



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y  
APLICADAS**

**CARRERA: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TESIS DE GRADO**

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL SEMIAUTOMÁTICO PARA UNA PLEGADORA HIDRÁULICA VERTICAL CON PANEL OPERADOR E INTERFAZ DE COMUNICACIÓN (HMI) PARA LA EMPRESA CARROCERÍA CENTAURO UBICADA EN EL SECTOR SAN GERARDO PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE “LATACUNGA”**

Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingenieros Electromecánicos.

Autores:

Espín Claudio Edison Mauricio

Oña Guachamin José Reinaldo

Director:

Ing. Jorge Medina

Latacunga - Ecuador

Abril – 2013



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**Latacunga – Ecuador**

---

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe técnico de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la ingeniería y aplicadas; por cuanto, los postulantes: Espín Claudio Edison Mauricio y Oña Guachamin José Reinaldo con el título de tesis: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL SEMIAUTOMÁTICO PARA UNA PLEGADORA HIDRÁULICA VERTICAL CON PANEL OPERADOR E INTERFAZ DE COMUNICACIÓN (HMI) PARA LA EMPRESA CARROCERÍA CENTAURO UBICADA EN EL SECTOR SAN GERARDO PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE “LATACUNGA” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 28 de mayo del 2014.

Para constancia firman:

.....  
Ing. Edwin Moreano  
PRESIDENTE

.....  
Dr. Galo Terán  
MIEMBRO

.....  
Ing. Cristian Gallardo  
OPOSITOR

## AUTORÍA

Los criterios, ideas, conclusiones y recomendaciones difundidas en el presente trabajo, el mismo que tiene por tema: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL SEMIAUTOMÁTICO PARA UNA PLEGADORA HIDRÁULICA VERTICAL CON PANEL OPERADOR E INTERFAZ DE COMUNICACIÓN (HMI) PARA LA EMPRESA CARROCERÍA CENTAURO UBICADA EN EL SECTOR SAN GERARDO PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE “LATACUNGA” son de exclusiva responsabilidad de los autores.

.....  
Espín Claudio Edison Mauricio  
CC. 050337683-2

.....  
Oña Guachamin José Reinaldo  
CC.050300430-1



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**Latacunga – Ecuador**

---

**AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

Yo, Ing. Jorge Medina en calidad de director de Tesis bajo el tema:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL SEMIAUTOMÁTICO PARA UNA PLEGADORA HIDRÁULICA VERTICAL CON PANEL OPERADOR E INTERFAZ DE COMUNICACIÓN (HMI) PARA LA EMPRESA CARROCERÍA CENTAURO UBICADA EN EL SECTOR SAN GERARDO PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE “LATACUNGA”** de los señores: Espín Claudio Edison Mauricio y Oña Guachamin José Reinaldo postulantes al título de Ingeniero Electromecánico considero que dicho informe investigativo cumple con los requisitos metodológicos, aportes científicos y técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de tesis que el Honorable Consejo Académico de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo, 2014

.....

Ing. Jorge Medina  
C.C. N° 050158626-7  
Director de Tesis

**CERTIFICADO DEL PROPIETARIO DE LA EMPRESA CARROCERÍA  
“CENTAURO”**

Ing. Albán Molina Rolando Byron portador de cedula de ciudadanía N° 171052177-2, propietario de la empresa carrocería “CENTAURO”.

**CERTIFICO:** Que los señores Espín Claudio Edison Mauricio portador de la cedula de ciudadanía N° 050337683-2 y Oña Guachamin José Reinaldo portador de la cedula de ciudadanía N° 050300430-1 realizaron el: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL SEMIAUTOMÁTICO PARA UNA PLEGADORA HIDRÁULICA VERTICAL CON PANEL OPERADOR E INTERFAZ DE COMUNICACIÓN (HMI) PARA LA EMPRESA CARROCERÍA CENTAURO UBICADA EN EL SECTOR SAN GERARDO PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE “LATACUNGA”.**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando a los interesados hacer uso del presente en la forma que estimen conveniente a sus intereses, siempre y cuando se use en forma legal.

.....  
Ing. Rolando Albán

C.C. N° 171052177-2

Propietario de la Empresa

## AGRADECIMIENTO

En especial a mis padres, a mi esposa y a mi hijo, son el mejor regalo que Dios me ha dado, ellos supieron apoyar en todo momento para lograr cumplir mi propósito en la vida así ser un profesional

En segundo lugar a la Universidad Técnica de Cotopaxi por los conocimientos brindados en todo el tiempo transcurrido de estudio, a todas las personas que colaboraron para culminar nuestro proyecto y en especial al Ing. Jorge Medina que fue nuestro Director de Tesis y a mi compañero de tesis que fue un apoyo fundamental para lograr culminar con nuestro objetivo.

Finalmente a todas las personas que supieron apoyarme para lograr finalizar mis estudios y obtener una profesión.

*Edison Espín*

## AGRADECIMIENTO

En especial a mi familia quienes con su afecto, apoyo y sacrificio me ayudaron a lograr la culminación de uno de mis propósitos en el ámbito educativo en la vida.

A mi institución educativa la Universidad Técnica de Cotopaxi por los conocimientos adquiridos durante aquellos tiempos y a todas aquellas personas que me apoyaron en la realización del presente trabajo investigativo, en especial al Ing. Jorge Medina nuestro Director de Tesis, Ing. Rolando Albán Propietario de la empresa “Carrocerías Centauro”, y al Msc. Hugo Armas Director de la carrera.

Finalmente un agradecimiento sincero a todos mis compañeros y compañeras quienes en el lapso de este tiempo de estudios diarios supieron demostrar su compañerismo y lealtad durante el transcurso de nuestra formación educativa y de nuestras vidas.

*José Oña*

## **DEDICATORIA**

En primer lugar a Dios, a mis padres, a mi esposa y a mi hijo que estuvieron con migo en todo momento dándome su comprensión a cada momento para no darme por vencido así lograr ser una mejor persona para la sociedad.

En especial a mis padres que me enseñaron a ser siempre positivo y a no darme por vencido ante cualquier adversidad que se me presente en la vida.

Me enseñaros los valores, principios dándome su amor y comprensión para ser una mejor persona como la que soy ahora y en especial gracias a todos por confiar en mí

***Edison Espín***



## **DEDICATORIA**

La dedico a ti Dios que me cuidas y guías mi camino y que contigo puedo enfrentar los obstáculos de la vida, y me provees la oportunidad de tener una familia hermosa.

Con un aprecio muy especial a mis padres José y María a mis hermanos Cecilia, Carmen, Milton y Carlos a mi sobrina Nicol quienes con su aprecio y paciencia estuvieron en todo momento apoyándome y me dieron la oportunidad de tener una meta constructiva para mi futuro, pues supieron confiar en mi propósito al que yo quise llegar, gracias por creer en mí, juntos lo logramos familia.

***José Oña***

# ÍNDICE GENERAL

Portada.	i
Aprobación del tribunal de grado.	ii
Autoría.	iii
Aval del director de tesis.	iv
Certificado del propietario de la empresa carrocería “CENTAURO”.	v
Agradecimiento.	vi
Agradecimiento.	vii
Dedicatoria.	viii
Dedicatoria.	ix
Índice general.	x
Índice de figuras.	xxi
Índice de tablas.	xxvi
Anexos.	xxviii
Resumen.	xxix
Abstract.	xxx
Aval de traducción.	xxxii
Introducción.	xxxiii

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.	1
----	------------------------------	---

### MARCO TEÓRICO

1.1	PLEGADORA.	2
1.1.1	Tipos de máquinas plegadoras.	2
1.1.1.1	Plegadoras neumática.	3
1.1.1.2	Plegadoras hidráulicas.	4
1.2	PRENSA HIDRÁULICA.	5
1.2.1	Partes integrales de una prensa hidráulica.	5
1.2.2	Ventajas del uso de la prensa hidráulica.	6
1.2.3	Limitaciones de la prensa hidráulica.	6
1.2.4	Vida de la herramienta de doblado.	6
1.2.4.1	Vida del filo de la herramienta de doblez.	7
1.2.4.2	Selección de herramientas para el doblado.	8
a.	Material.	8
b.	Máquina herramienta.	8
c.	Sujeción de la pieza.	8
d.	Vibraciones en las operaciones de doblado.	8

1.2.4.3 Frecuencia de cambio de la herramienta.	9
1.2.4.4 Calculo de parámetros.	9
a. Potencia de doblado.	9
b. Potencia eléctrica.	9
c. Potencia de accionamiento.	10
d. Potencia útil.	11
1.3 SISTEMA HIDRÁULICO.	11
1.3.1 Aceite hidráulico.	12
1.3.1.1 Tipos de aceite.	12
1.3.2 BOMBAS.	13
1.3.2.1 Bombas hidráulicas.	13
1.3.2.2 Clasificación de las bombas.	14
a. Bomba de engranajes.	14
b. Bomba de paletas.	15
c. Bomba de lóbulos.	16
d. Bomba de tornillo.	17
1.3.3 Cilindro hidráulico.	18
1.3.3.1 Tipos de cilindros.	18
a. Cilindro hidráulico tipo buzo.	19
b. Cilindro hidráulico tipo simple efecto.	19
c. Cilindro hidráulico tipo doble efecto.	19
1.3.3.2 Partes de un cilindro.	20

1.3.3.3 Cálculo de un cilindro.	20
a. Fuerza del cilindro.	21
1.3.4 Tubos, mangueras y accesorios.	23
1.3.5 Electroválvula.	25
1.3.6 Perdidas de energía.	25
1.4 SISTEMA ELÉCTRICO.	27
1.4.1 Motor eléctrico.	27
1.4.2 Contactor.	29
1.4.3 Relés.	29
1.4.3.1 Relé térmico.	29
1.4.3.2 Relé auxiliar.	30
1.4.4 Riel din metálicas.	31
1.4.5 Fusible.	31
1.4.6 Canaleta.	32
1.4.7 Cable eléctrico.	33
1.5 SISTEMAS DE CONTROL.	33
1.5.1 Tipos de sistemas de control.	34
1.5.1.1 Sistemas de control lineal y no lineal.	34
1.5.1.2 Sistemas invariantes y variantes con el tiempo.	35
1.5.1.3 Sistemas de control continuos.	35
1.5.1.4 Sistemas de control de datos muestreados y digitales.	35
a. Encoder.	36
1.6 Pulsadores.	37

1.6.1	Pulsadores normalmente abiertos (NA).	37
1.6.2	Pulsadores normalmente cerrados (NC).	37
1.7	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).	38
1.7.1	Partes fundamentales.	39
1.7.2	Estructura de un PLC.	40
1.7.3	Funcionamiento del PLC.	41
1.7.4	Programar la memoria de un PLC.	41
1.8	COMUNICACIÓN (HMI).	42
1.8.1	Operador e interfaz de comunicación (HMI).	43
1.8.2	Tipos de HMI.	45
1.8.3	Software HMI.	45
1.9	CABLE DE COMUNICACIÓN PC CON EL PLC.	46
1.10	PREFERENCIAS DE LOS PLC.	48

## **CAPÍTULO II**

2.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.	49
2.1	Métodos.	49
2.2	Técnicas.	49
2.3	Instrumentos.	51
2.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA.	51
2.5	VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS.	59

## CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE UNA PLEGADORA HIDRÁULICO SEMIAUTOMÁTICA.	63
a. Breve caracterización de la industria metálica “CARROCERÍAS CENTAURO”.	63
3.1 JUSTIFICACIÓN.	64
3.2 OBJETIVOS.	65
3.2.1 Objetivo General.	65
3.2.2 Objetivos Específicos.	66
3.3 PARÁMETROS DE DISEÑO.	66
3.4 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL Y LA PRESIÓN NECESARIA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.	67
3.4.1 Cálculo de la fuerza del cilindro hidráulico.	67
3.4.2 Cálculos para la obtención del diámetro del cilindro.	68
3.4.2.1 Área del pistón hidráulico.	69
3.4.3 Fuerza máxima de empuje del cilindro hidráulico.	69
3.4.3.1 Fuerza de trabajo de la plegadora hidráulica.	70
3.4.5 Calculo del caudal requerido, a la salida del vástago.	70
3.4.6 Calculo de la velocidad de subida del cilindro.	71
3.5 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO.	72
3.6 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS.	72
3.6.1 Calculo del diámetro de las tuberías.	72
a. Succión.	73
b. Descarga.	73

3.6.2	Calculo de perdidas menores.	73
3.6.2.1	Línea de succión.	73
	a. Propiedades del aceite hidráulica ISO VG 68.	73
	b. Cálculo de pérdidas menores en el conjunto de válvulas y acoples.	75
3.6.2.2	Línea de descarga.	76
	a. Propiedades del aceite hidráulica ISO VG 68.	76
	b. Cálculo de pérdidas menores en el conjunto de válvulas y acoples.	78
3.6.3	Selección de la bomba hidráulica.	79
3.6.4	Selección de la válvula direccional.	81
	a. Fluido hidráulico.	81
	b. Rango de temperatura del fluido.	81
	c. Rango de viscosidad.	81
	d. Grado de impurezas.	81
3.6.5	Selección de la válvula ON-OFF.	82
3.6.6	Selección de mangueras hidráulicas.	82
3.6.7	Selección de tubería.	84
3.7	DISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL Y MANDO.	85
3.7.1	Fabricación del panel operador de mando.	86
3.7.2	Selección de los elementos del panel operador de mando.	87
3.7.2.1	Selección de un selector.	87
3.7.2.2	Selección de pulsadores.	88
3.7.2.3	Selección de luces piloto.	90
3.7.3	Selección de cables eléctricos.	90



3.7.3.1 Selección del conductor para el circuito de control.	90
3.7.4 Selección de contactor y relés térmicos.	91
3.7.4.1 Contactor.	91
3.7.4.2 Relés auxiliares.	92
3.7.5 Selección de canaleta y riel din.	93
3.7.6 Selección de borneras.	96
3.7.7 Selección de interruptores (Pedal).	97
3.8 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO.	98
3.8.1 Selección de protecciones eléctricas.	98
3.8.2 Selección y calibración de sensores.	100
3.8.2.1 Selección de finales de carrera.	101
3.8.2.2 Selección de encoder.	102
3.8.3 Selección de los dispositivos de control.	104
3.8.3.1 Selección del controlador lógico programable (PLC).	104
3.8.3.2 Selección de la pantalla HMI.	106
3.9 RECONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA.	110
3.9.1 Estructuras secundarias.	110
3.9.1.1 Coberturas de la plegadora.	110
3.9.2 Soporte de sensores.	112
3.9.2.1 Base para el final de carrera.	112
3.9.2.2 Base para el encoder.	113
3.9.2.3 Fabricación de cremallera.	113
3.10 MONTAJE DE DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS.	114
3.10.1 Montaje de la válvula ON-OFF.	114

3.10.2 Montaje de la válvula direccional.	115
3.10.3 Construcción del sistema de tuberías y mangueras.	116
3.10.4 Montaje de la bomba hidráulica.	117
3.10.5 Montaje de los cilindros hidráulicos.	118
3.11 MONTAJE E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.	121
3.11.1 Montaje del motor para el accionamiento del sistema hidráulico.	121
3.11.2 Elaboración del tablero de control y mando.	122
3.11.2.1 Cable conductor.	122
a. Determinación y selección del calibre de conductor para el motor.	123
3.11.2.2 Montaje e instalación eléctrica del tablero de control.	124
3.11.2.4 Montaje del PLC.	125
3.11.2.5 Dispositivos ensamblados en el tablero de control.	125
3.11.2.6 Elaboración, montaje e instalación eléctrica del panel operador de mando.	127
3.11.2.7 Montaje del tuvo para la sujeción del panel operador.	127
3.11.2.8 Cableado del panel operador.	128
3.11.2.9 Montaje e instalación de pulsadores en el panel operador.	129
3.12 CALIBRACIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES.	129
3.12.1 Calibración de microinterruptores.	129
3.12.2 Calibración de encoder.	130
3.12.3 Calibración de actuadores.	131
3.13 Programación del PLC xinjé XC3-24 para el doblado de planchas.	132
3.13.1 Control del proceso mediante el PLC.	133
a. Arquitectura del PLC.	133

b. Diseño del circuito autómeta y eléctrico.	134
c. Diseño del circuito de control mediante el software.	134
d. Lenguajes de programación en el software.	137
e. Conexión PC y controlador.	138
3.14 Elaboración de la interface HMI.	138
3.14.1 Software para la configuración de la OP320-S.	140
3.14.2 Programación del panel view OP320-S.	140
3.14.2.1 Selección del modelo de la OP.	140
3.14.2.2 Selección del PLC.	141
3.14.2.3 Pantalla de programación.	141
a. Barra principal.	142
b. Barra de herramientas.	142
c. Barra de funciones.	142
d. Área de screen.	143
e. Atributos de screen.	144
f. Área de trabajo.	144
3.15 PRUEBAS Y RESULTADOS.	145
3.15.1 Pruebas del sistema mecánico.	145
3.15.1.1 Movimiento del carnero.	145
3.15.2 Pruebas del sistema hidráulico.	146
3.15.2.1 Fugas de aceite hidráulico.	147
3.15.2.2 Caída de presión.	147
3.15.3 Pruebas del sistema eléctrico.	147
3.15.3.1 Pruebas de comunicación de la pantalla OP con el PLC xinje.	148

3.15.3.2 Pruebas de activación de finales de carrera y encoders.	149
3.15.3.3 Pruebas de funcionamiento del tablero de control.	149
3.15.3.4 Pruebas de la interfaz hombre máquina (HMI).	150
3.15.3.5 Prueba total del funcionamiento de la plegadora.	151
3.16 Beneficios del proyecto.	152
Conclusiones.	153
Recomendaciones.	154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	155
Citada.	155
Consultada.	156
Páginas electrónicas.	157
ANEXOS.	158

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Preparación de aire.	3
Figura 1.2 Pistón dentro del cilindro en un sistema hidráulico.	4
Figura 1.3 Curva de la vida del filo de una herramienta.	7
Figura 1.4 Flujo de energía en una máquina – herramienta.	10
Figura 1.5 Aceite.	12
Figura 1.6 Bomba de engranajes.	15
Figura 1.7 Bomba de paletas.	16
Figura 1.8 Bomba de paletas.	17
Figura 1.9 Bomba de tornillo.	17
Figura 1.10 Cilindro hidráulico.	18
Figura 1.11 Partes de un cilindro hidráulico.	20
Figura 1.12 Tubos, mangueras y accesorios.	24
Figura 1.13 Electroválvula.	25
Figura 1.14 Motor eléctrico.	28
Figura 1.15 Contactor.	29
Figura 1.16 Relé térmico.	30
Figura 1.17 Relé auxiliar.	30
Figura 1.18 Riel din metálicas.	31
Figura 1.19 Fusible.	32
Figura 1.20 Canaleta.	32
Figura 1.21 Cable eléctrico.	31

Figura 1.22 Encoder.	36
Figura 1.23 Pulsador (NA).	37
Figura 1.24 Pulsador (NC).	38
Figura 1.25 Estructura.	40
Figura 1.26 Panel de programación.	42
Figura 1.27 Comunicación HMI.	43
Figura 1.28 Interfaz hombre máquina.	44
Figura 1.29 Software HMI.	46
Figura 1.30 Cable de comunicación.	47
Figura 3.1 Manguera.	83
Figura 3.2 Línea de succión y de descarga.	84
Figura 3.3 Distribución de espacios en el tablero.	86
Figura 3.4 Selector.	87
Figura 3.5 Pulsador.	88
Figura 3.6 Paro de emergencia.	89
Figura 3.7 Luz piloto.	90
Figura 3.8 Contactador.	92
Figura 3.9 Relé auxiliar.	93
Figura 3.10 Canaleta.	92
Figura 3.11 Riel din.	95
Figura 3.12 Bornera de conexión.	96
Figura 3.13 Interruptor de pedal.	98
Figura 3.14 Fusible.	99

Figura 3.15 Curba característica del fusible (Tiempo vs Corriente).	100
Figura 3.16 Final de carrera.	101
Figura 3.17 Encoder.	103
Figura 3.18 PLC.	105
Figura 3.19 Pantalla OP 320-S.	106
Figura 3.20 Plegadora hidráulica.	110
Figura 3.21 Tapa frontal.	112
Figura 3.21.1 Tapa posterior.	112
Figura 3.21.2 Tapas laterales.	112
Figura 3.21.3 Tapa superior.	112
Figura 3.22 Estructura de microrruptor.	112
Figura 3.23 Base de encoder.	113
Figura 3.24 Cremallera.	114
Figura 3.25 Válvula ON-OFF.	115
Figura 3.26 Válvula direccional.	116
Figura 3.27 Tuberías y mangueras.	116
Figura 3.28 Mangueras.	117
Figura 3.29 Bomba hidráulica.	118
Figura 3.30 Parte superior e inferior del cilindro hidráulico.	118
Figura 3.31 Tapa del cilindro hidráulico.	119
Figura 3.32 Émbolo y vástago del cilindro hidráulico.	119
Figura 3.32.1 Placa de sujeción vástago – carnero.	120

Figura 3.32.2 Base de sujeción vástago – carnero	120
Figura 3.33 Montaje de los cilindros hidráulicos.	121
Figura 3.34 Motor eléctrico.	122
Figura 3.35 Montaje del PLC.	124
Figura 3.36 Elementos del tablero de control.	126
Figura 3.37 Conexión del panel operador al tablero de control.	126
Figura 3.38 Tablero finalizado.	127
Figura 3.39 Tuvo de sujeción.	128
Figura 3.40 Cableado del panel operador.	128
Figura 3.41 Panel operador finalizado.	129
Figura 3.42 Microrruptores.	130
Figura 3.43 Doblado de plancha.	130
Figura 3.44 Ubicación del encoder.	131
Figura 3.45 Activación del botón de encendido.	132
Figura 3.46 PLC XC3-24.	133
Figura 3.47 Selección de PLC.	134
Figura 3.48 Ingresar clave.	135
Figura 3.49 Ventana programar / editar programa.	136
Figura 3.50 Programación.	136
Figura 3.51 Ventana depurar / conectar.	137
Figura 3.52 Cable de conexión – PC puerto USB.	138
Figura 3.53 Icono de ingreso.	140
Figura 3.53.1 Modelo de la OP.	140



Figura 3.54 Selección del PLC.	141
Figura 3.55 Partes de la OP-20.	141
Figura 3.55.1 Barra principal.	142
Figura 3.55.2 Barra de herramientas.	142
Figura 3.55.3 Barra de funciones.	143
Figura 3.55.4 Área de screen.	143
Figura 3.55.5 Atributo de screen.	144
Figura 3.55.6 Área de trabajo.	144
Figura 3.56 Sujeción de los extremos del carnero.	145
Figura 3.57 Utilización de gatas hidráulicas.	146
Figura 3.58 Sistema eléctrico.	148
Figura 3.59 Activación de final de carrera y encoder.	149
Figura 3.60 Tablero de control.	150
Figura 3.62 Puerto de comunicación PLC – OP.	151
Figura 3.63 Funcionamiento de la plegadora.	152

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Características de la plegadora.	67
Tabla 3.2 Características del cilindro hidráulico N° 1 y 2.	69
Tabla 3.3 Datos técnicos de la bomba hidráulica.	80
Tabla 3.4 Características válvula direccional.	81
Tabla 3.5 Características válvula ON-OFF.	82
Tabla 3.6 Presión de trabajo de la manguera seleccionada.	83
Tabla 3.7 Elementos del tablero de mando.	87
Tabla 3.8 Características del selector.	88
Tabla 3.9 Características de los pulsadores.	89
Tabla 3.10 Características del interruptor de emergencia.	89
Tabla 3.11 Características de luz piloto.	90
Tabla 3.12 Características del conductor.	91
Tabla 3.13 Características del contactor de fuerza.	92
Tabla 3.14 Características del relé auxiliar.	93
Tabla 3.15 Dimensiones de canaletas.	94
Tabla 3.16 Características del riel din.	95
Tabla 3.17 Características de la bornera de conexión.	97
Tabla 3.18 Características de los interruptores.	97
Tabla 3.19 Características de fusibles.	99
Tabla 3.20 Características de microrruptor.	102
Tabla 3.21 Matriz de ponderación del encoder.	103
Tabla 3.22 Matriz de ponderación del PLC.	105

Tabla 3.23 Características del PLC xinje XC3-24.	106
Tabla 3.24 Matriz de ponderación de la pantalla.	107
Tabla 3.25 Características de la pantalla OP 320-S.	109
Tabla 3.26 Elementos del tablero del control.	124

# ANEXOS

ANEXO I: Símbolos hidráulicos.

