



“ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

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

**“REPOTENCIACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA
PUNZONADORA EXCÉNTRICA MARCA WIEDEMANN DE 25
TONELADAS”**

TESIS DE GRADO

Previa obtención del título de:

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

Presentado por:

HERRERA ALVARADO JORGE FLORESMILO

UVIDIA ROBALINO GABRIELA NATALY

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

AGRADECIMIENTO

Nuestra perpetúa gratitud a Dios por su inmenso amor y su infinita misericordia.

A nuestros padres por el apoyo incondicional en nuestra educación y nuestra vida, demostrándonos con el ejemplo que a pesar de las adversidades siempre hay una luz al final del camino que nos permite alcanzar cada sueño.

A la empresa INOX, en especial al Ing. Alonso Cajo y a la Dra. Liliana Velastegui por abrirnos las puertas y poner su confianza en nosotros para llevar a cabo este proyecto de tesis dándonos la oportunidad de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos.

A nuestros maestros quienes con humildad, sinceridad y responsabilidad, supieron guiarnos e impartir sus valiosos conocimientos, en especial al Ing. Lenyn Aguirre, al Ing. Zúñiga y al Ing. Paul Romero.

A nuestros amigos que hicieron de este tiempo único e inolvidable, permaneciendo junto a nosotros para escuchar, aconsejar y apoyarnos desinteresadamente.

Y a todas las personas que de una u otra manera influyeron para cumplir este sueño

Gabriela y Jorge

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por su inmenso amor y por haber sido mi fortaleza en todo momento ayudándome a alcanzar cada meta.

A mi madre Mariana por su amor, su inmensa paciencia y apoyo incondicional, a mis abuelos por confiar siempre en mí, y por su apoyo constante, a mi familia por su ayuda y comprensión, a mis maestros y amigos que en todo momento supieron darme ánimo pudiendo así cumplir con este sueño.

Gabriela Uvidia

Dedico este presente a Dios por darme salud y vida por darme una familia que está siempre a mi lado a pesar de todos los momentos difíciles que hemos pasado.

A mis queridos padres Melecio y Jenny a mis hermanos y hermana quienes siempre han estado apoyándome para lograr con mis metas y objetivos propuestos, en especial a mi sobrino por llenar de alegría nuestro hogar.

Jorge Herrera

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Menes
**DECANO DE LA FACULTAD
DE INFORMÁTICA Y
ELECTRÓNICA**

.....

.....

Ing. Paul Romero
**DIR.ESC.ING.ELECTRONICA
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

.....

.....

Ing. Lenyn Aguirre
DIRECTOR DE TESIS

.....

.....

Ing. Wilson Zúñiga
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

Lcdo. Carlos Rodríguez
**DIRECTOR DPTO.
DOCUMENTACIÓN**

.....

.....

NOTA DE LA TESIS

“Nosotros, **Gabriela Nataly Uvidia Robalino y Jorge Floresmilo Herrera Alvarado**, 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 POLITÈCNICA DE CHIMBORAZO”**”

.....

Gabriela Nataly Uvidia Robalino

.....

Jorge Floresmilo Herrera Alvarado

INDICE DE ABREVIATURAS

BAR	Unidad de Presión
CPU	Unidad de control de procesamiento
DB	Bloque de datos
EEPROM	Memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente
EMI	Interferencia electromagnética
E/S	Entradas y Salidas
HMI	Interfaz Hombre-Maquina
IEC	International Electrotechnical Commission
IP	Protocolo de internet
ISO	Organización de estándares internacionales
OB	Bloque de organización
PLC	Controlador Lógico Programable
PWM	Modulación por ancho de pulso
RAM	Memoria de acceso aleatorio
RPM	Revoluciones por minuto
SB	Signal Board
TIA	Totally Integrated Automation
VAC	Voltaje de corriente alterna

VDC	Voltaje de corriente directa
%I	VARIABLES DE ENTRADA DEL PLC
%Q	VARIABLES DE SALIDA DEL PLC

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABLES

TEXTO DE RESPONSABILIDAD

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES.....	28
1.1 ANTECEDENTES.....	28
1.2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO DE TESIS.....	29
1.3 OBJETIVOS.....	30
1.3.1. OBJETIVOS GENERALES:	30
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:	30
1.4 HIPÓTESIS.....	30

CAPITULO II

2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA MÁQUINA PUNZONADORA	31
2.1. Máquina punzonadora	31
2.1.1 Tipos de punzonadoras.....	31
2.1.2 Elementos de la punzonadora.....	32
2.1.3 Principios de Funcionamiento	33
2.1.3.1 Sistema Mecánico.....	33
2.1.3.1 Sistema Eléctrico.....	33
2.1.4. Proceso de punzonado	34
2.1.5. Geometría de un agujero	35
2.1.5.1. Tolerancia de corte de la matriz	35
2.1.6. Aplicaciones.....	38

CAPÍTULO III

3. FUNDAMENTO TEORICO.....	39
3.1. Sistema eléctrico.....	39
3.1.1. Elementos de Maniobra, Control y Protección	39
3.1.1.1 Elementos de Maniobra y Control	39
3.1.1.2. Elementos de Protección	41
3.2. Conductores Eléctricos	42
3.2.1. Aplicación de los Cables	45
3.3. Motores Eléctricos	48
3.3.1. Fundamentos de operación de los motores eléctricos	49
3.3.2. Partes de un motor.....	49
3.3.3. Tipos de Motores	52
3.3.3.1. Motores de corriente alterna	52
3.3.3.2. Motores de corriente continua.....	52
3.3.3.3. Motores universales	53
3.3.4. Conexión de los Motores Asíncronos Trifásicos	53
3.3.4.1 Regulación de Velocidad de Motores Asíncronos Trifásico	53
3.3.4.2. Tipos de Arranque de Motores Asíncronos Trifásicos	54
3.4. Sistema Electrónico	57
3.4.1. Fuentes de alimentación	57
3.4.2. Circuito variador de voltaje en corriente continua	61
3.4.2.1. Elementos que conforman un circuito PWM	62
3.5. Controlador Lógico Programable	67
3.5.1. Selección de un PLC.....	67
3.5.2. Consideraciones para Entradas y Salidas.....	68
3.5.3. Consideraciones de Memoria.....	68
3.5.4. Consideraciones de Software	69
3.5.4.1. Periféricos	69
3.5.4.2. Condiciones Físicas y Ambientales.....	69
3.5.5. Características	70
3.6. Software de programación.....	74
3.6.1. STEP 7 Basic	74

3.6.2. Diferentes vistas que facilitan el trabajo	74
3.6.3. Tipos de Datos	75
3.6.4. Requisitos mínimos y recomendados.....	77
3.7. Sistema de lectura digital de dos ejes.....	78
3.7.1. Funciones.....	78
3.7.2. Especificaciones	79
3.7.3. Escalas Lineales	79
3.8. Sistema Neumático.....	80
3.8.1. Elementos neumáticos	80
3.8.1.1. Compresor	80
3.8.1.3. Cilindros neumáticos lineales.....	82
3.8.1.3.1. Clasificación	84
3.8.1.4. Válvulas.....	87
3.8.1.4.1. Clasificación	87
3.8.1.4.2. Tipos de accionamientos de válvulas.....	95
3.8.1.5. Accesorios.....	96
3.8.1.5.1. Características	96
3.8.1.5.2. Tipos de Accesorios	97
3.8.2. Simbología Neumática y Electro neumática.....	100
CAPÍTULO IV	
4. DIAGNOSTICO DE ESTADO.....	109
4.1 Sistema Eléctrico	109
4.1.1 Panel de control	109
4.1.3. Dispositivos del Sistema Neumático	113
4.1.4. Dispositivos del Sistema Eléctrico.....	114
4.2. Sistema Neumático.....	116
4.1.5. Cilindros neumáticos	116
4.1.6. Unidad de mantenimiento	117
4.2. Sistema Mecánico.....	118
4.2.1. Matriz	119
4.2.2. Cadena de transmisión	119
4.2.3. Mesas laterales de la maquina.....	120

4.2.4. Soportes de la mesa	120
4.2.5. Cubiertas de protección	121
CAPÍTULO V	
5. MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PUESTA A PUNTO DE LA MÁQUINA PUNZONADORA	122
5.1. Desmontaje de los sistemas antiguos de la maquina	122
5.1.1. Desmontaje del sistema neumático	122
5.1.2. Desmontaje del sistema eléctrico.....	123
5.2. Limpieza general de la maquina	123
5.3. Montaje mecánico.....	124
5.3.1. Pintura de la maquina	124
5.3.2. Preparación de la mesa lateral izquierda	125
5.3.3. Pre-montaje de la mesa lateral izquierda	125
5.3.4. Montaje de la mesa lateral izquierda.....	126
5.3.5. Acoplamiento de las mesas laterales.....	126
5.3.6 Montaje de la barra deslizante del eje x	126
5.3.7. Acoplamiento del moto reductor en el tornillo del eje x	127
5.3.8. Acoplamiento del motor con la caja reductora para la matriz.....	127
5.3.9. Mantenimiento y acoplamiento de los moldes de la matriz	127
5.4 Montaje neumático.....	128
5.4.1Diseño del sistema neumático	128
5.4.1.1. Diagrama neumático	130
5.4.2. Montaje de los cilindros neumáticos sujetadores de la matriz.....	130
5.4.3. Montaje de la válvula de desfogue rápido.....	131
5.4.4. Montaje de la electroválvula 5/2 biestable airtac.....	131
5.4.5 Montaje de la unidad de mantenimiento.....	132
CAPITULO VI	
6. DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO Y AUTOMATIZACIÒN	
6.1. Montaje y cableado eléctrico	133
6.1.1. Reglas y cálculos considerados para el sistema eléctrico.....	131
6.1.2. Diseño del sistema eléctrico.....	132
6.1.3. Diseño y armado del tablero eléctrico.....	135

6.1.4. Montaje del tablero de control.....	136
6.1.5. Instalación del motor trifásico.....	141
6.1.6. Instalación de los sistemas electro-neumáticos.....	142
6.1.7. Instalación del motoreductor de eje X.....	142
6.2. Desarrollo de Programación.....	143
6.2.1. Instalar y utilizar el software de STEP 7-TIA V11 SP2.....	143
6.2.2. Programación por el método Grafcet.....	147
6.2.2.1 El Método Grafcet.....	147
6.2.2.2. Tipos de GRAFCET.....	150
6.2.2.3. Desarrollo del Grafcet para la Punzonadora.....	154
6.2.3. Programación en STEP 7 Profesional.....	155
6.2.3.1. Selección del CPU.....	155
6.2.3.2. Declaración de Entradas y salidas.....	156
6.2.3.3. Desarrollo del Ladder de Programación.....	156
6.2.3.4. Segmentos de Activación.....	157
6.2.4. Comunicación de PC con PLC mediante OPC SERVER.....	164
6.2.4.1. Creación de un servidor OPC.....	166
6.2.5. LabVIEW.....	172
6.2.5.1. Conexión de LabVIEW con OPC SERVER.....	173
CAPITULO VII	
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	176
7.1. Tabulación de Datos.....	176
7.2. Método de comprobación de Hipótesis.....	177
7.3. Desviación estándar de una muestra.....	177
7.3.1. Cálculo de la desviación estándar s a partir de una población conocida.....	178
7.4. Desviación estándar de una población.....	178
7.5. Cálculo del estadístico de prueba, distribución chi-cuadrada.....	179
7.6. Prueba de hipótesis.....	180

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Punzonadora excéntrica	33
Figura II.2 Proceso de punzonado	34
Figura II.3 Tolerancia de corte de la matriz	35
Figura II.4 Tolerancia Ajustada y Excesiva	37
Figura III.5 Alambre Conductor	26
Figura III.6 Cable Conductor	26
Figura III.7 Mono Conductor	26
Figura III.8 Multi Conductor	27
Figura III.9 Descripción de Cubierta Protectora	28
Figura III.10 Cables de Media Tensión	29
Figura III.11 Cables de Control	29
Figura III.12 Cables de Instrumentación	30
Figura III.13 Cables de Baja Tensión	30
Figura III.14 Cables Multiconductores de potencia	30
Figura III.15 Cables de Acometidas	48
Figura III.16 Cables Flexibles	48
Figura III.17 Principio de Rotación del Motor	49
Figura III.18 Estator	50
Figura III.19 Rotor	50

Figura III.20 Cojinetes de Deslizamiento	51
Figura III.21 Cojinetes de Rodamiento	51
Figura III.22 Tipo de conexión de motores	47
Figura III.23 Conexión de velocidad de motores	54
Figura III.24 Tipo de conexión de motores	55
Figura III.25 Arranque de Motor por Autotransformador	56
Figura III.26 Arranque Estrella Triangulo	57
Figura III.27 Etapas de la Fuente de Alimentación.....	58
Figura III.28 Transformador	59
Figura III.29 Rectificador	60
Figura III.30 Diagrama del puente de Diodos Rectificador	60
Figura III.31 Filtro	61
Figura III.32 Regulador de Voltaje	61
Figura III.33 Modulación por ancho de Pulsos	62
Figura III.34 Integrado 555	63
Figura III.35 Resistencia Eléctrica	64
Figura III.36 Transistor	65
Figura III.37 Diodo Rectificador.....	65
Figura III.38 Diodo Zener	66
Figura III.39 Capacitor.....	66

Figura III.40 Transistor IRFZ44N.....	67
Figura III.41 Tipos de Control.....	69
Figura III.42 PLC Siemens S7-1200.....	71
Figura III.43 Signal Board en el CPU	72
Figura III.44 CPU más SM	73
Figura III.45 CPU más CM	73
Figura III.46 Vista de inicio TIA	75
Figura III.47 Vista del Proyecto	75
Figura III.48 Pantalla de lectura Digital	78
Figura III.49 Escalas lineales	80
Figura III.50 Unidad de Mantenimiento	81
Figura III.51 Cilindro simple efecto	85
Figura III.52 Cilindro doble efecto	85
Figura III.53 Cilindro doble vástago	86
Figura III.54 Cilindro de doble Pistón	86
Figura III.55 Cilindros de acción independiente	86
Figura III.56 Cilindros sin vástago	87
Figura III.57 Válvula 3/2 inicialmente abierta	88
Figura III.58 Válvula de 3/2 vías, accionada por rodillo cerrada en reposo	89
Figura III.59 Válvula distribuidora 5/2, accionamiento neumático	89
Figura III.60 Válvula distribuidora 5/2, doble pilotaje	90

Figura III.61 Presión de abertura de la válvula	91
Figura III.62 Válvula reductora de presión	92
Figura III.63 Válvula antirretorno simple	93
Figura III.64 Válvula antirretorno servopilotada	93
Figura III.65 Válvula de simultaneidad	93
Figura III.66 Válvula selectiva	94
Figura III.67 Válvula de escape	95
Figura III.68 Accesorios neumáticos	96
Figura III.69 Codo	97
Figura III.70 Tee.....	99
Figura III.71 Silenciador	99
Figura III.72 Tubería Neumática.....	100
Figura III.73 Representación de las válvulas	102
Figura IV.74 Panel de Control	109
Figura IV.75 Breaker	110
Figura IV.76 Transformador	110
Figura IV.77 Contactor General	110
Figura IV.78 Contactor Secundario	111
Figura IV.79 Fuente	111
Figura IV.80 Borneras	111

Figura IV.81 Cableado	112
Figura IV.82 Botonera	112
Figura IV.83 Presostato	113
Figura IV.84 Electroválvula 5/2 monoestable	113
Figura IV.85 Electroválvula de desfogue rápido	114
Figura IV.86 Control de Lubricación	114
Figura IV.87 Pedal	115
Figura IV.88 Motor trifásico	115
Figura IV.89 Cableado Eléctrico	115
Figura IV.90 Cilindros de posicionamiento de la matriz	116
Figura IV.91 Cilindro de acoplamiento	116
Figura IV.92 Silenciador	117
Figura IV.93 Tubería neumática	117
Figura IV.94 Unidad de mantenimiento	118
Figura IV.95 Sistema Mecánico	119
Figura IV.96 Matriz excéntrica	119
Figura IV.97 Cadena de Transmisión	119
Figura IV.98 Mesas laterales de la maquina	120
Figura IV.99 Soportes de Mesa	120
Figura IV.100 Cubiertas de protección	121

Figura V.101 Desmontaje del sistema neumático	122
Figura V.102 Desmontaje del sistema eléctrico	123
Figura V.103 Limpieza general de la máquina	124
Figura V.104 Pintura de la máquina.....	124
Figura V.105 Preparación de la mesa la izquierda	125
Figura V.106 Pre montaje de la mesa lado izquierda.....	125
Figura V.107 Montaje de la mesa lateral izquierda	126
Figura V.108 Acoplamiento de las mesas laterales	126
Figura V.109 Barra Deslizante	127
Figura V.110 Montaje de la Barra Deslizante.....	127
Figura V.111 Acoplamiento del motor en el tronillo del eje X.....	127
Figura V.112 Mantenimiento de moldes.....	128
Figura V.113 Diagrama neumático.....	130
Figura V.114 Montaje de los cilindros neumáticos sujetadores de la matriz	131
Figura V.115 Montaje del cilindro superior.....	131
Figura V.116 Montaje de la electroválvula 5/2 biestable airtac	132
Figura V.117 Montaje de la unidad de mantenimiento.....	132
Figura VI.118 Diseño y armado del tablero.....	136
Figura VI.119 Proceso de colocación de las canaletas y el rail din estandar	137
Figura VI.120 Instalación trifásica a caja de Breakers	137
Figura VI.121 Instalación de la alimenta al tablero de control.....	138

Figura VI.122 Conexión del circuito de potencia y de control del tablero	139
Figura VI.123 Instalación del panel de mando	139
Figura VI.124 Diseño del circuito del pwm	140
Figura VI.125 Creación del circuito del pwm	140
Figura VI.126 Instalación del motor trifásico	138
Figura VI.127 Instalación de los elementos electro-neumático	142
Figura VI.128 Instalación de los motores de DC	142
Figura VI.129 Icono de Instalación del STEP7-TIA V11 SP2.....	143
Figura VI.130 Pantalla de inicio de Instalaciones STEP7-TIA V11 SP2	144
Figura VI.131 Icono de activación de licencia del STEP 7-TIA V11 SP2	144
Figura VI.132 Pantalla de activación de licencia del STEP 7-TIA V11 SP2	145
Figura VI.133 Pantalla de selección de licencia para STEP7-TIA V11 SP2	145
Figura VI.134 Pantalla de instalación de licencia del STEP7-TIA V11 SP2.....	146
Figura VI.135 Pantalla de licencia instalada del STEP7-TIA V11 SP 2.....	146
Figura VI.136 Comprobación de activación de licencia del STEP 7-TIA V11 SP2	147
Figura VI.137 Etapas iniciales del Grafcet	147
Figura VI.138 Etapas normales del Grafcet	148
Figura VI.139 Acciones asociados del Grafcet	148
Figura VI.140 Acciones asociados condiciones del Grafcet.....	149

Figura VI.141 Transiciones del Grafcet	149
Figura VI.142 Líneas de enlace del Grafcet	150
Figura VI.143 Secuencia única del Grafcet	151
Figura VI.144 Selección de secuencia OR del Grafcet	151
Figura VI.145 Selección de secuencia OR condicionada del Grafcet	152
Figura VI.146 Selección de secuencia AND del Grafcet	152
Figura VI.147 Saltos de Etapa del Grafcet	153
Figura VI.148 Lazos repetitivos del Grafcet	153
Figura VI.149 Grafcet de proceso de Puzonado 1	154
Figura VI.150 Selección del CPU en el STEP 7	155
Figura VI.151 Desarrollo de programación	156
Figura VI.152 Desarrollo de programación	156
Figura VI.153 Segmento 1	157
Figura VI.154 Segmento 21	157
Figura VI.155 Segmento 22	158
Figura VI.156 Segmento 3	158
Figura VI.157 Segmento 5	159
Figura VI.158 Segmento 23	159
Figura VI.159 Segmento 9	160
Figura VI.160 Segmento 11	160

Figura VI.161 Segmento 25	160
Figura VI.162 Segmento 13	161
Figura VI.163 Segmento 24	161
Figura VI.164 Segmento 15	162
Figura VI.165 Segmento 26	162
Figura VI.166 Segmento 17	162
Figura VI.167 Segmento 27	163
Figura VI.168 Segmento 7	163
Figura VI.169 Segmento de Temporización	164
Figura VI.170 asignación de dirección IP al PLC	165
Figura VI.171 asignación de dirección IP a PC	165
Figura VI.172 Icono de acceso al OPC Server	166
Figura VI.173 Pantalla de inicio del OPC Server	167
Figura VI.174 Pantalla de creación de Canal de identificación	167
Figura VI.175 Asignación del tipo de dispositivo y el puerto de comunicación .	168
Figura VI.176 Pantalla de de paramentaros y finalización de creación de canal	168
Figura VI.177 Creación del dispositivo	169
Figura VI.178 Selección del tipo de PLC.....	169
Figura VI.179 Dirección IP de Comunicación	169

Figura VI.180 Pantallas de asignación de parámetros y finalización	170
Figura VI.181 Pantallas de creación de tareas	170
Figura VI.182 Declaración de tareas como entradas y salidas	171
Figura VI.183 Pantalla de OPC Quick Clie.....	171
Figura VI.184 Panel de control desarrollo en LABview	173
Figura VI.185 Objeto creado para conexión.....	173
Figura VI.186 Pantallas de Propiedades para conexión	174
Figura VI.187 Pantallas de asignación de variable para el objeto	174
Figura VI.188 Detalles de enlace y objeto conectado	175
Figura VI.189 Panel de Control de LABview conectado con el PLC	175
Figura VII.190 Curva de distribución de Chi- cuadrado	182

INDICE DE TABLAS

Tablalll.I Características de PLC S7-1200	72
Tablalll.II Tipos de datos simples.....	76
Tablalll.III Tipos de datos compuestos	77
Tablalll.IV Requisitos del PLC	78
Tablall.V Cálculo de consumo de aire	84
Tablalll.VI Simbología neumática de alimentación	100
Tablalll.VII Simbología neumática de Mantenimiento	101
Tablalll.VIII Simbología neumática	102
Tablalll.IX Posiciones de válvulas	102
Tablalll.X Válvulas	103
Tablalll.XI Válvulas de cierre	104
Tablalll.XII Válvulas de presión.....	105
Tablalll.XIII Elementos de trabajo	106
Tablalll.XIV Accionamientos musculares.....	107
Tablalll.XV Accionamientos mecánicos	107
Tablalll.XVI Accionamientos neumáticos	108
Tablalll.XVII Accionamientos eléctricos	108
TablaVI.XVIII. Montaje de la unidad de mantenimiento	134
Tabla VI.XIX Calibre de conductores de potencia.....	138

Tabla VI.XX Valores medidos en las pruebas	141
TablaVII.XXI Datos Promedios	177

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL DE USUARIO

ANEXO 2

MANUAL TÉCNICO

ANEXO 3

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE LA PUNZONADORA WIEDEMANN

ANEXO 4

DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LA MÁQUINA PUNZONADORA

ANEXO 5

ELEMENTOS DE COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

INTRODUCCIÓN

El proceso de cortes metálicos se lo puede realizar manualmente o con sistemas automáticos que día a día son más sofisticados. Actualmente existen varias máquinas que han sido creadas para realizar dicho trabajo, consecuentemente existen variedad de materiales y elementos que utilizan estas máquinas como: fresadoras, aserradoras, punzonadoras, etc.

El presente proyecto se basa en repotenciar y automatizar una máquina punzonadora que utiliza como herramienta principal un punzón el mismo que es accionado por un motor trifásico y controlado su acoplamiento interno por medio de un cilindro neumático.

Le será acoplado como cerebro principal un PLC de última tecnología, el cual recibe señales desde los sensores, pulsadores y emite señales de control hacia los diferentes actuadores.

La máquina se compone de varios elementos tanto eléctricos como neumáticos como son: cilindros neumáticos, electroválvulas, motores trifásicos y monofásicos de los cuales algunos de ellos se reutilizarán en la repotenciación ya que se encuentran en buen estado y otros serán remplazados.

La fuente principal de energía eléctrica debe ser de 220V trifásica y como fuente de energía neumática se utilizará un compresor de aire.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La empresa INOX se localiza en la ciudad de Riobamba y lleva 9 años en funcionamiento; su principal actividad es el diseño, fabricación y comercialización de hornos y equipos profesionales para el procesamiento y preparación de alimentos, además proporciona asistencia para dichos equipos.

Esta empresa dinámica y en crecimiento se ha convertido en un referente de la industria local y nacional, debido a la capacidad para combinar la calidad, la competitividad y la sencillez en cada producto y servicio que ofrece.

Dentro de la línea de fabricación de hornos se encuentra una máquina conocida como punzonadora que fue adquirida tiempo atrás de segunda mano e inhabilitada en sus partes, por lo que la empresa Inox la ha mantenido sin generar beneficios en la producción de los equipos.

El funcionamiento de esta máquina punzonadora se basa en sistemas eléctricos-electrónicos así como también neumáticos.

1.2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO DE TESIS

Hoy en día la globalización compromete cada vez más a la industria local y nacional a ponerse a tono en cuanto a la producción y comercialización de sus productos por lo tanto deben buscar alternativas que les permitan resurgir y asegurarse de una producción de calidad y en menos tiempo brindando al cliente un servicio óptimo.

Por lo tanto la mayoría de industrias se ve en la necesidad de invertir en tecnología que permita agilizar las operaciones y sobre todo facilitar al personal que realiza un determinado proceso, por lo que en los últimos años, la industria metal mecánica del país ha optado por la adquisición de tecnología importada, la que en muchos casos excede la capacidad real de producción, generando altos costos en amortizaciones de dichos equipos y por ende pérdidas económicas. Por esta razón se ve la necesidad de innovar sus procesos y la calidad de sus servicios en función de las necesidades requeridas por dicha industria.

Por lo expuesto anteriormente, la empresa INOX ha visto la necesidad y ha tomado la decisión de repotenciar la maquinaria existente, para mejorar el proceso de perforación de placas metálicas, para lo cual se automatizará la máquina punzonadora.

En la actualidad la máquina punzonadora cuenta con un circuito de control eléctrico obsoleto, por lo que en el momento de presentar un fallo es muy difícil encontrar y solucionar el problema, además que el sistema neumático presenta varias fugas de aire en la mayoría de sus elemento lo que impide que los cilindros se desplace adecuadamente, esto ha impedido que la máquina produzca eficientemente.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES:

REPOTENCIAR Y AUTOMATIZAR UNA MÁQUINA PUNZONADORA EXCÉNTRICA MARCA WIEDEMANN DE 25 TONELADAS

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Inspeccionar las condiciones actuales de la máquina punzonadora Wiedemann.
- Analizar la parte eléctrica y neumática de la máquina
- Rediseñar el sistema eléctrico y neumático de máquina punzonadora
- Implementar el sistema eléctrico y neumático de la máquina
- Implementar el sistema de control automático de la máquina punzonadora Wiedemann
- Realizar las pruebas de funcionamiento de las diferentes partes de la máquina

1.4 HIPÓTESIS

La repotenciación y automatización de una máquina punzonadora excéntrica marca wiedemann de 25 toneladas mejorará los niveles de producción en la empresa industrial INOX?

CAPITULO II

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA MÁQUINA PUNZONADORA

2.1. Máquina punzonadora

Una punzonadora es un tipo de máquina de operación mecánica que mediante herramientas especiales aptas para el corte, se consigue separar una parte se usa para perforar y conformar planchas de diferentes materiales usando un punzón y una matriz a semejanza de una prensa ligada al proceso estampado propiamente dicho; esta máquina realiza un agujero de forma determinada sobre una chapa metálica mediante el empleo de una estampa apropiada en la cual presentan las siguientes ventajas:

- Precisión de medidas
- Gran resistencia al desgaste
- Buen acabado superficial

2.1.1. Tipos de Punzonadoras

Según el principio de funcionamiento la punzonadora puede ser:

- **Punzonadora Mecánico:** la punzonadora mecánica clásica usa un motor eléctrico para hacer girar permanentemente el volante que transmitirá su torque al cabezal de punzonado mediante un sistema de freno/embrague que puede ser controlado por aire o preferentemente por una pequeña unidad hidráulica; realizan el movimiento completo del martillo desde el punto muerto superior hasta el inferior a una velocidad reducida, entrando el punzón todo el recorrido en la matriz. La punzonadora mecánica necesita menos mantenimiento y consumen menos corriente, por el contrario son más lentas.

- **Punzonadora Hidráulica:** la punzonadora hidráulica tienen un gran depósito de aceite con un potente motor y servo válvulas que controlan la posición del martillo así como un transductor para conocer la posición del martillo en todo momento, algunas logran ejecutar más de 1000 golpes por minuto si todas las condiciones son óptimas. Estas permiten ajustar la penetración del punzón en la matriz, así como el recorrido hacia arriba que permita que se libere la chapa sin tener que subir al punto muerto superior. También permiten ajustar electrónicamente la altura de las embuticiones que en las mecánicas se logra ajustando a mano la herramienta. La punzonadora hidráulica tiene mayor velocidad de punzonado y menor penetración (desgaste) de la herramienta, pero tienen mayores gastos de mantenimiento, averías más costosas. Tienen un sistema de control electrónico complejo.

Actualmente en el mercado se puede clasificar a las Punzonadoras en dos tipos en función al tipo de utillaje:

- **Las Punzonadoras de torreta:** tienen un doble tambor (torreta superior e inferior) donde van alojados los utillajes de punzonado. El utillaje se compone de un contenedor (porta-punzón) que va montado en la torreta superior y que consta de una guía, un muelle, el punzón y el pisador. En la torreta inferior se montará la matriz. Esta torreta girará en función del programa para ir seleccionando los utillajes necesarios para realizar la pieza.
- **Las Monopunzón:** el segundo tipo de punzonadora tienen un almacén de utillaje. La punzonadora irá cogiendo y dejando los utillajes de ese almacén. Cada una de las posiciones del almacén dispone de un cassette donde están montados el punzón, el separador, la matriz y un anillo de orientación.

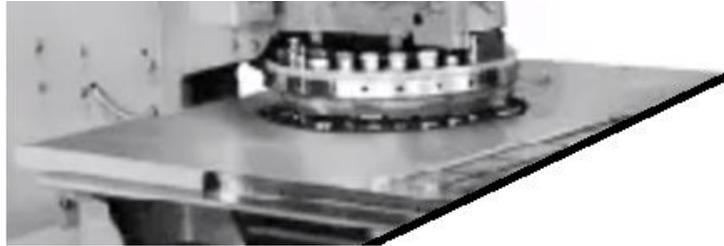
2.1.2 Elementos de la punzonadora

La punzonadora de torreta tienen un doble tambor (torreta superior e inferior) donde van alojados los utillajes de punzonado. El utillaje se compone de un contenedor (porta-punzón) que va montado en la torreta superior y que consta de una guía, un muelle, el punzón y el pisador.

En la torreta inferior se montará la matriz. Esta torreta girará en función del programa para ir seleccionando los utillajes necesarios para realizar la pieza.

Los elementos básicos para realizar un agujero en una chapa son el punzón, el pisador o separador y la matriz. A estos tres elementos se les denomina juego.

Antes de entrar a ver los diferentes aspectos que influyen en estos elementos analizaremos la geometría de un agujero realizado en la chapa por estos elementos.



Fuente: <http://www.metalia.es/guiadeempresas/Mecos/pdf/TEORIA-DE-PUNZONADO.pdf>

Figura II.1 Punzonadora excéntrica

2.1.3 Principios de Funcionamiento

El punzonado es una operación mecánica con la cual, mediante herramientas especiales aptas para corte, se consigue separar una parte metálica de otra obteniendo inmediatamente una figura determinada; durante el punzonado, en la proximidad de los hilos cortantes de las herramientas, las fibras de la chapa se doblan hacia abajo siguiendo, por breves instantes, el movimiento del punzón, para después oponerse a la acción del corte, pero, siendo esta acción superior a la reacción del material, vence toda resistencia pasiva originado la escisión de las fibras.

Estas fibras, quedan deformadas y comprimidas a lo largo de todo el perfil cortado. Debido a la elasticidad del material, tiene lugar creaciones internas que se manifiestan en las fibras cortadas, con lo que se produce un frotamiento dentro de las paredes de deslizamiento; como es natural tal frotamiento debilita la salida del disco cortado de la matriz y la extracción del punzón del agujero de la chapa.

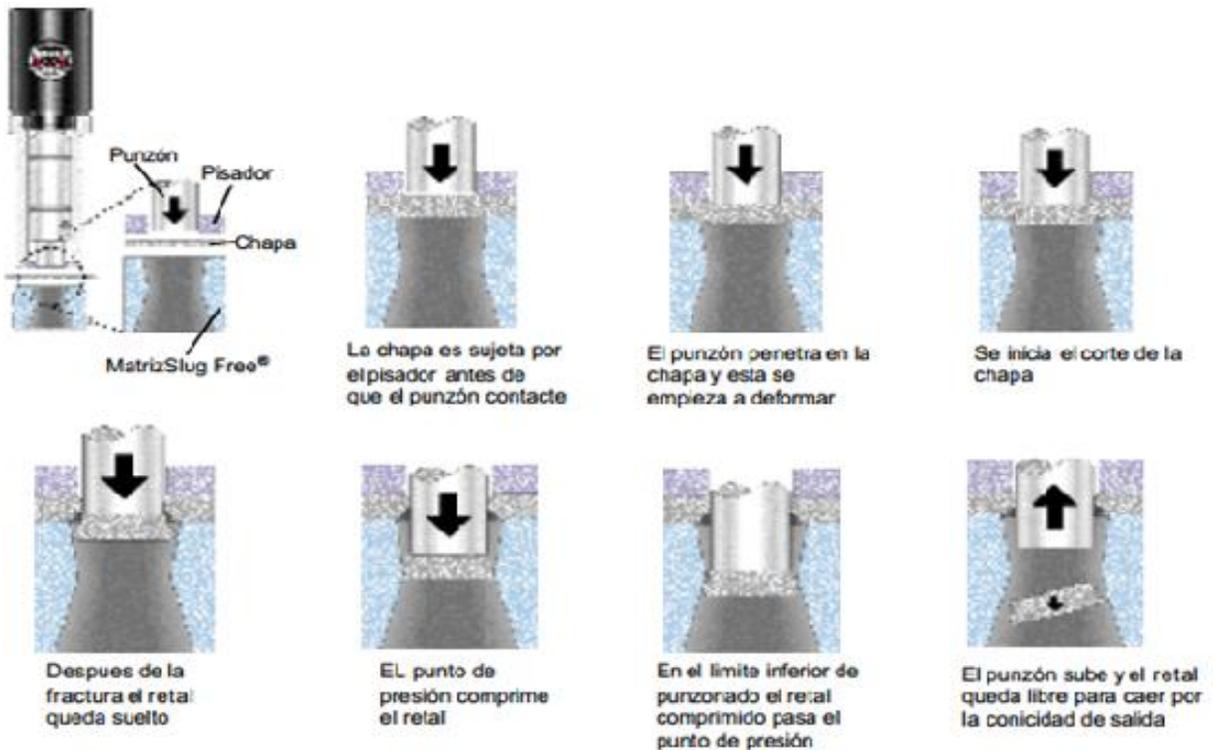
2.1.3.1 Sistema Mecánico: el sistema mecánico de la punzonadora en si consiste en cada uno de los elementos que nos permiten hacer el movimiento como es el sistema de embrague y el descenso del punzón, cada una de estas partes deben tener su calibración y lubricación necesaria para que el trabajo sea preciso y de buena calidad.

2.1.3.1 Sistema Eléctrico: el sistema eléctrico de acuerdo al tipo de punzonadora toma todos las señales que puede recibir del proceso y lo envía a otros elementos que me permitirán enviar señales de accionamiento o desactiva miento de diferentes operaciones

2.1.4. Proceso de punzonado

Para poder realizar el agujero de una forma y unas dimensiones determinadas el juego (punzón, matriz y pisador) debe tener la misma forma. El ciclo de punzonado en ambos tipos de punzonadora es muy similar y la chapa debe estar siempre entre el punzón y la matriz.

En una punzonadora de torreta la punzonadora hará girar la torreta y situará el utillaje justo debajo del martillo de la máquina. A partir de ese momento el martillo descenderá empujando al porta punzón. El pisador contactará con la chapa presionando y sujetando la chapa manteniéndola plana contra la matriz. El martillo seguirá bajando, comprimiendo los muelles de la porta punzón y haciendo descender al punzón.



Fuente: <http://www.metalia.es/guiadeempresas/Mecos/pdf/TEORIA-DE-PUNZONADO.pdf>

Figura II.2 Proceso de punzonado

El punzón iniciará la penetración en la chapa produciendo una pequeña curvatura en la chapa alrededor del filo cortante del punzón y de la matriz.

Seguidamente se iniciará una fase de corte que posteriormente se convertirá en unas fracturas en la chapa tanto en la parte superior como inferior debido al arranque del material. Cuando coincidan las fracturas anteriores el retal correspondiente al agujero quedará suelto de la chapa. El martillo seguirá bajando

hasta su límite inferior para facilitar la caída del retal. A continuación el martillo subirá y los muelles del contenedor extraerán el punzón de la chapa mientras el pisador mantiene la chapa completamente plana.

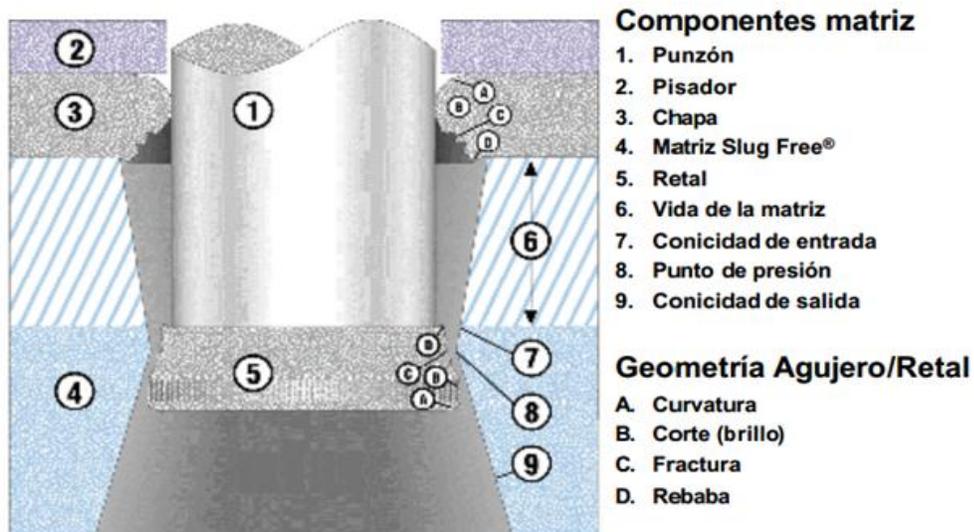
En el otro tipo, la punzonadora deberá dejar el punzón situado debajo del martillo en su lugar del almacén e ir a buscar el utillaje deseado. La diferencia principal en el ciclo de punzonado es que el separador no presiona la chapa mientras el punzón está agujereando la chapa pero se mantiene a muy poca distancia de la superficie superior de la chapa. Otra diferencia es que es el propio martillo el que estira el punzón para sacarlo de la chapa. El separador actúa reteniendo la chapa cuando esta tiende a subir junto con el punzón.

2.1.5. Geometría de un agujero

Una vez punzonado un agujero podemos distinguir las diferentes fases comentadas anteriormente si observamos el retal o el agujero en la chapa.

Si analizamos un agujero punzonado en una chapa (figura 2) podremos distinguir la curvatura (A) que se crea cuando el punzón empieza a penetrar en la chapa. A continuación se puede observar una zona brillante (B) que se debe al corte del material ocasionado por el filo cortante del punzón. Luego aparece una zona mate, rugosa (C) que es la zona de material arrancada y finalmente aparece la rebaba del corte (D). Lo mismo se puede observar en el retal de chapa pero en posición inversa ya que el filo cortante es el de la matriz.

3.1.3.3. Tolerancia de corte de la matriz



Fuente: <http://www.metalia.es/guiadeempresas/Mecos/pdf/TEORIA-DE-PUNZONADO.pdf>

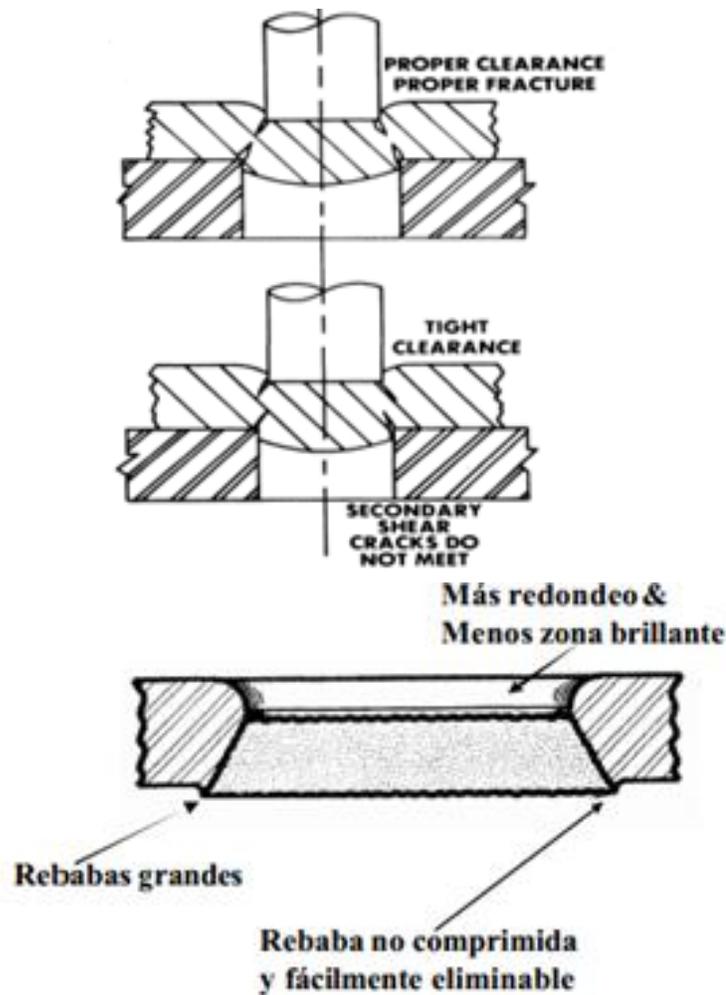
Figura II.3 Tolerancia de corte de la matriz

Estas 4 zonas son las que determinarán la calidad de un agujero punzonado. La calidad del agujero vendrá condicionada por las características y condiciones del punzón, de la matriz y del pisador.

Para realizar un agujero de una dimensión concreta en una chapa de un espesor determinado el punzón debe tener la misma dimensión que el agujero deseado y la matriz deberá tener una dimensión un poco mayor. Esa diferencia de dimensiones es conocida como tolerancia de corte de la matriz. Es muy importante que la tolerancia de corte de la matriz este uniformemente repartida alrededor de la medida del punzón incluso en las esquinas. Por ejemplo, si un punzón es de diámetro 10 mm y la matriz es de 10,2 mm la tolerancia total de 0,2 mm a de quedar uniformemente repartida de forma que entre pared de punzón y pared de matriz se mantenga una tolerancia de 0,1 mm en todo el perímetro.

La tolerancia de corte adecuada es aquella que hace coincidir las fracturas de corte generadas por el punzón y por la matriz. Esto ocurrirá cuando las fracturas se encuentren a $1/3$ o $1/2$ del espesor de la chapa. Si utilizamos una matriz con tolerancia demasiado ajustada se crearán dos fracturas que no se encontrarán. Esto es fácilmente apreciable ya que la zona brillante del agujero y del retal es mayor. Por otro lado al ser la tolerancia menor implicará que sea necesaria mayor fuerza para cortar por lo que el utillaje puede sufrir un mayor desgaste. Una tolerancia demasiado pequeña podría llegar a crear más rebabas por laminación. Otro inconveniente es que a menor tolerancia es necesaria mayor fuerza de extracción.

Si utilizamos una tolerancia demasiado grande (Figura 4) se generará una curvatura mayor alrededor del agujero y las rebabas serán mayores. En el agujero y en el retal se observará que la zona de corte (zona brillante) es más pequeña mientras que la zona de arranque de material es mayor.



Fuente: <http://www.metalia.es/guiadeempresas/Mecos/pdf/TEORIA-DE-PUNZONADO.pdf>

Figura II.4 Tolerancia Ajustada y Excesiva

La tolerancia de corte adecuada de una matriz varía con el espesor y con el tipo de material de la chapa. Normalmente se obtiene de un porcentaje con relación al espesor de la chapa.

Como regla general se puede establecer que a mayor esfuerzo de corte del material y mayor espesor de chapa la tolerancia de corte debe ser mayor. Por ejemplo, para chapas de un mismo espesor se necesitará una tolerancia de corte mayor para el inoxidable que para una de acero o de aluminio. Por otro lado una chapa de 6 mm. de espesor necesitará más tolerancia que una chapa de 1 mm.

Los valores de la tolerancia pueden variar desde un 15% a un 25% del espesor de material en función del espesor y tipo de material. Como regla general se podría aplicar como tolerancia de corte un 15% para el aluminio, un 20% para el acero y un 20-25% para el inoxidable.

Queda claro que utilizar una tolerancia de corte adecuada es muy importante. Obteniendo beneficios de corte como:

- Menor rebaba y curvatura en los agujeros.
- Agujeros más uniformes y cortes más limpios.
- Piezas punzonadas más planas, con menos deformaciones.
- Mayor precisión entre agujeros.
- Mayor vida del utillaje (punzón y matriz).
- Mejor extracción del punzón.
- Menor adhesión del material punzonado en las paredes del punzón.

