro del proceso.

RESUMEN.

Diseño y construcción de una estación Pick and Place para el laboratorio de Redes Industriales de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Utilizando el método analítico adquirimos información técnica necesaria e indispensable de cada elemento neumático, mecánico y electrónico, utilizado para diseñar y construir la estación Pick and Place. Aplicando el método experimental en las pruebas de funcionamiento realizadas, recolectamos datos y observamos errores que fueron solucionados posteriormente. Las herramientas digitales empleadas fueron: Autocad, Solidworks, FluidSim y UnityPro.

Las pruebas realizadas a nuestra estación nos muestran los siguientes resultados: tiempo total producto final 10 segundos, tiempo de ensamblaje tapa a base 3 segundos, calidad del producto final 93.33%, productos defectuosos 0%, estos resultados fueron mediante el análisis de 30 muestras seleccionadas aleatoriamente, se analizó el tiempo de ensamblaje tapa a base realizado manualmente obteniendo tiempos similares realizados por nuestra estación garantizando así su desempeño.

Concluimos que al diseñar y experimentar usando programas computarizados logramos tener un diseño final correcto, logrando crear una estación que automatice un proceso manual haciéndolo cíclico ganando tiempo y recursos, su construcción física simula a maquinaria industrial cumpliendo satisfactoriamente su propósito, añadiendo una herramienta práctica para el desarrollo integral de los estudiantes, preparándoles para su futura vida profesional.

Se recomienda a los estudiantes y técnicos que hagan uso del módulo cumplir con el plan de mantenimiento para prolongar su vida útil y garantizar un buen funcionamiento, así como también guiarse en el manual de usuario proporcionado.

SUMMARY.

Design and build of a <Pick and Place > Station for the Laboratory of Industrial Networks from the School of Electronics in Control and Industrial Networks of the Higher School Polytechnic of Chimborazo.

By using the analytic method was acquired the necessary and indispensable technique information of each pneumatic, mechanic and electronic element used to design and build a Pick and Place station. Applying the experimental method in the made proofs of functioning, later, it was collected data and observed errors that were solved. The digital tools employed were: Autocad, Solidworks, Fluidsim and UnityPro.

The made proofs to the station showed the following outcomes: total time final product 10 seconds, time of assembly from cover to base 3 seconds, quality of the final product 93.33%, defective products 0%, these results were through the analysis of 30 selected samples, randomly. It was analyzed the time of assembly from cover to base made manually by obtaining similar times done by our station guaranteeing on this way its performance.

It is included at the moment to design and experiment using computer programs, it is possible to have a final correct design, by achieving to create a station that automates a manual process by making it cyclic and deriving in benefits of time and resources, its physical construction simulates ad industrial machinery, its purpose is accomplished satisfactorily, by adding a practical machine for the integral development of the students, preparing them for their professional life.

It is recommended to the students and technicians that make use of the module accomplish with the plan of maintenance in order to extend its lifetime and guarantee a good functioning, as well as to guide it in the provided user handbook.

GLOSARIO

AND: compuerta lógica digital que realiza la operación de multiplicación.

BAR: Unidad de presión utilizada en neumática equivale a una atmosfera su símbolo es bar.

DIAGRAMA NEUMÁTICO: representación gráfica de un sistema neumático.

FUGAS: escape de aire.

LADDER: programa compuesto por símbolos de contactos.

MANIPULACIÓN: del término manipular el cual significa manejar objetos delicados o de precisión.

NOT: compuerta lógica digital que realiza la operación de negación.

OR: compuerta lógica digital que realiza la operación de suma.

PASCAL: Unidad de presión del sistema internacional de unidades su símbolo Pa.

VACIO: baja presión

XOR: compuerta lógica digital que realiza la operación de suma exclusiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. **HESSE, S.**, Sistemas Modulares De Manipulación., Eislingen - Alemania., Festo AG & CO., 2000., Pp. 60-79.
2. **PARKER, H.**, Tecnología Neumática Industrial. , Sao Paulo - Brasil., Jacarei., 2003., Pp. 5, 6, 39-62, 79-92.
3. **ROLDAN, J.**, Neumática, Hidráulica y Electrónica Aplicada., Madrid - España., Thomson Paraninfo., 2001., Pp. 62-72.
4. **TIMOTHY, J.**, Electrónica Industrial Moderna., Quinta Edición., Naucalpan de Juárez - México., Pearson Education., 2006., Pp. 74-77.

5. **VELASQUEZ, G.**, Administración De Los Sistemas De Producción.,
Sexta Edición., México D.F. - México, Limusa., 2007., Pp. 73.

6. **ALEMANIA.**, FESTO AG & CO., Neumática Industrial, Libro de Texto
Seminario P-111., Bogotá - Colombia., 2000., Pp. 19-26, 38-40.

7. **ALEMANIA.**, FESTO AG & CO., Neumática Nivel Básico, Libro de.,
Trabajo TP 101., Eisingen - Alemania., 2005., Pp. 11-13

8. **FRANCIA.**, COVAL VACUM TECHNOLOGY INC., Catalogo de ventosas.,
Catálogo General., Barcelona – España., 2012., Pp. 10-15, 35-45.

9. **ACTUADORES NEUMÁTICOS.**
http://fosva.seas.es/docs/t3_neumatica.pdf
2013-09-28.

10. **COMPRESORES DE EMBOLO.**
<http://quantum.cucei.udg.mx/~gramirez/menu/introduccion/compresores.html>
2013-10-28.

11. **COMPRESOR.**
<http://www.cifp-mantenimiento.com>
2013-10-28.

12. ENCUESTA ONLINE.

[http://www.slideshare.net/cfpdudg/cmo-crear-y-publicar-una- encuesta-en-linea-
utilizando-google-drive](http://www.slideshare.net/cfpdudg/cmo-crear-y-publicar-una-encuesta-en-linea-utilizando-google-drive)

2013.-12-01

13. NEUMÁTICA E HIDRÁULICA

[http://personales.unican.es/rene/doc/Trasperecias%20WEB
/Trasp%20Neu/T10%20INTRODUCCION%20NEU.pdf](http://personales.unican.es/rene/doc/Trasperecias%20WEB/Trasp%20Neu/T10%20INTRODUCCION%20NEU.pdf)

2013-11-28

ANEXOS

1. Simbología neumática.
2. Planos mecánicos.
3. Características de elementos neumáticos.
4. Grafcet.
5. Programación Ladder
6. Diagramas eléctricos
7. Manual de usuario y mantenimiento
8. Modelo de encuesta

ANEXO 1

SIMBOLOGÍA NEUMÁTICA

ANEXO 2

PLANOS MECÁNICOS

ANEXO 3

CARACTERÍSTICAS ELEMENTOS NEUMÁTICOS

ANEXO 4

GRAFICET

ANEXO 5

PROGRAMACIÓN LADDER

ANEXO 6

DIAGRAMAS ELÉCTRICOS

ANEXO 7

MANUAL DE USUARIO

ANEXO 8

MODELO DE ENCUESTA