ANEXO II: Tipos de sensores.

ANEXO III: Planos.

ANEXO IV: Electroválvulas.

ANEXO V: Contactor y relés.

ANEXO VI: Cables eléctricos.

ANEXO VII: Controlador lógico programable (PLC).

ANEXO VIII: Lenguaje ladder.

ANEXO IX: Cable de comunicación.

ANEXO X: Pantalla OP 320 - S.

ANEXO XI: Aceite hidráulico.

ANEXO XII: Tareas de operación – mantenimiento.

## RESUMEN.

El presente proyecto consiste en la automatización de una máquina plegadora hidráulica, la cual contiene un sistema hidráulico, un sistema de control eléctrico y un sistema de control electrónico, mediante el cual se logra realizar movimientos requeridos por el operario de todos los diferentes componentes que actúen para su funcionamiento necesario. El sistema eléctrico es el encargado de activar y controlar las funciones de la máquina, una de estas operaciones es el plegado o doblado, que implica la deformación de una chapa y así obtener un ángulo, el plegado se basa en el impacto de una fuerza de presión, de un punzón sobre una matriz en medio de las cuales se coloca una lámina metálica. Se requiere que el operador trabaje lo más seguro posible, de similar forma se crea un panel operador fuera de la máquina en la cual se puede seleccionar el mando manual o automático, por ende funciona todos los sistemas principalmente el motor que proporciona energía fundamental para facilitar movimiento a la bomba hidráulica y que actúen los cilindros así obtener la presión necesaria para que expandan los pistones. El sistema hidráulico es el encargado de dar la presión necesaria a los cilindros para que realicen su función, igualmente no pierdan fuerza después de aplicar su ciclo de plegado determinado por el operario, debido a la energía constante que circula en el procedimiento. El sistema electrónico controla los demás sistemas por medio del controlador lógico programable (PLC), además se crea una interfaz hombre máquina (HMI) para facilitar al operario el control de la plegadora, así visualizar lecturas de los diferentes dispositivos de control.

Descriptores.

Plegadora, Hidráulica, Semiautomática.

## **ABSTRACT.**

### **"DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SEMI-AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR VERTICAL HYDRAULIC PRESS BRAKE OPERATOR PANEL AND COMMUNICATION INTERFACE (HMI) FOR "CENTAURO" COMPANY LOCATED IN SAN GERARDO TOWN NOVEMBER 11th PARISH" LATACUNGA"**

This project involves the automation of a hydraulic bending machine, which contains a hydraulic system, electric control system and electronic control system, which are accomplished by movements performing required by operator of all components that will act for its necessary operation. The electrical system is responsible for activating and controlling machine functions, one of the following is the bend or fold , which involves deforming a sheet and get an angle , folding is based on the impact of a force pressure on a punch through a die in which a metal sheet is placed. It requires the operator to work as safe as possible, similarly an operator panel the machine on which you can select manual or automatic control, therefore all systems work is created mainly engine that provides vital energy to facilitate movement to hydraulic pump and acting cylinders and obtain the required pressure to expand pistons. The hydraulic system is responsible to provide the necessary pressure to cylinders to perform their function, also do not lose their strength after applying bending cycle determined by the operator, due to constant energy that circulates in the process. The electronic system controls the other systems using programmable logic controller (PLC), also a Human Machine Interface (HMI) are created to facilitate the operator control brake and display readings of different control devices.

Descriptors.

Hydraulic, Press, Semi-Automatic



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**Latacunga – Ecuador**

---

**AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de docente del Centro Cultural de idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi yo LIC. LIDIA REBECA YUGLA LEMA, con cedula de ciudadanía N° 050265234-0, CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión del ABSTRACT; con el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL SEMIAUTOMÁTICO PARA UNA PLEGADORA HIDRÁULICA VERTICAL CON PANEL OPERADOR E INTERFAZ DE COMUNICACIÓN (HMI) PARA LA EMPRESA CARROCERÍA CENTAURO UBICADA EN EL SECTOR SAN GERARDO PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE “LATAACUNGA”**, cuyos autores son ESPÍN CLAUDIO EDISON MAURICIO Y OÑA GUACHAMIN JOSÉ REINALDO y el director de tesis es Ing. Jorge Medina.

Latacunga, 25 de febrero del 2014

Docente:

---

LIC. LIDIA REBECA YUGLA LEMA

C.C. N° 050265234-0

## INTRODUCCIÓN

Los fluidos hidráulicos son recursos útiles para diferentes usos por lo cual es aplicable para la transformación a energía mecánica que pueden suministrar fuerzas mayores de movimientos en varias aplicaciones. Con la utilización de los cilindros hidráulicos se puede aprovechar en diferentes formas productivas ya sea desplazamiento y elevación.

Debido a que existe un interés por la autosuficiencia en cuanto a tecnología y al tener una plegadora que está siendo utilizada manualmente en la fábrica de carrocerías “CENTAURO” para realizar doblez.

Con la utilización de pistones hidráulicos manuales, la lógica que se podía hacer era sustituir por cilindros hidráulicos controlados por un sistema que permitirá controlar la fuerza requerida para realizar dicha función, para lo cual, se planteó el siguiente objetivo: Diseño e Implementación de un sistema de control semiautomático.



# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El mercado industrial en la actualidad se ha tecnificado debido a esto, varias industrias optan por desarrollar nuevos métodos de producción dentro de ello consta la automatización de sus máquinas a través de controles visuales, en el cual se relacionan el proceso industrial con el operario.

En la escuela politécnica del ejército (ESPE-L) realizan un proyecto que trata “de la fabricación de una prensa hidroneumática para la empresa Buses Centauro, la cual utiliza un sistema eléctrico de control, un sistema hidroneumático y un sistema de control electrónico. Se rediseñó y construyó la estructura de la máquina la cual debe soportar la fuerza de trabajo con capacidad de 150 toneladas” (Consultado: 03 de junio del 2013)

En la máquina se toman en cuenta las diferentes características técnicas que operan para su funcionamiento insuperable, por ende se tiene los siguientes ordenamientos. El sistema eléctrico de control, controla las funciones de la máquina, en la cual requiere que el operario trabaje lo más seguro posible.

El procedimiento hidráulico cumple que los cilindros expandan el vástago hacia el sitio preciso proporcionando movimiento requerido con dependencia al trabajo a efectuar.

También estableciendo a trabajar un motor de 220 volts, a fin de disponer movimiento a la bomba, que es la encomendada de conservar actuando a los cilindros hidráulicos.

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 PLEGADORA

**Cantero, (2005, Pág.1)** Señala que “La plegadora es una de las máquinas utilizadas en las empresas industriales, micro empresas, y en manufacturas mecánicas debido a su gran versatilidad y contingencias que ofrecen, posee como objetivo obtener la distorsión permanente e incluso cortar un determinado material, mediante la aplicación de una fuerza es preparada para producir piezas semejantes continuamente”.

La plegadora es una máquina diseñada para el doblado de chapa metálica generalmente utilizada para el trabajo en frío, teniendo en cuenta el espesor de la lámina se debe aplicar la fuerza motriz necesaria para realizar el proceso indicado, puede tener un accionamiento mecánico como hidráulico.

#### 1.1.1 Tipos de máquinas plegadoras

Los movimientos de control basados en flujos pueden facilitar al operador la manipulación de la máquina para obtener un producto de calidad, pueden ser:

Mecánicos

Neumáticos

Hidráulicos

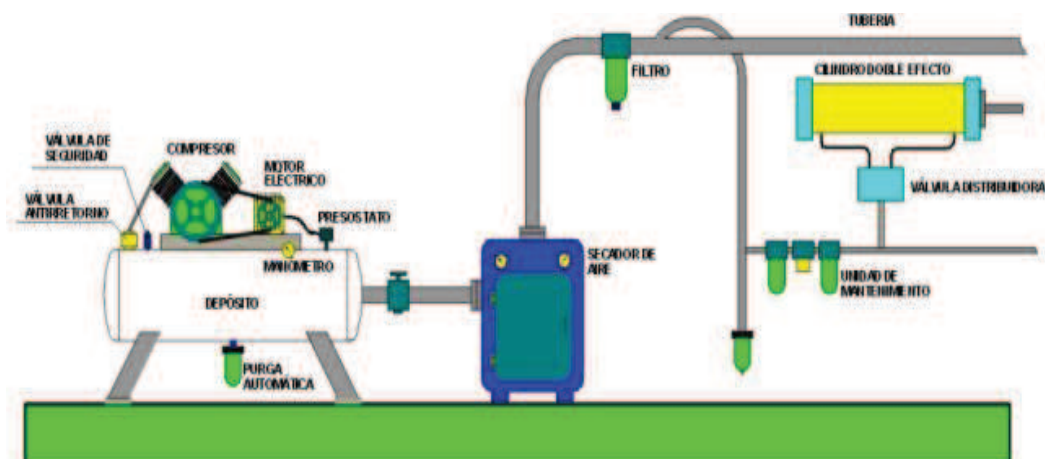
### 1.1.1.1 Plegadoras neumática

CREUS, Antonio (2011, Pág. 1) Ilustra que “La expresión neumática se refiere al estudio, del movimiento del aire. Es a partir de 1950 cuando la neumática progresa ampliamente en la industria con el desarrollo paralelo de los sensores. Los procesos de aire comprimido proporcionan un movimiento controlado con el empleo de cilindros y motores neumáticos, se aplican en herramientas, válvulas de control posicionados entre sí, martillos neumáticos, prensas neumáticas, robots industriales, frenos neumáticos”.

La neumática se fundamenta en la conducción de aire a presión también precisa de una estación de generación y preparación del aire comprimido formado por un compresor de aire, un depósito, un sistema de preparación del aire (filtro, regulador de presión y lubricador), una red de tuberías para llegar al actuador y un conjunto de preparación del aire para cada dispositivo neumático individual como se muestra en la figura 1.1.

FIGURA 1.1

#### PREPARACIÓN DE AIRE

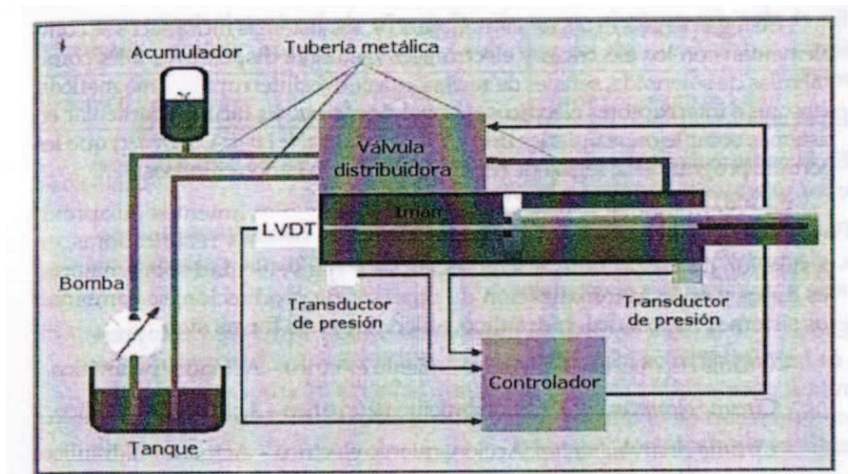


Fuente: <http://blogspot.com/2010/10/circuitos-neumaticos.html>

### 1.1.1.2 Plegadoras hidráulicas

CREUS, Antonio (2011, Pág. 2) Menciona que “La hidráulica utiliza fundamentalmente los fluidos hidráulicos como medios de presión para mover los pistones de los cilindros. En la figura 1.2 se personifica el movimiento típico de un pistón dentro del cilindro gracias a la energía proporcionada por un sistema hidráulico formado por una bomba, un depósito y un conjunto de tuberías que llevan el fluido a presión hasta los sitios de utilización”.

**FIGURA 1.2**  
**PISTÓN DENTRO DEL CILINDRO EN UN SISTEMA HIDRÁULICO**



Fuente: CREUS, Antonio

ROLDÁN, José (2005, Pág. 329) Señala que “La hidráulica utiliza como elemento transmisor de la energía fluidos hidráulicos. Estos fluidos son poco compresibles y sus principales propiedades son las que se citan a continuación: Transmisión de energía con el máximo rendimiento posible. Mantener el conjunto del circuito a niveles razonables de temperatura”.

Los sistemas hidráulicos emplean un líquido como modo de transformar un tipo de energía en otra dando gran potencia de transmisión de fuerza necesaria para

mover y hacer mover mecanismos, generalmente consiste en aumentar la presión de un fluido por medio de elementos hidráulicos para ser utilizado como un trabajo útil para el desarrollo de un determinado proceso.

Correlativamente los sistemas neumáticos e hidráulicos se complementan con los eléctricos y electrónicos mediante mecanismos tales como válvulas solenoide, señales de realimentación, interruptores magnéticos, sensores e interruptores eléctricos de final de carrera. Es fácil, en particular las técnicas complejas, acoplarles un PLC (Programmable Logic Controller) que les permite programar la lógica de funcionamiento de varios cilindros.

## **1.2 PRENSA HIDRÁULICA**

Es una máquina herramienta que tiene como finalidad lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material, mediante la aplicación de una carga. Es considerable observar el trabajo de una prensa de gran tamaño que de un solo golpe nos produce el techo de un automóvil cuya forma puede ser sencilla y que sale de la prensa fuera de un raspadura o falla, a pesar de la importancia del trabajo efectuado y de la velocidad de la operación, la prensa es capaz de producir piezas semejantes rápidamente.

### **1.2.1 Partes integrales de una prensa hidráulica**

La máquina está constituida por las siguientes partes fundamentales:

Sistema hidráulico.

Sistema eléctrico.

Sistema electrónico.

Estructura soportante.

Matrices.

### **1.2.2 Ventajas del uso de la prensa hidráulica**

La fuerza total por toda la carrera, es posible mantener el total de la fuerza por lo largo de la carrera, no simplemente al fondo o el final de la carrera como en las prensas mecánicas. Consecuentemente sus carreras entre 12, 18 y de 24 pulgadas son comunes actualmente permite aumentar sus distancias de cualquier medida, Virtualmente, es muy permisible la instalación de las mesas (platinas) grandes en las prensas pequeñas o la aumentación de cualquiera platina.

En una prensa hidráulica se puede controlar distancias de profundidad, aproximación, tiempos de trabajo, o toda una secuencia de operación, por medio de temporizadores, alimentadores, calentadores. Por este motivo una presa hidráulica no solo sube y baja, como lo imaginaría una presa mecánica.

### **1.2.3 Limitaciones de la prensa hidráulica**

La rapidez no demuestra una prensa hidráulica que sea tan rápida como una mecánica, coexiste que solo importa que la prensa sea rápida y la alimentación sea corta, es mejor una prensa mecánica.

La longitud de la carrera con el uso de un control de límite de corrida con límites electromecánicos, solo se espera una tolerancia de 0.020", con el control electrónico de carrera (escala lineal) se podrá esperar un tolerancia de 0.010".

### **1.2.4 Vida de la herramienta de doblado**

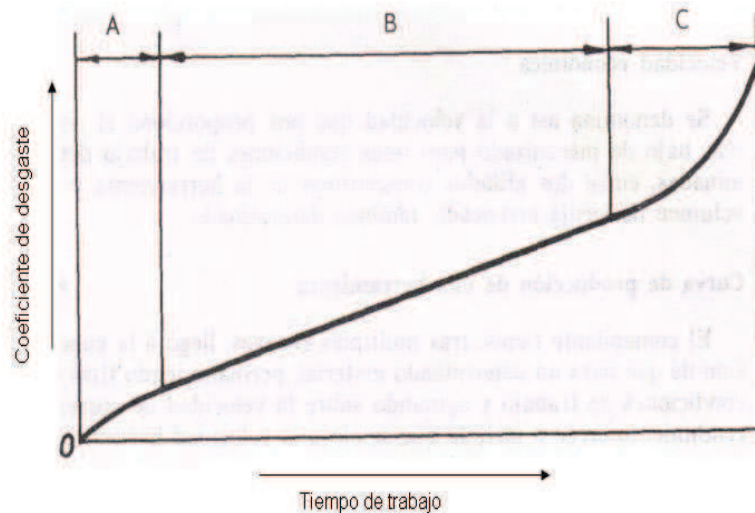
Por herramientas se entiende aquel instrumento que por su forma especial y por su modo de empleo, modifica paulatinamente el aspecto de un cuerpo hasta

conseguir el objeto deseado, empleando el mínimo de tiempo y gastando la mínima energía.

#### 1.2.4.1 Vida del filo de la herramienta de dobléz

**Astudillo (Pág. 19)** Marca que “La duración del filo de la herramienta de doblado viene condicionada, de una parte, por la calidad de dobléz, y de otra por el criterio de durabilidad adoptado para la parte activa. La figura 1.3 muestra un gráfico en el que el espacio A, corresponde a ese pequeño desgaste que origina el desprendimiento de partículas microscópicas dejadas en la herramienta al ser afilada. El espacio B corresponde al tiempo en que la herramienta da su mayor rendimiento, es decir, tiempo de duración económica. El segmento C representa el tiempo que por estar la herramienta agotada da lugar a una rápida destrucción de la misma, cuando se sigue trabajando”.

**FIGURA 1.3**  
**CURVA DE LA VIDA DEL FILO DE UNA HERRAMIENTA**



**Fuente:** Astudillo F., Máquinas Herramientas.

### **1.2.4.2 Selección de herramientas para el doblado**

#### **a. Material**

El entendimiento de las características del material de la pieza de trabajo, se concentra su dureza, la calidad de material, el tipo de acabado requerido y la rigidez son áreas que requieren una examinación primordial para el proceso de selección de dobleces.

#### **b. Máquina herramienta**

Es necesario considerar la potencia de la máquina herramienta, el rango y las velocidades disponibles, la alimentación del motor y la rigidez general de la máquina para lograr seleccionar un doblado que mejor coincida con las condiciones manejables que se presenten.

#### **c. Sujeción de la pieza**

Una sujeción débil, limita a los dobleces para ser usados en una operación exitosa. Una sujeción rígida, permite un mayor rango de estilos de dobleces.

#### **d. Vibraciones en las operaciones de doblado**

El avance entre la herramienta y la lámina metálica son frecuentemente restringidos por las vibraciones. Este fenómeno consiste en un movimiento



vibratorio indeseable entre la herramienta y la lámina, cuyo resultado es un acabado superficial irregular en la pieza.

#### **1.2.4.3 Frecuencia de cambio de la herramienta**

La frecuencia de cambio de la matriz, indica la cantidad de piezas a doblar o a ser formadas de acuerdo al molde colocado en la máquina se lo realiza entre dos superficies consecutivas según el filo de la cuchilla superior y la otra inferior que soportará la presión ejercida para obtener la pieza deseada por el operario, de acuerdo con el criterio de durabilidad de la matriz.