2.1.6. Aplicaciones

La punzonadora ha encontrado frecuentes aplicaciones en el campo de la industria metalúrgica ya que con este procedimiento se puede obtener la forma cuadrada o hexagonal de algunas tuercas para tornillos y pernos.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTO TEORICO

3.1. SISTEMA ELÉCTRICO

3.1.1. Elementos de Maniobra, Control

En nuestro diario vivir usamos cada vez más aparatos que funciona con energía eléctrica; pero debido a que no es perceptible ni por la vista ni por el oído, la electricidad es una fuente importante de riesgos.

- **Elementos de Maniobra y Control**

Estos elementos tienen la tarea de transmitir las señales eléctricas de lo más variados puntos de un mando con diversos accionamientos y tiempos de función, al sector de procesamiento de señales. Si el mando de tales aparatos se hace a través de contactos eléctricos, se habla de mando de contacto, en vez de mando de sin contacto o electrónico. Se distinguen, por su función, los elementos de apertura, de cierre y alternos. El accionamiento de estos elementos pueden ser manual, mecánico o por control remoto. Otra distinción existe entre un pulsador toma al ser accionado, una posición de contacto, que dura tanto como el accionamiento sobre él. Al soltarlo regresa a su posición de reposo.

- **Interruptores:** son dispositivos electromecánicos cuya misión es abrir o cerrar un circuito de forma permanente. Al accionar, hacemos que varíe su posición, abriendo un circuito que estaba cerrado o cerrando un circuito que estaba abierto y permanece así hasta que lo accionamos nuevamente.
- **Pulsadores:** los pulsadores son unos dispositivos que cuando se oprimen permiten el paso de la corriente eléctrica y cuando se dejan de oprimir recuperan su posición inicial e interrumpen el paso de corriente. También hay pulsadores que funcionan a la inversa; es decir la corriente estará circulando hasta que lo pulsemos como son los pulsadores de emergencia. Su función es invertir el estado inicial de los mismos.
- **Conmutadores:** un conmutador es un interruptor doble que actúa sobre dos circuitos, encendiendo uno y apagando el otro, o viceversa.
- **Llaves de Cruce:** son interruptores de cuatro contactos que están conectados dos a dos, de manera que al cambiar las conexiones cambia el sentido de la corriente.
- **Lámparas de Señalización:** se emplean para indicar la posición de los interruptores; la luz verde indica que el interruptor está abierto y la luz roja para indicar que está cerrado, permitiendo de esta manera conocer si un determinado elemento o circuito está activado o no.
- **Relé:** Su principio de funcionamiento es similar al del contactor, pero su uso se limita a circuitos de mando o media potencia y su función es invertir el estado de los contactos NA o NC que están asociados.
- **Relé Temporizado:** Funcionamiento similar al anterior, pero sus contactos no se invierten instantáneamente, sino que transcurre un cierto tiempo, que puede ser regulado.
Muy utilizados en automatización de máquinas y procesos industriales, como arranque de motores, tableros de comando, hornos industriales y otros.
- **Finales de carrera de Contacto:** Con estos interruptores son detectadas posiciones finales muy específicas de partes mecánicas u otros elementos mecánicos. El punto de vista que rige la elección de dichos elementos de entrada de señal reside en el esfuerzo mecánico, la seguridad de contacto y

la exactitud del punto de contacto. También se distinguen los finales de carrera por la forma de contacto: Gradual o repentino.

En el primero la apertura o el cierre de los contactos se hacen a la misma velocidad que el accionamiento (propio para velocidades de arranque pequeñas). En el repentino, la velocidad de arranque no es significativa, pues en un cierto punto se da el contacto del pulsador de giro. El accionamiento de pulsador de límite puede ser por medio de una pieza constitutiva, como un botón o una palanca de rodillo.

- **Solenoides:** en un accionado de solenoide un campo electromagnético mueve un inducido que a su vez mueve un pasador de empuje. El pasador de empuje mueve finalmente el carrito de la válvula.

Los dos accionadores más comunes de solenoide son el de solenoide de espacio de aire y el de solenoide húmedo.

- **Contactores:** los elementos más utilizados en los controles eléctricos son los contactores. Se utilizan para conectar cargas eléctricas, tienen contactos principales del tipo normalmente abiertos y pueden tener usos específicos de hasta unos 50 amperios y están siendo reemplazados por componentes de estado sólido los cuales tienen una vida útil muy grande siempre y cuando sean utilizados dentro de sus rangos de operación. Otra ventaja es su rapidez de operación y su rigidez dieléctrica.

3.1.1.2. Elementos de Protección

Son aquellos elementos encargados de proteger a las personas, líneas y equipos ante sobre intensidades o cortocircuitos eléctricos, así como por contactos directos o indirectos. Se utiliza tanto en los circuitos de fuerza y de mando, en las líneas de entrada de los mismos, para proteger contra cortocircuitos, sobrecargas o derivaciones a masa.

- **Fusibles:** utilizados en los dos tipos de circuitos de fuerza, mando y protegen contra cortocircuitos, fundiéndose y actuando como un interruptor. Se instalan al inicio de la línea eléctrica y constituyen el punto más débil de la misma. Están formados por un filamento conductor calibrado para una determinada máxima intensidad eléctrica. Cuando el valor de estas sobrepasa el máximo, el calor producido funde el filamento interrumpiéndose el circuito eléctrico y en consecuencia cesando el paso de corriente.

- **Interruptores Diferenciales:** utilizados en circuitos de fuerza de corriente alterna para proteger las instalaciones de las derivaciones a tierra, cuando detectan estas abren el circuito. Son dispositivos de protección contra contactos indirectos, que detectan la diferencia de corriente entre dos conductores, en el caso de los monofásicos.
- **Relé Magnetotérmico:** interruptor de control de potencia. Utilizados en circuitos de fuerza y protegen las instalaciones contra cortocircuitos y sobrecargas. Cuando la intensidad que circula por el circuito de potencia superara los límites del reglaje hecho sobre el relé magnético, es capaz de atraer a una armadura mediante la cual podrá abrirse un contacto, y con él tirar la maniobra y como consecuencia desconectar el receptor.
- **Relé Térmico:** elementos de protección contra sobrecargas en circuitos de fuerza, con ajuste de corriente máxima; actúa sobre los tres contactos de las fases y sobre los contactos auxiliares abriéndolos.

3.2. Conductores Eléctricos

Cuando se emplea el término conductor, se hace una referencia simplificada a lo que es en realidad un conductor de la electricidad. Se entiende por conductor todo material que permite el paso de la corriente eléctrica en forma continua cuando está sometido a una diferencia potencial.

Son aquellos cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad. Un conductor Eléctrico está formado primeramente por el conductor propiamente dicho, usualmente de cobre; este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio. Aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

El uso de uno u otro material como conductor depende de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo. Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.

El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza, 99,99%. Dependiendo del uso que se le vaya a dar, este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple: duro, semi duro y blando o recocido.

Las partes que componen los conductores eléctricos son tres muy diferenciadas:

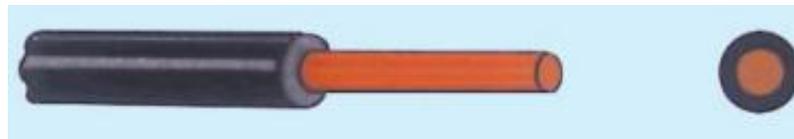
- El alma o elemento conductor
- El aislamiento
- Las cubiertas protectoras

El alma o elemento conductor: se fabrica en cobre y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, grupos habitacionales, etc.).

De la forma cómo esté constituida esta alma depende la clasificación de los conductores eléctricos. Así tenemos:

➤ **Según su constitución**

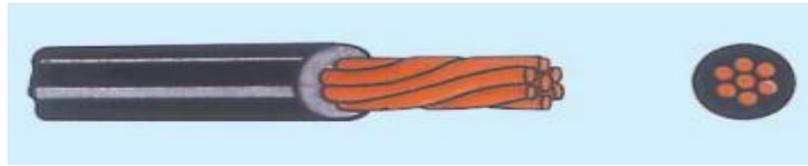
- **Alambre:** alambre Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor. (Ver figura III.5).



Fuente: http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf
Figura III.5 Alambre Conductor

Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en ductos o directamente sobre aisladores.

- **Cable:** conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.(Ver figura III.6)

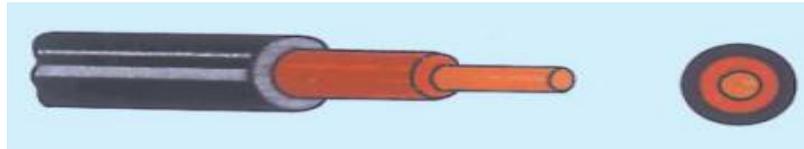


Fuente: http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Figura III. 6 Cable Conductor

➤ **Según el número de conductores**

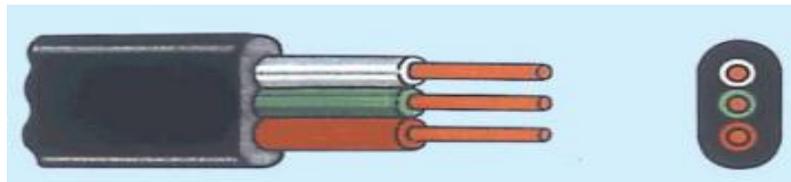
- **Mono conductor:** conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislación y con o sin cubierta protectora.(ver figura III.7)



Fuente: http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Figura III.7 Mono Conductor

- **Multi conductor:** conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes.(ver figura III.8)



Fuente: http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Figura III.8 Multi Conductor

El aislamiento: El objetivo de la aislación en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por Él, entre en contacto con las personas o con objetos, ya sean éstos ductos, artefactos u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modo, la aislación debe evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí. Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido sustancias poliméricas, que en química se definen como un material o cuerpo químico formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Antiguamente los aislantes fueron de origen natural, gutapercha y papel. Posteriormente la tecnología los cambio por aislantes artificiales actuales de uso común en la fabricación de conductores eléctricos.

Los diferentes tipos de aislación de los conductores están dados por su comportamiento técnico y mecánico, considerando el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc. Entre los materiales usados para la aislación de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el caucho, la goma, el neopreno y el nylon.

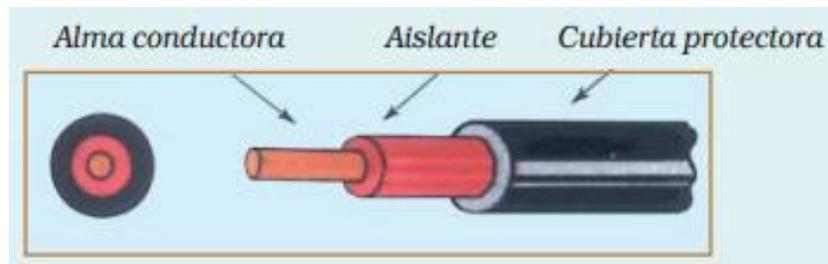
Si el diseño del conductor no consulta otro tipo de protección se le denomina aislación integral, porque el aislamiento cumple su función y la de revestimiento a la vez.

Cuando los conductores tienen otra protección polimérica sobre la aislación, esta última se llama revestimiento, chaqueta o cubierta.

Las cubiertas protectoras: el objetivo fundamental de esta parte de un conductor es proteger la integridad de la aislación y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc. Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a ésta se le denomina armadura. La armadura puede ser de cinta, alambre o alambres trenzados.

Los conductores también pueden estar dotados de una protección de tipo eléctrico formado por cintas de aluminio o cobre. En el caso que la protección, en vez de cinta esté constituida por alambres de cobre, se le denomina pantalla o blindaje.

(Ver figura III.9)



Fuente: http://www.pro cobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Figura III.9 Descripción de Cubierta Protectora

3.2.1. Aplicación de los Cables

Para Media Tensión: se usan para distribución de energía eléctrica y conectan los transformadores de subestaciones con los transformadores para bajar la tensión a niveles de usuario final. Su instalación puede ser al aire, en ductos

subterráneos, canaletas, enterrado directo o bandejas porta cables están conformados básicamente por un conductor, un blindaje sobre el conductor, el aislamiento, un blindaje del aislamiento, una pantalla metálica y la cubierta exterior o chaqueta.(ver figura III.10)



Fuente: <http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>
Figura III.10 Cables de Media Tensión

Para Control: se usan para llevar señales entre aparatos en interface directa con el sistema eléctrico de potencia, tales como transformadores de corriente, transformadores de potencia, relés interruptores y equipos de medición. Los cables de control son cables multiconductores que llevan señales eléctricas usadas para monitorear o controlar sistemas eléctricos de potencia y sus procesos asociados. La tensión de operación de estos cables es de 600V. (Ver figura III.11)



Fuente: <http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>
Figura III.11 Cables de Control

Cables de Instrumentación: son usados para llevar señales desde procesos de monitoreo a procesos de analizadores, usualmente equipo electrónico y de los analizadores, al equipo de control en el sistema eléctrico de potencia. Los cables de instrumentación CENTELSA son cables multi conductores que transportan señales eléctricas de baja potencia usadas para monitorear o controlar sistemas eléctricos de potencia y sus procesos asociados. La tensión de operación de estos cables es de 300V y también son aptos para usos en 600V en circuitos de potencia limitada. (Ver figura III.12)



Fuente: <http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>

Figura III.12 Cables de Instrumentación

Cables de Baja Tensión: en general, se usan en el proceso de utilización y van desde la salida de los transformadores de distribución hasta la conexión con los equipos. Se consideran cables de baja tensión aquellos cuyo voltaje de operaciones como máximo de 1000V entre fases. Dentro de esta familia se encuentran principalmente cables para 600V. (Ver figura III.13)



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/cae-groupe/cables-electricos-de-distribucion-de-energia-baja-tension-12252-476186.html>

Figura III.13 Cables de Baja Tensión

Cables Multi Conductores de Potencia: los cables de potencia son de uso general en instalaciones industriales, distribución interior de energía en baja tensión. Sitios secos o húmedos, cárcamos, canalizaciones o enterrado directo. (Ver figura III.14)



Fuente: <http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>

Figura III.14 Cables Multi conductores de potencia

Cables para Acometidas: Los Cables de Acometida se usan para conectar la red secundaria con el equipo de medida o contador. Las Acometidas tipo SEU, SER y USE se caracterizan por su construcción con las fases en disposición paralela o

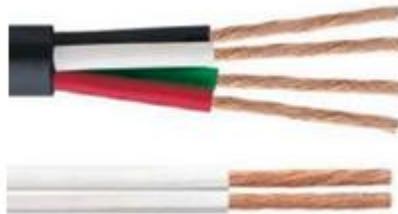
cableada y el neutro de tipo concéntrico, es decir, cableado alrededor de las fases y una chaqueta exterior protectora. (Ver figura III.15)



Fuente: <http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>

Figura III.15 Cables de Acometidas

Cables Flexibles: Los Cables Flexibles se denominan así por ser fácilmente maniobrables en espacios reducidos y poderse movilizar, enrollar y transportar con facilidad. Su característica de flexibilidad los faculta para soportar movimientos o vibraciones que se presentan en algunas aplicaciones específicas. Básicamente un Cable Flexible está compuesto por uno o varios conductores de cobre y materiales que componen el aislamiento o la chaqueta, que generalmente son plásticos. (Ver figura III.16)



Fuente: <http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>

Figura III.16 Cables Flexibles

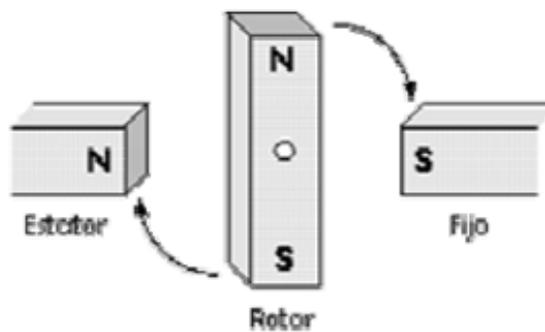
3.3. Motores Eléctricos

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

3.3.1. Fundamentos de operación de los motores eléctricos

En magnetismo se conoce la existencia de dos polos: polo norte (N) y polo sur (S), que son las regiones donde se concentran las líneas de fuerza de un imán. Un motor para funcionar se vale de las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre los polos. De acuerdo con esto, todo motor tiene que estar formado con polos alternados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos iguales se repelen, y polos magnéticos diferentes se atraen, produciendo así el movimiento de rotación. En la figura se muestra como se produce el movimiento de rotación en un motor eléctrico. (Ver figura III.17)



Fuente: <http://ebookbrowse.com/motores-electricos-pdf-d314354502>

Figura III.17 Principio de Rotación del Motor

Un motor eléctrico opera primordialmente en base a dos principios: El de inducción, descubierto por Michael Faraday en 1831; que señala, que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente eléctrica en el primer conductor. Y el principio que André Ampère observó en 1820, en el que establece: que si una corriente pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, éste ejerce una fuerza mecánica o f.e.m. (fuerza electromotriz), sobre el conductor.

3.3.2. Partes de un motor

- **Estator:** es la parte fija del motor, está compuesta por la carcasa de acero que contiene al núcleo magnético del devanado estatórico o inductor. Esta carcasa sirve para proteger y disipar el calor generado dentro del motor a través de sus aletas. El núcleo estatórico está compuesto por un conjunto de chapas de hierro apiladas, formado un cilindro hueco, en cuyo interior se alojará el rotor. En el interior de de este núcleo se han practicado un

conjunto de ranuras donde se bobinan el devanado inductor. (Ver figura III.18)



Fuente: <http://ebookbrowse.com/motores-electricos-pdf-d314354502>
Figura III.18 Estator

- **Rotor:** es la parte móvil del motor. Acoplado al eje se sitúa el núcleo rotórico, en cuya superficie de alojan cierto número de barras conductoras cortocircuitadas en sus extremos mediante anillos conductores. Este tipo de rotores se llaman de jaula de ardilla. El eje de giro se sujeta a la carcasa mediante unos cojinetes o rodamientos, y transmiten el par de fuerzas a la carga mediante una transmisión mecánica de tipo engranaje, correa, o cadena, con embrague y/o freno mecánico. La transmisión hace la función de reductor de velocidad, adecuando la velocidad del motor a la velocidad de la carga. (Ver figura III.20)



Fuente: <http://ebookbrowse.com/motores-electricos-pdf-d314354502>
Figura III.19 Rotor

- **Refrigeración:** si acoplamos un ventilador al eje de giro, éste refrigerará al motor cuando gire, evacuando el calor al exterior, esto se llama auto-ventilación. También existen motores con ventilación forzada, si el ventilador tiene su propio motor, o refrigerados con agua, aceite.
- **Caja de bornes:** Aloja a los terminales de los devanados estatórico para su conexión a la alimentación. Existen 2 terminales por devanado, y un devanado por fase.

➤ **Cojinetes:** También conocidos como rodamientos, contribuyen a la óptima operación de las partes giratorias del motor. Se utilizan para sostener y fijar ejes mecánicos, y para reducir la fricción, lo que contribuye a lograr que se consuma menos potencia. Los cojinetes pueden dividirse en dos clases generales:

- **Cojinetes de deslizamiento:** Operan la base al principio de la película de aceite, esto es, que existe una delgada capa de lubricante entre la barra del eje y la superficie de apoyo. (Ver figura III.21)



Fuente: <http://ebookbrowse.com/motores-electricos-pdf-d314354502>
Figura III.20 Cojinetes de Deslizamiento

- **Cojinetes de rodamiento:** Se utilizan con preferencia en vez de los cojinetes de deslizamiento por varias razones:
 - Tienen un menor coeficiente de fricción, especialmente en el arranque.
 - Son compactos en su diseño
 - Tienen una alta precisión de operación.
 - No se desgastan tanto como los cojinetes de tipo deslizante.
 - Se remplazan fácilmente debido a sus tamaños estándares. (Ver figura III.22)



Fuente: <http://ebookbrowse.com/motores-electricos-pdf-d314354502>
Figura III.21 Cojinetes de Rodamiento

3.3.3. Tipos de Motores

3.3.3.1. Motores de corriente alterna: se usan mucho en la industria, sobretodo, el motor trifásico asíncrono de jaula de ardilla. Podemos clasificarlos de varias maneras, por su velocidad de giro, por el tipo de rotor y por el número de fases de alimentación.

- **Por su velocidad de giro.**

Asíncronos. Un motor se considera asíncrono cuando la velocidad del campo magnético generado por el estátor supera a la velocidad de giro del rotor.

Síncronos. Un motor se considera síncrono cuando la velocidad del campo magnético del estátor es igual a la velocidad de giro del rotor. Recordar que el rotor es la parte móvil del motor. Dentro de los motores síncronos, nos encontramos con una sub clasificación:

- Motores síncronos trifásicos.
- Motores asíncronos sincronizados.
- Motores con un rotor de imán permanente.

- **Por el tipo de rotor.**

- Motores de anillos rozantes.
- Motores con colector.
- Motores de jaula de ardilla.

- **Por su número de fases de alimentación.**

- Motores monofásicos.
- Motores bifásicos.
- Motores trifásicos.
- Motores con arranque auxiliar bobinado.
- Motores con arranque auxiliar bobinado y con condensador.

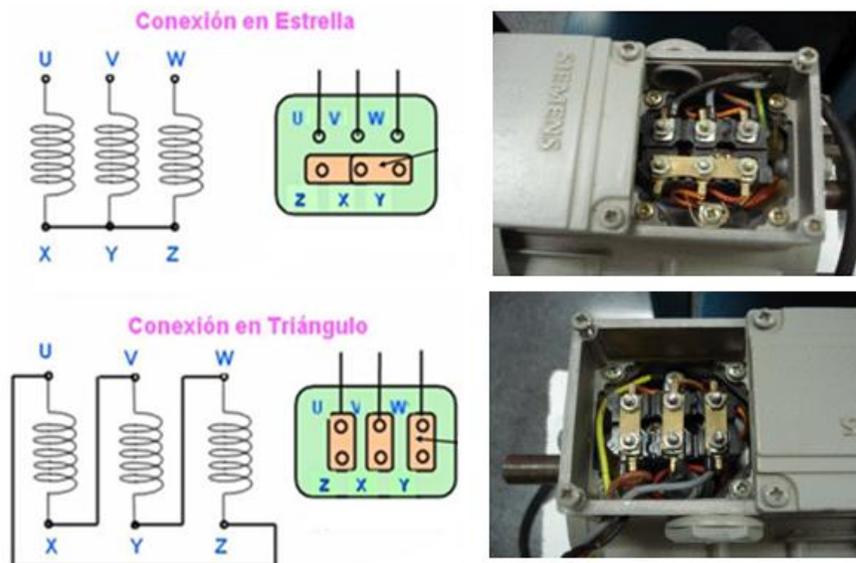
3.3.3.2. Motores de corriente continua: suelen utilizarse cuando se necesita precisión en la velocidad, montacargas, locomoción, etc. La clasificación de este tipo de motores se realiza en función de los bobinados del inductor y del inducido:

- Motores de excitación en serie.
- Motores de excitación en paralelo.
- Motores de excitación compuesta.

3.3.3.3. Motores universales: Son los que pueden funcionar con corriente alterna o continua, se usan mucho en electrodomésticos. Son los motores con colector.

3.3.4. Conexión de los Motores Asíncronos Trifásicos

Los motores asíncronos trifásicos son motores bitensión, puede conectarse a dos tensiones de red diferentes, p.e 220/380 V. La tensión menor indica la tensión de fase nominal, ósea, la máxima tensión a aplicar al bobinado. Un exceso de tensión puede provocar perforaciones en el aislamiento y/o sobrecalentamiento, reduciendo drásticamente la vida útil. Una tensión demasiado pequeña reduce en un tercio potencia útil del motor. Así, ante una red con la tensión menor conectaremos el motor en triángulo, y ante una red con la tensión mayor lo conectaremos en estrella. (Ver figura III.23)



Fuente: http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=2&id_sec=7
Figura III.22 Tipo de conexión de motores

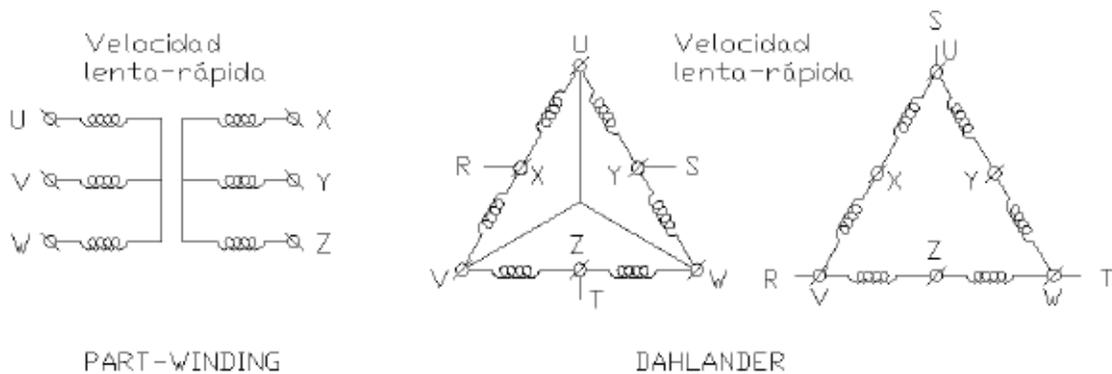
3.3.4.5 Regulación de Velocidad de Motores Asíncronos Trifásico

Los motores asíncronos trifásicos tienen un margen de regulación de velocidad muy estrecho, como hemos visto, su velocidad es casi la de sincronismos, y

además su valor exacto se auto-ajusta con la carga aplicada. Si reducimos la tensión de alimentación reduciremos la potencia mecánica desarrollada, pero apenas variaremos su velocidad.

Para poder variar a voluntad la velocidad a la que gira estos motores tenemos varias formas posibles:

- **Variando el número de polos:** conseguimos motores con 2 velocidades, aunque esto sólo se puede hacer en estatores preparados a tal fin, (Ver figura III.24). Los dos métodos más usuales son:
 - dos devanados independientes (part-winding)
 - mediante la conmutación de sus polos (Dahlander)



Fuente: http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=2&id_sec=7
Figura III.23 Conexión de velocidad de motores

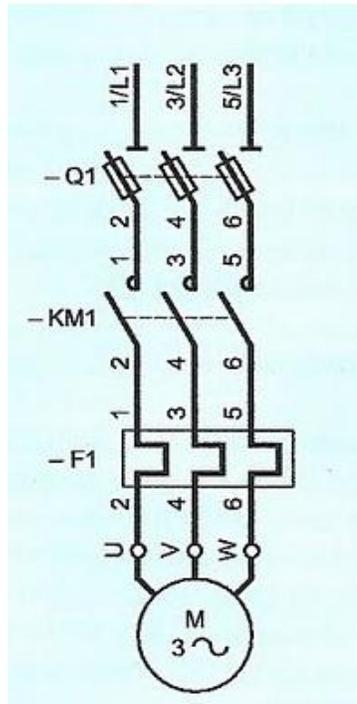
- **Variando la frecuencia:** mediante un convertidor electrónico de frecuencia, le aplicamos la frecuencia deseada. Su progresiva reducción de coste ha provocado que el motor asíncrono junto con el variador de frecuencia sea la solución más utilizada en la actualidad para aplicaciones de bajas y medias prestaciones.

3.3.4.6. Tipos de Arranque de Motores Asíncronos Trifásicos

Arranque directo

Este método se emplea únicamente en máquinas de una potencia inferior a 5Kw. Un motor arranca en forma directa cuando a sus bornes se aplica directamente la tensión nominal a la que debe trabajar. Si el motor arranca a plena carga, el bobinado tiende a absorber una cantidad de corriente muy superior a la nominal, lo que hace que las líneas de alimentación incrementen considerablemente su carga y como consecuencia directa se reduzca la caída de tensión. La intensidad de

corriente durante la fase de arranque puede tomar valores entre 6 a 8 veces mayores que la corriente nominal del motor. Su ventaja principal es el elevado par de arranque, que es 1.5 veces el nominal. (Ver figura III.25)

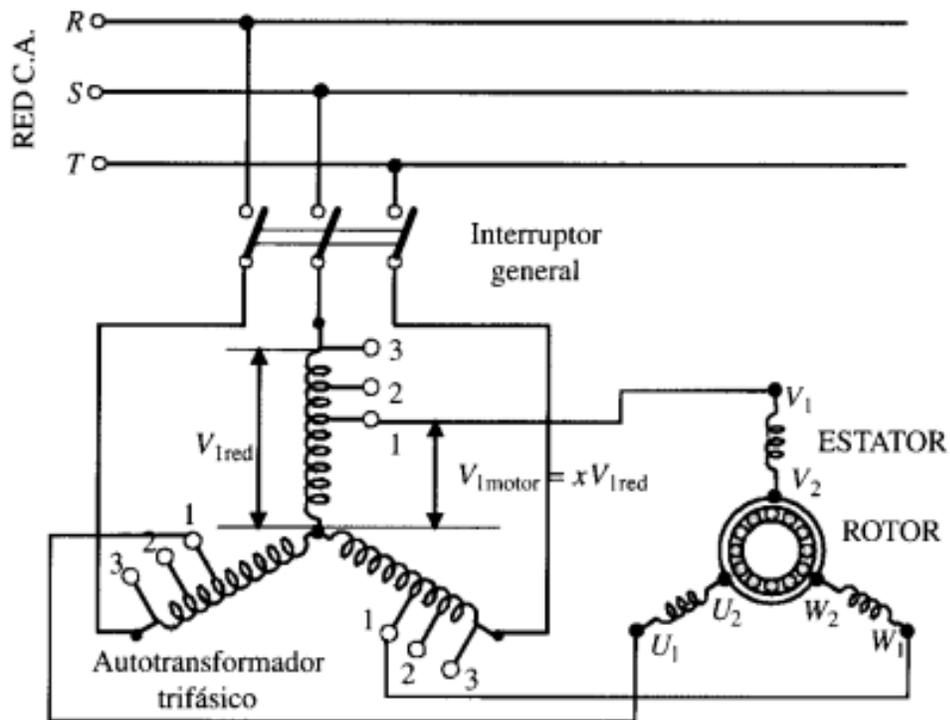


Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos94/arranque-motores-asincronicos/arranquemotores-asincronicos.shtml>

Figura III. 24 Tipo de conexión de motores

Arranque por autotransformador

Consiste en intercalar un autotransformador entre la red y el motor, de tal forma que la tensión aplicada en el arranque sea solo una fracción de la asignada. El proceso puede realizarse en dos o tres escalones y con tensiones no inferiores al 40, 60 y 75% de la tensión de la línea. Se aplica a motores cuya potencia nominal es mayor que 5Kw. El autotransformador de arranque es un dispositivo similar al estrella-triángulo, salvo por el hecho de que la tensión reducida en el arranque se logra mediante bobinas auxiliares que permiten aumentar la tensión en forma escalonada, permitiendo un arranque suave. (Ver figura III.26)



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos94/arranque-motores-asincronicos/arranquemotores-asincronicos.shtml>

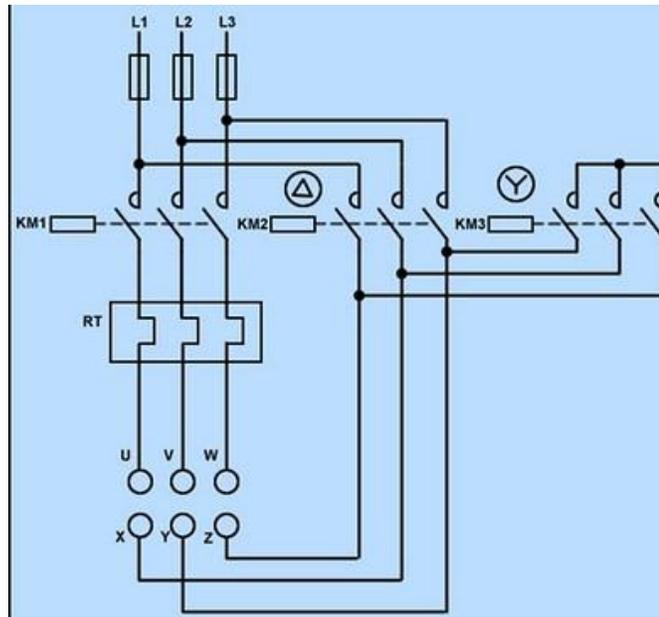
Figura III.25 Arranque de Motor por Autotransformador

Arranque estrella-Delta

Este método de arranque se puede aplicar tanto a motores de rotor devanado como a motores de rotor jaula de ardilla, la única condición que debe cumplir el motor para que pueda aplicarse este método de arranque es que tenga acceso completo a los devanados del estator (6 bornes de conexión). Este método solamente se puede utilizar en aquellos motores que estén preparados para funcionar en delta con la tensión de la red, si no es así no se le puede conectar. La maquina se conecta en estrella en el momento del arranque y se pasa después a delta cuando está en funcionamiento.

La conmutación de estrella-delta generalmente se hace de forma automática luego de transcurrido un lapso (que puede regularse) en que el motor alcanza determinada velocidad.

El arranque estrella-delta es el procedimiento más empleado para el arranque a tensión reducida debido a que su construcción es simple, su precio es reducido y tiene una buena confiabilidad.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos94/arranque-motores-asincronicos/arranquemotores-asincronicos.shtml>

Figura III.26 Arranque Estrella Triangulo

Arrancador estático: mediante un convertidor electrónico de frecuencia, aplicamos una tensión-frecuencia creciente (rampa de aceleración) hasta su valor nominal. También permite aplicarle rampa de deceleración, o inyectarle corriente continua para su bloqueo.

3.4. Sistema Electrónico

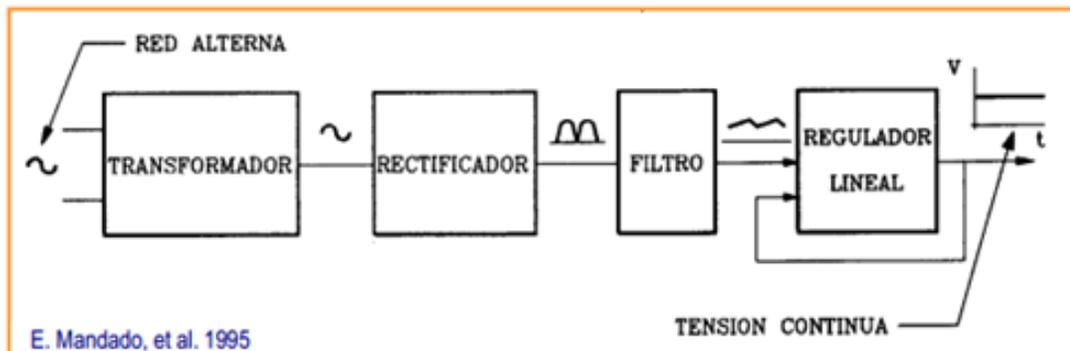
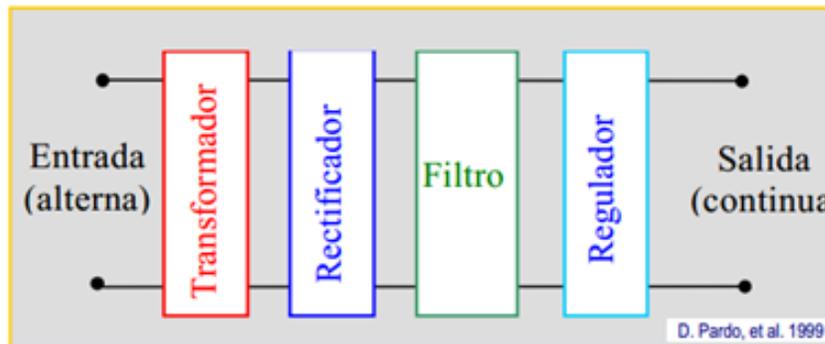
3.4.1. Fuentes de alimentación

Cuando se habla de fuente de poder, se hace referencia al sistema que otorga la electricidad imprescindible para alimentar a equipos. La fuente de alimentación tiene el propósito de transformar la tensión alterna de la red industrial en una tensión casi continua. Para lograrlo, aprovecha las utilidades de un rectificador, de fusibles y de otros elementos que hacen posible la recepción de la electricidad y permiten regularla, filtrarla y adaptarla a los requerimientos específicos del equipo informático.

Casi todos los circuitos electrónicos necesitan una fuente de alimentación continua. En sistemas portátiles (poca potencia) batería

La función de una fuente de alimentación es convertir la tensión alterna en una tensión continua y lo más estable posible, para ello se usan los siguientes componentes

- Transformador de entrada
- Rectificador a diodos
- Filtro para el rizado
- Regulador (o estabilizador) lineal



Fuente: http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/electronica/contenido/electronica/Tema4_Falimentac.pdf

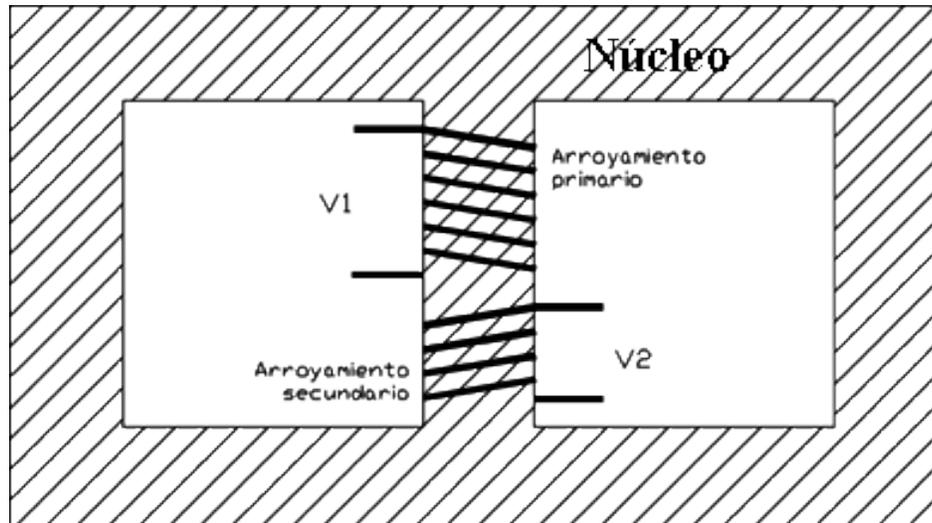
Figura III. 27 Etapas de la Fuente de Alimentación

➤ **Transformador de entrada:**

El transformador de entrada reduce la tensión de red (generalmente 220 o 120 V) a otra tensión más adecuada para ser tratada. Solo es capaz de trabajar con corrientes alternas. Esto quiere decir que la tensión de entrada será alterna y la de salida también.

Consta de dos arrollamientos sobre un mismo núcleo de hierro, ambos arrollamientos, primario y secundario, son completamente independientes y la energía eléctrica se transmite del primario al secundario en forma de energía

magnética a través del núcleo. El esquema de un transformador simplificado es el siguiente:



Fuente: <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>

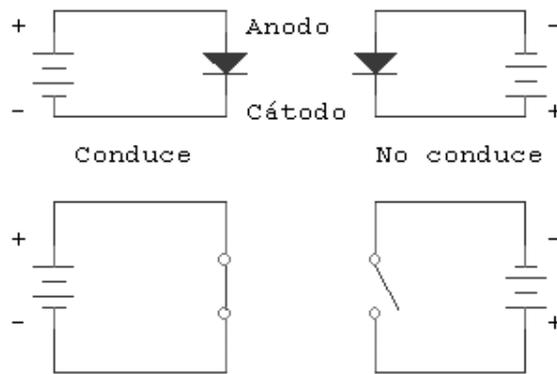
Figura III.28 Transformador

La corriente que circula por el arrollamiento primario genera una circulación de corriente magnética por el núcleo del transformador. Esta corriente magnética será más fuerte cuantas más espiras (vueltas) tenga el arrollamiento primario. Si acercas un imán a un transformador en funcionamiento notarás que el imán vibra, esto es debido a que la corriente magnética del núcleo es alterna, igual que la corriente por los arrollamientos del transformador.

En el arrollamiento secundario ocurre el proceso inverso, la corriente magnética que circula por el núcleo genera una tensión que será tanto mayor cuanto mayor sea el número de espiras del secundario y cuanto mayor sea la corriente magnética que circula por el núcleo (la cual depende del número de espiras del primario).

➤ **Rectificador**

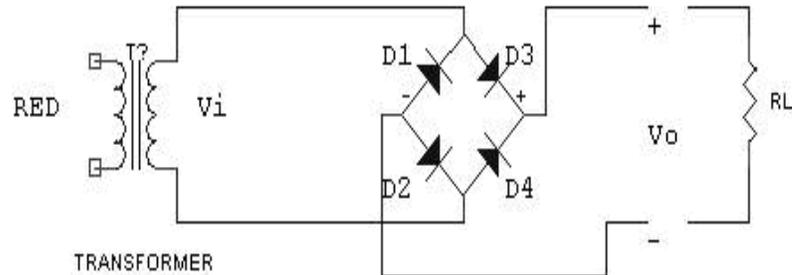
El rectificador es el que se encarga de convertir la tensión alterna que sale del transformador en tensión continua. Obtiene de la tensión alterna de la red industrial, una tensión unidireccional, variable en amplitud (pero no en sentido). Los más habituales son los construidos con diodos o con tiristores, aunque existen otros, pero que ya no se utilizan.



Fuente: <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>

Figura III.29 Rectificador

El rectificador se conecta después del transformador, por lo tanto le entra tensión alterna y tendrá que sacar tensión continua, es decir, un polo positivo y otro negativo:

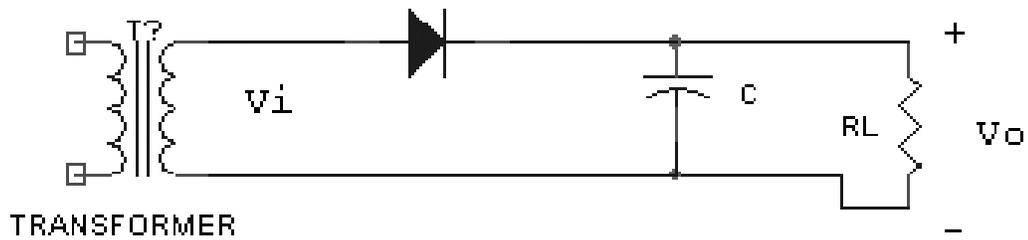


Fuente: <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>

Figura III.30 Diagrama del puente de Diodos Rectificador

➤ Filtro

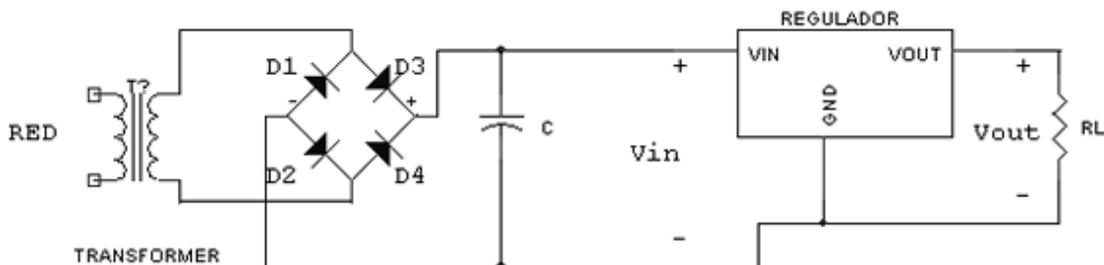
La tensión en la carga que se obtiene de un rectificador es en forma de pulsos. En un ciclo de salida completo, la tensión en la carga aumenta de cero a un valor de pico, para caer después de nuevo a cero. Esta no es la clase de tensión continua que precisan la mayor parte de circuitos electrónicos. Lo que se necesita es una tensión constante, similar a la que produce una batería. Para obtener este tipo de tensión rectificada en la carga es necesario emplear un filtro, consiguiendo una reducción importante de la variación en amplitud de la tensión rectificada



Fuente: <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>
Figura III.31 Filtro

➤ Regulador

Un regulador o estabilizador es un circuito que se encarga de reducir el rizado y de proporcionar una tensión de salida de la tensión exacta que queramos, proporcionar una tensión estable y bien especificada para alimentar otros circuitos.



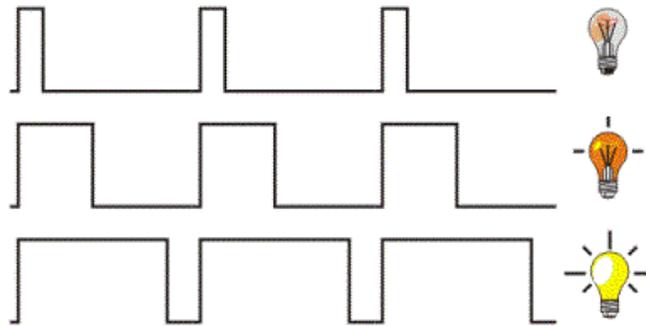
Fuente: <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>
Figura III.32 Regulador de Voltaje

3.4.2. Circuito variador de voltaje en corriente continua

PWM es el acrónimo de "Pulse Width Modulation"; ("Modulación de impulsos en anchura"), expresión que se refiere un modo especial de modulación. La modulación por ancho de pulsos de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica, ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

La modulación por ancho de pulsos es una técnica utilizada para regular la velocidad de giro de los motores eléctricos de inducción o asíncronos. Mantiene el par motor constante y no supone un desaprovechamiento de la energía eléctrica. Se utiliza tanto en corriente continua como en alterna, como su nombre lo indica, al controlar: un momento alto (encendido o alimentado) y un momento bajo (apagado o desconectado), controlado normalmente por relevadores (baja frecuencia) o MOSFET o tiristores (alta frecuencia).

Otros sistemas para regular la velocidad modifican la tensión eléctrica, con lo que disminuye el par motor; o interponen una resistencia eléctrica, con lo que se pierde energía en forma de calor en esta resistencia. Otra forma de regular el giro del motor es variando el tiempo entre pulsos de duración constante, lo que se llama modulación por frecuencia de pulsos.

