



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

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

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
UTILIZANDO MOTORES PASO A PASO APLICABLE A
SISTEMAS DE ENSAMBLAJE Y SELECCIÓN DE
MANÓMETROS.**

TESIS DE GRADO

**PREVIA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

AUTORES: JUAN MANUEL BALAREZO AVILÉS

PABLO GERMÁN GRANDA REYES.

TUTOR: ING. JOSÉ LUIS MORALES.

Riobamba-Ecuador

2015

Un sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitirnos realizarnos como profesionales y personas, y a todos los docentes que nos acompañaron a lo largo de nuestra carrera en especial al Ing. Marco Viteri, Ing. José Morales e Ing. Janeth Arias quienes nos brindaron su apoyo incondicional para poder concluir nuestro proyecto de grado, y a nuestros padres quienes nos brindaron su apoyo moral y económico en el transcurso de nuestras vidas

Juan y Pablo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios:

Quien me ha dado las fuerzas necesarias para llegar hasta este punto de mi vida y me seguirá dando fuerza salud y vida para continuar las demás etapas trazadas.

Agradezco a mí Querida Esposa:

Quien me ha sabido comprender todo este tiempo de que vivimos juntos.

Agradezco a mis padres:

Que juntos me han dado aliento moral para levantarme después de cada caída

Agradezco a mis hijos:

Quienes me han sabido esperar en el transcurso del tiempo en que me llevó llegar hasta acá.

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, quien me dio la vida, y la familia más hermosa que un hombre puede desear.

Con mucho cariño a mis padres quienes me educaron y me enseñaron a ser fuerte para poder llegar hasta donde uno se lo propone.

Con mucho amor a mi amada esposa e hijos que supieron esperar teniendo en cuenta el sacrificio que hacíamos estando todo este tiempo separados.

Juan.

DEDICATORIA

A mis padres, pilar fundamental en mi desarrollo que con sus enseñanzas y consejos han guiado mi camino, por su apoyo incondicional y comprensión que día a día ha ayudado con el cumplimiento de mis objetivos.

A mis hermanos, que siempre han estado presentes para brindarme su ayuda y consejos.

A mis tíos y Abuelita, que con su sabiduría han aportado en mi desarrollo.

A mis amigos, que son mi familia que tengo lejos de casa.

Pablo.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
<p>Dr. Gonzalo Samaniego.</p> <p>DECANO DE LA FACULTAD</p> <p>DE INFORMÁTICA Y</p> <p>ELECTRÓNICA</p>
<p>Ing. Alberto Arellano.</p> <p>DIRECTOR DE LA</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA</p> <p>ELECTRÓNICA EN CONTROL</p> <p>REDES INDUSTRIALES</p>
<p>Ing. José Morales.</p> <p>DIRECTOR DE TESIS</p>
<p>Ing. Janeth Arias.</p> <p>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</p>
<p>COORDINADOR.</p> <p>SISBIB-ESPOCH</p>
<p>NOTA DE TESIS.....</p>		

“Nosotros” JUAN MANUEL BALAREZO AVILÉS Y PABLO GERMAN GRANDA REYES, 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”

.....
Juan Manuel Balarezo Avilés.

.....
Pablo Germán Granda Reyes.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AND	y
CAD	Computer-Aided Design
CIM	Computer Integrate Manufacturing
CLOSED LOOP	Sistema de Control de Lazo Cerrado
CMMO-ST.	Controlador Motores eléctricos Paso a Paso
CNC	Control Numérico por Computadora
CPU.	Unidad Central de Proceso.
DGE	Adaptador PCI Giga bit Ethernet
EMMS-ST	Motores Eléctricos Paso a Paso
HMI.	Interface Hombre Maquina.
I/O	Entradas y salidas.
IP54	(protección contra salpicaduras y chorros de agua)
IP64	Protección De Agua Y Humedad
ISO	Organización Internacional de Normalización
LABVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench
LDR	Light-depent resistor
NA	Normalmente abierto
NC	Normalmente Cerrado.
N-M.	Newton-Metro.
OR	o.
PC.	Computador Personal.
PCO	Cilindro Eléctrico Accionado Por Husillo
PLC	controlador lógico programable.
PTC	Paid to Clic
PVC	Poli Vinilico Clorurado
RAM.	Random Access Memory
ROM:	Read Only Memory
RS422	Norma recomendada RS422.
SCADA	Supervisión y Adquisición de Datos
TIA	Totally Integrated Automation
V DC	Voltaje de corriente continua.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES	- 20 -
1.2. JUSTIFICACIÓN	- 21 -
1.3. OBJETIVOS	- 21 -
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	- 21 -
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 21 -
1.4. HIPÓTESIS.	- 22 -

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICOS.....	- 23 -
2.1.1. DEFINICIÓN.	- 23 -
2.1.2. CARACTERÍSTICAS.....	- 24 -
2.1.3. TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL	- 24 -
2.1.3.1. SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO.....	- 24 -
2.1.3.2. SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO.....	- 25 -
2.2. MOTORES PASO A PASO.	- 25 -
2.2.1 ¿QUE SON LOS MOTORES PASO A PASO?	- 26 -
2.2.2 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR PASO A PASO.....	- 26 -
2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	- 27 -
2.2.3.1. VENTAJAS:	- 27 -
2.2.3.2. DESVENTAJAS:.....	- 28 -

2.2.4.	TIPOS DE MOTORES PASO A PASO	- 28 -
2.2.4.1.	MOTORES PASO A PASO DE IMÁN PERMANENTES.....	- 28 -
2.2.4.2.	MOTOR PASO A PASO HIBRIDO:.....	- 29 -
2.2.4.3.	MOTOR PASO A PASO DE RELUCTANCIA VARIABLE:.....	- 30 -
2.2.5.	CARACTERÍSTICAS Y COMPLEJIDAD.....	- 30 -
2.2.5.1.	VOLTAJE.....	- 30 -
2.2.5.2.	RESISTENCIA ELÉCTRICA.....	- 30 -
2.2.5.3.	GRADOS POR PASO	- 31 -
2.2.6.	PRECISIÓN.....	- 31 -
2.2.7.	ELECCIÓN DEL TIPO DE MOTOR.....	- 32 -
2.2.7.1.	MOTOR PASO A PASO EMMS-ST	- 32 -
2.2.7.2.	CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PASO A PASO EMMS-ST:....	- 33 -
2.2.7.3.	APLICACIONES REALES DE POSICIONAMIENTO.....	- 33 -
2.2.7.4.	CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES PASO A PASO....	- 34 -
2.2.8.	CONTROLADOR PARA MOTORES PASO A PASO.....	- 35 -
2.2.8.1.	INTERFACES DEL CONTROLADOR:.....	- 35 -
2.2.8.2.	DATOS TÉCNICOS GENERALES:.....	- 36 -
2.8.3.	FUNCIONES:.....	- 36 -
2.3.	CILINDROS.....	- 37 -
2.3.1.	CILINDROS NEUMÁTICOS.....	- 37 -
2.3.2.	CILINDROS DE SIMPLE EFECTO	- 38 -
2.3.3.	CILINDROS DE DOBLE EFECTO.....	- 38 -
2.3.4.	CILINDRO DE DOBLE EFECTO CON AMORTIGUACIÓN INTERNA-	- 39 -
2.3.5.	CILINDROS DE DOBLE EFECTO PARA PALPACIÓN SIN CONTACTO	- 40 -
2.3.6.	OTROS TIPOS DE CILINDROS.....	- 40 -
2.3.7.	CILINDROS SIN VÁSTAGO.....	- 41 -

2.3.8. CILINDROS ELÉCTRICOS.....	- 41 -
2.3.9.1. ACCIONAMIENTO POR HUSILLO.....	- 43 -
2.3.9.2 CARACTERÍSTICAS DEL HUSILLO.....	- 44 -
2.3.9.3 TIPOS DE ROSCA.....	- 44 -
2.4. SOFTWARE PARA CONTROLADORES DE MOTORES PASO A PASO...	- 45 -
2.5. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	- 45 -
2.5.1. MODO DE FUNCIONAMIENTO.....	- 46 -
2.5.2. VENTAJAS DEL PLC.....	- 46 -
2.6. NEUMÁTICA.....	- 47 -
2.6.1 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO.....	- 48 -
2.6.2 VÁLVULAS.....	- 48 -
2.6.2.1. CLASIFICACIÓN DE VÁLVULAS.....	- 49 -
2.6.2.2 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS VÁLVULAS	- 49 -
DISTRIBUIDORAS.....	- 49 -
2.6.2.3. FUNCIONAMIENTO INTERIOR DE LAS VÁLVULAS	
MONOESTABLES	- 51 -
2.6.3.4. FUNCIONAMIENTO INTERIOR DE LAS VÁLVULAS BIESTABLES.	
.....	- 53 -
2.7. SENSORES.....	- 55 -
2.7.1. CRITERIO DE SELECCIÓN DE SENSORES.....	- 55 -
2.7.2 TIPOS DE SENSORES.....	- 56 -
2.7.2.1 SENSORES DE CONTACTO.....	- 56 -
2.7.2.2. SENSORES ÓPTICOS.....	- 57 -
2.7.2.5. SENSORES MAGNÉTICOS.....	- 57 -
2.7.2.6. SENSORES INFRARROJOS.....	- 58 -
2.7.2.7. SENSORES ENCODER.....	- 59 -
2.7.3. APLICACIONES.....	- 59 -
2.8. COMUNICACIÓN INDUSTRIAL.....	- 60 -

2.8.1. MÉTODOS DE COMUNICACIÓN.	- 60 -
2.8.2. CABLEADO CLÁSICO MEDIANTE BASES DE PRE CABLEADO.	- 61 -
2.8.3. BUSES DE CAMPO.	- 61 -
2.8.4. PIRÁMIDE CIM.....	- 61 -
2.8.5. TIPOS DE BUSES DE COMUNICACIÓN.....	- 62 -
2.9. SUPERVISIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA).	- 62 -
2.9.1. ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA SCADA.....	- 63 -
2.9.1. ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA SCADA.....	- 64 -
2.9.2 HMI (Interfaz Humano Máquina).....	- 64 -
 CAPÍTULO III	
DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENSAMBLAJE Y SELECCIÓN.	
3.1. INTRODUCCIÓN.....	- 66 -
3.2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENSAMBLAJE.....	- 66 -
3.3. HERRAMIENTAS DE DISEÑO.....	- 67 -
3.3.1 AUTOCAD.....	- 67 -
3.3.2 SOLIDWORKS.....	- 68 -
3.3.3 TIA PORTAL VERSIÓN 11.....	- 69 -
3.3.4 FLUIDSIM:	- 69 -
3.3.5. LABVIEW.....	- 70 -
3.4. DISEÑO DE LA BASE O TABLERO VERTICAL DE ALUMINIO.....	- 71 -
3.5. DISEÑO DEL TROLE O MESA DE SOPORTE.....	- 72 -
3.6. DISEÑO MECÁNICO.....	- 72 -
3.6.1. ÁNGULOS Y SOPORTES.....	- 72 -
3.6.2. DISEÑO DEL PROCESO DE MANIPULACIÓN.....	- 73 -
3.6.3. DISEÑO DE LOS ABASTECEDORES DE TAPAS Y BASES.....	- 74 -
3.7 DISEÑO NEUMÁTICO.....	- 74 -

3.8. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	- 75 -
3.8.1 DIAGRAMA ELECTRÓNICO.....	- 76 -
3.8.1.1. DISEÑO DE LA TARJETA DE E/S <i>SYSLINK</i>	- 77 -
3.8.1.2. DISEÑO DEL PANEL DE CONTROL.....	- 78 -
3.8.2. PARTE LÓGICA.....	- 79 -
3.8.2.1. GRAFCET DEL SISTEMA DE CONTROL.....	- 80 -
3.8.2.2. PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR CMMO.....	- 82 -
3.8.3. DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL HMI.....	- 88 -
3.9. ENSAMBLAJE FINAL DEL SISTEMA.....	- 98 -
3.10. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENSAMBLAJE.-	100
-	
3.10.1. PRUEBAS MECÁNICAS.....	- 100 -
3.10.2. PRUEBAS ELÉCTRICAS.....	- 101 -
3.10.3. PRUEBAS DEL CILINDRO ELÉCTRICO EPCO:.....	- 102 -
CAPÍTULO IV	
ANÁLISIS DE RESULTADOS	
5.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ENSAMBLAJE.....	- 106 -
5.2. TABULACIÓN DE DATOS.....	- 107 -
5.3. MÉTODO DE COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	- 110 -
5.4. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	- 110 -
CONCLUSIONES.....	- 112 -
RECOMENDACIONES.....	- 113 -
RESUMEN.....	114
ABSTRACT.....	115
BIBLIOGRAFÍA.....	116
ANEXOS.....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA II 1 ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE CONTROL	- 23 -
FIGURA II 2 ESQUEMA DE LAZO ABIERTO.	- 24 -
FIGURA II 3 ESQUEMA DE LAZO CERRADO.	- 25 -
FIGURA II 4 MOTOR PASO A PASO.	- 25 -
FIGURA II 5 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR PASO A PASO.	- 26 -
FIGURA II 6 ROTOR DE IMÁN PERMANENTE.	- 27 -
FIGURA II 7ESTATOR DE CUATRO BOBINAS.....	- 27 -
FIGURA II 8 MOTOR DE CUATRO SALIDAS.....	- 28 -
FIGURA II 9 MOTOR UNIPOLAR DE CINCO Y SEIS SALIDAS.	- 29 -
FIGURA II 10 ESTRUCTURA DE UN ROTOR DE MOTOR HIBRIDO.....	- 29 -
FIGURA II 11 ESTRUCTURA DE UN ROTOR DE MOTOR A PASOS RELUCTANTE.	- 30 -
FIGURA II 12 MOTOR PASO A PASO EMMS-ST.	- 32 -
FIGURA II 13 MOMENTO DE GIRO EN FUNCIÓN DE LAS REVOLUCIONES.....	- 34 -
FIGURA II 14 CONTROLADOR DE MOTOR CMMO-ST.	- 35 -
FIGURA II 105 INTERFACES DEL CONTROLADOR DE MOTOR CMMO-ST.-	36 -
FIGURA II 16 CILINDRO NEUMÁTICO.....	- 37 -
FIGURA II 17 CILINDRO DE SIMPLE EFECTO.	- 38 -
FIGURA II 18 CILINDRO DE DOBLE EFECTO.	- 39 -
FIGURA II 19 CILINDRO DE DOBLE EFECTO CON AMORTIGUACIÓN INTERNA.....	- 40 -
FIGURA II 2011 CILINDRO ELÉCTRICO CON MOTOR MONTADO.	- 41 -
FIGURA II 21 CILINDRO ELÉCTRICO CON MOTOR MONTADO Y CONTROLADOR.	- 42 -
FIGURA II 22 HUSILLO O TORNILLO SIN FIN.	- 43 -
FIGURA II 23 VISTA INTERNA CILINDRO ELÉCTRICO CON HUSILLO.....	- 43 -
FIGURA II 2412 PROGRAMACIÓN VÍA WEB.	- 45 -
FIGURA II 25. SISTEMA NEUMÁTICO.....	- 48 -
FIGURA II 26. ESQUEMA DE POSICIONAMIENTO.	- 50 -
FIGURA II 27. VÍAS DE VÁLVULAS.....	- 50 -

FIGURA II 28. TIPOS DE VÁLVULAS.....	- 51 -
FIGURA II 29. VÁLVULA 3/2 NORMALMENTE CERRADA, ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO RETORNO MUELLE.	- 52 -
FIGURA II 30. VÁLVULA 5/2 NORMALMENTE CERRADA, ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO RETORNO MUELLE.	- 53 -
FIGURA II 31. VÁLVULA 3/2 ACCIONAMIENTO Y RETORNO NEUMÁTICO.....	- 54 -
.....	- 54 -
FIGURA II 32. VÁLVULA 5/2 ACCIONAMIENTO Y RETORNO NEUMÁTICO.....	- 54 -
.....	- 54 -
FIGURA II 33 FINAL DE CARRERA Y SIMBOLOGÍA.....	- 56 -
FIGURA II 34 SENSOR LDR.....	- 57 -
FIGURA II 35 SENSOR MAGNÉTICO.....	- 57 -
FIGURA II 36 SENSOR INFRARROJO.....	- 58 -
FIGURA II 37 ENCODER CON MOTOR.....	- 59 -
FIGURA II 38 ESQUEMA DE UNA RED INDUSTRIAL.....	- 60 -
FIGURA II 39 PIRÁMIDE CIM.....	- 61 -
FIGURA II 40 SISTEMA SCADA.....	- 64 -
FIGURA II 41 EJEMPLO HMI.....	- 65 -
FIGURA III 42 INTERFAZ DE AUTOCAD.....	- 67 -
FIGURA III 43 EJEMPLO EN SOLIDWORK.....	- 68 -
FIGURA III 44 TIA PORTAL.....	- 69 -
FIGURA III 46 AMBIENTE DE LABVIEW.....	- 70 -
.....	- 70 -
FIGURA III 47 PERFIL DE ALUMINIO Y PIEZA DE NYLON.....	- 71 -
FIGURA III 48 BASE DE ALUMINIO ENSAMBLADA.....	- 71 -
FIGURA III 49 TROLE O MESA DE SOPORTE.....	- 72 -
FIGURA III 50 SOPORTE DE SENSORES.....	- 72 -
FIGURA III 51 SOPORTE CILINDRO NEUMÁTICO.....	- 73 -
FIGURA III 52 DISEÑO DEL SOPORTE DE MANIPULACIÓN EN SOLIDWORK..	- 73 -
.....	- 73 -
FIGURA III 53 ABASTECEDORES DE PIEZAS.....	- 74 -
FIGURA III 54 DISEÑO NEUMÁTICO.....	- 74 -
FIGURA III 55 EJEMPLO PLACA SYSLINK.....	- 75 -
FIGURA III 56 ENTRADAS Y SALIDAS PLC.....	- 76 -

FIGURA III 57 ENTRADAS Y SALIDAS PLC.	- 77 -
FIGURA III 58 TABLERO DE MARCHA Y PARO.....	- 78 -
FIGURA III 59 PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC/RLY Y MÓDULOS DE EXPANSIÓN.....	- 79 -
FIGURA III 60 GRAFCET DEL SISTEMA.	- 80 -
FIGURA III 61 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR.	- 82 -
FIGURA III 62 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 1.....	- 83 -
FIGURA III 63 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 2.....	- 83 -
FIGURA III 64 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO3.....	- 84 -
FIGURA III 65 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 4.....	- 84 -
FIGURA III 66 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 5.....	- 85 -
FIGURA III 67 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 6.....	- 86 -
FIGURA III 68 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 7.....	- 86 -
FIGURA III 69 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 8.....	- 87 -
FIGURA III 70 SELECCIÓN DEL CANAL.	- 88 -
FIGURA III 71 NOMBRE DEL CANAL.....	- 88 -
FIGURA III 72 SELECCIÓN DEL PROTOCOLO.....	- 89 -
FIGURA III 73 TARJETA DE RED.....	- 89 -
FIGURA III 74 TIPO DE PLC.....	- 90 -
FIGURA III 75 MODELO DE PLC.....	- 90 -
FIGURA III 76 DIRECCIÓN IP.....	- 91 -
FIGURA III 77 PARÁMETROS.....	- 91 -
FIGURA III 78 RESUMEN CONFIGURACIÓN.....	- 92 -
FIGURA III 79 ETIQUETAS.....	- 92 -
FIGURA III 80 CREACIÓN ETIQUETAS.....	- 93 -
FIGURA III 81 ETIQUETAS CREADAS.....	- 93 -
FIGURA III 82 CREANDO SERVIDOR DE APLICACIÓN.....	- 94 -
FIGURA III 83 OPC CLIENT.....	- 94 -
FIGURA III 84 CAMBIO DE ACTUALIZACIÓN.....	- 95 -
FIGURA III 85 CREANDO VARIABLES.....	- 95 -
FIGURA III 86 BLOQUE DE VARIABLES.....	- 96 -
FIGURA III 87 TIPO DE VARIABLES.....	- 96 -
FIGURA III 88 BLOQUES ENLAZADOS.....	- 97 -
FIGURA III 89 PANTALLA PRINCIPAL.....	- 98 -

FIGURA III 90 ENSAMBLAJE DEL SISTEMA.....	- 99 -
FIGURA III 91 PIEZAS DE DESLIZAMIENTO.	- 100 -
FIGURA III 92 CILINDRO NEUMÁTICO.	- 101 -
FIGURA IV 93 FUENTES DE 24V 5A.....	- 101 -
FIGURA III 94 BORNERAS DE COMUNICACIÓN.	- 102 -
FIGURA III 95 CILINDRO Y SUS PARTES.	- 102 -

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA II. I. EMPALMES Y UNIONES	- 50 -
TABLA II. II. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	- 55 -
TABLA III. III. ENTRADAS Y SALIDAS TARJETA SYSLINK.....	- 77 -
TABLA III. IV. VARIABLES DEL GRAFCET.	- 81 -
TABLA III. V.. PARTES DEL EPCO.	- 103 -
TABLA III. VI. PRUEBA 1.	- 103 -
TABLA III. VII. PRUEBA 2.....	- 104 -
TABLA III. VIII. PRUEBA 3.	- 104 -
TABLA III. IX. RESULTADO DE PRUEBAS DE ENSAMBLAJE.	- 105 -
TABLA V. X. MUESTRA DE TIEMPOS.....	- 107 -
TABLA V. XI. MUESTRA DE TIEMPOS PICK AND PLACE.....	- 108 -
TABLA V. XII. PRUEBA DE ENSAMBLAJE.....	- 109 -
TABLA V. XIII. PRUEBA DE ENSAMBLAJE PICK AND PLACE.....	- 109 -
TABLA V XIV TIEMPO DE ENSAMBLAJE.....	- 111 -

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de diseño y construcción de un sistema de control lo que se busca conseguir es sustituir todo el sistema antiguo manual por un sistema automático moderno.

En la actualidad hay muchos elementos que permiten mayor precisión en la manipulación de elementos y dispositivos de ensamblaje, en los procesos de control.

Normalmente el control de procesos en los sistemas automáticos se lo hacía mediante la técnica de lógica cableada, técnica que generaba problemas en el mantenimiento y estancaba la evolución de los sistemas lo cual generaba complicaciones al uso de nuevas tecnologías.

En cuanto al manejo de los dispositivos hidráulicos y neumáticos, como son los cilindros de posición (0 o 1) es decir en estado pasivo y activo este es el modo de funcionamiento de estos lo cual no nos permite el uso de otras posiciones por tal motivo se han creado nuevos dispositivos como son los cilindros eléctricos que trabajan con motores paso a paso en posiciones diferentes que permiten realizar procesos optimizando el tiempo de trabajo.

La presente tesis de grado busca reemplazar los antiguos dispositivos de control por tarjetas inteligentes y actuadores difusos que nos permitan llevar las instrucciones vía comunicación serial evitándonos así el tener un cableado excesivo e inadecuado, este

sistema presentará una mayor facilidad de instalación, control de fallas y precisión en los resultados lo cual producirá una mejora sustancial en el desempeño del sistema de control.

Con el uso de motores paso a paso lo que se requiere es mejorar el tiempo de respuesta en el traslado o posicionamiento de materiales mediante los actuadores lineales eléctricos lo que no se logra con los tradicionales cilindros neumáticos, esto mejora o ayuda en la precisión de las diferentes aplicaciones de los sistemas de control.

Al utilizar un actuador lineal como lo es el cilindro eléctrico EPCO, utilizaremos una analogía de lógica difusa es decir que nuestro cilindro actuará en diferentes posiciones obteniendo una perspectiva diferente de lo tradicional.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

El control automatizado industrial, es un campo usado con más frecuencia en grandes instalaciones como en la fabricación de automóviles, las vías férreas o las centrales térmicas y eléctricas, sin embargo en el área de la pequeña y mediana empresa está un poco desarrollado. Las soluciones para el control y la automatización de pequeñas y medianas instalaciones industriales son poco flexibles y específicas para cada instalación.

La industria crece día a día brindando nuevas tecnologías a costos reducidos, aprovechando estas nuevas tecnologías podemos automatizar y controlar los procesos industriales de una manera más eficiente y precisa reduciendo costos en la producción y ofreciendo productos de una mejor calidad.

El control por medio de motores paso a paso es efectivo y preciso comparado con los sistemas controlados por medio de sistemas hidráulicos y neumáticos brindando mayor precisión y un mejor tiempo de respuesta en una línea de producción.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo tiene aplicaciones prácticas y reales, por medio del mismo se demostrara que el uso de motores paso a paso en la automatización nos brinda un control con un tiempo de respuesta menor comparado con los sistemas mayormente utilizados basados en cilindros hidráulicos y neumáticos, además nos ofrece una mayor precisión.