#### **1.2.4.4 Calculo de parámetros**

##### **a. Potencia de doblado**

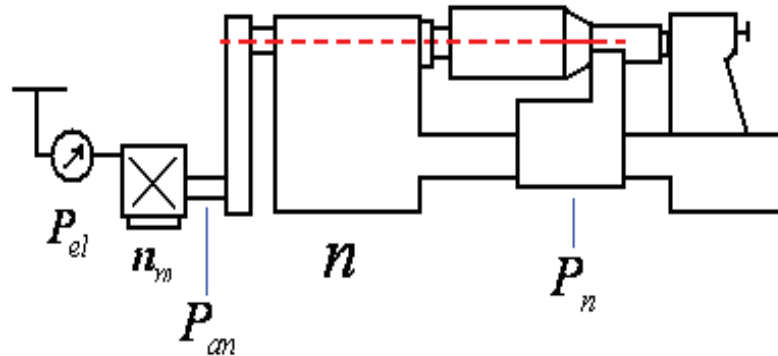
Es la fuerza más substancial a tener en cuenta, ya que sirve para el doblado del material, debido a esto se toma en cuenta la fuerza tangencial,  $F_t$ , ya que afecta en forma decisiva a la potencia de la máquina y la única que se tendrá en cuenta para el cálculo de la potencia de doblado.

##### **b. Potencia eléctrica**

La potencia eléctrica instalada  $P_{el}$  es la potencia absorbida por el motor de accionamiento, y se puede determinar por medio de aparatos eléctricos de medida; por ejemplo midiendo la intensidad de corriente absorbida por el motor.

La figura 1.4 indica en qué lugares de la cadena cinemática se debe medir las distintas potencias.

**FIGURA 1.4**  
**FLUJO DE ENERGÍA EN UNA MÁQUINA - HERRAMIENTA**



Fuente: [www.ask.com/Flujo+De+Energía](http://www.ask.com/Flujo+De+Energía)

**Dónde:**

**$P_{el}$ :** Potencia eléctrica.

**$n_m$ :** Rendimiento mecánico del motor.

**$P_{an}$ :** Potencia de accionamiento.

**$n$ :** Rendimiento de la máquina - herramienta.

**$P_n$ :** Potencia útil.

### c. Potencia de accionamiento

La medida de la potencia de accionamiento esta expresada por la ecuación.

$$P_{an} = n_m * P_{el}$$

**Ec. 1.1**

**Dónde:**

$n_m$ : Rendimiento mecánico del motor.

$P_{el}$ : Potencia eléctrica.

El cual puede hallarse por medio de ensayos o de la curva de rendimiento suministrada por el fabricante.

#### **d. Potencia útil**

La potencia útil  $P_n$  se deduce de la fuerza de doblado o de los momentos de la máquina:

$$P_n = M * \omega = M * 2\pi * n \quad \text{Ec. 1.2}$$

**Dónde:**

$P_n$ : Potencia útil.

$n$ : Rendimiento de la máquina - herramienta.

### **1.3 SISTEMA HIDRÁULICO**

**JHON Jaime (2002, Pág. 9)** Señala que: “Los sistemas hidráulicos utilizan líquidos, generalmente agua o aceite, para convertir el flujo de los mismos en movimientos lineales o circulares. Los sistemas hidráulicos se usan cuando los movimientos necesitan mucha fuerza para ser accionados”.

La Hidráulica es un proceso que emplea el aceite hidráulico como modo de transmisión de energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos, el

lubricante es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la ley de los gases ideales.

### **1.3.1 Aceite hidráulico**

Suelen ser utilizados para lubricar y mantener piezas móviles ya sea de distintos tipos de máquinas, motores, cilindros su viscosidad depende del grado de contenido según el tipo de aceites como se muestra en la figura 1.5.

**FIGURA 1.5**

**ACEITE**



**Fuente:** <http://www.google.com.ec/imgres?q=aceite+hidraulico+grado+68&start>

#### **1.3.1.1 Tipos de aceite**

SAE 15 W40 URSA PREMIUN TDX

RANDON HD 46

REGAL 100

ACEITE HIDRÁULICO ISO VG 68

### 1.3.2 BOMBAS

**García Carlos (2000, Pág. 133)** Revela que “En los diversos campos de la industria es aplicable la tecnología automática, una inmensa variedad de maquinaria construida es útil para transformar la energía hidráulica en energía mecánica y viceversa”.

Los fluidos, entre ellos la transmisión automática de un automóvil, utilizan aceites como agentes de transferencia para alterar la energía mecánica. Las bombas añaden energía a los fluidos para asegurar la aplicación más eficiente y apropiada de sus productos.

#### 1.3.2.1 Bombas hidráulicas

**CREUS, Antonio (2011, Pág. 229)** Señala que: “En un sistema hidráulico, la bomba aporta la presión necesaria sobre el fluido hidráulico para que el circuito pueda proporcionar la potencia requerida por los equipos que alimenta, mientras que el cilindro o el motor realice el trabajo externo requerido por una carga. La presión de trabajo se consigue porque los fluidos hidráulicos son prácticamente incompresibles, la fuerza mecánica proporcionada por un motor eléctrico o de gasolina o por cualquier otro dispositivo”.

Una bomba hidráulica es un dispositivo, que recibiendo energía mecánica de una fuente exterior, la transforma en energía de presión transmisible de un lugar a otro de un proceso hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente a esa presión. Cuando esté en funcionamiento, una bomba hidráulica crea un vacío parcial en su entrada, permitiendo que la presión atmosférica en el depósito del fluido empuje el fluido hidráulico por el colador hacia la bomba.

Para establecer el desplazamiento volumétrico de la bomba que necesitamos en nuestro sistema, utilizamos la siguiente fórmula:

$$Dv = \frac{\text{GPM} \times 231}{\text{RPM}}$$

Ec. 1.3

**Dónde:**

**Dv:** Desplazamiento volumétrico de la bomba en pulgadas cúbicas por revolución.

**GPM:** Máximo caudal requerido por el sistema en galones por minuto.

**RPM:** Revoluciones por minuto a las que girará la bomba hidráulica.

### 1.3.2.2 Clasificación de las bombas

Las bombas de desplazamiento positivo constan equipadas con un sello mecánico (engranajes, paletas, impelentes) entre la entrada y salida que reduce el escape para la disminución de su rapidez. Por lo tanto la salida de las bombas de desplazamiento positivo casi es inafectada por las variaciones que ocurren en la presión del método.

De igual forma el desplazamiento no positivo no tiene un sello interno positivo contra el escape de disminución de la velocidad. Debido a esta pérdida de velocidad la descarga de estas bombas disminuye a medida que aumenta la contrapresión del sistema. Sin embargo, las bombas de desplazamiento no positivo descargan un caudal continuo, mientras que la de desplazamiento positivo descarga un caudal a pulsaciones. Virtualmente todas las bombas del sistema hidráulico son de desplazamiento positivo.

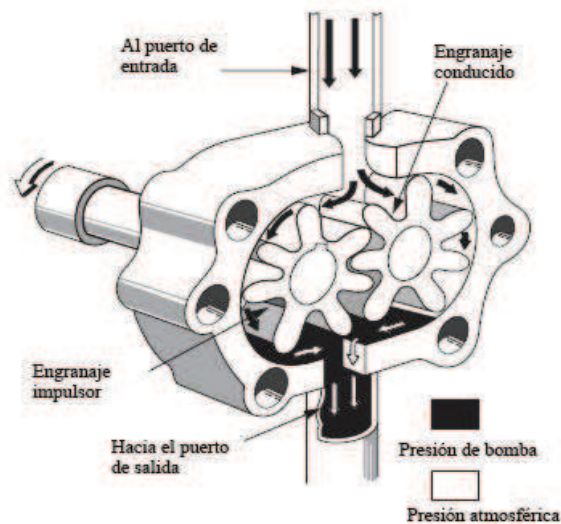
#### a. Bomba de engranajes

**CREUS, Antonio (2011, Pág. 238)** Dice que: La caja de la bomba contiene dos engranajes que engranan entre si y giran en direcciones opuestas mediante un motor externo. El flujo hidráulico fluye por el orificio de entrada y es atrapado por

los dos engranajes fluyendo entre los huelgos existentes entre la caja y los engranajes y sale por los orificios de salida bajo presión”.

Este es uno de los tipos más populares de bombas de caudal constante, sobre todo si es de engranajes exteriores. En su forma más común, se componen de dos piñones dentados acoplados entre sí que proporcionan vueltas, con cierto juego, dentro de un cuerpo estático. En la figura 1.6 se puede observar las partes que contiene una bomba de engranajes.

**FIGURA 1.6**  
**BOMBA DE ENGRANAJES**



Fuente: [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

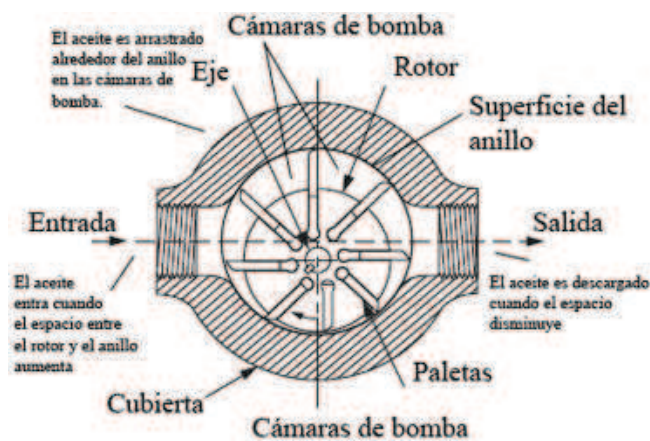
#### **b. Bomba de paletas**

**ZUBICARAG VIEJO, Manuel (Pág. 45)** Exhibe que “Con este diseño un rotor ranurado es girado por la flecha impulsora. Las paletas planas rectangulares se conmueven acercándose o alejándose de las ranuras del rotor y siguen a la forma de la carcasa o caja de la bomba. El rotor está colocado excéntrico con respecto al eje de la caja de la bomba. La rotación en el sentido de las manecillas del reloj del

rotor en virtud de la mayor área que hay entre dicho rotor y la cavidad de la caja, producirá un vacío en la admisión y la entrada del aceite en los volúmenes formados entre las paletas.”.

El fluido entra en la cámara de la bomba creada por las paletas existentes para impulsar el aceite mediante el giro que producen presionadas por un muelle y una fuerza centrífuga y la presión hidráulica se ajusta a las paredes interiores de la caja, en la figura 1.7 se muestra las partes que forman la bomba de paletas .

**FIGURA 1.7**  
**BOMBA DE PALETAS**



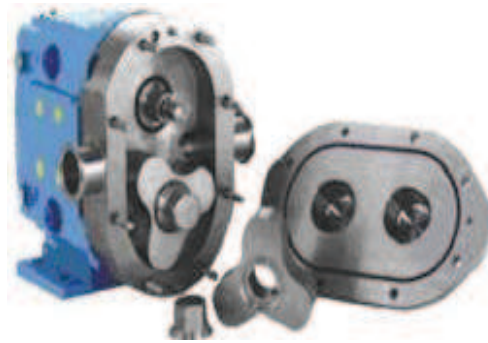
**Fuente:** Zubicarag Viejo, Manuel

### c. Bomba de lóbulos

Son bombas rotativas de engranajes externos, que difieren de estas en la forma de accionamiento de los engranajes como se observa en la figura 1.8. Además los engranajes tienen sólo tres dientes que son mucho más anchos y más redondeados que los de una bomba de engranajes externos por lo cual son accionados independientemente por medio de un sistema de engranajes externo a la cámara de bombeo. Esta bomba es más adecuada para utilizarla con fluidos más sensibles al cizalle, lo mismo que para fluidos con gases o partículas atrapadas.



**FIGURA 1.8**  
**BOMBA DE PALETAS**



**Fuente:** [es.scribd.com/doc/39167018/01-Bombas-hidraulicas-y-aplicaciones](https://es.scribd.com/doc/39167018/01-Bombas-hidraulicas-y-aplicaciones)

**d. Bomba de tornillo**

Constituye una bomba hidráulica considerada de desplazamiento positivo, que se diferencia de las habituales, más conocidas como bombas centrífugas. Esta bomba utiliza un tornillo helicoidal excéntrico que se mueve dentro de una camisa y hace filtrar el líquido entre el tornillo y la camisa. Específicamente es manipulada para bombear fluido viscoso, con alto contenido de sólido, que no necesiten removerse o que formen espumas si se agitan en comparación con la bomba de tornillo que desplaza el líquido, no sufre movimientos bruscos, logrando incluso proporcionar bombeo de líquidos de alta viscosidad como se observa en la figura 1.9.

**FIGURA 1.9**  
**BOMBA DE TORNILLO**



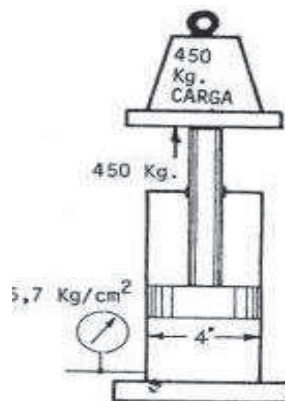
**Fuente:** [www.ecured.cu/index.php/Bomba\\_de\\_tornillo](http://www.ecured.cu/index.php/Bomba_de_tornillo)

### 1.3.3 Cilindro hidráulico

**ROLDAN José (2005, Pág. 334)** “Los cilindros hidráulicos (también llamados motores hidráulicos lineales) son actuadores mecánicos que son aplicados para dar una fuerza a través de un recorrido lineal, es decir, que convierte la potencia fluida a lineal, o en línea recta, fuerza y movimiento. La presión del fluido establece la fuerza de empuje del cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo”.

Un cilindro hidráulico funciona con aceite para admitir mayor presión como se observa en la figura 1.10, con lo que también se puede efectuar más fuerza, por lo tanto cuando necesitemos un sistema con mucha fuerza usaremos el sistema hidráulico. Igualmente está formado por un émbolo o pistón conectado a un vástago operando dentro de un tubo cilíndrico comúnmente llamado camisa.

**FIGURA 1.10**  
**CILINDRO HIDRÁULICO**



**Fuente:** <http://www.smcworld.com>

#### 1.3.3.1 Tipos de cilindros

Existen varios tipos o clases de cilindros hidráulicos. La construcción en material de numerosos cilindros es muy equivalente a la construcción de los cilindros

neumáticos, por ende, lo que hace diferente es el material empleado para su construcción.

#### **a. Cilindro hidráulico tipo buzo**

Es el representativo cilindro que encontramos en los gatos o elevadores hidráulicos. Ejecutan la presión en una sola dirección, liberándose dicha presión cuando accionamos algún tipo de mecanismo, ya sea una palanca, llave o pulsador. Solo disponen de una cámara, se suelen montar en vertical porque el retorno se hace por la fuerza de la gravedad. También llamados de simple efecto.

#### **b. Cilindro hidráulico tipo simple efecto**

Este tipo de cilindro puede ser de empuje o tracción. El retorno del vástago se realiza mediante la fuerza de gravedad, el peso de una carga o por medio de un muelle. Es costumbre encontrar en este cilindro un orificio para que la cámara no se llene de aire.

#### **c. Cilindro hidráulico tipo doble efecto**

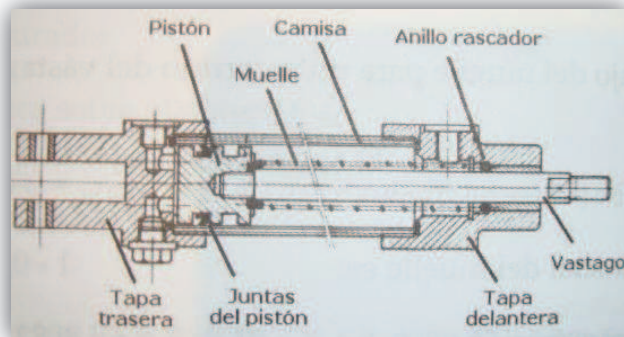
Este ejemplo de cilindro figura de dos orificios que hacen de entrada y salida de fluido, de manera indistinta, incluso pueden llevar de fabricación válvulas para regular la velocidad de desplazamiento del vástago, también fundamentan ir acompañados de válvulas distribuidoras, reguladoras y de presión en su montaje en la disposición requerida para cumplir diferentes trabajos ineludibles.

### 1.3.3.2 Partes de un cilindro

En la figura 1.11 se observa las partes principales de un cilindro como son:

- Tapas trasera y delantera.
- Camisa donde se mueve el pistón.
- Muelle.
- Pistón.
- Junta estática y dinámicas.
- Anillo rascador que limpia el vástago.
- Vástago.

**FIGURA 1.11**  
**PARTES DE UN CILINDRO HIDRÁULICO**



Fuente: <http://www.smcworld.com>

### 1.3.3.3 Cálculo de un cilindro

Las trascendentales variables a considerar en la selección de los cilindros hidráulicos son la fuerza del cilindro, la carga, el consumo de aceite y la velocidad del pistón.

### a. Fuerza del cilindro

La fuerza del cilindro es una función del diámetro del cilindro, de la presión del aceite y del roce del émbolo, que depende de la velocidad del émbolo y que se toma en el momento de arranque. La fuerza que el aceite ejerce sobre el pistón es:

$$F = P_{aceite} * A_{pistón} \quad \text{Ec. 1.4}$$

Trabajando en unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI), la longitud es el metro (m), la fuerza viene dada en newton (N) y la presión en Pascal (Pa) que es la presión ejercida por una fuerza de 1N (Newton) sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup> normal a la misma, o sea N/m<sup>2</sup>.

Para solucionar cálculos se utiliza la fuerza en newton, la presión en bar, el diámetro en mm, y la superficie en mm<sup>2</sup>. De este modo, la fórmula anterior pasa a ser:

$$F = \frac{P_{aceite} \text{ bar} * \text{Area pistón (mm}^2\text{)}}{10} \quad \text{Ec. 1.5}$$

**Dónde:**

**F:** Fuerza (newton).

**P:** Presión del aceite (bar).

**A:** Área (mm<sup>2</sup>)

Los cilindros de doble efecto no cuentan con un resorte para volver a su posición de equilibrio, así su fuerza no disminuye en la carrera de avance, pero si en su

carrera de retroceso, debido a la disminución del área del émbolo por la existencia del vástago. Las expresiones matemáticas correspondientes son:

$$F_{avance} = P_{aceite} * \frac{\pi * D^2}{40} F_{retroceso} = P_{aceite} * \frac{\pi * (D^2 - d^2)}{40} \quad \text{Ec. 1.6}$$

El rozamiento del pistón en su movimiento equivale a un valor comprendido entre el 3% y el 10% de la fuerza calculada.

El área de cada cilindro se determina a partir de la fórmula:

$$A = \pi * r^2 \quad \text{Ec. 1.7}$$

**Dónde:**

**A:** Área

**$\pi$ :** Pi

**r:** radio

Diámetro del cilindro:  $A = \frac{\pi d^2}{4}$  Ec. 1.8

Suponiendo:  $A = \frac{F}{P}$

El área es igual a la fuerza ejercida, entre la presión:

Se deduce:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{F}{P}$$

Entonces:

$$d^2 = \frac{4F}{\pi P} \quad \text{Ec. 1.9}$$

Para determinar el caudal requerido, a la salida de los vástagos se determina la siguiente fórmula:

$$Qs = \frac{x}{ts} As \quad \text{Ec. 1.10}$$

**Dónde:**

**Qs:** Caudal requerido a la salida.

**X:** Carrera.

**Ts:** Tiempo de salida.

**As:** Área de trabajo.

#### 1.3.4 Tubos, mangueras y accesorios

Los tubos y mangueras se emplean para transferir diversas clases de fluidos. Cuando se emplean en un procedimiento hidráulico, estos elementos deben proporcionar un trayecto directo eficiente desde la bomba hasta las válvulas de control, actuadores y luego de vuelta al depósito.

Los conductos hidráulicos no deben sufrir pérdidas de fuerza hidráulica y deben ser lo suficientemente fuertes para resistir las presiones que conduzcan en diferentes campos de la manufactura. Tampoco deben hacer aumentos ni reducciones súbitas en el tamaño del conducto del caudal a manera de curvas muy profundas y conexiones muy complicadas para obstruir o amortiguar el caudal del fluido.

Para la obtención del diámetro de las tuberías se utilizara la siguiente fórmula:

$$Q = A x v \quad \text{Ec. 1.11}$$

Entonces:

$$v = \frac{Q}{A}$$

**Dónde:**

**Q:** Caudal.

**A:** Área.

**v:** Velocidad.

Remplazado la fórmula de área tenemos:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \times v \quad \text{Ec. 1.12}$$

Despejando d tenemos:

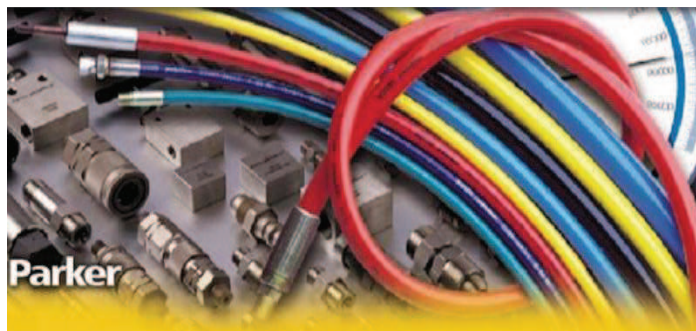
$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad \text{Ec. 1.13}$$

Las mangueras hidráulicas posan de un tubo interior para llevar el fluido, una capa de refuerzo para el tubo interior y un revestimiento que protege a este refuerzo contra los daños producidos mecánicamente o por la corrosión.

El tubo interior consta de un caucho sintético, nylon, teflón u otros materiales que son suaves como se observa en la figura 1.12, resistente a la temperatura y compatibles con los fluidos hidráulicos.