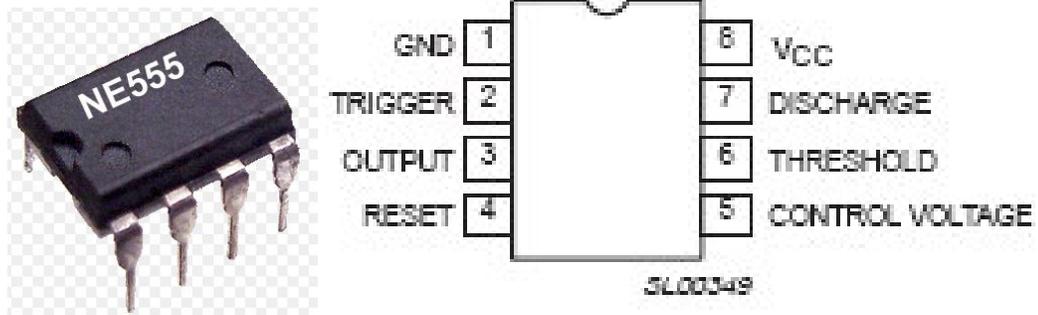


Fuente: <http://burgath.com/sabias-que/pwm-modulacion-por-ancho-de-pulso/>
Figura III.33 Modulación por ancho de Pulsos

3.4.2.1. Elementos que conforman un circuito PWM

- **Circuito Integrado 555:** el 555 es un circuito integrado monolítico de bajo, muy estable cuya función primordial es la de producir pulsos de temporización con una gran precisión y que, además, puede funcionar como oscilador.

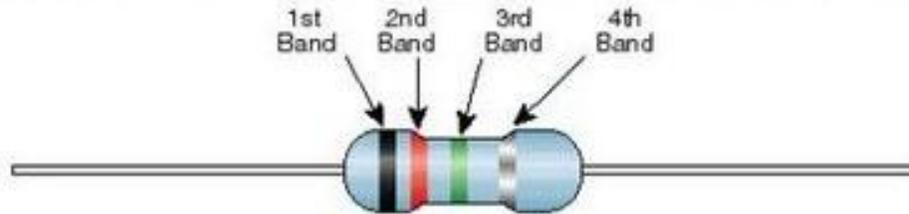
El circuito puede alimentarse con tensión continua comprendida entre 5 y 15 voltios, la corriente de salida máxima puede ser de hasta 200mA., muy elevada para un circuito integrado, permitiendo excitar directamente relés y otros circuitos de alto consumo sin necesidad de utilizar componentes adicionales.



Fuente: <http://ayudaelectronica.com/pwm-ne555-control-motor/>
Figura III.34 Integrado 555

- **Resistencias:** Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica. La unidad de la resistencia eléctrica es el ohmio, que se representa por la letra griega Ω (omega). El ohmio se define como la resistencia que opone al paso de corriente eléctrica, una columna de mercurio de 106'3 centímetros de longitud y 1 milímetro de sección.

Standard EIA Color Code Table 4 Band: $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, and $\pm 10\%$

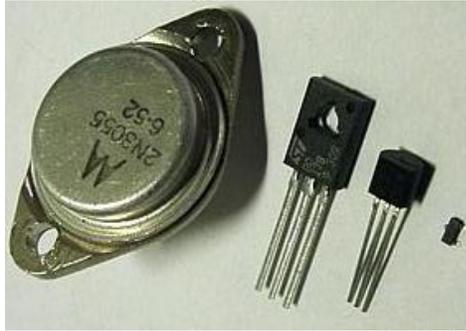


Color	1st Band (1st figure)	2nd Band (2nd figure)	3rd Band (multiplier)	4th Band (tolerance)
Black	0	0	10^0	
Brown	1	1	10^1	
Red	2	2	10^2	$\pm 2\%$
Orange	3	3	10^3	
Yellow	4	4	10^4	
Green	5	5	10^5	
Blue	6	6	10^6	
Violet	7	7	10^7	
Gray	8	8	10^8	
White	9	9	10^9	
Gold			10^{-1}	$\pm 5\%$
Silver			10^{-2}	$\pm 10\%$

Fuente: <http://ayudaelectronica.com/pwm-ne555-control-motor/>

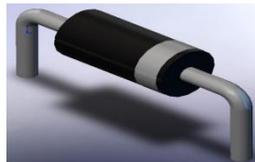
Figura III.35 Resistencia Eléctrica

- **Transistores:** los transistores son componentes activos de 3 terminales, diseñados para controlar la conducción de electricidad. Los transistores más comunes son los bipolares, ya que se forman por dos semiconductores (N y P), de dos polaridades. La estructura del transistor bipolar es: colector, emisor y base. Siendo la base, la parte central, el colector, el de la izquierda y el emisor, el de la derecha. Los transistores pueden llegar a ser muy chicos y su tamaño es directamente proporcional a la cantidad de corriente que pueden soportar.



Fuente: <http://ayudaelectronica.com/pwm-ne555-control-motor/>
Figura III.36 Transistor

- **Diodo Rectificador:** un diodo es un elemento semiconductor que está formado por cristales de 2 tipos: P y N. Permite el paso de la corriente eléctrica en un solo sentido siendo este cuando esta polarizo directamente, si fuese el caso contrario, es decir, inversamente se comporta como un aislante
También suelen ser llamados "Rectificadores" porque dependiendo del tipo de montaje realizado con ellos, pueden rectificar la corriente alterna en continua.



Fuente: <http://ayudaelectronica.com/pwm-ne555-control-motor/>
Figura III.37 Diodo Rectificador

- **Diodo Zener:** el diodo zener utiliza una unión p-n con polarización inversa para hacer uso del efecto zener, el cual es un fenómeno de rotura, que mantiene un voltaje cercano a un valor constante, llamado voltaje zener. Es útil en los reguladores zener, proporcionando un voltaje más constante que mejora las fuentes de alimentación reguladas, y en las aplicaciones de limitadores.



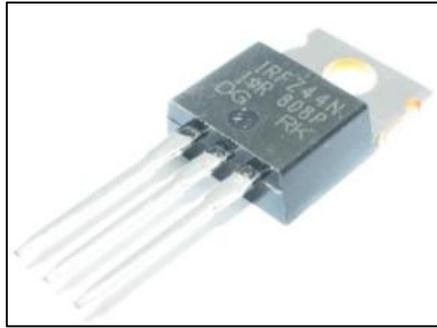
Fuente: <http://ayudaelectronica.com/pwm-ne555-control-motor/>
Figura III.38 Diodo Zener

- **Capacitores:** se denomina capacitor al dispositivo que es capaz de acumular cargas eléctricas. Básicamente un capacitor está constituido por un conjunto de láminas metálicas paralelas separadas por material aislante. La acumulación de cargas eléctricas entre las láminas da lugar a una diferencia de potencial o tensión sobre el capacitor y la relación entre las cargas eléctricas acumuladas y la tensión sobre el capacitor es una constante denominada capacidad.



Fuente: <http://ayudaelectronica.com/pwm-ne555-control-motor/>
Figura III.39 Capacitor

- **Mosfet IRFZ44n:** es un transistor de tecnología MOSFET (Metal–Oxide–Semiconductor – Field Effect Transistor) y de alta potencia que posee destacadas características que lo hacen ideal para aplicaciones de conmutación y en la modulación por ancho de pulso (PWM). Este transistor encontramos que es capaz de manejar corrientes de hasta 50 Amperes ofreciendo una resistencia tan baja como 0,017 Ohms. Esto permite un régimen de trabajo extraordinario ya que trabajando al máximo de sus posibilidades no desarrollará una potencia mayor a los 45 Watts, (ver anexo A) para los datos técnicos.



Fuente: <http://ayudaelectronica.com/pwm-ne555-control-motor/>

Figura III.40 Transistor IRFZ44N

3.5. Controlador Lógico Programable

Un contador lógico programable se define como un dispositivo electrónico digital que tiene una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas de configuración de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas, para el control de maquinaria y procesos. Los PLC tienen la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin tener que volver a alambrear las conexiones de los dispositivos de entrada y salida; basta con que el operador digite en un teclado las instrucciones correspondientes.

Los PLC cuentan con características específicas que los diferencian de las computadoras y micro controladores:

- Son robustos y están diseñados para resistir vibraciones, temperaturas, humedad y ruido.
- La interfaz para las entradas y las salidas está dentro del controlador.
- Es muy sencilla tanto la programación como el entendimiento del lenguaje de programación que implementan, el cual se basa en operaciones de lógica y conmutación.

3.5.1. Selección de un PLC

La selección del correcto PLC para una máquina o proceso se debe evaluar las necesidades actuales, como también los requerimientos futuros ya que si los objetivos presentes y futuros no son apropiadamente evaluados, el sistema de control podría quedar rápidamente inadecuado y obsoleto. Al escoger el PLC contando con las posibles proyecciones futuras, se minimizarán los costos de cambios y adiciones al sistema.

Es importante saber también el tipo de comunicación que se puede aplicar, el voltaje con la que trabaja los demás elementos a utilizar en conjunto con nuestro PLC y la robustez que ofrece de acuerdo a la aplicación que va a ser utilizada con estas observaciones se asegura un buen desempeño, en el caso de una futura expansión será mucho fácil adecuar los nuevos cambios.

3.5.2. Consideraciones para Entradas y Salidas

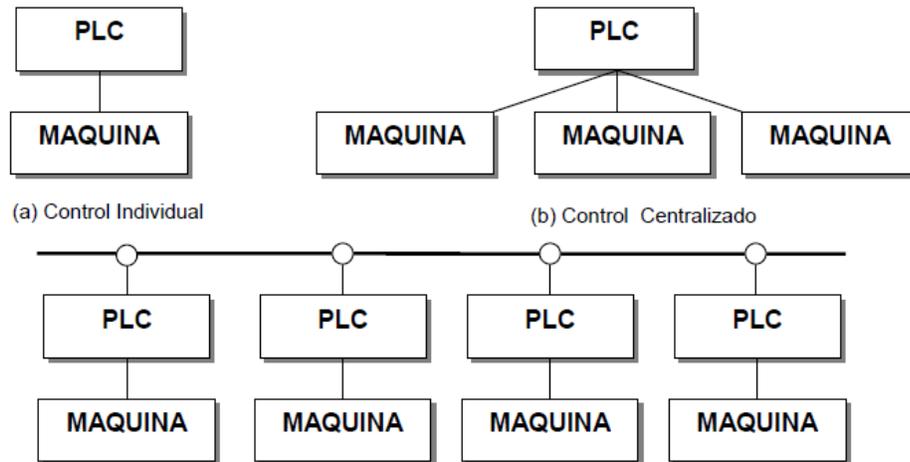
La determinación de entradas y salidas requeridas es fundamentalmente el primer paso en la selección de un controlador. La determinación de las mismas además de estar basada en contabilizar los dispositivos discretos y analógicos que serán monitoreados o controlados, es importante saber con qué voltaje trabaja cada uno de ellos y como deben ser activados. Se debe recordar siempre que el controlador debería permitir futuras expansiones y reposiciones, en el orden del 10% al 20%.

3.5.3. Consideraciones de Memoria

Los dos factores a considerar cuando se escoja la memoria son el tipo y la cantidad. Una aplicación puede requerir dos tipos de memoria: Memoria No volátil y memoria volátil con batería de respaldo. Una memoria No volátil tal como la EPROM, puede proveer confiabilidad y un medio de almacenamiento permanente una vez que el programa ha sido creado y depurado.

Los pequeños PLC's normalmente tienen una memoria fija con capacidad de 1/2K a 2K. Entonces, la cantidad de memoria no es de mucha importancia cuando se seleccionan pequeños controladores. En medianos y grandes controladores, sin embargo, la memoria es expandible en unidades de 1K, 2K, 4K, etc.

La cantidad de memoria requerida para una aplicación dada es una función del número de entradas y salidas a ser controladas y de la complejidad del programa de control. La complejidad se refiere a la cantidad y tipo de funciones aritméticas y de manipulación de datos que el PLC llevará a cabo.



Fuente: [http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens SIMATIC S7 PLC S7 1200](http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200)

Figura III.41 Tipos de Control

3.5.4. Consideraciones de Software

Durante la implementación del sistema, el usuario debe programar el PLC. El usuario debe examinar cuidadosamente las capacidades del software, que generalmente están a la medida para controlar el hardware disponible en el controlador. Sin embargo, algunas aplicaciones requieren funciones especiales que van más allá del control de los componentes de hardware.

3.5.4.1. Periféricos

El dispositivo de programación clave en un sistema PLC es el periférico. Este dispositivo es de primordial importancia debido a que debe proveer todas las capacidades para de manera exacta y fácil ingresar el programa de control al sistema. Los dos dispositivos más comunes de programación son el dispositivo de mano y el computador personal.

Los requerimientos de periféricos deberían ser evaluados conjuntamente con la CPU, puesto que la CPU determinará el tipo y número de periféricos que puede ser integrado al sistema. La CPU también tiene influencia en el método de interface, al igual como en la distancia que el periférico puede ser ubicado del PLC.

3.5.4.2. Condiciones Físicas y Ambientales

Las condiciones, tales como temperatura, humedad, nivel de polvo y corrosión, pueden afectar la correcta operación del controlador. El usuario debería

determinar las condiciones de operación (temperatura, vibración, EMI/RFI, etc.) antes de seleccionar el controlador y el sistema de I/O.

Luego de haber analizado y considerado todas estas posibilidades en un PLC se ha llegado a determinar la utilización de un PLC Simatic s7-1200. La máquina requiere de 14 entradas tanto para sensores como para botones del panel del operador. Y con 10 salidas transistorizadas que activan tantas electroválvulas para el control de los pistones y contactores para el control de los motores y señalización necesaria.

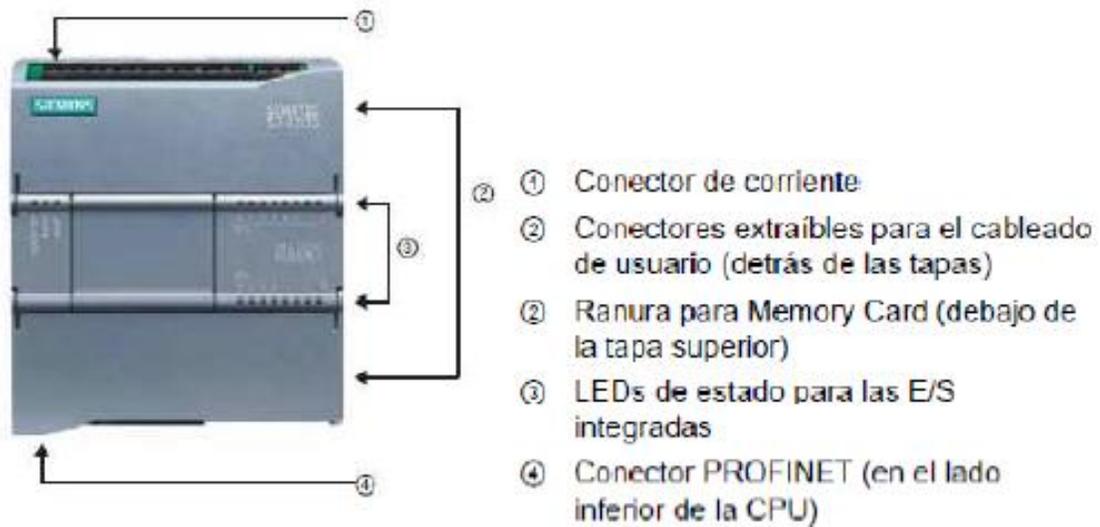
3.5.5. Características

El controlador lógico programable S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7- 1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.



Fuente: http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Figura III.42 PLC Siemens S7-1200

Los diferentes modelos de CPUs ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones.

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
• Memoria de trabajo	• 25 KB		• 50 KB
• Memoria de carga	• 1 MB		• 2 MB
• Memoria remanente	• 2 KB		• 2 KB
E/S integradas locales			
• Digitales	• 6 entradas/4 salidas	• 8 entradas/6 salidas	• 14 entradas/10 salidas
• Analógicas	• 2 entradas	• 2 entradas	• 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		

Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 10 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

Fuente: http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Tabla III.I Características de PLC S7-1200 1

➤ Signal Boards

Una (SB) permite agregar E/S a la CPU. Es posible agregar una SB con E/S digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU.

- SB con 4 E/S digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC)
- SB con 1 entrada analógica

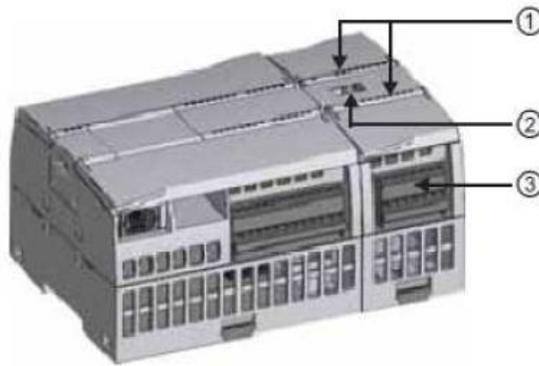


Fuente: http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Figura III.43 Signal Board en el CPU

➤ Módulos de señales

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU. Los módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU.



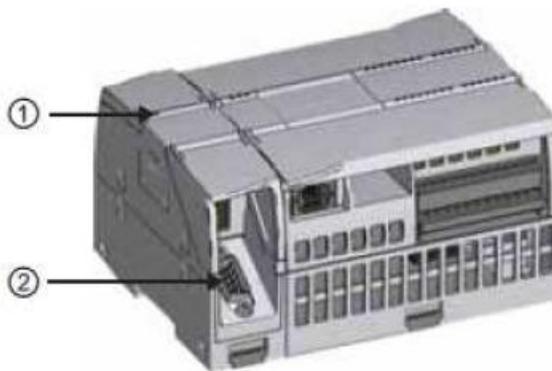
Fuente: http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200
Figura III.44 CPU más SM

- Leds de estado para las E/S del módulo de señales (1)
- Conector de bus (2)
- Conector extraíble para el cableado de usuario (3)

➤ Módulos de comunicación

La gama S7-1200 provee CMs que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y S485.

- La CPU soporta Como máximo 3 módulos de comunicación
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM)



Fuente: http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200
Figura III.45 CPU más CM

- LEDs de estado del módulo de comunicación (1)
- Conector de comunicación (2)

3.6. Software de programación

3.6.1. STEP 7 Basic

El software STEP 7 Basic ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLCs y dispositivos HMI. STEP 7 Basic ofrece dos lenguajes de programación (KOP y FUP) que permiten desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente.

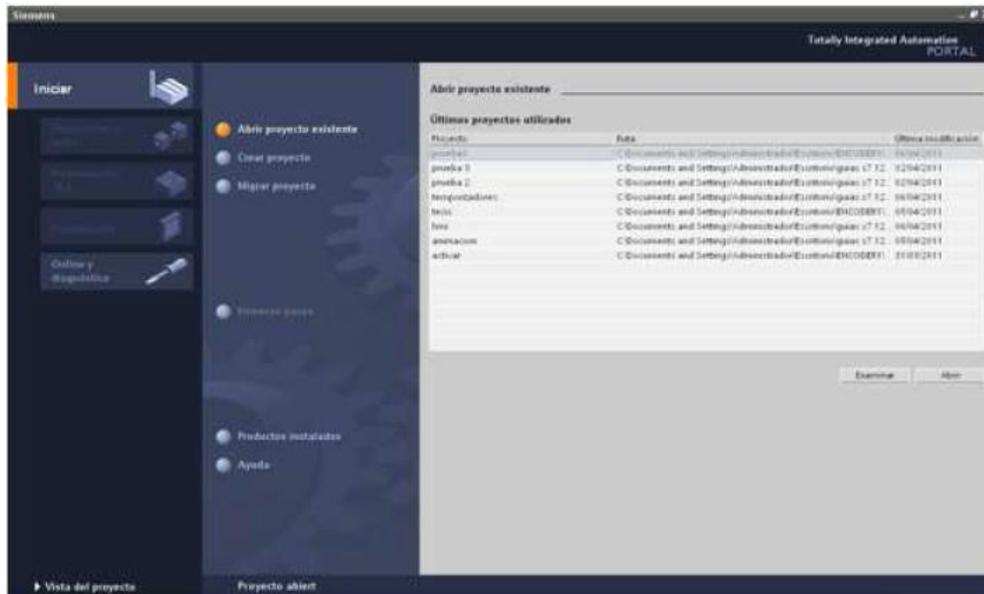
Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 Basic ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla.

3.6.2. Diferentes vistas que facilitan el trabajo

Para aumentar la productividad, el Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) ofrece dos vistas diferentes de las herramientas disponibles, a saber: distintos portales orientados a tareas organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto). El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

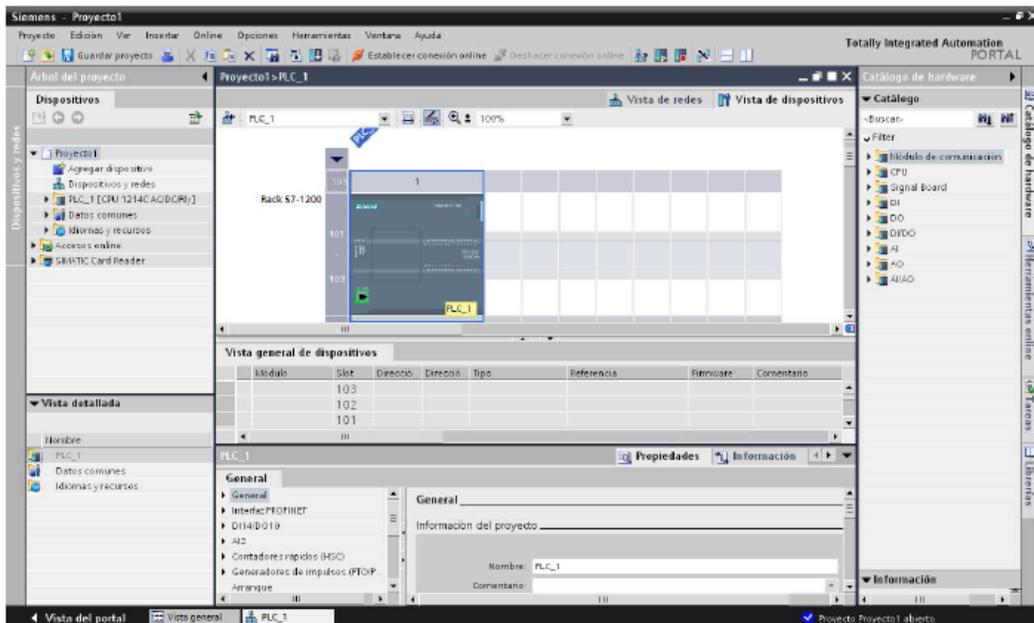
La vista del portal ofrece una vista funcional de las tareas del proyecto y organiza las funciones de las herramientas según las tareas que deban realizarse, p. ej. Configurar los componentes de hardware y las redes.

Es posible determinar fácilmente el procedimiento y la tarea que debe seleccionarse.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura III.46 Vista de inicio TIA

La vista del proyecto proporciona acceso a todos los componentes del proyecto. Puesto que todos estos componentes se encuentran en un solo lugar, es posible acceder fácilmente a todas las áreas del proyecto. El proyecto contiene todos los elementos que se han creado o finalizado.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura III.47 Vista del Proyecto

3.6.3. Tipos de Datos

➤ Tipos de datos simples

Los tipos de datos permiten determinar la longitud, los rangos admisibles y tipos de representación de los valores de una variable o constante. La tabla siguiente muestra las propiedades básicas de los tipos de datos simples

Tipo de datos	Longitud (bits)	Formato estándar	Rango de valores	Ejemplo de entrada de valores
BOOL	1	Booleano	TRUE/FALSE	TRUE
BYTE	8	Número hexadecimal	16#0 hasta 16#FF	16#F0
WORD	16	Número hexadecimal	16#0 hasta 16#FFFF	16#F0F0
DWORD	32	Número hexadecimal	16#0000_0000 hasta 16#FFFF_FFFF	16#F0F0_F0F0
SINT	8	Enteros con signo	de -128 a 127	(+)120
USINT	8	Enteros sin signo	de 0 a 255	50
INT	16	Enteros con signo	-32768 hasta 32767	(+)1
			647	
UDINT	32	Enteros sin signo	de 0 a 4294967295	4042322160
REAL	32	Números en coma flotante	-3.402823e+38 hasta -1.175 495e-38 ±0 +1.175 495e-38 hasta +3.402823e+38	1.234567e+13
TIME	32	Tiempo con signo	T# -24d20h31m23s648ms hasta T#+24d20h31m23s647ms	T#10d20h30m20s630ms
CHAR	8	Caracteres ASCII	Juego de caracteres ASCII	'E'

Fuente: http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Tabla III.II Tipos de datos simples

➤ **Tipos de datos compuestos**

Los tipos de datos compuestos definen grupos de datos que se componen de otros tipos de datos. Las constantes no se pueden utilizar como parámetros actuales para los tipos de datos compuestos. Las direcciones absolutas tampoco se pueden transferir como parámetros actuales a los tipos de datos compuestos. La tabla siguiente muestra una vista general de los tipos de datos compuestos:

Tipo de datos	Descripción
DTL	El tipo de datos DTL representa un instante compuesto por las indicaciones de fecha y hora.
STRING	El tipo de datos STRING representa una cadena de Caracteres que pueden comprender 254 caracteres como máximo.

ARRAY	El tipo de datos ARRAY representa un campo compuesto por un número fijo de componentes del mismo tipo de datos.
STRUCT	El tipo de datos STRUCT representa una estructura compuesta por un número fijo de componentes. Los distintos componentes de la estructura pueden tener diferentes tipos de datos.

Fuente: [http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens SIMATIC S7 PLC S7 1200](http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200)
Tabla III.III Tipos de datos compuestos

3.6.4. Requisitos mínimos y recomendados

La tabla siguiente muestra los requisitos de software y hardware mínimos que deben cumplirse para la instalación del paquete de software “SIMATIC STEP 7 Basic”:

3.7.1. Funciones

- Conversión MM / PULGADAS
- Modos absolutos / Incremental
- Recuperación automática la posición de encendido
- Función de centrado ($\frac{1}{2}$)
- 1 tecla cero del eje

3.7.2. Especificaciones

- Voltaje: 80 - 260Vac 50/60Hz
- Potencia: 25 VA máx.
- 0 ~ 45 ° C: Temperatura de funcionamiento
- Temperatura de almacenamiento: -30 ~ 70 ° C
- Humedad relativa del aire:> 90% (21 ° C)
- Pantalla: 7 cifras con símbolo + / -
- Señal de entrada: 5V TTL
- Resoluciones: 5 μ , 1 μ
- Pantalla: 7 cifras con símbolo + / -
- Teclado: diafragma de sellado

La funcionalidad del sistema de lectura digital y programación (ver anexo B).

3.7.3. Escalas Lineales

Sistema de escala lineal firmemente parejas unidades de la escala lineal con unidades de lectura digital dedicado (DRO) para ofrecer detección precisa y visualización del desplazamiento axial para la maquinaria y equipo de medición.

El sistema puede ser configurado para satisfacer mejor a su aplicación específica, ya sea mecanizado o medición, con sólo la elección de una combinación adecuada de la unidad de escala y la unidad de visualización. Unidades de escala tienen muchos rangos de longitud de medición y los expositores cuentan con puesta a cero a distancia, resolución conectable y teclas de macro de un toque de usos múltiples. La Sistema de escala lineal tiene la facilidad de uso superior y es fiable, ambos de los cuales son características que pueden mejorar dramáticamente la precisión y la eficiencia de mecanizado.



Fuente: <http://www.dro.com.tw/pdf/Manual.pdf>

Figura III.49 Escalas lineales

3.8. Sistema Neumático

3.8.1. Elementos neumáticos

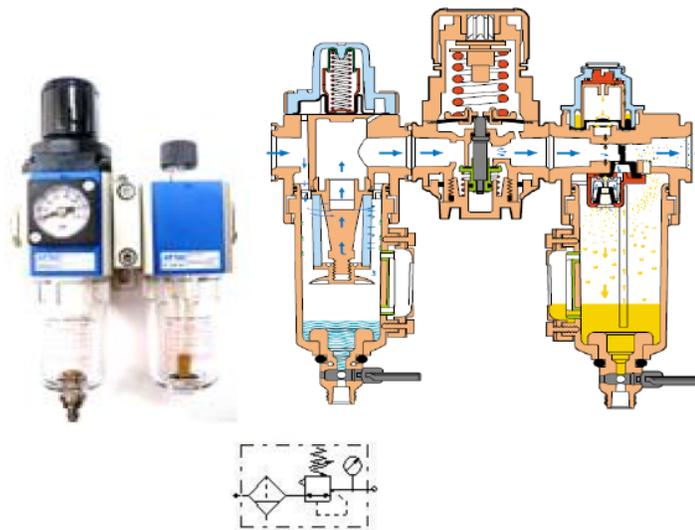
3.8.1.1. Compresor

Para producir aire comprimido se utilizan compresores, que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Todos los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central de generación. De esta manera no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada consumidor. El aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías. Las centrales de generación pueden ser fijas, como en la mayoría de las industrias, o móviles, como en la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente. Como norma general, al planificar una instalación, es necesario prever un tamaño superior de la red, para alimentar aparatos neumáticos que se adquieran en el futuro. Por ello, es necesario sobredimensionarla, para que el compresor no resulte más tarde insuficiente. Toda ampliación posterior en el equipo generador supone gastos mayores que si se tiene en cuenta desde un principio.

➤ Unidad de Mantenimiento

La unidad de mantenimiento representa una combinación de los siguientes elementos:

- Filtro de aire comprimido
- Regulador de presión
- Lubricador de aire comprimido



Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>
Figura III.50 Unidad de Mantenimiento

➤ Filtros

El aire ambiente que aspira el compresor, contiene impurezas. A éstas, se le agregan las que el propio compresor genera y también las que pueda encontrar en camino hacia los puntos de distribución. Esas impurezas son de distinta índole y de distinto tamaño.

En un ambiente normal pueden encontrarse alrededor de 150.000.000 de partículas por m³ de aire y que cerca de un 80% de estas tienen un diámetro medio de 2 micras (μm). Existen incluso partículas como las de los aerosoles de aceite con tamaños de 0,01 μm . El tratamiento debe responder en forma directa a las necesidades de calidad de aire pretendido: un suministro central podría acondicionar el aire a la más alta calidad, pero muy probablemente esto no sea lógico ni rentable. Resulta más cómodo y más barato, preparar todo el aire para una calidad media y reacondicionarlo localmente según las necesidades. Con este concepto, entenderemos, no solo la importancia del filtro sino también la razón de sus eventuales combinaciones.

Los filtros se dividen en dos grandes grupos:

- Los estándares
- Los especiales

➤ Regulación

La energía disponible está directamente relacionada con la presión del sistema y el gobierno debe ejercerse controlando ésta. Los componentes que permiten el

control son los reguladores de presión. Gracias a ellos podemos conseguir una presión menor a la que genera el compresor, que adaptaremos a nuestras necesidades de trabajo. Los reguladores de presión estándar son los más comunes en automatización neumática. Su funcionamiento se basa en el equilibrio de fuerzas en una membrana que soporta en su parte superior la tensión de un resorte, que puede variarse a voluntad del operador por la acción de un tornillo manual. Por su parte inferior, la membrana está expuesta a la presión de salida y por lo tanto a otra fuerza, que en condición de descanso, resulta ser igual a la tensión del resorte. Cuando la membrana está en equilibrio, la entrada de aire comprimido está cerrada. Si desequilibráramos el sistema por aumento voluntario de la tensión del resorte, la membrana descendería ligeramente abriendo la entrada de aire a presión hasta que se logre el equilibrio perdido, sólo que esta vez a la salida la presión será ligeramente mayor.

➤ **Lubricación**

La función de los sistemas de lubricación es incorporar al aire tratado una determinada cantidad de aceite, para lubricar los actuadores neumáticos que, al fin y al cabo, son elementos mecánicos. En todos los casos, las unidades de lubricación cuentan con un dispositivo que eleva el aceite y lo incorpora pulverizado en la vena de aire. Existen dos grandes grupos de lubricadores que se distinguen por el tipo de niebla de aceite que producen: el estándar y el de micro niebla. El tamaño de estos aparatos está directamente relacionado con el caudal disponible. Su capacidad de lubricación está limitada aprox. a 7 m de recorrido por la tubería.

Por último, decir que normalmente encontramos siempre estos tres elementos (filtro, regulador y lubricador) tanto al principio de la red (tras el compresor) como antes de cada punto de consumo. A este conjunto de elementos se le conoce como unidad de mantenimiento, y dispone de un símbolo específico.

3.8.1.3. Cilindros neumáticos lineales

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras. Básicamente consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón.

Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se acopla al émbolo un vástago rígido, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento, o simplemente sujetarlo. La fuerza de empuje es proporcional a la presión del aire y a la superficie del pistón:

$$F = p \cdot A$$

Donde:

F = Fuerza

p = Presión manométrica

A = Área del émbolo o pistón

➤ **Amortiguación de fin de carrera**

Son dispositivos, fijos o regulables, colocados generalmente en las tapas de los cilindros, y cuya finalidad es la de absorber la energía cinética de las masas en movimiento. Según los modelos de cilindros, se puede tener amortiguación delantera, trasera o doble. Para una dada aplicación, si se verifica insuficiente la amortiguación, utilizar amortiguadores hidráulicos de choque.

➤ **Pistón con imán incorporado**

Ciertos cilindros incorporan un imán en el pistón a efectos de actuar un interruptor magnético del tipo Reed-Switch o similar, montado en el exterior del cilindro, durante o al final de su carrera. Esta señal eléctrica es utilizada para gobernar a otros órganos componentes del sistema, actuadores, contadores, emitir señales luminosas, actuar contactores, relés, PLC, o bien para controlar su propio movimiento.

➤ **Fuerza en cilindros**

La fuerza disponible de un cilindro crece con mayor presión y con mayor diámetro. La determinación de la fuerza estática en los cilindros está sustentada por la siguiente fórmula, o el ábaco adjunto:

$$F = 10 \cdot p \cdot \Pi \cdot (d^2/4)$$

Donde:

F: Fuerza (N) ó bien $F = 7,85 \cdot p \cdot d^2$

p: Presión (bar)

d: Diámetro de la camisa del cilindro (cm)

➤ **Consumo de aire en cilindros**

El cálculo del consumo de aire en cilindros neumáticos es muy importante cuando se requiere conocer la capacidad del compresor necesario para abastecer a la demanda de una instalación.

Puede calcularse con la siguiente fórmula, o mediante el ábaco ANEX

$$Q = (\Pi/4) \cdot d^2 \cdot c \cdot n \cdot P \cdot N \cdot 10^{-6}$$

Donde:

Q = Consumo de aire (NI/min)

d = Diámetro del cilindro (mm)

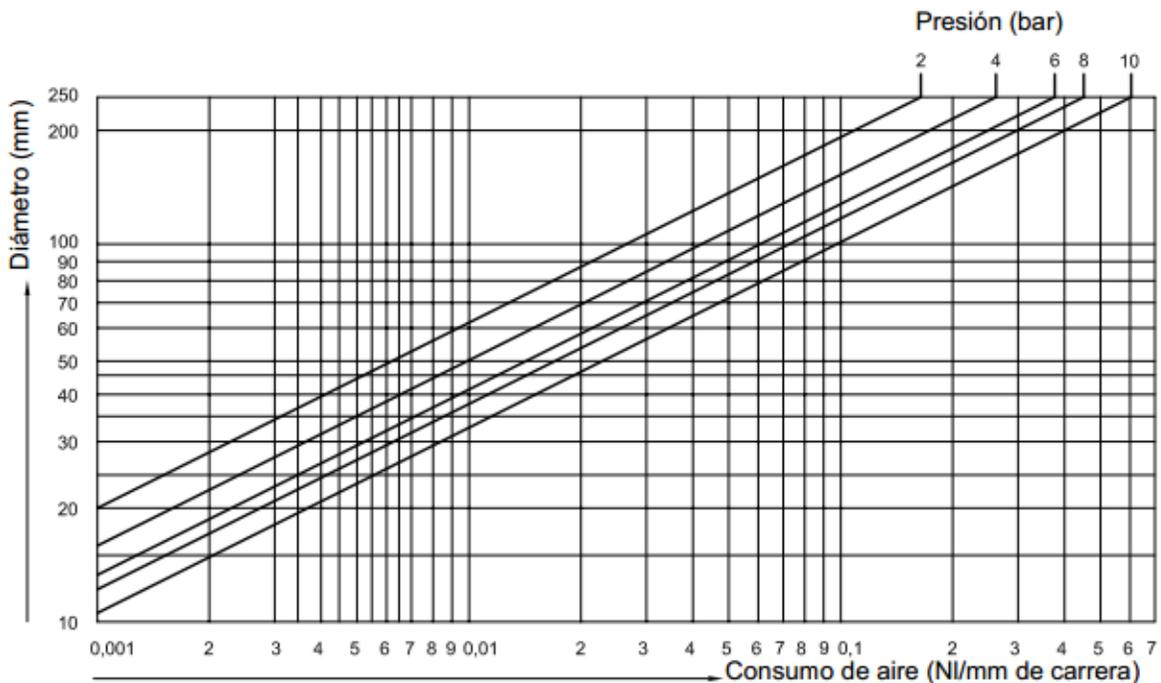
c = Carrera del cilindro (mm)

n = Número de ciclos completos por minuto

P = Presión absoluta=Presión relativa de trabajo + 1 bar

N = Número de efectos del cilindro

(N=1 para simple efecto, N=2 para doble efecto)



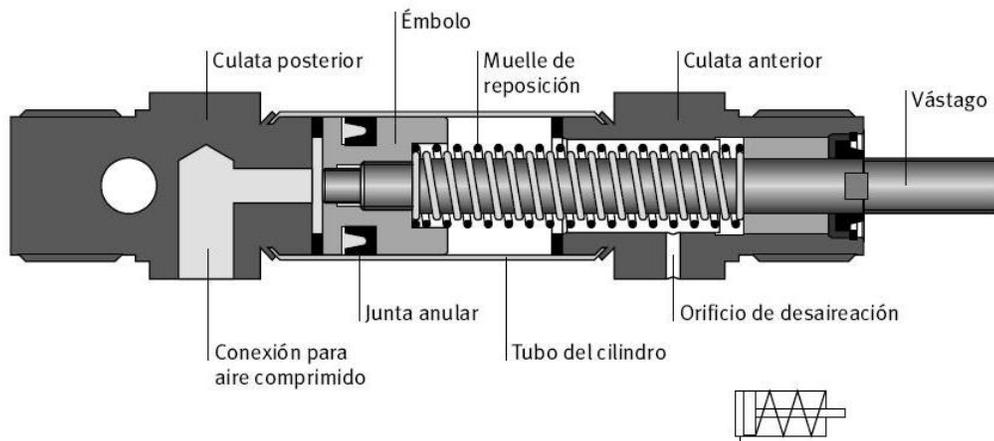
Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>
Tabla III.V Cálculo de consumo de aire

3.8.1.3.1. Clasificación

➤ Cilindros de simple efecto

Uno de sus movimientos está gobernado por el aire comprimido, mientras que el otro se da por una acción antagonista, generalmente un resorte colocado en el interior del cilindro. Este resorte podrá situarse opcionalmente entre el pistón y tapa delantera (con resorte delantero) o entre el pistón y su tapa trasera (con resorte trasero).

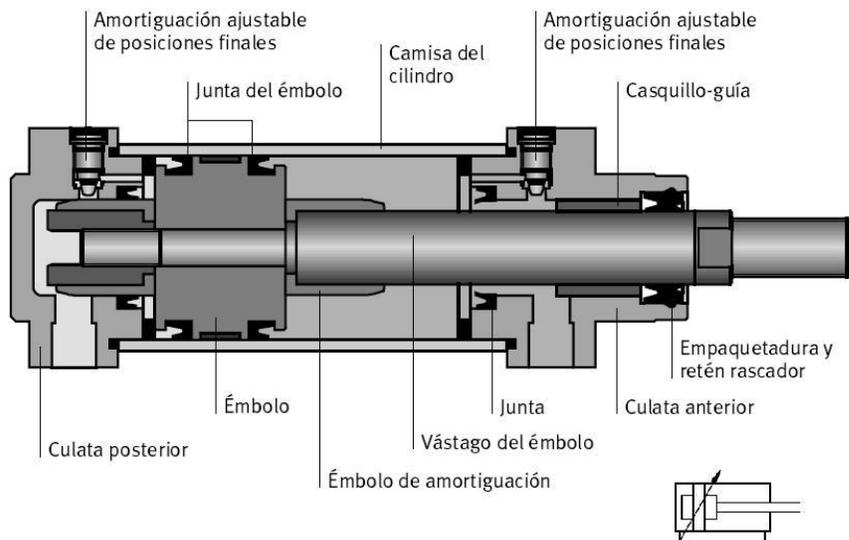
Realiza trabajo aprovechable sólo en uno de los dos sentidos, y la fuerza obtenible es algo menor a la que da la expresión $F = P \times A$, pues hay que descontar la fuerza de oposición que ejerce el resorte.



Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>
Figura III.51 Cilindro simple efecto

➤ Cilindros de doble efecto

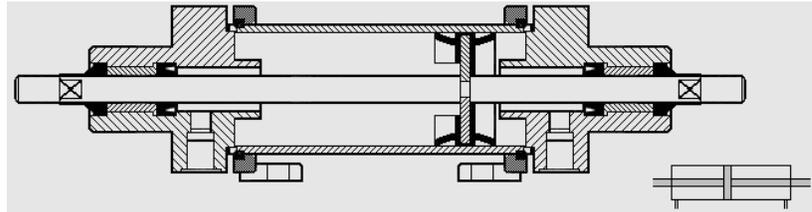
El pistón es accionado por el aire comprimido en ambas carreras. Realiza trabajo aprovechable en los dos sentidos de marcha.



Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>
Figura III.52 Cilindro doble efecto

➤ **Cilindros con doble vástago**

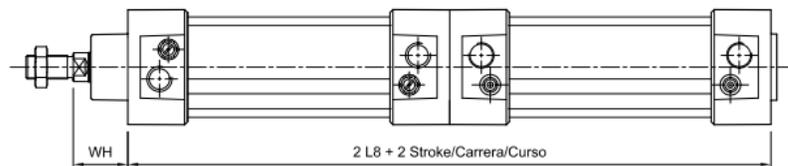
Poseen salida de vástago en ambos extremos, lo que ofrece un mejor guiado del conjunto, facilitan el colocado de levas o fines de carrera cuando hay problemas de espacio en la zona de trabajo, y además presentan iguales áreas de pistón a ambos lados.



Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>
Figura III.53 Cilindro doble vástago

➤ **Cilindros de doble pistón o en Tandem**

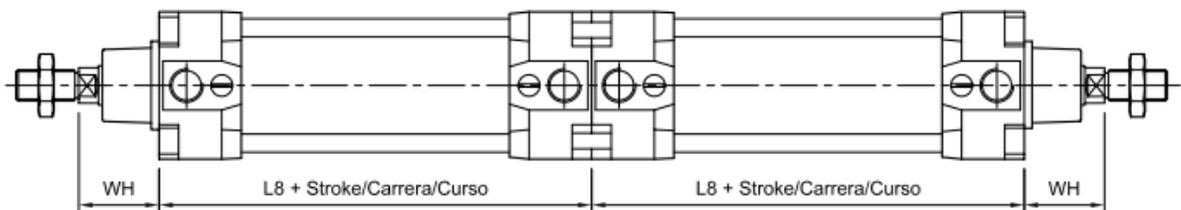
Consisten en dos cilindros de doble efecto acoplados en serie con un vástago en común, formando una unidad compacta. Aplicando simultáneamente presión sobre los dos émbolos se obtiene una fuerza de casi el doble de la de un cilindro convencional del mismo diámetro.



Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>
Figura III.54 Cilindro de doble Pistón

➤ **Cilindros acoplados de acción independiente**

Están constituidos por dos cilindros unidos por sus tapas traseras. Éstos pueden operarse independientemente de modo tal de obtener sobre uno de los extremos del vástago, tres o cuatro posiciones de trabajo según sean iguales o distintas las carreras de ambos cilindros. Es un dispositivo multiposicionador sencillo y económico.



Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>
Figura III.55 Cilindros de acción independiente

➤ **Cilindros sin vástago**

El pistón transmite el movimiento a la carga a través de un carro acoplado mecánicamente al pistón mediante un exclusivo sistema patentado. Un sistema de cintas



Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>
Figura III.56 Cilindros sin vástago

3.8.1.4. Válvulas

Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección de funcionamiento de los actuadores, así como la presión o el caudal del aire comprimido que circula por el circuito.

3.8.1.4.1. Clasificación

Según su función las válvulas se subdividen en los grupos siguientes:

- Válvulas de vías o distribuidoras
- Válvulas de bloqueo
- Válvulas de presión
- Válvulas de caudal y de cierre

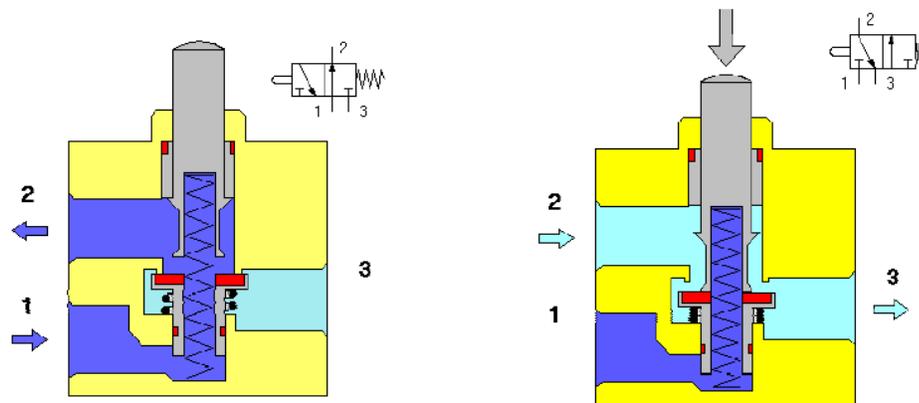
➤ **Válvulas de vías o distribuidoras**

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de seguir el aire en cada momento, gobernando a la postre el sentido de desplazamiento de los actuadores. Trabajan en dos o más posiciones fijas determinadas. En principio, no pueden trabajar en posiciones intermedias.