Un proyecto innovador y de nueva tecnología que se puede aplicar en la automatización y control de procesos industriales el cual permitirá a los estudiantes de nuestra carrera realizar prácticas en el laboratorio de automatización industrial adquiriendo conocimiento tecnificado con respecto al control y programación de motores paso a paso, para más adelante poder orientarse en esta área.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y construir un sistema de control utilizando motores paso a paso aplicable a sistemas de ensamblaje y selección de manómetros.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Hacer un estado del arte sobre los temas relacionados con los sistemas de control para motores paso a paso.
- Seleccionar los dispositivos y accesorios idóneos para este proyecto.
- Implementar el sistema de control para motores paso a paso.
- Configurar el software para el correcto funcionamiento del sistema.
- Evaluar el sistema implementado.
- Realizar pruebas y puesta a punto del sistema.

1.4. HIPÓTESIS.

Con el diseño e implementación de este proyecto, se optimizará los tiempos en el sistema de ensamblaje de manómetros.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICOS.

2.1.1. DEFINICIÓN.

Un sistema de control automático es la unión de elementos físicos que juntos realizan una tarea específica obedeciendo a cualquier proceso realizado por sí mismos, es decir sin intervención de agentes exteriores (incluido el factor humano), corrigiendo errores que se presenten en su puesta a punto.

FIGURA II 1 ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE CONTROL



FUENTE: <http://www.tibidaboedicions.cat/ciencia-tec/ct/node/176>

Normalmente, cualquier sistema mecatrónicos o está compuesto de una parte actuadora, que corresponde al sistema físico que realiza la acción, y otra parte de mando o control, que genera las órdenes necesarias para que esa acción se lleve o no a cabo.

2.1.2. CARACTERÍSTICAS.

Un sistema de control idóneo debe garantizar las siguientes opciones:

- Brindar estabilidad y, ser robusto frente a perturbaciones.
- Ser eficiente, según un criterio preestablecido. Es decir que la acción de control sobre las variables de entrada sea realizable, evitando comportamientos bruscos e irreales.
- Permitir monitoreo en tiempo real y de fácil implementación.

2.1.3. TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

Se clasifican en dos sistemas de lazo abierto y sistemas de lazo cerrado cuyo uso varía de acuerdo a las necesidades del sistema en que se los use.

2.1.3.1. SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO.

Se llaman también Sistemas sin realimentación. Es decir que la salida no influye sobre la entrada del sistema.

FIGURA II 2 ESQUEMA DE LAZO ABIERTO.



FUENTE: <http://www.librosvivos.net/smtc/pagporformulario.asp?temaclave=1164&est=0>

Los sistemas en lazo abierto cumplen su función sin importar el resultado de la salida, cumplen con el proceso sin importar si el resultado es o no el deseado.

2.1.3.2. SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO.

Son sistemas con realimentación. La entrada depende de la salida del sistema.

FIGURA II 3 ESQUEMA DE LAZO CERRADO.



FUENTE: <http://www.librosvivos.net/smtc/pagporformulario.asp?temaclave=1164&est=0>

Si la salida obtenida no es la deseada, esta se retroalimenta con la entrada del sistema enviando los errores a corregir y así modifica el proceso de control hasta obtener el resultado deseado.

2.2. MOTORES PASO A PASO.

Se los conoce como “Steppers” o “Paso a Paso”, fueron usados a principios de los años 1920. Sus usos se han elevado rápidamente con la popularidad de los sistemas integrados, incluyendo impresoras, unidades de disco, juguetes, limpia parabrisas, buscapersonas, brazos robóticos y video cámaras y un sinnúmero de sistemas que necesitan de ellos.

FIGURA II 4 MOTOR PASO A PASO.



FUENTE: <http://www.eso.org/public/outreach/eduoff/cas/cas2004/casreports-2004/rep-035/image05.jpg>

Son motores de distintos tamaños, torque y revoluciones, se clasifican en distintas categorías como motores de reluctancia variable y motores de magneto permanente.

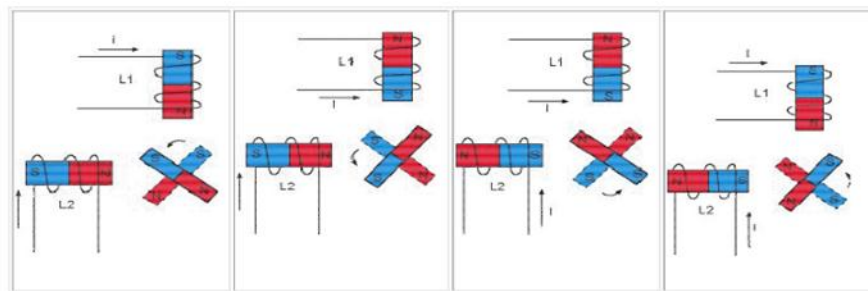
2.2.1 ¿QUE SON LOS MOTORES PASO A PASO?

Son motores que convierten la energía eléctrica en energía mecánica usando electromagnetismo.

2.2.2 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR PASO A PASO.

Su función se basa en alimentar ciertas bobinas del estator con corriente continua generando un flujo magnético con una dirección fija, produciendo un ángulo de desfasaje de la posición en punto de equilibrio realizando un movimiento de rotación.

FIGURA II 5 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR PASO A PASO.



FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos37/motores/motores.shtml>

Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador.

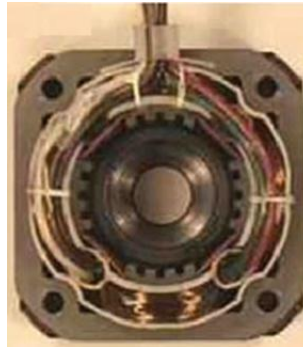
En la figura II. 6 se puede apreciar la imagen de un rotor típico y en la figura II.7 el aspecto de un estator de cuatro bobinas.

FIGURA II 6 ROTOR DE IMÁN PERMANENTE.



FUENTE:<http://www.monografias.com/trabajos90/ascensor-motor-paso-paso/ascensor-motor-paso-paso.shtml>

FIGURA II 7 ESTATOR DE CUATRO BOBINAS.



FUENTE:<http://www.monografias.com/trabajos90/ascensor-motor-paso-paso/ascensor-motor-paso-paso.shtml>

2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

2.2.3.1. VENTAJAS:

- Reducido mantenimiento (no tiene escobillas).
- Circuitos de control y excitación sencillos.

2.2.3.2. DESVENTAJAS:

- Sufren resonancias, en especial si el control no es el adecuado.
- Dificultad de operación a altas frecuencias (pérdidas de pasos).

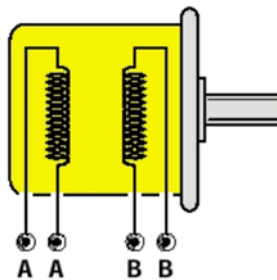
2.2.4. TIPOS DE MOTORES PASO A PASO

2.2.4.1. MOTORES PASO A PASO DE IMÁN PERMANENTES.

➤ BIPOLAR

Poseen cuatro líneas de salida (ver figura II. 8). Para su configuración se debe hacer ciertas conexiones, debido a que requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento.

FIGURA II 8 MOTOR DE CUATRO SALIDAS.

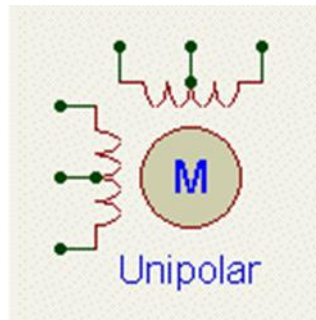


FUENTE: <http://microcontroladores-ing-elec-rh.blogspot.com/2012/07/control-de-motor-bipolar-con-pic-16f84a.html>

➤ UNIPOLAR

Poseen 5 o 6 líneas de salida, dependiendo de su configuración interna.

FIGURA II 9 MOTOR UNIPOLAR DE CINCO Y SEIS SALIDAS.



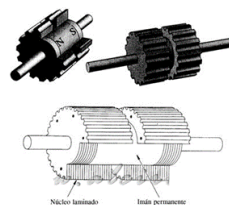
FUENTE: <http://www.xbot.es/microplans/stepmotor.htm>

Cuando se alimenta el estator, las bobinas del motor hacen la función de electroimanes generando el movimiento del motor pues el rotor del mismo busca alinearse con el campo eléctrico generado.

2.2.4.2. MOTOR PASO A PASO HIBRIDO:

Posee un estator dentado y un rotor de tres partes. El rotor de apilado simple contiene dos pares de polos separados por un imanes permanente magnetizado, con los dientes opuestos desplazados en una mitad de un salto de diente para permitir una alta resolución de paso.

FIGURA II 10 ESTRUCTURA DE UN ROTOR DE MOTOR HIBRIDO.

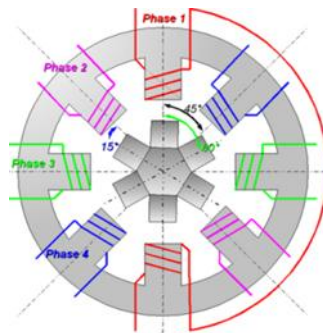


FUENTE: http://www.alciro.org/alciro/plotter-router-fresadora-cnc_1/motores-hibridos_158.htm

2.2.4.3. MOTOR PASO A PASO DE RELUCTANCIA VARIABLE:

El rotor es de acero dulce, cilíndrico y perfil dentado, cuando se excita el estator el flujo generado circula por el rotor, y éste intentará buscar la posición de menor reluctancia.

FIGURA II 11 ESTRUCTURA DE UN ROTOR DE MOTOR A PASOS RELUCTANTE.



fuelle:http://es.wikipedia.org/wiki/motor_de_reluctancia_variable#mediaviewer/archivo:moteur_pas_%c3%a0_pas_mrv.png

2.2.5. CARACTERÍSTICAS Y COMPLEJIDAD.

Un motor paso a paso se define por estos parámetros básicos:

2.2.5.1. VOLTAJE

Los motores paso a paso utilizan un voltaje el cual se especifica en las características de placa del motor. Algunas veces puede ser necesario aplicar un voltaje superior para lograr que un determinado motor cumpla con el torque deseado, pero esto producirá un calentamiento excesivo y/o acortará la vida útil del motor.

2.2.5.2. RESISTENCIA ELÉCTRICA

La resistencia en los bobinados determina la corriente que consumirá el motor, y su valor afecta la curva de torque del motor y su velocidad máxima de operación.

2.2.5.3. GRADOS POR PASO

Este parámetro es el más importante al momento de elegir un motor paso a paso para un uso determinado. Define la cantidad de grados que rotará el eje para cada paso completo. Una operación de medio-paso o semi-paso (half step) del motor duplicará la cantidad de pasos por revolución al reducir la cantidad de grados por paso.

Cuando el valor de grados por paso no está indicado en el motor, es posible contar a mano la cantidad de pasos por vuelta, haciendo girar el motor y sintiendo por el tacto cada "diente" magnético. Los grados por paso se calculan dividiendo 360 (una vuelta completa) por la cantidad de pasos que se contaron. Las cantidades más comunes de grados por paso son: $0,72^\circ$, $1,8^\circ$, $3,6^\circ$, $7,5^\circ$, 15° y hasta 90° . A este valor de grados por paso usualmente se le llama la resolución del motor.

En el caso de que un motor no indique los grados por paso en su carcasa, pero sí la cantidad de pasos por revolución, al dividir 360 por ese valor se obtiene la cantidad de grados por paso.

2.2.6. PRECISIÓN.

Es la característica más importante por la cual los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos.

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de tan solo $1,8^\circ$, es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso ($1,8^\circ$), para completar de 360° .

2.2.7. ELECCIÓN DEL TIPO DE MOTOR.

Debido a la gran precisión de los motores paso a paso existe un gran sinnúmero de aplicaciones.

Es así que la precisión es la característica que fue determinante en su elección. El diseño de la parte de potencia de los motores, es decir el manejo de las corrientes de las bobinas.

2.2.7.1. MOTOR PASO A PASO EMMS-ST

Pertencen a una nueva generación de motores paso a paso. Forma parte de los híbridos paso a paso con elevado momento de giro.

Tiene un alto índice de protección y cuenta con conexiones apropiadas para aplicaciones industriales. Opcionalmente está equipado con freno y encoder integrado.

FIGURA II 12 MOTOR PASO A PASO EMMS-ST.



FUENTE: http://www.festo.com/cms/es-ar_ar/15580.htm

2.2.7.2. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PASO A PASO EMMS-ST:

- Conexiones óptimas.
- Motor híbrido paso a paso de giro elevado y alto grado de protección.
- Conectores de tipo industrial.
- Conductores, apropiados para cadenas de arrastre.
- Estándar sin codificador, opcional: codificador para un funcionamiento controlado en combinación con el nuevo controlador CMMS-ST.
- Opcional: freno de sostenimiento.
- Engranajes de alto rendimiento y engranajes angulares.
- Tecnología híbrida de dos fases
- Opcionalmente con encoder
- incorporado (closed loop)
- Curva sinusoidal de intensidad
- Freno de sostenimiento opcional
- Clase de protección IP54(protección contra salpicaduras y chorros de agua)

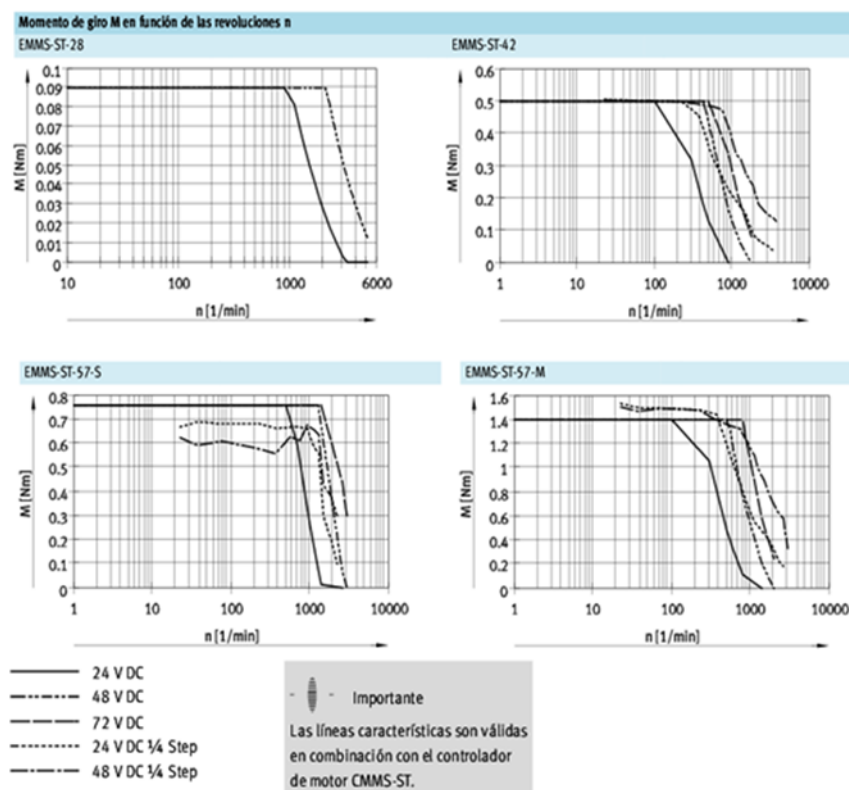
2.2.7.3. APLICACIONES REALES DE POSICIONAMIENTO.

- Control de motores bifásicos paso a paso de Festo.
- Apilamiento de materiales.
- Posicionamiento de materiales.
- En combinación con todos los ejes DGE y el nuevo actuador con vástago DNCE
- Adaptable a cualquier sistema de control.

2.2.7.4. CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES PASO A PASO.

Para determinar la eficiencia de trabajo de un equipo electrónico o mecánico, se debe analizar la curva característica del equipo para determinar el más conveniente a seleccionar

FIGURA II 13 MOMENTO DE GIRO EN FUNCIÓN DE LAS REVOLUCIONES.



FUENTE: http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2013-11-04_09-27-1293353.pdf

Si se observa en la primera imagen, se pensaría que la mejor opción para esta aplicación sería el EMMS-ST pues ofrece un máximo de xN-m necesario para que la velocidad y aceleración a la que se desea llevar este eje, el motor deberá girar a las rpm necesarias de modo que al dirigirse a las curvas que aparecen en la figura se aprecia que a esta velocidad angular y con una fuente de 24v dc como alimentación de potencia, el motor el motor estaría siempre entregando un par de xN-m, pero si en algún momento se necesita un mayor torque el motor simplemente no es capaz de cumplir con estos requisitos, y al forzarlo, implica un rápido desgaste y una falla inminente.

2.2.8. CONTROLADOR PARA MOTORES PASO A PASO.

El Controlador de motor CMMO-ST es el más adecuado para el motor que vamos a utilizar.

FIGURA II 14 CONTROLADOR DE MOTOR CMMO-ST.



FUENTE: http://www.festo.com/cms/es_es/18781.htm

Posee un alto grado de control y envía órdenes de posicionamiento y tiempo de respuesta a una gran velocidad es adecuado para motores paso a paso perfectamente adaptado al cilindro electrónico EPCO.

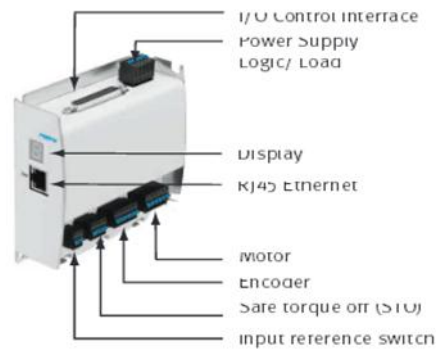
Este controlador tiene la función de adaptar la corriente del motor de forma variable al par de giro necesario en cada momento.

La velocidad real se obtiene a partir del perfil de posicionamiento pre ajustado y del efecto del error de posición en un momento determinado.

2.2.8.1. INTERFACES DEL CONTROLADOR:

- Ethernet para la configuración y el diagnóstico, opcional también para tareas de control.
- Conexión del motor para motores síncronos bifásicos.
- Conexión del encoder de 3 canales (A, B, Z) para señales RS422.
- Interfaz de procesos E/S con 11 entradas y salidas digitales cada una.
- Entrada digital de 3 contactos para la señal de referencia.
- Safe Torque Off, SIL 2 para entradas digitales.

FIGURA II 105 INTERFACES DEL CONTROLADOR DE MOTOR CMMO-ST.



FUENTE: http://www.festo.com/cms/es_es/18781.htm

2.2.8.2. DATOS TÉCNICOS GENERALES:

Alimentación:

- Tensión de la lógica 24 V DC (separada de la carga)
- Tensión de carga 24 V DC
- Corriente máxima del motor 5 A y aumenta según la fuerza realizada hasta máximo 10.

2.8.3. FUNCIONES:

- 31 registros de control para perfiles de posicionamiento de ajuste flexible
- Encadenamiento de registros para secuencias.
- Aceleración con limitación de sacudida.
- Supervisión de posiciones de libre definición y de rangos de par de giro.
- Supervisión de variables de procesos diferentes, como el par de giro, la
- Velocidad, la posición y el tiempo.

2.3. CILINDROS.

2.3.1. CILINDROS NEUMÁTICOS.

Un cilindro neumático consta principalmente de un tubo cilíndrico (camisa) de acero embutido sin costuras con un gran acabado interno (bruñido) para minimizar el desgaste; una tapa generalmente de fundición de aluminio (cabezal anterior) en la parte del vástago y otra (cabezal posterior) en el otro extremo; émbolo generalmente de aleación ligera o acero bonificado con manguito de doble copa; y vástago de acero bonificado al cromo para evitar su corrosión con juntas teóricas. Entre el vástago y el cabezal anterior llevan un cojinete generalmente de bronce sinterizado que sirve de guía al vástago, y un collarín obturador para hermetizar el vástago.

FIGURA II 16 CILINDRO NEUMÁTICO



FUENTE:

<http://www.infopl.net/noticias/item/100976-cilindro-normalizado-dsbc-con-nuevatecnolog%c3%ada-de-amortiguaci%c3%b3n-pps>

Delante del casquillo del cojinete se encuentra un aro rascador que impide la entrada de suciedad en el interior del cilindro.

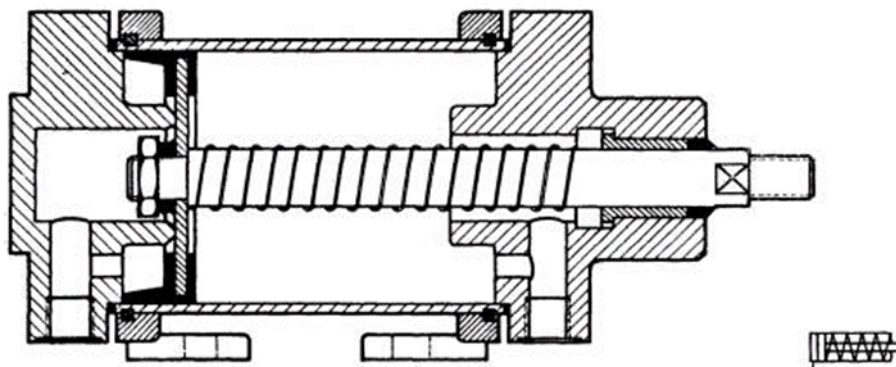
El tipo de fijación depende del modo en que el cilindro se coloque en el dispositivo o máquina, fijándose por bridas, rosca, pies, etc.

Las acciones que realiza un cilindro son “tirar” y “empujar”. El mayor esfuerzo se realiza al empujar, esto es, cuando la presión actúa sobre la cara del émbolo sin el vástago por ser la superficie mayor.

2.3.2. CILINDROS DE SIMPLE EFECTO

Tienen una sola conexión de aire, trabajando solo en un sentido. Generalmente, la carrera activa es la de “vástago saliente”, realizándose el retorno bien por muelle o por una fuerza externa. Suelen ser de diámetro pequeño y carrera corta (hasta 100 mm), debido al muelle. Se utilizan para sujetar, expulsar, apretar, alimentar, levantar, etc.

FIGURA II 17 CILINDRO DE SIMPLE EFECTO.



FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos51/equipos-neumaticos/equiposneumaticos2.shtml>

Al entrar aire proveniente del distribuidor por el orificio de la izquierda el vástago avanza (carrera de avance o trabajo), mientras que al dejar de entrar aire el vástago retrocede (carrera de retroceso o retorno).

2.3.3. CILINDROS DE DOBLE EFECTO.

Están formados por dos tomas de aire, ubicadas a los lados del émbolo. Se aprovecha la carrera de trabajo en ambos sentidos, por lo que son los más utilizados.

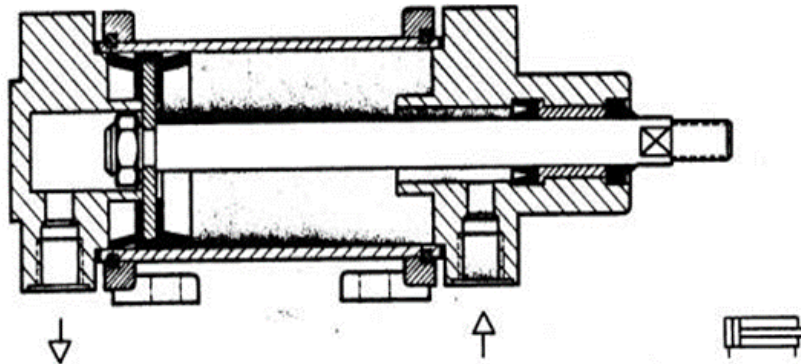
Las ventajas con relación a los de simple efecto son, entre otras:

- Aprovecha toda la longitud del cuerpo del cilindro como carrera útil.
- No realiza trabajo en comprimir el muelle.
- Se puede ajustar con mayor precisión en régimen de funcionamiento.

A igualdad de presión, la fuerza del émbolo es mayor en el avance que en el retroceso, debido a la mayor sección.

La carrera no tiene la limitación de los de simple efecto al no poseer muelle, pero no puede ser muy larga debido al peligro de pandeo y flexión del vástago.

FIGURA II 18 CILINDRO DE DOBLE EFECTO.



FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos51/equipos-neumaticos/equipos-neumaticos2.shtml>

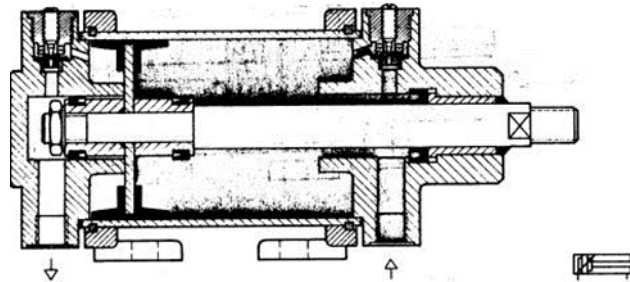
2.3.4 CILINDRO DE DOBLE EFECTO CON AMORTIGUACIÓN INTERNA

Al objeto de evitar un choque brusco y posibles daños cuando la masa trasladada es grande, se utiliza un sistema de amortiguación que entra en acción poco antes de alcanzar el final de la carrera.