**FIGURA 1.12**

**TUBOS, MANGUERAS Y ACCESORIOS**



**Fuente:** tienda.blasisl.com

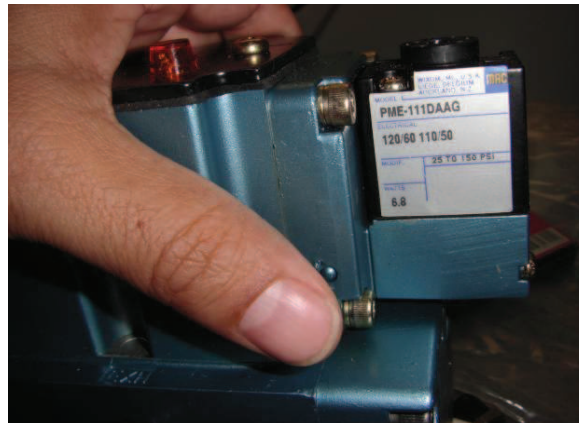


### 1.3.5 Electroválvula

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería como se observa en la figura 1.13. No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.

**FIGURA 1.13**

### **ELECTROVÁLVULA**



**Fuente:** <http://www.google.com.ec/imgres?q=electrovalvula+on+off&um>

### 2.3.6 Pérdidas de energía

Las pérdidas de presión en los sistemas hidráulicos se presentan por distintos motivos ya sea en las líneas de succión o descarga aplicaremos la siguiente fórmula:

$$Q = Vm * At \quad \text{Ec. 1.14}$$

$$Vm = \frac{Q}{At}$$

Calculo del número de Reynolds:

$$NR = \frac{V_m * D}{\nu} \quad \text{Ec. 1.15}$$

Se calcula la pérdida de energía debido a la fricción utilizando la ecuación de Darcy:

$$hLP = f * \frac{L}{D} * \frac{V_m^2}{2g} \quad \text{Ec. 1.16}$$

**Dónde:**

**f:** Factor de fricción

**L:** Longitud total de la tubería.

**D:** Diámetro de la tubería.

**V<sub>m</sub>:** Velocidad media del fluido en la tubería.

**g:** Gravedad.

El factor de fricción **f** para el flujo laminar es:

$$f = \frac{64}{NR} \quad \text{Ec. 1.17}$$

El cálculo de pérdidas en los codos y las juntas se aplica la siguiente ecuación:

$$hLS = K * \frac{V_m^2}{2g} \quad \text{Ec. 1.18}$$

Las pérdidas en el sistema son:

$$HT = HZ + hLP + hLS \quad \text{Ec. 1.19}$$

**HZ:** Es la altura de la base de la bomba hasta el tanque hidráulico.

La potencia necesaria para vencer las pérdidas en la línea de succión por la bomba hidráulica:

$$P = \gamma * Q * HT \quad \text{Ec. 3.20}$$

**Dónde:**

**P:** Potencia.

**$\gamma$ :** Peso específico.

**Q:** Caudal.

**HT:** Perdidas

## 1.4 SISTEMA ELÉCTRICO

### 1.4.1 Motor eléctrico

Un motor eléctrico transforma energía eléctrica en energía mecánica por media interacción electromagnética. Algunos de estos 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.

Los motores eléctricos, sitúan funcionamiento, cumpliendo a un mando manual o un programa preestablecido. Se detienen cuando se alcanza un nivel, o se ponen en marcha en el momento que un mecanismo está en una determinada posición, para obtener la potencia se debe tomar en cuenta:

$$P = \frac{P*Q}{\eta\%} \quad \text{Ec. 1.21}$$

**Dónde:**

**P:** Presión del sistema

**Q:** Caudal

**$\eta$ :** Eficacia de la bomba hidráulica

En un motor eléctrico se observa en la figura 1.14, la potencia nominal es la potencia de salida, esto es, la potencia mecánica en el eje del motor; la potencia nominal  $P_N$  es expresado generalmente en Kw, CV o eventualmente en H.P. La potencia (eléctrica) de entrada da generalmente en Kw, es igual a la potencia nominal (en Kw) dividida por el rendimiento del motor ( $\eta$ ).

La corriente nominal de los motores de corriente alterna está dada por las siguientes relaciones:

Monofásicos

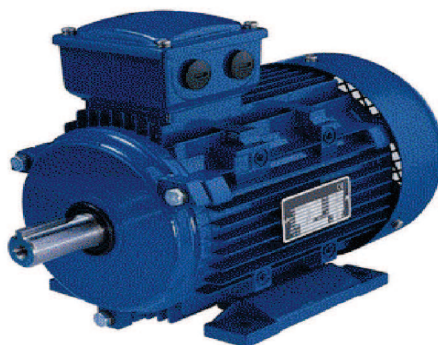
Trifásicos

Siendo:

$V_N$  = Tensión nominal de línea del motor en (V),

$\cos\phi_N$  = Factor de potencia nominal.

**FIGURA 1.14**  
**MOTOR ELÉCTRICO**



**Fuente:** [www.cubasolar.cu](http://www.cubasolar.cu)

## 1.4.2 Contactor

Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, al momento de energizarse la bobina, posee dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden. Es un aparato de interrupción no accionado manualmente, con una sola posición de reposo que corresponde a la apertura de sus contactos está diseñado, para maniobras frecuentes con cargas y sobrecargas normales en la figura 1.15 se observa un contactor.

**FIGURA 1.15**  
**CONTACTOR**



Fuente: spanish.alibaba.com

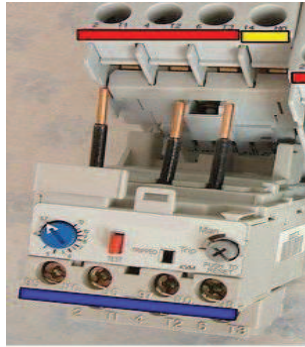
## 1.4.3 Relés

### 1.4.3.1 Relé Térmico

Son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua, son

construidos con láminas bimetálicas con características de intervención a tiempo dependiente del valor de sobrecarga de corriente. Volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos en funcionamiento como se observa en la figura 1.16.

**FIGURA 1.16**  
**RELÉ TÉRMICO**



**Fuente:** spanish.alibaba.com

#### 1.4.3.2 Relé auxiliar

Es un dispositivo electromecánico como se identifica en la figura 1.17, el cual funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

**FIGURA 1.17**  
**RELÉ AUXILIAR**



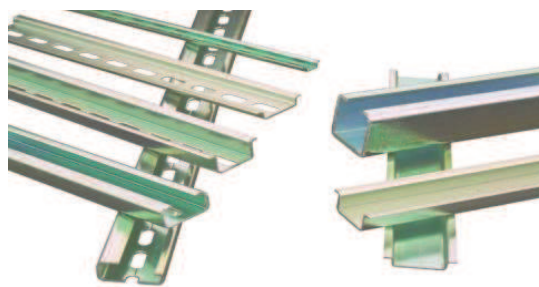
**Fuente:** spanish.alibaba.com

#### 1.4.4 Riel din metálicas

La Riel Din son tiras de acero laminado en frío para uso industrial su función es sujetar los diferentes dispositivos eléctricos, electrónicos ya sea en tableros de automatización y/o control, así de igual forma para el funcionamiento de máquinas automáticas como en la figura 1.18.

**FIGURA 1.18**

#### **RIEL DIN METÁLICAS**



**Fuente:** [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)

#### 1.4.5 Fusible

**Labarta, (2010, Pág. 54)** Enseña que “Son dispositivos de protección frente a sobre intensidades (corto circuito) aplicados a los circuitos de motores a partir de la máxima intensidad previsible por sobre carga”.

Son elementos de protección que sirven para proteger a un motor contra un corto circuito o los distintos incorporados al sistema, para que no exista ningún daño contra cualquier elemento y así no falle la máquina un ejemplo tenemos en la figura 1.19.

**FIGURA 1.19**

**FUSIBLE**



**Fuente:** [www.punto.electrico](http://www.punto.electrico)

**1.4.6 Canaleta**

**Rivero, (2010, Pág. 34)** Menciona que “Se utiliza para una protección en el sentido de aislar los conductores eléctricos en tableros industriales y la organización independiente de cada uno de los cables por las ranuras a cierto mando de distribución”.

La figura 1.20 muestra la protección para los cables eléctricos al momento de efectuar una instalación también para que estén colocados de una manera correcta y no ocupen un espacio no adecuado.

**FIGURA 1.20**

**CANALETA**



**Fuente:** [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)



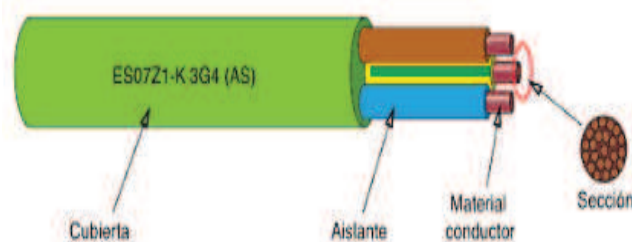
#### 1.4.7 Cable eléctrico

**Sanchez, (2010, Pág. 19)** Revela que “Se llama cable eléctrico al conjunto formado por uno varios conductores y los aislantes que los recubre así como los posibles revestimientos que garanticen su protección las características de los conductores son el material conductor fabricado de cobre, aluminio, acero”.

Para líneas de distribución eléctricas de interiores los conductores deben ser fácilmente identificables como se indica en la figura 1.21 por medio de color que muestra el asilamiento siendo estos los siguientes:

**FIGURA 1.21**

#### **CABLE ELÉCTRICO**



**Fuente:** [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)

#### 1.5 SISTEMAS DE CONTROL

**EROLES, Antonio (2000, Pág. 16)** Exterioriza que “Los sistemas de control son muy comunes en todos los sectores industriales, desde el control de calidad de productos industriales, líneas de ensamble automático, control de máquinas-herramienta, tecnología espacial y armamento, control por computadora, sistemas de transportación, robótica y muchos otros. Incluso problemas como el control de

inventarios y los sistemas de control sociales y financieros, pueden resolverse con enfoques de la teoría de los controles automáticos”.

Un sistema de control nos permite utilizar los elementos electrónicos para facilitar y mejorar los procesos dependiendo de la operación a ser realizada utilizaremos dispositivos diseñados para el efecto, así el operario tiene una mejor manipulación de los dispositivos.

### **1.5.1 Tipos de sistemas de control**

Los autores deducimos que preexisten varios tipos de métodos de control y se clasifican de varios procederes dependiendo los propósitos, de acuerdo con el análisis y diseño los sistemas de control se clasifican en lineales y no lineales, invariantes y variantes con el tiempo, así se tiene procedimiento de control continuo y sistema de control de datos visibles y digitales.

#### **1.5.1.1 Sistemas de control lineal y no lineal**

Esta categorización se basa en los métodos de análisis y diseño. En su concepto estricta, los sistemas lineales no existen en la práctica, pues todos ellos tienen un cierto grado de no linealidad. Los procedimientos de control lineales realimentados son modelos idealizados que sólo existen como concepto en la mente del analista para simplificar el análisis y diseño. Cuando las magnitudes de las señales de un procedimiento de control están limitadas a un intervalo en el que los componentes exhiben características lineales (esto es, se aplica el principio de superposición), el sistema es esencialmente lineal. No obstante, cuando las magnitudes de las señales se extienden más allá del intervalo de la operación lineal, el sistema deja de ser considerado como tal, dependiendo de la magnitud de la no linealidad.

### **1.5.1.2 Sistemas invariantes y variantes con el tiempo**

Cuando los parámetros de un sistema de control son estacionarios con respecto al tiempo durante la operación del mismo, se trata de un sistema invariante con el tiempo. En la práctica, la mayor parte de los sistemas físicos contienen elementos que fluctúan o modifican con el tiempo. Por ejemplo, la resistencia del devanado de un motor eléctrico variará cuando éste sea excitado y se eleve su temperatura. Aunque un sistema variable con el tiempo sin linealidad es todavía un sistema lineal, el análisis y diseño de esta clase de sistemas suelen ser mucho más complejos que los de los lineales invariantes con el tiempo.

### **1.5.1.3 Sistemas de control continuos**

Un sistema continuo es aquel en el que las señales de diferentes partes del sistema son incomparables funciones de la variable continua de tiempo. Entre los sistemas de control continuos, las señales pueden clasificarse como de CA o CC. A diferencia de las definiciones generales de señales CA y CD que se usan en la ingeniería eléctrica, los sistemas de control de CA y CD tienen una categoría específica. Cuando la expresión de un sistema de control de CA casi siempre se está haciendo referencia a señales del sistema que se han modulado de alguna manera. Por otra parte, cuando se trata de un sistema de control de CD, no significa que todas las señales del sistema sean de tipo de corriente directa.

### **1.5.1.4 Sistemas de control de datos muestreados y digitales**

Los medios de control de datos evidentes y digitales difieren de los continuos en cuanto a que las señales en uno o más puntos del sistema aparecen en forma de un

tren de impulsos o un código digital. Por lo general, los sistemas de datos muestreados se refieren a una categoría más general en la que las señales se encuentran en forma de impulsos, mientras que un sistema de control digital se refiere al uso de una computadora digital o controlador en el sistema.

En general, un sistema de datos muestreados recibe datos o información únicamente en forma intermitente en tiempos específicos.

#### **a. Encoder**

Constan de un disco transparente con una serie de marcas o placas colocadas radialmente y equidistantes entre sí, de un sistema de iluminación y de un elemento foto receptor. El eje cuya posición se quiere medir va acoplado al disco, a medida que el eje gira se van generando pulsos en el receptor cada vez que la luz atraviese las marcas, llevando una cuenta de estos pulsos es posible conocer la posición del eje.

La resolución depende del número de marcas que se pueden poner físicamente en el disco. Si se dispone de un detector que se active cuando se ha realizado un giro completo como se observa en la figura 1.22, se calcula la velocidad, el número de vueltas por unidad de tiempo.

**FIGURA 1.22**

**ENCODER**



**Fuente:** [www.plcmarkt.com](http://www.plcmarkt.com)

## 1.6 Pulsadores

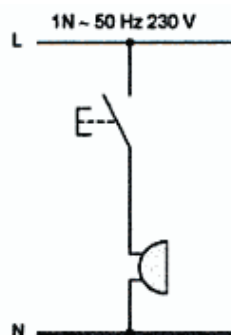
Son dispositivos que se utilizan para un contacto momentáneo ya sea para enviar una orden a un dispositivo eléctrico.

### 1.6.1 Pulsadores normalmente abiertos (NA)

Una aplicación muy básica del pulsador con un contacto abierto es la puesta en funcionamiento un timbre como se observa en la figura 1.23.

**FIGURA 1.23**

**PULSADOR (NA)**



**Fuente:** [www.SIMBOLOS-ELECTRONICOS.NET](http://www.SIMBOLOS-ELECTRONICOS.NET)

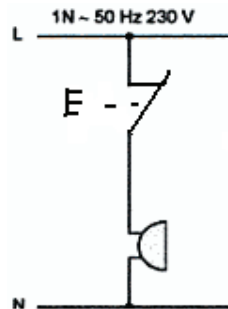
### 1.6.2 Pulsadores normalmente cerrados (NC)

**Giró, (2010, Pág. 24)** Presenta que “La disposición de un pulsador con un contacto cerrado o de apertura es más usual emplearlo en procesos industriales por ejemplo como elemento de parada de un relé o contactor”.

En la figura 1.24 se observa el símbolo eléctrico de un pulsador el cual facilita cortar el paso de la corriente de un determinado elemento.

**FIGURA 1.24**

**PULSADOR (NC)**



**Fuente:** [www.SIMBOLOS-ELECTRONICOS.NET](http://www.SIMBOLOS-ELECTRONICOS.NET)

## 1.7 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

**John, (1997, Pág. 17)** Ostenta que “Un PLC, es un automata programable diseñado para el controlde señales electricas asociadas al control automático de procesos industriales, posee las herramientas necesarias tanto de software como el hardware, para controlar dispositivos externos, resivir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar”.

Un autómatas programable (PLC) es un sistema electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial, que controla una máquina o proceso, y utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar unas soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, recuento y funciones aritméticas con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas.

### 1.7.1 Partes fundamentales

Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S).

La CPU se encarga de todo el control interno y externo del PLC y de la interpretación de las instrucciones del programa. En base a las instrucciones almacenadas en la memoria y en los datos que lee de las entradas, genera las señales de las salidas.

1. La memoria de solo lectura ROM almacena programas para el buen funcionamiento del sistema.
2. La memoria de lectura y escritura RAM está conformada por la memoria de datos, en la que se almacena la información de las entradas y salidas y de variables internas y por la memoria de usuario, en la que se almacena el programa que maneja la lógica del PLC.
3. El sistema de Entradas y Salidas recopila la información del proceso (Entradas) y genera las acciones de control del mismo (salidas).

Los dispositivos conectados a las entradas pueden ser Pulsadores, interruptores, finales de carrera, termostatos, presostatos, detectores de nivel, detectores de proximidad, contactos auxiliares, etc.

Al igual, los dispositivos de salida son también muy variados: Pilotos, relés, contactores, drives o variadores de continuidad, válvulas.

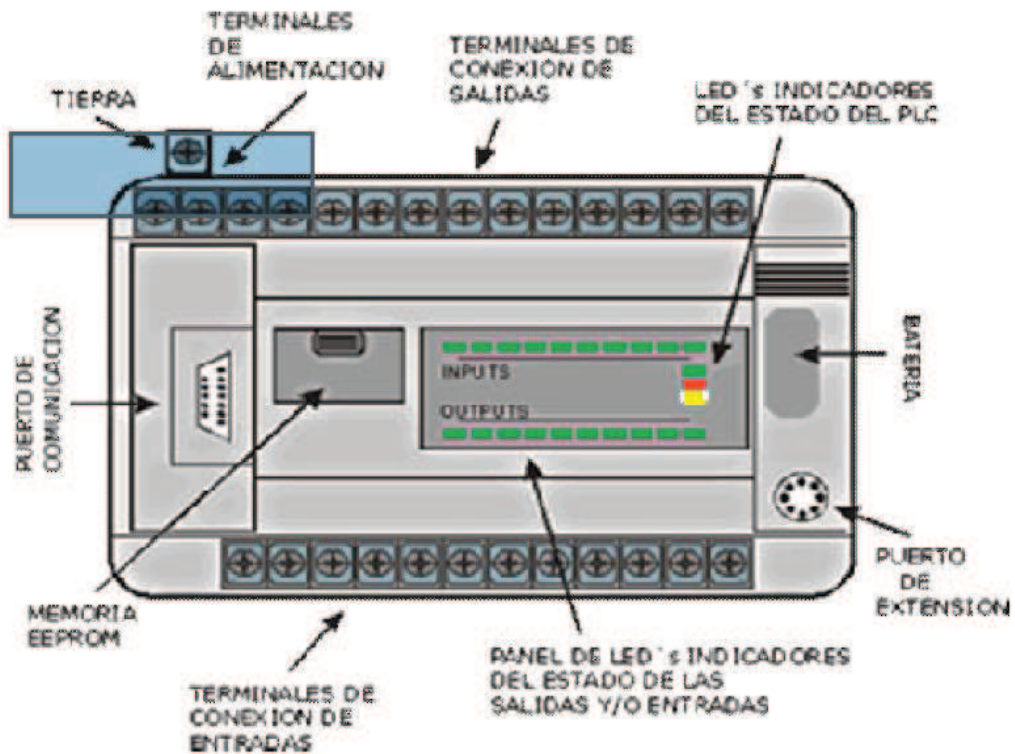
4. Las E/S digitales se identifican por presentar dos estados diferentes: ON u OFF, presencia o ausencia de tensión, contacto abierto o cerrado. Los niveles de tensión de las entradas más comunes son 5 VDC, 24 VDC, 48 VDC y 220 VAC. Los dispositivos de salida más empleados son los relés.

- Las E/S análogas se encargan de convertir una magnitud analógica (tensión o corriente) equivalente a una magnitud física (temperatura, flujo, presión, etc.) en una expresión binaria. Esto se realiza mediante conversores analógico-digitales (ADC's).

### 1.7.2 Estructura de un PLC

Los autómatas programables están compuestos de muchos bloques internos, dependiendo especialmente de la configuración del mismo. Sin embargo, todos se ajustan a ciertos elementos básicos como se muestra en la figura 1.25.

**FIGURA 1.25**  
**ESTRUCTURA**



Fuente: <http://www.unicrom/tutorial.asp>



### **1.7.3 Funcionamiento del PLC**

Cuando se pone en marcha el PLC lo primero que este realiza es una lista de chequeos internos para dar, permitir que todo desde el inicio este en buenas condiciones y todo esté debidamente conectado (Power Supply, conexiones de entradas y salidas).

Una vez verificadas estas demostraciones y son afirmadas, la CPU inicia la exploración del programa y reinicializa. Esto último si el autómata se encuentra en modo RUN (marcha), ya que de estar en modo STOP (paro) aguardaría, sin explorar el programa, hasta la puesta en RUN. Al producirse el paso al modo STOP o si se interrumpe la tensión de alimentación durante un tiempo lo suficientemente largo, la CPU detiene la exploración del programa y luego pone a cero, es decir, desactiva todas las salidas. Mientras se está ejecutando el programa, el CPU realiza en intervalos continuos de tiempo distintas funciones de diagnóstico (watch-dog).

El tiempo total del ciclo de ejecución viene determinado por los tiempos empleados en las distintas operaciones. El tiempo de exploración del programa es variable en función de la cantidad y tipo de las instrucciones así como de la ejecución de subrutinas. El tiempo de exploración es uno de los parámetros que caracteriza a un PLC y generalmente se suele expresar en milisegundos por cada mil instrucciones.

### **1.7.4 Programar la memoria de un PLC**

Al programar un PLC se necesita una interfaz entre el operador y el PLC para introducir en la memoria de usuario el programa con las instrucciones que definen las secuencias de control. Normalmente esta interfaz se lleva a cabo a través de software instalado en Computadores personales (PC).