➤ **Válvula de 3/2 vías, accionada por pulsador**

Las válvulas distribuidoras 3/2 se utilizan para mandos con cilindros de simple efecto o para el pilotaje de servo elementos.

En el caso de una válvula normalmente abierta o abierta en reposo (abierta de P (1) hacia A (2)), al accionar el taqué se cierra con un disco el paso de P(1) hacia A(2). Al seguir apretando, otro disco se levanta de su asiento y abre el paso de A (2) hacia R (3). El aire puede escapar entonces por R (3). Al soltar el taqué, los muelles re posicionan el émbolo con los discos hasta su posición.

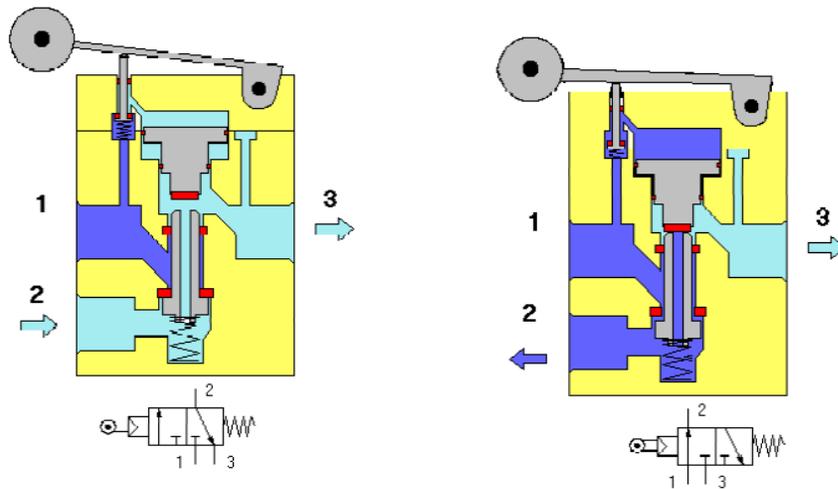


Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

Figura III.57 Válvula 3/2 inicialmente abierta

➤ **Válvula de 3/2 vías, accionada por rodillo cerrada en reposo.**

Cuando la válvula tiene un diámetro medio o grande se requiere un esfuerzo de accionamiento superior al que en determinados casos es factible. Para obviar esta dificultad se utiliza el denominado servo pilotaje que consiste en actuar sobre una pequeña válvula auxiliar, que abierta deja paso al aire para que actúe sobre la válvula principal. Es decir el servo pilotaje es simplemente un multiplicador de esfuerzos.



Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

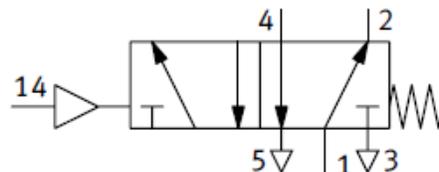
Figura III.58 Válvula de 3/2 vías, accionada por rodillo cerrada en reposo

➤ Servo válvulas

La válvula con servo pilotaje posee en su interior un pequeño conducto con una válvula auxiliar que conecta presión (1) con la cámara del émbolo que acciona la válvula. Cuando se acciona el rodillo, se abre la válvula auxiliar de servopilotaje, el aire comprimido circula hacia la cámara superior del émbolo que al desplazarlo modifica la posición de la válvula principal 3/2.

➤ Válvula distribuidora 5/2, accionamiento neumático

En esta válvula de asiento de membrana todos los empalmes se cierran por asiento. Esta válvula es invertida alternativamente por las entradas Z e Y. El émbolo de mando conserva, debido a la tensión de las membranas, la posición de maniobra hasta que se dé una contraseña. La válvula tiene características de memoria.



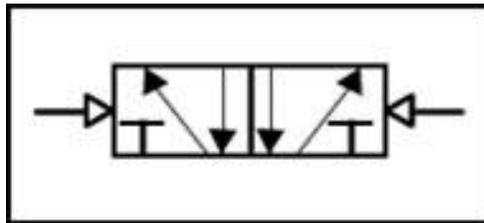
Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

Figura III.59 Válvula distribuidora 5/2, accionamiento neumático

➤ **Válvula distribuidora 5/2, doble pilotaje**

El elemento de mando de esta válvula es un émbolo que realiza un desplazamiento longitudinal, uniendo o separando al mismo tiempo los correspondientes conductos.

La corredera está formada por cilindros y discos coaxiales de diferente diámetro dispuestos consecutivamente. La fuerza de accionamiento requerida es reducida, porque no hay que vencer una resistencia de presión de aire o de muelle, como en el caso de las válvulas de asiento. Las válvulas de corredera longitudinal pueden accionarse manualmente o mediante medios mecánicos, eléctricos o neumáticos. Estos tipos de accionamiento también pueden emplearse para re posicionar la válvula a su posición inicial.



Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

Figura III.60 Válvula distribuidora 5/2, doble pilotaje

➤ **Válvulas de control de presión.**

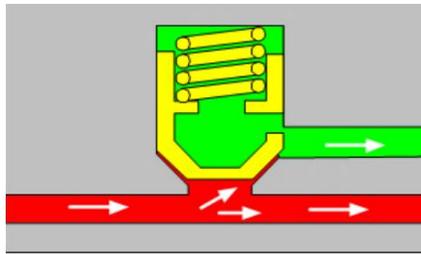
Las válvulas de control de presión se usan para controlar la presión de un circuito o de un sistema. Aunque las válvulas de control tienen diferentes diseños, su función es la misma. Algunos tipos de válvulas de control de presión son: válvulas de alivio, válvulas de secuencia, válvulas reductoras de presión, válvulas de presión diferencial y válvulas de descarga.

- **Válvulas de alivio:** Los sistemas hidráulicos se diseñan para operar dentro de cierta gama de presión. Exceder esta gama puede dañar los componentes del sistema o convertirse en un peligro potencial para el usuario. La válvula de alivio mantiene la presión dentro de límites específicos y, al abrirse, permite que el aceite en exceso fluya a otro circuito o regrese al tanque.
- **Válvula de alivio de presión simple,** presión de apertura de la válvula: La válvula de alivio simple (también llamada válvula de accionamiento directo) se mantiene cerrada por acción de la fuerza del resorte. La tensión del

resorte se ajusta a una “presión de alivio”. Sin embargo, el ajuste de la presión de alivio no es la presión a la que la válvula comienza a abrirse.

Cuando ocurre una condición que causa resistencia en el circuito al flujo normal de aceite, el flujo de aceite en exceso hace que la presión de aceite aumente. El aumento de la presión de aceite produce una fuerza en la válvula de alivio.

Cuando la fuerza de la presión de aceite, en aumento, sobrepasa la fuerza del resorte de la válvula de alivio, la válvula se mueve contra el resorte y la válvula comienza a abrirse. La presión requerida para comenzar a abrir la válvula se llama “presión de apertura”. La válvula se abre lo suficiente para permitir que sólo el aceite en exceso fluya a través de la válvula.



Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

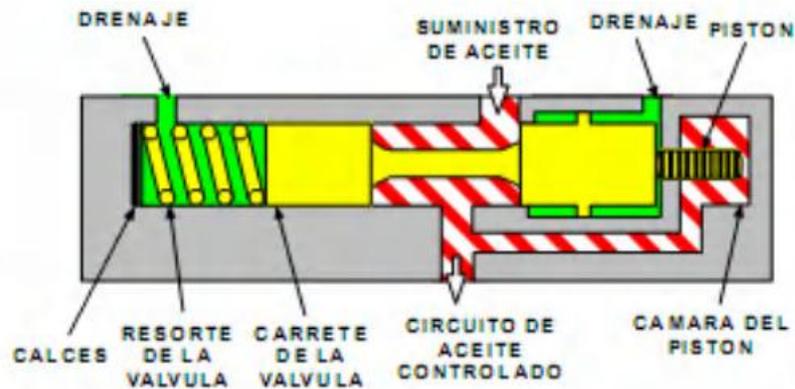
Figura III.61 Presión de apertura de la válvula

- **Válvula de alivio de presión simple**, ajuste de la presión de alivio: Un aumento en la resistencia del flujo de aceite aumenta el volumen de aceite en exceso y por lo tanto la presión del circuito. El aumento de presión del circuito sobrepasa la nueva tensión del resorte y hace que se abra la válvula de alivio.

El proceso se repite hasta que todo el flujo de la bomba esté fluyendo a través de la válvula de alivio. Este es el “ajuste de la presión de alivio”.

La válvula de alivio simple se usa generalmente cuando el volumen del flujo de aceite en exceso es bajo o se necesita una respuesta rápida. Esto hace a la válvula de alivio simple, ideal para aliviar presiones por choque o como válvula de seguridad.

- **Válvula reductora de presión**: La válvula reductora de presión permite que dos circuitos con diferente presión obtengan suministro de la misma bomba. La válvula de alivio del sistema controla la presión máxima de aceite de suministro. La válvula reductora de presión controla la presión máxima del circuito de aceite controlado.



Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

Figura III.62 Válvula reductora de presión

➤ **Válvulas de control de flujo.**

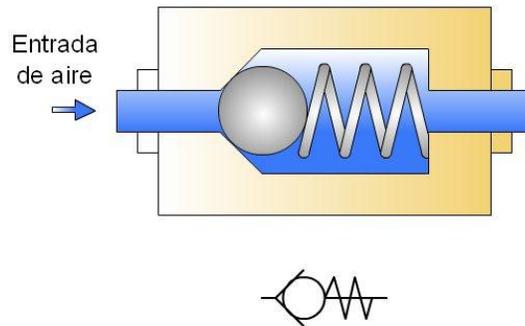
El control de flujo tiene como objetivo controlar el volumen de flujo de aceite que entra o sale de un circuito. El control de flujo de un circuito hidráulico puede realizarse de varias maneras.

El modo más común es colocando un orificio en el sistema. Al poner un orificio se produce una restricción mayor de la normal al flujo de la bomba. Una mayor restricción produce un aumento de la presión de aceite. El aumento de la presión del aceite hace que parte del aceite vaya por otro camino. El camino puede ser a través de otro circuito o a través de una válvula de alivio.

➤ **Válvulas de bloqueo.**

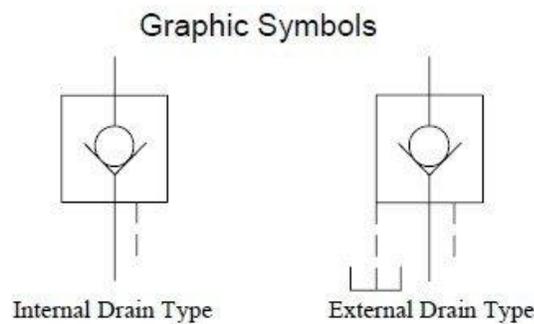
Estas válvulas sirven para bloquear el paso del fluido, se pueden distinguir 4 tipos de válvulas de bloqueo: antirretorno, simultaneas, selectivas y de escape.

- **Válvulas antirretorno:** Bloquea el caudal del flujo en un solo sentido de paso dejando libre la circulación del fluido en sentido contrario.
- **La válvula antirretorno operada por piloto:** Actúa al aplicar presión piloto levantando la bola para dejar paso al fluido en un solo sentido. Si no se aplica la presión piloto, la válvula se comporta como una válvula antirretorno normal.



Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

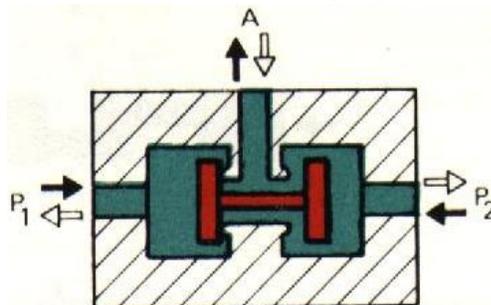
Figura III.63 Válvula antirretorno simple



Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

Figura III.64 Válvula antirretorno servo pilotada

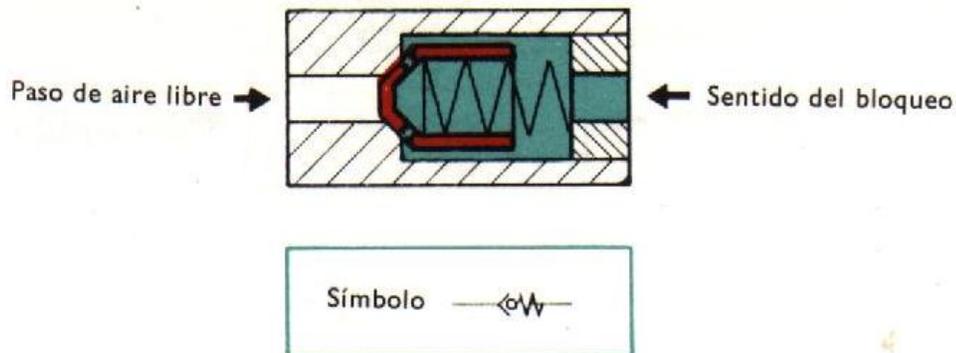
- **Válvula de simultaneidad:** La válvula de simultaneidad abre el paso (función de Y o AND) hacia la salida 2 al aplicar presión en las entradas 1 y 1/3. Si se aplican presiones diferentes en las dos entradas, la señal que tiene la mayor presión llega a la salida. Se utiliza principalmente en mandos de enclavamiento, funciones, de control y operaciones lógicas.



Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

Figura III.65 Válvula de simultaneidad

- Válvulas selectivas: También se llama válvula antirretorno de doble mando o antirretorno doble.

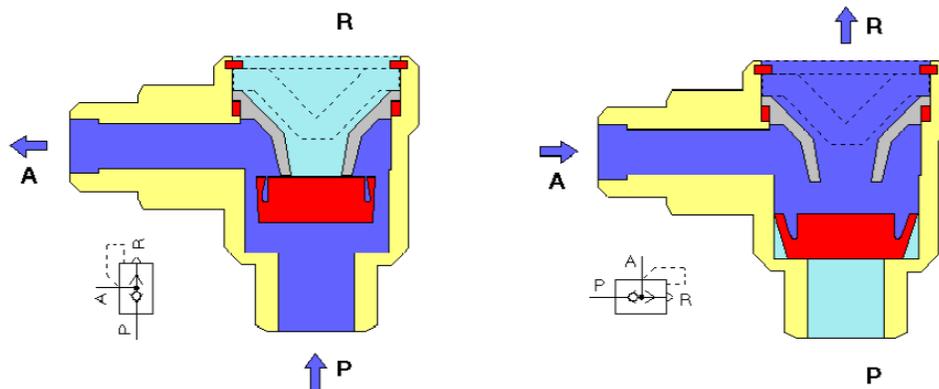


Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

Figura III.66 Válvula selectiva

Esta válvula tiene dos entradas X y Y, una salida A. Cuando el aire comprimido entra por la entrada X, la bola obtura la entrada Y, y el aire circula de X ha A. Inversamente, el aire pasa de Y ha A, cuando la entrada X está cerrada. Cuando el flujo cesa en un cilindro o una válvula, la bola, por la relación de presiones, permanece en la posición en que se encuentra momentáneamente. Esta válvula se denomina también «elemento 0 (OR)»; aísla las señales emitidas por válvulas de señalización desde diversos lugares e impide que el aire escape por una segunda válvula de señalización.

- **Válvula de escape:** Este tipo de válvulas tiene dos funciones que desempeñar. Una para liberar el aire lo antes posible, pues sí el aire tiene que pasar por gran cantidad de tubería, tardaría mucho en salir al exterior. La otra función, es que a veces quedan restos de presión en las tuberías, lo cual facilita que se den errores de funcionalidad en el circuito, con este tipo de válvula se previenen estos errores.



Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>.

Figura III.67 Válvula de escape

3.8.1.4.2. Tipos de accionamientos de válvulas.

La clase de accionamiento de una válvula no depende de función ni de su forma constructiva, sino que el dispositivo de accionamiento se agrega a la válvula básica.

El medio de accionamiento se puede clasificar en accionamiento directo y a distancia.

En el accionamiento directo, el órgano de mando está directamente sobre la válvula, por ejemplo todas las clases de accionamiento manual y mecánico.

El accionamiento a distancia se divide en accionamiento neumático y accionamiento eléctrico.

Como una particularidad de accionamiento de válvulas, se debe presentar una válvula accionada neumáticamente cuyo órgano de accionamiento permite simultáneamente una función de tiempo (temporizador). En la línea Z de mando entra aire comprimido a través de una válvula de estrangulación en un acumulador. De acuerdo con el ajuste del aire fluye más o menos aire en un intervalo de tiempo al acumulador en el que, al cabo de cierto tiempo alcanza determinada presión. La intervención de la válvula solo se efectúa si se ha alcanzado la presión de aire necesaria.

- **Accionamientos musculares:** Accionamiento que requiere de un operador para accionar la válvula. Tipos: Pulsador, pulsador tipo hongo, palanca y pedal.
- **Accionamientos mecánicos:** Accionamiento que por medio mecánico logra que la válvula cambie el flujo de aire entre sus puertos. Ejemplo: resorte, leva.

- **Accionamientos hidráulicos:** Accionamiento que por medio de la presión de aceite cambia el flujo del mismo entre sus puertos, es un tipo de accionamiento fluídico.
- **Accionamientos neumáticos:** Accionamiento que por medio de presión de aire la válvula cambia el flujo de aire entre sus puertos. Este tipo de accionamiento recibe el nombre de pilotaje. Pueden ser de acción directa (por presión o depresión), acción indirecta (servopilotaje, por presión o depresión en la válvula de mando principal, a través de la válvula de servo pilotaje) o accionamiento combinado.
- **Accionamientos eléctricos:** Accionamiento que a través de componentes eléctricos acciona la válvula. Ejemplo: solenoide.

3.8.1.5. Accesorios

Es el conjunto de piezas moldeadas o mecanizadas que unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de tuberías de una planta de proceso.



Fuente: www.tesishecha.com

Figura III.68 Accesorios neumáticos

3.8.1.5.1. Características

Entre las características se encuentran: tipo, tamaño, aleación, resistencia, espesor y dimensión.

- **Diámetro.-** Es la medida de un accesorio o diámetro nominal mediante el cual se identifica al mismo y depende de las especificaciones técnicas exigidas.
- **Resistencia.-** Es la capacidad de tensión en libras o en kilogramos que puede aportar un determinado accesorio en plena operatividad.
- **Aleación.-** Es el material o conjunto de materiales del cual está hecho un accesorio de tubería.
- **Espesor.-** Es el grosor que posee la pared del accesorio de acuerdo a las normas y especificaciones establecidas.

3.8.1.5.2. Tipos de Accesorios: Entre los tipos de accesorios más comunes se puede mencionar:

- Bridas
- Racores
- Codos
- Cuellos o acoples
- Tees
- Empaca duras
- Reducciones
- Tornillos
- Silenciador
- Acoples rápido
- **Codos**



Figura III.69 Codo

Fuente: www.tesishecha.com

Los *codos* son accesorios de forma curva que se utilizan para cambiar la dirección del flujo de las líneas tantos grados como lo especifiquen los planos o dibujos de tuberías. Ver la figura III.70.

Los codos estándar son aquellos que vienen listos para la pre-fabricación de piezas de tuberías y que son fundidos en una sola pieza con características específicas y son:

- Codos estándar de 45°
- Codos estándar de 90°
- Codos estándar de 180°

Las características principales son:

- **Diámetro.-** Es el tamaño o medida del orificio del codo entre sus paredes los cuales existen desde ¼" hasta 120". También existen codos de reducción.
- **Angulo.-** Es la existente entre ambos extremos del codo y sus grados dependen del giro o desplazamiento que requiera la línea.
- **Radio.-** Es la dimensión que va desde el vértice hacia uno de sus arcos. Según sus radios los codos pueden ser: radio corto, largo, de retorno y extra largo.
- **Espesores.-** Una normativa o codificación del fabricante determinada por el grosor de la pared del codo.
- **Aleación.-** Es el tipo de material o mezcla de materiales con el cual se elabora el codo, entre los más importantes se encuentran: acero al carbono, acero a % de cromo, acero inoxidable, galvanizado, etc.
- **Junta.-** Es el procedimiento que se emplea para pegar un codo con un tubo, u otro accesorio y esta puede ser: soldable a tope, roscable, embutible y soldable.
- **Dimensión.-** Es la medida del centro al extremo o cara del codo y la misma puede calcularse mediante fórmulas existentes.
(Dimensión = 2 veces su diámetro.) o (dimensión = diámetro x 2)

➤ **Tee**



Fuente: www.tesishecha.com.

Figura III.70 Tee

Son accesorios que se fabrican de diferentes tipos de materiales, aleaciones, diámetros y schedule y se utiliza para efectuar fabricación en líneas de tubería.

Los tipos de tees existentes son:

- Diámetros iguales o te de recta
- Reductora con dos orificios de igual diámetro y uno desigual.

Las características son:

- **Diámetro.** Las tees existen en diámetros desde $\frac{1}{4}$ " hasta 72" en el tipo fabricación.
- **Espesor.** Este factor depende del espesor del tubo o accesorio a la cual va instalada y ellos existen desde el espesor fabricación hasta el doble extra pesado.
- **Aleación.** Las más usadas en la fabricación son: acero al carbono, acero inoxidable, galvanizado, etc.
- **Juntas.** Para instalar las te en líneas de tubería se puede hacer, mediante

➤ **Silenciador**



Fuente: www.tesishecha.com.

Figura III.71 Silenciador

El silenciador se utiliza para reducir el ruido dinámico en la ventilación de elementos o de dispositivos neumáticos. Puede ser instalado directo en la abertura del respiradero de elementos o de dispositivos. El producto es pequeño en aspecto y fácil para la instalación. Tiene efecto perfecto de la eliminación de ruido.

➤ **Tubería neumática**



Fuente: www.tesishecha.com.

Figura III.72 Tubería Neumática

La tubería plástica neumática del poliuretano y la tubería de la poliamida son ampliamente utilizadas en el sistema neumático para transferir la potencia de aire de la presión, no son los componentes neumáticos más importantes de un sistema neumático, pero son necesarios.

3.8.2. Simbología Neumática y Electro neumática

A nivel internacional la norma ISO 1219 1 y ISO 1219 2 se encarga de representar los símbolos que se deben utilizar en los esquemas neumáticos e hidráulicos.

A continuación se muestra una colección de símbolos utilizados en circuito neumáticos y electro neumáticos:

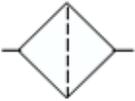
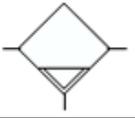
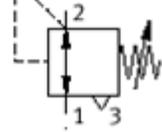
➤ **Alimentación**

Compresores con volumen constante de desplazamiento	
Acumuladores, depósitos de aire	
Fuente de presión	

Fuente: www.tesishecha.com.

Tabla III.VI simbología neumática de alimentación

➤ **Mantenimiento**

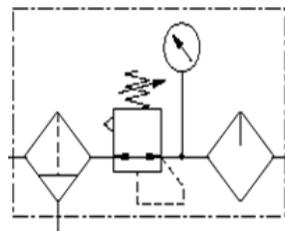
Filtro	
Separadores de agua con accionamiento manual	
Separadores de agua automáticos	
Lubricador	
Válvula reguladora de presión con orificio de descarga regulable	

Fuente: www.tesishecha.com.

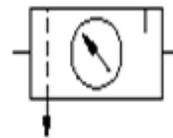
Tabla III.VII simbología neumática de Mantenimiento

➤ **Símbolos Combinados**

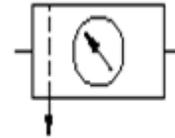
Unidad de Consiste en filtro de aire, Mantenimiento válvula reguladora de presión, manómetro y lubricador del aire a presión.



Presentación simplificada de unidad de mantenimiento



Presentación simplificada de unidad de mantenimiento sin aceitera para aire comprimido.

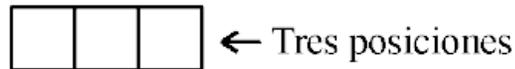
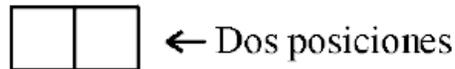


Fuente: www.tesishecha.com.

Tabla III.VIII simbología neumática

➤ **Posiciones de maniobra y designación de las conexiones de válvulas de vías**

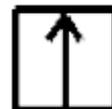
Una válvula se simboliza por cuadros que representan que simbolizan estados de conmutación:



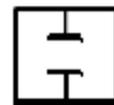
Fuente: www.Monoqrafia de tesis hecha.com

Figura III.73 Representación de las válvulas

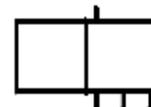
La posición de paso abierto para una válvula se representa por medio de una flecha de un extremo a otro del cuadrado.



La posición de bloqueo de flujo se muestra por una línea cortada, esto simboliza la interrupción de flujo.



Las conexiones se agregan con pequeñas líneas en los costados de los rectángulos.



Fuente: www.tesishecha.com.

Tabla III.IX Posiciones de válvulas

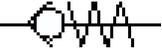
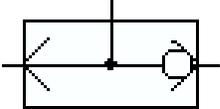
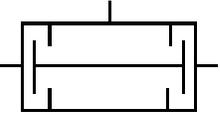
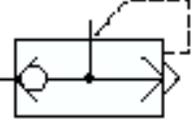
Una vez explicado la metodología para la formación de símbolos de válvulas, veamos algunos de los símbolos más comunes.

Válvula de 2/2 vías abierta en reposo	
Válvula de 3/2 vías cerrada en reposo	
Válvula de 3/2 vías abierta en reposo	
Válvula de 5/2 vías cerrada en reposo. Paso de caudal de 1→ 2 y de 4→ 3.	
Válvula de 3/2 vías cerrada en reposo Paso de caudal de 1→ 2 y de 4→ 5	
Válvula de 5/3 vías centro cerrado	
Electro válvula de 5/2 vías con LED monoestable	
Electro válvula de 5/2 vías con LED, de doble bobina	

Fuente: www.tesishecha.com.

Tabla III.X válvulas

- **Válvulas de cierre, válvulas de caudal y válvulas de presión**
- **Válvulas de cierre**

Válvula antirretorno	
Válvula antirretorno, bajo presión de resorte	
Válvula selectora (función O)	
Válvula de simultaneidad (función Y)	
Válvula de escape rápido	
Válvula de estrangulación de retención	

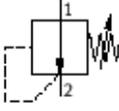
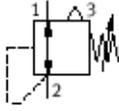
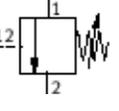
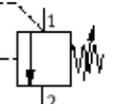
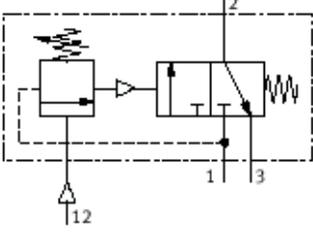
Fuente: www.thesishecha.com.

Tabla III.XI válvulas de cierre

- **Válvula reguladora de caudal**

Válvula de estrangulación, regulable

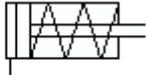
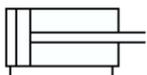
➤ **Válvulas de presión**

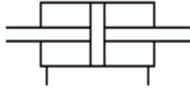
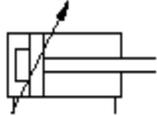
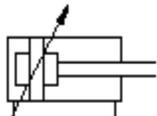
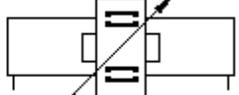
<p>Válvula reguladora de presión ajustable sin orificio de escape</p>	
<p>Válvula reguladora de presión ajustable con orificio de escape</p>	
<p>Válvula de mando de presión con alimentación externa</p>	
<p>Válvula limitadora de presión</p>	
<p>Combinación de válvula de mando de presión</p>	

Fuente: www.tesishecha.com.

Tabla III.XII válvulas de presión

➤ **Símbolos de los principales elementos de trabajo**

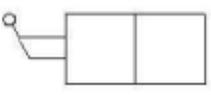
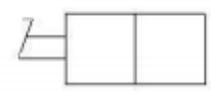
<p>Cilindro de simple efecto</p>	
<p>Cilindro de doble efecto</p>	

Cilindro de doble efecto con doble vástago	
Cilindro de doble efecto con amortiguación sencilla, no regulable	
Cilindro de doble efecto con amortiguación sencilla, regulable	
Cilindro de doble efecto con amortiguación doble regulable	
Cilindro sin vástago, con émbolo de acoplamiento magnético	

Fuente: www.tesishecha.com.

Tabla III.XIII Elementos de trabajo

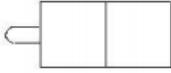
- **Tipos de accionamientos de válvulas.**
- Accionamientos musculares.

ACCIONAMIENTO MUSCULAR	
Pulsador	
Pulsador tipo hongo	
Palanca	
Pedal	

Fuente: www.tesishecha.com.

Tabla III.XIV Accionamientos musculares

- **Accionamientos mecánicos.**

ACCIONAMIENTO MECÁNICO	
Muelle	
Leva	
Rodillo	
Rodillo escamoteable	

Fuente: www.tesishecha.com.

Tabla III.XV Accionamientos mecánicos

- **Accionamientos neumáticos.**

ACCIONAMIENTO FLUÍDICO	
Neumático	
Hidráulico	

Fuente: www.tesishecha.com.

Tabla III.XVI Accionamientos neumáticos

- **Accionamientos eléctricos.**

ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO	
Bobina o solenoide de 1 arrollamiento	
Bobina o solenoide de 2 arrollamientos	

Fuente: www.tesishecha.com.

Tabla III.XVII Accionamientos eléctricos

CAPÍTULO IV DIAGNOSTICO DE ESTADO

4.1 Sistema Eléctrico

4.1.1 Panel de control

El estado del panel de control se encontraba en mal estado, es decir con la pintura deteriorada, sin la tapa, y averiado casi en su totalidad.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.74 Panel de Control

➤ Breaker

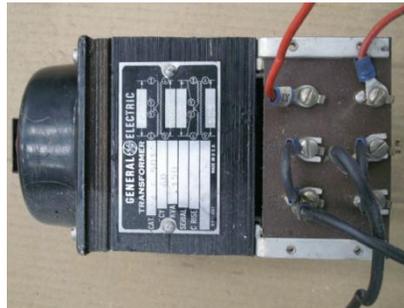
El Breaker general era de 20 Amp, el cual controlaba todo el sistema de la máquina, el mismo que por su antigüedad era de un tamaño considerable.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.75 Breaker

➤ **Transformador**

La alimentación al sistema era trifásica, pero había elementos de 120v para lo cual se usaba un transformador reductor de 220v a 120v.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.76 Transformador

➤ **Contactador general**

Para el arranque del motor trifásico se lo hacía mediante un Contactador general, que se encontraba deteriorado.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.77 Contactador General

➤ **Contactor secundario**

Para energizar el sistema se lo hacía con un Contactor secundario que me permitía la alimentación a todos los elementos como electroválvulas, luces.

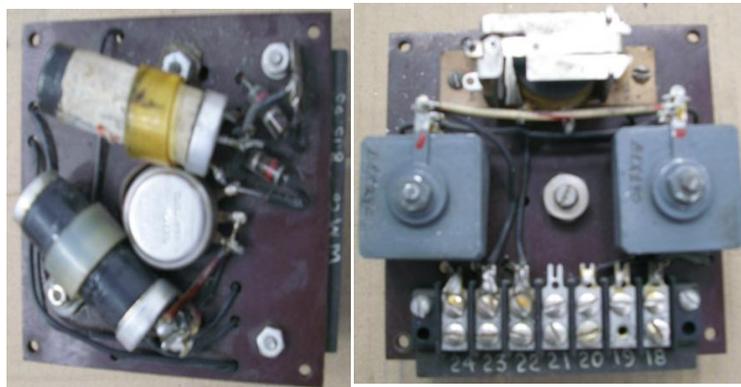


Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura IV.78 Contactor Secundario

➤ **Fuente**

En el sistema se usaba voltajes menores como de 24 voltios de corriente continua, para lo cual tenía una fuente de corriente continua formada por un transformador de 120 VAC a 24 VAC, un puente de diodos rectificadores, condensadores, regulador.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura IV.79 Fuente

➤ **Borneras**

Como terminales de alimentación en el panel de control se tenía borneras para la toma de alimentaciones al sistema.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura IV.80 Borneras

➤ **Cableado**

El sistema de cableado del panel de control estaba desorganizado, con cable deteriorado, confuso para el entendimiento del sistema, es decir de manera incorrecta.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.81 Cableado

4.1.2. Botonera

La máquina usaba una caja con botones para el control de los cilindros de posicionamiento de la matriz, así como para el inicio y paro del sistema, como también luz indicadora del sistema.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.82 Botonera

➤ **Caja de Pulsadores**

La caja de pulsadores constaba de un botón de inicio del sistema, uno de paro, uno para accionar la salida de los dos cilindros de posicionamiento de la matriz, y uno para accionar la entrada de los dos cilindros de posicionamiento de la matriz.

➤ **Luz indicadora**

La máquina tenía una luz indicadora para saber si el sistema estaba encendido o apagado.

4.1.3. Dispositivos del Sistema Neumático

El sistema neumático estuvo compuesto de elementos como electroválvulas, termostato, pedal, y más elementos que hacían que el sistema tenga una funcionalidad.

➤ **Presostato**

El sistema neumático era controlado por un presostato el cual me permitía energizar el sistema si se tenía un nivel de presión de aire adecuado para la correcta funcionalidad del sistema.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.83 Presostato

➤ **Electroválvula 5/2 monoestable**

Para el accionamiento de los dos cilindros de posicionamiento de la matriz se tenía una electroválvula 5/2 monoestable con retorno por muelle, la cual se encontraba en mal estado ya que tenía fugas de aire.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.84 Electroválvula 5/2 monoestable

➤ **Electroválvula de desfogue rápido**

Para el sistema de acoplamiento del eje del punzón, estaba compuesto por un cilindro el cual era accionado por una electroválvula de desfogue rápido de 120vac.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.85 Electroválvula de desfogue rápido

4.1.4. Dispositivos del Sistema Eléctrico

➤ **Control de lubricación del sistema**

El sistema mecánico de este tipo de máquinas necesita de un sistema de lubricación para evitar el daño y desgaste de piezas mecánicas, para lo cual el sistema constaba de un contador para las veces que se lubricaba el sistema.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.86 Control de Lubricación

➤ **Pedal**

Para activar la electroválvula de desfogue rápido y permitir el acoplamiento interno, para que se realice el punzonado se tenía un pedal de accionamiento manual.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.87 Pedal

➤ **Motor trifásico**

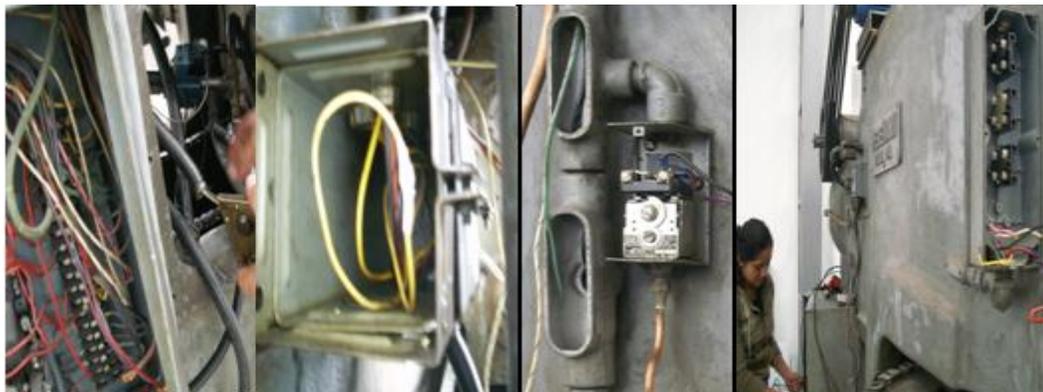
La máquina constaba de un motor trifásico para la realización del proceso de punzonado el cual se encontraba en buen estado ya que era nuevo.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.88 Motor trifásico

➤ **Cableado del sistema eléctrico**

El sistema eléctrico se encontraba en mal estado ya que las conexiones se las había hecho de una manera incorrecta, así con el estado estrado de los conductores eléctricos se encontraban en muy mal estado y desorganizado.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.89 Cableado Eléctrico

3.2. Sistema Neumático.

La punzonadora Wiedemann trabaja con aire, tenemos que el sistema neumático es fundamental en este tipo de maquinaria, el cual estaba compuesto por cilindros, unidades de mantenimiento, tubería, y más elementos que forman parte de este sistema, el mismo que se encontraba en muy mal estado y no daba un buen funcionamiento a la máquina.

4.1.5. Cilindros neumáticos

➤ Cilindros de posicionamiento de la matriz

Para posicionar adecuadamente y sujetar la matriz se usaba dos cilindros de doble efecto los cuales sujetaban la matriz superior y el otro la inferior en igual posición, los cuales se encontraban en muy mal estado los mismos que ya no tenían funcionalidad, dando problemas en esa área.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura IV.90 Cilindros de posicionamiento de la matriz

➤ Cilindro de acoplamiento.

En acoplamiento con la electroválvula de desfogue rápido se tenía un cilindro de doble efecto que se encontraba con fugas de aire.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura IV.91 Cilindro de acoplamiento

➤ Silenciadores

Las electroválvulas en este caso tenían silenciadores muy antiguos, y en muy mal estado ya que no hacían su trabajo, por lo cual no permitían un proceso correcto.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.92 Silenciador

➤ **Tubería neumática.**

La tubería neumática se encontraba deteriorada, con fugas, dando problemas al sistema neumático.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.93 Tubería neumática

4.1.6. Unidad de mantenimiento

Como todo sistema neumático esta máquina contaba con su unidad de mantenimiento compuesta por un filtro y un lubricador, los mismos que se encontraban en pésimas condiciones e inservibles.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.94 Unidad de mantenimiento

- **Filtro**
El filtro parte de la unidad de mantenimiento se encontraba sucio, el mismo que ya no cumplía correctamente su función.
- **Lubricador**
El lubricador de la unidad de mantenimiento se encontraba sin aceite, y sucio, estando sin funcionalidad.
- **Regulador de presión**
El regulador de presión estaba averiado permitiendo el paso total de aire al sistema.

4.2. Sistema Mecánico

El sistema mecánico de la maquina se encontraba deteriorada en algunas partes como es pintura, tapas, mesa, pies sujetadores, tornillos sin fin, y más elementos con los que no contaba la máquina para su correcto funcionamiento.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.95 Sistema Mecánico

4.2.1. Matriz

La matriz se encontraba sin mantenimiento, con residuos de aceite, grasa y con residuos de pintura. Cada uno de los 24 moldes de la matriz necesitaba un mantenimiento completo.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.96 Matriz excéntrica

4.2.2. Cadena de transmisión

El par de cadenas superior e inferior que son usadas para el giro de matriz se encontraban con residuos de grasa inservible, las mismas que necesitaba un mantenimiento y revisión.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura IV.97 Cadena de Transmisión

4.2.3. Mesas laterales de la maquina

Este tipo de máquinas poseen una mesa que se divide en dos partes, mesa lateral derecha y mesa lateral izquierda las mismas que son acopladas formando una mesa de soporte para el deslizamiento de las láminas que se serán a perforar.

La máquina solo contaba con una parte de la mesa, la parte lateral derecha, la cual se encontraba con residuos de material, con la pintura deteriorada y oxido. En cambio que la mesa lateral izquierda no se encontraba por la falta de los pies sujetadores que se encontraban rotos, por lo cual la máquina se encontraba incompleta.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura IV.98 Mesas laterales de la maquina

4.2.4. Soportes de la mesa

Como la mesa completa se componía de la mesa lateral derecha y mesa lateral izquierda, se necesita de pies que nos sirven de soportes, de los cuales solo tenía dos para la mesa lateral derecha, mientras que para la mesa lateral izquierda no se contaba con ningún soporte ya que estaban rotos e inservibles.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura IV.99 Soportes de Mesa

4.2.5. Cubiertas de protección

La máquina se encontraba sin varias de las cubiertas de protección de la parte frontal, parte posterior del sistema de acoplamiento del eje con las dos cadenas usadas para el giro de la matriz, sin cubiertas laterales para protección de los cilindros sujetadores de la matriz.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura IV.100 Cubiertas de protección

CAPÍTULO V

MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PUESTA A PUNTO DE LA MÁQUINA PUNZONADORA

5.1. Desmontaje de los sistemas antiguos de la máquina

La máquina tenía sistemas obsoletos que afectaban a su correcto funcionamiento, por lo cual se hizo un desmontaje total de todos los sistemas para rediseñarlos con componentes nuevos, y que la máquina sea repotenciada en su totalidad.

5.1.1. Desmontaje del sistema neumático

La máquina tenía sistemas obsoletos que afectaban a su correcto funcionamiento, por lo cual se hizo un desmontaje total de todos los sistemas para rediseñarlos con componentes nuevos, y que la máquina sea repotenciada en su totalidad.

Entre los elementos que se desmontaron teníamos cilindros, electroválvulas, unidad de mantenimiento, cañerías, ver la figura 101.

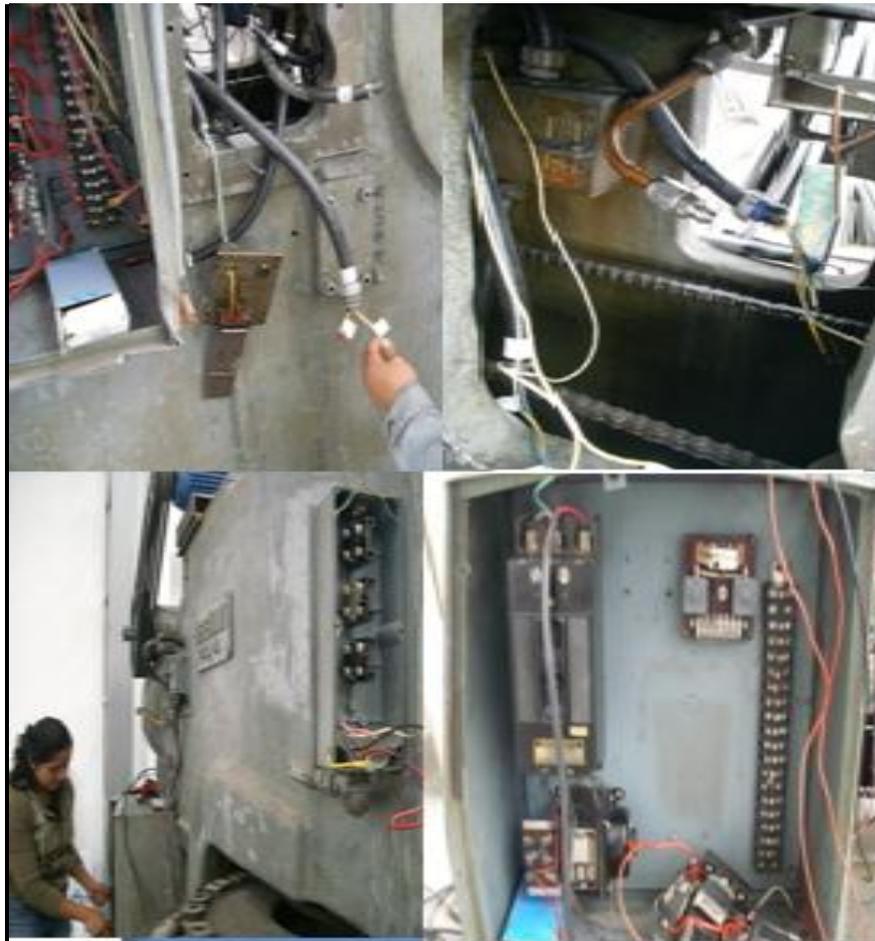


Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.101 Desmontaje del sistema neumático

5.1.2. Desmontaje del sistema eléctrico

El sistema eléctrico fue desmontado en su totalidad ya que era el sistema con más fallas, quedando obsoletos todos los elementos, entre los cuales teníamos caja de control, sistema de cableado eléctrico, caja botonera, y más elementos, ver la figura v. 102.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.102 Desmontaje del sistema eléctrico

5.2. Limpieza general de la Máquina

Una vez desmontado el sistema neumático y el sistema eléctrico, se procedió a realizar una limpieza general de la máquina ya que la pintura de la misma estaba deteriorada en su totalidad y llena de aceite con residuos y basura.

Se tuvo que sacar toda la pintura vieja, para luego poder pintarla, ver la figura 103.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.103 Limpieza general de la máquina

5.3. Montaje mecánico

5.3.1. Pintura de la maquina

Una vez limpia la máquina y sacada la pintura vieja, se procedió a fondear la máquina de color plomo, teniendo cuidado con partes de la máquina que no se deben pintar tal como la matriz, motor, banda del motor, etc.

Una vez que se fondeo toda la maquina se procedió a pintar con el color final, con un color preparado.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.104 Pintura de la máquina.

5.3.2. Preparación de la mesa lateral izquierda

Como la maquina había tenido golpes estaba incompleta, le faltaba una parte de la mesa, la cual estaba de acondicionarla para luego montarla en la máquina, la mesa se tuvo que limpiar para sacar el oxido con gasolina, un cepillo de acero, lija, dejando la mesa limpia completamente para luego ser pintada.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.105 Preparación de la mesa la izquierda

5.3.3. Pre-montaje de la mesa lateral izquierda

Una vez limpia la mesa se procedió a hacer el pre montaje embancándola y procediendo a la calibración de la mesa con respecto a todo el sistema, es decir nivelada.