El cilindro posee, adicionalmente, de tapas con válvulas de retención (anti-retorno), estrangulación regulable y émbolo de amortiguación. Antes de alcanzar la posición final, el émbolo de amortiguación interrumpe la salida directa del aire hacia el exterior. Solo puede salir el aire por la pequeña abertura regulada por medio de un tornillo, deslizándose el émbolo lentamente hasta su posición final.

Los hay con amortiguación en los dos lados o en uno, regulable o no, o amortiguación en el lado del émbolo regulable o no.

FIGURA II 19 CILINDRO DE DOBLE EFECTO CON AMORTIGUACIÓN INTERNA.



FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos51/equipos-neumaticos/equipos-neumaticos2.shtml>

2.3.5. CILINDROS DE DOBLE EFECTO PARA PALPACIÓN SIN CONTACTO

Son cilindros neumáticos con finales de carrera magnéticos incorporados en el propio cilindro. Básicamente están equipados con un émbolo magnético permanente, que actúa sobre micro ruptores eléctricos cuya zona sensitiva está situada en los finales de carrera sobre el émbolo. Son de diferentes tipos y se utilizan en electro-neumática.

2.3.6. OTROS TIPOS DE CILINDROS

Hay muchos tipos de cilindros cuya característica es específica para determinados trabajos.

Los de impacto poseen dos cámaras, aprovechando la primera para crear una gran aceleración en la otra. El émbolo sale con gran fuerza.

Los tándem son dos cilindros de doble efecto acoplados en serie, consiguiendo fuerzas casi el doble que un cilindro de doble efecto e igual diámetro. Los de doble vástago poseen un vástago hacia ambos lados, desarrollando una fuerza igual en ambos sentidos.

El cilindro compacto permite una carrera muy corta. Su longitud viene a ser de 2,5 a 4 veces inferior a otro estándar. Su principal inconveniente, debido a su pequeña carrera, es la detección de la posición para generar señal. Por ello, se utilizan principalmente con sensores magnéticos. Otros son los multi-posicionales (varias posiciones), de cable (en sustitución del émbolo), de giro (piñón-cremallera), etc.

2.3.7 CILINDROS SIN VÁSTAGO

La transmisión de este tipo de cilindros es mecánica o magnética. Un cilindro convencional con una carrera de 500 mm, puede llegar a tener una dimensión total de 1100 mm, mientras que un cilindro sin vástago tiene una longitud total de 600 mm.

2.3.8. CILINDROS ELÉCTRICOS.

Este tipo de cilindros eléctricos se bloquean cuando están en reposo es decir que cuando están en paro no requieren energía. Esto los hace interesantes y toman una gran ventaja en cuanto a los sistemas completamente hidráulicos y neumáticos. Poseen unos motores de DC con una increíble potencia, líneas de señales, potenciómetros y circuito Hall para la detección de la posición, así como interruptores de fin de carrera integrados, son idóneos para las aplicaciones más frecuentes.

En su interior posee un husillo eléctrico que transforma el movimiento giratorio del motor en un movimiento lineal del vástago.

FIGURA II 2011 CILINDRO ELÉCTRICO CON MOTOR MONTADO.



FUENTE: http://www.festo.com/net/supportportal/files/182891/psi_175_1_epco_es.pdf

Ventajoso con rendimiento optimizado. Sencillo como un cilindro neumático y con las ventajas de un actuador eléctrico, pero más económico y sencillo que los sistemas de posicionamiento eléctricos.

Además en su interior posee una guía de rodamiento de bolas y vástago con guía de deslizamiento anti-giro y con motor paso a paso montado y adaptado a la perfección.

La amortiguación de fin de recorrido reduce ruidos al aproximarse a las posiciones finales y la energía del impacto durante el recorrido de referencia y una larga vida útil de 10.000 km (KG, 2015)

Esta clase de equipos es prácticamente una fusión del cilindro neumático con las ventajas de posicionamiento de un actuador eléctrico, una solución para tareas de manipulación y posicionamiento sencillas en el montaje de piezas pequeñas a gran precisión.

FIGURA II 21 CILINDRO ELÉCTRICO CON MOTOR MONTADO Y CONTROLADOR.



FUENTE:

<http://www.infopl.net/noticias/item/101659-cilindro-electrico-epco-manipulacion-posicionamiento/101659-cilindro-electrico-epco-manipulacion-posicionamiento>

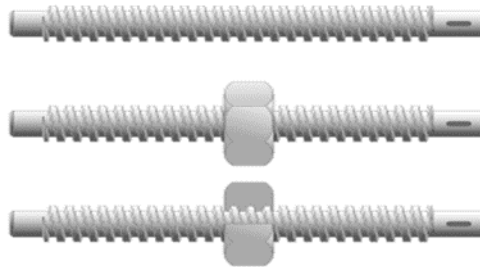
El actuador ofrece grandes fuerzas de empuje y es rápido y compacto: el motor y el controlador están pre-instalados, un sistema completo "Optimised Motion Series" con cables pre-confeccionados, controlador de motor correspondiente CMMO-ST, así como

software para una puesta en funcionamiento rápida a través de un sistema de servidor web/ navegador.

2.3.9.1. ACCIONAMIENTO POR HUSILLO

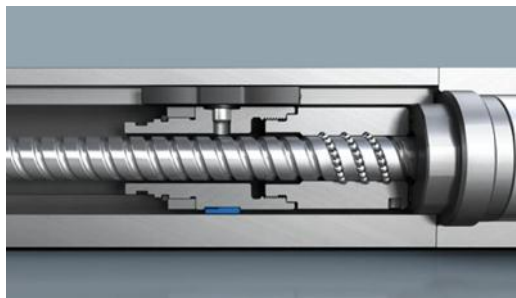
Un husillo es un tipo de tornillo largo y de gran diámetro, utilizado para accionar los elementos de apriete tales como prensas o mordazas, así como para producir el desplazamiento lineal de los diferentes carros de fresadoras y tornos, o en compuertas hidráulicas. Puede ser de metal, metálico (el material más utilizado es acero templado), de madera o PVC. En ocasiones se le menciona como tornillo sin fin.

FIGURA II 22 HUSILLO O TORNILLO SIN FIN.



FUENTE: <http://es.wikipedia.org/wiki/husillo>

FIGURA II 23 VISTA INTERNA CILINDRO ELÉCTRICO CON HUSILLO.



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

2.3.9.2 CARACTERÍSTICAS DEL HUSILLO.

El husillo posee un número de entradas o filetes de rosca característica, que es el número de hélices que se enroscan en paralelo sobre el núcleo del tornillo. Generalmente es 1, 2 o 3.

La longitud es independiente del número de entradas, porque el paso de rosca ya indica los mm que avanza la tuerca por cada revolución del husillo.

La tuerca husillo es un tipo de mecanismo que está constituido por un tornillo (husillo) que al girar produce el desplazamiento longitudinal de la tuerca en la que va enroscado (movimiento rectilíneo).

2.3.9.3 TIPOS DE ROSCA.

Existen diferentes tipos de rosca en función de la forma del perfil del filete, del número de filetes que tenga, del paso de la propia rosca, y del sentido de giro de avance del tornillo. Generalmente el perfil de una rosca suele ser de forma triangular, si bien también existen roscas de perfil cuadrado, trapecial, y en diente de sierra o redondo. En cuanto al sentido de giro de la rosca, normalmente el avance se produce girando la rosca a la derecha, mientras que el retorno se produce girando la rosca a la izquierda. También existen tornillos y tuercas que funcionan en sentido inverso.

El tipo de rosca de los husillos es diferente a la de los tornillos normales, porque además de tener un paso muy grande su perfil puede ser una rosca redonda rectificada (utilizada en las máquinas herramientas CNC para el desplazamiento de los carros y mesas de trabajo), cuadrada (utilizada para regular el apriete de elementos pequeños, tales como tornillos de banco, mordazas, etc.) o rosca trapecial ACME (la más utilizada, sobre todo en máquinas que tengan que soportar grandes esfuerzos, como prensas, máquinas-herramientas, etc.).

2.4. SOFTWARE PARA CONTROLADORES DE MOTORES PASO A PASO.

Una característica esencial del nuevo sistema de posicionamiento permite una sencilla y rápida puesta en marcha vía configuración web y "nube de parámetros".

¿Cómo se hace?

Las combinaciones de parámetros predefinidas y probadas se encuentran on-line con todos los datos necesarios en el catálogo o en el software Positioning Drives. Usted descarga el juego de parámetros adecuado y en un instante podrá parametrizar directamente desde su PC definiendo libremente hasta siete posiciones.

Una vez descargado los parámetros de configuración Optimised Motion Series con EPCO Solo se selecciona el tamaño deseado para obtener un paquete de posicionamiento en el cual todo encaje.

FIGURA II 2412 PROGRAMACIÓN VÍA WEB.



FUENTE: <http://www.ayri11.com/festo/348-optimised-motion-series-con-epco.html>

Optimised Motion Series es un sistema de posicionamiento eléctrico económico que es tan fácil de manejar como un cilindro neumático.

2.5. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

El control de procesos industriales requiere de equipos robustos y escalables, razón por la que el PLC es de gran importancia en la automatización industrial pues controla y protege los procesos involucrados en el control industrial.

El PLC o controlador lógico programable, es un computador diseñado para la industria cuanta con un sistema operativo denominado firmware el encargado de manejar el procesador, memoria y puertos de comunicación del mismo.

2.5.1. MODO DE FUNCIONAMIENTO.

Un PLC ejecuta las tareas programadas de modo secuencial, estas tareas se ejecutan a partir de un cambio de estado en las señales de entrada.

Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso. La secuencia básica de operación del autómatas se puede dividir en tres fases principales:

- Lectura de señales desde la interfaz de entradas.
- Procesado del programa para obtención de las señales de control.
- Escritura de señales en la interfaz de salidas.

A fin de optimizar el tiempo, la lectura y escritura de las señales se realiza a la vez para todas las entradas y salidas; Entonces, las entradas leídas de los módulos de entrada se guardan en una memoria temporal (Imagen entradas). A esta acude la CPU en la ejecución del programa, y según se va obteniendo las salidas, se guardan en otra memoria temporal (imagen de salida). Una vez ejecutado el programa completo, estas imágenes de salida se transfieren todas a la vez al módulo de salida.

2.5.2. VENTAJAS DEL PLC

El utilizar un PLC en un sistema de control nos trae muchas ventajas ya que se puede sustituir en gran medida la utilización de relevadores electromagnéticos, temporizadores, contadores entre otros dispositivos de control tradicionales.

Lo anterior trae como consecuencia que los sistemas de control:

- Puedan sufrir modificaciones según las necesidades, más rápido y a un bajo costo (sean más flexibles).
- Disminuyan su mantenimiento
- Utilicen menos espacio y los tableros de control sean más compactos.
- Puedan tener mayor comunicación con otros dispositivos de control modernos como son las computadoras.
- Tengan gran capacidad de memoria y puedan ser expandibles.
- Mejoren su velocidad de respuesta.

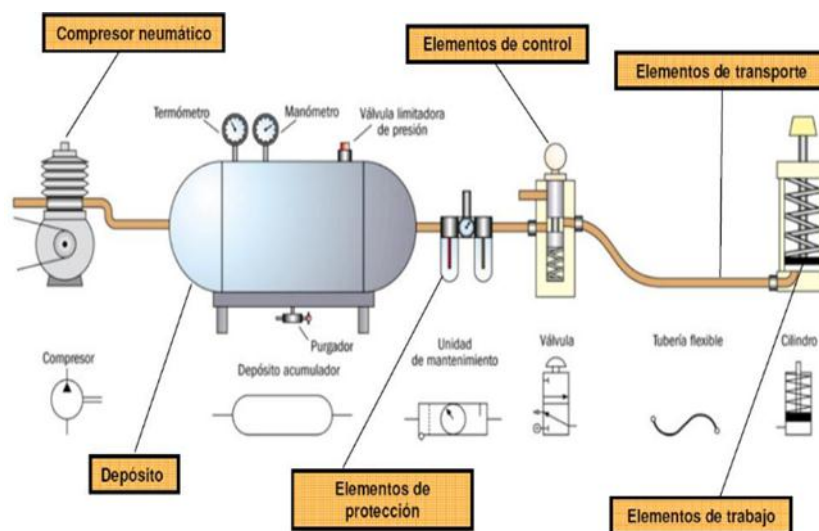
2.6. NEUMÁTICA.

La neumática es la técnica que usa el aire tanto en sobrepresión como depresión (vacío), aprovechan a este para convertirlo en energía, y aplicarlo en los distintos sistemas neumáticos en la industria.

2.6.1 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO.

Son componentes diseñados para realizar una tarea específica a base de aire comprimido este aire comprimido es producido mediante un equipo electromecánico llamado compresor el cual almacena el aire en un tanque hermético el cual conduce el aire través de válvulas a los cilindros, que son los componentes encargados de realizar el trabajo. (Saiz, 2015)

FIGURA II 25. SISTEMA NEUMÁTICO.



FUENTE:http://profemjesus.webcindario.com/tecnologia_industrial_2/t13_neumatica.oleohidraulica.pdf

2.6.2 VÁLVULAS.

Regulan 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.

En neumática podemos decir que tenemos dos tipos de señales:

- Presencia de aire o presión (estado 1, SI).
- Ausencia de aire o presión (estado 0, NO).

Las válvulas son elementos que regulan la puesta en marcha, el paro, la dirección, la presión o el caudal de fluido, según dicha función, las válvulas se dividen en:

- Válvulas distribuidoras, de vías o de control de dirección: interrumpen, dejan pasar o desvían el fluido.
- Válvulas de bloqueo: suelen bloquear el paso de caudal en un sentido y lo permiten en otro.
- Válvulas de presión: mantienen constante una presión establecida.
- Válvulas de caudal: dosifican la cantidad de fluido que pasa por ellas en unidad de tiempo.

2.6.2.2 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS VÁLVULAS

DISTRIBUIDORAS.

Las válvulas distribuidoras influyen en el camino del aire comprimido. Para representarlas simbólicamente en los esquemas se utilizan símbolos que solo indican su función, sin decir como son por dentro.

Cuando se identifica a una válvula, debemos decir:

- N° de vías, que son las entradas y salidas que tiene la válvula.
- N° de posiciones, realizando en cada posición una función determinada.
- Accionamiento, determina el modo de cambiar de posición la válvula.
- Retorno, determina el modo en que vuelve a la posición de “reposo” o inicial.

Las posiciones se representan por medio de cuadros:

FIGURA II 26. ESQUEMA DE POSICIONAMIENTO.



FUENTE: Libro Neumática Básica José M^a Baquedano

Las vías se representan por medio de flechas, indicando la flecha la dirección del aire. Si la tubería interna está cerrada, se representa con una línea transversal.

FIGURA II 27. VÍAS DE VÁLVULAS.



FUENTE: Libro Neumática Básica José M^a Baquedano

La posición inicial o de “reposo” de la válvula es la de la derecha en las de dos posiciones, o la central en las de más. En esa posición se representan los empalmes por medio de una raya que sobresale y se une a las tuberías exteriores.

Los empalmes se representan por letras o números:

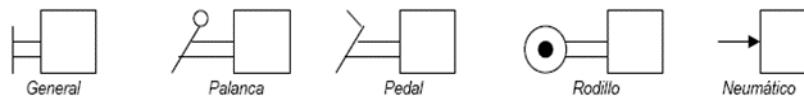
TABLA II. I. EMPALMES Y UNIONES

Utilizaciones	A, B, C	2, 4, 6	CIL, OUT
Presión	P	1	IN
Escapes	R, S, T	3, 5, 7	EX
Pilotajes	X, Y, Z	12, 14, 16	
Fugas	L	9	

FUENTE: Libro Neumática Básica José M^a Baquedano

El accionamiento de la válvula puede ser de diferentes formas, representándose en el lateral izquierdo, y el retorno a la posición de reposo en el derecho.

FIGURA II 28. TIPOS DE VÁLVULAS.



FUENTE: Libro Neumática Básica José M^a Baquedano

Los cilindros de simple efecto utilizan válvulas distribuidoras 3/2 monoestables o biestables, mientras que los de doble efecto utilizan válvulas distribuidoras 4/2 ó 5/2 monoestables o biestables. Los finales de carrera mecánicos son válvulas 3/2 generalmente cerradas en posición de reposo, accionados por rodillo y retorno por muelle.

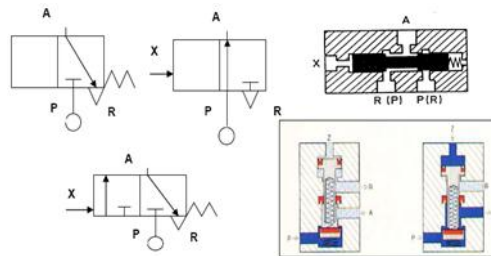
2.6.2.3. FUNCIONAMIENTO INTERIOR DE LAS VÁLVULAS MONOESTABLES

Las válvulas monoestables o inversoras solo tienen una toma X, esto es, están pilotadas neumáticamente por un solo conducto. Su retroceso se suele realizar mediante un muelle.

➤ **VÁLVULA 3/2 NORMALMENTE CERRADA, ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO RETORNO MUELLE:**

En posición de reposo, la entrada de presión P está cerrada y la utilización A comunicada con el escape R. Si la pilotamos a través generalmente de la señal proveniente de otra válvula por X, el mecanismo interior se desplaza forzando al muelle, comunicando P con A y cerrando R. En el momento en que deja de entrar aire por X, la válvula cambia de posición debido al muelle.

FIGURA II 29. VÁLVULA 3/2 NORMALMENTE CERRADA, ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO RETORNO MUELLE.



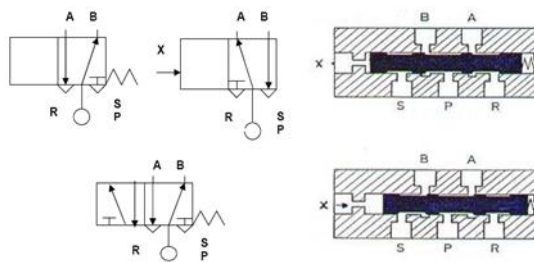
FUENTE: Libro Neumática Básica José M^a Baquedano

Los paréntesis de la sección de arriba quieren decir que la válvula se puede convertir en normalmente abierta, cambiando P con R. Su sistema es de corredera. Otro ejemplo es la de abajo, donde la X se ha sustituido por la Z. Su sistema es de asiento plano.

➤ **VÁLVULA 5/2 ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO RETORNO MUELLE:**

En posición de reposo, P está comunicado con B y A con R, mientras S está cerrado. Al pilotar por X, comunicamos P con A y B con S, quedando R cerrado. En el momento en que se deja de pilotar por X, la válvula vuelve a su posición inicial debido al muelle.

FIGURA II 30. VÁLVULA 5/2 NORMALMENTE CERRADA, ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO RETORNO MUELLE.



FUENTE: Libro Neumática Básica José M^a Baquedano

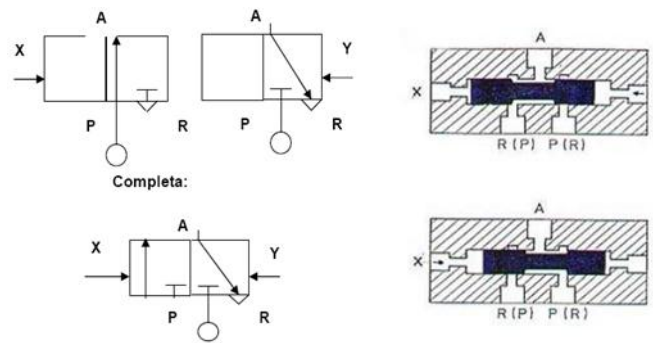
2.6.3.4. FUNCIONAMIENTO INTERIOR DE LAS VÁLVULAS BIESTABLES.

Las válvulas biestables, de impulsos o memorias solo necesitan un corto impulso de aire para su pilotaje o cambio de posición por medio de las tomas X o Y. Permanece en su posición hasta que no recibe un contra impulso.

➤ **VÁLVULA 3/2 ACCIONAMIENTO Y RETORNO NEUMÁTICO:**

Si pilotamos por X la válvula, P se comunica con A y R permanece cerrado. Si pilotamos por Y, P se cierra y A se comunica con R.

FIGURA II 31. VÁLVULA 3/2 ACCIONAMIENTO Y RETORNO NEUMÁTICO.



FUENTE: Libro Neumática Básica José M^a Baquedano

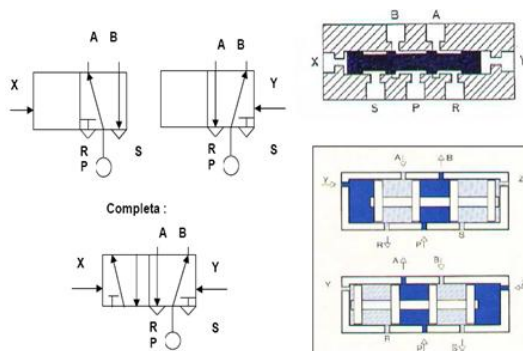
➤ **VÁLVULA 5/2 ACCIONAMIENTO Y RETORNO NEUMÁTICO:**

Si pilotamos por X la válvula, P se comunica con A y B con S, permaneciendo R cerrado.

Si pilotamos por Y, P se comunica con B, A se comunica con R y S permanece cerrado.

En el ejemplo de la de abajo, hay que sustituir X por Z, siendo su funcionamiento igual.

FIGURA II 32. VÁLVULA 5/2 ACCIONAMIENTO Y RETORNO NEUMÁTICO.



FUENTE: Libro Neumática Básica José M^a Baquedano

2.7. SENSORES.

El sensor es un componente electrónico que toma la información de la parte exterior y la traduce a manera de pulsos eléctricos digitales, que puede ser analizado y procesado por la unidad de control del sistema.

2.7.1. CRITERIO DE SELECCIÓN DE SENSORES.

Debemos tener en cuenta en que lo vamos a utilizar es decir los parámetros a medir y el tipo de información a tomar así como otros factores que afectan el momento de seleccionar un sensor. Para esto nos guiaremos con la siguiente tabla.

TABLA II. II. CRITERIOS DE SELECCIÓN.

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,
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

FUENTE: SENA SERVICIOS DE AUTOMATIZACIÓN, UNIDAD 2 SENSORES.

2.7.2 TIPOS DE SENSORES.

Existen diferentes tipos de sensores, en función del tipo de variable que tengan que medir o detectar:

- De contacto.
- Ópticos.
- Térmicos.
- De humedad.
- Magnéticos.
- De infrarrojos.
- Encoder.

2.7.2.1 SENSORES DE CONTACTO.

Son utilizados especialmente en la detección de topes en finales de recorridos o límites de posicionamiento. Por ejemplo: saber cuándo una puerta o una ventana que se abren automáticamente están ya completamente abiertas y por lo tanto el motor que las acciona debe pararse.

Dentro de estos se encuentran los finales de carrera. Que no es otra cosa que un interruptor que consta de una pequeña pieza móvil y de una pieza fija que se llama NA, normalmente abierto, o NC, normalmente cerrado.

FIGURA II 33 FINAL DE CARRERA Y SIMBOLOGÍA.

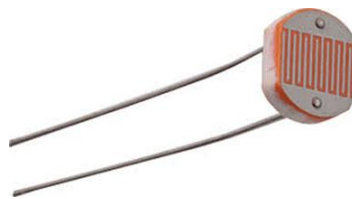


FUENTE:http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_3b.htm.

2.7.2.2. SENSORES ÓPTICOS.

Son accionados al momento de la interrupción de la luz que se encuentra detectando el sensor. Los principales sensores ópticos son las fotorresistencias, las LDR.

FIGURA II 34 SENSOR LDR.



FUENTE: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_3c.htm

Estos sensores son muy útiles en robótica para regular el movimiento de los robots y detener su movimiento cuando van a tropezar con un obstáculo o bien disparar alguna alarma.

2.7.2.5. SENSORES MAGNÉTICOS.

Trabajan en el plano de los campos magnéticos que provocan los imanes o las corrientes eléctricas. El principal es el llamado interruptor Reed; consiste en un par de láminas metálicas de materiales ferro-magnéticos metidas en el interior de una cápsula que se atraen en presencia de un campo magnético, cerrando el circuito.

FIGURA II 35 SENSOR MAGNÉTICO.



FUENTE: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_3f.htm

2.7.2.6. SENSORES INFRARROJOS.

Trabajan en el rango del espectro electromagnético cuya frecuencia es muy baja para que nuestros ojos la detecten; son los infrarrojos.

FIGURA II 36 SENSOR INFRARROJO.



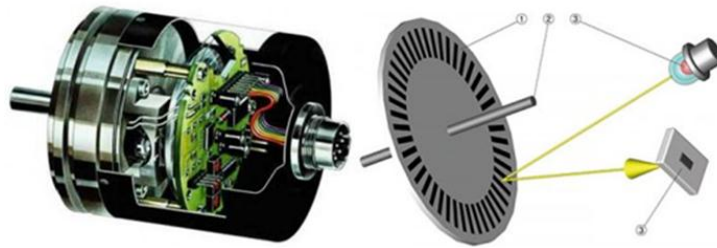
FUENTE:http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_3g.htm

Los diodos de infrarrojos son a simple vista idénticos a los LED, como se puede apreciar en la imagen, y se representan de la misma manera, mientras que el símbolo de los fototransistores es semejante al de los transistores normales pero añadiendo las flechas que representan la luz que reciben. Recordemos que las flechas salen del elemento cuando éste emite luz o radiación infrarroja y entran en él cuando el elemento recibe dicha radiación.