Dependiendo del tipo de PLC el equipo de programación produce unos códigos de instrucción directamente ejecutables por el procesador o bien un código intermedio, que es interpretado por un programa residente en el procesador (firmware) figura 1.26.

**FIGURA 1.26**

**PANEL DE PROGRAMACIÓN.**



**Fuente:** <http://www.unicrom/tutorial.asp>

La conexión del PC al PLC comúnmente se realiza mediante una conexión en serie (generalmente la RS-232C o la RS-422). Hoy en día existen distintos puertos disponibles según la marca del PLC.

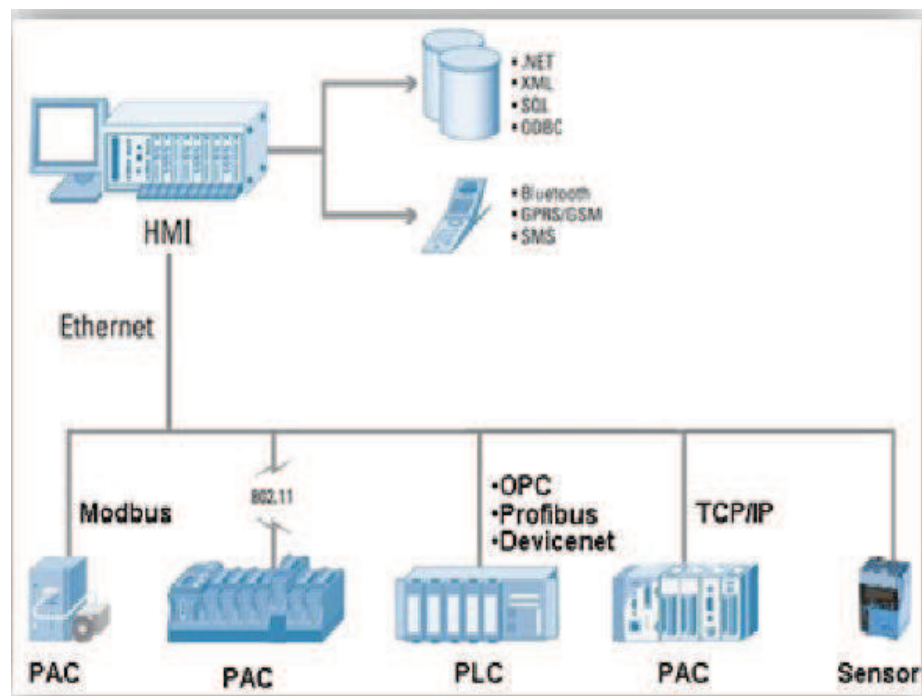
## **1.8 COMUNICACIÓN (HMI)**

La comunicación con los dispositivos de las máquinas o proceso se realiza mediante información de datos empleando las puertas disponibles para ello, tanto en los dispositivos como en los PC.

Actualmente para la comunicación se usa un software, en la figura 1.27 denominado servidor de comunicaciones, el que se encarga de establecer el enlace entre los dispositivos y el software de aplicación (HMI u otros) los cuales son sus clientes. La técnica estandarizada en estos momentos para esto se llama OPC (Ole for Process Control), por lo que contamos entonces con Servidores y Clientes OPC.

**FIGURA 1.27**

**COMUNICACIÓN HMI**



Fuente: <http://www.unicrom/tutorial.asp>

**1.8.1 Operador e interfaz de comunicación (HMI)**

**PEREZ, Enrique (Pág. 360)** Dice que “Los usuarios de los autómatas programables necesitan comunicarse con ellos para llevar a cabo dos funciones fundamentales: Utilizar las herramientas de diseño asistidos por computadora que

el fabricante del autómata programable pone a su disposición. Modificar parámetros y observar el estado de determinadas variables, en especial cuando el proceso controlado es complejo, entre el usuario y la máquina que suele recibir el nombre de HMI”.

HMI se muestra en la figura 1.28 que significa “Human Machine Interface”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas.

**FIGURA 1.28**

**INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA**



**Fuente:** <http://www.unicrom/tutorial.asp>

### 1.8.2 Tipos de HMI

Descontando el método tradicional, podemos distinguir básicamente dos tipos de HMI:

Terminal de Operador, consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen).

PC + Software, esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio.

Respecto al software a instalar en el PC de modo de cumplir la función de HMI hablamos a continuación.

### 1.8.3 Software HMI

**PEREZ, Enrique (Pág. 361)** Señala que “Inicialmente las unidades de programación eran procesadas digitales especializados, comercializado por cada fabricante de autómatas programables para llevar a cabo la tarea de desarrollo del programa de control. El vertiginoso desarrollo de las computadoras personales y en especial de las portátiles hizo que poca a poco se fuese utilizando como estaciones de diseño de sistemas de control basados en autómatas programables para trabajar en ambiente industrial”.

Este software permiten entre otras cosas las siguientes funciones: Interface gráfica de modo de poder ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos, manejo de alarmas. Si bien es cierto sólo con la primera función enunciada es la propiamente HMI, casi todos los proveedores incluyen las otras dos ya sea en el mismo paquete o bien como opcionales en la figura 1.29 se muestra un programa diseñado para una simulación de un proceso determinado para el funcionamiento de una máquina.

Por otro lado, este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación, cual es la tendencia actual.

**FIGURA 1.29**

### **SOFTWARE HMI**



**Fuente:** <http://www.unicrom/tutorial.asp>

## **1.9 CABLE DE COMUNICACIÓN PC CON EL PLC**

**Medina, (2010, Pág. 24)** Imprime que “Este cable nos permite conectarlos a un terminal de programación, o sea al puerto serial del PC y que mediante un programa de aplicación Crear, Transferir, depurar y supervisar el programa que va

a realizar la automatización en la memoria del PLC, así también convierte la señal proveniente del puerto serial de la PC a otra señal que pueda ser interpretada por el controlador lógico programable (PLC)”.

**Peña, (2003, Pág. 28)** señala que “un cable permite una determinada programación de los modelos de los autómatas programables permitiendo transferir en sus lenguajes propios, lista de instrucciones lenguajes de alto nivel, diagramas de contactos o de funciones varios o incluso delos modelos”.

Al programar se realizan sin la conexión física entre el terminal de programación y el autómata programable, una vez finalizado el proceso de programación en la PC, este programa se transfiere a módulos de memoria independientes que se pueden conectar al PLC.

Al realizar la programación a continuación se prueba y se corrigen sobre el mismo autómata que setea unido directamente a la unidad de programación por medio del cable correspondiente.

**FIGURA 1.30**

**CABLE DE COMUNICACIÓN**



**Fuente:** [www.electrocables.com](http://www.electrocables.com)

## **1.10 PREFERENCIAS DE LOS PLC**

En general, los PLC son cada vez más rápidos y más pequeños y como resultado de esto, están ganando capacidades que solían ser dominio exclusivo de la computadora personal (PC) y de las estaciones de trabajo.

Esto se traduce en manejo de datos críticos de manera rápida que se comparte entre el PLC en el piso de la fábrica y el nivel de negocios de la empresa. Ya no se trata de los PLC's antiguos que únicamente controlaban salidas a partir de una lógica y de unas entradas.

Algunas de las características que un PLC puede aportar a sus proyectos de automatización son los servidores web, servidores FTP, envío de e-mail y Bases de Datos Relacionales Internas.



## **CAPÍTULO II**

### **2. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

#### **2.1 Métodos**

En este proyecto de tesis, el capítulo I esta desarrolló mediante el método deductivo, porque va de lo general a lo particular; es decir se emplea información general de distintos elementos que conformaran los sistemas de la máquina de una manera adecuada para este proyecto, además sintético y/o analítico, porque se ha unificado distintos elementos de una forma racional en una nueva totalidad, para que la información sea explicada llegando a ser de gran importancia para el diseño de un sistema semiautomático para una plegadora hidráulica, ya que se obtuvo una información general derivada del conocimiento experimental como: la instalación eléctrica, electrónica e hidráulica para posteriormente obtener los conocimientos requeridos para lograr el funcionamiento de la plegadora.

Los métodos empleados en la investigación bibliográfica son: libros, revistas, documentales, monografías, tesis de grado encontradas en bibliotecas o en los sitios web, la recopilación de información hemos utilizado de guía para conformar el capítulo I.

La recopilación de datos son muy importantes en nuestra investigación, aplicamos la entrevista y la observación, la entrevista se lo realiza de forma escrita a los trabajadores de la empresa con la finalidad de saber si es o no factible la implementación de un sistema semiautomático a una plegadora hidráulica, la

observación se lo realiza directamente en el lugar de estudio para comprobar la verdad o falsedad de las respuestas de la encuesta realizada así comprobar si es factible nuestro proyecto.

La encuesta, observación, entrevista son técnicas empleadas en la investigación de campo para realizar el capítulo II, en este caso se aplicó la encuesta a los trabajadores de la empresa (Carrocerías Centauro), se realizó varias visitas al sitio mediante la observación se comprobó la falta de una plegadora hidráulica en la producción de piezas y partes para los buses.

El análisis de las teorías de diseño e implementación para el sistema semiautomático de una plegadora hidráulica se utiliza para el capítulo III, en la cual se plantea los problemas concretos a ser investigados, en la cual se recopila información general de todos los elementos a ser seleccionados para el presente proyecto, además se emplea el método analítico que consiste en descomponer el objeto de estudio separándolos por partes para ser estudiados individualmente de una mejor manera, donde cada parte es analizada y realizar el cálculo determinado para luego ser incorporado a la máquina.

## **2.2 Técnicas**

La encuesta se realizó a los treinta trabajadores de la empresa carrocerías “CENTAURO”, mediante la cual nos permite obtener información de manera escrita para conocer el estado real la máquina y con los resultados obtenidos de la encuesta saber si es factible o no nuestro proyecto, para implementar un sistema de control semiautomático a la plegadora hidráulica.

La observación directa, nos permite afirmar nuestro objeto de estudio, y conocer el verdadero estado de la máquina, para empezar a conocer cuál es su funcionamiento actual y los elementos que debemos incorporar para mejorar así la plegadora hidráulica brinden un producto de calidad.

### **2.3 Instrumentos**

Por medio de un cuestionario que fue entregado a los trabajadores de la empresa nos ayuden a entender el verdadero problema de la plegadora y como debemos mejorar la máquina para que brinde un mejor funcionamiento así dar seguridad al operario al momento de manipular la plegadora hidráulica.

### **2.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA**

A continuación se pretende realizar el análisis de los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa "CARROCERÍAS CENTAURO".

## 1. ¿Conoce usted las funciones de una plegadora hidráulica?

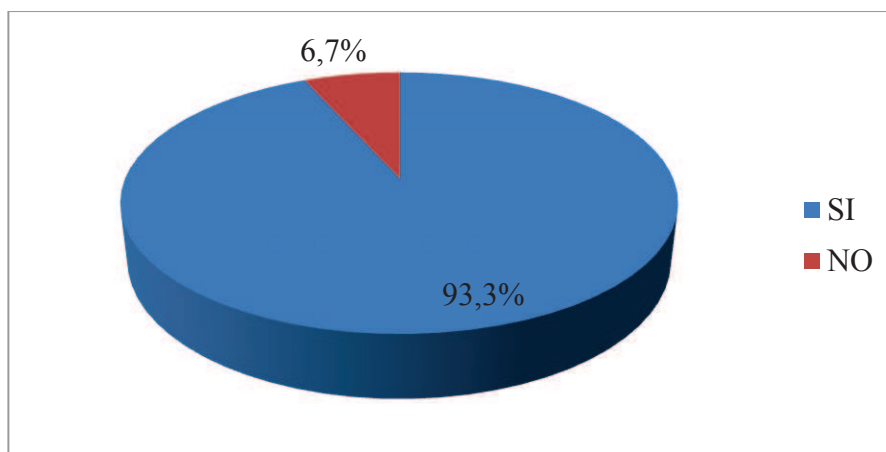
**TABLA N° 1**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	28	93,3%
NO	2	6,7%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,0%</b>

FUENTE: Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

REALIZADO POR: Espín Edison y Oña José

**GRÁFICO N° 1**



FUENTE: Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

REALIZADO POR: Espín Edison y Oña José

### **Análisis e interpretación:**

El 6.7% de los trabajadores de la fábrica Centauro desconocen el funcionamiento de una plegadora, por ser personal nuevo y no tener una introducción adecuada de como manipular la máquina, mientras que el 93.3% de los trabajadores afirman conocer el funcionamiento de la máquina.

2. ¿Considera usted que es factible la implementación de un sistema de control semiautomático en la plegadora?

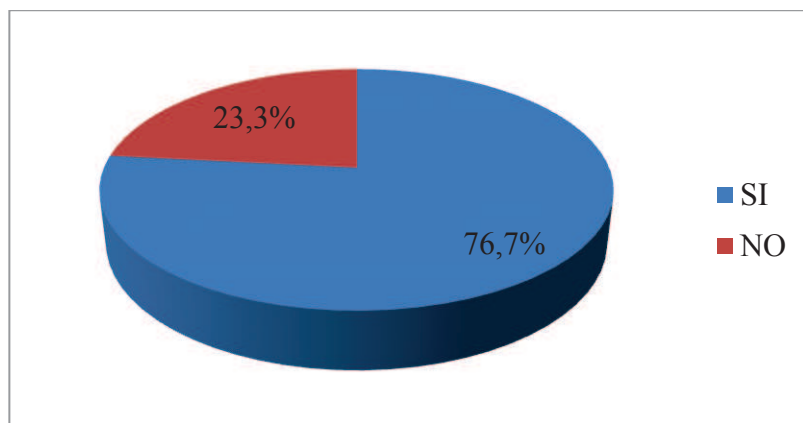
**TABLA N° 2**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	23	76,7%
NO	7	23,3%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,0%</b>

FUENTE: Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

REALIZADO POR: Espín Edison y Oña José

**GRÁFICO N° 2**



FUENTE: Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

REALIZADO POR: Espín Edison y Oña José

**Análisis e interpretación:**

El 23.3% de los trabajadores de la fábrica no están de acuerdo con la automatización de la plegadora porque desconocen cómo va a ser su funcionamiento al utilizarla o al interactuar con ella, mientras que el 76.7% está de acuerdo con el mejoramiento de la máquina porque al realizar un doble tendrá en menor tiempo y será de mejor calidad el producto elaborado por la plegadora.

### 3. ¿Cuáles serían las ventajas de la plegadora semiautomática?

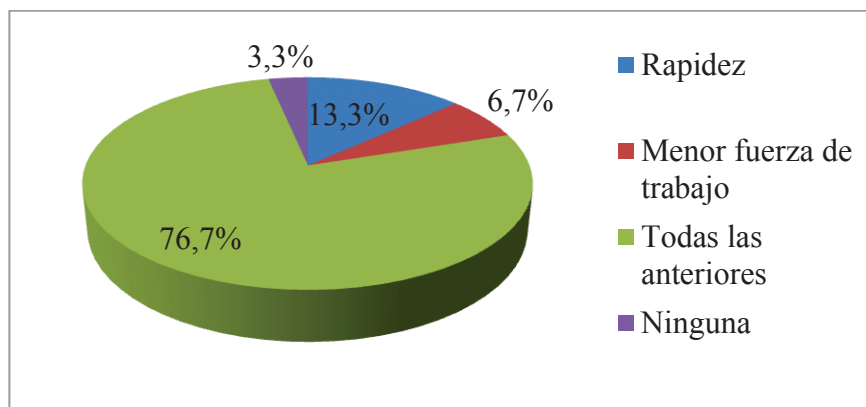
TABLA N° 3

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Rapidez	4	13,3%
Menor fuerza de trabajo	2	6,7%
Todas las anteriores	23	76,7%
Ninguna	1	3,3%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,0%</b>

FUENTE: Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

REALIZADO POR: Espín Edison y Oña José

GRÁFICO N° 3



FUENTE: Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

REALIZADO POR: Espín Edison y Oña José

#### Análisis e interpretación:

El 13.3% de los encuestados cree que con la automatización de la máquina se conservará mayor rapidez en su funcionamiento, mientras que el 6.7% de los encuestados dice que el mejoramiento de la máquina se desperdiciará fuerza de trabajo y se obtendrá un trabajo ineficiente y el 76.7% deduce que al operar la máquina tendrá rapidez pero con menor fuerza al realizar un doblez, mientras que un 3.3% no está de acuerdo con la máquina y su funcionamiento.

**4. ¿Considera que es necesario poner un panel operador e interfaz de comunicación?**

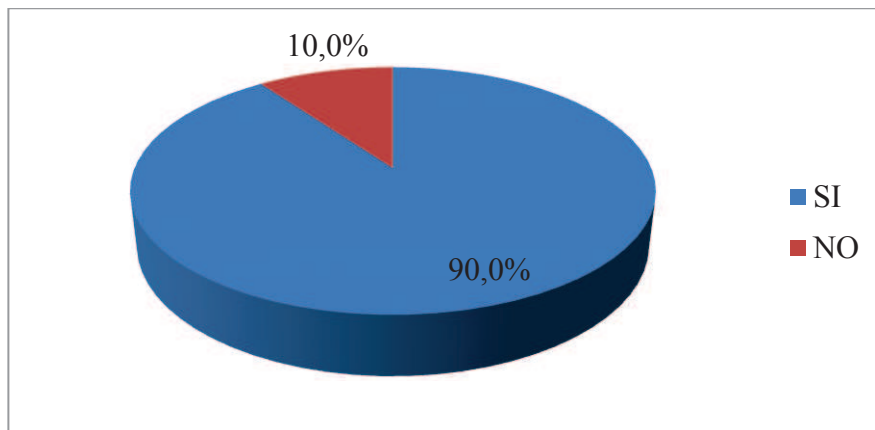
**TABLA N° 4**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	27	90,0%
NO	3	10,0%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,0%</b>

**FUENTE:** Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

**REALIZADO POR:** Espín Edison y Oña José Reinaldo

**GRÁFICO N° 4**



**FUENTE:** Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

**REALIZADO POR:** Espín Edison y Oña José

**Análisis e interpretación:**

El 10% de los trabajadores no está de acuerdo con la instalación de un panel operador en la plegadora por desconocer su funcionamiento y no tener una información adecuada, mientras que el 90% de los trabajadores está de acuerdo con la incorporación de ese sistema a la máquina porque facilitara la manipulación del operador con un menor tiempo y con mayor rendimiento en su función.

## 5. ¿Conoce las funciones de un Controlador Lógico Programable (PLC)?

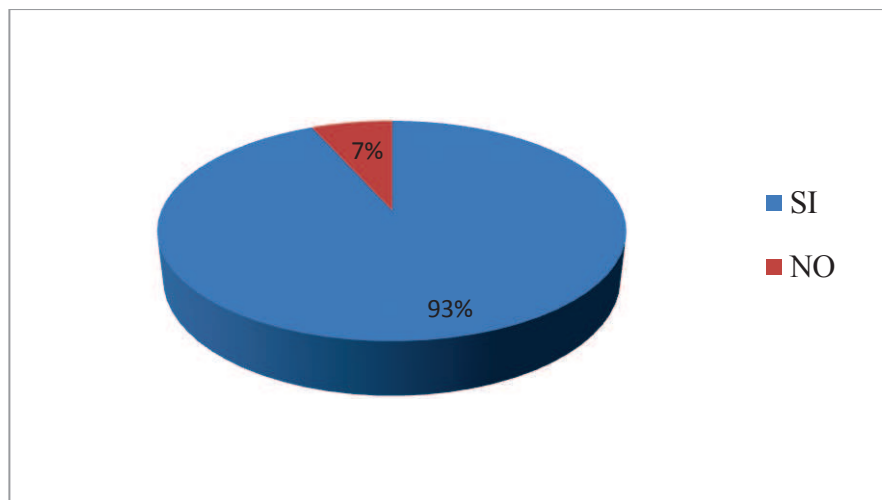
**TABLA N° 5**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	28	93%
NO	2	7%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,0%</b>

**FUENTE:** Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

**REALIZADO POR:** Espín Edison y Oña José

**GRÁFICO N° 5**



**FUENTE:** Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

**REALIZADO POR:** Espín Edison y Oña José

### **Análisis e interpretación:**

El 7% de los encuestados desconocen que es un PLC y cuál será su función en la plegadora por no tener el conocimiento adecuado por el miedo de tener tecnología en una máquina, mientras que el 93% de los encuestados conocen la función que tendrá el PLC en la máquina para que sea eficiente y realice el dobles en menor tiempo para obtener menor pérdida de materiales y un producto de mayor calidad.



**6. ¿Al implementar un PLC a la plegadora hidráulica facilitara su uso?**

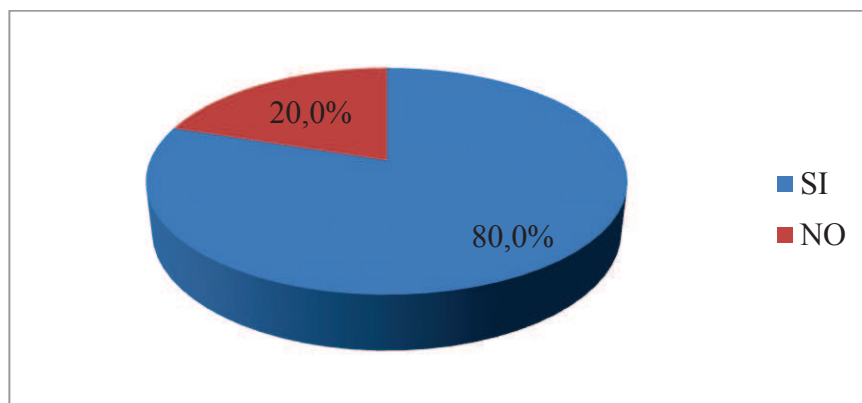
**TABLA N° 6**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	24	80,0%
NO	6	20,0%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,0%</b>

**FUENTE:** Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

**REALIZADO POR:** Espín Edison y Oña José

**GRÁFICO N° 6**



**FUENTE:** Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

**REALIZADO POR:** Espín Edison y Oña José

**Análisis e interpretación:**

El 20% de los encuestados no están de acuerdo por desconocimiento de cómo se va a mejorar la máquina con la incorporación de un controlador lógico programable para que sea más eficaz en su trabajo, mientras que el 80% de los encuestados está de acuerdo porque con el PLC estamos mejorando la máquina y alargando su vida útil y un mejor tiempo de producción de piezas elaboradas por la plegadora.