Una vez nivelada la mesa se procedió a tomar las medidas de los pies que servirían para el soporte de la mesa.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.106 Pre montaje de la mesa lado izquierda

5.3.4. Montaje de la mesa lateral izquierda

Una vez que se diseñaron los pies de soporte de la mesa, se procedió a pintarlos, y a realizar el montaje definitivo de la mesa dejándola nivelada con respecto a todo el sistema.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.107 Montaje de la mesa lateral izquierda

5.3.5. Acoplamiento de las mesas laterales

Para que las dos mesas laterales queden correctamente niveladas y pueda haber la transmisión de giro de los dos tornillos sin fin del eje x, se lo hizo con un eje el cual se acoplo con un matrimonio la eje de transmisión de cada caja de engranaje con relación de 1/1, teniendo un acoplamiento perfecto.

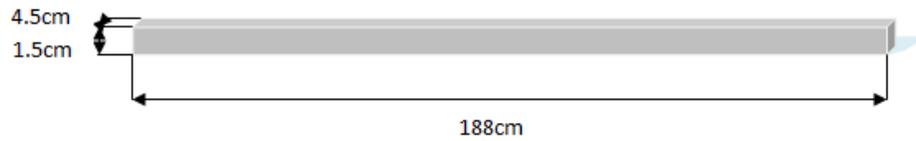


Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.108 Acoplamiento de las mesas laterales

5.3.6 Montaje de la barra deslizante del eje x

Una vez montadas las mesas laterales, se procedió a montar la barra que se desliza como eje x, la cual va acoplada en los dos tornillos sin fin, esta barra es de 188cm de longitud, 4.5 cm de ancho, 1.5 cm de alto.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.109 Barra Deslizante



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.110 Montaje de la Barra Deslizante

5.3.7. Acoplamiento del moto reductor en el tornillo del eje x

En el eje x se acoplo el motor de 12 vdc para hacer mover los dos tornillos, siendo el motor acoplado en el eje del tornillo de la mesa lateral derecha.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.111 Acoplamiento del motor en el tronillo del eje X

5.3.8. Acoplamiento del motor de la matriz

En el eje de la matriz se acoplo el motor de 1 hp para hacer mover las dos matrices, este acoplamiento se lo realizo tomando en cuenta aspectos como las rpm del motor que se instaló, el mismo que fue acoplado a una caja reductora, para lograr reducir la velocidad, pero aumentar la fuerza, lográndose de esta manera un movimiento controlado completamente.

5.3.9. Mantenimiento y acoplamiento de los moldes de la matriz

Se realizó un mantenimiento de todos los moldes de la matriz, dejándolos listos para su utilización, sin pintura, sin residuos de aceite, ni grasa.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.112 Mantenimiento de moldes

5.4 Montaje neumático

5.4.1 Diseño del sistema neumático

Para el diseño del sistema neumático se tomó en cuenta algunos aspectos como:

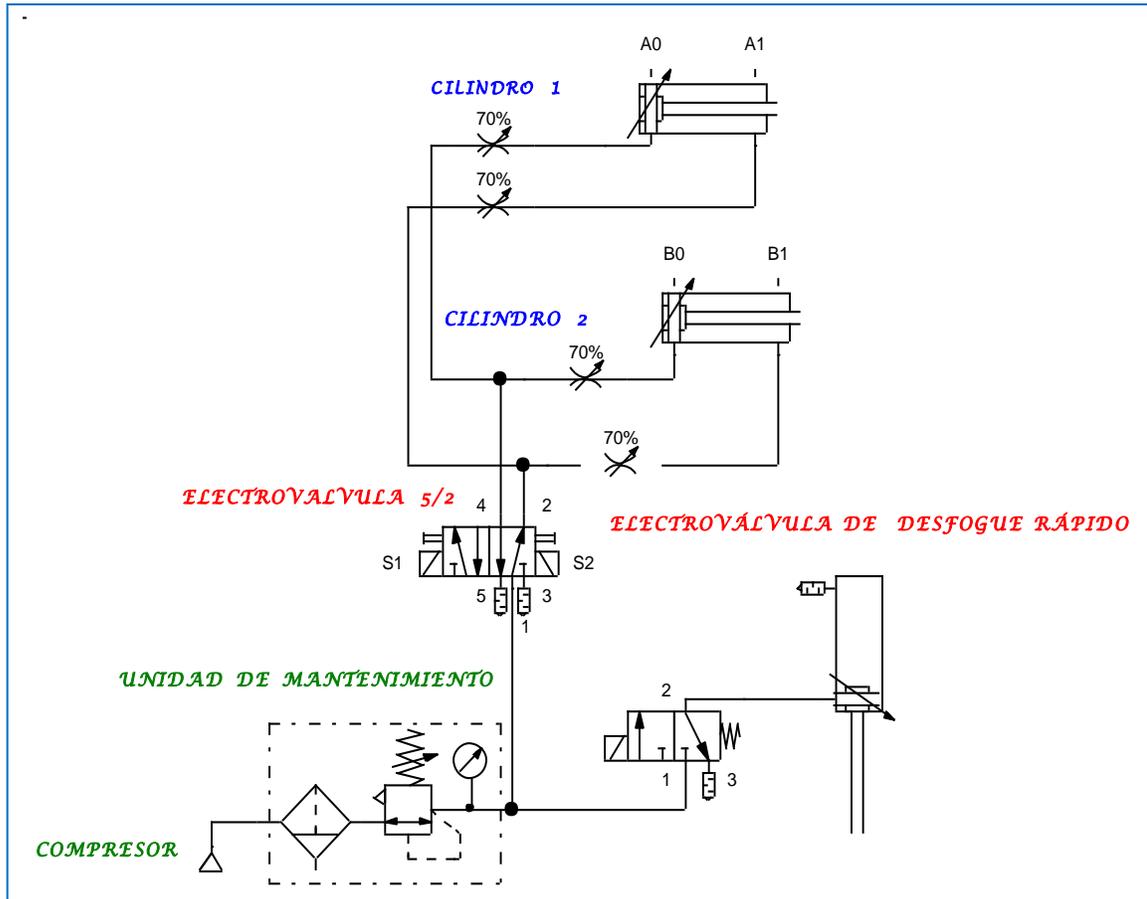
- La selección de los cilindros neumáticos de doble efecto sujetadores de la matriz, siendo estos de las siguientes características.
 - Diámetro del pistón: 31mm
 - Diámetro del vástago: 16mm
 - Longitud del vástago: 30mm
 - Longitud de la camisa: 80mm
 - Perfilados

- La utilización de la electroválvula de desfogue rápido acoplada a un cilindro, con un mantenimiento correctivo.
 - Se realizó la limpieza del cilindro
 - Se reemplazó los dos silenciadores obsoletos
 - Se acopló un silenciador
 - Se arreglaron los empaques del cilindro

- La selección de la electroválvula accionadores de los 2 cilindros sujetadores de la matriz

- Electroválvula de 5/2 biestable
 - Marca airtac
 - Solenoides de 24 vdc
- La selección de la unidad de mantenimiento
- Unidad conformada por el filtro, lubricador, manómetro, regulador.
 - Unidad de 10 bares.
 - Marca airtac.
- Accesorios
- Manguera neumática poliuretano de 10 mm
 - Manguera neumática poliuretano de 8mm
 - 1 acople racore tipo T , para manguera de 10mm
 - 1 acople rápido de ½”
 - 2 racore metálicos para manguera de 10mm
 - 2 racore tipo T para manguera de 8mm
 - 4 racore reguladores de caudal para manguera de 8mm
 - 2 racore para manguera de 6mm
 - 2 neplos de acero inoxidable

5.4.1.1. Diagrama neumático



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.113 Diagrama neumático

5.4.2. Montaje de los cilindros neumáticos sujetadores de la matriz.

Para sujetar la matriz se montaron dos cilindros neumáticos, doble efecto, perfilados, acondicionándolos adecuadamente en el sistema.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.114 Montaje de los cilindros neumáticos sujetadores de la matriz

5.4.3. Montaje de la válvula de desfogue rápido.

La válvula de desfogue rápido se la desmonto, y en el laboratorio se lo reviso, cambiándose solo el empaque, cambiándole los silenciadores, y limpiándolo completamente, quedando en funcionalidad.

La electroválvula estaba en correcto funcionamiento requiriendo de un mantenimiento para entrar en funcionamiento.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.115 Montaje del cilindro superior

5.4.4. Montaje de la electroválvula 5/2 biestable airtac.

Para el acoplamiento de la electroválvula en el sistema se perforo en el armazón y con pernos se realizo el montaje, realizando la conexión en paralelo para los dos cilindros con los siguientes accesorios.

- manguera neumática de diámetro $\phi 8$
- 2 T para manguera de $\phi 8$

- 2 silenciadores metálicos
- 1 racore
- 2 neplos de acero inoxidable.
- Una caja de lámina de 1" para protección de la electroválvula.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.116 Montaje de la electroválvula 5/2 biestable airtac

5.4.5 Montaje de la unidad de mantenimiento.

El acoplamiento de la unidad de mantenimiento se lo hizo empernada al armazón de la maquina, usando

- Un acople rápido de 1/2"
- Un racore T
- Manguera neumática de $\phi 10$



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura V.117 Montaje de la unidad de mantenimiento

CAPITULO VI

DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO Y AUTOMATIZACION

6.1 Montaje y cableado eléctrico

6.1.1 Reglas y cálculos considerados para el sistema eléctrico.

Para realizar el diseño del sistema eléctrico se considero en cuenta algunos aspectos, así como para el dimensionamiento de cada elemento usado en el sistema, como el dimensionamiento de cada uno de los conductores usados en el diagrama eléctrico.

➤ Dimensionamiento de protecciones

Para determinar qué tipo de elemento de protección se necesitó conocer las corrientes y voltajes nominales de trabajo de cada actuador del sistema. La tabla siguiente muestra los datos de los elementos de protección dimensionados para el sistema.

Elementos de protección	Corriente (A)	Voltaje (V)	Marca
Fusible protección de fuente logo	6 Amperios	220v	Sassin
Fusible de protección del Plc	4 amperios	220v	Sassin
Fusible de protección del motor eje x	12 Amperios	220v	Sassin

Breaker general sistema	32 Amperios	Trifásico 380v	Siemens
Breaker motor trifásico de 5Hp	20 Amperios	Trifásico 380vca	Schneider eléctrico
Relé térmico motor trifásico de 5 hp	12-18 Amperios	Trifásico 380vca	CHINT
Contactador para motor trifásico de 5 hp	18 Amperios	Bobina de 127 v	CHINT
Relays para cambio giro del eje x.	15 Amperios	24 vdc Bobina	Finder
Relay para activación de fuente de potencia de 12 VDC.	15 Amperios	24 vdc Bobina	Cansco
Relay para control de motor trifásico.	15 Amperios	24 vdc Bobina	Finder
Relay para control de activación de electroválvula de desfogue rápido.	15 Amperios	24 vdc Bobina	Finder
Relay para el giro de la matriz	15 Amperios	24 vdc Bobina	Cansco

Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Tabla Vi.XVIII. Montaje de la unidad de mantenimiento

➤ Dimensionamiento de conductores

Para la selección de los conductores y fusibles de los motores se ha realizado el cálculo de corrientes a plena carga a través de las siguientes fórmulas:

$$P_{abs} = \frac{P_N}{\eta}$$

$$P_{abs} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$$

$$I_L = \frac{P_{abs}}{\sqrt{3} V_L \cos \phi}$$

$$I_T = I_L + (I_L \times 25\%)$$

De ahí que para la selección del conductor, la corriente debe sobrestimarse en un 25% sobre el I_n . Ahora las tablas de conductores (ver Anexo B) indican que conductor se utilizó.

6.1.2. Diseño del sistema eléctrico

Para el diseño del sistema eléctrico se lo realizo en varios circuitos.

➤ Circuito de fuerza

El circuito de fuerza se lo diseño tomando en cuenta todas las protecciones como fusibles, breakers, relé térmico, necesarios para la protección de los componentes como fuentes, motores, electroválvulas, luces piloto, sistema de lectura digital, etc. Dando el diagrama una funcionalidad factible al sistema. (Ver anexo 4).

➤ Circuito control

El circuito de control se lo realizo tomando en cuenta que este tiene el control de todo el sistema el mismo que fue diseñado con una lógica sencilla y fácil de entender.

En el diseño realizado se tuvo el manejo de varios voltajes y corrientes, como bobinas, Plc, diferentes tipos de fuentes de poder, y más elementos usados. (Ver anexo 4)

➤ Bornera de conexiones del sistema

El panel de control fue diseñado uniformemente teniendo un centro de conexiones, como es las borneras por las cuales tenemos la conexión de fuerza, control, y Plc. (Ver anexo 4).

➤ Conexión del PLC siemens 1200

Algo muy importante fue la conexión del Plc ya que el mismo depende de qué tipo de Plc sea, y con qué niveles de voltaje trabaja el dispositivo. (Ver anexo 4).

6.1.3. Diseño y armado del tablero eléctrico.

El diseño y armado del tablero de control se lo realizo tomando en cuenta aspectos como una correcta distribución y ordenada de los elementos a conformar el sistema, respetando normas de cableado, marcación, y espacio.

El armado de del tablero se lo hizo con canaleta industrial ranurada, usada para el cableado eléctrico.

El uso de riel din fue muy importante para el montaje de cada elemento de manera estandarizada.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

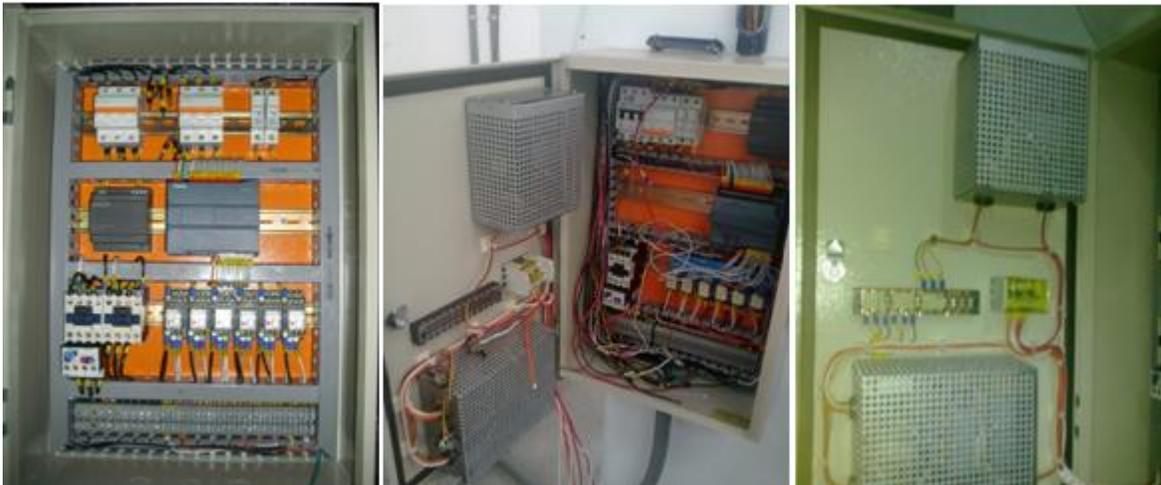
Figura Vi.118 Diseño y armado del tablero

6.1.4. Montaje del tablero de control.

Con respecto al montaje del tablero de control, se desarrollo de la siguiente manera:

1.- Se procedió con la colocación de las canaletas y la Riel DIN estándar donde se ubicaron, (ver figura V.119):

- Riel 1: Interruptores tripolares, porta fusibles, fuente logo siemens.
- Riel 2: Contactores de 24 vdc, PLC s7- 1200 siemens.
- Riel 3: contactor con relé térmico, relays.
- Riel 4: borneras para potencia y control.
- En la cubierta de la caja parte superior se ubico la fuente de poder de 12 vdc para la matriz
- En la cubierta de la caja parte centro se ubico las borneras de control y potencia
- En la cubierta de la caja parte inferior se ubico la fuente de poder de 12 vdc para el eje X.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura Vi.119 Proceso de colocación de las canaletas y el rail din estandar

2.- Por otra parte, se conectó los elementos que conforman el circuito de alimentación para el tablero de mando de la máquina punzonadora, estos elementos son:

La caja de breakers de red trifásica y neutr0. Estos elementos fueron cableados mediante un conductor calibre 4 AWG color negro, conductor que se traslada a través de una manguera anillada de 1", calculada en función a la capacidad de corriente que va a trabajar la máquina, ver figura VI.120.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura Vi.120 Instalación trifásica a caja de Breakers

La instalación desde la caja de breakers a la caja de control de la maquina se la realizo mediante una manguera anillada de 1", y con conductor 8 AWG color negro las tres fases y color blanco el neutro.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.121 Instalación de la alimenta al tablero de control

Se determinó el calibre de los conductores que alimentan a la caja de breakers, como los que alimentan a la caja de control, en función a la intensidad de consumo de sus elementos y con ayuda de la tabla de calibre de conductores eléctricos que se encuentra en el (Anexo 4).

En la siguiente Tabla VI.XIX, se detalla el calibre de los conductores usados para cada elemento de potencia instalado en la maquina.

Calibre de conductores para elementos de potencia de la maquina punzonadora			
ELEMENTO	POTENCIA (WATTS)	INTENSIDAD (A)	CALIBRE (AWG)
MOTOR TRIFÁSICO	3700	14	14
MOTOR EJE X	108	9	14
MOTOR MATRIZ	156	13	14
FUENTE MATRIZ	500	5	16
FUENTE EJE X	500	5	16

Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Tabla VI.XIX Calibre de conductores de potencia

3.- Se realizó la conexión tanto del circuito de potencia como la de control en base a los planos diseñados (ver en archivos de documentación técnica, área de diseño y corte de la empresa INOX INDUSTRIAL.) y siguiendo un estricto orden de numeración con marquillas para cables y etiquetando los elementos con el fin de realizar un trabajo detallado.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.122 Conexión del circuito de potencia y de control del tablero

4.- Luego se procedió al cableado de los pulsadores y las luces de señalización hacia las borneras, como se ve en la figura VI.123.



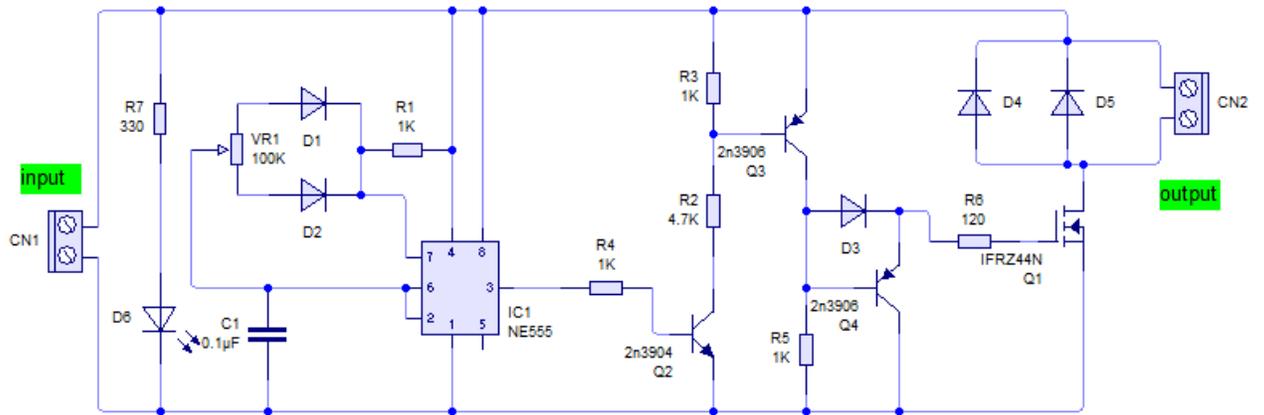
Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.123 Instalación del panel de mando

5.- Se creó un circuito pwm, para el control de velocidad de los motores de los ejes X y la matriz, siguiendo los siguientes pasos, ver figura VI.124.

➤ **Diseño del circuito**

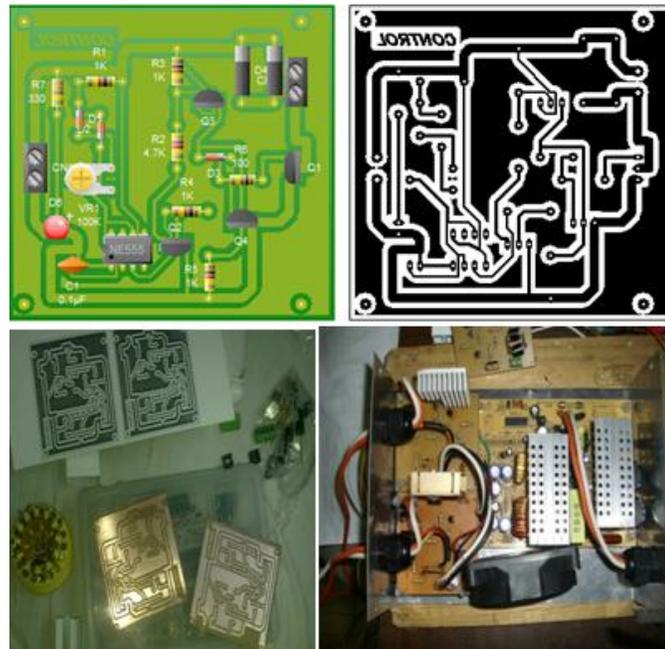
Para el diseño del circuito se tomo en cuenta la etapa de control y la etapa de potencia, teniendo que los valores de los elementos usados para la etapa de potencia deben corresponder a qué tipo de motor vamos a controlar, ya que la corriente para los motores usada es alta teniendo un consumo de hasta 15 amperios a un voltaje de 6 a 12 voltios.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.124 Diseño del circuito del pwm

➤ **Creación de las placas**

La creación de las placas se lo hizo teniendo cuidado en el diseño del rotulado de las pistas ya que por las mismas va a pasar una corriente alta y deben estar en condiciones óptimas.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.125 Creación del circuito del pwm

➤ **Pruebas en vacío y con carga del pwm**

Las pruebas que se realizaron con el circuito del pwm fueron de suma importancia para ver el comportamiento de cada elemento que conformaba el

circuito, midiéndose valores como el voltaje, la corriente, temperatura de los elementos.

Algo muy importante que se analizo fue la ventilación forzada del circuito, manteniendo estable la temperatura de los elementos.

Ver la tabla VI.20.

Valores medidos de las pruebas al pwm			
	Corriente (A)	Voltaje (vdc)	Temperatura(alta-media-baja)
Pruebas en vacio el motor	6	12	Baja
Prueba con carga el motor	8	9	Baja

Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Tabla VI.XX Valores medidos en las pruebas

6.1.5 Instalación del motor trifásico

El motor trifásico que se instalo fue de las siguientes características:

- Motor: Trifásico
- Marca: WEG
- Frecuencia: 60 Hz
- Voltaje: 220 VCA
- Potencia: 3.7 Kw
- Corriente: 14 Amp.
- Configuración de conexión: $\Delta\Delta$
- Ip: 55

La instalación se la hizo con mucho cuidado, asegurándose de que los conductores estén protegidos en manguera metálica anillada, en los terminales con marquillas debidamente montadas.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.126 Instalación del motor trifásico

6.1.6. Instalación de los sistemas electro-neumáticos

La instalación de los elementos electro-neumáticos se la realizó con manguera metálica anillada para la protección de los conductores, los conductores usados fueron de calibre 18 AWG, con sus correspondientes marquillas.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.127 Instalación de los elementos electro-neumático

6.1.7. Instalación de la moto reductora del eje X de la matriz

Para la instalación de los motores de DC se la hizo tomando en cuenta la corriente que este consumiría, a través de una manguera anillada metálica, asegurándonos de que tengan cada terminal y su marquilla correspondiente, ver la figura VI.128.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.128 Instalación de los motores de DC

6.2. Desarrollo de Programación

El programa controlador de la punzonadora se lo ha realizado en el Software SIMATIC STEP 7 Professional V11 de SP2 que integra el paquete de TIA, el cual fue completado con paquete especial al catálogo de Hardware para adecuar el PLC con el cual se desarrolla el control de la máquina, fue necesario ya que la serie 6ES7 214-1AG31-0XB0 es una nueva versión de PLC que se comercializan actualmente y al cumplir con todas las condiciones establecidas para el funcionamiento se realizó el sistema de control.

El programa de control consta de varios elementos como son pulsadores, sensores magnéticos y de finales de carrera y las salidas que controlan actuadores como cilindros neumáticos, electroválvulas, contactores, relés, motores eléctricos, etc.

6.2.1. Instalar y utilizar el software de STEP 7-TIA V11 SP2

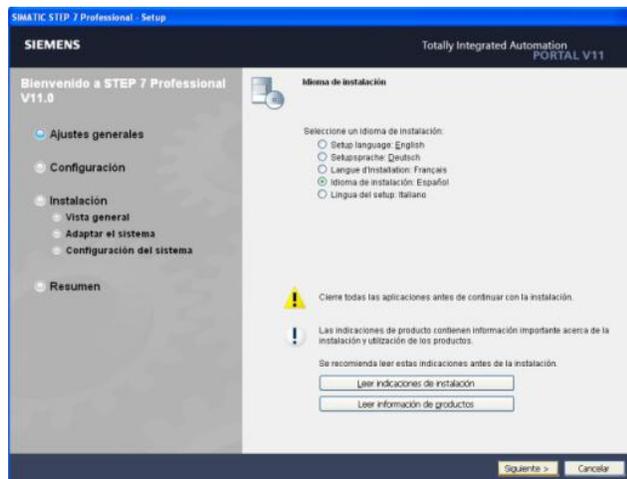
El paquete de instalación del STEP 7-TIA V11 SP2 consta de un paquete de 14 partes, el primer paso para la instalación arrancar el programa dando doble clic en el icono de SATAR el cual es una aplicación. Con esto se abrirá el asistente de instalación: como se ve en la figura VI.129.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

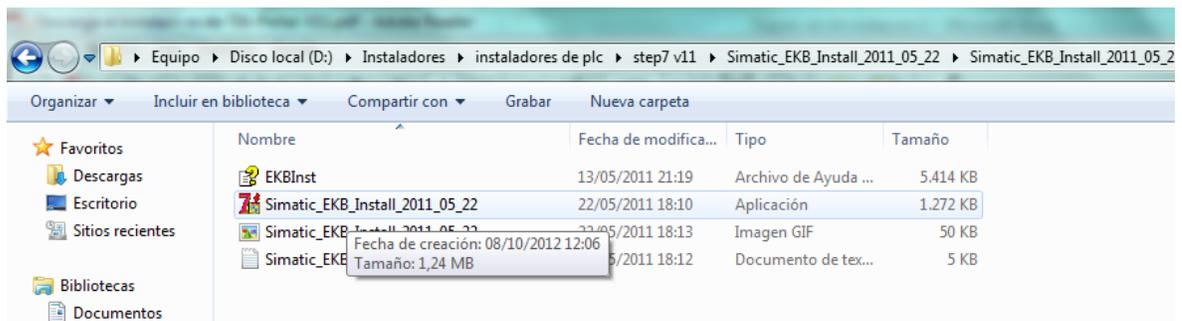
Figura VI.129 Icono de Instalación del STEP7-TIA V11 SP2

Este programa se instala como cualquier otro, haciendo clic en “Siguiente” y seleccionando las opciones de personalización de la instalación.



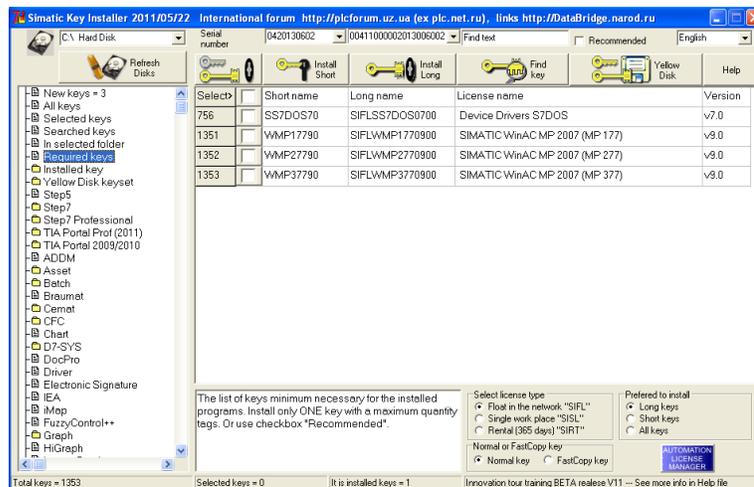
Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.130 Pantalla de inicio de Instalaciones STEP7-TIA V11 SP2

Este programa requiere de una licencia para su funcionamiento. Inicialmente se cuenta con una Activación de la licencia El generador de licencias llamado “Simatic EKB Install” más actualizado posible. Cuando se descomprime el archivo “Simatic_EKB_Install_2011_05_22.zip” se generará una carpeta similar a la siguiente:



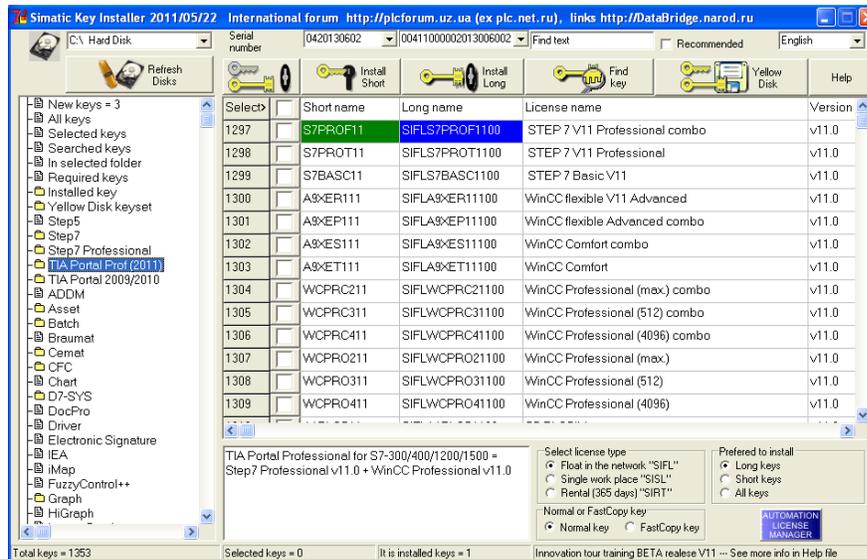
Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.131 Icono de activación de licencia del STEP 7-TIA V11 SP2 1

Haga doble clic en la aplicación que como logo un 7 rojo. Se abrirá el instalador de licencias “Simatic Key Installer”. Ver la figura VI.131.



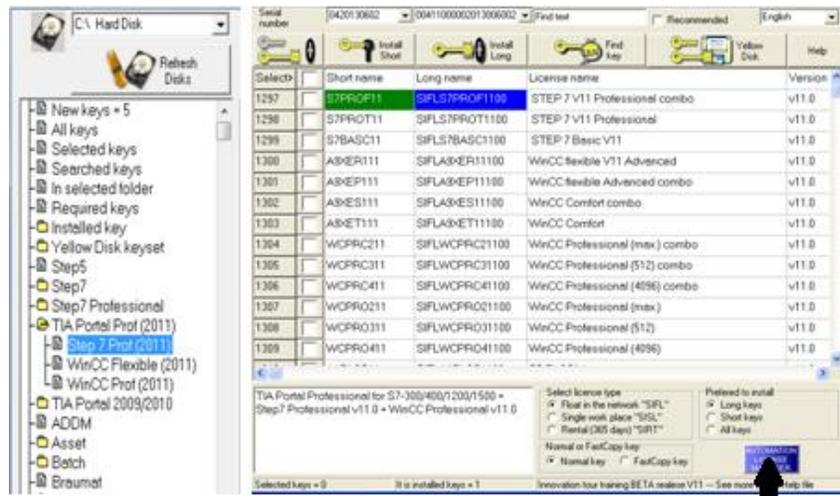
Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.132 Pantalla de activación de licencia del STEP 7-TIA V11 SP2

En el lado izquierdo del instalador de licencias vaya a la carpeta “TIA Portal Prof (2011)”, haga doble clic.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.133 Pantalla de selección de licencia para STEP7-TIA V11 SP2

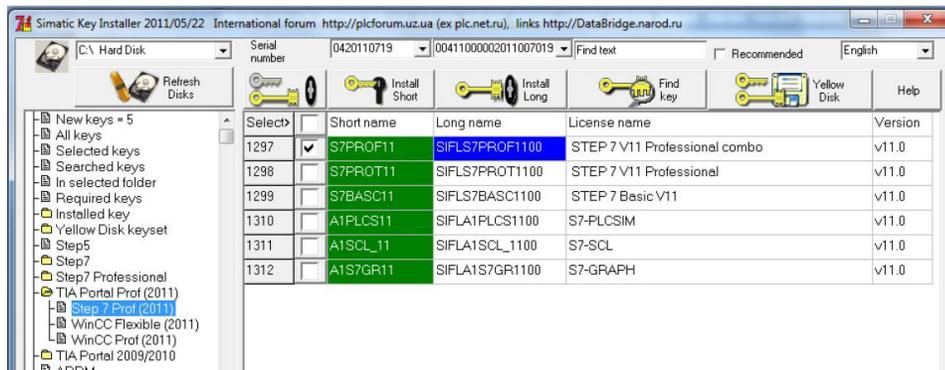
Haga clic en la subcarpeta “Step 7 Prof (2011)”. Seleccione la licencia “STEP 7 V11 Professional combo” Versión 11.0, Haga clic en el botón “Instalar licencias”.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.134 Pantalla de instalación de licencia del STEP7-TIA V11 SP2

Si la licencia se muestra en verde en la columna “Short name” y en azul en la columna “Long name” significa que fue correctamente instalada. Se debe verificar que la licencia fue correctamente instalada en el administrador de licencias de Siemens llamado “License Manager”.

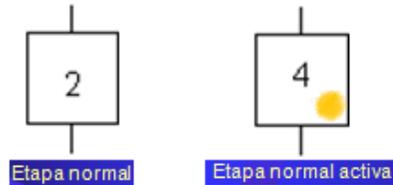


Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.135 Pantalla de licencia instalada del STEP7-TIA V11 SP 2

Busque el ícono en la barra de tareas de su computador y haga doble clic y ubique la licencia llamada “STEP 7 V11 Professional combo” aparezca con validez ilimitada y está listo para usar esta aplicación.

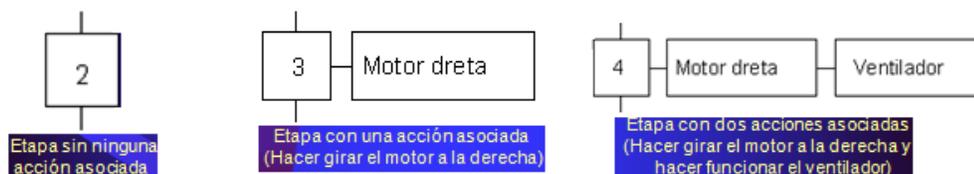
Etapas normales: Las etapas representan los estados estables del sistema. Las etapas del GRAFCET se representan mediante un cuadrado numerado. Las etapas deben estar numeradas; aunque no necesariamente de forma correlativa. No puede haber dos etapas con el mismo número. Las etapas pueden estar activas o inactivas. Al representar el estado del GRAFCET en un momento dado, se puede indicar que una etapa está activa, con un punto de color. En las etapas, puede o no haber acciones asociadas.



Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmplicacion.pdf

Figura VI.138 Etapas normales del Grafcet

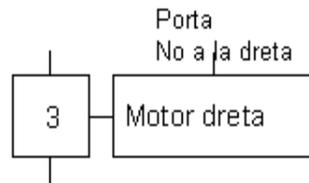
Acciones asociadas: Una etapa sin ninguna acción asociada puede servir para hacer detener una acción mono estable que se realizaba en la etapa anterior, o como etapa de espera. Una acción asociada indica que al estar activa la etapa la acción se ejecuta. En una etapa puede haber múltiples acciones asociadas. Si en un sistema en un momento concreto hay una sola etapa activa, entonces, solamente estarán funcionando los elementos activados por las acciones asociadas en esa etapa (a no ser que en otra etapa se haya activado de forma bi estable (set-reset) otra acción).



Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmplicacion.pdf

Figura VI.139 Acciones asociados del Grafcet

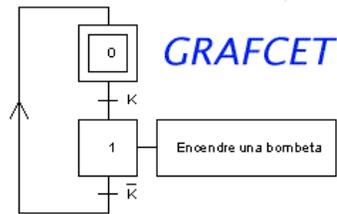
Acciones asociadas condicionadas: La acción a realizar en una o más de las acciones asociadas a una etapa, puede estar condicionada a una función booleana adicional. En el rectángulo donde se representa la acción asociada, hay una entrada para las condiciones.



Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf

Figura VI.140 Acciones asociados condiciones del Grafcet

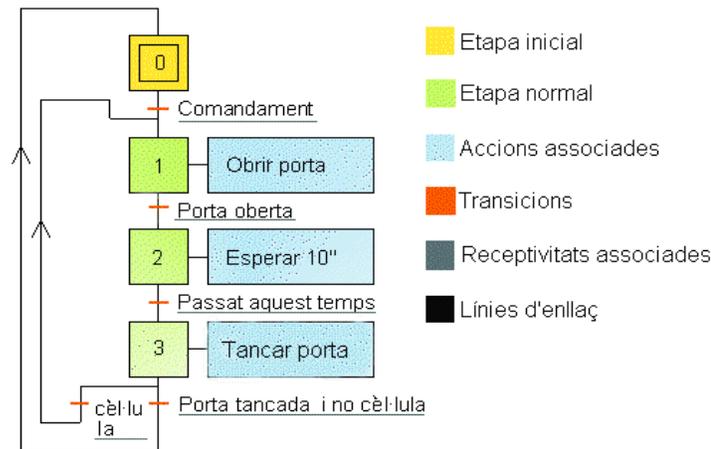
Transiciones: Las transiciones representan las condiciones que el sistema debe superar para poder pasar de una etapa a la siguiente. Al pasar una transición, el sistema deja de estar en una etapa y inmediatamente va a la siguiente. Validar la transición implica un cambio en las etapas activas del GRAFCET. Las transiciones se representan con un pequeño segmento horizontal que corta la línea de enlace entre dos etapas. Son etapas de entrada a una transición, todas las que conducen a una transición. Son etapas de salida a una transición, las etapas que salen de una transición. Ver la figura v. 140.



Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf

Figura VI.141 Transiciones del Grafcet

Líneas de enlace: Las líneas de enlace son líneas verticales o horizontales, que unen con una dirección significativa (a no ser que se indique lo contrario de arriba a abajo), las distintas etapas con las transiciones, y las transiciones con las etapas.



Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf

Figura VI.142 Líneas de enlace del Grafcet

6.2.2.2. Tipos de grafcet

GRAFCET de Nivel 1: Descripción funcional

- Se trabaja con las especificaciones funcionales del automatismo, de forma independiente a la tecnología que lo llevará a la práctica.
- Describe las acciones que se deben efectuar y los elementos de control que intervendrán, sin indicar los elementos concretos que serán utilizados.

GRAFCET de Nivel 2: Descripción tecnológica

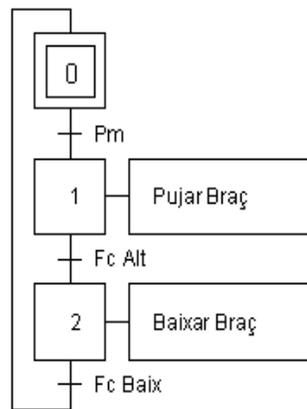
- Deben indicarse todas las especificaciones de los órganos operativos.
- Deben detallarse los elementos tecnológicos que intervendrán.

GRAFCET de Nivel 3: Descripción operativa

- Deben especificarse todos los elementos, con los distintivos propios de las entradas y salidas, así como las marcas o relés internos que serán utilizados.

Secuencia única

Un GRAFCET será de secuencia única, cuando en el diagrama solo hay una sola rama; el conjunto de etapas se irán activando una tras la otra, después de validarse las recepciones asociadas a las transiciones.

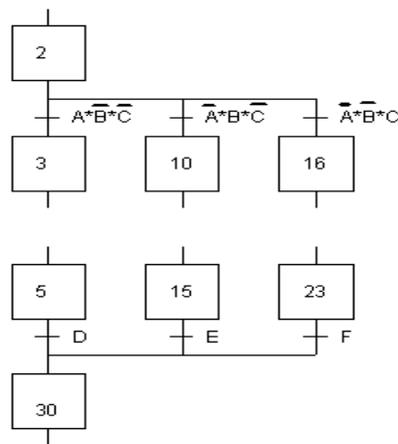


Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmplicacion.pdf

Figura VI.143 Secuencia única del Grafcet

Bifurcación en OR. Selección de secuencia

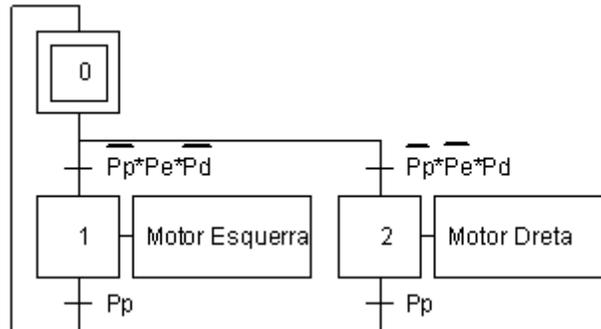
Habrà una selecci3n de secuencias, cuando al llegar a un punto se encuentre una bifurcaci3n en OR. Serà necesario escoger cual, de las distintas sucesiones de etapas y transiciones se debe seguir. No es necesario que los diferentes caminos tengan el mismo nùmero de etapas; pero sí conviene que las receptividades asociadas a las transiciones, sean excluyentes entre sí.



Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmplicacion.pdf

Figura VI.144 Selecci3n de secuencia OR del Grafcet

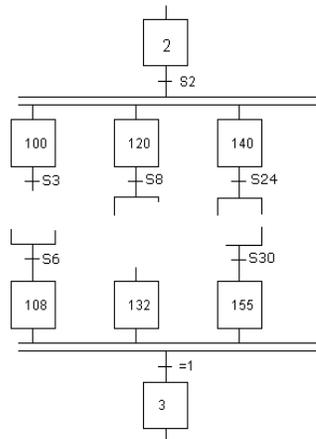
Bifurcación en OR. Selección de secuencia.



Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf

Figura VI.145 Selección de secuencia OR condicionada del Grafcet

Bifurcación en AND. Trabajos en paralelo: En automatismo, habrá una bifurcación en AND o "Trabajos paralelos", cuando a partir de un punto, debe evolucionar de forma simultánea por todas las ramas. Al final de estas, encontraremos unas etapas de espera. (108, 132, 155) El sistema continuara su evolución, cuando cada una de las ramas haya llegado a su etapa de espera. El nombre de etapas de las diferentes ramas puede ser distinto de una a la otra. Ver la figura VI. 145.

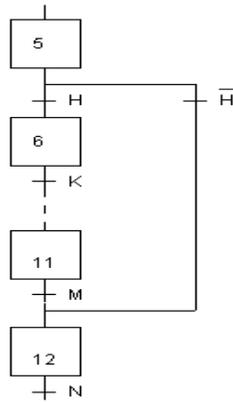


Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf

Figura VI.146 Selección de secuencia AND del Grafcet

Saltos de etapas: En un punto, puede haber una bifurcación que provoque un salto sobre un conjunto de etapas. Que se siga o no la secuencia completa o bien

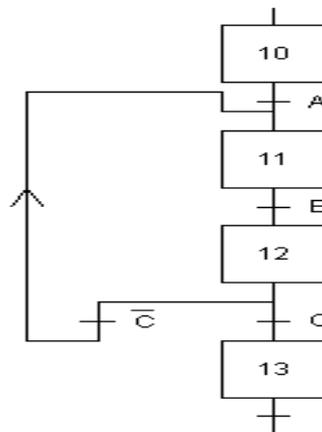
el salto, está determinado por el estado de la condición a la transición (H). Hemos de tener presente que las condiciones de entrada o no, deben ser excluyentes. (H y H'). También puede realizarse el salto en sentido ascendente (en este caso lo indicaremos en las líneas de enlace) como pasa en los lazos.



Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf

Figura VI.147 Saltos de Etapa del Grafcet 1

Lazos repetitivos: Habrá un lazo o estructura repetitiva (mientras o while), cuando una, o un conjunto de etapas se repitan, varias veces, (controladas por un temporizador, un contador, o hasta que se cumpla una condición determinada). El ciclo de lavado de una lavadora repite varias veces esta estructura (giro a la derecha, espera, giro a izquierda, espera).