2.7.27. SENSORES ENCODER.

Generan ciertos tipos de señales digitales de acuerdo al movimiento sea circular o lineal. Se utilizan para medir movimientos lineales, la velocidad y la posición interactuando con ruedas o engranajes.

FIGURA II 37 ENCODER CON MOTOR.



FUENTE: <http://cyberia.com.mx/blog/arreglo-motor-encoder-el-mejor-para-medir-posicion-en-un-robot/>

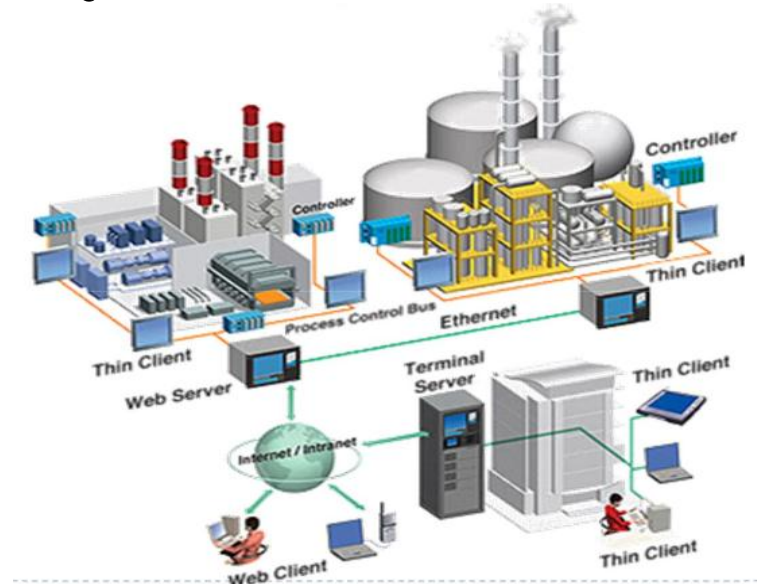
2.7.3. APLICACIONES.

A través de las medidas mecánicas, usualmente las rejillas, piñones o tornillos de metal, los ENCODERS ROTATORIOS pueden medir el movimiento lineal o recto. Calibrando el número de pulsos por unidad de medida implica seleccionar el transductor correcto y puede incluir un paso de calibración separada.

2.8. COMUNICACIÓN INDUSTRIAL.

Permite la transferencia de información entre dispositivos industriales, de esta forma se facilita el monitoreo de los distintos sistemas y llevar de mejor manera las tareas de control.

FIGURA II 38 ESQUEMA DE UNA RED INDUSTRIAL.



FUENTE:http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infopl_net_00presentacioncursocomindbabel.pdf

2.8.1. MÉTODOS DE COMUNICACIÓN.

Existen diferentes métodos los cuales tienen su aplicación según el requerimiento de acuerdo al campo de utilización.

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

2.8.2. CABLEADO CLÁSICO MEDIANTE BASES DE PRE CABLEADO.

En el cableado clásico se utiliza conductores de cobre comunes, para la comunicación entre sensores y actuadores directamente a las entradas y a las salidas distribuidas del PLC,

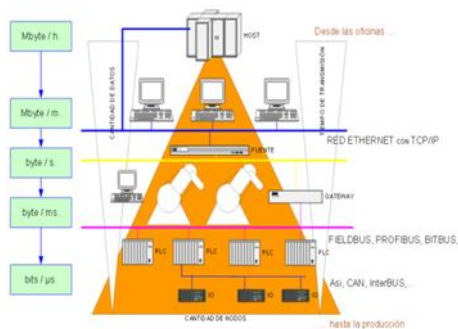
2.8.3. BUSES DE CAMPO.

Son conductores aislados en forma paralela lo cual permite la comunicación tanto de sensores como de actuadores al PLC por medio de un solo cable de datos, utilizando cierto protocolo de comunicación.

2.8.4. PIRÁMIDE CIM.

Se representa mediante cinco niveles los cuales forman un orden jerárquico dividiéndose en diferentes procesos cada uno con su respectivo protocolo de comunicación.

FIGURA II 39 PIRÁMIDE CIM.



FUENTE:http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infopl_net_00presentacioncursocomindbabel.pdf

2.8.5. 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 usa unas redes WAN sobre TCP/IP

2.9. SUPERVISIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA).

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

Puede ser cualquier tipo de programa previamente creado el cual va a llevar un control de datos adquiridos de un sistema de control, con lo cual se puede gestionar y controlar el 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 beneficios entre estos podemos destacar: (Penin, 2007)

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

A parte de esto un sistema SCADA provee herramientas 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.
- 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.

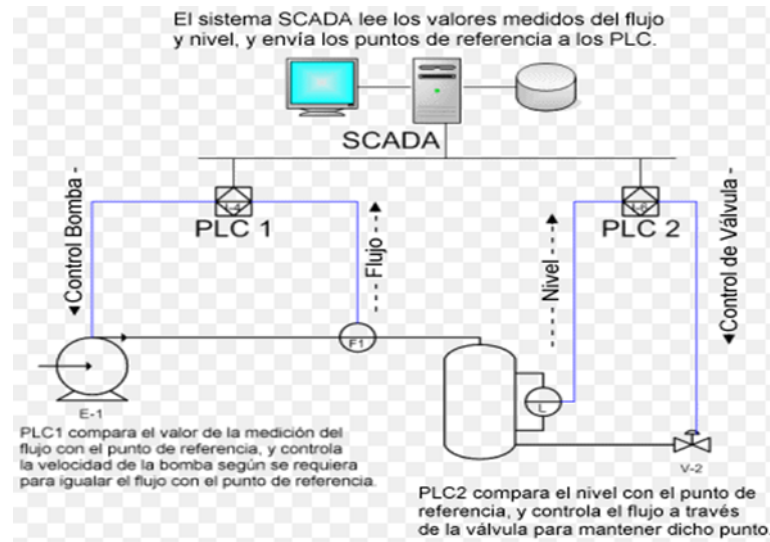
2.9.1. ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA SCADA.

Son interfaces de salida que se comunican con los PLC's a través de computadores conformada por unidades remotas RTU controladas por unidades terminales maestras MTU.

2.9.1. ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA SCADA.

Son interfaces de salida que se comunican con los PLC's a través de computadores conformada por unidades remotas RTU controladas por unidades terminales maestras MTU

FIGURA II 40 SISTEMA SCADA.



FUENTE: <http://prodotel.net/sections/scada.html>

2.9.2 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.

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.

Las interfaces deben ser intuitivas de fácil comprensión para el usuario, tener los elementos necesarios para el monitoreo y manejo del sistema. Deben mostrar una simulación o imagen del proceso a monitorear. Debe cumplir con las siguientes funciones

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

FIGURA II 41 EJEMPLO HMI.



FUENTE: http://www.caipe.com/hmi_serie_mt500_510.gif

CAPÍTULO III

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENSAMBLAJE Y SELECCIÓN.

3.1. INTRODUCCIÓN.

El diseño es el primer paso para el desarrollo de un proyecto, basándose en el mismo se seleccionará los materiales y elementos necesarios para la óptima construcción del sistema. El diseño se debe realizar de manera que los materiales y dispositivos a utilizar sean de fácil acceso y bajo coste.

3.2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENSAMBLAJE.

El sistema de control que realizará el proceso de ensamblaje de manómetros y selección de los mismos mediante la implementación de un cilindro eléctrico el cual realizara la tarea del posicionamiento de los manómetros, este cilindro estará comandado por un motor paso a paso que será programado de tal manera que este ubique al vástago que internamente posee un husillo (tornillo sin fin) a la posición deseada.

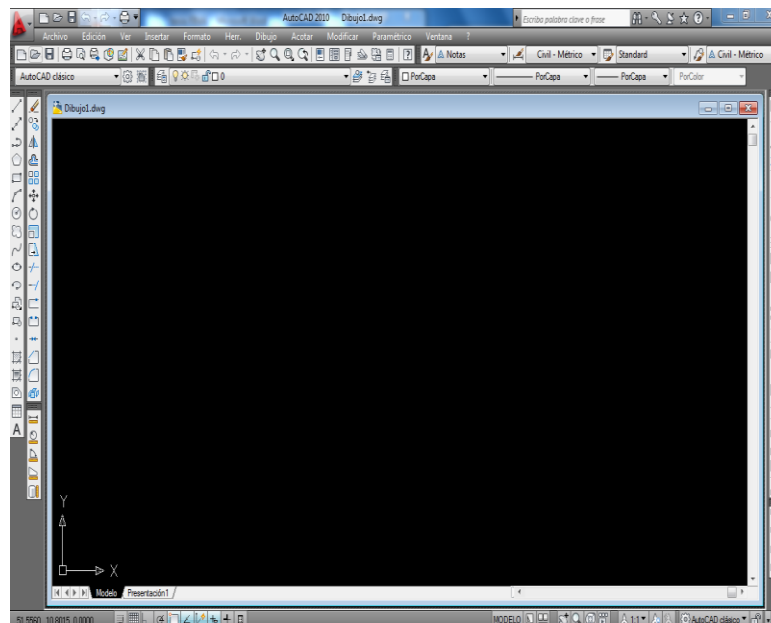
Luego del ensamblaje el sistema seleccionará los elementos ensamblados y los posicionará de acuerdo al color, esto lo realizara mediante sensores que determinaran la posición de almacenamiento a ocupar por cada producto elaborado.

3.3. HERRAMIENTAS DE DISEÑO.

3.3.1 AUTOCAD.

Es el software más difundido de esta categoría, en el mercado existen otros competidores como MicroStation, VectorWorks, IntelligentCad para el modelado tridimensional, y paramétricos como Catia, Pro Engineer, Solid Works y Solid Edges, pero lo cierto es que la robustez y la confiabilidad de AutoCAD lo han elevado al podio máximo en las preferencias de los profesionales del sector. (Hoy, 2015)

FIGURA III 42 INTERFAZ DE AUTOCAD.



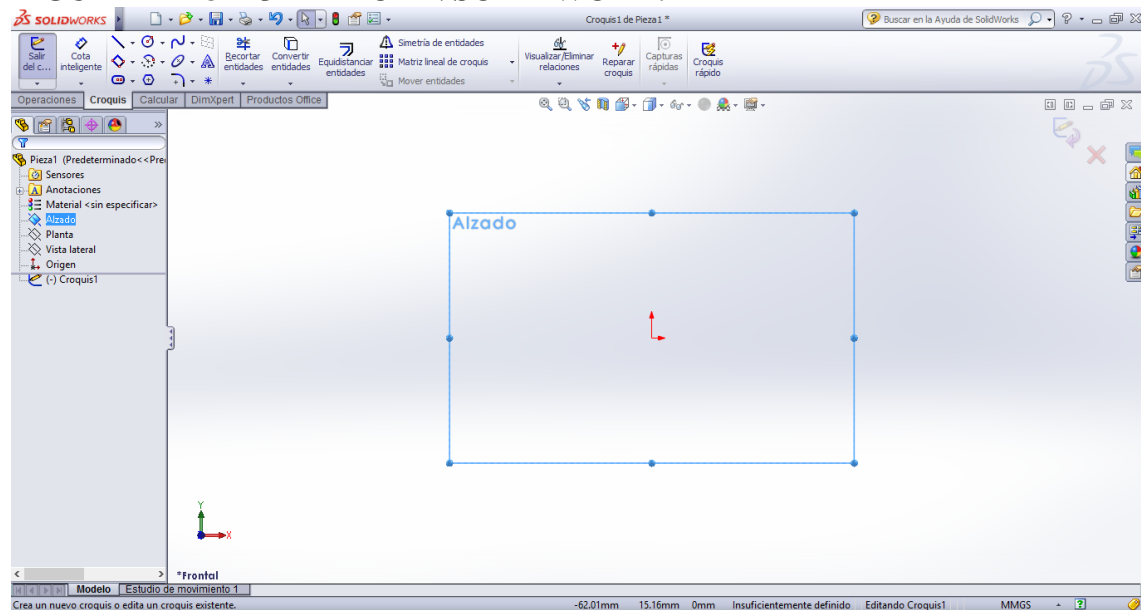
FUENTE: Captura Autocad.

3.3.2 SOLIDWORKS.

Es un software utilizado en el diseño de alta ingeniería para la fabricación de piezas con detalles específicos para un correcto modelado mecánico desarrollado en la actualidad por Solidwork Corp., una subsidiaria de Dassault Systems (Suresnes, Francia), para el sistema operativo Microsoft Windows. Es un modelador de sólidos paramétrico. Fue introducido en el mercado en 1995 para competir con otros programas CAD como Pro/ENGINEER, NX, Solid Edge, Autodesk Inventor, CATIA.

La función de este software consiste en modelar piezas y conjuntos, así como extraer de ellos planos técnicos, y toda la información necesaria para la construcción de los modelamientos. Como todo software de diseño se basa en los sistemas CAD para el modelado de los mismos.

FIGURA III 43 EJEMPLO EN SOLIDWORK.

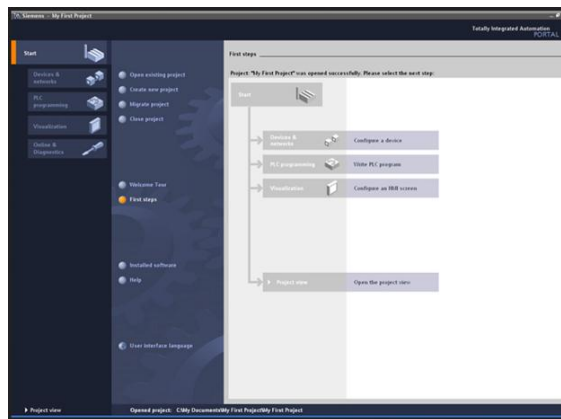


FUENTE: Captura de SolidWorks

3.3.3 TIA PORTAL VERSIÓN 11.

Es un software de ingeniería de automatización que trabaja con módulos programables de Siemens, posee funciones comunes y una interface amigable y simple para interacción con el usuario.

FIGURA III 44 TIA PORTAL.

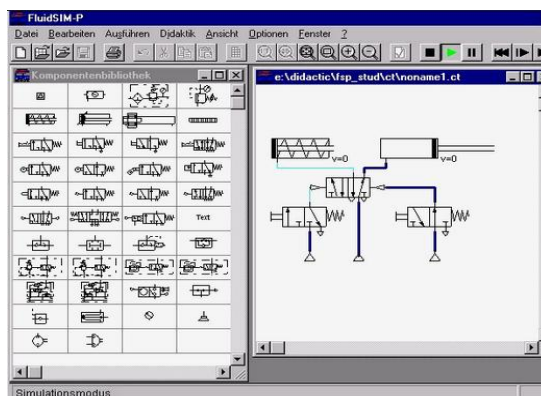


FUENTE: Captura TIA Portal

3.3.4 FLUIDSIM:

Es una herramienta básica para circuitos neumáticos, permite el diseño y manipulación de elementos neumáticos modelando los circuitos requeridos en un sistema.

Figura III 45 AMBIENTE DE FLUIDSIM.



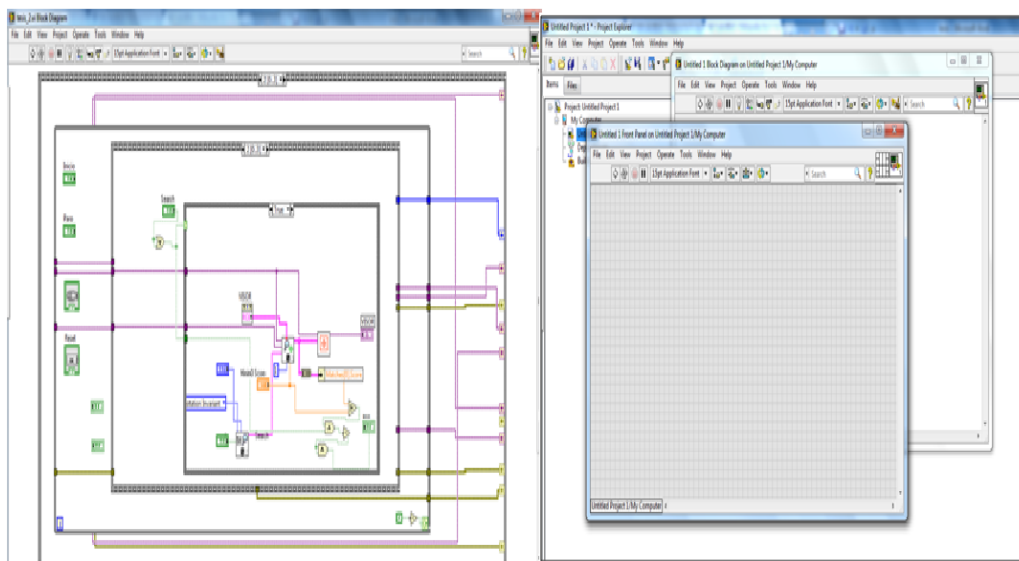
FUENTE: Captura de FluidSIM

3.3.5. LABVIEW.

Es un software de desarrollo, que se aplica a la programación grafica orientado a objetos en la cual se desarrollan aplicaciones para instrumentación que integra una serie de bloques para comunicación con instrumentos electrónicos como OPCSERVE RS232 Y RS485 con tarjetas de adquisición de datos y sistemas de adquisición y acondicionamiento de redes industriales.

Los programas realizados en LabVIEW se denominan con las siglas VIs, que significan virtuales y posee un panel de control que vincula una serie de botones y bloques que enlazados generan un programa que se puede vincular a un módulo físico formando un HMI. (Interfaz hombre maquina).

FIGURA III 46 AMBIENTE DE LABVIEW.

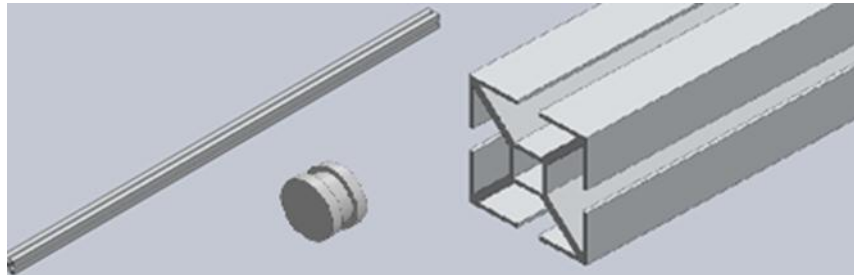


FUENTE: Captura De Labview

3.4. DISEÑO DE LA BASE O TABLERO VERTICAL DE ALUMINIO.

Para el diseño de la base de soporte del sistema se utilizó un perfil de aluminio cortado en 22 piezas iguales de 1,20 m.

FIGURA III 47 PERFIL DE ALUMINIO Y PIEZA DE NYLON.



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

Estas piezas se ensamblaron por medio de un acople de nylon una sobre otra para formar un tablero que servirá como base y soporte del resto de componentes que forman el sistema.

FIGURA III 48 BASE DE ALUMINIO ENSAMBLADA.

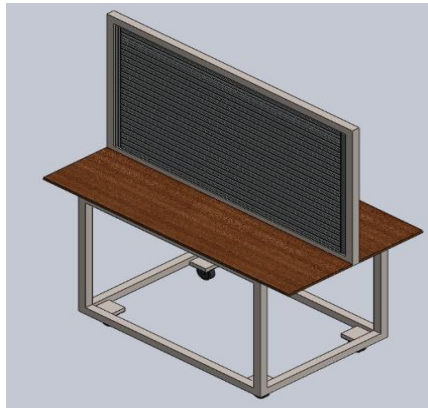


FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

3.5. DISEÑO DEL TROLE O MESA DE SOPORTE.

Para el diseño del trole o mesa de soporte se tomó en cuenta el peso y dimensiones de los equipos que esta va soportar, basados en eso se diseñó una mesa con las medidas y robustez necesaria para brindar buena movilidad y resistir el peso que se aplique sobre esta.

FIGURA III 49 TROLE O MESA DE SOPORTE.



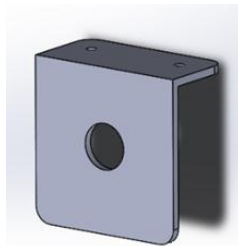
FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

3.6. DISEÑO MECÁNICO.

3.6.1. ÁNGULOS Y SOPORTES.

El diseño de los ángulos y soportes se realizó en base a los requerimientos del sistema, el material utilizado para su construcción es una platina de aluminio.

FIGURA III 50 SOPORTE DE SENSORES



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

3.6.2. DISEÑO DEL PROCESO DE MANIPULACIÓN.

Para realizar el correcto ensamblaje del producto, el proceso de manipulación debe poseer gran precisión, el diseño de las piezas que forman parte de este proceso se realizó con en base a estos requerimientos.

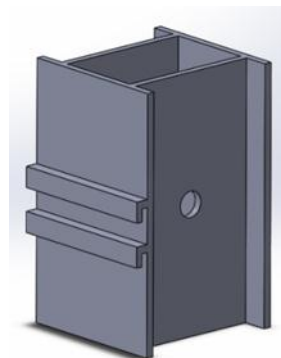
FIGURA III 51 SOPORTE CILINDRO NEUMÁTICO



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

Para el soporte del cilindro neumático se diseñó una pieza metálica, de forma que, se pueda fijar al final del vástago del actuador lineal, y así el cilindro pueda llegar a las posiciones programada en el controlador del EPCO y realizar el proceso de ensamblaje y selección de manómetros.

FIGURA III 52 DISEÑO DEL SOPORTE DE MANIPULACIÓN EN SOLIDWORK.

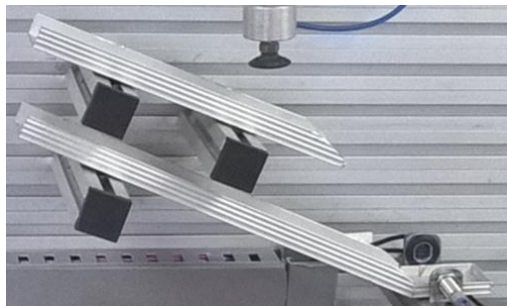


FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

3.6.3. DISEÑO DE LOS ABASTECEDORES DE TAPAS Y BASES.

Se utilizó canales de aluminio acordes al tamaño de las bases de los manómetros, diseñando así dos abastecedores, una para las caratulas y otro para las bases como antes se mencionó, y tres recolectores del mismo material donde se ubica el producto terminado.

FIGURA III 53 ABASTECEDORES DE PIEZAS

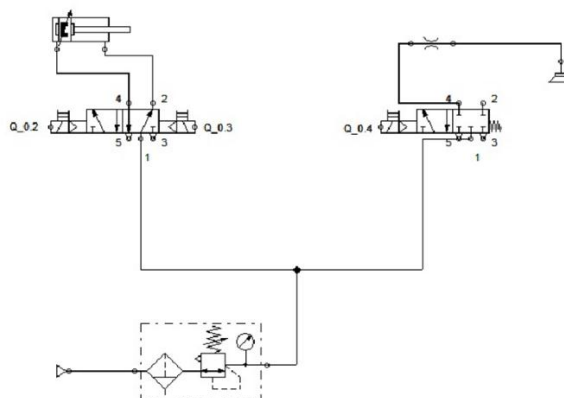


FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

3.7 DISEÑO NEUMÁTICO.

El circuito neumático es una parte importante dentro del sistema de control ya que permite el movimiento vertical y la sujeción de las piezas, para armar el circuito primero se realizó el diseño en Fluidsim un software para modelado de sistemas neumáticos.

FIGURA III 54 DISEÑO NEUMÁTICO.



FUENTE: FluidSIM editada por Juan Balarezo, Pablo Granda

Como se puede observar se utilizó dos electroválvulas 5/2, un generador de vacío y una ventosa de doble fuelle, estos elementos permite la sujeción y manipulación de los elementos con los que se realiza el ensamblaje de manómetros.

3.8. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control está conformado por el PLC el cual recibe las señales eléctricas de los sensores, botones, y señales emitidas por el controlador propio del actuador lineal eléctrico, estas señales se enlazan con el PLC a través de una placa eléctrica denominada SYSLINK.

FIGURA III 55 EJEMPLO PLACA SYSLINK .