7. ¿Está usted de acuerdo que en la fábrica se implemente un sistema de control semiautomático para una plegadora hidráulica vertical con panel operador e interfaz de comunicación (HMI)?

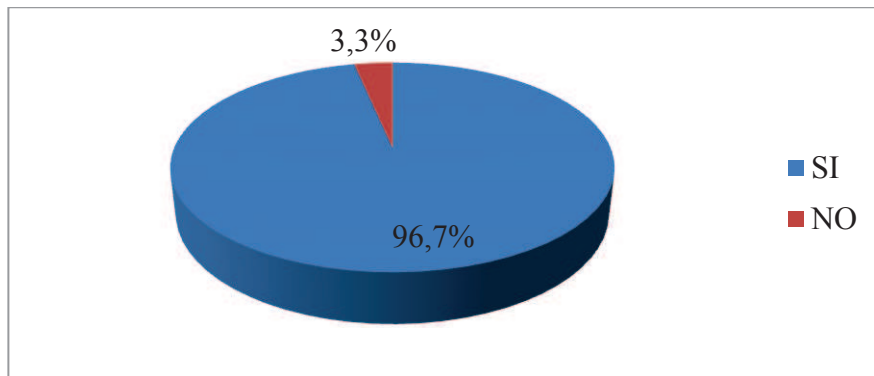
TABLA N° 7

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	29	96,7%
NO	1	3,3%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,0%</b>

FUENTE: Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

REALIZADO POR: Espín Edison y Oña José

GRÁFICO N° 7



FUENTE: Trabajadores de la fábrica de Carrocerías Centauro

REALIZADO POR: Espín Edison y Oña José

**Análisis e interpretación:**

El 3.3% de los trabajadores descarta cómo se debe incorporando tecnología en una fábrica para ser más eficiente en la fabricación de un producto para ser facilitado a un usuario, mientras que el 96.7% de los trabajadores está de acuerdo el mejoramiento de la máquina para realizar un trabajo a menor tiempo, así obtener un mejor rendimiento del operador, así conseguir un mejoramiento continuo en el producto.

## 2.5 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS

En la encuesta realizada a los trabajadores de carrocías “CENTAURO” se obtuvo un total de personas que dijeron SI y otros dijeron NO, analizamos el total de respuestas obteniendo la siguiente tabla.

PREGUNTA	SI	NO	TOTAL
1	28	2	30
2	23	7	30
3	29	1	30
4	27	3	30
5	28	2	30
6	24	6	30
7	29	1	30
<b>TOTAL</b>	<b>188</b>	<b>22</b>	<b>210</b>

Para realizar la investigación se utilizó la siguiente hipótesis:

**Ho:** La implementación de un sistema automatizado a una plegadora, optimizará la elaboración de dobleces normalizados en la empresa Carrocía Centauro ubicada en el sector San Gerardo parroquia 11 de Noviembre “Latacunga”.

**H1:** La implementación de un sistema automatizado a una plegadora, no optimizará la elaboración de dobleces normalizados en la empresa Carrocía Centauro ubicada en el sector San Gerardo parroquia 11 de Noviembre “Latacunga”.

Pregunta # 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7



$$X^2 = \sum \frac{(28 - 26,85)^2}{26,85} + \frac{(2 - 3,14)^2}{3,14} + \frac{(23 - 26,85)^2}{26,85} + \frac{(7 - 3,14)^2}{3,14} + \frac{(29 - 26,85)^2}{26,85} +$$

$$\frac{(1 - 3,14)^2}{3,14} + \frac{(27 - 26,85)^2}{26,85} + \frac{(3 - 3,14)^2}{3,14} + \frac{(28 - 26,85)^2}{26,85} + \frac{(2 - 3,14)^2}{3,14} + \frac{(24 - 26,85)^2}{26,85} +$$

$$\frac{(6 - 3,14)^2}{3,14} + \frac{(29 - 26,85)^2}{26,85} + \frac{(1 - 3,14)^2}{3,14}$$

$$X^2 = 0,041 + 0,41 + 0,55 + 4,74 + 0,17 + 1,45 + 0,001 + 0,006 +$$

$$0,041 + 0,41 + 0,30 + 3,14 + 0,17 + 1,45$$

$$X^2 = 12,71$$

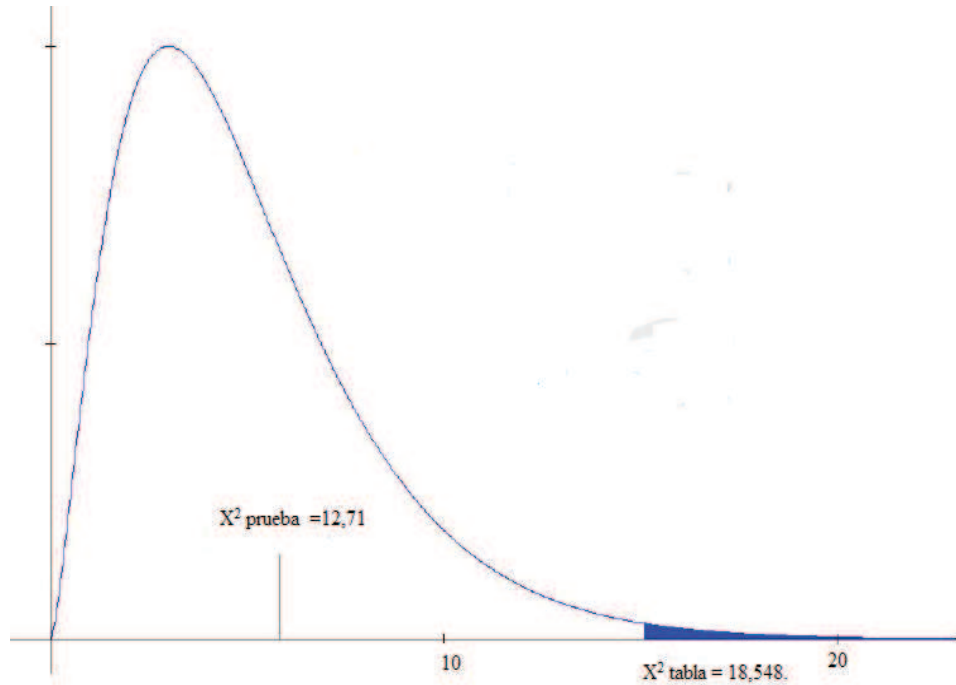
A continuación buscamos en la tabla de distribución  $X^2$  el valor que se compara con el del resultado del chi cuadrado. Para ello, tenemos que tener en cuenta el nivel de significación (0,005) y el grado de libertad (6). La tabla que se utiliza, se muestra a continuación:

	0,995	0,990	0,975	0,950	0,900	0,750	0,500	0,250	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005
1	0,000	0,000	0,001	0,004	0,016	0,102	0,455	1,323	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	0,575	1,386	2,773	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	1,213	2,366	4,108	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	1,923	3,357	5,385	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	2,675	4,351	6,626	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	3,455	5,348	7,841	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	4,255	6,346	9,037	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	5,071	7,344	10,219	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	5,899	8,343	11,389	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	6,737	9,342	12,549	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	7,584	10,341	13,701	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	8,438	11,340	14,845	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300

Con lectura en la tabla con 6 grados de libertad y 0,05 de área se obtiene que  $X^2$  tabla = 18,548.

Valor calculado: 12,71

Valor de la tabla: 18,548



**Conclusión:**  $H_0$  es aceptada, ya que  $X^2$  prueba (12,71) es menor que  $X^2$  tabla (18,548), por lo tanto, se concluye que la encuesta realizada se acepta.

En tal virtud con las condiciones anteriormente expuestas, se acepta la hipótesis formulada.

## **CAPÍTULO III**

### **3. DISEÑO DE UNA PLEGADORA HIDRÁULICO SEMIAUTOMÁTICA**

#### **a. Breve caracterización de la industria metálica “CARROCERÍAS CENTAURO”**

#### **MISIÓN**

Somos una empresa líder a nivel nacional en la fabricación de carrocerías metálicas para autobuses, que ofrece soluciones al transporte de pasajeros con productos de calidad, capaces de satisfacer y superar las necesidades y expectativas de nuestros clientes y usuarios en general.

#### **VISIÓN**

Ser una empresa respetada a nivel nacional por la calidad de sus productos, como también por la generación de fuentes de trabajo, brindar desarrollo integral a nuestros trabajadores y rentabilidad para nuestra organización, fundamentar nuestra gestión en brindar un servicio eficaz, eficiente, profesional, con gente comprometida, capacitada, leal e identificada totalmente con nuestros objetivos.

## **SERVICIOS**

Carrocerías “CENTAURO” está ubicada en el sector San Gerardo parroquia 11 de noviembre perteneciente al cantón Latacunga es una empresa dedicada al montaje y mantenimiento industrial realizando trabajos para distintas empresas del país, dando como resultado conocimiento y experiencias en distintas áreas de ahí surge la idea de instalar una planta de producción de carrocerías metálicas para buses aplicando tecnología y procesos adecuados para la conformación de una carrocería, así brindar al usuario un producto que brinde seguridad.

A continuación se menciona lo servicios que brindan la empresa carrocerías centauro:

Montajes Industriales

Mantenimiento Industrial

Fabricación De Carrocerías Para Buses

- Bus Interprovincial
- Bus Intraparroquial
- Bus Escolar
- Minibús Escolar
- Bus Urbano Tipo
- Minibús Urbano Tipo

Fabricación De Furgones

### **3.1 JUSTIFICACIÓN**

Una vez culminado el proyecto se ostenta aumentar la producción para dar mayor rentabilidad al producto, con la incorporación de un sistema de control



automático se reducirá los tiempos muertos en comparación al tiempo de proceso actual que es manual en aproximadamente tres veces.

Los Sistemas hidráulicos son requeridos en muchas aplicaciones que requieran grandes presiones y movimientos ya sean rápidos, lentos y de precisión. En el caso es necesario y se beneficiara las mejoras de los mencionados sistemas, para aplicarlos en el proyecto.

El proceso manual tiene hoy en día alrededor de diez minutos, automatizando se podría llegar a doblar la plancha en hasta tres minutos.

Por lo expuesto anteriormente, se puede concluir que el diseño e implementación del sistema de control automático a la plegadora en la Empresa es de gran importancia.

Así se reducirá tiempos de producción y desperdicios, además de extender la vida útil de la máquina siendo de gran trascendencia para el área de chapistería o lateado automotriz y con ello poder elaborar piezas normalizadas.

Los recursos económicos y materiales serán proporcionados por el propietario de la Empresa “Carrocerías Centauro”.

## **3.2 OBJETIVOS**

### **3.2.1 Objetivo General:**

Diseñar e implementar un sistema de control semiautomático para una plegadora hidráulica vertical con panel operador e interfaz de comunicación HMI para la empresa “Carrocerías Centauro” ubicado en el sector San Gerardo Parroquia 11 de Noviembre Latacunga.

### **3.2.2 Objetivos Específicos:**

- Diseñar un tablero de control, incorporando equipos de mando para la máquina.
- Seleccionar los materiales y equipos adecuados que cubran con las necesidades de la plegadora hidráulica.
- Controlar automáticamente la plegadora por medio de sensores de posicionamiento para proporcionar presión a la máquina.
- Obtener el rendimiento adecuado mediante pruebas en los distintos elementos del sistema hidráulico y eléctrico por ende obtener la presión adecuada para realizar los dobleces requeridos.

### **3.3 PARÁMETROS DE DISEÑO**

En los sistemas hidráulicos transforma un tipo de energía a otra requerida, por lo cual garantizara seguridad, confiabilidad equivalentemente tendremos una reducción de costos, con el fluido que es un entorno de paso se puede regular y comandar, dependiendo la forma que desea el sistema.

Un sistema hidráulico está compuesto por una serie de elementos así como son el motor, bomba hidráulica, depósito de aceite, cilindros hidráulicos, tuberías, electroválvulas, regulador de presión, manómetro, etc lo cual garantizara el perfecto funcionamiento de la máquina reduciendo la mínima perdida de energía en cada elemento.

El líquido transmisor de potencia viene a ser el aceite que se utiliza para controlar las fuerzas mecánicas mediante un regulador de presión, aquí tenemos los parámetros necesarios de los actuadores para ejecutar correctamente un determinado trabajo en la tabla 3.1 se observa las características de la plegadora hidráulica.

**TABLA 3.1**  
**CARACTERÍSTICAS DE LA PLEGADORA**

ITEMS	CARACTERÍSTICAS
Presión de trabajo	130 bar
Fuerza necesaria para realizar el dobles	41.62 (Toneladas)
Velocidad del cilindro hidráulico	1 cm/s
Recorrido total del cilindro hidráulico	17 cm

**Elaborado por:** Tesistas

### **3.4 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL Y PRESIÓN NECESARIA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA**

El procedimiento hidráulico es eficientemente manipulado en la transferencia de energía a través de la circulación del aceite hidráulico por los conductos, para proporcionar fuerza necesaria en el funcionamiento de la máquina.

El cilindro hidráulico convierte la energía generada por la bomba hidráulica en energía mecánica o de movimiento, la presión del fluido determina la fuerza de empuje del pistón, el caudal es quien establece la velocidad de desplazamiento en el proceso de elaboración de piezas. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia.

#### **3.4.1 Cálculo de la fuerza del cilindro hidráulico**

Además de los distintos componentes hidráulicos, en un sistema hidráulico hoy en día el cilindro hidráulico es un elemento indispensable para la transformación de

energía hidráulica en energía mecánica o de movimiento. Posteriormente se acoplan entre el sistema hidráulico y la máquina de accionamiento.

A diferencia de la bomba hidráulica, la cual realiza movimientos rotatorios, el cilindro hidráulico tiene la función de realizar movimientos de traslación y, simultáneamente, transmitir fuerza generada. La fuerza máxima posible del cilindro  $F$ , la presión de servicio máxima admisible  $P$  y de la superficie  $A$ .

La fuerza de retorno del pistón hidráulico está dada por la presión multiplicada por el área del cilindro, el área neta es el área total del pistón menos el área del vástago.

### 3.4.2 Cálculos para la obtención del diámetro del cilindro

Se ha determinado una fuerza de 106 KN incluyendo la fuerza permisible, encontrando el peso del acero  $m = 10.800$  Kg multiplicado por la gravedad  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup>; dando como resultado la fuerza en el punto crítico y una presión en el rango de 0 - 250 bares, que es la bomba hidráulica que se maneja en el mercado es de 150 bares, tomada del catálogo de bombas de alta presión partiendo de estos datos se puede calcular:

Aplicando la ecuación 1.9.

$$d^2 = \frac{4 (106 \text{ KN})}{\pi (130 \text{ Bar})}$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

**Rp. 3.1**

Ya obtenemos calculado el diámetro del cilindro, se puede encontrar el caudal necesario para encontrar la bomba hidráulica necesaria, esto se busca para reducir el presupuesto del proyecto sin afectar la efectividad y la calidad del servicio otorgada por la plegadora para reducir los tiempos de producción y dar seguridad al operario.

### 3.4.2.1 Área del pistón hidráulico

**TABLA 3.2**  
**CARACTERÍSTICAS DEL CILINDRO HIDRÁULICO N° 1 Y 2**

CILINDRO HIDRÁULICO N° 1 Y 2	CARACTERÍSTICAS
Diámetro interior	200mm
Radio	100mm
Carrera	170mm
Diámetro del vástago	58mm

**Elaborado por:** Tesistas

Aplicaremos la ecuación 1.7 para obtener el área de un cilindro hidráulico.

$$A = \pi \cdot (100\text{mm})^2$$

$$A = 31415.926\text{mm}^2$$

$$A = 0.0314 \text{ m}^2$$

**Rp. 3.2**

### 3.4.3 Fuerza máxima de empuje del cilindro hidráulico

Presión que transmite la bomba hidráulica:

$$P = 250 \text{ Bar} = 2549281.184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Aplicando la ecuación 1.4:

$$F \text{ max} = 2549281.184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0.0314 \text{ m}^2$$

$$F \text{ max} = 80047.429 \text{ kg}$$

$$F \text{ max} = 80.047 \text{ Tn}$$

**Rp. 3.3**

### 3.4.3.1 Fuerza de trabajo de la plegadora hidráulica

Presión que transmite la bomba hidráulica:

$$P = 130 \text{ Bar} = 1325646.89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Aplicando la ecuación 1.4:

$$FT = 1325646.89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0.0314 \text{ m}^2$$

$$FT = 41625.31 \text{ kg}$$

$$FT = 41.62 \text{ Tn}$$

**Rp. 3.4**

La fuerza de trabajo (FT) es la necesaria para poner en marcha a la plegadora y poder realizar los dobles requeridos.

### 3.4.5 Calculo del caudal requerido, a la salida del vástago

Encontrado el diámetro del vástago se puede calcular el caudal (Q) aplicando la ecuación 1.10:

Tiempo de salida, se asume que el proceso se lo realiza en 17 segundos.

Área de trabajo (314,16 cm<sup>2</sup>).

Así tenemos que para el cilindro 1 y 2 es:

$$Q_s = \frac{17 \text{ cm}}{17 \text{ seg}} 314,16 \text{ cm}^2$$

$$Q_s = 314.16 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

$$Q_s = 314.16 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times 2$$

$$Q_s = 628.32 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

**Rp. 3.5**

Caudal total requerido en los dos cilindros a la salida es:  $628.32 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$

Se debe transformar a galones por minuto (GPM) el caudal, para lo cual se realiza conversión de unidades:

$$1 \text{ min} = 60 \text{ seg.}$$

$$1 \text{ cm}^3 = 0.001 \text{ lt}$$

$$1 \text{ gal} = 3.785 \text{ lt}$$

$$628.32 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{0.001 \text{ lt}}{1 \text{ cm}^3} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} = 9.96 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

El caudal requerido es:

$$Q_s = 10 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

**Rp. 3.6**

### 3.4.6 Cálculo de la velocidad de subida del cilindro

**Datos:**

$$Q_s = 10 \frac{\text{gal}}{\text{min}} = 314,16 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

$$A = 314,16 \text{ cm}^2$$

Aplicando la ecuación 1.11 obtenemos:

$$v = \frac{314,16 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}}{314,16 \text{ cm}^2}$$

$$v = 1 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

**Rp. 3.7**

### 3.5 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO

La eficiencia general del sistema es para obtener la unidad de potencia, para lo cual se asume que la eficiencia para nuestro sistema será del 85 %.

**Dónde:**

Presión del sistema, 130 bares

Caudal requerido,  $10 \frac{\text{gal}}{\text{min}} = 37.85 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$

Eficacia de la bomba hidráulica 85%

Aplicando la ecuación 1.21:

$$P = \frac{130\text{bar} * 37.85 \frac{\text{lt}}{\text{min}}}{600 * 0.85\%} (kW)$$

$$P = \frac{4920.5}{510} = 9.64 kW$$

$$P = 9.64kW * 1.34 \frac{\text{Hp}}{\text{kW}}$$

$$P = 12.53 Hp$$

**Rp. 3.8**

### 3.6 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS

En la selección de dispositivos hidráulicos se tiene en cuenta dos aspectos muy importantes como son:

Presión del sistema hidráulico.

Caudal requerido por el sistema hidráulico.

#### 3.6.1 Cálculo del diámetro de las tuberías

El cálculo de la tubería se debe realizar teniendo en cuenta el coeficiente geométrico, la caída de presión y las diferentes velocidades que tienen las líneas, se debe encontrar la velocidad de succión, presión y la de descarga.



- a. Velocidad de la línea de succión: 0.6 – 1.2 m/s
- b. Velocidad de la línea de descarga: 2 – 6 m/s

Aplicando la ecuación 1.13:

**a. Succión**

$$d1 = \frac{\overline{4Q}}{\pi v} = 29.3 \text{ mm} \quad \text{Rp. 3.9}$$

**b. Descarga**

$$d2 = \frac{\overline{4Q}}{\pi v} = 17.8 \text{ mm} \quad \text{Rp. 3.10}$$

**3.6.2 Cálculo de pérdidas menores**

**3.6.2.1 Línea de succión:**

$Q = 10 \text{ gal/min}$

$L = 1.92 \text{ m}$

$D \text{ conducto} = 29.3 \text{ mm} = 0.0293 \text{ m}$

$A \text{ línea} = 6.742 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

**a. Propiedades del aceite hidráulica ISO VG 68**

Densidad del aceite hidráulica:  $\rho = 890.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Viscosidad cinemática:  $\nu = 6.8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$

Peso específica:  $\gamma = 8.71 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$

El caudal en el sistema va a ser constante:

Aplicando la ecuación 1.14:

$$Vm = \frac{6.308 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{6.742 * 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$Vm = 0.935 \text{ m/s}$$

**Rp. 3.11**

Calculo del número de Reynolds utilizando la ecuación 1.15:

$$NR = \frac{1 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.0293 \text{ m}}{6.8 * 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}$$

$$NR = 430.88$$

**Rp. 3.12**

Debido a que el  $NR < 2000$ , El flujo es laminar.