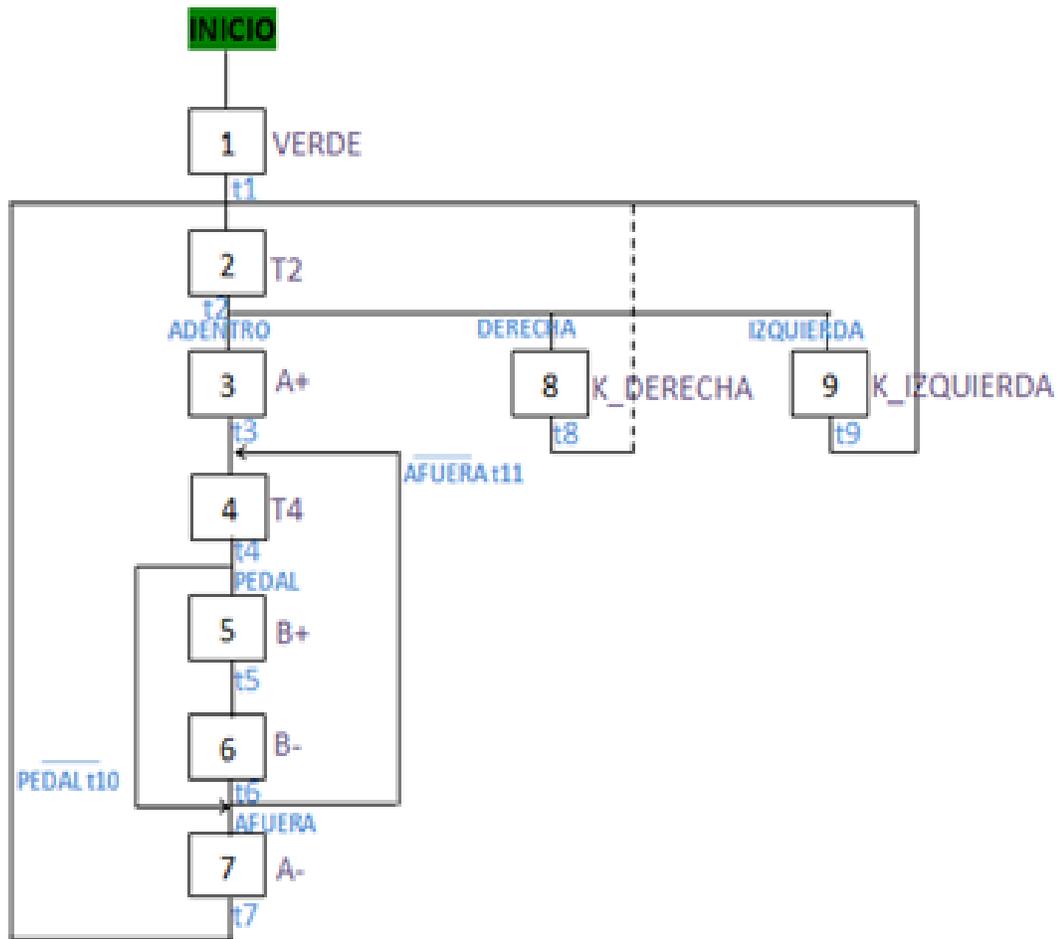


Fuente: http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf

Figura VI.148 Lazos repetitivos del Grafcet

6.2.2.3. Desarrollo del Graficet para la Punzonadora

Tomando en cuenta todas las condiciones con las que trabajará la máquina se establecen los estados, las transiciones, las transiciones y el tipo de Graficet que se utilizará para cumplir los objetivos propuestos. Ver la figura VI. 149.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.149 Graficet de proceso de Puzonado

Basado a este planteamiento del programa se obtienen las ecuaciones necesarias para realizar la programación de del mismo aquí, se definió cada una de las condiciones y seguridades que se debe tomar en cuenta para el buen y seguro funcionamiento. Cada una de las ecuaciones tiene asignada una función específica.

$$m1 = (\text{Inicio} + m1 \overline{m2}) \text{puerta}$$

$$m2 = m1 t1 + m7 t7 + m8 t8 + m9 t9 + m2 (\overline{m3} + \overline{m8} + \overline{m9})$$

$$m3 = (m2 t2 \text{ adentro} + \text{adentro} + \overline{m4} m3) a0.1 a0.2 \overline{\text{derecha izquierda pedal}}$$

$$m4 = m3 t3 + m6 t6 \overline{\text{afuera}} t11 + m4 (\overline{m5} + \overline{m7})$$

$$m5 = m4 t4 \text{ pedal} + m5 \overline{m6}$$

$$m6 = m5 t5 + m6 (\overline{m7} + \overline{m4})$$

$$m7 = m6 t6 \text{ afuera} + m4 t4 \overline{\text{pedal}} t10 + m7 \overline{m2}$$

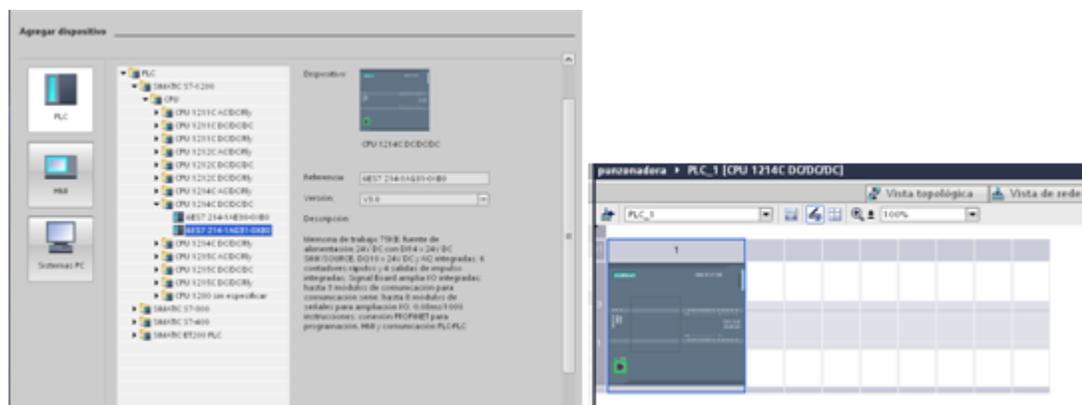
$$m8 = (m2 t2 \text{ derecha} + \text{derecha} + m8 \overline{m2}) a0.1 a0.2 \overline{\text{izquierda pedal}}$$

$$m9 = (m2 t2 \text{ izquierda} + \text{izquierda} + m9 \overline{m2}) a0.1 a0.2 \overline{\text{derecha pedal}}$$

6.2.3. Programación en STEP 7 Profesional

6.2.3.1. Selección del CPU

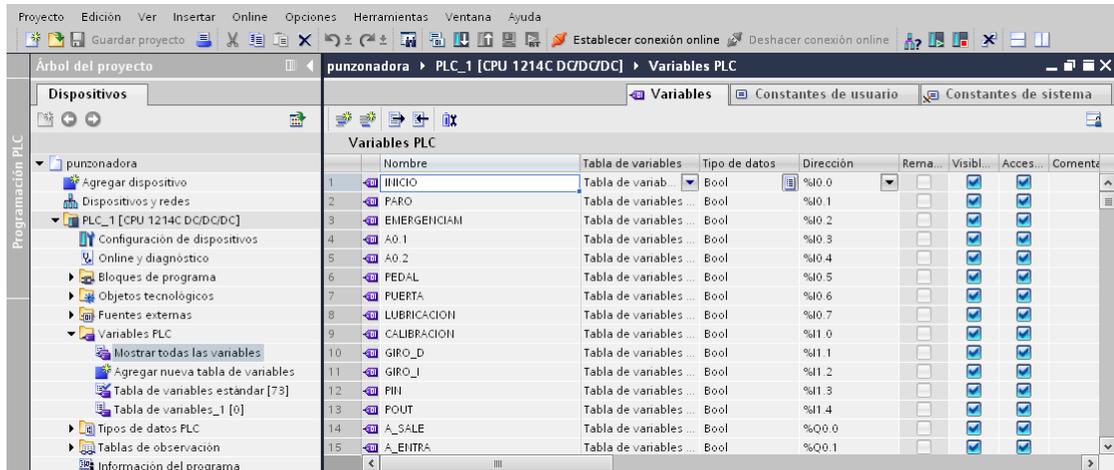
Lo primero que se hace es agregar el dispositivo que vamos a utilizar. Existen dos maneras para agregar un dispositivo PLC, la primera si se conoce el modelo del CPU a la cual se va a programar. También si se desconoce del modelo exacto del PLC se debe escoger la opción CPU 1200 sin especificar y luego dar clic en determinar modelo para que de este modo el software conectado mediante Ethernet al PLC encuentre el modelo correspondiente.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
 Figura VI.150 Selección del CPU en el STEP 7

6.2.3.2. Declaración de Entradas y salidas

En el árbol del proyecto se tiene la estación PLC donde haciendo doble clic en bloques de variables dentro de la pestaña PLC se ubica el agregar variable aquí es donde se declara todas las variables que se van a utilizar como son entradas, salidas y memorias que se utilizaran en todo el programa de control las variables serán del tipo booleano.

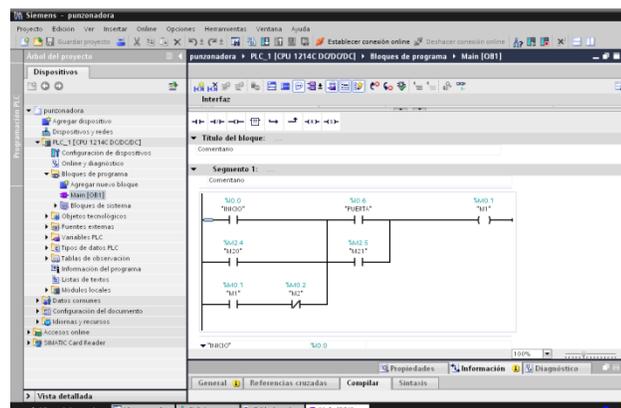


Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.151 Declaración de entradas y salidas

6.2.3.3. Desarrollo del Lader de Programación

Para empezar la programación se dirige al árbol del proyecto que tiene la estación PLC donde haciendo doble clic en bloques de programa dentro de la pestaña del PLC se ubica el OB1 denominado *Main* en donde se desarrolla el programa principal.



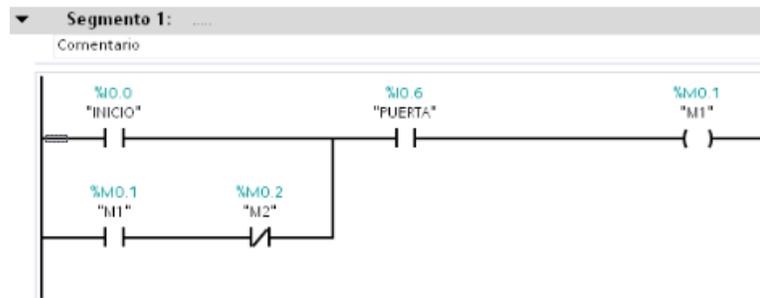
Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.152 Desarrollo de programación

El programa fue diseñado en base al Grafcet analizado anteriormente, por lo cual se escribieron las ecuaciones resultantes del mismo, con lo que se obtiene una programación más fácil y eficaz.

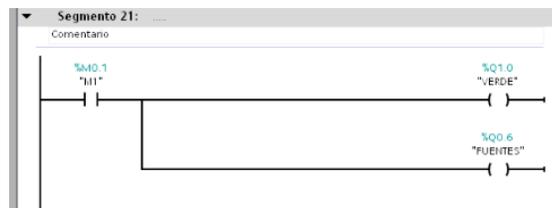
6.2.3.4. Segmentos de Activación

Segmento1: Este segmento permite recibir una señal de INICIO a través de la entrada %I0.0 donde se ha conectado el botón físico y la señal de puerta a través de la entrada %I0.6 la cual me indica que la puesta del panel de controla está cerrada por seguridad que es necesario para iniciar la secuencia del proceso. Lo que se hace con este segmento es enclavar una marca de nombre M1 y en la dirección %M0.1, pudiendo ser utilizada en otra parte del proyecto la cual me indica que el proceso debe iniciar.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.153 Segmento 1

Segmento21: Al enclavar la M1 que es utilizada para realizar la asignación de otros elementos como son las salidas de Verde que está asignado en la dirección %Q1.1, activando la luz piloto que indica el accionamiento de la maquina y la salida Fuentes asignada en la dirección %Q0.6 que activa las fuentes de poder.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.154 Segmento 21

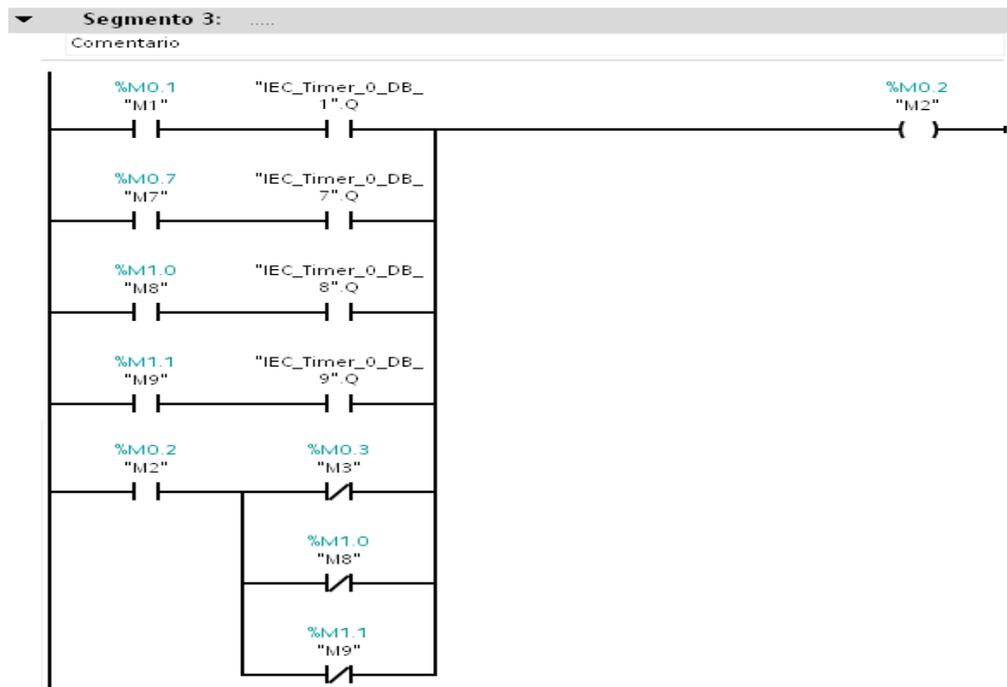
Segmento22: aquí se realizo la asignación de la salida del motor trifásico que se encuentra asignada a la dirección %Q0.3, la cual se activa con la misma M1. El motor trifásico debe estar encendido siempre que el punzón vaya a funcionar por

lo cual se realiza el enclavamiento de esta salida y se desclava con el pulsador de EMERGENCIA.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.155 Segmento 22

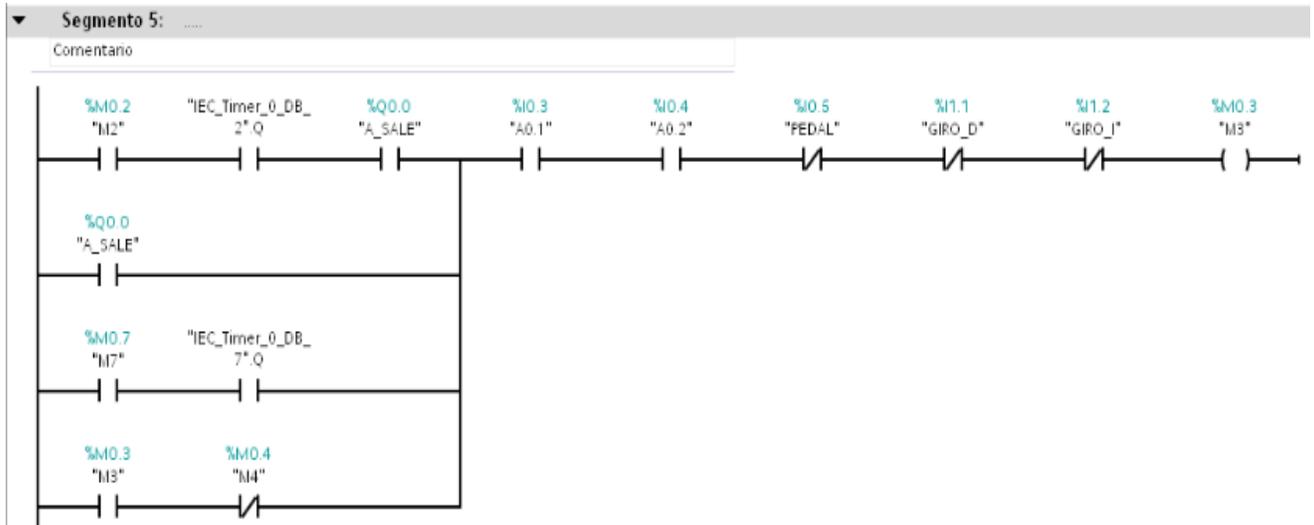
Segmento3: En esta etapa se ejecuta una acción de tiempo que permite la selección de accionamientos, es el inicio para cualquiera de los tres procesos a seleccionar y que cada uno tiene sus condiciones específicas de accionamiento por seguridad.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.156 Segmento 3

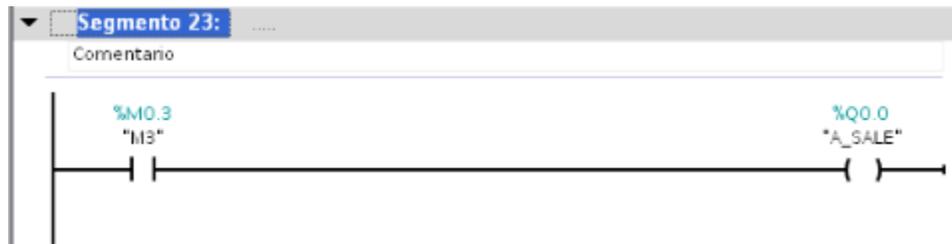
Segmento5: Este Segmento acciona una memoria M3 que se encuentra en la dirección %M0.3 que se encarga de mandar la activación de la salida de los cilindros que sujetan la matriz en una posición exacta, esta etapa puede activarse

si cumple con la condición de que no esté activado el motor de matriz ni el accionamiento de pedal, con esto se cuida de no romper los vástagos ni el punzón.



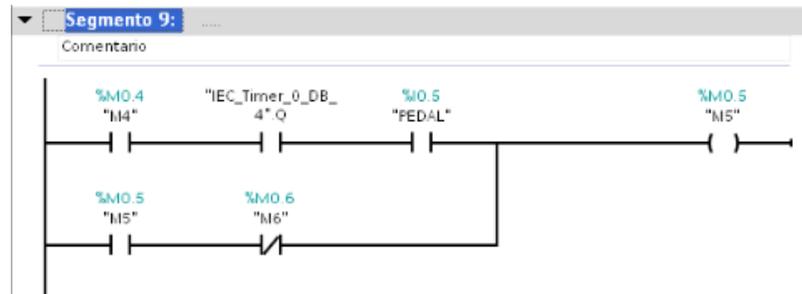
Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.157 Segmento 5

Segmento23: La M3 realiza la activación de la salida A_SALE que esta asignada a la dirección %Q0.0, correspondiente a la activación de electro bobina de la electro válvula 5/2 neumática.



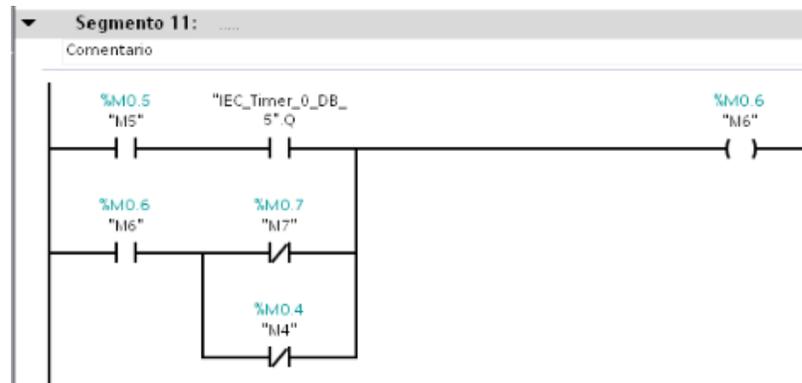
Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.158 Segmento 23

Segmento9: La etapa 5 es la que acciona la electroválvula del cilindro superior, la cual activa la M5 que se encuentra asignada a la dirección %M0.5.



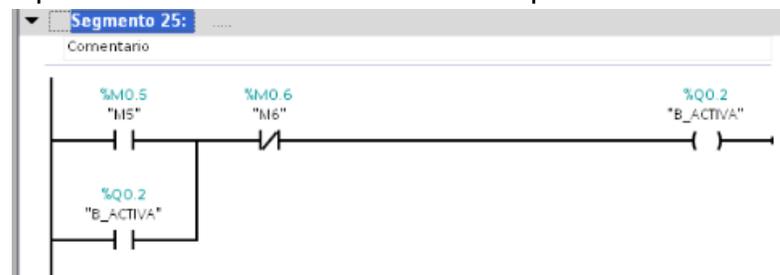
Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.159 Segmento 9

Segmento11: con la M6 asignada a la dirección %M0.6 permite la desactivación del cilindro superior.



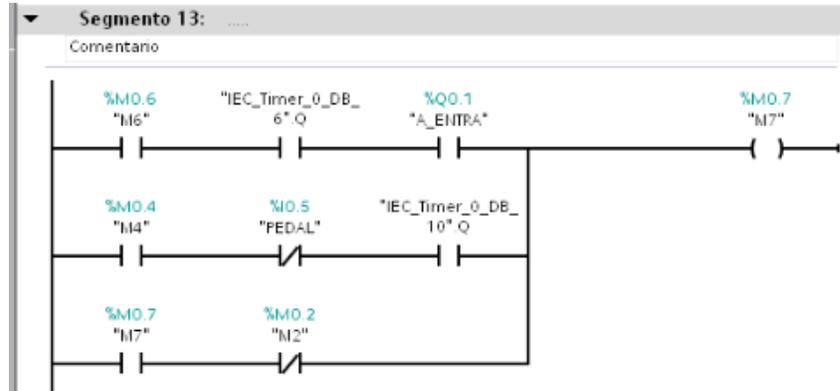
Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.160 Segmento 11

Segmento25: el cilindro superior es activado por la M5, la cual acciona la salida B_activa que se encuentra en la dirección %Q0.2, este es auto enclavada por un tiempo determinado el punzón baje y suba terminando su función el electro válvula es desactivada por la M6 volviendo la válvula a su posición normal.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.161 Segmento 25

Segmento13: El segmento 13 es donde se activa la M7 asignada al dirección %M0.7, la que activa la señal a la electro bobina de la válvula 5/2 para sacar los cilindros de la posición de la matriz.



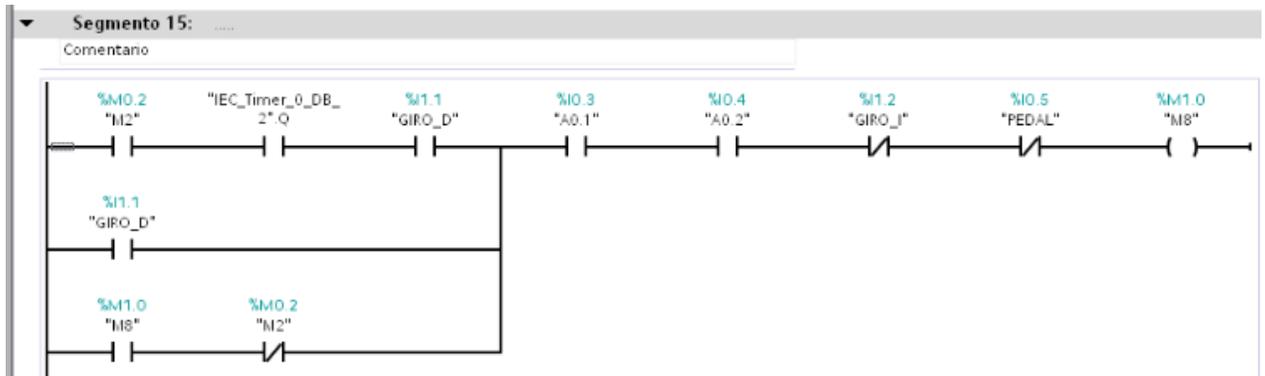
Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.162 Segmento 13

Segmento24: La M7 activa la salida A_ENTRA asignada a la dirección %Q0.1, permitiendo que los cilindros regresen a su posición inicial para volver a posicionar la matriz en un nuevo molde.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.163 Segmento 24

Segmento15: En este segmento se encuentra la activación de giro de matriz al lado derecho que es activado por el pulsador derecho asignado a la dirección %I1.1, esta activación tiene varias condiciones para ser activada la M8 asignada a la dirección %M1.0.



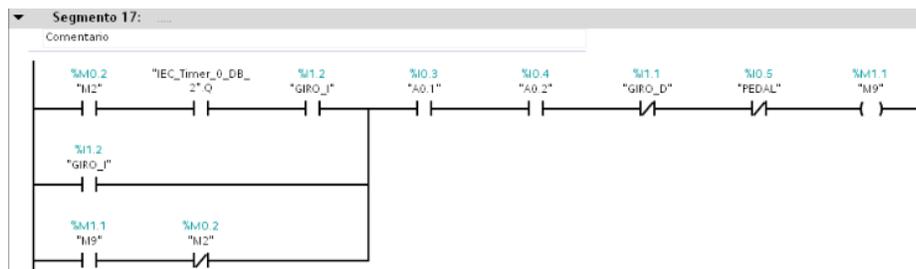
Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.164 Segmento 15

Segmento26: La M8 envia la señal de activacion a la salida Giro_DM que esta asignad a la direccion %Q0.4, la qctiva el contacto para que el motor gire al lado derecho.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.165 Segmento 26

Segemento17: En este segmento se encuentra la activación de giro de matriz al lado izquierdo que es activado por el pulsador izquierdo asignado a la dirección %I1.2, esta activación tiene varias condiciones para ser activada la M9 asignada a la dirección %M1.9.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.166 Segmento 17

Segmento27: La M9 envia la señal de activacion a la salida Giro_IM que esta asignad a la direccion %Q0.5, la qctiva el contacto para que el motor gire al lado izquierdo.

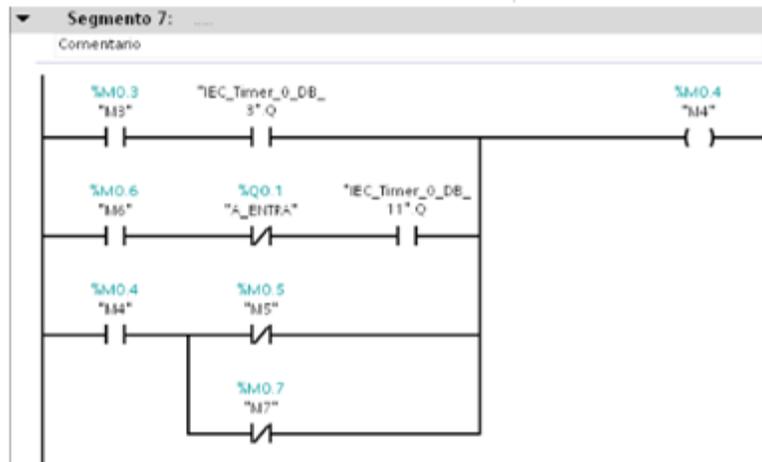
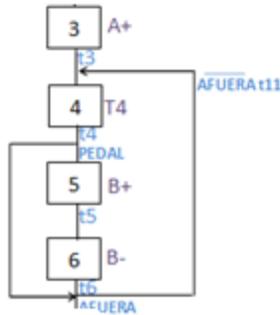


Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.167 Segmento 27

Segmento de Temporizadores

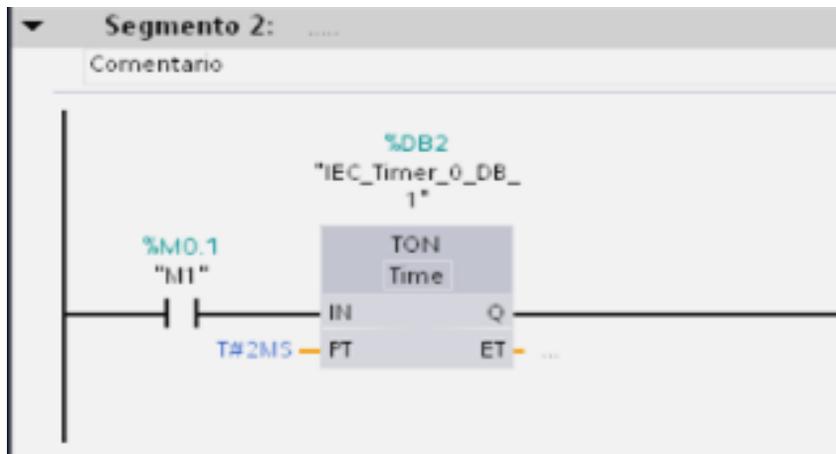
Estos segmentos reciben la señal de memorias que me permite activar temporizadores que están asignado en mili segundos, son usados como transición de varias etapas de accionamiento y algunos como etapas necesarias para que el usuario pueda realizar algún tipo de accionamiento especifico.

Segmento7: Esta etapa es de tiempo que permite una tracción de 2 ms que es accionada con la etapa anterior o con la etapa de M6 por el salto que se muestra en el grafcet:



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.168 Segmento 7

Segmentos 2,4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 19, 20: accionamientos de temporizadores.



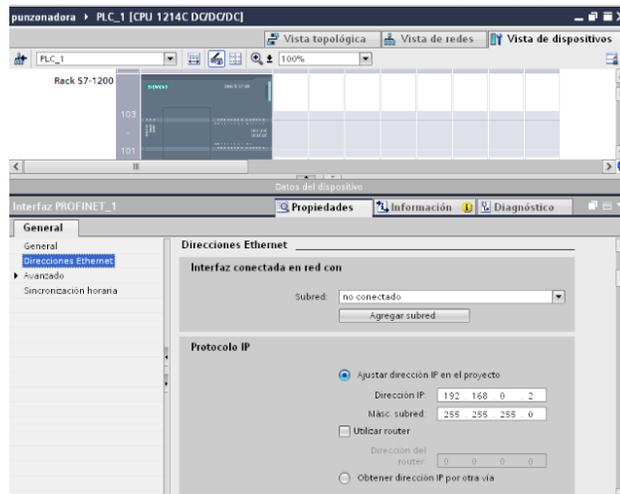
Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.169 Segmento de Temporización

6.2.4. Comunicación de PC con PLC mediante OPC SERVER

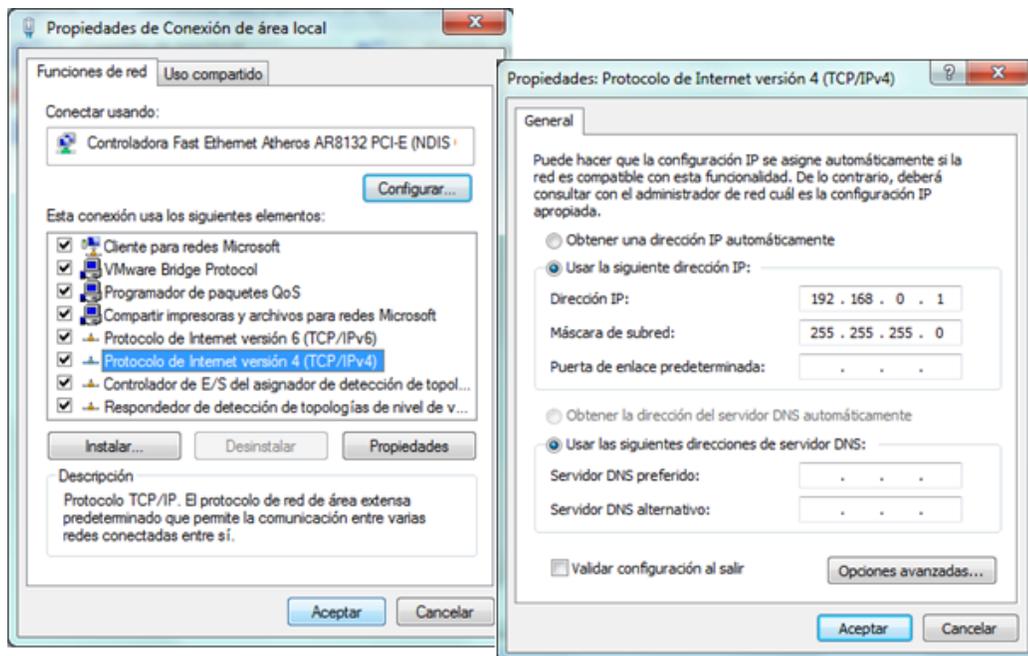
La conexión entre un PLC y un PC es una aplicación típica en el área industrial. Muy usada para la activación y el control de los procesos, el interfaz de comunicación más usado para el PLC S7-1200 es la comunicación ETHERNET que consiste en conectar el PLC a la computadora mediante un cable UTP cruzado conectado a los puertos Ethernet de cada uno de ellos usando el protocolo de comunicación TCP/IP, asignando una dirección IP a los dos elementos para que puedan comunicarse.

El PLC Siemens tiene una dirección IP asignada previamente de fábrica: 192.168.0.1 la cual puede ser reasignada mediante el TIA portal, en el Árbol de Proyectos seleccionamos la opción de Configuración de dispositivos y en propiedades se selecciona la Dirección Ethernet en donde se asigna el nombre de la sub_red, la dirección que han asignado es la 192.168.0.2 con máscara 255.255.255.0.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.170 Asignación de Dirección IP al PLC

La PC también debe asignar una dirección IP apropiada para realizar la conexión esto es configurada en Panel de Control, Centro de Redes, Centro de Recursos Compartidos y Adaptador de Redes. La dirección que fue asignado es la 192.168.0.1 con mascara 255.255.255.0.

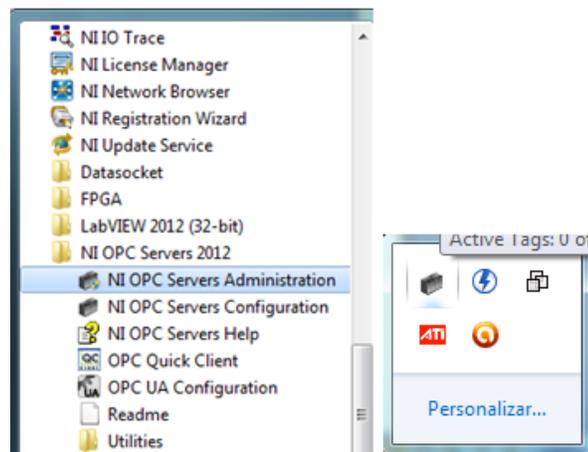


Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.171 asignación de dirección IP a PC

6.2.4.1. Creación de un servidor OPC

Los sistemas de comunicación industrial son mecanismos de intercambio de datos distribuidos en una organización industrial. Pero dentro de estos existe una gran variedad de software que sirva como Servidor OPC en este caso lleva a cabo la creación de un servidor OPC en el software de National Instruments. La idea es realizar una red entre los PLCs siemens S7- 1200 y el computador que actúe como HMI (Human Machine Interface) y como maestro a la vez.

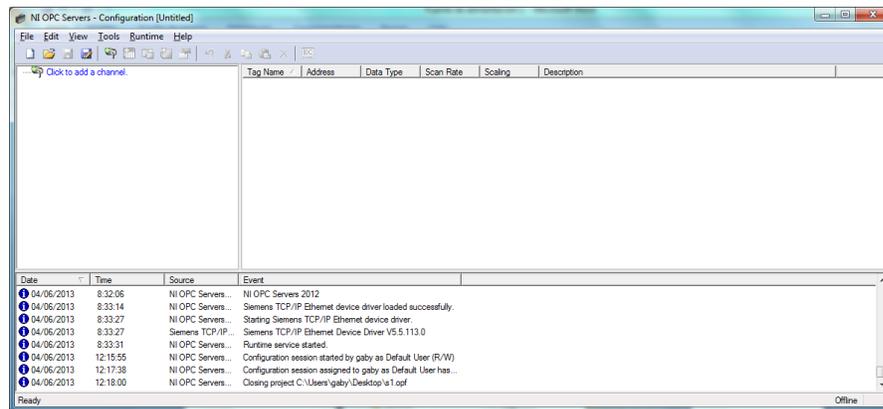
El NI OPC SERVER 2012 viene en el paquete de instalación de LabVIEW y se encuentra ubicado en la carpeta de National Instruments, donde seleccionamos el NI OPC SERVER como Administrador, el icono de aparecerá en la barra de tareas.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.172 Icono de acceso al OPC Server

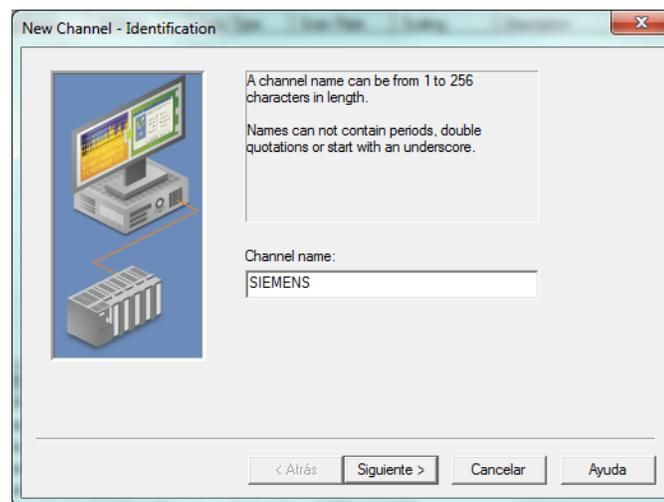
Automáticamente aparecerá una pantalla donde realizaremos la activación del PLC como OPC server, configurando el tipo de PLC y el canal de comunicación con el que se implementa.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.173 Pantalla de inicio del OPC Server

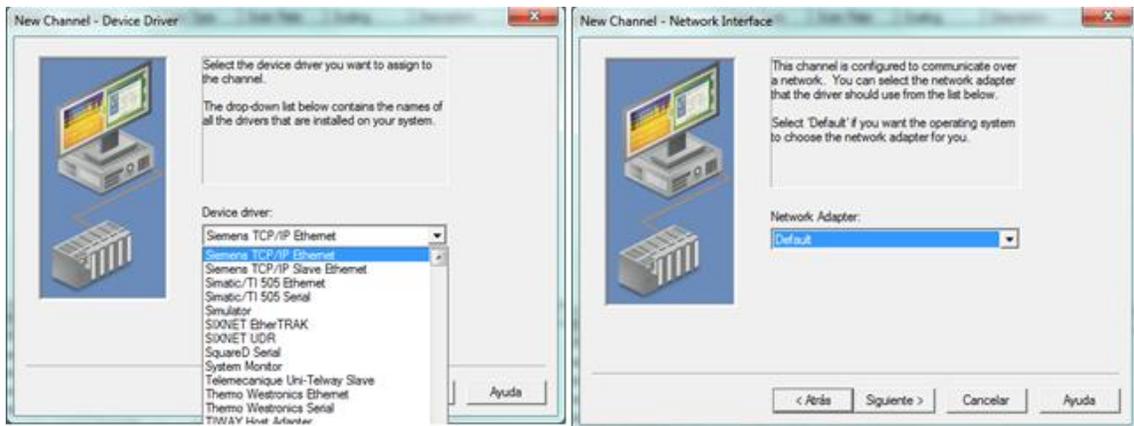
Es necesario crear primero el canal que soportará los aparatos del servidor OPC. Para ello se debe pulsar sobre el icono que nos indica *Click to add a channel*, donde se asigna el tipo de canal de comunicación. Este es asignado con un nombre y selecciona siguiente.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.174 Pantalla de creación de Canal de identificación

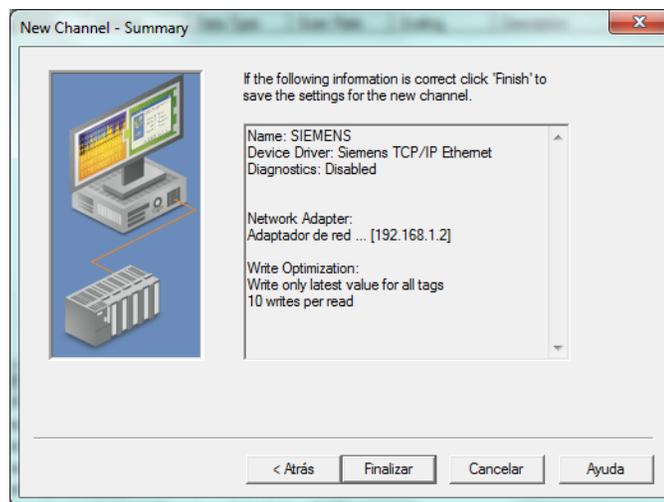
El canal asignado es el Siemens TCP/IP Ethernet y selecciona siguiente configurando el canal de la lista el adaptador de red que el driver debe usar, escogemos al adaptador de red por DEFAULT y escogemos la opción siguiente hasta terminar la declaración de parámetros de comunicación.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.175 asignación del tipo de dispositivo y el puerto de comunicación

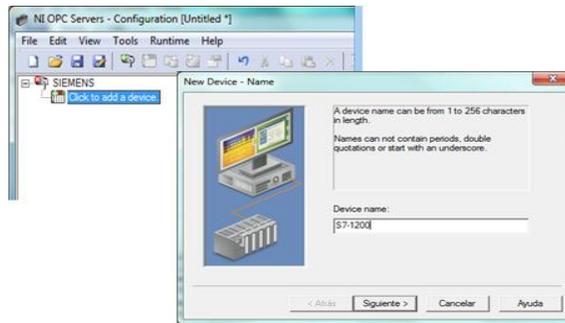
Por último aparece resumida la configuración del canal creado. Se pulsa finalizar para aceptar.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

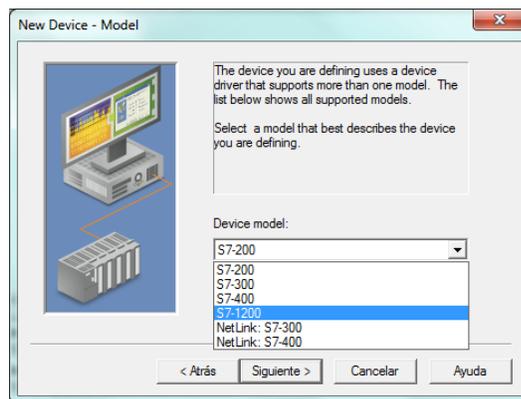
Figura VI.176 Pantalla de de paramentaros y finalización de creación de canal

Ya está el canal en el árbol del menú del software. De este colgarán los distintos aparatos que se deseen añadir. A continuación procede a configurar el primer aparato que dispondrá el servidor OPC. Para ello se pulsa en el símbolo del aparato o en la pestaña *edit, devices, new devices* o bien en el texto que dice *Click to add a device*, Al comenzar la configuración aparece una nueva ventana desde la cual se modela el primer aparato. Primero se escribe el nombre del dispositivo.



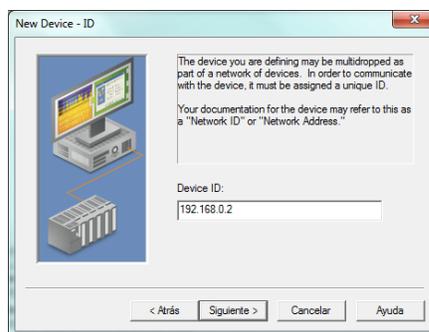
Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.177 Creación del dispositivo

El siguiente paso es seleccionar el modelo del primer dispositivo de nuestro servidor OPC. Este será el PLC Siemens S7-1200. Pulsando siguiente.