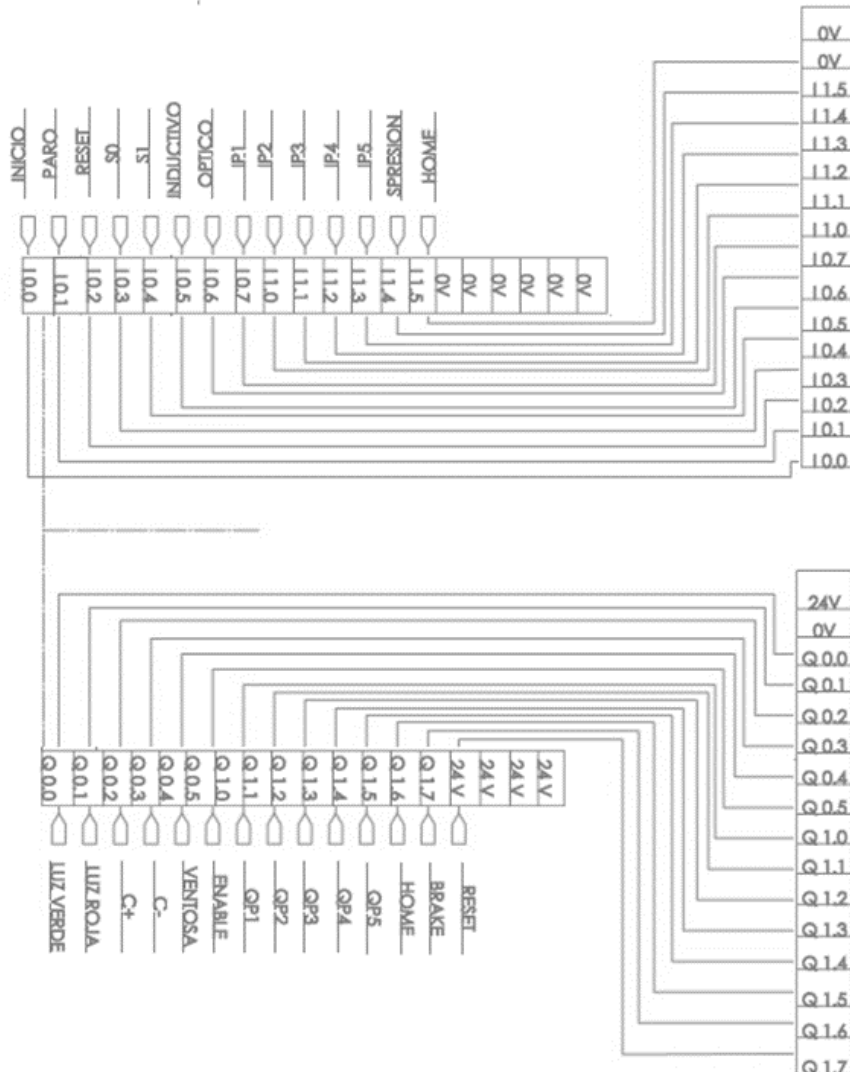


FUENTE: <http://bellezaoriginal95.blogspot.com/>

3.8.1 DIAGRAMA ELECTRÓNICO.

El diagrama electrónico incluye los circuitos que permiten la alimentación de los sensores y actuadores con el PLC, en el siguiente gráfico podemos observar el circuito electrónico de comunicación entre el PLC y el controlador del cilindro eléctrico EPCO.

FIGURA III 56 ENTRADAS Y SALIDAS PLC.

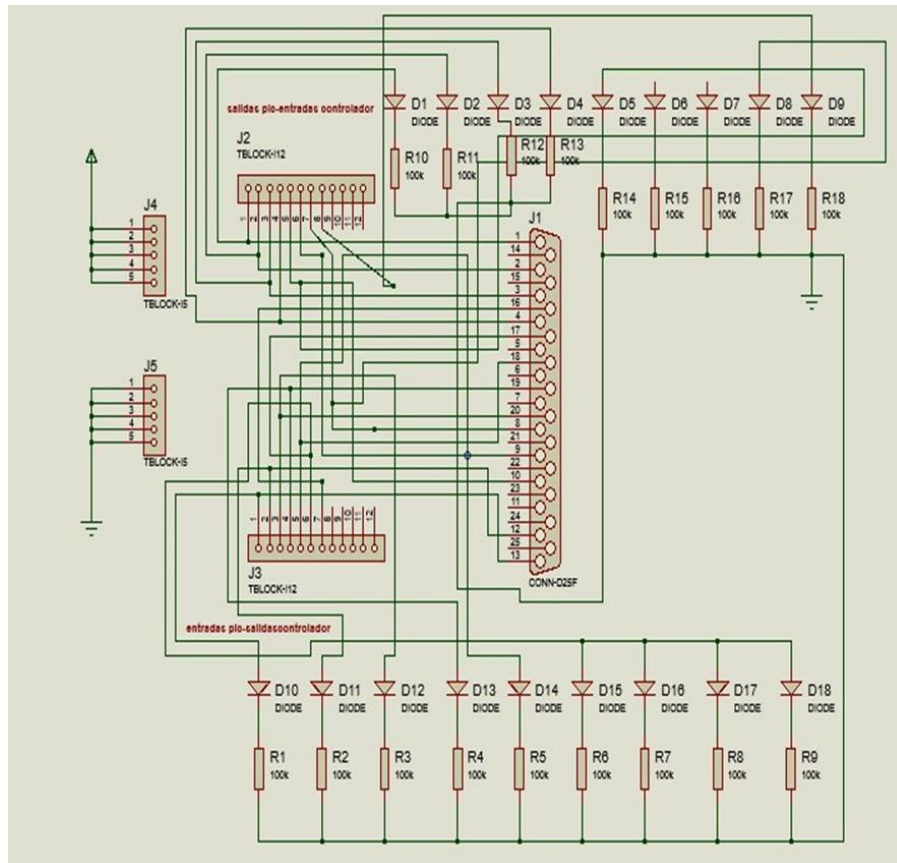


FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

3.8.1.1. DISEÑO DE LA TARJETA DE E/S SYSLINK

El diseño de la tarjeta se realizó en Proteus, en el cual se estableció el número de entradas y salidas a ser utilizadas para el proceso de comunicación entre el controlador del cilindro EPCO y el PLC

FIGURA III 57 ENTRADAS Y SALIDAS PLC.



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

TABLA III. III. ENTRADAS Y SALIDAS TARJETA SYSLINK.

ENTRADAS Y SALIDAS TARJETA SYSLINK			
ENTRADA	FUNCIÓN	SALIDA	FUNCIÓN
01	Posición 1	01	Posicionamiento 1
02	Posición 2	02	Posicionamiento 2
03	Posición 3	03	Posicionamiento 3
04	Posición 4	04	Posicionamiento 4
05	Posición 5	05	Posicionamiento 5
06	Reset		
07	Homming		

3.8.1.2. DISEÑO DEL PANEL DE CONTROL.

El panel de control está conformado por cuatro botones los cuales permiten arrancar, parar, reiniciar el sistema y realizar el posicionamiento de referencia del cilindro, esta referencia es utilizada siempre que el actuador lineal se detenga en una posición no establecida esto sucede cuando hay un corte de energía eléctrica o un paro inesperado en el sistema.

El panel de control también dispone de indicadores de luz, uno verde que se enciende cuando se realiza la puesta en marcha del sistema, y uno rojo que se enciende cuando el sistema se detiene.

FIGURA III 58 TABLERO DE MARCHA Y PARO.



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

3.8.2. PARTE LÓGICA.

La programación del PLC y del controlador CMMO del cilindro eléctrico EPCO se realizó en dos etapas, primero se realizó la programación del controlador CMMO que consistió en determinar las posiciones necesarias para el proceso de ensamblaje y selección, la segunda etapa consistió en la programación del PLC Siemens S7-1200 CPU 1212 AC/DC/RLY y sus respectivos módulos de expansión de entrada y salida, que a través de las distintas señales de entrada y salida controlará los distintos movimientos previamente programados en el controlador CMMO, para así realizar un correcto proceso de ensamblaje y selección.

FIGURA III 59 PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC/RLY Y MÓDULOS DE EXPANSIÓN.



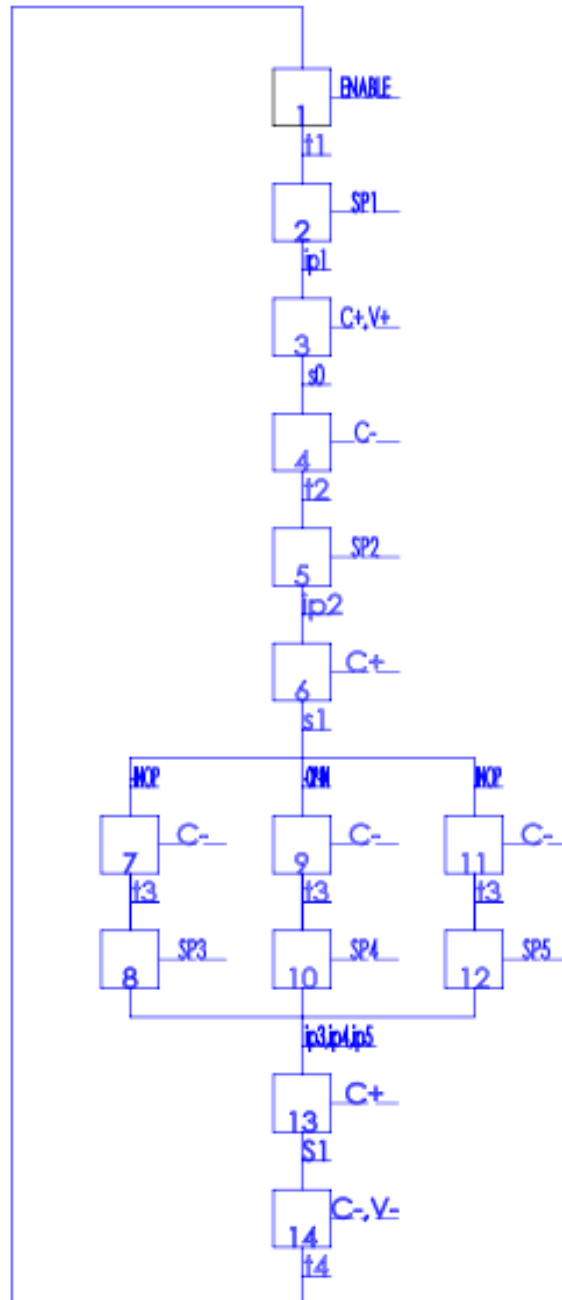
FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

La programación del PLC se realizó en el software TIA portal y bajo la técnica de programación Grafcet, esta técnica facilita realizar la secuencia del programa de la cual se puede extraer las ecuaciones a representar en el software mediante el método de programación Ladder, que representa las distintas etapas de programación por medio de contactos abiertos y cerrados y brinda facilidad al programar.

3.8.2.1. GRAFCET DEL SISTEMA DE CONTROL.

El Grafcet es un conjunto de etapas que permiten determinar la secuencia a seguir del sistema con el objetivo de cumplir el proceso deseado.

FIGURA III 60 GRAFCET DEL SISTEMA.



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

TABLA III. IV. VARIABLES DEL GRAFCET.

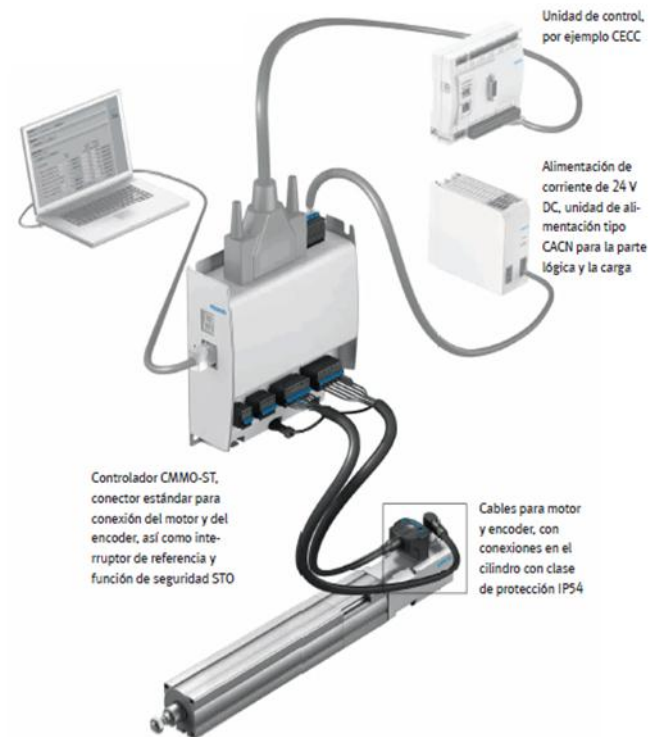
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES			
ETAPA	DETALLE	TRANSICIÓN	DETALLE
01 ENABLE	Habilita el sistema	T1	Espera de 0.5 segundos
02 SP1	EPCO se dirige a la posición 1	IP1	EPCO llega a la posición 1
03 C+,V+	Se activan el cilindro neumático y la ventosa.	S0	Cilindro neumático llega a su posición
04 C-	Se desactiva el cilindro neumático	T2	Espera de 1 segundo
05 SP2	EPCO se dirige a la posición 2	IP2	EPCO llega a la posición 2
06 C+	Se activa el cilindro neumático	S1	Cilindro neumático llega a su posición
07 C-	Se desactiva el cilindro neumático	-INOP	Se lee las señales de los sensores inductivo y óptico
08 SP3	EPCO se dirige a la posición 3	T3	Espera de 0.5 segundos
09 C-	Se desactiva el cilindro neumático	-OP-IN	Se lee las señales de los sensores inductivo y óptico
10 SP4	EPCO se dirige a la posición 4	T3	Espera de 0.5 segundos
11 C-	Se desactiva el cilindro neumático	INOP	Se lee las señales de los sensores inductivo y óptico
12 SP5	EPCO se dirige a la posición 5	T3	Espera de 0.5 segundos
13 C+	Se activa el cilindro neumático	IP3IP4IP5	EPCO llega a la posición 3, 4 ó 5
14 C-,V-	Se desactiva el cilindro neumático, y la ventosa	S1	Cilindro neumático llega a su posición
		T4	Espera de 1 segundo

FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

3.8.2.2. PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR CMMO.

Para programar el controlador del cilindro eléctrico EPCO, existen dos métodos de programación, vía WEB y por Software. En ambos casos el CMMO se conecta con la PC por medio de un cable de red para establecer comunicación entre ambos dispositivos.

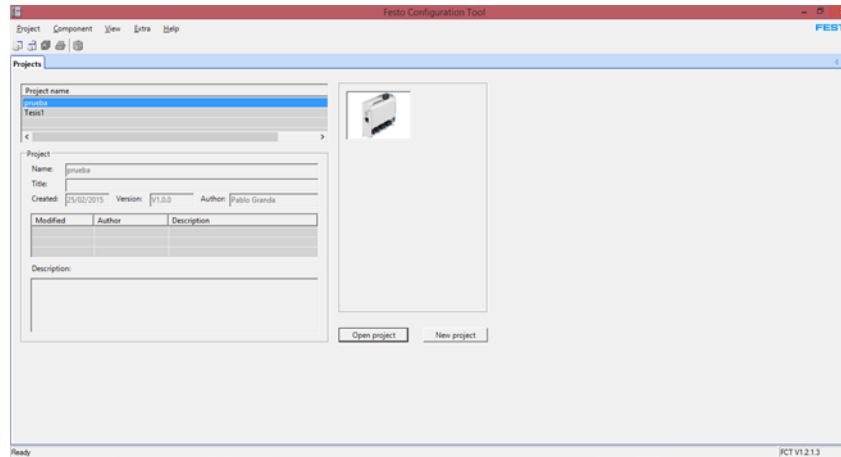
FIGURA III 61 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR.



FUENTE: http://www.festo.com/cms/nl-be_be/21502.htm

La programación del CMMO se realizó a través de Software debido a que brinda más posibilidades de programación respecto al sistema WEB.

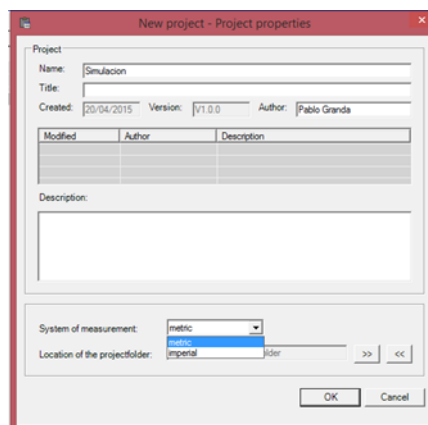
FIGURA III 62 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 1.



FUENTE: Fet Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Al abrir el programa *Festo Configuration Tool* (FCT) se mostrará una pantalla que nos da la opción de crear un nuevo proyecto o abrir un proyecto existente.

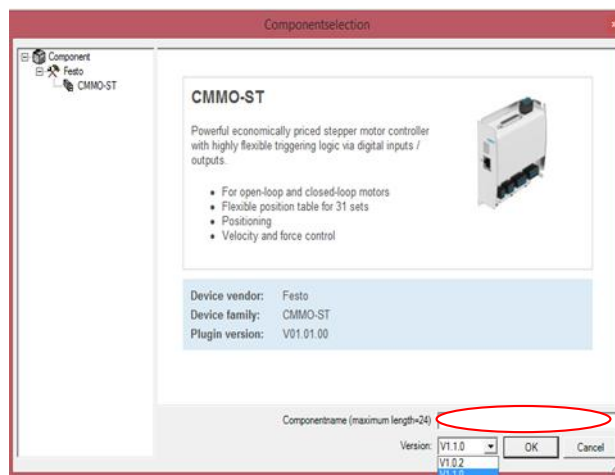
FIGURA III 63 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 2.



FUENTE: FCT Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Al elegir crear uno nuevo proyecto, se tiene que elegir un nombre para el proyecto y además debemos elegir qué sistema de medida queremos usar, sistema métrico o imperial.

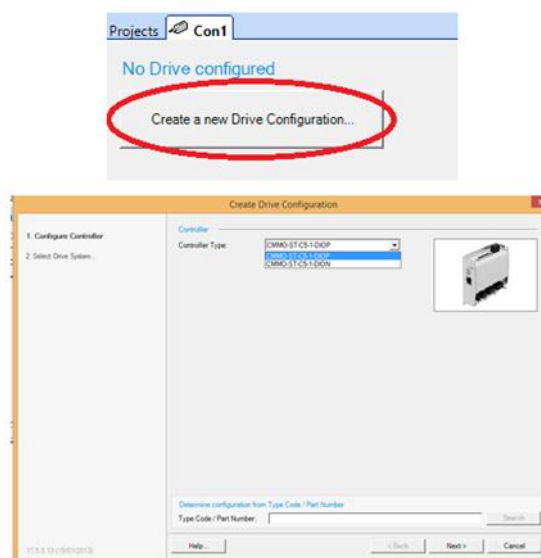
FIGURA III 64 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO3.



FUENTE: FCT Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

El siguiente paso es el de asignar un nombre al controlador y elegir la versión de software del mismo.

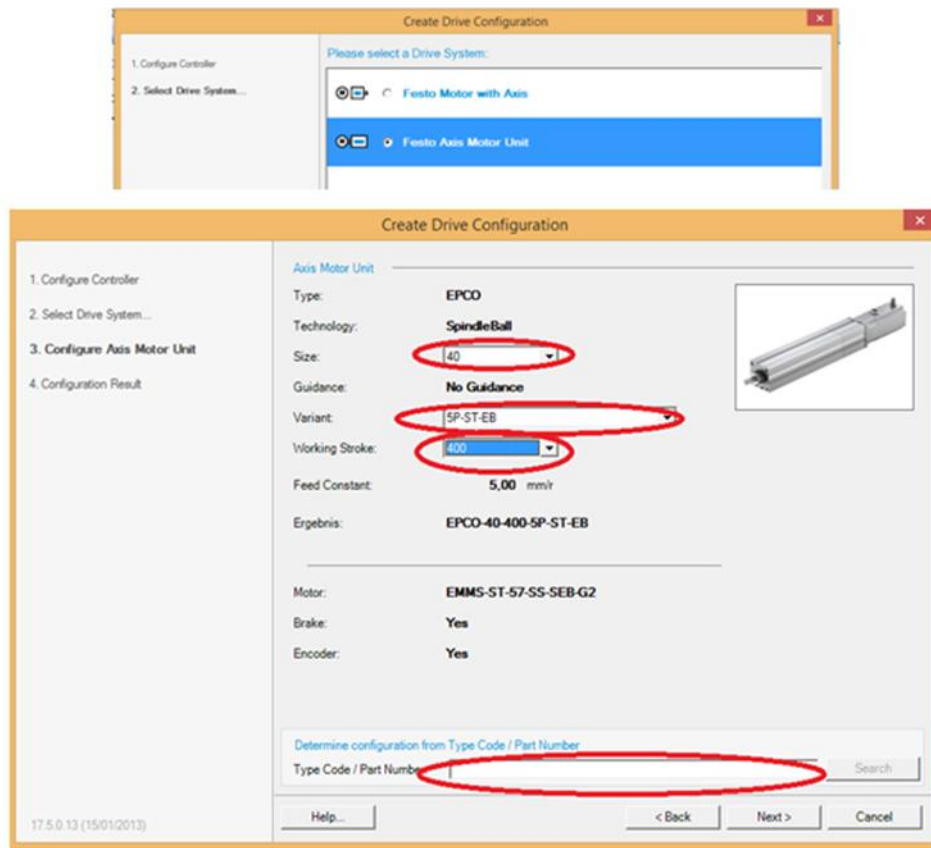
FIGURA III 65 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 4.



FUENTE: FCT Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Al hacer clic en el botón *create new drive configuration*, se muestra una ventana en la que se debe seleccionar el tipo de controlador a usar en este caso se utilizará el CMMO-ST-C5-1-DIOP.

FIGURA III 66 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 5.

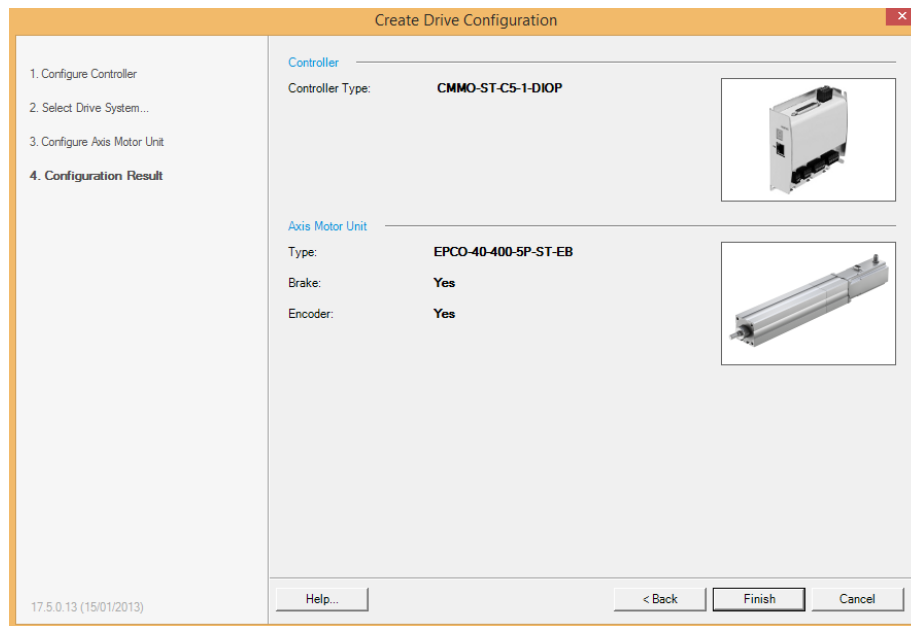


FUENTE: FCT Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

El próximo paso, es seleccionar el sistema a manejar, en este es el sistema **Festo Axis Motor Unit**, al hacer clic en siguiente se mostrará una pantalla de configuración del sistema a usar, se debe elegir el tamaño, la variante y la carrera de trabajo.

Si se conoce el código del sistema se lo puede buscar en el recuadro inferior de la pantalla y se configurará automáticamente.

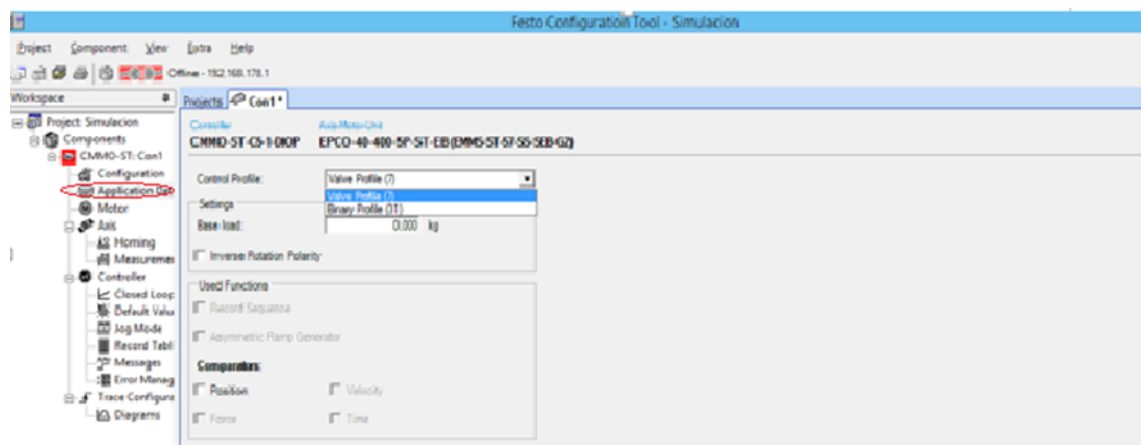
FIGURA III 67 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 6.