Se calcula la pérdida de energía debido a la fricción utilizando la ecuación de Darcy:

El factor de fricción  $f$  para el flujo laminar se debe calcular primero utilizando la ecuación 1.17:

$$f = \frac{64}{430.9}$$

$$f = 0.148$$

**Rp. 3.13**

Remplazamos los datos en la ecuación 1.16:

$$hLP = 0.148 * \frac{1.92 \text{ m}}{0.0296 \text{ m}} * \frac{0.935 \frac{\text{m}}{\text{s}}^2}{2 * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$hLP = 0.148 * 64.86 * 0.045\text{m}$$

$$hLP = 0.43 \text{ m}$$

**Rp. 3.14**

### **b. Cálculo de pérdidas menores en el conjunto de válvulas y acoples**

El cálculo de pérdidas en los codos y las juntas se aplica ecuación 1.18:

#### **Datos:**

Número de uniones = 8; K1 = 0.5

Número de codos = 2; K2 = 1.6

Número de válvulas = 4; K3 = 6.5

Número de té s = 1; K4 = 3.3

$$K = \# \text{ uniones } (k1) + \# \text{ codos } (k2) + \# \text{ válvulas } (k3) + \# \text{ té s } (k4)$$

$$K = 8(0.5) + 2(1.6) + 4(6.5) + 1(3.3)$$

$$K = 4 + 3.2 + 26 + 3.3$$

$$K = 36.5$$

**Rp. 3.15**

Entonces:

$$hLS = 36.5 * \frac{0.935 \frac{\text{m}}{\text{s}}^2}{2 * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$hLS = 36.5 * 0.045 \text{ m}$$

$$hLS = 1.7 \text{ m}$$

**Rp. 3.16**

Las pérdidas en el sistema son:

$$HT = HZ + hLP + hLS$$

$$HT = 0.55 + 0.43 \text{ m} + 1.7 \text{ m}$$

$$HT = 2.7 \text{ m}$$

**Rp. 3.17**

La potencia necesaria para vencer las pérdidas en la línea de succión por la bomba hidráulica se aplica la ecuación 1.20:

$$P = 8.71 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} * 6.308 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 2.7 \text{ m}$$

$$P = 14.83 \text{ W}$$

**Rp. 3.18**

### 3.6.2.2 Línea de descarga:

$$Q = 10 \text{ gal/min}$$

$$L = 2.65 \text{ m}$$

$$D \text{ conducto} = 17.8 \text{ mm} = 0.0178 \text{ m}$$

$$A \text{ línea} = 2.48 * 10^{-5} \text{ m}^2$$

#### a. Propiedades del aceite hidráulica ISO VG 68

$$\text{Densidad del aceite hidráulica: } \rho = 890.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Viscosidad cinemática: } \nu = 6.8 * 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$\text{Peso específica: } \gamma = 8.71 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$$

El caudal en el sistema va a ser constante según ecuación 1.14:

$$Vm = \frac{6.308 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{2.48 * 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$Vm = 2.54 \text{ m/s} \quad \text{Rp. 3.19}$$

Calculo del número de Reynolds según ecuación 1.15:

$$NR = \frac{2.54 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.0178 \text{ m}}{6.8 * 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}$$

$$NR = 664.88 \quad \text{Rp. 3.20}$$

Debido a que el  $NR < 2000$ , El flujo es laminar.

Se calcula la pérdida de energía debido a la fricción utilizando la ecuación de Darcy:

El factor de fricción  $f$  para el flujo laminar según ecuación 3.17:

$$f = \frac{64}{664.88}$$

$$f = 0.096 \quad \text{Rp. 3.21}$$

Remplazamos los datos en la ecuación Darcy 1.16:

$$hLP = 0.096 * \frac{2.65 \text{ m}}{0.0178 \text{ m}} * \frac{2.54 \frac{\text{m}}{\text{s}}^2}{2 * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$hLP = 0.096 * 148.87 \text{ m} * 0.33 \text{ m}$$

$$hLP = 4.72 \text{ m} \quad \text{Rp. 3.22}$$

### b. Cálculo de pérdidas menores en el conjunto de válvulas y acoples

El cálculo de pérdidas en los codos y las juntas según ecuación 1.18:

#### Datos:

Número de uniones = 6;  $K_1 = 0.5$

Número de codos = 2;  $K_2 = 1.6$

Número de válvulas = 2;  $K_3 = 6.5$

Número de té = 1;  $K_4 = 3.3$

Calcular el valor de k:

$$K = 6(0.5) + 2(1.6) + 2(6.5) + 1(3.3)$$

$$K = 3 + 3.2 + 13 + 3.3$$

$$K = 22.5$$

**Rp. 3.23**

Entonces:

$$h_{LS} = 22.5 * \frac{2.54 \frac{m}{s}^2}{2 * 9.8 \frac{m}{s^2}}$$

$$h_{LS} = 22.5 * 0.33 \text{ m}$$

$$h_{LS} = 7.43 \text{ m}$$

**Rp. 3.24**

Las pérdidas en el sistema según ecuación 1.19:

$$H_Z = 0.83 \text{ m}$$

$$H_T = 0.83 \text{ m} + 4.72 \text{ m} + 7.43 \text{ m}$$

$$H_T = 12.98 \text{ m}$$

**Rp. 3.25**

La potencia necesaria para vencer las pérdidas en la línea de succión según ecuación 1.20:

$$P = 8.71 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} * 6.308 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 12.98 \text{ m}$$

$$P = 71.32 \text{ W}$$

**Rp. 3.26**

La potencia que se necesita para evitar las perdidas por la bomba hidráulica:

$$P \text{ Total} = P \text{ Succión} + P \text{ Descarga}$$

$$P \text{ Total} = 14.83 \text{ W} + 71.32 \text{ W}$$

$$P \text{ Total} = 86.15 \text{ W}$$

**Rp. 3.27**

### 3.6.3 Selección de la bomba hidráulica

Al seleccionar la bomba hidráulica debemos tener en cuenta el desplazamiento volumétrico que necesitamos en el sistema, tenemos la siguiente formula:

Aplicando la ecuación 1.21:

$$Dv = \frac{10 \text{ GPM} \times 231}{1650 \text{ RPM}}$$

$$Dv = 1.4 \frac{\text{pulg}^3}{\text{rev}}$$

**Rp. 3.28**

Para seleccionar la bomba hidráulica se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Presión que requiere el sistema más las pérdidas.
- La situación de montaje.
- Rango de revoluciones.
- Caudal requerido del sistema.
- La temperatura máxima y mínima de servicio.
- Desplazamiento volumétrico de la bomba hidráulica.

- Rango de potencia de accionamiento.
- Facilidad de servicio.
- La vida útil esperada.

Todos los aspectos ya fueron calculados anteriormente por lo cual nos dirigimos al catálogo de VICKERS y luego seleccionamos la bomba hidráulica de acuerdo a las características requeridas para el funcionamiento del sistema como se observa en la tabla 3.3:

**TABLA 3.3**  
**DATOS TÉCNICOS DE LA BOMBA HIDRÁULICA**

BOMBA HIDRAULICA	CARACTERISTICAS
Marca	VICKERS
Cilindrada	1.95
Caudal	10 GPM
Presión	2500 PSI
Revolución	500 – 3500
Potencia de accionamiento	12.5 Hp
Rendimiento	0.8 – 0.91
Temperatura del fluido	15 – 80 °C
Temperatura ambiente	15 – 60 °C

**Elaborado por:** Tesistas

El fluido debe ser de acuerdo a las características de la bomba como el aceite hidráulico anti desgaste (AW) ISO VG 68.

Rango de viscosidad: 10 - 300 mm<sup>2</sup>/s (rango de viscosidad recomendado), 800 mm<sup>2</sup>/s (viscosidad inicial admisible).

Grado admisible de impurezas: Se coloca un filtro con un grado de retención de impurezas o partículas pequeñas, para alargarla vida útil de la bomba hidráulica que brindara un funcionamiento adecuado en el sistema.



### 3.6.4 Selección de la válvula direccional

Las válvulas solenoides son las encomendadas de dar el paso de aceite al ingreso y salida del depósito hidráulico, válvula direccional de corredera de mando directo, accionada por solenoide en versión de alta potencia en la tabla 3.4 se detalla las características de la válvula direccional seleccionada.

**TABLA N° 3.4**  
**CARACTERÍSTICAS VÁLVULA DIRECCIONAL**

VÁLVULA DIRECCIONAL	CARACTERÍSTICAS
Marca	VAP-CPOAC
Tipo	4/3
Presión máxima de funcionamiento	250 PSI
Voltaje	220V – 50Hz

**Elaborado por:** Tesistas

**a. Fluido hidráulico:** Aceite Hidráulico Anti desgaste (AW) ISO VG 68.

**b. Rango de temperatura del fluido:**

- Desde -30 hasta + 80 °C para juntas NBR.
- Desde -20 hasta + 80 °C para juntas FPM.

**c. Rango de viscosidad:** 2,8 hasta 500 mm<sup>2</sup>/s.

**d. Grado de impurezas:**

Encomendamos para ello un filtro con un grado mínimo de retención de  $\beta_{20}^3$  100. Para garantizar una prolongada vida útil recomendamos la clase 9, NAS 1638; alcanzable con un grado de retención del filtro de  $\beta_{10}^3$  100. Las tensiones de trabajo de la válvula direccional son de gran importancia por lo que deberán ser tomadas muy en cuenta al momento de ensamblar el sistema eléctrico

### 3.6.5 Selección de la válvula ON-OFF

La tabla 3.5 detalla las características de la válvula ON-OFF seleccionada.

**TABLA 3.5**  
**CARACTERÍSTICAS VÁLVULA ON-OFF**

VÁLVULA DIRECCIONAL	CARACTERÍSTICAS
Marca	VICHERS
Tipo	3/2
Presión máxima de funcionamiento	250 PSI
Voltaje	220V – 50Hz

**Elaborado por:** Tesistas

### 3.6.6 Selección de mangueras hidráulicas

Para su selección se tomó en cuenta la presión de trabajo necesaria para nuestro sistema y las características estructurales que se detalla en la tabla 3.6 a continuación.

Se debe conocer la construcción:

**Tamaño 1:** Diámetro y Longitud total (17.8 mm y 2.65 m).

**Tamaño 2:** Diámetro y Longitud total (29.3mm y 1.92 m).

**Tuvo Interno:** Caucho sintético negro sin costura, resistente al aceite.

**Refuerzo:** Dos trenzas de alambre de acero de gran resistencia.

**Cubierta:**

Caucho sintético negro resistente a la abrasión, agentes atmosféricos (ozono) y al contacto con grasas y aceites derivados del petróleo.

**Recomendada Para:**

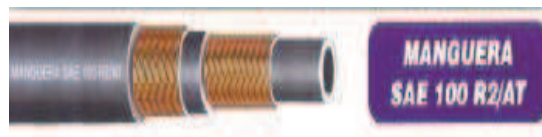
Circuitos de alta presión de aceite hidráulico e hidrocarburos con contenido de hasta un 30% de aromáticos. Cumple con las reglamentaciones de SAE J517/99.

**Aplicaciones:** Sistema hidráulico, de succión y retorno de fluidos como el aceite.

**Límites de Temperatura:** -40°C a más de 100°C con picos de hasta más de 120°C.

En la figura 3.1 se observa las cubiertas de una manguera hidráulica.

**FIGURA 3.1**  
**MANGUERA**



Fuente: tienda.blasisl.com

**TABLA 3.6**  
**PRESIÓN DE TRABAJO DE LA MANGUERA SELECCIONADA.**

Diámetro interior (in) (mm)		Diámetro exterior (in) (mm)		Máxima presión trabajo (psi) (bar)		Mínima presión rotura (psi) (bar)		Radio curvatura (in) (mm)		Peso (kg/mtr)
1/4	6,3	0,563	14,3	1247	86	4988	344	3,15	80	0,18
5/16	8,0	0,689	17,5	1204	83	4814	332	3,94	100	0,26
3/8	9,5	0,752	19,1	1131	78	4524	312	3,94	100	0,30
1/2	12,7	0,937	23,8	1000	69	4002	276	4,92	125	0,42
5/8	15,9	1,063	27,0	870	60	3480	240	5,51	140	0,49
3/4	19,0	1,252	31,8	754	52	3016	208	5,91	150	0,68
1	25,4	1,500	38,1	566	39	2262	156	8,07	205	0,84
1 1/4	31,8	1,752	44,5	377	26	1508	104	10,04	255	0,98

Fuente: tienda.blasisl.com

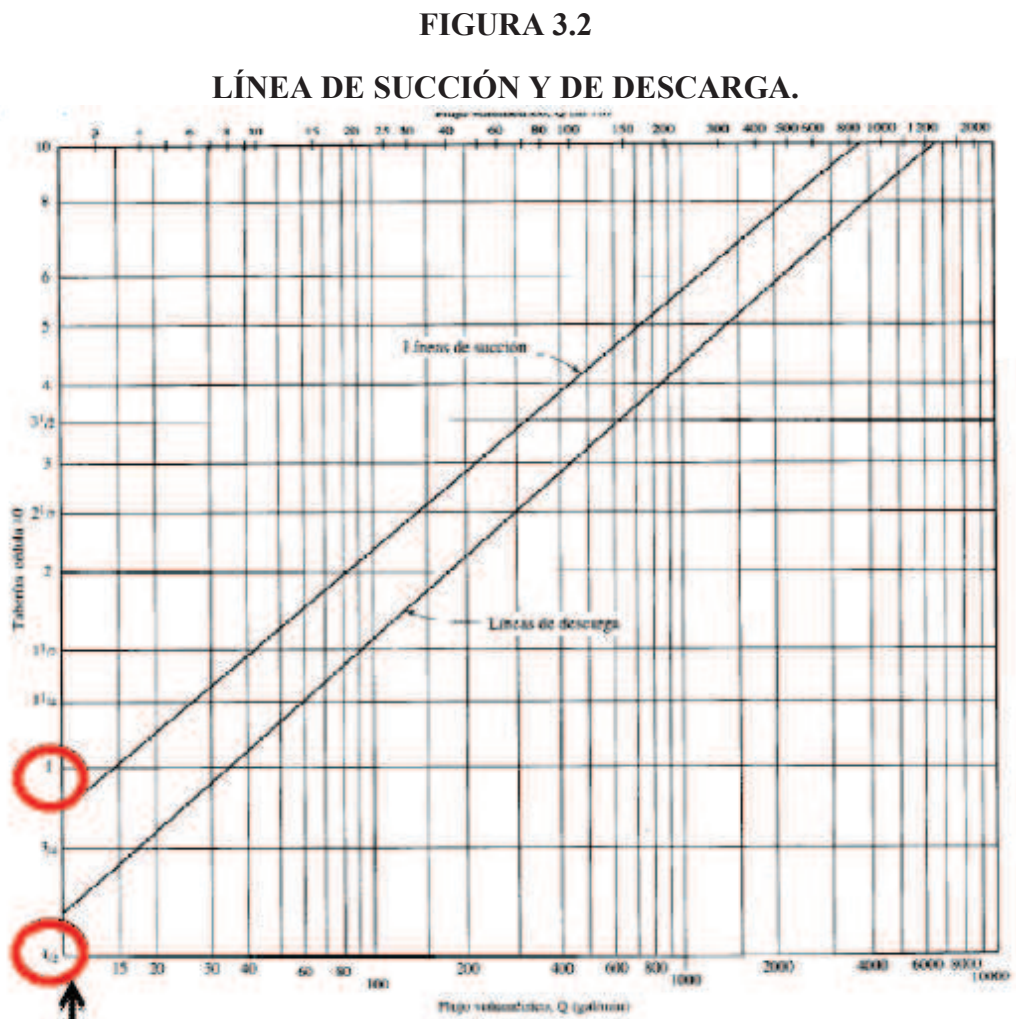
### 3.6.7 Selección de tubería

De acuerdo a la bomba seleccionada se determinó las dimensiones de la tubería de acero cedula 40.

Línea de succión: 1”

Línea de descarga: ½”

En la figura 3.2 se detalla las líneas de succión y descarga recomendada para nuestro caudal.



**Fuente:** Robert Mott Mecánica de fluidos

### 3.7 DISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL Y MANDO

El tablero seleccionada es de marca SQUARE - D para proveer la instalación de todos los elementos electricos que lo conformaran sus medidas son:

- Largo: 60 cm
- Ancho: 40 cm
- Profundidad: 20 cm

El circuito de control y automata programable se instalara en la parte superior, el circuito de fuerza en la parte inferior como se muestra en la figura, los mismos que estaran montados sobre una rieljunto con sus respectivas borneras de conección y canaletasdistruidos adecuadamente ocupando todo el espacio.

En tablero contiene los siguientes elementos:

- PLC Xinje
- Contactor con su respectivo relé térmico
- Portafusibles
- Relés auxiliares
- Borneras de conección
- Cables
- Riel din
- Canaletas

El tablero de mando es el que interactúa directamente con las entradas del controlador lógico programable (PLC) para generar salidas determinadas, por lo tanto según el circuito de control eléctrico se necesita construir un tablero de mando como se observa en la figura 3.3.

**FIGURA 3.3**  
**DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS EN EL TABLERO.**



**Elaborado por:** Tesistas

### **3.7.1 Fabricación del panel operador de mando**

El diseño y la elaboración del panel operador se la realizará conforme a las necesidades que requiere la empresa una vez analizada las características de la máquina, es decir realizado el estudio de todos los componentes eléctricos y mecánicos.

El panel operador se encontrará ubicado a un extremo de la columna de la máquina y va a ser móvil, por lo que, al ser desplazable se puede ubicar en cualquier posición dependiendo de los requerimientos y para mayor facilidad del operador al momento de realizar los dobles, como se puede observar en la figura.

Para la construcción del tablero de control se utilizó el material como se detalla en la tabla 3.7 existente en la empresa CARROCERÍAS CENTAURO y tiene las siguientes dimensiones a ser consideradas:

- Largo = 50 cm
- Ancho = 28 cm
- Profundidad = 8 cm

**TABLA 3.7**  
**ELEMENTOS DEL TABLERO DE MANDO**

CANTIDAD	ELEMENTOS	OBSERVACIONES
1	Pantalla Operador	Insertar datos para el doubles requerido
1	Pulsador	Encendido (STAR)
1	Pulsador	Apagado (STOP)
1	Pulsador	Subir (SETEO)
1	Pulsador	Bajar
1	Pulsador tipo hongo	Paro de emergencia
1	Selector de dos posiciones	Control manual y automático
1	Luz piloto	Luz de encendido (Verde)
1	Luz piloto	Luz de apagado (Rojo)

**Elaborado por:** Tesisistas

### 3.7.2 Selección de los elementos del panel operador de mando

#### 3.7.2.1 Selección de un selector

Para dar la flexibilidad al sistema de operación manual o automática se utilizó un selector de dos posiciones como se observa en la figura 3.4, cuyas características se detallan en la siguiente tabla 3.8.

**FIGURA 3.4**

**SELECTOR**



**Fuente:** [www.sumelec.net/...indice%20por%20productos/10-11.pdf](http://www.sumelec.net/...indice%20por%20productos/10-11.pdf)

**TABLA 3.8**  
**CARACTERÍSTICAS DEL SELECTOR**

SELECTOR	CARACTERÍSTICAS
Marca	CAMSCO
Modelo	SKOS – ED33
Tipo	Maneta corta
Numero de posiciones	2
Contactos	2 NA
Diámetro	22 mm
Marcador de resaltado	2 colores

**Elaborado por:** Tesistas

### 3.7.2.2 Selección de pulsadores

Para el encendido, apagado, subir el carnero hasta la lámina metálica y la presión automática requerida para realizar los dobles en la plancha se observa en la figura 3.5, cuyas características se detallan en la tabla 3.9.

**FIGURA 3.5**  
**PULSADOR**



**Fuente:** [www.sumelec.net/...indice%20por%20productos/10-11.pdf](http://www.sumelec.net/...indice%20por%20productos/10-11.pdf)



**TABLA 3.9  
CARACTERÍSTICAS DE LOS PULSADORES**

PULSADORES	CARACTERÍSTICAS
Marca	CAMSCO
Modelo	FPB – EA1
Tipo	Rasante simple
Color	Rojo y Verde
Contactos	1 NA / 1 NC
Diámetro	22 mm

**Elaborado por:** Tesistas

Para una circunstancias de emergencia se utilizará un interruptor pulsar-girar para desenclavar como se muestra en la figura, el cual desconectará todo el circuito de mando y control permitiendo reaccionar ante la emergencia o en alguna situación imprevista, sus características se muestran en la tabla 3.10.

**TABLA 3.10  
CARACTERÍSTICAS DEL INTERRUPTOR DE EMERGENCIA**

PULSADORES	CAMSCO
Marca	MPB-EC2
Modelo	Pulsar – Girar para desenclavar
Tipo	Rojo
Color	1 NC
Contactos	CAMSCO

**Elaborado por:** Tesistas

**FIGURA 3.6  
PARO DE EMERGENCIA**



**Elaborado por:** Tesistas

### 3.7.2.3 Selección de luz piloto

Esta luz cumple la función de indicar al operador cuando la máquina se encuentra energizada o apagada como se observa en la figura 3.7, cuyas características se detallan en la tabla 3.11.

**FIGURA 3.7**

**LUZ PILOTO**



**Elaborado por:** Tesistas

**TABLA 3.11**

**CARACTERÍSTICAS DE LUZ PILOTO**

LUCES PILOTO	CARACTERÍSTICAS
Marca	CAMSCO
Tipo	AD 16 – 22 D/S
Voltaje	AC 110 V
Color	Rojo y Verde

**Elaborado por:** Tesistas

### 3.7.3 Selección de cables eléctricos

#### 3.7.3.1 Selección del conductor para el circuito de control

En el circuito de control alimenta a las bobina del contactor y elementos eléctricos como encoder, pulsadores, finales de carrera, y conexiones al PLC, entonces la corriente y caída de tensión no serán de mayor consideración por lo que se elige

una sección de  $1,31 \text{ mm}^2$  que equivale a un conductor #16 AWG, dando preferencia a normas de cableado AS-Interface y reglas que dicta Schneider Electric, se ha seleccionado del catálogo de ELECTROCABLES (ANEXO VI), en la tabla 3.12 se muestran las características.