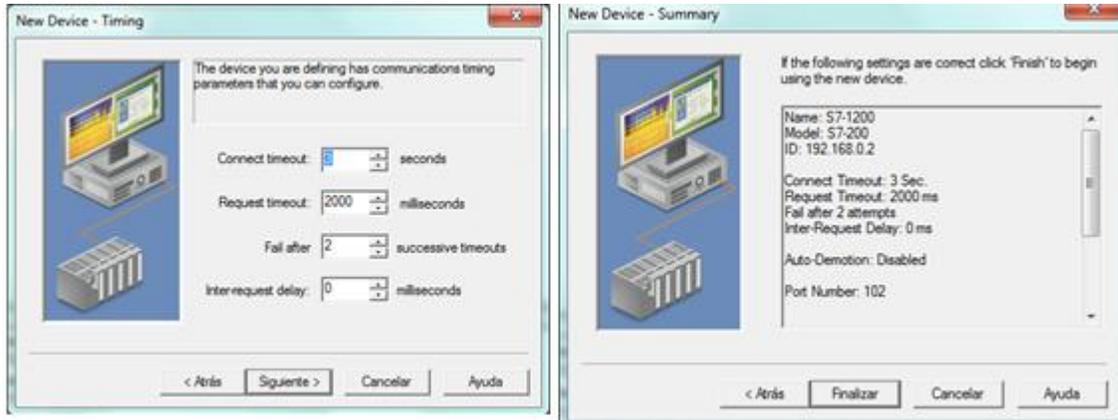
Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.178 Selección del tipo de PLC

En el siguiente pasos e debe introducir la dirección de red del dispositivo. Se introduce y se pulsa siguiente:



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura VI.179 Dirección IP de Comunicación

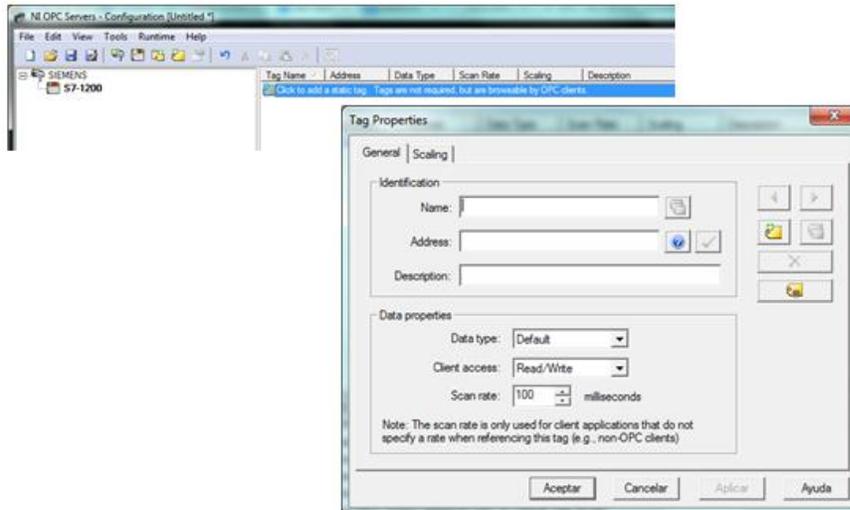
En los dos siguientes pasos se debe dejar la configuración que el software introduce por defecto para dicho dispositivo. Así que se debe pulsar siguiente hasta llegar a finalizar.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.180 Pantallas de asignación de parámetros y finalización

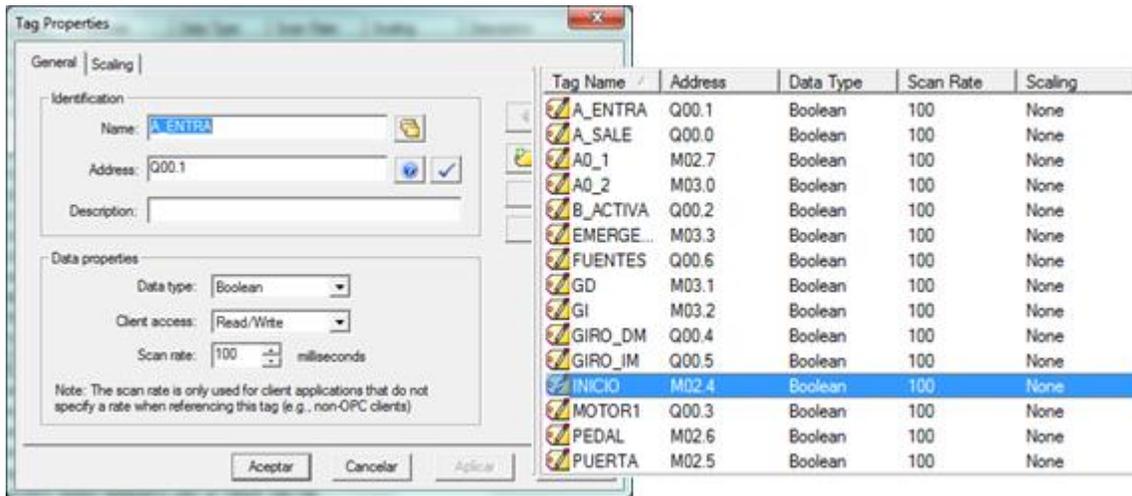
Ya asignado el PLC con el que se realiza la conexión, con la finalidad de que haya compatibilidad con las entradas y salidas que maneja este PLC se procede a aplicar las tareas.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.181 Pantallas de creación de tareas

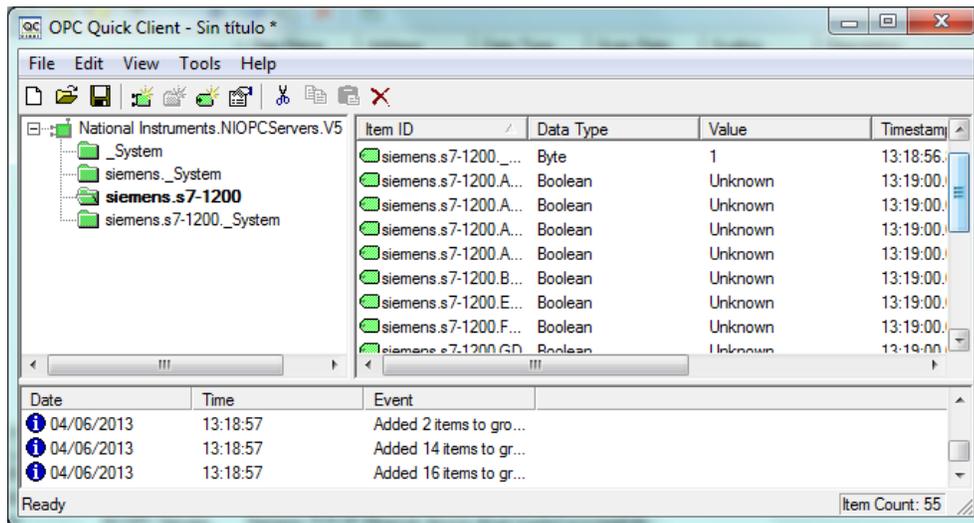
En la pantalla de propiedades de tareas se declara las entradas y salidas



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.182 Declaración de tareas como entradas y salidas

Al finalizar la creación de los Tags cuyos podemos dar por finalizada la creación y configuración del servidor OPC desarrollado con el software de *National Instruments*; NI OPC Server. A continuación se abre el OPC Quick Client que me permite comunicarse con LabVIEW y es necesario que esta abierta mientras se use la comunicación con el proyecto de LabVIEW.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.183 Pantalla de OPC Quick Client

El software Quick Client consiste en un software mediante el cual es posible acceder a todos los datos disponibles en la aplicación del server. Con el OPC

Quick Client se pueden realizar operaciones en un servidor OPC tanto a nivel de servidor, como de Grupo, como de Ítem. Esto permite a un usuario probar la funcionalidad de un servidor OPC antes de configurar los programas de HMI que finalmente se conectarán con el servidor OPC. El Quick Client también permite al usuario crear un proyecto y ejecutar una lista de pruebas. Esto convierte al programa en una herramienta de valor incalculable a la hora de realizar tests de configuraciones de servidor y para cerciorarse de que el servidor de comunicaciones del dispositivo funciona correctamente. De esta manera, cualquier solución de problemas necesario para configurar el software del autómat, puede ser reducido al PLC y no al OPC Server. Esto puede reducir considerablemente el tiempo empleado para ello.

6.2.5. LabVIEW: constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las

aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

6.2.5.1. Conexión de LabVIEW con OPC SERVER

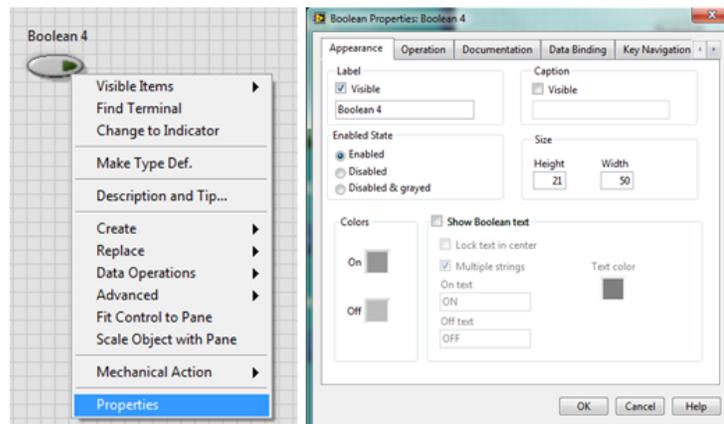
El panel fue creado y diseñado en LabVIEW , el cual consta de botones que enviarán señales de activación al PLC y indicadores que recibirán la señal del PLC, conforme a esto se realiza la conexión con el PLC mediante el OPC SERVER creado anteriormente.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.184 Panel de control desarrollo en LABview

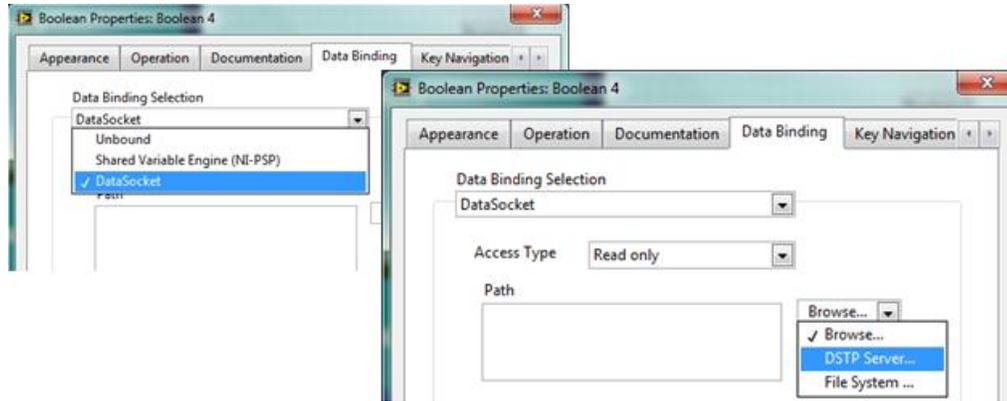
Con el elemento ubicado en la pantalla le damos clic derecho en propiedades, y nos aparecerá la pantalla de propiedades.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.185 Objeto creado para conexión

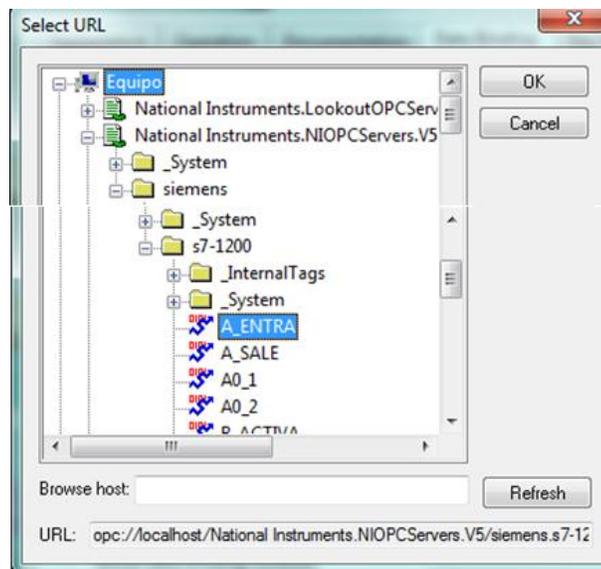
Seleccionamos la pestaña Data Binding y seleccionamos en la pestaña la opción de Data Socket, en una lista ubicada más abajo seleccionamos la opción DSTP Server.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.186 Pantallas de Propiedades para conexión

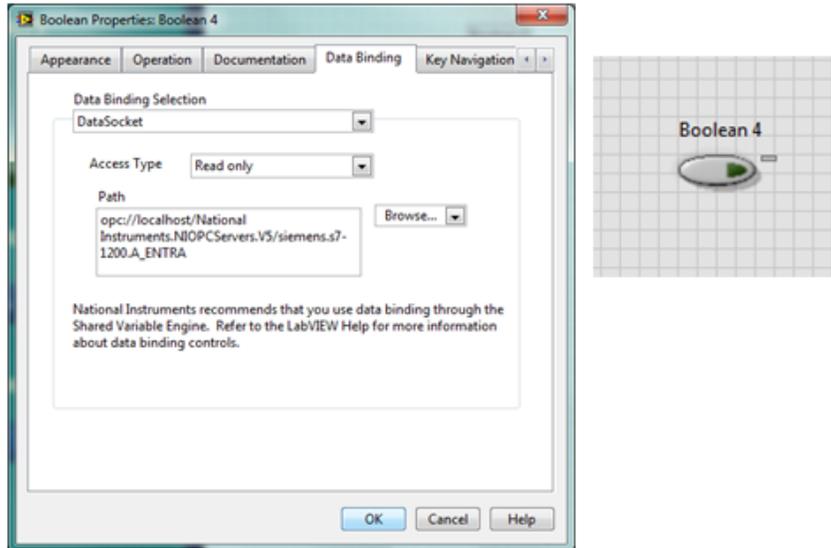
Aparece un panel donde seleccionaremos la dirección donde está ubicada el OPC creado y las tareas que deseamos asignar, National Instruments.NIOPCServer, Siemens, S7-120 y seleccionamos una de las tareas que se enlazara y se pulsa OK.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.187 Pantallas de asignación de variable para el objeto

Esta dirección quedara asignada al objeto que se enlazo y se podrá ver en el panel de propiedades donde se pulsa OK la conexión se presenta con un rectángulo pequeño al lado del objeto conectado



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.188 detalles de enlace y objeto conectado

Cuando los elementos se han conectado correctamente aparece el recuadro de color verde que quiere decir que la conexión ha sido exitosa y existe total comunicación con el PLC.



Fuente: Gabriela N. Uvidia R., Jorge F. Herrera A. (Autores)

Figura VI.189 Panel de Control de LABvi conectado con el PLC

CAPITULO VII

Análisis de Resultados

7.1. Tabulación de Datos

Al llevarse a cabo la repotenciación y automatización de la MÁQUINA PUNZONADORA EXÉTRICA MARCA WIEDEMANN DE 25 TONELADAS, es necesario comprobar si con esta implementación mejoraron los niveles de producción en la empresa INOX INDUSTRIAL.

Las pruebas de funcionamiento de la Maquina efectuaron en el área de Diseño y corte de placas metálicas, ya que esta área es una de las más importantes en la fabricación de los hornos puesto que es de aquí donde parte cada uno de los diseños y piezas que serán posteriormente ensambladas, por lo que es fundamental el correcto funcionamiento de esta área el incremento de producción de la empresa. Tomando en cuenta que este tipo de trabajo en su mayor parte era realizado a mano o con herramientas no tan apropiadas se procedió a evaluar los nuevos niveles de producción.

La evaluación se realizo con una población de $N = 20$ trabajadores de cada área de la empresa INOX.

Aplicando un test sencillo a cada uno de los trabajadores se obtuvo una nota promedio con los presentes resultados en la TablaVII.21:

Nivel	Rango %	ni	MCI	MCI x ni
Excelente	9 – 10	7	9.5	66.5
Muy Buena	6 – 8	7	7	49
Buena	3 – 5	4	4	16
Insuficiente	0 – 2	2	1	2
			$\Sigma ni= 20$	$\Sigma ni= 133.5$

Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
 TablaVII.XXI Datos Promedios

De donde se obtuvo el valor de la media con respecto a su apreciación:

$$\bar{X} = \frac{1}{20}(133.5)$$

$$\bar{X} = 6.675$$

7.2. Método de comprobación de Hipótesis

El método de comprobación de Hipótesis que ha sido planteado es el cálculo Estadístico de Distribución CHI CUADRADO que es usado para comparar los resultados observados de los resultados esperados por una hipótesis y probar la existencia de una diferencia significativa nos indica si existe o no relación entre las variables, pero no indica el grado o el tipo de relación: es decir, no indica el porcentaje de influencia de una variable sobre la otra o la variable que causa la influencia.

La distribución CHI – CUADRADO para una muestra es utiliza cuando:

- Cuando los datos puntualizan a las variables cualitativa (nominal u ordinal).
- Poblaciones pequeñas.
- Cuando se desconocen los parámetros media, moda, etc.
- Cuando se quiere contrastar o comparar hipótesis.
- Investigaciones de tipo social - muestras pequeñas no representativas >5.
- Población > a 5 y < a 20

7.3. Desviación estándar de una muestra.

La desviación estándar de un conjunto de valores muestrales, es la medida de variación de los valores con respecto a la media. Es un tipo de desviación

promedio de los valores con respecto a la media, que se calcula utilizando las formulas. Estas ecuaciones son iguales algebraicamente.

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$
$$s = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n - 1)}}$$

Para nuestro estudio se ha empleado la primera formula y se han considerado las siguientes características de esta medida de variación estadística.

- La desviación estándar es una medida de variación de todos los valores con respecto a la media.
- El valor de la desviación estándar s generalmente es positivo, solo es igual al cero cuando todos los valores de los datos son el mismo número. (Nunca es negativa). Además, valores grandes de s implican mayores cantidades de variación.
- El valor de la desviación estándar s puede aumentar de manera drástica con la inclusión de uno o más valores extremos (valores de datos que se encuentran muy lejos de los demás).
- Las unidades de desviación estándar s (como minutos, pies, libras, notas, etc.), son las mismas de los datos originales.

7.3.1. Cálculo de la desviación estándar s a partir de una población conocida.

Según los datos obtenidos a base del test se obtiene el valor de $\sum(x - \bar{x})^2 = 29.223$; el valor de $n - 1 = 19$; entonces se calcula el valor de la desviación estándar:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{29.223}{19}} = 1.538$$
$$s = 1.538$$

7.4. Desviación estándar de una población

En nuestra definición de la desviación estándar nos referimos a datos muestrales. Para calcular la desviación estándar sigma σ , de una población, se utiliza la formula ligeramente diferente, en vez de dividir entre $n-1$, se divide entre el tamaño N de la población, como en la siguiente expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N}}$$

Por lo que para calcular el valor de la desviación estándar poblacional, tomando en cuenta que el valor de $\sum(x - \bar{x})^2 = 29.223$, tenemos entonces:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N}} = \sqrt{\frac{29.223}{20}} = 1.4612$$

7.5. Cálculo del estadístico de prueba, distribución chi-cuadrada.

El estadístico de prueba es un valor que se utiliza para tomar la decisión sobre la hipótesis nula se calcula convirtiendo al estadístico muestra (en nuestro caso la desviación estándar maestra s) en una puntuación X^2 , bajo el supuesto de que la hipótesis nula es verdadera.

Por lo que se asume el estadístico de prueba

$$X^2 = \frac{(n - 1)s^2}{\sigma^2}$$

Reemplazando los valores ya calculados en nuestro estudio estadístico que tiene como objetivo probar la hipótesis alternativa estadística H_1 .

Teniendo ya calculados los siguientes valores:

$$s = 1.538$$

$$\sigma = 1.461$$

$$n - 1 = 19$$

Con los cuales se calcula:

$$X^2 = \frac{(n - 1)s^2}{\sigma^2} = \frac{19(1.538)^2}{(1.461)^2} = 21.05$$

El estadístico de prueba para una media usa una distribución Chi cuadrada, $X^2 = 21.05$

7.6. Prueba de hipótesis

En estadística una hipótesis es una aseveración o afirmación acerca de una propiedad de una población. La hipótesis planteada en esta tesis es la siguiente aseveración:

HIPOTESIS: LA REPOTENCIACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA PUNZONADORA EXCÉNTRICA MARCA WIEDEMANN DE 25 TONELADAS MEJORARÁ LOS NIVELES DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA INOX INDUSTRIAL?

Dada esta hipótesis se han cumplido los siguientes objetivos:

Identificar la hipótesis nula y la hipótesis alternativa, expresadas en forma simbólica.

Hipótesis Nula. Denotada por H_0 , es la afirmación de que el valor de un parámetro de población (en nuestro caso la desviación estándar de población σ), es igual a un valor aseverado.

$$H_0: \sigma = 1.461$$

Hipótesis Alternativa. Denotada por H_1 , es la afirmación de que el parámetro tiene un valor que, de alguna manera difiere de la hipótesis nula.

La forma simbólica de la hipótesis alternativa debe emplear alguno de estos símbolos: $<$, $>$ o \neq (menor que, mayor que o distinto a). Por lo tanto se define como hipótesis alternativa en función del mismo parámetro de población (desviación estándar poblacional sigma σ).

$$H_1: \sigma \neq 1.461$$

Región Crítica, Nivel de Significancia, Valor Crítico y Valor P.

La región crítica (o región de rechazo) es el conjunto de todos los valores del estadístico de prueba que pueden provocar que rechacemos la hipótesis nula.

El nivel de significancia (denotado por α) es la probabilidad de que el estadístico de prueba caiga en una región crítica cuando la hipótesis nula es verdadera. Si el estadístico de prueba cae en la región crítica, rechazamos la hipótesis nula, de

manera que 2 es la probabilidad de cometer el error de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera. Las opciones comunes para $\alpha = 0.05$.

Un valor crítico es cualquier valor que separa la región crítica (donde rechazamos la hipótesis nula) de los valores del estadístico de prueba que no conducen al rechazo de la hipótesis nula. Los valores críticos dependen de la naturaleza de la hipótesis nula, de la distribución muestra que se aplique y el nivel de significancia α .

Dos colas, cola izquierda y cola derecha. Las colas en una distribución son las regiones extremas limitadas por los valores críticos. Algunas pruebas de hipótesis incluyen dos colas, que es nuestro caso, otras una cola derecha y otras la cola izquierda.

Prueba de dos colas. La región crítica se encuentra en las dos regiones extremas (colas) bajo la curva generada por la distribución Chi-cuadrada, que es nuestro estadístico de prueba. Siendo el

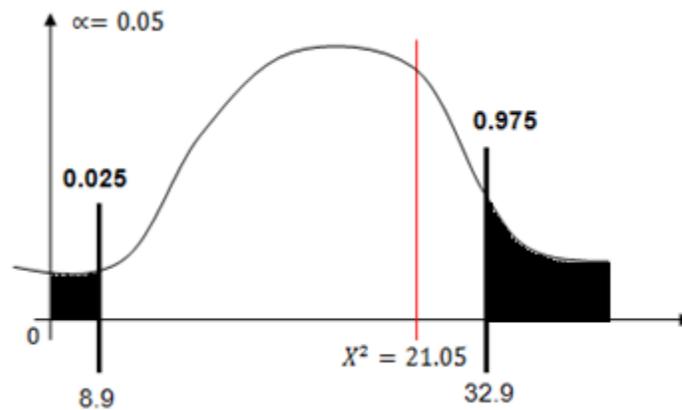
Valor de significancia alfa $\alpha = 0.05$ se divide en dos de $\alpha = 0.025$,

Para la comprobación de la hipótesis partimos de la tabla (Anexo5) de la distribución de Chi cuadrado de donde identificamos la columna de los grados de libertad que se encuentra en la primera columna de la tabla tomando el valor 19 para nuestro caso. Entonces en la cola de la izquierda hacemos $1-0.025=0.975$, y la cola de la derecha 0.025.

Dando como resultado:

GRADOS DE LIBERTAD	1-0.025 = 0.975	0.025
19	32.9	8.9

Luego de analizar los valores conseguidos de la tabla (ANEXO 5) a este capítulo, se tienen los dos valores críticos de nuestra distribución Chi-cuadrada de dos colas como se ve en la figurav.195.



Fuente: Gabriela N. Uvidía R., Jorge F. Herrera A. (Autores)
Figura Vii.190 Curva de distribución de Chi- cuadrado

Como podemos ver el valor resultante estadístico de prueba es de $X^2 = 21.05$, que NO está dentro de los valores críticos de la tabla; por lo que se concluye:

No se rechaza la Hipótesis Nula

$$H_0: \sigma = 1.461$$

Y se comprueba de que la Hipótesis Alternativa

$$H_1: \sigma \neq 1.461 \text{ es VERDADERA.}$$

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

CONCLUSIONES

1. En el diagnóstico inicial de la máquina se encontró daños en el sistema neumático, el deterioro del sistema eléctrico y varias fallas mecánicas, por el tiempo de vida útil de la misma.
2. El desarrollo del presente proyecto, es de gran aporte al desarrollo tecnológico del país, ya que la industria nacional en gran parte posee maquinaria importada dejando un margen muy corto al desarrollo local.
3. Con la repotenciación y automatización de la máquina se ha logrado utilizar y optimizar los recursos disponibles de la empresa, logrando con esto un ahorro de tiempo y dinero para un mejor desarrollo dentro de la producción de hornos.
4. Los sistemas neumáticos, eléctricos, fueron repotenciados adecuadamente mediante diseños, cálculos y necesidades de la máquina para un correcto proceso de punzonado.
5. La automatización que se ha implementado en la máquina ha mejorado notablemente el proceso logrando una reducción en el tiempo que tomaba realizar el trabajo de punzonado anteriormente.
6. El correcto diseño mecánico brindó la obtención de buenos resultados, en especial en el proceso de la automatización.

RECOMENDACIONES

1. Revisar que la presión de aire se encuentre en los 90 PSI necesarios para el movimiento de los cilindros neumáticos.
2. Se recomiendan una adecuada lubricación de cada una de los elementos mecánicos para una mejor facilidad de movimiento de cada proceso.
3. El operario debe tomar en cuenta cada uno de los parámetros de seguridad necesarios para el funcionamiento de la máquina.
4. La calibración de velocidad de los motores debe ser precisa para proporcionar la exactitud necesaria en el proceso de punzonado y posicionamiento del molde a usar.
5. Es fundamental realizar periódicamente mantenimientos a la máquina para un mejor y mayor tiempo de vida útil.

RESUMEN

Repotenciación y automatización de una máquina punzonadora excéntrica marca wiedemann de 25 toneladas, en la empresa INOX Industrial de la ciudad de Riobamba.

El programa está diseñado bajo lenguaje grafico de contactos, el mismo que es aplicado al proceso de perforación a través del controlador programable, y se ejecuta en tiempo real, resultando una muy efectiva aplicación industrial. A través de un sistema de lectura digital de 2 ejes el operador obtuvo datos precisos de las distancias de movimiento del eje X. Mediante el control de movimiento de la matriz el operador obtiene rapidez de desplazamiento de molde a molde obteniendo más eficiencia en el proceso de perforación.

Se uso los siguientes materiales, elementos hardware: un computador, Controlador lógico programable, Sistema de lectura digital de 2 ejes, contactores, Relés, Relé térmico, Breakers, Portafusibles, Fuentes de alimentación 12 y 24 VDC, Motor trifásico de 5 hp, Motores de 12 VDC, Cilindros neumáticos, Electroválvulas, sensores magnéticos y en software: Sistema Operativo XP, Step 7 TIA V11 Profesional SP2, Opc Server y Labview.

El método Inductivo fue utilizado para obtener el análisis estadístico, de distribución Chi-cuadrada realizado con una población de $N=20$, $\chi^2 = 21.05$ nos indica que el valor resultante esta fuera de los valores críticos de la tabla de distribución confirmando que la hipótesis nula es aceptada y el 75% de la población afirma que la calidad y tiempo de proceso es excelente.

Concluimos que la repotenciación de la máquina permite facilitar al operador, el proceso de perforado reduciendo el tiempo de ejecución, llegando a elevar el nivel de producción en un 200%.

Recomendamos a la empresa dar un mantenimiento preventivo a la maquina punzonadora para un mejor y mayor tiempo de actividad del equipo.

SUMMARY

Repowering and automation of a punching eccentric machine WIEDEMANN trademark of 25 tons, the company INOX Industrial; in the city of Riobamba.

The program is designed under contact graphical language, the same as is applied to the process of perforation through the programmable controller, and executed in real time, resulting in a very effective industrial application. Through a system of 2-axis digital display, the operator obtained precise data of the movement distances of the axe X. By controlling movement of the matrix, the operator obtains displacement quickly mold to mold obtaining more efficiently in the drilling process.

We used the following materials, hardware elements: a computer, programmable logic controller, system 2-axis digital display, contactors, relays, thermal relay, Breakers, Fuse, Power supply 12 to 24 VDC, three phase 5 hp Engine, Engines 12 VDC, pneumatic cylinders, solenoid valves, magnetic sensors and in software: XP operating system, STEP 7 Professional V11 SP2 TIA, Opc Server and Labview.

The inductive method was used to obtain statistical analysis, Chi-square distribution made with a population of $N=20$, $X^2=21.05$ indicates that the resulting value is outside the critical values of Distribution table confirming that the null hypothesis is accepted and 75% of the population report that the quality and processing time is excellent.

We conclude that the repowering of the machine allows the operator to facilitate the drilling process by reducing the execution time by raising the level of production by 200%.

We recommend to the enterprise provide preventive maintenance to the punching machine for better and greater equipment uptime for.

GLOSARIO

Aire Comprimido.- Aire sometido a una presión superior a la atmosférica.

Bar.- Unidad de presión, igual a 10^5 dinas por cm. Equivale a una presión de 75,007 cm de mercurio (a $0\text{ }^\circ\text{C}$ y a latitud de 45°). $1\text{ atm normal} = 1,01325\text{ bar} = 1013,25\text{ mbar}$; en los mandos neumáticos: sobrepresión $1\text{ atm} = 1\text{ kp/cm}^2 = 0,980665\text{ bar} = 10^5\text{ dinas/cm}^2$).

Cilindro Neumático.- Actuador neumático. Transforma la energía del aire comprimido en energía de movimiento.

Compresor.- Máquina de trabajo para la extracción y compresión de medios gaseosos.

Contactor.- Interruptor controlado a distancia que permite controlar elevadas corrientes mediante una pequeña señal.

Datos.- Dentro del PLC, un término general para cualquier tipo de información almacenada en memoria.

Direccionamiento de E/S.- Determina la forma de codificación de las distintas entradas, salidas y variables internas de cada módulo del autómata programable.

Etapas.- Situación del sistema en la cual todo o una parte del órgano de mando es invariante frente a las entradas y salidas del sistema automatizado.

Filtro.- Aparato para la limpieza del aire comprimido de las partículas de suciedad y separación del agua de condensación.

Grafcet.- El GRAFCET (Graphe Fonctionnel De Commande Etape Transition) es un grafo o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones.

Neumática.-La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

OPC.- Es una interfaz de programación de aplicaciones estándar para el intercambio de datos que puede simplificar el desarrollo de drivers de I/O (dispositivos de entrada y salida u/o Banco de Datos), mejorar el rendimiento de los sistemas de interfaces de HMI (Interfaz Humano Máquina).

PLC.- Proviene de las siglas en inglés Programmable Logic Controller, es un equipo electrónico, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, están diseñados para controlar máquinas y procesos en ambientes industriales.

Sensor.- El sensor es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que convierte magnitudes físicas (luz, magnetismo, presión, etc.) en valores medibles de dicha magnitud.

Tag.- Es una etiqueta, una variable que puede ser una entrada o salida del PLC que tiene una dirección de memoria.

Transición.- Se asocia a la barrera existente entre dos etapas consecutivas y cuyo franqueamiento hace posible la evolución del sistema.

Unidad de Mantenimiento.- Aparato combinado para filtrar, regular (engrasar) el aire comprimido.

Válvula Distribuidora.- Válvulas que determinan la apertura y cierre y las modificaciones en el sentido de la circulación. A la denominación "válvulas de vías" se le antepone el número de vías y el número de las posiciones de maniobra, por ejemplo válvula de 3/2 vías, es una válvula con 3 líneas controladas y 2 posiciones de maniobra.

Válvula Neumática.- Es un elemento de regulación y control de la presión y el caudal del aire a presión.

ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL DE USUARIO



“ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

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

MANUAL DE USUARIO

“MÁQUINA PUNZONADORA EXCÉNTRICA MARCA WIEDEMANN DE 25 TONELADAS”

Presentado por:

HERRERA ALVARADO JORGE FLORESMILO

UVIDIA ROBALINO GABRIELA NATALY

RIOBAMBA – ECUADOR

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se detallan cada uno de los procedimientos y condiciones que deben seguir y tomar en cuenta para poner en operación de una manera segura y correcta la máquina punzonadora, por lo que es importante el estudio de este manual.

2. GENERALIDADES DEL SISTEMA

El sistema de funcionamiento en la máquina presenta varios controles de movimiento y de posición.

La matriz de moldes realiza un movimiento rotativo de izquierda a derecha con una velocidad controlable, con el fin de tener precisión para posicionar la matriz con los cilindros que ingresan en los agujeros de la misma la cual posee para cada molde, cuando la matriz se encuentra bien posicionada es cuando se activa la válvula que permite el descenso del punzón que realiza el corte.

El sistema de lectura digital DRO nos permite controlar el posicionamiento de las placas metálicas que se realiza mediante la movilidad del eje X.

3. SEGURIDADES

Una condición preliminar es seguir siempre las recomendaciones y normas fundamentales sobre seguridad y manejo. Por lo tanto debe prestar especial atención a las siguientes medidas y condiciones de seguridad que se utilizan para el funcionamiento.

3.1. Movimiento de la matriz

La matriz de la maquina posee un movimiento libre de izquierda a derecha cuando los cilindros de posición se encuentra fuera de la matriz, y la torreta no puede ser accionarse.

Por lo expuesto anteriormente las condiciones de seguridad para este proceso son:

- Cuando la matriz gira no deben activarse la salida de los cilindros hacia la matriz.
- Si la matriz gira no hay fijación de esta por lo tanto no puede activarse el descenso del punzón.
- La matriz no deberá activar los dos sentidos de giro al mismo tiempo si no que será una a la vez.

3.2. Descenso del punzón

El descenso del punzón es para empujar el molde hasta realizar su figura en la chapa metálica por lo que se necesita:

- La matriz debe estar sujeta por los cilindros en uno de los moldes y la no activar los pulsos de giro hasta que el punzonado termine su proceso y los cilindros hayan salido.
- Los cilindros debe sujetar la matriz mientras el punzón termine de de secuencia no en la mitad de ella si no hasta que reciban el pulso de salir.
- El punzón se debe activar a 90 PSI de aire

3.3. Posicionamiento de los ejes

El eje de posición X es activado para posicionar la chapa en el lugar deseado el movimiento de esto ejes es visualizado en la pantalla DRO y

según eso se puede controlar su movimiento además que su velocidad de movimiento es variable por medio de un potenciómetro.

- Este posicionamiento se puede realizar cuando la matriz se encuentra estática, puede o no estar sujeta por los cilindros.
- El punzón no debe ser activada, así se protege de no hacer el estampado de la placa en una posición incorrecta.

3.4. Activación y desactivación de los cilindros

Los cilindros deben activarse cuando recibe el accionamiento por medio de los pulsadores y estos no deben ser activados si la matriz está girando, la posición del cilindro es indicada por los sensores magnéticos que se activan cuando los cilindros está en su posición inicial fuera del cilindro.

3.5. Seguridad para el operario

El operario debe tomar muy en cuenta los siguientes parámetros para cuidar su seguridad e integridad.

- No meter manos ni piezas de cualquier tipo en filos ni en el paso donde se realiza el movimiento.
- No introducir manos ni dedos en los moldes cuando el punzón está descendiendo.

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema posee un panel con lo que puede controlar varios elementos y activar los procesos necesarios.

Pulsadores e indicadores del panel

Pulsador	Color	Función
-----------------	--------------	----------------

Inicio	Verde	Da el pulso de activación de la secuencia de funcionamiento y el sistema
Paro	Rojo	Reinicia el sistema por completo parando con el movimiento de cualquier actuador y devolviéndolos a la posición original
Emergencia	Rojo	Mantiene el motor trifásico de acoplamiento del punzon desactivado mientras este pulsador esta activado y también los cilindros en su posición inicial
PIN_DENTRO	Azul	Es la activación de salida de los cilindros permitiendo que estos ingresen a la matriz
PIN_FUERA	Negro	Es la señal de activación para que los cilindros retornen a su posición inicial dejan la matriz libre
CALIBRACION	Azul	Este accionamiento permite activar la válvula de descenso del punzón de forma manual sin seguir la secuencia establecida
Giro de Matriz	Verde	Son dos pulsadores que accionan el sentido de giro de la matriz
Movimiento de eje X	Verde	Son dos pulsadores que accionan el sentido de desplazamiento de la barra de desplazamiento de este eje

LUCES	COLOR	INDICADOR
		Nos indica que el sistema esta activado y el

Inicio	Verde	proceso se encuentra en funcionamiento se activa únicamente cuando se da al pulso de inicio.
Paro	Rojo	Indica que el pulsador de paro ha sido activado y se reinicio el sistema.
Emergencia	Amarrillo	Se activa cuando el pulsador de emergencia esta activado
Calibración	Azul	Nos indica que el punzón se encuentra en funcionamiento.

Descripción del funcionamiento del sistema

Para activar el sistema se debe accionar los diferentes parámetros para cumplir con los accionamientos que tiene el programa.

- El sistema podrá ser activado siempre y cuando haya el pulso de INICIO y la puerta del panel de control este cerrada de lo contrario no se activará nada.
- Al dar inicio al sistema se activará el motor Trifásico y las fuentes DC, con lo que me permitirá dar paso al accionamiento de los actuadores.
- Cuando se ha iniciado el proceso se puede activar tres secuencia que al terminar cada una de ellas regresarán a este punto de selección, y tomado en cuenta los puntos de seguridades, mientras alguna de ellas se encuentra en proceso estas no se activarán.
- **Secuencia1 y 2:** Los sentidos de giro de la matriz harán actuar la matriz siempre y cuando estos estén activados y dejarán de funcionar cuando estos dejen de ser activados.
- **Secuencia 3:** el proceso de punzonado empieza con el pulso de PIN_DENTRO que manda a centrar mi matriz mediante el ingreso de los cilindros a la misma.

Cuando los cilindros han sujeto la matriz en la posición correcta este puede recibir un pulso de pedal que activará la válvula que descende el Punzón el mismo que seguirá activa hasta que haya terminado su proceso.

Cuando el punzón retorne a su posición inicial, puede volver a ser accionado si recibe la señal de pedal o sacar los cilindros de matriz pulsador de PIN_FUERA dejando libre la matriz y regresando a la posición inicial de selección de secuencia.

- El accionamiento de movilidad de los ejes podrá ser accionada cuando la secuencia 2 no está en funcionamiento y en la secuencia 3 cuando se encuentra accionando alguno de los actuadores sobre todo cuando el punzón este activado.

5. RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta las instrucciones detalladas en este manual, para una correcta manipulación, funcionamiento, y preparación del equipo para evitar situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar daños físicos y lesiones al operario o a terceras personas, así como al propio equipo.
- Revisar que el ingreso de aire al equipo sea de 90 PSI para que puedan funcionar los actuadores neumáticos
- No forzar los motores de posicionamiento de eje ni de matriz con pesos innecesarios que puedan causar el daño en estos o impedir su libre desplazamiento.
- Tener cuidado al centrar la matriz que debe ser casi exacto en la posición que indica la flecha para evitar daños en los elementos de la máquina y al operario.

ANEXO 2

MANUAL TÉCNICO



“ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

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

MANUAL TÉCNICO

“MÁQUINA PUNZONADORA EXCÉNTRICA MARCA WIEDEMANN DE 25 TONELADAS”

Presentado por:

HERRERA ALVARADO JORGE FLORESMILO

UVIDIA ROBALINO GABRIELA NATALY

RIOBAMBA – ECUADOR

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento detalla todas las partes que conforman el sistema de la máquina punzonadora Wiedemann de 25 toneladas; los pasos y procedimientos que hay que seguir para poner en operación de una manera segura y correcta esta máquina.

Para entender el funcionamiento de la máquina debe tenerse una copia de este documento, ya que además consta con las especificaciones técnicas de cada dispositivo utilizado en el módulo.

2. UTILIZACIÓN CORRECTA

- Utilización apropiada y únicamente por el operario debidamente capacitado.
- Utilización en perfecto estado, manipulando de manera correcta.
- La máquina punzonadora cuenta con componentes como sensores, actuadores y demás dispositivos, perfectamente en funcionamiento. A pesar de ello, si se utilizan indebidamente, es posible que surjan peligros que pueden afectar al operario o a terceros o, también, provocar daños en el sistema de la máquina.
- La maquina debe utilizarse para lo que fue creada es decir para la perforación de chapas de 1, 1.5, 2, 3, 4 mm de espesor, obteniéndose un trabajo preciso, y conforme a los requerimientos del operario.

3. INDICACIONES DE SEGURIDAD

Una condición preliminar es seguir siempre las recomendaciones y normas fundamentales sobre seguridad y manejo. Por lo tanto debemos prestar especial atención las siguientes medidas de seguridad industrial.

Tener los conocimientos teóricos y técnicos, ya que así se tendrá un correcto funcionamiento y se mantendrá la vida útil de la máquina punzonadora Wiedemann de 25 toneladas.

3.1. Información general

- El operario debe manipular la maquina con las debidas seguridades industriales.
- El operario debe tener perfecto conocimiento del funcionamiento de la máquina.

- El operario debe entender que el seguir los procedimientos adecuados para manipular la maquina punzonadora son esenciales para obtener un correcto funcionamiento y procesos adecuados.

3.2. Parte mecánica

- Entender la funcionalidad de cada parte mecánica de la maquina es importante y obligatorio que el operario conozca para un desempeño correcto por parte de la maquina.
- Respete las indicaciones de seguridad de la máquina.

3.3. Parte eléctrica

- Únicamente deberá utilizarse una tensión de máximo 24 VDC para la alimentación de los sensores, luces piloto y PLC Siemens S7-1200.
- La alimentación general del sistema es trifásica con el neutro a traves de una manguera anillada para protección de los conductores.
- Las conexiones eléctricas únicamente deberán conectarse y desconectarse sin tensión.
- Utilizar únicamente cables ponchados con terminales, por seguridad.
- Al desconectar el PLC, desconecte primero la alimentación de la fuente de 24 VDC.
- La corriente que circula por todo el sistema es elevada estando por encima de los 25 amperios

3.3.1 Diagrama eléctrico

3.3.1.1. Circuito de fuerza

- El Circuito de fuerza se lo realizo con las protecciones adecuadas y dimensionamiento de conductores de acuerdo a la necesidad del sistema. Ver la figura 1.

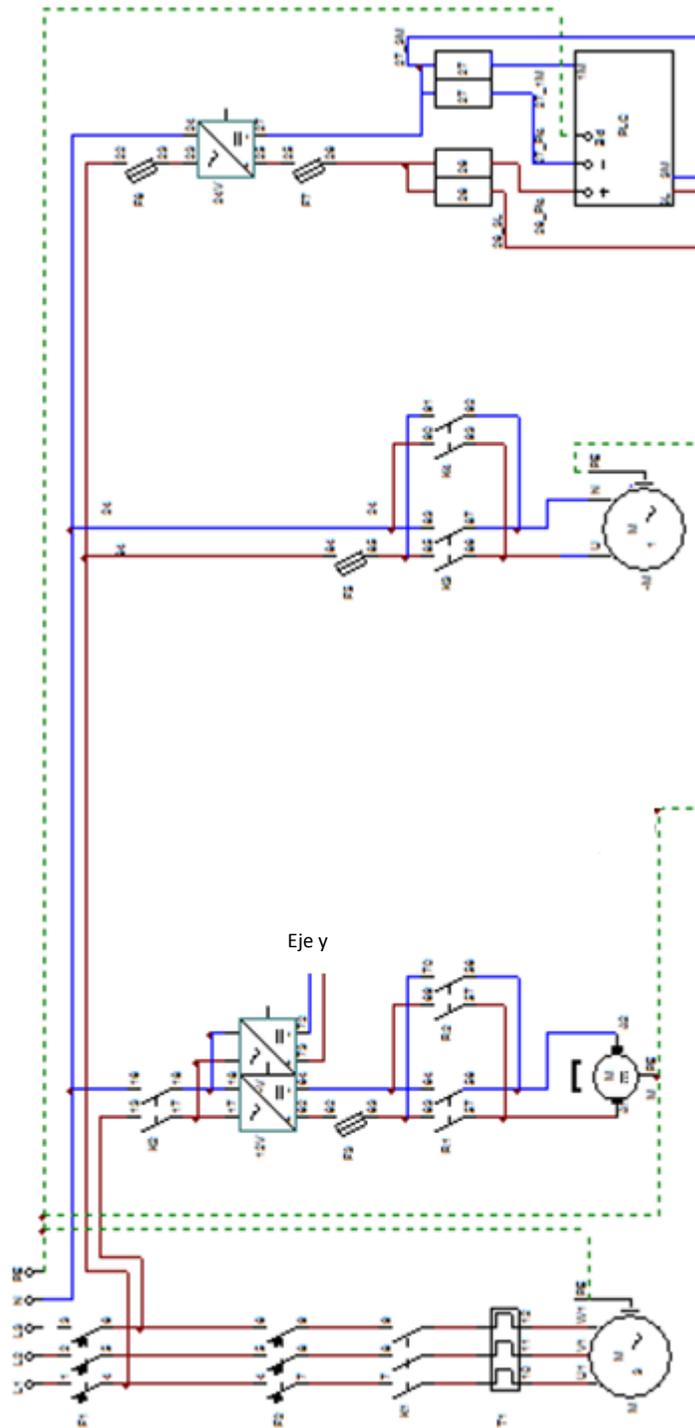


Figura 1. Diagrama eléctrico de fuerza

3.3.1.2. Circuito de control

- El circuito de control del eje x, se lo realizo con voltajes de 24 vdc, activando Relays. sensores, luces piloto. Ver la figura 2.

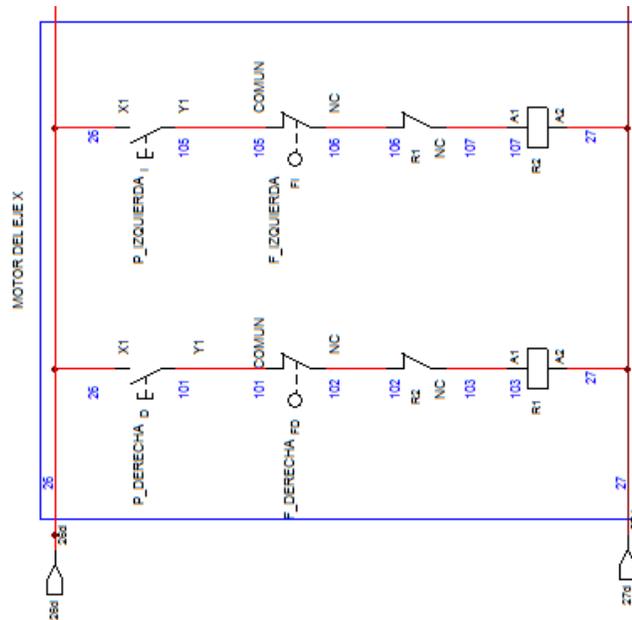


Figura 2. Circuito de control del eje x

- El circuito de control para la activación de las luces piloto se la realizo con la alimentación de 24 VDC, para lo que es inicio, paro, aviso del motor trifásico. Ver la figura 3.

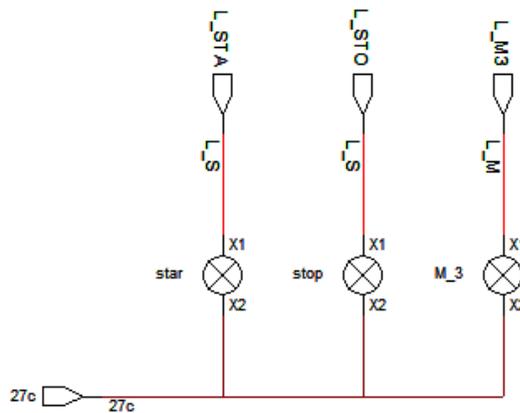
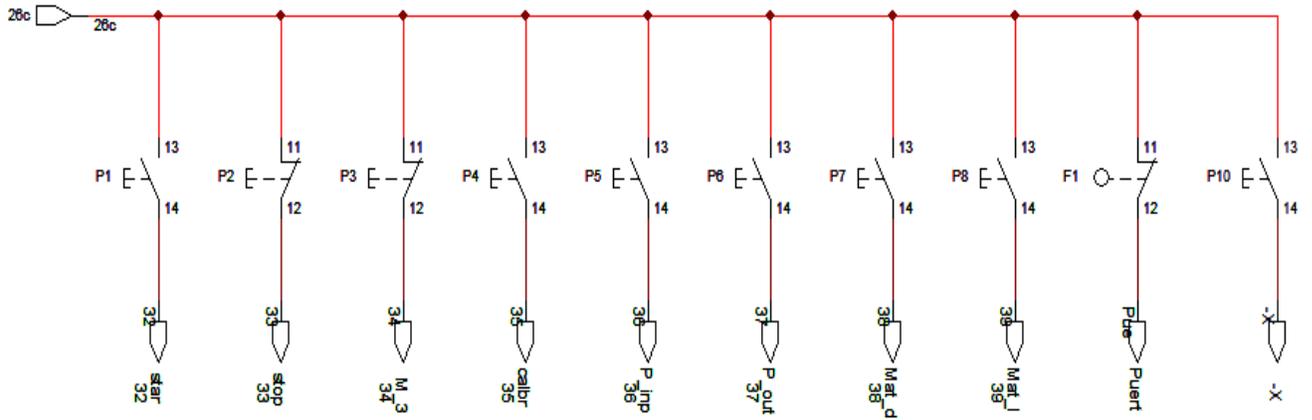


Figura 3. Luces piloto

- El circuito de control de pulsadores para el control de motores y entradas al PLC se lo realizó con las marquillas y conductores dimensionados de acuerdo al voltaje y corriente controlada, así como la norma de colores de conductores correctos. Ver la figura 4.