FUENTE: FCT Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Al terminar este proceso se mostrará una pantalla con el resumen de configuración, si esta es correcta se debe clicar en finalizar.

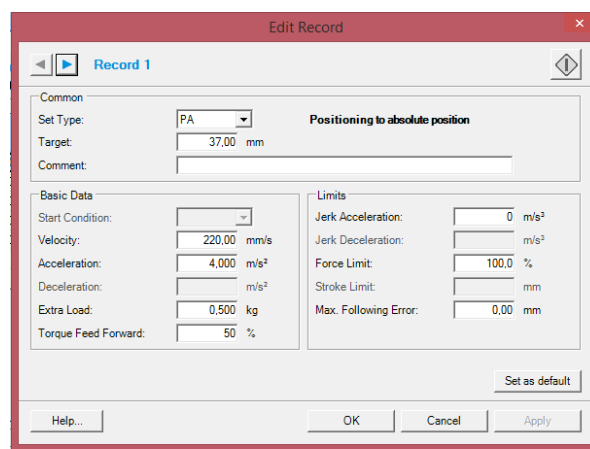
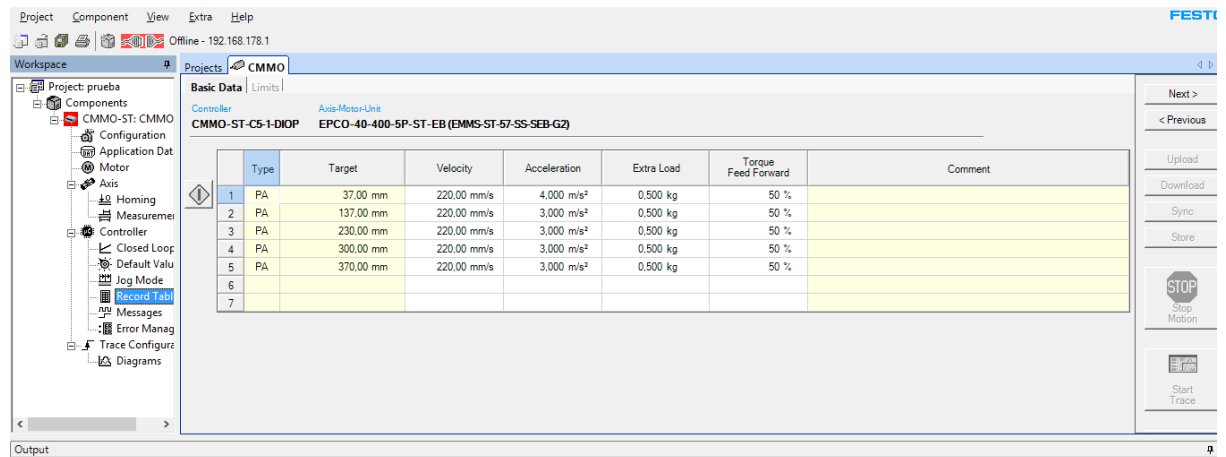
FIGURA III 68 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 7.



FUENTE: FCT Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

En el panel de datos de aplicación, debemos seleccionar un perfil de control, el mismo puede ser un perfil regulado (*valveprofile*), que nos permite siete movimientos, o un perfil binario (*binaryprofile*) que brinda la posibilidad de configurar 31 movimientos.

FIGURA III 69 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PASO 8.



FUENTE: FCT Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

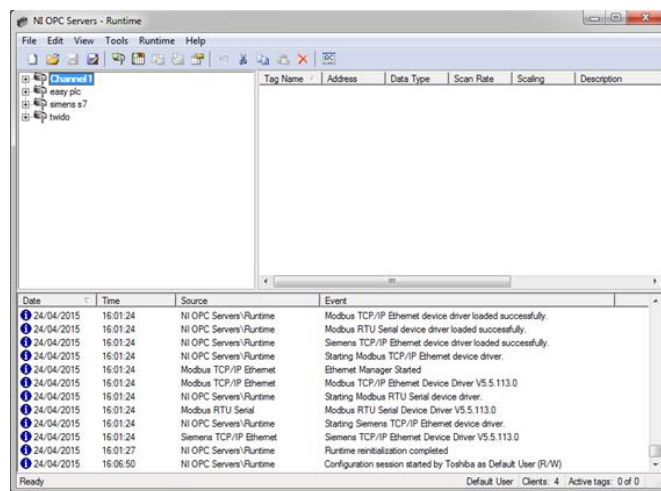
El siguiente paso a realizar es configurar la tabla de movimientos, en la cual se debe configurar la distancia a recorrer, la velocidad y aceleración, y la carga extra, esta configuración se debe hacer por cada movimiento a realizar.

3.8.3. DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL HMI.

Par el diseño y programación se han seguido los siguientes pasos de acuerdo al modo de programación realizado en LabView y OPC server.

Al abrir OPC server el primer paso a realizar es la selección de un canal de comunicación

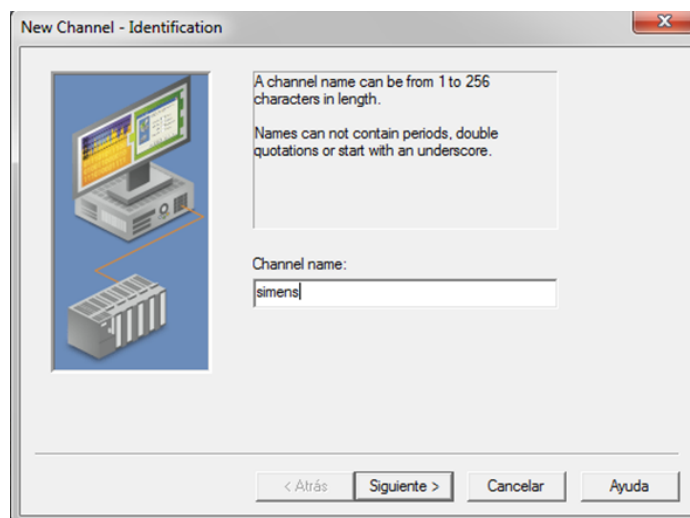
FIGURA III 70 SELECCIÓN DEL CANAL.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Se asigna un nombre al nuevo canal

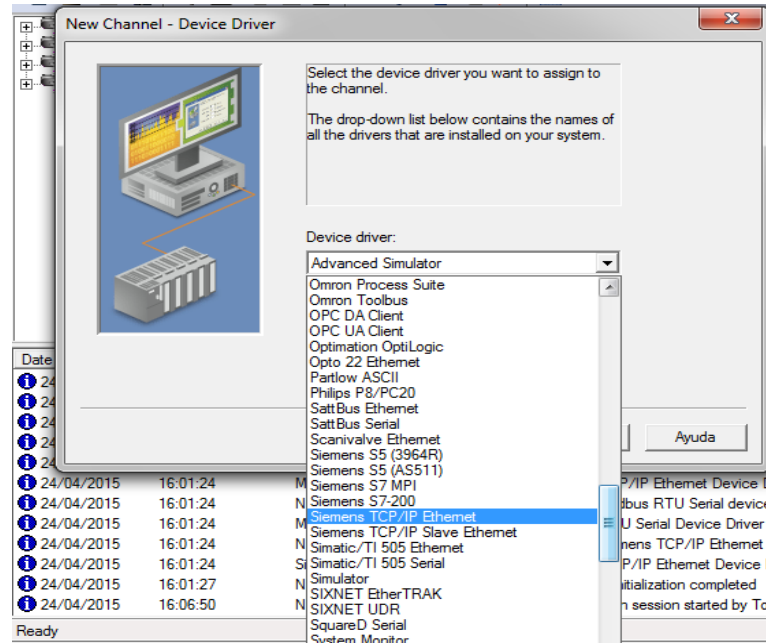
FIGURA III 71 NOMBRE DEL CANAL.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Se selecciona el protocolo de comunicación, en este caso Siemens TCP/IP Ethernet

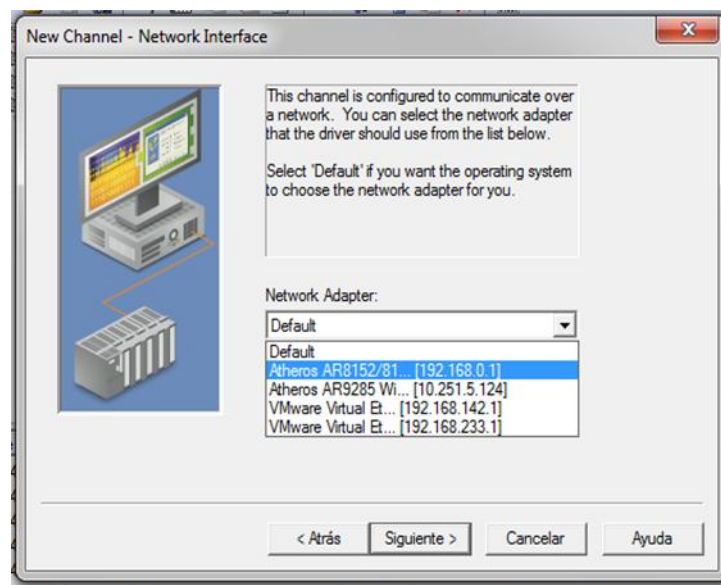
FIGURA III 72 SELECCIÓN DEL PROTOCOLO.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

El siguiente paso es seleccionar la tarjeta de red a usar en el proceso de comunicación

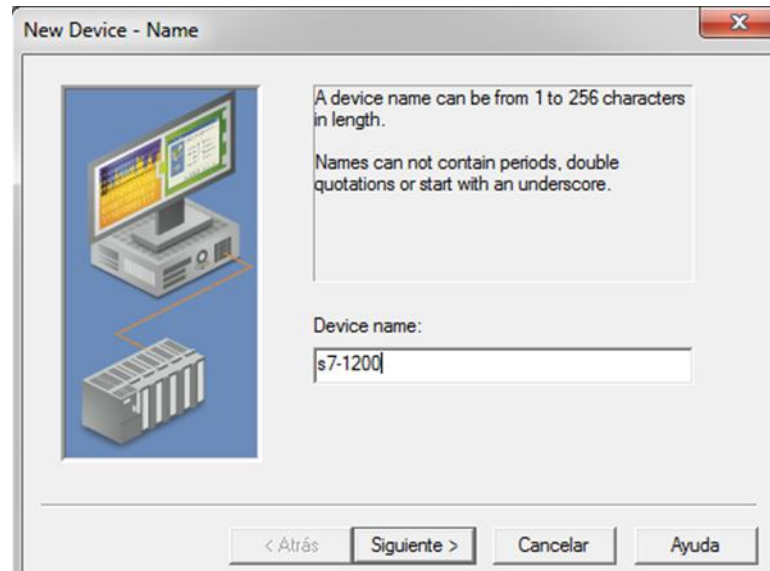
FIGURA III 73 TARJETA DE RED.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Se asigna un nombre al dispositivo con el que se realizará la comunicación

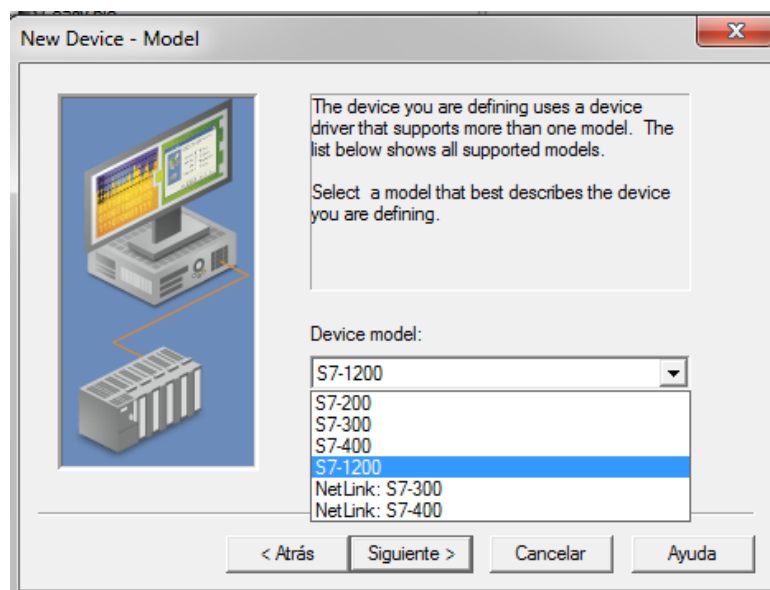
FIGURA III 74 TIPO DE PLC.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Se elige el modelo del PLC.

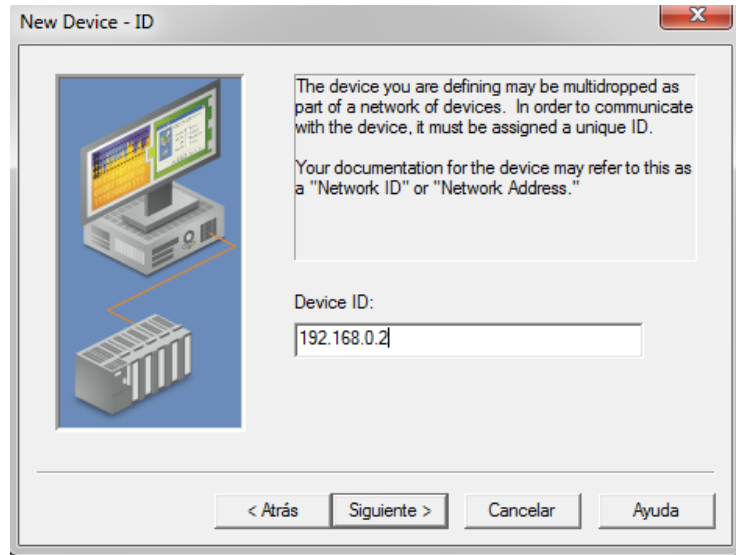
FIGURA III 75 MODELO DE PLC.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Se asigna la dirección IP para el proceso de comunicación, la dirección a utilizar es la del dispositivo con el cual se realizará la comunicación.

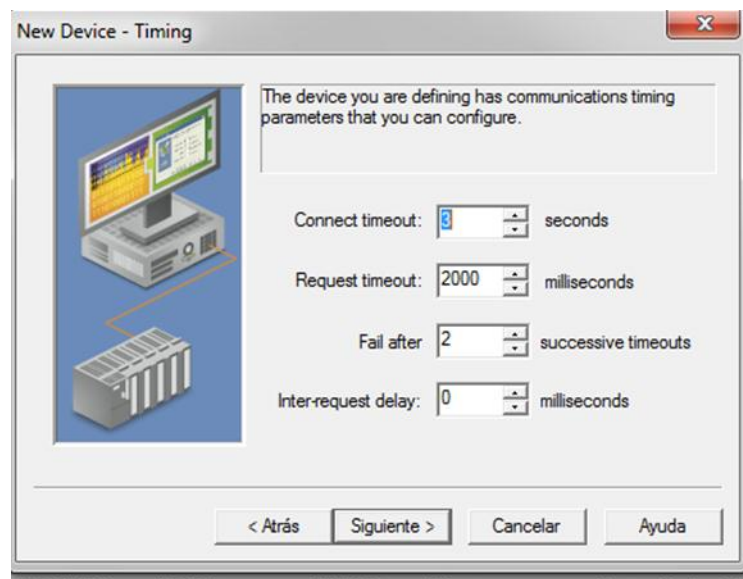
FIGURA III 76 DIRECCIÓN IP.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

El resto de la configuración se mantiene en la que brinda por defecto el programa.

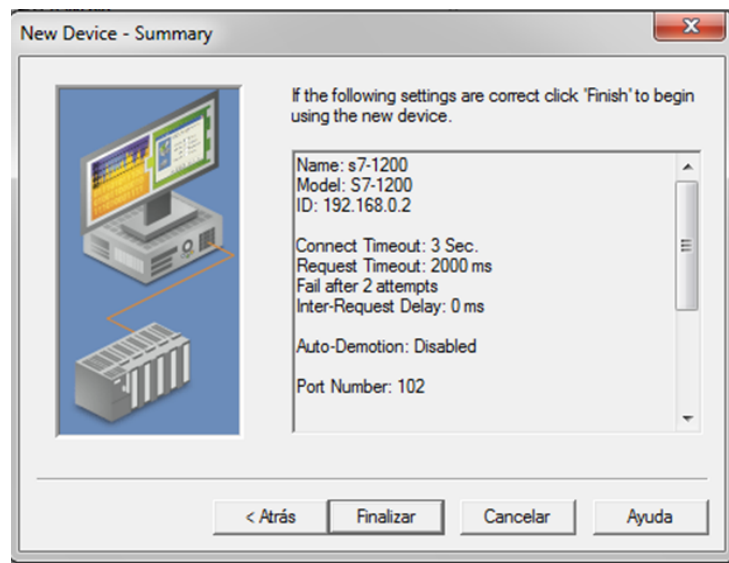
FIGURA III 77 PARÁMETROS.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Para finalizar se muestra una pantalla con el resumen de la configuración.

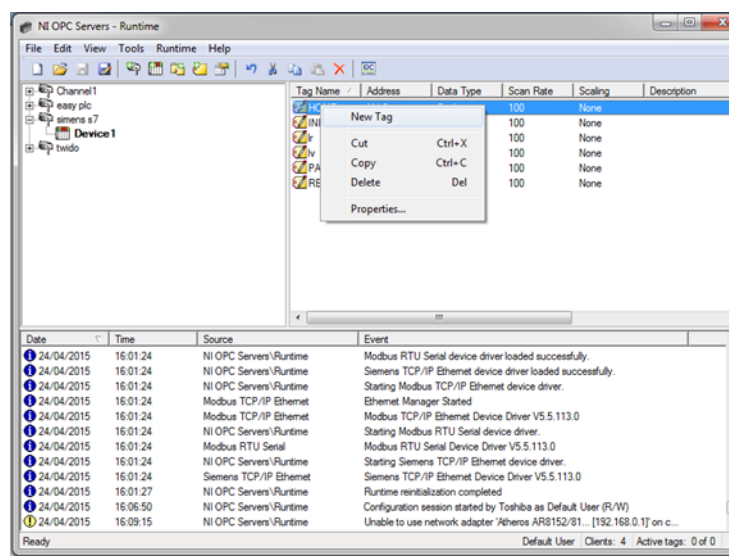
FIGURA III 78 RESUMEN CONFIGURACIÓN.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Una vez finalizada la configuración, se crea las etiquetas asignándoles una memoria que servirá para la comunicación entre el PLC y LabVIEW.

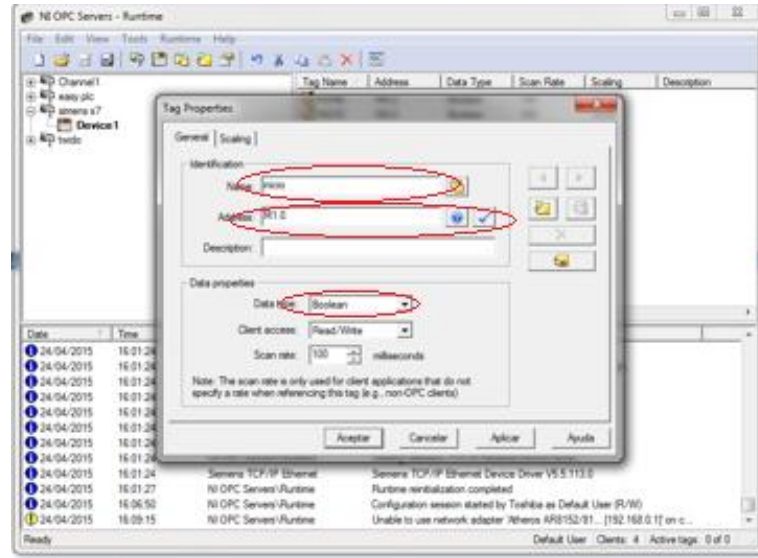
FIGURA III 79 ETIQUETAS.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Al crear la etiqueta se debe asignar un nombre, y una dirección, esta etiqueta debe mantener el formato de la dirección del PLC a la cual se quiere acceder.

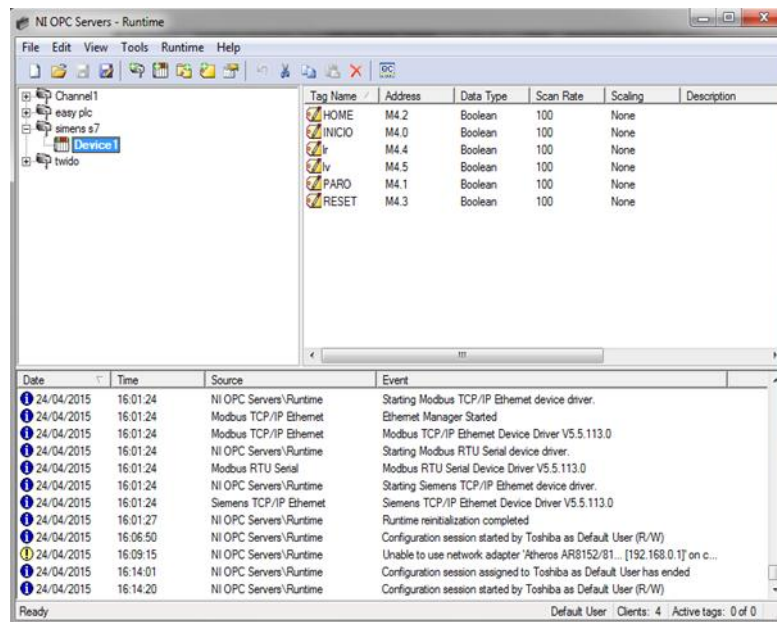
FIGURA III 80 CREACIÓN ETIQUETAS.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Visualización de las etiquetas creadas.

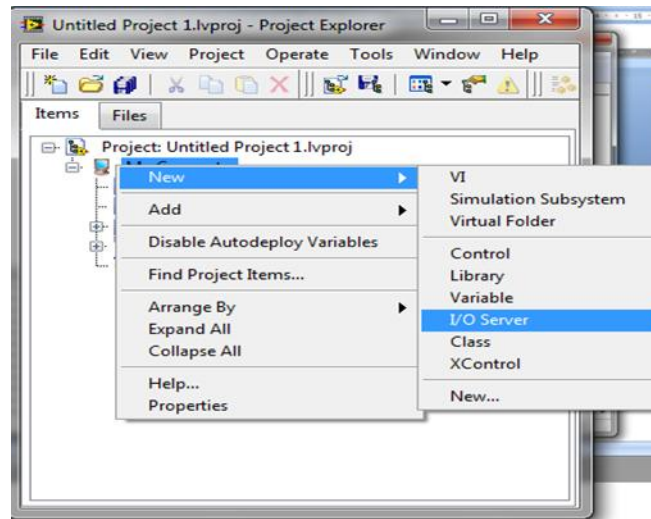
FIGURA III 81 ETIQUETAS CREADAS.



FUENTE: OPC SERVER Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Luego de crear las etiquetas en el OPC Server, se debe crear un servidor en la aplicación LabVIEW

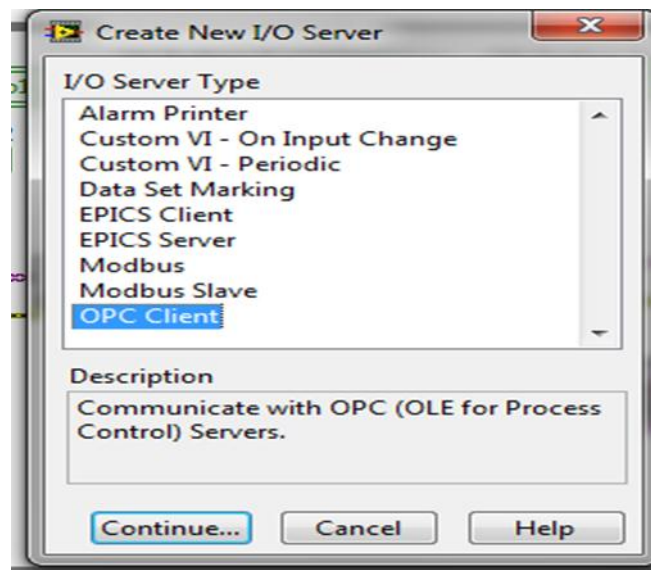
FIGURA III 82 CREANDO SERVIDOR DE APLICACIÓN.



FUENTE: LABVIEW Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Se selecciona el tipo de servidor, en este caso OPC Client.

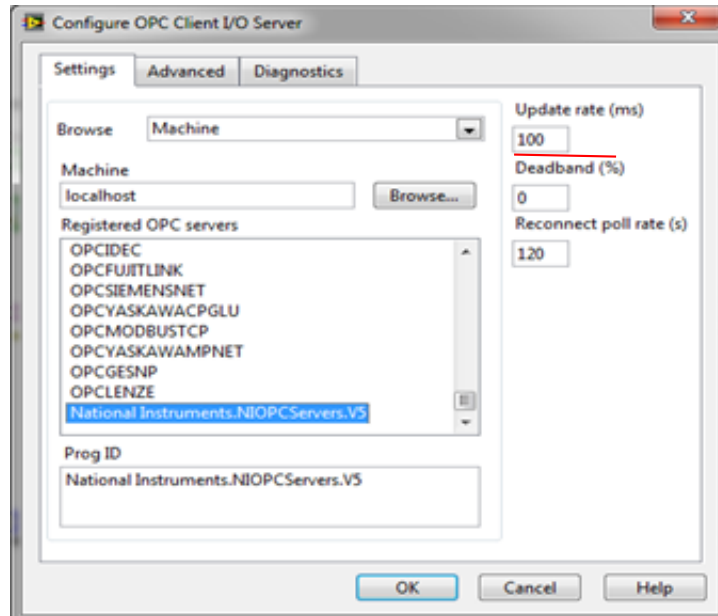
FIGURA III 83 OPC CLIENT.



FUENTE: LABVIEW Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda.

Entre las siguientes opciones que se muestran se selecciona, *National Instrumentes NIOPCServers.V5*, y la velocidad de actualización se modifica de 1000 a 100 milisegundos.

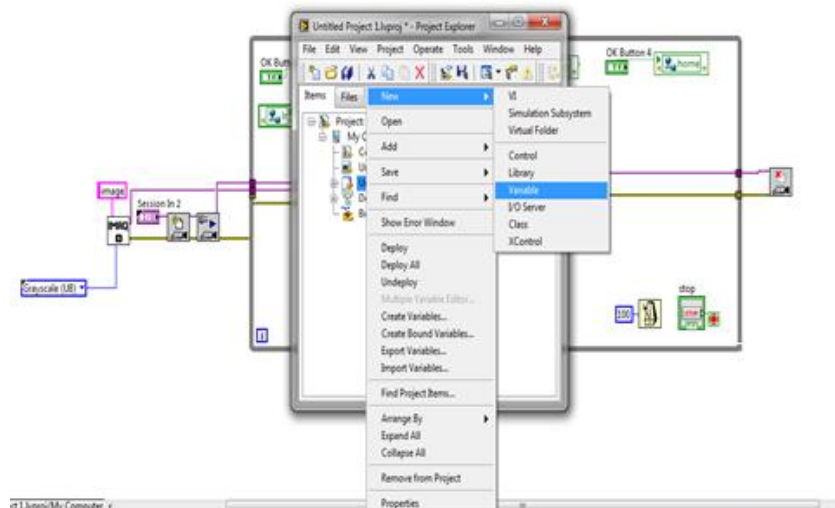
FIGURA III 84 CAMBIO DE ACTUALIZACIÓN.



FUENTE: LABVIEW Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

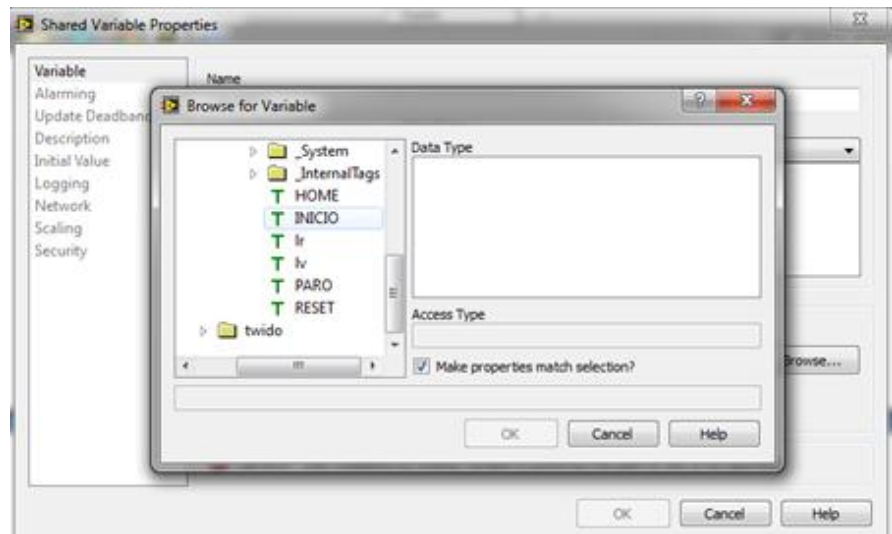
Se crean las variables a utilizar en la conexión entre las aplicaciones

FIGURA III 85 CREANDO VARIABLES.



FUENTE: LABVIEW Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

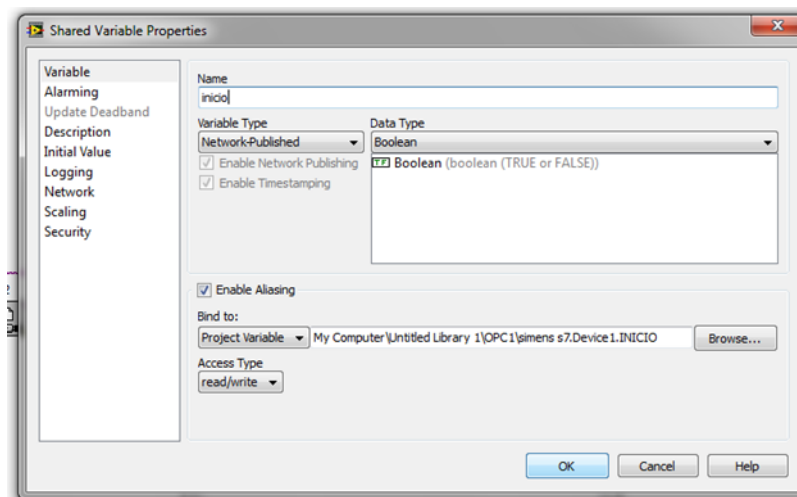
FIGURA III 86 BLOQUE DE VARIABLES.



FUENTE: LABVIEW Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Se selecciona el tipo de variable, se activa la casilla *enablealiasing* lo que permitirá buscar la ubicación de las variables

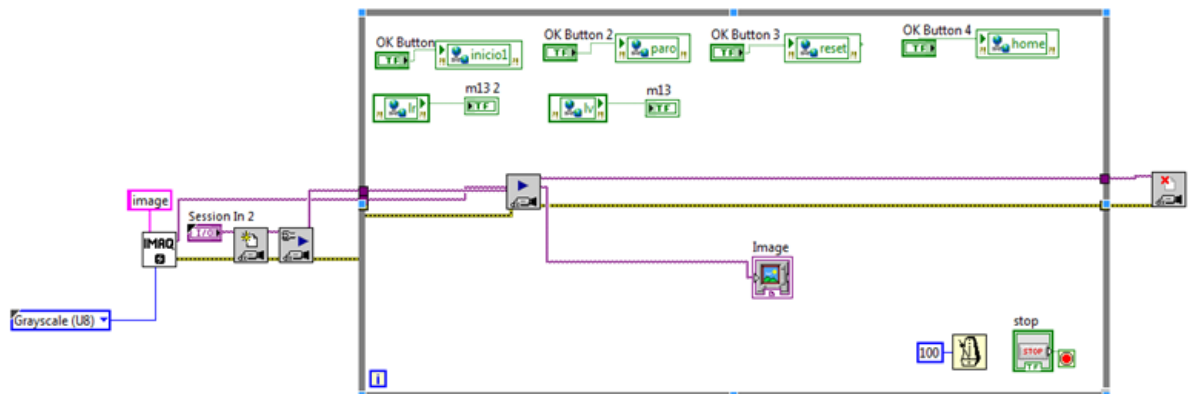
FIGURA III 87 TIPO DE VARIABLES.



FUENTE: LABVIEW Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Una vez finalizada la creación de las variables necesarias para la conexión se podrá arrastrar a estas dentro del VI de LabView para su uso tanto en forma de lectura como escritura de datos.

FIGURA III 88 BLOQUES ENLAZADOS.



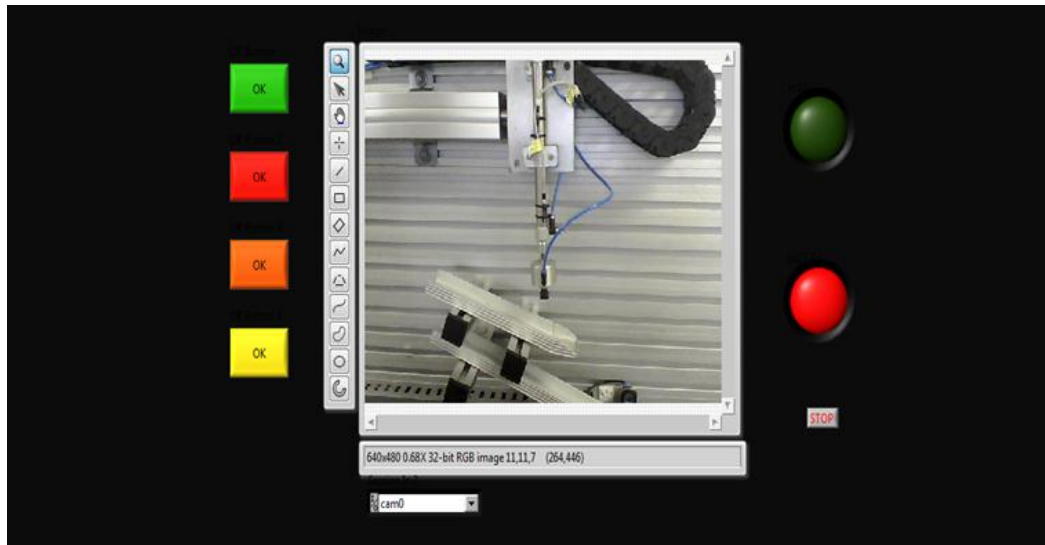
FUENTE: LABVIEW Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

Se crean los botones necesarios para el control del sistema, inicio, paro, reset y homming, cada uno de estos botones se enlaza con su respectiva variable para así cumplir con la tarea establecida y poder comunicarse adecuadamente con el PLC, al igual que el sistema de control manual es necesario el uso de luces indicadoras por lo cual se crean las mismas y se las vincula con la memoria asignada en el PLC.

Con el bloque IMAQdx se realiza inicio de sesión de cámara, medio que permitirá captura en video del sistema de ensamblaje y selección de manómetros en ejecución, para así realizar el monitoreo del sistema.

El HMI está diseñado para poder controlar en tiempo real el proceso de ensamblaje y selección de manómetros, al igual que el panel de control manual cuenta con un botón de inicio, paro, reset y homming, su monitoreo se realiza a través de una cámara web que muestra en tiempo real el desarrollo del proceso.

FIGURA III 89 PANTALLA PRINCIPAL.



FUENTE: LABVIEW Editada Por Juan Balarezo, Pablo Granda

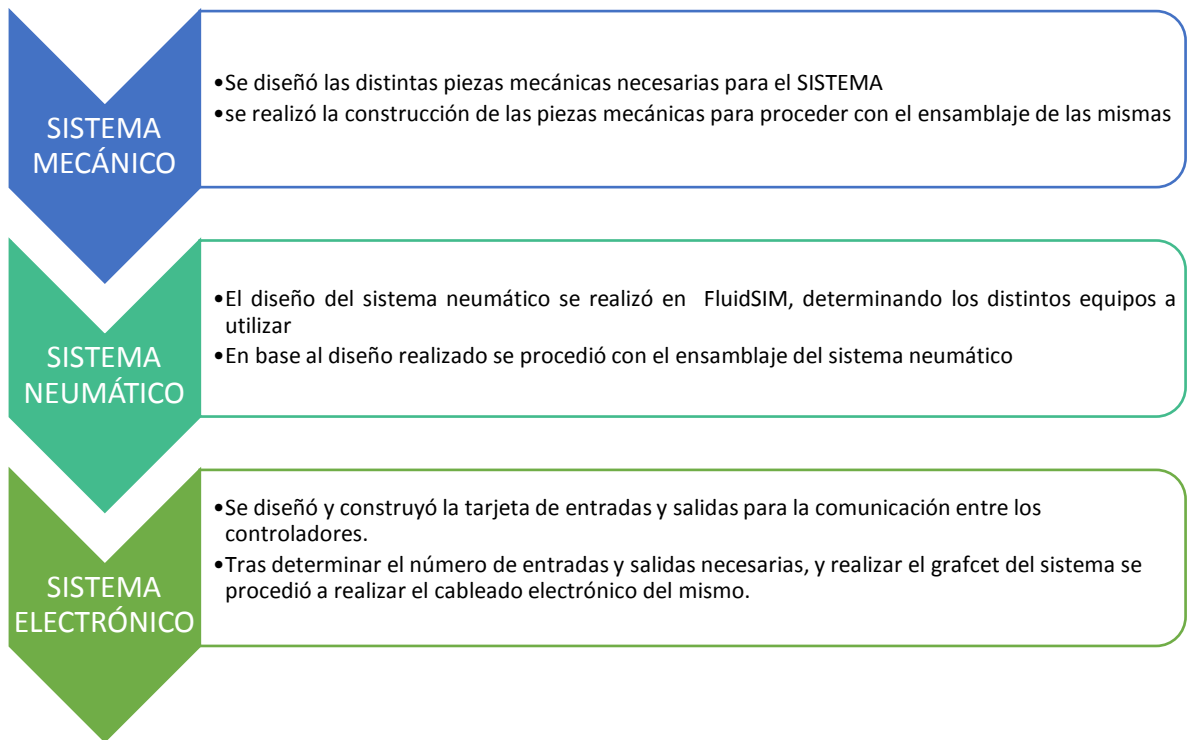
3.9. ENSAMBLAJE FINAL DEL SISTEMA.

En base a los diseños y elaboración de cada una de las piezas necesarias para la construcción del sistema de ensamblaje y selección de manómetros, se procedió con el montaje del sistema.

El montaje mecánico se realizó inicialmente, ubicando cada uno de los elementos mecánicos del sistema en su lugar asignado, al finalizar y comprobar el correcto montaje de las piezas mecánicas.

Se procedió a montar el sistema neumático en base al diseño realizado en FluidSIM, posteriormente se realizó el cableado del sistema electrónico para así finalizar el ensamblaje del sistema y poder poner en marcha al mismo.

FIGURA III 90 ENSAMBLAJE DEL SISTEMA.



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

3.10. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENSAMBLAJE.

3.10.1. PRUEBAS MECÁNICAS.

Las pruebas mecánicas consistieron en comprobar el ajuste adecuado de todas las piezas que conforman el ensamblaje, debido al movimiento que se produce en el sistema estas piezas se pueden des-calibrar y producir un error en el proceso de ensamblaje y selección, por tal motivo es necesario realizar el ajuste correcto de cada pieza.

FIGURA III 91 PIEZAS DE DESLIZAMIENTO.



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda.

Los correctivos se los realizo mediante el ajuste de estas piezas, pues el sistema en movimiento crea una mínima vibración que des-calibra la posición de las mismas.

Otro problema que se presento fue al inicio del ensamblaje, la posición del cilindro neumático no permitía el correcto ensamblaje de los manómetros, el cilindro se encontraba desviado en un pequeño ángulo que no permitía su correcto posicionamiento, se realizó la calibración de este a un nivel de 0° para que realice el proceso de ensamblaje adecuadamente.

FIGURA III 92 CILINDRO NEUMÁTICO.



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda.

3.10.2. PRUEBAS ELÉCTRICAS.

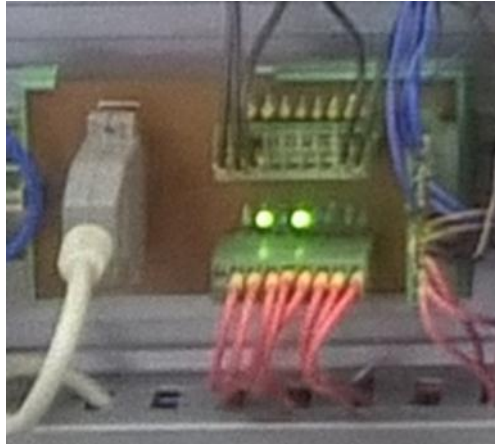
Se midió los voltajes de entrada y salida de cada uno de los componentes eléctricos, comprobando que sean los adecuados, además se comprobó continuidad en cada una de las conexiones para así evitar problemas en el circuito eléctrico. La alimentación es suministrada por una fuente de corriente continua de 5 A, 24 V, con las medidas realizadas se comprobó que la presencia de voltaje era estable en cada uno de los componentes.

FIGURA IV 93 FUENTES DE 24V 5A.



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

FIGURA III 94 BORNERAS DE COMUNICACIÓN.

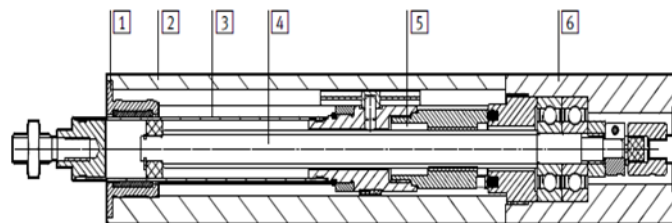


FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda.

3.10.3. PRUEBAS DEL CILINDRO ELÉCTRICO EPCO:

Como se lo explico anterior mente el cilindro EPCO está constituido por un motor paso a paso y un encoder que mediante las señales externas de un controlador convierte el movimiento rotativo del motor paso a paso en lineal transmitiéndolo así al actuador lineal y permitiendo el posicionamiento correcto del vástago en las posiciones establecidas.

FIGURA III 95 FOTO CILINDRO Y SUS PARTES.



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda.

TABLA III. V.. PARTES DEL EPCO.

1	CULATA ANTERIOR	ALEACIÓN DE ALUMINIO
2	CAMISA DEL CILINDRO	ALEACIÓN DE ALUMINIO
3	VÁSTAGO	ACERO INOXIDABLE DE ALEACIÓN FINA
4	HUSILLO	ACERO
5	TUERCA DEL HUSILLO	ACERO
6	CULATA DE ACCIONAMIENTO	ALEACIÓN DE ALUMINIO

FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda.

Se realizaron pruebas aplicando distintas velocidades en el actuador lineal, para poder determinar la eficiencia de ensamblaje del sistema.

TABLA III. VI. PRUEBA 1.

Prueba 1 (230mm/s)		
Manómetros	Ensamblados	No ensamblados
10	7	3
10	8	2
10	6	4
10	9	1
10	7	3
10	8	2
10	8	2
10	9	1
10	6	4
10	6	4
	74%	26%

FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

TABLA III. VII. PRUEBA 2.

Prueba 2 (225mm/s)		
Manómetros	Ensamblados	No ensamblados
10	8	2
10	8	2
10	9	1
10	9	1
10	7	3
10	8	2
10	8	2
10	9	1
10	8	2
10	9	1
	83%	17%

FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

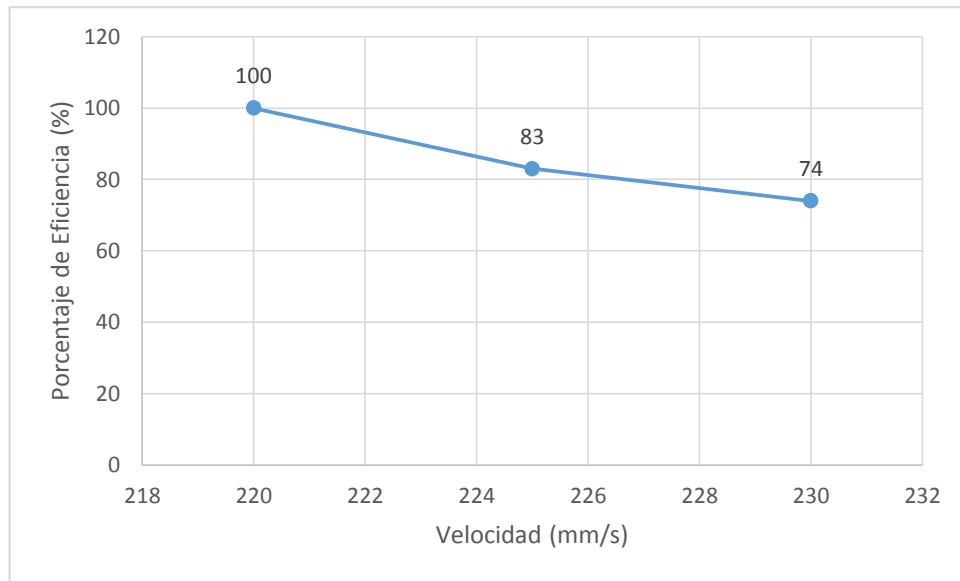
TABLA III. VIII. PRUEBA 3.

Prueba 3 (220mm/s)		
Manómetros	Ensamblados	No ensamblados
10	10	0
10	10	0
10	10	0
10	10	0
10	10	0
10	10	0
10	10	0
10	10	0
10	10	0
10	10	0
	100%	0%

FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

TABLA III. IX. RESULTADO DE PRUEBAS DE ENSAMBLAJE.

	Velocidad (230mm/s)	Velocidad (225mm/s)	Velocidad (220mm/s)
% De manómetros ensamblados	74%	83%	100 %



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda

El cilindro EPCO tiene una velocidad máxima de 231,38 mm/s, se procedió a realizar las primeras pruebas con una velocidad de 230 mm/s que ensamblaba un porcentaje de manómetros del 74%, siendo un rango bajo dentro de los parámetros de error permitido, se procedió a disminuir la velocidad determinando para la segunda prueba la velocidad de 225 mm/s, con esta velocidad se obtuvo mejoras en el ensamblaje con un porcentaje de 83% de aciertos, que se mantiene bajo el límite permitido de error, para la tercera prueba se usó una velocidad de 220 mm/s, al finalizar el proceso de esta prueba se obtuvo un 100% de manómetros ensamblados el cual es un resultado óptimo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ENSAMBLAJE.

Las pruebas que se realizaron en el sistema de ensamblaje fueron con la finalidad de comprobar la precisión y optimización de los tiempos en el proceso de ensamblaje de manómetros, como es de conocimiento el laboratorio dispone de 30 manómetros didácticos, de tal manera que esta cantidad permitirá comprobar la hipótesis planteada.

En base a las pruebas realizadas por el sistema de ensamblaje PICK and PLACE, se procedió a comparar los resultados obtenidos por esta estación con los resultados logrados por el Sistema De Ensamblaje Y Selección De Manómetros.

Se realizó un total de 30 pruebas, la razón por la que se decidió hacer este número de pruebas es debido a que esta es la cantidad de pruebas realizadas por el sistema PICK and PLACE sistema a comparar con el Sistema De Ensamblaje Y Selección De Manómetros, de esta forma se obtendrán los resultados de manera equitativa.

5.2. TABULACIÓN DE DATOS

Los datos que se han obtenido en el sistema de ensamblaje que utiliza motor paso a paso permitirán probar si con esta implementación se optimizan los tiempos en el ensamblaje de manómetros, con respecto a la estación denominada PICK AND PLACE la cual realiza el mismo proceso, con la diferencia que esta máquina no clasifica manómetros.

La evaluación se realizó con una cantidad de 30 manómetros tomados del laboratorio de la Escuela de Electrónica y Control. Debido a la naturaleza de la hipótesis de tipo cuantitativo se realizó el ensamblaje a cada uno de los manómetros disponibles en el laboratorio, se obtuvo un valor promedio obteniendo los siguientes resultados.

TABLA V. X. MUESTRA DE TIEMPOS.

MANÓMETROS PLATEADOS		MANÓMETROS NEGROS		MANÓMETROS ROJOS	
Nº PRUEBA	TIEMPO (s)	Nº PRUEBA	TIEMPO(s)	Nº PRUEBA	TIEMPO(s)
1	7	1	5,9	1	4,9
2	7,2	2	6,2	2	5,1
3	7,2	3	6	3	5,2
4	7,1	4	6,1	4	5,2
5	7,3	5	5,9	5	4,9
6	7	6	6,1	6	5
7	7	7	6	7	5,2
8	7,2	8	5,9	8	5,1
9	7,3	9	6,1	9	4,9
10	7,3	10	6,2	10	5,1
PROMEDIO	7,16	PROMEDIO	6,04	PROMEDIO	5,06
PROMEDIO TOTAL					6,09 (s)

FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda.

Luego de haber determinado la velocidad adecuada para el proceso de ensamblaje y selección se procedió a realizar las pruebas correspondientes para determinar el tiempo promedio de ensamblaje, obteniendo como resultado un tiempo promedio de 6,09 segundos al finalizar las 30 pruebas planificadas.

TABLA V. XI. MUESTRA DE TIEMPOS PICK AND PLACE.