- Ver la figura 4.

Figura 4. Circuito de control de pulsadores

- La conexión del PLC es una parte esencial para el sistema debiendo estar adecuadamente instalado ya que de esto depende el correcto funcionamiento de todos los dispositivos controlados y activados como la etapa de control. Ver figura 5.

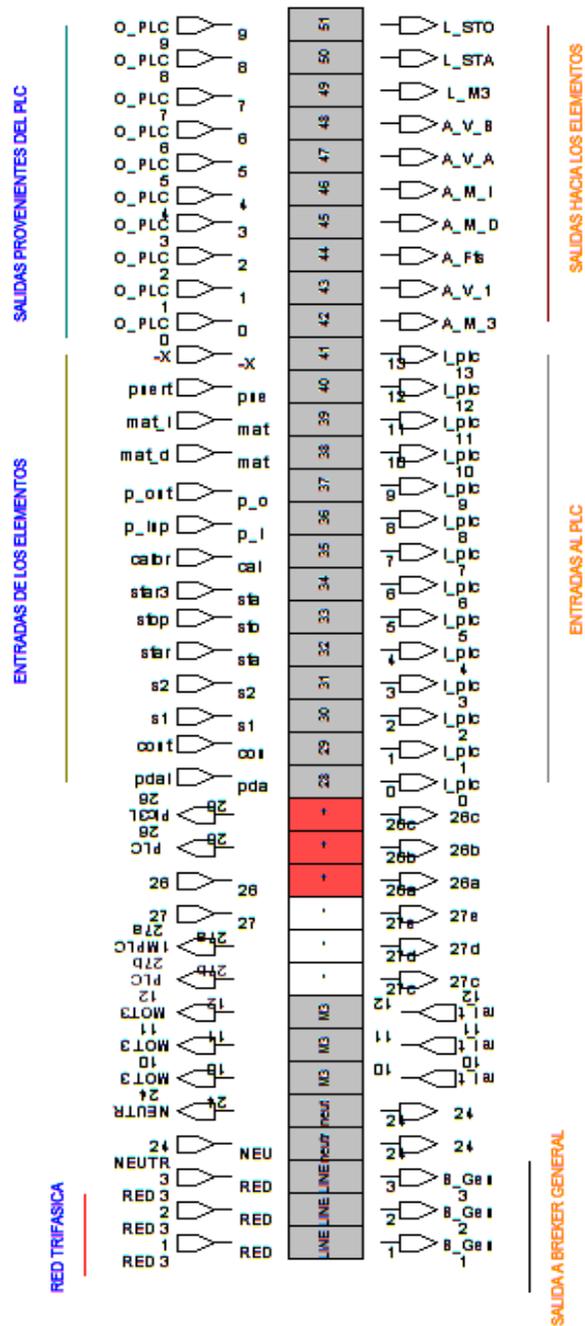


Figura 5. Conexión de borneras

- La conexión de Plc es una parte esencial para el sistema debiendo estar adecuadamente instalado ya que de este depende el correcto funcionamiento de todos los dispositivos controlados y activados como etapa de control. Ver la figura 6.

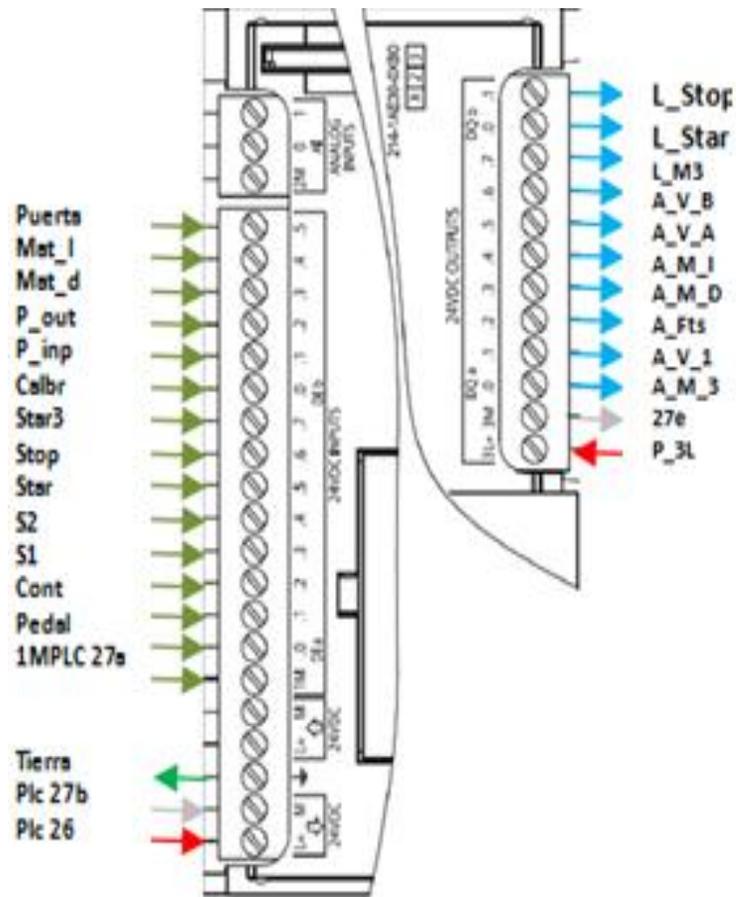


Figura 6. Conexión del Plc siemens 1200

3.4. Neumática

- ✓ La presión deberá ser la adecuada considerando que la presión de trabajo son los 90 psi.
- ✓ La maquina nunca puede dejar de estar sin alimentación de presión de aire.

3.4.1. Diagrama neumático

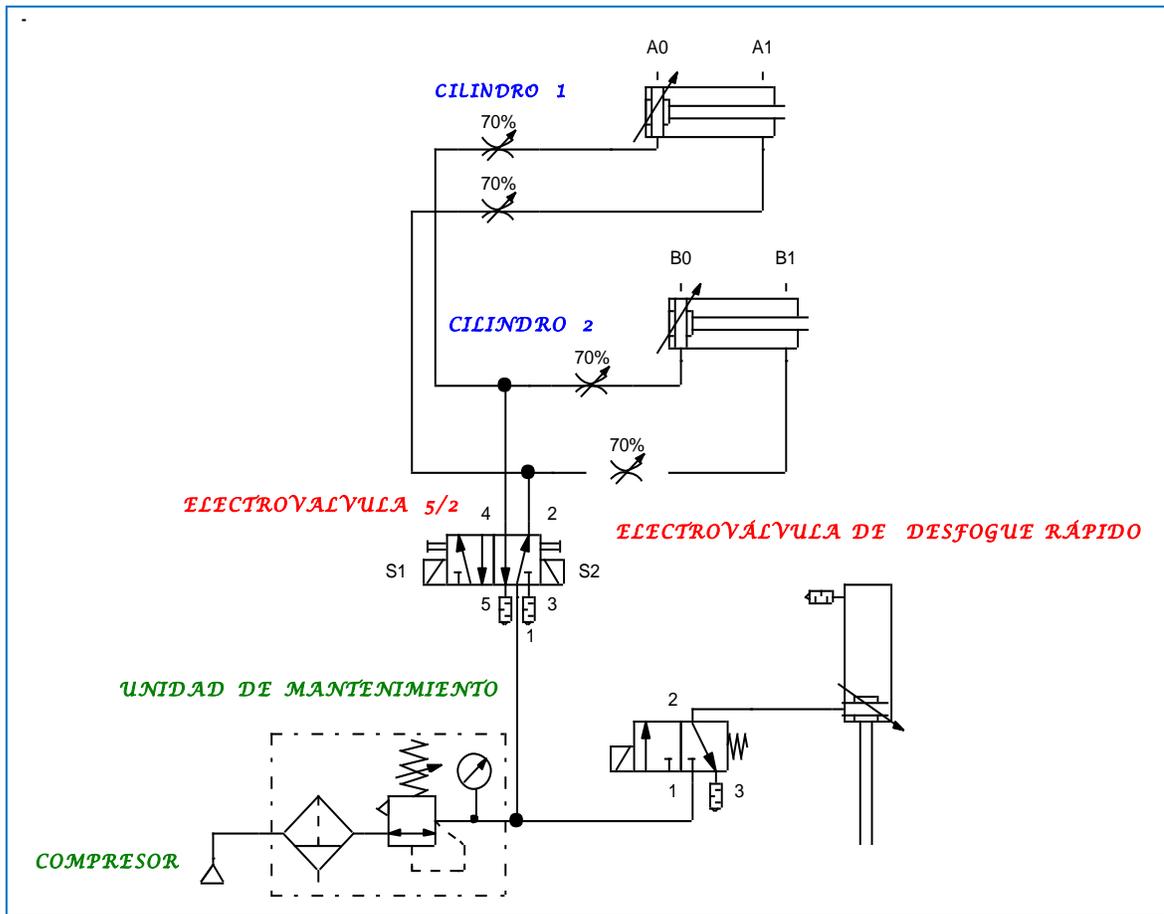


Figura 7. Diagrama neumático general.

El sistema neumático consta de:

- Una electroválvula 5/2 biestable con bobina de 24 vdc, marca airtac. Ver figura 8.

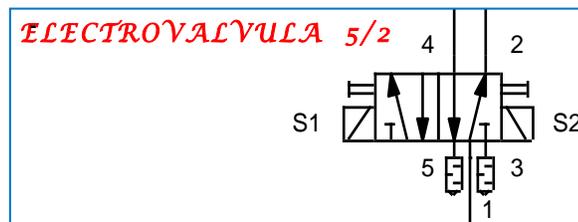


Figura 8. Electroválvula 5/2 biestable.

- Dos cilindros sujetadores de la matriz, perfilados, de doble efecto, con una carrera de 25mm. Ver la figura 9.

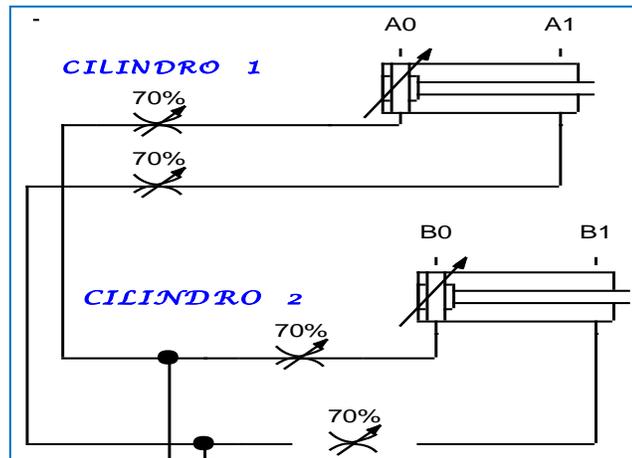


Figura 9. cilindros neumáticos.

- Una electroválvula de desfogüe rápido con un cilindro neumático, usado como embrague. Ver la figura 10.

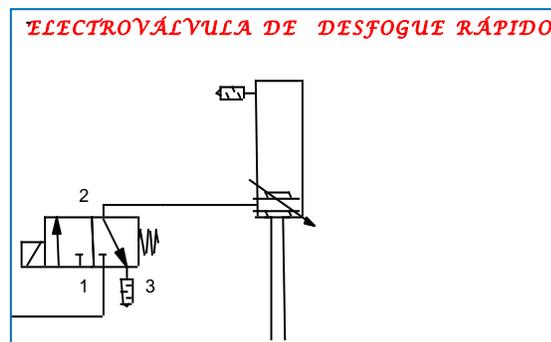


Figura 10. Electroválvula de desfogüe rápido.

- Unidad de mantenimiento, que consta de un filtro, lubricador, manómetro, regulador, siendo toda la unidad de mantenimiento de 150 psi. Ver la figura 11.

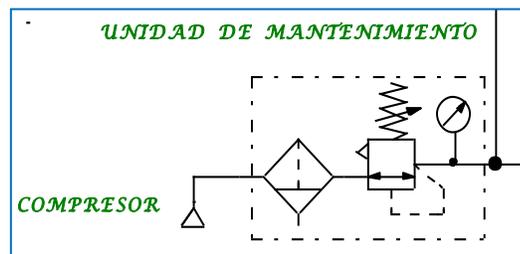


Figura 11. Unidad de mantenimiento

- Las mangueras neumáticas de alimentación a la válvula de desfogue rápido son de 10mm.
- Las mangueras neumáticas para alimentar a la electroválvula airtac es de 10mm.
- Las mangueras neumáticas para alimentar a los cilindros neumáticos de sujeción de la matriz es de 8mm.

4. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El PLC Siemens S7-1200 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, electroválvulas, Relays, entre otros.

Una fuente de alimentación externa suministra 12 VDC para operar los motores tanto de los ejes x como de y.

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 por completo se alimenta desde la red trifásica con un punto de neutro para 120 VCA, y de esta manera tener el manejo de motores trifásicos, monofásico, y de VDC.

5. PUESTA A PUNTO DEL MÓDULO

La puesta a punto de la máquina punzonadora se lo hace calibrando todo el sistema, verificando que se cumplan todas las normas de seguridad, con una presión de aire adecuado para el sistema (90 psi) y realizando el proceso de perforación de chapas de diferentes diámetros que estén dentro del rango permitido.

El realizar pruebas en vacío ayuda a la calibración de la máquina, antes de proceder a realizar el proceso de perforación, obteniéndose resultados adecuados y satisfactorios.

La puesta a punto de la máquina se describe a continuación:

- Asegurar que la alimentación del aire comprimido y la alimentación de energía hacia la maquina se encuentren listas.

- Revisar que los niveles de aceite de lubricación del mecanismo se encuentre dentro del rango apropiado.
- Conectar el suministro de aire comprimido y regular gradualmente la presión de operación indicada anteriormente.
- Conectar y verificar que el suministro de alimentación de energía para cada uno de los elementos sea el requerido, para el buen funcionamiento de la máquina.
- Verificar que funcionen las entradas y salidas mediante la observación de los leds indicadores del PLC.
- Si se desea monitorear el proceso desde LabVIEW se debe crear una interfaz HMI (Interfaz Humano Máquina), teniendo en cuenta que para la comunicación entre una PC y el PLC Siemens debemos tener un OPC Server.

6. Programación de la secuencia

Para la programación de la secuencia se establecieron los siguientes parámetros;

6.1. Establecer las entradas y salidas.

Para esto hay que seguir al siguiente cuadro de entradas y salidas del PLC:

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES			
E/S	DIRECCIÓN FÍSICA	TAG	DESCRIPCIÓN
Entrada	I0.0	PEDAL	Activa la válvula del cilindro que permite que baje el punzón
Entrada	I0.1	CONTADOR	Señal que se activa cada vez que existe un punzonado
Entrada	I0.2	A1	Sensor magnético del cilindro neumático A1
Entrada	I0.3	A2	Sensor magnético del cilindro neumático A2
Entrada	I0.4	INICIO	Pulso que permite la activación de la

			secuencia
Entrada	I0.5	PARO	Pulso que para reinicia la secuencia
Entrada	I0.6	EMERGENCIA	Pulso de paro del motor trifásico
Entrada	I0.7	CALIBRACION	Pulso que activa el punzón mientras este pulsado
Entrada	I1.0	P_DENTRO	Pulso que activa la bobina de salida de la electroválvula de los cilindros sujetadores
Entrada	I1.1	P_FUERA	Pulso que activa la bobina de entrada de la electroválvula de los cilindros sujetadores
Entrada	I1.2	MD	Pulso que activa el giro de de la matriz a la derecha
Entrada	I1.3	MI	Pulso que activa el giro de de la matriz a la izquierda
Entrada	I1.4	PUERTA	Señal de de seguro de puerta de panel
Salida	Q0.0	MOTOR1	Motor trifásico
Salida	Q0.1	VALVULA DE ACTIVACION DE PUNZON	Válvula de cilindro B activador de punzón
Salida	Q0.2	FUENTE	Fuente alimentadora y reguladora del motor de eje X

Salida	Q0.3	GIRO_D	Giro de derecha del motor trifásico
Salida	Q0.4	GIRO_I	Giro de izquierda del motor trifásico
Salida	Q0.5	A_SALE	Acciona bobina de salida de cilindros A1 y A2
Salida	Q0.6	A_ENTRA	Acciona bobina de entra de cilindros A1 y A2
Salida	Q1.0	VERDE	Luz indicadora de inicio del programa
Salida	Q1.1	ROJO	Luz indicadora de paro

6.2. Definir la secuencia

De esta depende la manera de trabajar el punzón. La secuencia depende del Grafcet creado. A continuación se detalla el funcionamiento del proceso a ejecutarse:

1. Dar el pulso de inicio.
2. Acciona motor trifásico del sistema interno de punzonado.
3. Activa la fuente de alimentación al motor del eje X.
4. Se espera la activación de giros de motor o la señal de salida de los cilindros de sujeción a la matriz.
5. Los pulsos de giro del motor es accionado mientras este pulsado después para.
6. Si se acciona la entrada de los cilindros sujeta la matriz y empieza la secuencia de punzonado
7. Al tener centrada la matriz se acciona el pedal que activa la válvula de punzonado.
8. La señal de pedal es enclavada por segundos y esta se desactiva hasta regresar a su posición normal.
9. Al recibir la señal de salida de los cilindros de la matriz deja en libertad la matriz.

10. Retorna a la secuencia de selección y empieza otra vez la secuencia.

11. La detección del sensor óptico del paso 6 y7 permite el regreso al paso

El proceso en ejecución se detendrá con el pulsador de paro.

6.3. Grafcet

El Grafcet es en si la secuencia a ejecutar con las variables de entrada y salida del proceso. Si el estudiante tiene dudas acerca del Grafcet de la secuencia puede remitirse al Documento de la Tesis Titulada "REPOTENCIACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA PUNZONADORA EXCÉNTRICA MARCAWIEDEMANN DE 25 TONELADAS", aquí en el capítulo 5, en la sección Secuencia Grafcet encontrará la secuencia realizada para el proceso completo.

7. LISTA DE FALLAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Durante la ejecución del montaje, calibración y ejecución de la máquina se pueden producir problemas que pueden llevar al mal funcionamiento del proceso, para lo cual es importante seguir todas las instrucciones del manual para un funcionamiento correcto de la máquina punzonadora.

8. RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta las instrucciones detalladas en el manual Técnico, que se ha desarrollado de la punzonadora, para una correcta manipulación, funcionamiento, y preparación de la máquina para evitar situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar daños físicos y lesiones al operario o a terceras personas, así como a la máquina.
- Se recomienda la utilización de placas no mayor a 4mm de espesor , puesto que la punzonadora no está diseñada para funcionar con mayores espesores.
- Utilizar una unidad de mantenimiento en el sistema de aire, para proteger y asegurar el correcto funcionamiento de los elementos neumáticos de este equipo.
- Revisar las correctas conexiones de los motores y de los cilindros para el proceso.

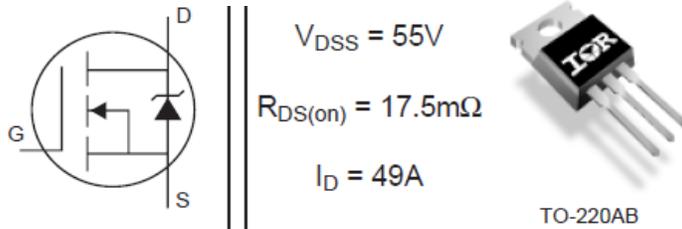
ANEXO 3

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS
ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA
DE LA PUNZONADORA WIEDEMANN**

Datasheet de mosfet.

MOSFET IRFZ44N

Simbología, y características del mosfet IRFZ44N.



Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	49	A
$I_D @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	35	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	160	
$P_D @ T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	94	W
	Linear Derating Factor	0.63	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
I_{AR}	Avalanche Current①	25	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy①	9.4	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and	-55 to + 175	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds			300 (1.6mm from case )
	Mounting torque, 6-32 or M3 srew	10 lbf•in (1.1N•m)	

Datos técnicos de configuración del sistema de lectura digital.

STERLING



SDS6

DIGITAL READOUT

Operation Manual

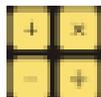
Quick Function Key Guide.



Keys for Axis selection



Entry keys for digits



Operation Key (In Calculation function key)



Calculation function key
(Calculator mode)



Input (calculation result)
canceling key (in Calculation mode)



Key for "Inverting"
Trigonometric Functions
(in Calculation mode)



Square root calculating key
(in Calculation mode)



Entry key for decimal point



Entry key plus or minus
symbol



Key for entering data

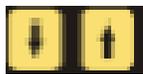
	_____	Key for clearing the displayed value to zero
	_____	Function key for halving
	_____	Key for metric / imperial conversion
	_____	Function key for Sleep
	_____	Function key for 200 zero Position memory
	_____	R angular ARC function key (ARC Function key)
	_____	PCD Function key (for equally dividing bolt circle)
	_____	Function key for drilling holes along an oblique line
	_____	Angular surface processing function key; In calculation mode as sine trigonometric function key
	_____	Progressive inner chamber processing function key; In calculation mode as cosine trigonometric function key



Tool compensation function key; In calculation mode as tangent trigonometric function key



Key for the conversion of Incremental /absolute display



Keys for the selection of Upper / lower term or plane processing



Key for taper measure function



Key for calling 200 tool storeroom



Key for input 200 tool storeroom



Function key for machine output (EDM)
(only SDS6-3V readout)

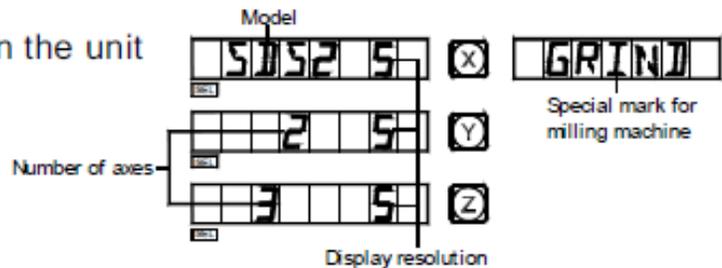


Function key for data filtration
(only SDS6-2V readout)

I. Settings

1. Start, Self check

- 1) When power is turned on the unit will start a self check.



- 2) When self check completes, DRO enters working mode



Note: Two axis readout only has

X-axis and Y-axis, three axis

readout has X-axis, Y-axis and Z-axis. Lathe readout will display "LATHE"; grinding machine readout displays "GRIND"; multifunctional milling machine readout displays "MILL_MS"; universal milling machine readout displays "MILL_M"; the EDM discharging readout displays "EDM".

2. Setting of System

In process of self check, key , then the system enter setting mode after self check finished.



- 1) Setting axis X resolution.

Set different resolutions according to different numbers.

Number key	0	1	2	5	7	8	9
Resolution(um)	10	1	2	5	0.1	0.2	0.5

Key   next step

- 2) Setting axis Y resolution.

Repeat same procedure as X axis.

Key  , next step



3) Setting axis Z resolution.

Repeat same procedure as X axis.

Key  → , next step



4) Setting count direction of axis X linear encoder.

Key  as positive count direction.



Key  as negative count direction.

Key  → , next step

5) Setting count direction of Y axis encoder.

Repeat same procedure as X axis.

Key  → , next step



6) Setting count direction of axis Z encoder.

Repeat same procedure as X axis.



Key  → , next step

7) Choose machine type

-  multifunctional milling machine readout
-  universal milling machine readout
-  discharging processing readout
-  lathe machine readout

key  , next step

8) Choose whether to integrate Y-axis with Z-axis (axis summing)

press  or  activate the function.

“NONE” means no integration

“INGREAT” means integration and the integrated value will be displays in Y-axis.

Press  →  next step

Note: only 3 axis lathe DRO has this function.

9) Choose compensation type

 choose linear error compensation “LINEAR”;

 choose segmented error compensation
“SEGMENT”;

Press  →  next step

10) Choosing the precision of calculation

 decimal fraction of calculation is 3;

 decimal fraction of calculation is 4;

 decimal fraction of calculation is 5;

11) Self test.

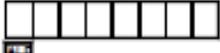
Key  twice, to start Self-test program   **TESTOFF**
then  key to quit.

Tabla técnica para dimensionamiento de conductores

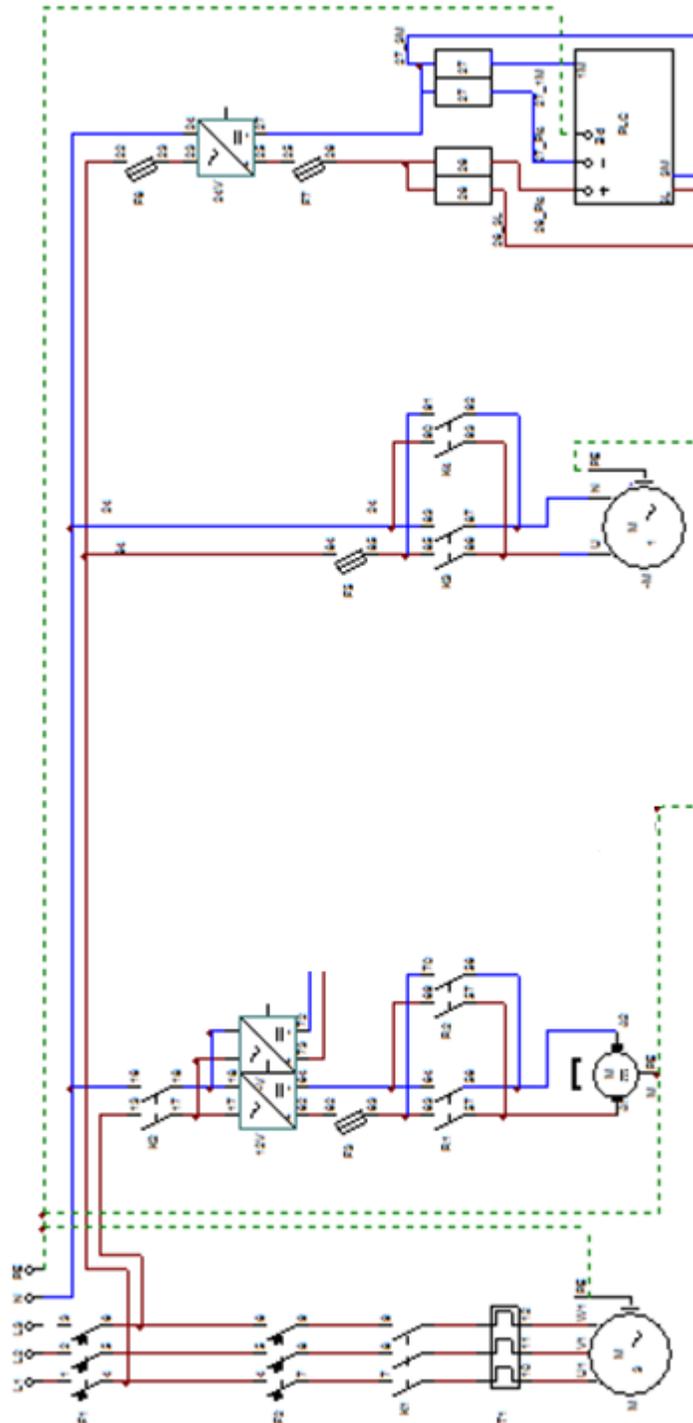
Intensidad de corriente admisible (Amperios)

Calibre AWG/ kcmil	Temperatura máxima admisible en el conductor. Operación continua					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
	Tipos TW* UF*	Tipos RHW*, THW*, THHW*, THW-LS, THHW-LS, THWN*, XHHW* USE*	Tipos SA, SIS, FEP*, FEPB, RHH*, RHW-2, THW-2, THHW*, THHW-LS, TT, THWN-2, THHN*, USE- 2, XHHW-2, XHHW*	Tipos TW* UF*	Tipos RHW*, THW*, THHW*, THW-LS, THHW-LS, THWN*, XHHW* USE*	Tipos SA, SIS, FEP*, FEB*, RHH*, RHW-2, THW-2, THHW*, THHW-LS, TT, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW-2
Cobre			Aluminio			
18	....	....	14	....	....	....
16	....	....	18	....	....	....
14	20*	20*	25*	....	....	....
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*
10	30	35*	40*	25*	30*	35*
8	40	50	55	30	40	45
6	55	65	75	40	50	60
4	70	85	95	55	65	75
2	95	115	130	75	90	100
1	110	130	150	85	100	115
1/0	125	150	170	100	120	135
2/0	145	175	195	115	135	150
3/0	165	200	225	130	155	175
4/0	195	230	260	150	180	205
250	215	255	290	170	205	230
300	240	285	320	190	230	255
350	260	310	350	210	250	280
400	280	335	380	225	270	305
500	320	380	430	260	310	350
600	355	420	475	285	340	385
750	400	475	535	320	385	438
1000	455	545	615	375	445	500

ANEXO 4

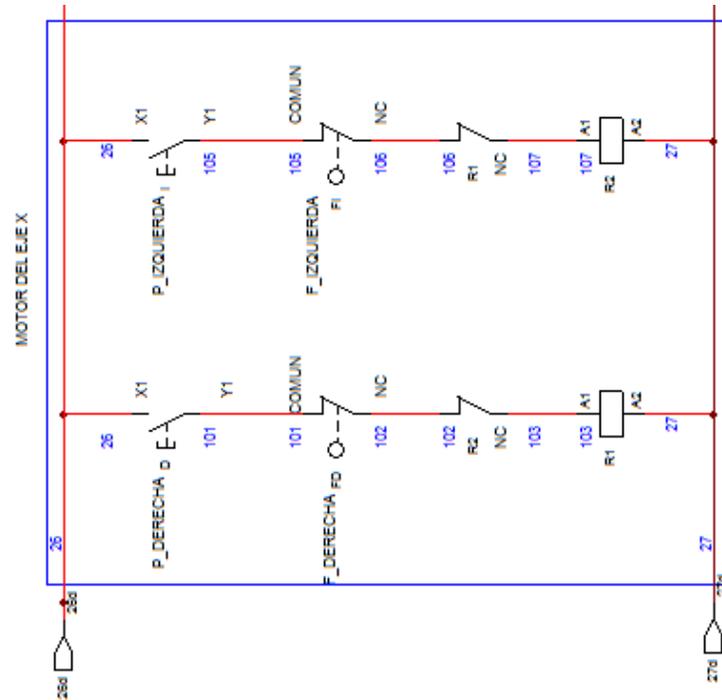
DIAGRAMA ELECTRICO DE LA MAQUINA

Circuito de fuerza.

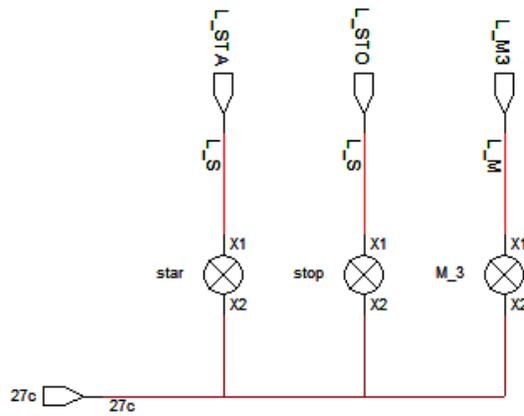


Circuito de control.

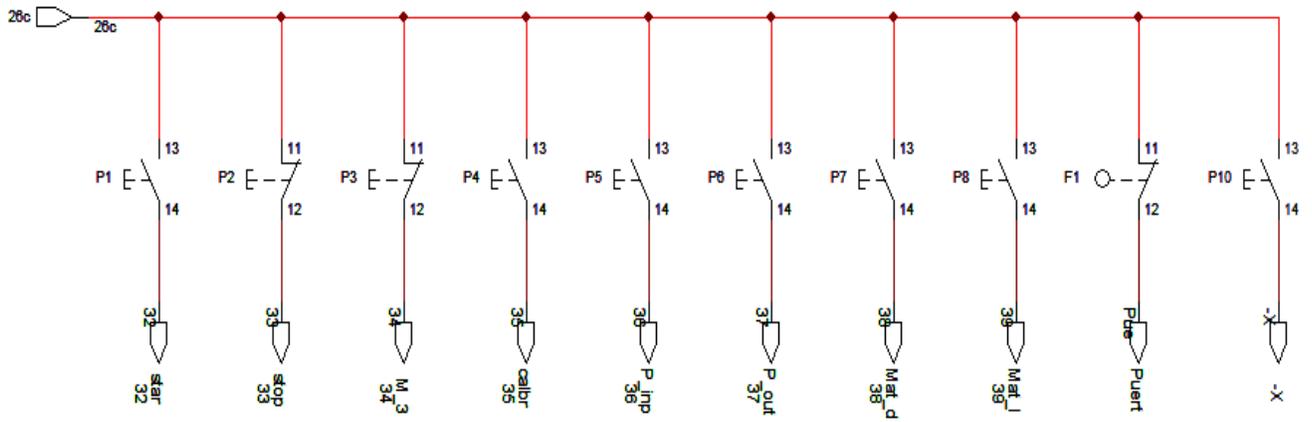
➤ Etapa de control del eje x



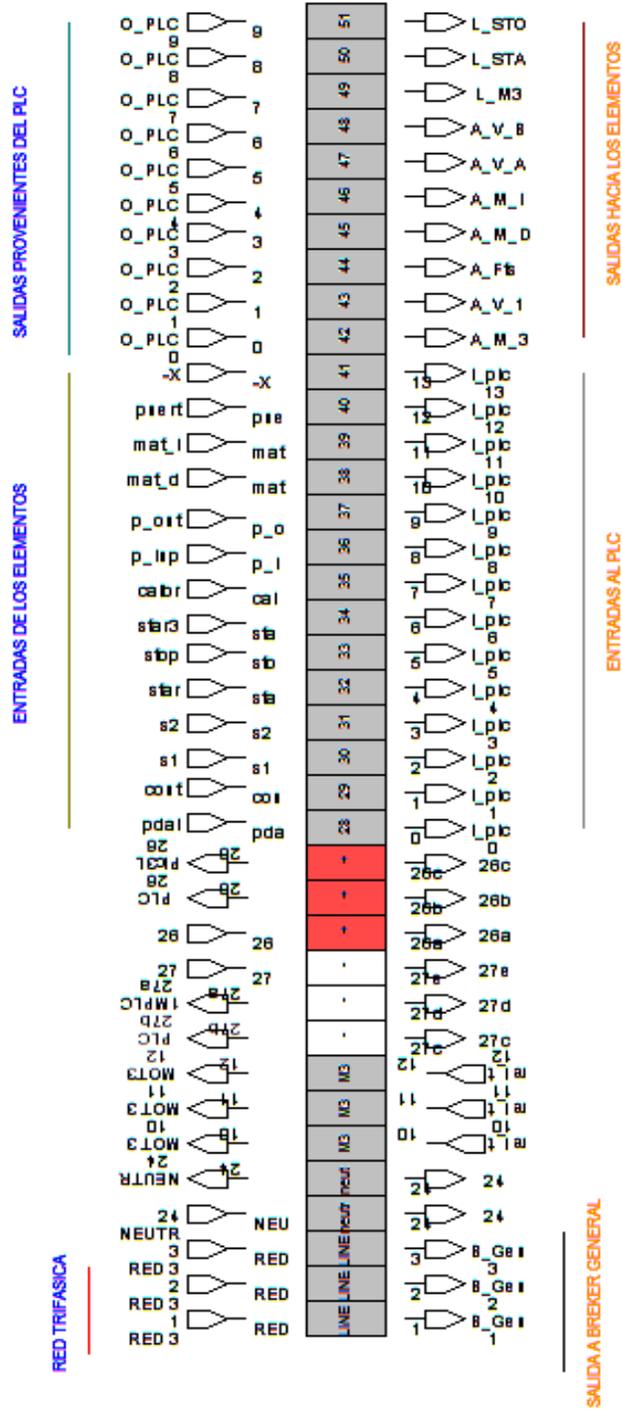
➤ Etapa de control de luces piloto



➤ Etapa de control de pulsadores



Bornera de conexiones del sistema del tablero de control



SALIDAS PROVENIENTES DEL PLC

ENTRADAS DE LOS ELEMENTOS

RED TRIFASICA

SALIDAS HACIA LOS ELEMENTOS

ENTRADAS AL PLC

SALIDA A BREAKER GENERAL

ANEXO 5

**ELEMENTOS DE COMPROBACION DE
HIPOTESIS**



“ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO”

FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Nombre de Empresa:.....	
Nombre de la Persona Encuestada:.....	
Cargo que Desempeña:.....	Área :.....

¿Piensa usted que era necesario mejorar la tecnología en el área de Diseño y Corte?

SI.....

NO.....

¿Ha mejorado su trabajo con el uso de la máquina punzonadora en el terminado de las chapas metálicas?

SI.....

NO.....

¿Piensa usted que la maquina punzonadora ha ayudado a mejorar el nivel de producción de la empresa?

SI.....

NO.....

TALVEZ.....

En qué nivel cree usted que se encuentra actualmente la producción

NIVEL	CALIFICACION
Excelente	
Muy Buena	
Buena	
Insuficiente	

TABLA DE DISTRIBUCION CHI-CUADRADO

Tabla X
Distribución Chi-Cuadrado (χ^2)

Grados de Libertad	Probabilidades											
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,9	0,75	0,25	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	7,9	6,6	5,0	3,8	2,7	1,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	10,6	9,2	7,4	6,0	4,6	2,8	0,6	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
3	12,8	11,3	9,3	7,8	6,3	4,1	1,2	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1
4	14,9	13,3	11,1	9,5	7,8	5,4	1,9	1,1	0,7	0,5	0,3	0,2
5	16,7	15,1	12,8	11,1	9,2	6,6	2,7	1,6	1,1	0,8	0,6	0,4
6	18,5	16,8	14,4	12,6	10,6	7,8	3,5	2,2	1,6	1,2	0,9	0,7
7	20,3	18,5	16,0	14,1	12,0	9,0	4,3	2,8	2,2	1,7	1,2	1,0
8	22,0	20,1	17,5	15,5	13,4	10,2	5,1	3,5	2,7	2,2	1,6	1,3
9	23,6	21,7	19,0	16,9	14,7	11,4	5,9	4,2	3,3	2,7	2,1	1,7
10	25,2	23,2	20,5	18,3	16,0	12,5	6,7	4,9	3,9	3,2	2,6	2,2
11	26,8	24,7	21,9	19,7	17,3	13,7	7,6	5,6	4,6	3,8	3,1	2,6
12	28,3	26,2	23,3	21,0	18,5	14,8	8,4	6,3	5,2	4,4	3,6	3,1
13	29,8	27,7	24,7	22,4	19,8	16,0	9,3	7,0	5,9	5,0	4,1	3,6
14	31,3	29,1	26,1	23,7	21,1	17,1	10,2	7,8	6,6	5,6	4,7	4,1
15	32,8	30,6	27,5	25,0	22,3	18,2	11,0	8,5	7,3	6,3	5,2	4,6
16	34,3	32,0	28,8	26,3	23,5	19,4	11,9	9,3	8,0	6,9	5,8	5,1
17	35,7	33,4	30,2	27,6	24,8	20,5	12,8	10,1	8,7	7,6	6,4	5,7
18	37,2	34,8	31,5	28,9	26,0	21,6	13,7	10,9	9,4	8,2	7,0	6,3
19	38,6	36,2	32,9	30,1	27,2	22,7	14,6	11,7	10,1	8,9	7,6	6,8
20	40,0	37,6	34,2	31,4	28,4	23,8	15,5	12,4	10,9	9,6	8,3	7,4
21	41,4	38,9	35,5	32,7	29,6	24,9	16,3	13,2	11,6	10,3	8,9	8,0
22	42,8	40,3	36,8	33,9	30,8	26,0	17,2	14,0	12,3	11,0	9,5	8,6
23	44,2	41,6	38,1	35,2	32,0	27,1	18,1	14,8	13,1	11,7	10,2	9,3
24	45,6	43,0	39,4	36,4	33,2	28,2	19,0	15,7	13,8	12,4	10,9	9,9
25	46,9	44,3	40,6	37,7	34,4	29,3	19,9	16,5	14,6	13,1	11,5	10,5
26	48,3	45,6	41,9	38,9	35,6	30,4	20,8	17,3	15,4	13,8	12,2	11,2
27	49,6	47,0	43,2	40,1	36,7	31,5	21,7	18,1	16,2	14,6	12,9	11,8
28	51,0	48,3	44,5	41,3	37,9	32,6	22,7	18,9	16,9	15,3	13,6	12,5
29	52,3	49,6	45,7	42,6	39,1	33,7	23,6	19,8	17,7	16,0	14,3	13,1
30	53,7	50,9	47,0	43,8	40,3	34,8	24,5	20,6	18,5	16,8	15,0	13,8

BIBLIOGRAFÍA

- 1. BUQUÈ, F.**, Manuales prácticos de refrigeración., 4ta. ed., Barcelona-España., MARCOMBO., 2008., pp. 74-85.
- 2. DEPERT, W.**, Dispositivos neumáticos: Introducción y Fundamentos., 5ta. ed., Barcelona-España., Marcombo y Boixareu., 1991., pp. 90-110.
- 3. FINK, D., BEATY, W., Y CARROLL, J.**, Manual práctico de electricidad para ingenieros., 11va. Ed., Madrid-España., Revertè., 1986., pp. 161.
- 4. MENÈNDEZ, G.**, Manual para la formación de operadores de grúa torre., 9na. ed., Madrid-España., Lex Nova., 2006., pp. 106-112.

5. **MULLER, R.**, Pneumatics: Theory and Application., 6ta. ed., Berlin-Germany., OMEGA., 1998., pp. 10-42.

6. **TORRENS, P., Y TOUS, R.**, Maquinas eléctricas., 1a. ed., Barcelona España., Universidad Politécnica de Catalunya-España., 2005., pp. 55-64.

1. **MUZO, P. Y VÁSCONESZ, D.**, Repotenciación de una máquina troqueladora de 25 toneladas para la elaboración de piezas en laminas de acero inoxidable para la mecánica industrial Angel Luna C.A., Facultad de Ingeniería Mecánica., Escuela Politécnica Nacional., Quito-Ecuador., TESIS., 2012., pp. 1-10.

2. **QUINALUISA, K. Y REMACHE, L.**, Aplicación del PLC S7-200 CPU 224 en la automatización de maquinas industriales., Facultad de Electrónica., Escuela Politécnica del Ejercito., Latacunga-Ecuador., TESIS., 2008., pp. 90.

3. **SANTILLÁN, H.**, Desarrollo de prácticas de Matlab para laboratorio de análisis de señales., Facultad de Informática y Electrónica., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS., 2010., pp. 122-126.

4. **VERA, J., Y ZABALA, L.**, Repotenciación de un sistema de control semiautomático para una cortadora de perfiles utilizando PLC para la empresa IMAC., Facultad de Ingeniería Electrónica., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS., 2011., pp. 21-33.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

1. ACCESORIOS NEUMÁTICOS

<http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/5426137/>

2012/11/20

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

2012/09/20

2. ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS

<http://www.monografias.com/trabajos94/arranque-motores-asincronicos/arranque-motores-asincronicos2.shtml>

2013/02/24

http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=2&id_sec=7

2013/05/01

3. CILINDRO NEUMÁTICO

<http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>

2012/12/15

<http://www.directindustry.es/prod/airtac-automatic-industrial>

2013/01/15

4. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

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

2013/01/25

5. ELEMENTOS DE CONTROL Y MANDO NEUMATICO

<http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%203.pdf>
2013/03/15

6. FUENTES DE ALIMENTACIÓN

<http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>
2012/12/13

http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/electronica/contenido/electronica/Tema4_Falimentacion.pdf
2013/01/30

7. GRAFCET

http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf
2013/05/06

8. MODULACION POR ANCHO DE PULSO

<http://ayudaelectronica.com/pwm-ne555-control-motor/>
2013/05/24

<http://burgath.com/sabias-que/pwm-modulacion-por-ancho-de-pulso/>
2013/06/09

http://www.electronica-electronics.com/Circuitos/Variador_de_velocidad.html
2012/02/08

9. MOTORES ELÉCTRICOS

<http://ebookbrowse.com/motores-electricos-pdf-d314354502>
2013/02/22

<http://www.nichese.com/motor.html>
2013/04/16

10. OPC SERVER

<http://www.ni.com/opc/esa/>

2013/03/25

<http://www.ni.com/white-paper/7906/es>

2013/03/25

<http://www.datalights.com.ec/site2/images/docs/opcsiemen>

SS

2013/02/15

11. PUNZONADORA

<http://punzonadoras.blogspot.com/>

2013/03/16

[http://es.wikipedia.org/wiki/Punzonadora CNC](http://es.wikipedia.org/wiki/Punzonadora_CNC)

2013/06/03

12. SISTEMA DE LECTURA DIGITAL DE DOS EJES

<http://www.dro.com.tw/pdf/Manual.pdf>

1013/02/19