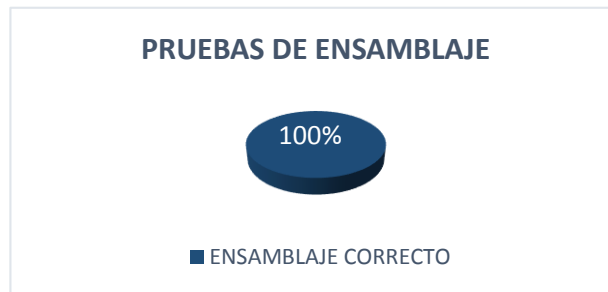
TERCERA PRUEBA	
Nº PRUEBA	TIEMPO(s)
1	9.8
2	9.8
3	9.8
4	9.8
5	9.7
6	9.7
7	9.9
8	9.8
9	9.7
10	9.9
PROMEDIO	9.79(s)

FUENTE: Luis Jaramillo, Pablo Moposita.

Tras las pruebas realizadas en el sistema de ensamblaje PICK and PLACE se arroja como resultado un tiempo promedio de 9,79 segundos, siendo su mejor resultado en el proceso de ensamblaje, en contraste a los 6,09 segundos empleados por el sistema de ensamblaje y selección realizado mediante actuador eléctrico lineal accionado por un motor paso a paso (EPCO)

TABLA V. XII. PRUEBA DE ENSAMBLAJE.

PRIMERA PRUEBA		SEGUNDA PRUEBA		TERCERA PRUEBA	
Nº PRUEBA	CORRECTO	Nº PRUEBA	CORRECTO	Nº PRUEBA	CORRECTO
1	SI	1	SI	1	SI
2	SI	2	SI	2	SI
3	SI	3	SI	3	SI
4	SI	4	SI	4	SI
5	SI	5	SI	5	SI
6	SI	6	SI	6	SI
7	SI	7	SI	7	SI
8	SI	8	SI	8	SI
9	SI	9	SI	9	SI
10	SI	10	SI	10	SI



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda.

Las pruebas se realizaron para determinar tanto el tiempo del proceso como el correcto ensamblaje de los manómetros, al finalizar las mismas se obtuvo un resultado de 100% de manómetros ensamblados correctamente con una calidad adecuada.

TABLA V. XIII. PRUEBA DE ENSAMBLAJE PICK AND PLACE.

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

■ ensambladas correctamente
■ no ensambladas correctamente

TOTAL CON ERROR 2

FUENTE: Luis Jaramillo, Pablo Moposita.

Los resultados conseguidos en el ensamblaje de manómetros por el sistema PICK and PLACE muestran que cumple con el 100% de ensamblajes sin embargo un 2,7% no se ensamblan con la calidad adecuada.

El proceso de ensamblaje se cumple correctamente en ambos sistemas, con la diferencia de que el producto elaborado se obtiene en distintos tiempos en cada estación de trabajo.

5.3. MÉTODO DE COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

El método de comprobación de Hipótesis que ha sido planteado mediante la estadística descriptiva, la cual presenta datos codificados en una escala nominal, estos datos se agrupan en distribuciones de frecuencia y se expresan gráfica y numéricamente.

5.4. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

La hipótesis es una aseveración o afirmación acerca de una propiedad de una población o una variable cualitativa o cuantitativa: La hipótesis planteada en esta tesis es la siguiente:

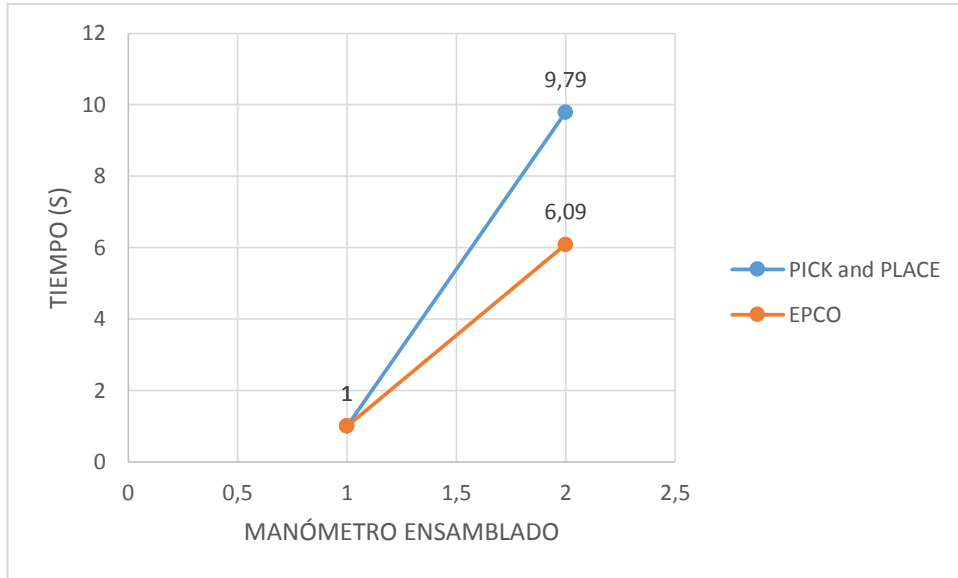
HIPÓTESIS:

CON EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ESTE PROYECTO, SE OPTIMIZARÁ LOS TIEMPOS EN EL SISTEMA DE ENSAMBLAJE DE MANÓMETROS.

Luego de analizar los datos obtenidos en cada una de las pruebas y comparar los mismos con los resultados alcanzados por el sistema PICK and PLACE, se comprueba que el uso del cilindro EPCO en el sistema de ensamblaje de manómetros optimiza el tiempo de consecución del proceso, manteniendo la calidad y el correcto ensamblaje del producto elaborado.

TABLA V XIV TIEMPO DE ENSAMBLAJE

MANÓMETRO ENSAMBLADO	TIEMPO PROMEDIO	SISTEMA DE ENSAMBLAJE
1	9,79	PICK and PLACE
1	6,09	EPCO



FUENTE: Juan Balarezo, Pablo Granda.

En cuanto a la optimización del tiempo de ensamblaje se calculó y se demostró que nuestro sistema disminuyó el tiempo de ensamblaje en 3.7 segundos con respecto a la estación PICK AND PLACE manteniendo la calidad del producto elaborado, lo cual derivaría en un mayor número de manómetros ensamblados en una jornada laboral, de esta forma se demuestra que la hipótesis planteada es verdadera, El sistema de ensamblaje utilizando motor paso a paso mejoró el proceso de ensamblaje disminuyendo el tiempo de producción, además ofrece la ventaja de seleccionar el producto elaborado y almacenarlo a base de los distintos acabados.

De esta manera se comprueba que la aseveración estadística planteada en esta tesis es congruente con la hipótesis planteada y los objetivos trazados.

CONCLUSIONES

- El uso de motores paso a paso aporta gran rapidez y precisión en el proceso de ensamblaje y selección de manómetros.
- Tras realizar varias pruebas en el sistema se determinó la velocidad adecuada para el proceso de ensamblaje
- Al tratarse de un sistema de precisión, el encoder ayuda de manera efectiva al posicionamiento correcto del actuador eléctrico involucrado en el proceso de ensamblaje y selección de manómetros.
- El uso de posiciones absolutas en el proceso de programación, facilita la correcta ubicación del vástago del actuador eléctrico entre las diferentes posiciones establecidas para el correcto ensamblaje y posicionamiento del producto elaborado.
- La puesta a punto del sistema de ensamblaje y selección, se hizo por medio de diversas pruebas experimentales, se llegó a obtener una eficiencia del 99% de confiabilidad, que resulta aceptable a lo largo del proceso.
- Después de realizar el diseño del sistema, la selección de dispositivos y accesorios involucro a materiales existentes en el mercado nacional.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los dispositivos seleccionados, antes de empezar el proceso de construcción.
- Es importante tanto al iniciar como terminar el uso de la estación de ensamblaje y selección, realizar el proceso de homing del actuador lineal para tener una posición de referencia y así evitar errores durante el proceso de ensamblaje.
- Si se presenta un error en el controlador del actuador lineal, y luego de realizar el proceso de reset el error permanece, se debe desconectar la alimentación del mismo de esta manera se soluciona el error presentado.
- Se recomienda trabajar con una presión de aire de 6 Bares, que es considerada ideal en este tipo de sistemas.
- Se recomienda realizar mantenimiento periódico del placa electrónica para así mantener la correcta comunicación entre el PLC y el CMMO-ST
- Es apropiado realizar el proceso de homing luego de solucionar cualquier error para así asegurar el correcto funcionamiento del sistema y evitar la presencia de futuros errores

RESUMEN

Se realizó el diseño y construcción de un sistema de control utilizando motores paso a paso aplicable a sistemas de ensamblaje y selección de manómetros realizado en la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El sistema de control está diseñado, de manera que, realiza la tarea de ensamblar manómetros uniendo las tapas con las bases de los mismos obteniendo como resultado un producto elaborado final, posterior al ensamblaje realiza la selección de los manómetros, los cuales serán dispuestos en lugares de almacenamiento de acuerdo al color y tipo de material con el que están elaborados

Para determinar la eficiencia del sistema de ensamblaje y selección, se hizo uso del método experimental mediante diversas pruebas que consisten en el aumento gradual de la velocidad del motor paso a paso para disminuir el tiempo de ensamblaje, y el método inductivo para determinar el dimensionamiento y selección de los componentes a partir del diseño en el software FluidSIM, se hizo uso de técnicas como Grafcet para el desarrollo del programa en el Controlador Lógico Programable (PLC).

El sistema consta de un actuador lineal eléctrico el cual cambia el movimiento rotativo de un motor paso a paso en desplazamiento lineal y tiene 400mm de carrera o recorrido el cual funciona con una alimentación de 24 voltios de corriente continua, un cilindro neumático de 100 mm de carrera ubicado en el final del vástago del actuador lineal eléctrico, un mecanismo de succión (ventosa neumática) ubicado en el vástago del cilindro neumático encargado de tomar las tapas de los manómetros y unirlos con las bases de los mismos, finalizando así el ensamblaje, además está conformado por sensores los mismos que emiten señales eléctricas al controlador lógico programable (PLC), el cual descifra estas señales y a su vez ordena al controlador del actuador lineal realizar el movimiento que permita ubicarse en el espacio dispuesto para el almacenamiento de los manómetros ya sea por color o material, una vez depositado cada manómetro en su respectivo lugar reinicia el proceso, el sistema cuenta con un tablero de control mediante el cual se da inicio, detención y reinicio del proceso, paralelamente consta de un Interface Humano Máquina (HMI) desarrollado en LABview que permite realizar las mismas acciones que el tablero de control físico.

El sistema de Ensamblaje y selección de manómetros nos permite realizar este proceso con un 100% de eficiencia determinado por las pruebas realizadas.

Concluimos que el actuador lineal brinda gran precisión y velocidad al realizar los movimientos por lo cual este dispositivo puede ser empleado en procesos críticos.

Se recomienda disponer de elementos de protección eléctrica debido a que los elementos son sensibles a cambios bruscos de corriente y a su alto costo.

Palabras Clave: <Grafcet> <Actuador Lineal> <Cilindro Neumático> <Manómetros> <Ensamblaje> <HMI> <PLC> <Vástago> <Controlador>

ABSTRACT

Analysis and construction of a control system was carried out using step by step applicable to assembly systems and selection of engine gauges at School of Electronic Engineering in Industrial Control Networks Polytechnic School of Chimborazo.

The control system is designed to assemble gauges joining the tops with the bases thereof, resulting in a subsequent final processed product, the assembly selection gauges which will be stored according to color (red, black) is performed and one type of material (aluminium, plastic) with which they are made.

The experimental method was used by various tests consisting of gradual increase in speed step to reduce engine assembly time, and the inductive method to determine sizing and selection, to determine the efficiency of the assembly and selection, components from de FluidSIM software design, the graphic technique for program development in the Programmable Logic Control (PLC) was used.

The system consists of an electric linear actuator which changes the rotary motion of a stepper in linear displacement and has 400mm of race or tour, this engine with a supply voltage of 24 volts DC, a pneumatic cylinder 100 mm race located at the end of the electric linear actuator rod, a suction device (pneumatic suction) on the rod of the pneumatic cylinder responsible for making caps gauges and unite with the bases thereof, this completing the assembly, as well consists of sensors the same emitting electrical signals to the programmable logic controller (PLC), which decodes these signals and instructs the controller linear actuator movement allowing placed in the space provided for storing gauges selected by color or material at the end of the deposit of each gauge in their respective places the process is restarted, the system has a control panel through which gives, start, stop and restart process parallel consists of a Human Machine Interface (HMI) developed LabVIEW software that can perform the same actions as the physical control panel.

Assembly system and selection of gauges allows us to make this process with 99% efficiency determined by the tests carried out.

It is concluded that the linear actuator provides high accuracy and speed when performing movements so this device can be used in industrial processes that require these qualities.

Based on the research we recommend the computer user have adequate electrical protection elements, to prevent equipment damage.

Keywords: METHOD SFC, LINEAR ACTUATOR, PNEUMATIC CYLINDER MANOMETERS, ASSEMBLY, PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER, STEM, DRIVER, SOFTWARE FLUIDSIM

BIBLIOGRAFÍA

1. CREUS, A., Neumatica e Hidráulica., 2ª. ed., Cataluña, España., Marcombo, S.A., 2007., Pp 9.

2. BAQUEDANO, J., Apuntes de Neumática Básica, I.E.S. “Francisco Tomas Valiente” ., Fuenmayor, España., 2012., Pp 15-22

<http://es.slideshare.net/JabatoBravo/1-apuntesdeneumatica>

3. JARAMILLO, L; MOPOSITA, P., Diseño Y Construcción De Una Estación Pick And Place Con Scada, Para Uso Didáctico En La FIE, Tesis., Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales., Facultad de Informática y Electrónica., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba, Ecuador., 2014., Pp 117-119.

4. MALDONADO, G., Automatización de un ascensor para discapacitados del mirador del Parque Guayaquil (Parque infantil) de la ciudad de Riobamba., Tesis, Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales., Facultad de Informática y Electrónica., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba, Ecuador., 2014., Pp 67-69, 73.

5. CILINDROS.

<http://www.infoplcn.net/noticias/item/100976-cilindro-normalizado-dsbc-con-nuevatecnolog%C3%ADa-de-amortiguaci%C3%B3n-pps>
2015-01-10

<http://www.monografias.com/trabajos51/equipos-neumaticos/equipos-neumaticos2.shtml>
2015-01-10

http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/182891/PSI_175_1_EPCO_es.pdf

2015-01-11

6. COMUNICACIÓN INDUSTRIAL.

<http://www.westmexico.com.mx/pfd/dynapar/catalogos/4.-Manual%20de%20Aplicacion%20de%20Encoders.pdf>

2015-01-15

http://www.infoplcn.net/files/documentacion/comunicaciones/infoplcn_net_00presentacioncursocomindbabel.pdf

2015-01-15

7. CONDUCTORES Y PARTES ELÉCTRICAS

<http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364> 2013/10/08

2015-01-20

<http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos> 2013/10/10

2015-01-20

8. HERRAMIENTAS DE DISEÑO.

<http://asesorcompu.obolog.es/autocad-sirve-1243446>

2015-02-02

https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/software/tia_portal/PublishingImages/TIAPGuia.jpg

2015-02-02

<http://ingenieria-y-ocio.blogspot.com/2009/02/manual-fluidsim.html>

2015-02-02

9. INSTRUMENTACION.

http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_3b.htm

2015-02-05

10. MOTORES PASO A PASO.

<http://www.monografias.com/trabajos37/motores/motores.shtml>

2015-02-10

<http://www.monografias.com/trabajos90/ascensor-motor-paso-paso/ascensor-motor-paso-paso.shtml>

2015-02-10

<http://microcontroladores-ing-elec-rh.blogspot.com/2012/07/control-de-motor-bipolar-con-pic-16f84a.html>

2015-02-10

<http://serverpruebas.com.ar/news14/nota01.htm>

2015-02-10

http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/182891/PSI_175_1_EPCO_es.pdf

2015-02-12

11. NEUMÁTICA

<https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/05/neumatica.pdf>
2015-02-20

http://profemjesus.webcindario.com/tecnologia_industrial_2/T13_neumatica.ol.eohidraulica.pdf

2015-02-20

12. PLC.

<http://www.ayri11.com/festo/348-optimised-motion-series-con-epco.html>

2015-03-02

http://www.efn.uncor.edu/departamentos/electro/cat/eye_archivos/apuntes/a_practico/CAP%209%20Pco.pdf

2015-03-02

<http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/plc/plc.htm>

2015-03-02

13. SISTEMAS DE CONTROL.

<http://www.tibidaboedicions.cat/ciencia-tec/ct/node/176>

2015-03-05

<https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3330/5/34059-5.pdf>

2015-03-07

http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_2a.htm

2015-03-07

ANEXOS

ANEXO 1

Manual de Usuario

1. INTRODUCCIÓN

El presente escrito nos permite conocer en forma detallada todas las partes que conforman el sistema de ensamblaje de manómetros; los pasos y procedimientos que hay que seguir para la puesta a punto de esta máquina en una forma segura y correcta.

Para comprender la puesta a punto de este sistema automático se debe entender el funcionamiento de la máquina debe imprimirse una copia de este manual y tener como respaldo en caso de fallas cerca del lugar de operación, ya que además consta con las especificaciones técnicas de cada dispositivo instalado en el mismo.

2. CORRECTA OPERACIÓN.

- Operación debidamente instruida por el técnico capacitado
- El sistema cuenta con elementos instrumentales como sensores, actuadores y demás dispositivos, perfectamente instalados para un correcto funcionamiento de modo que si se opera de manera incorrecta es posible que surjan accidentes laborales que pueden afectar al individuo que está operando o a terceros o, también, provocar daños en el sistema ensamblador.

3. INDICADORES DE SEGURIDAD

Todo sistema automatizado debe de indicar una condición preliminar a seguir en cuanto sistemas de seguridad se refiera, esto quiere decir que se deben de seguir recomendaciones y normas fundamentales sobre seguridad y manejo; de tal manera debemos prestar atención las siguientes medidas de seguridad industrial.

- ❖ Tener los conocimientos teóricos y técnicos para así prever un correcto funcionamiento y se mantendrá la vida útil de la máquina.

- ❖ Leer el manual de usuario antes de operar la maquina
- ❖ No aplicar ninguna acción que creyere correctiva al momento en que la maquina se encuentre operativa.
- ❖ Reiniciar el sistema antes de empezar la operación de ensamblaje.

3.1. INFORMACIÓN GENERAL

- ❖ El operador debe manipular el sistema con las debidas protecciones de seguridad técnica industrial.
- ❖ El operador debe tener perfecto conocimiento técnico y teórico de la composición técnica para el correcto funcionamiento de la máquina.
- ❖ El operador debe estar consciente de los pasos a seguir para manipular la maquina ensambladora para obtener un correcto funcionamiento.

PARTE MECÁNICA

- ❖ Es de suma importancia y obligatoriedad que el operador conozca opciones básicas de mecánica para entender la funcionalidad de la máquina.
- ❖ No realizar ninguna acción de mantenimiento preventivo en el momento que la maquina se encuentre operativa o en funcionamiento
- ❖ Se debe tomar en cuenta y respetar las señales técnicas de seguridad industrial.

3.2. PARTE ELÉCTRICA

- ❖ La alimentación del sistema debe ser únicamente de 24 VDC ya que los elementos actuadores necesitan esa tensión nominal tales como sensores, luces piloto y PLC Siemens S7-1200, incluido el cilindro eléctrico EPCO.
- ❖ Las conexiones eléctricas únicamente deberán manipularse sin tensión inducida.
- ❖ Se debe utilizar únicamente cables con terminales, para evitar algún tipo de pérdida de potencia.
- ❖ Al momento de desconectar el PLC, se deberá desconecte primero la alimentación de la fuente de 24 VDC.
- ❖ La corriente que circula por todo el sistema no deberá sobrepasar los 5 amperios

4. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El PLC Siemens S7-1200 junto con los módulos de expansión 1212vdc se conecta a una fuente de 24 VDC, activándose sus entradas y salidas con este nivel de voltaje.

El voltaje de 24 VDC sirve para alimentación de los sensores, pulsadores, Relés, entre otros.

También se puede utilizar la misma fuente externa de 24 VDC para la alimentación de los sensores para prevenir caídas de voltaje en el PLC.

El sistema de alimentación que posee una fuente de 24 VDC. Nos sirve también para alimentación del cilindro eléctrico EPCO

5. SECUENCIA DE PROGRAMACIÓN:

La secuencia es un algoritmo de programación simple que depende del Grafcet creado. A continuación se detalla el funcionamiento del proceso a ejecutarse:

1. Al pulsar el botón de inicio se enciende la luz verde y arranca el sistema.
2. El EPCO se ubica en la posición 1 en la cual él cilindro neumático baja hasta la posición de las caratulas de los manómetros y por medio de la ventosa succiona a la misma, si no existe caratula el sistema se detiene.
3. El cilindro EPCO se ubica en la posición 2, a su vez el cilindro neumático acciona su carrera hasta llegar a la base de los manómetros y ensamblarlos con la caratula antes succionada.
4. Los sensores ubicados en la posición de ensamblaje actúan para determinar a qué posición de almacenamiento debe ir cada manómetro ensamblado.
5. Luego de la lectura de los sensores la ventosa toma al manómetro ensamblado y el cilindro neumático regresa a su posición inicial.
6. El EPCO se dirige a la posición 3, 4 o 5, según lo hayan determinado los sensores luego de su lectura.
7. Al llegar a la posición determinada por los sensores, el cilindro neumático inicia su carrera de salida y la ventosa suelta al manómetro ensamblado en su lugar de almacenamiento.
8. El EPCO regresa a la posición 1, y se repite el proceso.

PULSADORES

Pulsador	Función
ON (Botón Verde)	Este pulsador permite poner en funcionamiento al sistema
OFF (Botón Rojo)	Al pulsar este botón el sistema se detiene
Reset	Al pulsar el botón el sistema se Resetea de cualquier error presentado
Homing	Este botón nos sirve para ubicar en la posición de referencia al EPCO

6. RECOMENDACIONES.

- ❖ Siempre se debe tener en cuenta las instrucciones detalladas en este manual las cuales han sido creadas para una correcta aplicación Técnica, que se ha desarrollado en esta tesis, para contar con una correcta operación que demanda el funcionamiento adecuado de la máquina para así evitar situaciones de riesgos sean eléctricos o mecánicos que causen daño físico al individuo que las va a operar, así como daños técnicos a la máquina.
- ❖ Antes de iniciar operaciones se debe revisar las correctas conexiones del motor y controlador además de los sensores para el proceso.
- ❖ Se debe operar con indumentaria de seguridad debidamente aprobada por el supervisor.

ANEXO 2

Manual de Mantenimiento

Manual De Mantenimiento Correctivo

Síntoma	Causa	Solución
La pieza no es ensamblada correctamente	No existe comunicación entre CMMO y PLC	Comprobar que el cable de comunicación este en buen estado y exista continuidad en cada uno de sus pines
	El posicionamiento del cilindro no es el correcto	Si el sistema se inició sin una posición de referencia del EPCO, las posiciones establecidas pueden variar, se recomienda hacer homming del sistema para que el EPCO se referencia a una posición
	Falla en el sistema Neumático	Calibrar correctamente los reguladores de las válvulas. Cambiar el tiempo en el temporizador del PLC Verificar la activación de la electroválvula
EPCO no arranca	Error en el controlador	Si se presenta un error en el controlador debemos dar pulso al botón reset esto reiniciara el controlador y eliminara el error, si el error no se soluciona se debe desconectar la fuente de alimentación del controlador que hara que se reinicie el mismo solucionando el error; siempre se debe realizar el proceso de homming luego de solucionar un error para evitar futuros fallos
	Cables Suelos	Revisar que el motor este alimentado con los 24VDC que requiere
En la bornera Syslink no hay voltaje	Problemas en la Fuente	Medir directamente con multímetro y comprobar que la fuente suministre 24V, en caso contrario cambiar internamente el fusible.
	Conexiones en mal estado	Verificar que exista continuidad desde los pines de la fuente hasta las borneras de 24V
	Falla en cable DB25	Asegurarse de que el cable este correctamente conectado en el conector de la bornera
Cilindros Neumáticos no funcionan correctamente	Bobina de Electroválvula Dañada	Revisar que exista continuidad entre los pines de la bobina, de ser así comprobar que este alimentada con 24V
	No recibe la presión necesaria	La presión optima que debe recibir el sistema es de 6 bar
	Fugas de Aire	Evaluar el estado de las tuberías de aire y revisar que exista una correcta conexión hacia los racores

Manual De Mantenimiento Preventivo		
Parte	Descripción	Tiempo
Panel de Control	Revisión del cableado	Semestral
Cilindros Neumáticos	Lubricación del Vástago	Mensual
	Cambio de Cinta de Teflón en los racores	Anual
Electroválvulas	Revisión interna	Semestral
Tuberías de Aire	Revisión de averías en las mismas	Semestral
Motor	Revisión del Eje	Semestral
Unidad de Mantenimiento	Limpieza	Mensual