**TABLA 3.12**

**CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR**

CONDUCTOR	CARACTERÍSTICAS
Tipo	TFN, resistente a la humedad y calor.
Tensión de servicio	600 V
Capacidad de corriente	10 A
Nº de hilos	19
Temperatura máx.	90 °C

**Elaborado por:** Tesistas

**3.7.4 Selección de contactor y relés térmicos**

**3.7.4.1 Contactor**

El contactor de potencia proporciona arranque del motor trifásico así como los relés auxiliares de control seleccionamos según la norma IEC y NEMA en la figura 3.8 se observa un contactor.

A partir de la corriente nominal del motor eléctrico que es de 25 A y una potencia de  $9.64 \text{ kW} = 12.5 \text{ HP}$ , seleccionamos del catálogo de LS Industrial Systems (Anexo V) el contactor de fuerza indicado, cuyas características se detallan en la tabla 3.13.

**FIGURA 3.8**  
**CONTACTOR**



**Elaborado por:** Tesistas

**TABLA 3.13**  
**CARACTERÍSTICAS DEL CONTACTOR DE FUERZA**

CONTACTOR DE FUERZA	CARACTERÍSTICAS
Marca	LS (Industrial Systems)
Tipo	GMC(LS)50
Numero de polos	3
Tipo de montaje	Riel DIN
Contactos auxiliares	2NA / 2NC
Categoría de servicio	AC35
Intensidad de operación máxima	50 A
Voltaje de bobina	110 VAC
Voltaje de trabajo	220 VAC

**Elaborado por:** Tesistas

#### **3.7.4.2 Relé auxiliar**

La función principal de los relés auxiliares es proteger las salidas del PLC ya que los contactos de salida del autómata solo soportan cierto amperaje, si la carga absorbe más amperaje de lo que soporta el PLC puede provocar falla y deterioro del mismo como se observa en la figura 3.9.

Las características de los relés seleccionados se detallan en la tabla 3.14.

**TABLA 3.14**  
**CARACTERÍSTICAS DEL RELÉ AUXILIAR**

RELÉS AUXILIARES	CARACTERÍSTICAS
Marca	CAMSCO
Contactos	3NA / 3NC
Bobina	110VAC
Corriente	3 A
Fusible	1 A

**Elaborado por:** Tesistas

**FIGURA 3.9**  
**RELÉ AUXILIAR**



**Fuente:** [www.smelectricos.com/ver.php?modelo=253](http://www.smelectricos.com/ver.php?modelo=253)

### 3.7.5 Selección de canaleta y riel din

Para la instalación de elementos de control y fuerza en el tablero, se utilizará una canaleta de 4 cm x 4 cm (Figura 3.10) además se instalaran rieles din de 3.5 cm (Figura 3.11) para el montaje del controlador lógico programable (PLC), relés auxiliares de control, contactor de fuerza, porta fusibles, borneras, y elementos adicionales. Las canaletas son estructuras que permiten resguardar los cables del factor externo que pueden dañarlo, tales como la humedad, polvo, temperatura.

Las dimensiones de la canaleta seleccionada se detallan en la tabla 3.15:

**TABLA 3.15**  
**DIMENSIONES DE CANALETAS**

**CANALETAS PLASTICAS RANURADAS COLOR GRIS CAMSCO**  
**LA DISTANCIA DE LAS RANURAS ES 8 mm**

PAG. # 185 DEL CATALOGO 2006

REFERENCIA	CARACTERISTICAS	MEDIDAS ANCHO(mm) X ALTO(mm) X LARGO(m)	SECCION (mm <sup>2</sup> )	CARTON
AD-0.5L	CANALETA PLASTICA	15 mm x 25 mm x 2m	375 mm <sup>2</sup>	230
AD-0L	CANALETA PLASTICA	25 mm x 25 mm x 2m	625 mm <sup>2</sup>	120
AD-1.2L	CANALETA PLASTICA	33 mm x 33 mm x 2m	1089 mm <sup>2</sup>	100
AD-1.5L	CANALETA PLASTICA	33 mm x 45 mm x 2m	1485 mm <sup>2</sup>	76
AD-2L	CANALETA PLASTICA	45 mm x 45 mm x 2m	2025 mm <sup>2</sup>	54
AD-2.2L	CANALETA PLASTICA	50 mm x 50 mm x 2m	2500 mm <sup>2</sup>	46
AD-2.5L	CANALETA PLASTICA	65 mm x 45 mm x 2m	2925 mm <sup>2</sup>	38
AD-3L	CANALETA PLASTICA	33 mm x 65 mm x 2m	2145 mm <sup>2</sup>	54
AD-5.5L	CANALETA PLASTICA	60 mm x 60 mm x 2m	3600 mm <sup>2</sup>	50
AD-6L	CANALETA PLASTICA	72 mm x 65 mm x 2m	4680 mm <sup>2</sup>	40
AD-7L	CANALETA PLASTICA	70 mm x 100 mm x 2m	7000 mm <sup>2</sup>	30
AD-8L	CANALETA PLASTICA	100 mm x 100 mm x 2m	10000 mm <sup>2</sup>	18
VD-2	CANALETA PLASTICA	25 mm x 40 mm x 2m	1000 mm <sup>2</sup>	100
VD-4	CANALETA PLASTICA	40 mm x 40 mm x 2m	1600 mm <sup>2</sup>	64
VD-5	CANALETA PLASTICA	60 mm x 40 mm x 2m	2400 mm <sup>2</sup>	42
VD-7	CANALETA PLASTICA	40 mm x 60 mm x 2m	2400 mm <sup>2</sup>	48
VD-9	CANALETA PLASTICA	80 mm x 60 mm x 2m	4800 mm <sup>2</sup>	38
VD-9.5	CANALETA PLASTICA	100 mm x 60 mm x 2m	6000 mm <sup>2</sup>	30
VD-10	CANALETA PLASTICA	80 mm x 80 mm x 2m	6400 mm <sup>2</sup>	30

Fuente: [www.sumelec.net/...as/indice%20por%20productos/15.pdf](http://www.sumelec.net/...as/indice%20por%20productos/15.pdf)

**FIGURA 3.10**

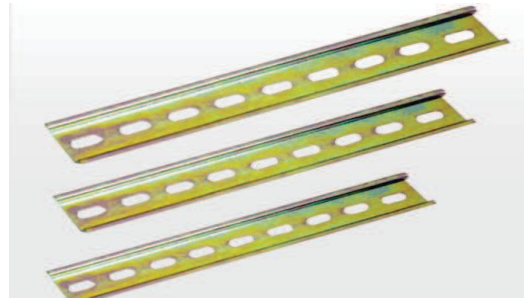
**CANALETA**



**Elaborado por:** Tesistas

El riel Din son elementos fundamentales que ofrecen soporte mecánico necesario, para el montaje de todos los elementos, con la ventaja de un fácil desmontaje de los componentes colocados sobre el riel.

**FIGURA 3.11**  
**RIEL DIN**



**Fuente:** [www.directindustry.es/...dustrial/riel-din-79957.html](http://www.directindustry.es/...dustrial/riel-din-79957.html)

Características del riel din seleccionado se detallan a continuación en la tabla 3.16:

**TABLA 3.16**  
**CARACTERÍSTICAS DE LA RIEL DIN**

**RIEL DIN CAMSCO**

PAG. # 131 DEL CATALOGO 2006

REFERENCIA	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS ANCHO X ALTO	LONGITUD	CARTON
RIEL-ALUM-35-1M	RIEL DE ALUMINIO	DIN-35 mm SIMETRICA	1 m	1
RIEL-ACER-35-1M	RIEL METALICA	DIN-35 mm SIMETRICA	1 m	50
RIEL-ACER-35-2M	RIEL METALICA	DIN-35 mm SIMETRICA	2 m	50

**Fuente:** [www.sumelec.net/...as/indice%20por%20productos/15.pdf](http://www.sumelec.net/...as/indice%20por%20productos/15.pdf)

**3.7.6 Selección de borneras**

En la figura 3.12 se observa las borneras de conexión que ofrecen proporcionar la distribución de energía en los tableros eléctricos y el ordenamiento del cableado en los tableros de control y mando.

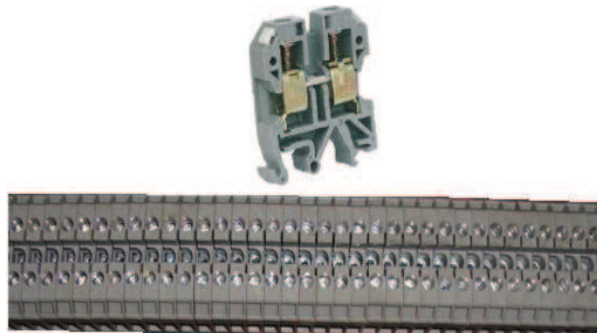
Existe una amplia gama de marcas, fabricantes, modelos de borneras que prestan las características para esta aplicación. Para la selección de las borneras se realizará una matriz de ponderación, con la que se determinará la marca fabricante

que presente mejores beneficios, para esto se tomará en cuenta los siguientes aspectos:

- Disponibilidad en el mercado
- Durabilidad
- Conductividad
- Capacidad de los contactos
- Número de operaciones
- Tipo de montaje
- Precio
- Mejor presentación

Especialmente su durabilidad, conductividad y capacidad de los contactos así como el número de operaciones lo atribuye, por lo tanto se requiere que el sistema trabaje por mucho tiempo sin efectuar ningún daño imprevisto, sus características se muestran en la tabla 3.17.

**FIGURA 3.12**  
**BORNERA DE CONEXIÓN**



**Fuente:** [www.leopoldltd.com/contact-us](http://www.leopoldltd.com/contact-us)

Características de borneras seleccionadas se detallan a continuación en la siguiente tabla:





**TABLA 3.17**  
**CARACTERÍSTICAS DE LA BORNERA DE CONEXIÓN**



**TERMINAL CONNECTOR**

**Terminal Connector** Unit: mm

JXB	Type	Hard wire (mm <sup>2</sup> )	Soft wire (mm <sup>2</sup> )	Soft wire with tube terminal (mm <sup>2</sup> )	Rated current (A)	Rated voltage (V)	Dimension
	JXB-25/35	0.5-6	1.5-4	0.5-2.5	24	800	6×40×38.5
	JXB-4/35	0.5-6	1.5-4	0.5-4	32	800	6.5×42×52
	JXB-6/35	0.5-10	1.5-10	0.5-6	41	800	8×42×52
	JXB-10/35	1.5-16	1.5-16	0.5-10	57	800	10×42×52
	JXB-16/35	2.5-16	2.5-16	4-16	76	800	12×42×52
	JXB-35/35	6-35	10-35	10-35	125	800	18×50×63.5
	JXB-70/35	10-70	10-70	10-70	192	800	22×75×87

Fuente: [www.leopoldltd.com/contact-us](http://www.leopoldltd.com/contact-us)

### 3.7.7 Selección de interruptores (Pedal)

En el proceso que el operario necesite el control manual para mover el mecanismo de la plegadora, este lo realizará a través de dos interruptores de pedal como se observa en la figura 3.13, una para subir el componente y otra para bajar y se detalla en la tabla 3.18.

**TABLA 3.18**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERRUPTORES**

INTERRUPTOR DE PEDAL	CARACTERÍSTICAS
Marca	CAMSCO
Tipo	C4
Modelo	FS5
Corriente	10 A

Elaborado por: Tesistas

**FIGURA 3.13**  
**INTERRUPTOR DE PEDAL**



**Fuente:** [www.sumelec.net/...indice%20por%20productos/10-11.pdf](http://www.sumelec.net/...indice%20por%20productos/10-11.pdf)

### **3.8 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO**

Los elementos del sistema eléctrico serán los que, permitirán el funcionamiento de la plegadora, por lo tanto la selección se realizará con criterio técnico con el fin de que estos elementos tengan una larga vida de trabajo y por ende evitar suspendidas en producción.

#### **3.8.1 Selección de protecciones eléctricas**

Uno de los elementos de protección son los fusibles contra cortocircuitos, así como el relé térmico contra sobrecargas que brindaran seguridad, fiabilidad y confiabilidad. El PLC XINJE tiene una potencia de 50 VA y funciona a 220 VAC, consumiendo 0.36 A, entonces se sobredimensionó un fusible de protección.

Para el caso del motor principal “A” la corriente nominal es de  $I_n = 25 \text{ A}$ , en los datos de placa del motor nos indica un factor de seguridad del 1.15.

Así tenemos que la corriente de arranque es:

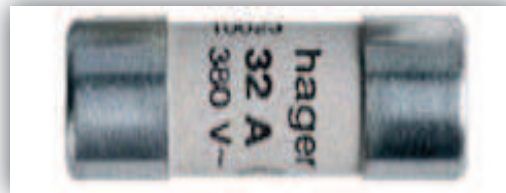
$$I_a = 1.15 \times 25 \text{ A}$$

$$I_a = 28.75 \text{ A}$$

**Rp. 3.28**

**FIGURA 3.14**

**FUSIBLE**



**Elaborado por:** Tesistas

Con el valor encontrado se selecciona un fusible por cada fase, cuyas características se detallan en la tabla 3.19.

**TABLA 3.19  
CARACTERÍSTICAS DE FUSIBLES**

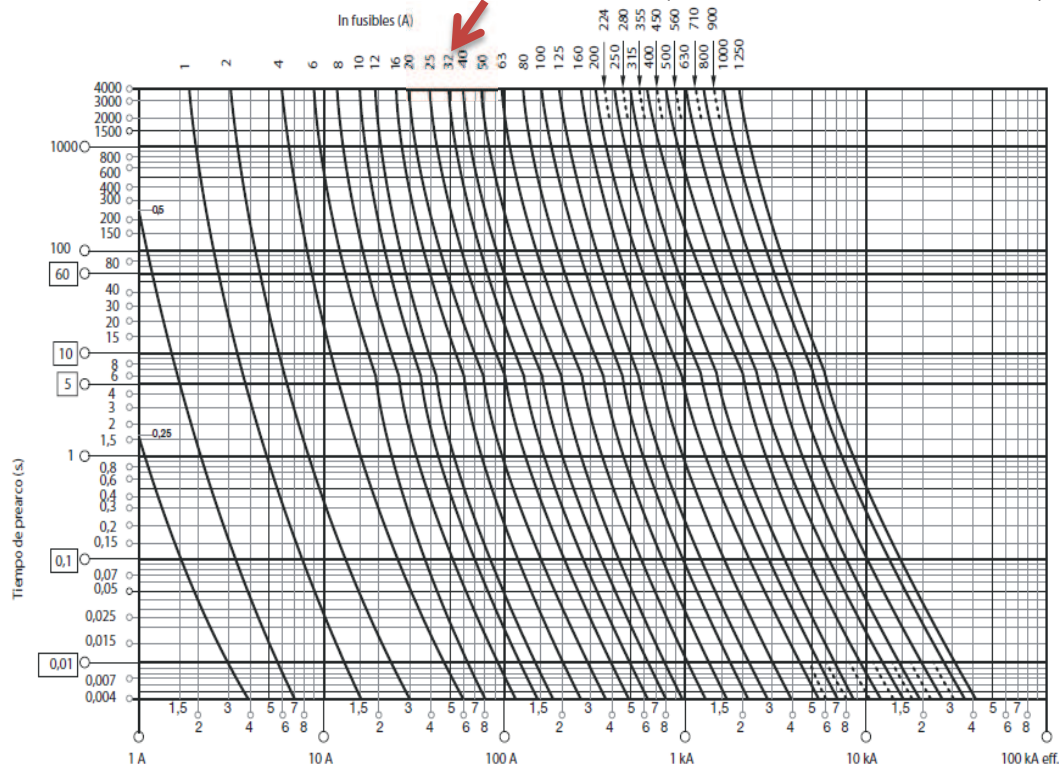
FUSIBLES			
FUSIBLES, Accionamiento Rápido(RR), 810 V.			
Tamaño: 10X38 mm		Tamaño: 14,3X51mm	
REF.	CAPACIDAD	REF.	CAPACIDAD
36831	1A	36910	35 A
36832	2A	36911	40 A
36833	3A	36912	45 A
36834	4A	36913	50 A
36836	6A		
36837	8A		
36838	10A		
36839	12A		
36831'	15A		
36832	16A		
36833	16A		
36834	20A		
36836	25A		
36837	30A		
36838	32A		
		Tamaño: 22,2X58mm	
		REF.	CAPACIDAD
		36926	55 A
		36928	60 A
		36929	70 A
		36930	80 A
		36931	100A
		36933	125A

**Fuente:** [www.bricoler.com/changer-fusible.html](http://www.bricoler.com/changer-fusible.html)

Una vez realizado el calculo, dimensionamos el fusible con las curvas que se muestran en la figura 3.15 extraemos una curva que más cerca se encuentre de la curva de control, protección y verificamos si es la correcta.

**FIGURA 3.15**

**CURBA CARACTERÍSTICA DEL FUSIBLE (TIEMPO vs CORRIENTE)**



**Fuente:** [www.bricoler.com/changer-fusible.html](http://www.bricoler.com/changer-fusible.html)

**3.8.2 Selección y calibración de sensores**

Actualmente estaría impensable realizar maniobras, complicadas, dentro del mundo industrial, sin embargo estos elementos ampliamente se encuentran desarrollados en nuestros días, además los autómatas programables y los sensores, son los que permiten controlar las variables que afectarán al proceso industrial.

Los autómatas por ser incomparables, conservan versatilidad y facilidad de programación se han convertido en los sustitutos de las maniobras en los entornos industriales, y debido a las crecientes necesidades de los procesos industriales

modernos, cada vez hay que controlar más variables que afectan a estos procesos, por lo que los sensores han entrado de lleno en estas maniobras.

Actualmente, sería difícil encontrar procesos automáticos que no estén gobernados por elementos de gobierno, sensores y autómatas.

### **3.8.2.1 Selección de finales de carrera**

Los finales de carrera de carcasa compacta, son elementos que funcionan como un pulsador, cuya función consiste en determinar la posición o el estado de un proceso automático. Los tipos de contacto pueden ser NC (Normalmente cerrado) y NO (Normalmente abierto).

Cabe destacar que los finales de carrera serán entradas directas en el PLC para el control del sistema de la plegadora, formando parte de los dispositivos de control. Generalmente son muy precisos, con una excelente respuesta de actuación y con diversos tipos de actuadores (émbolos de aguja, de palanca, compactos, flexibles, rígidos etc.)

Pueden ser aplicados en cualquier proceso automático, en el que se requiera detectar posiciones o estados del proceso como se observa en la figura 3.16.

**FIGURA 3.16**  
**FINAL DE CARRERA.**



**Elaborado por:** Tesistas

La tabla 3.20 muestra las características de un final de carrera que se utilizara en la forma manual que mostrará la señal del inicio y el final del proceso.

**TABLA 3.20  
CARACTERÍSTICAS DE MICRORRUPTOR**

MICRORRUPTORES	CARACTERÍSTICAS
Marca	CAMSCO
Tipo	Z-15GW2-B
Modelo	AM1703
Corriente	6 A
Contactos	1NA/1NC

**Elaborado por:** Tesistas

### 3.8.2.2 Selección de encoder

El sensor de nivel se elige tomando en cuenta el siguiente listado de criterios:

- Cambio de giro: El encoder debe permitir determinar la dirección del giro y el cambio de dicha dirección.
- Costo: El costo debe ser el mínimo ya que los proyectistas corren con el gasto de la compra.
- Mantenimiento: Debe ceder fácil montaje y desmontaje para realizar actividades de limpieza.
- Precisión: Las medidas determinadas por el sensor deben ser siempre optimas su error debe ser el menor posible teniendo en cuenta las que se utilizan para realizar los dobleces rendimiento y el caudal a diferentes revoluciones.
- Resolución: Esta propiedad en un encoder depende del número de impulsos por revolución permitida por tanto determinar desplazamientos angulares menores.
- Robustez: El encoder se montara en una base metálica por tanto debe resistir los posibles golpes y vibraciones.

Las alternativas son las siguientes:

- A. Encoder Absoluto.
- B. Encoder Incremental.

**TABLA 3.21**

**MATRIZ DE PONDERACIÓN DEL ENCODER**

ASPECTOS	PONDERACIÓN	ALTERNATIVAS	
		A	B
<b>Cambio de giro</b>	10	9	10
<b>Costo</b>	10	10	10
<b>Mantenimiento</b>	10	9	9
<b>Precisión</b>	10	9	10
<b>Resolución</b>	10	9	9
<b>Robustez</b>	10	10	10
<b>PUNTUACIÓN TOTAL:</b>		56	<b>58</b>

**Elaborado por:** Tesistas

De acuerdo a la tabla 3.21, la alternativa que presenta más beneficios es la opción B, especialmente por su precisión, por la facilidad de manipulación y principalmente por su costo hace que cumpla con todos los requisitos para la aplicación, por lo tanto, se utilizará un encoder incremental de sello Rotary Encoder como se muestra en la figura 3.17.

**FIGURA 3.17**

**ENCODER**



**Elaborado por:** Tesistas

### **3.8.3 Selección de los dispositivos de control**

Los dispositivos de control son aquellos elementos que de una u otra forma interactúan en un sistema, controlando el estado de las variables del proceso.

#### **3.8.3.1 Selección del controlador lógico programable (PLC)**

Para la comunicación y efectuar el control del sistema hidráulico de la plegadora se pide utilizar un PLC, que controlara el proceso de dobleces necesarios.

Existe una amplia gama de marcas, modelos y versiones de PLC'S que prestan las características para el presente proyecto. Para la selección se realizará una matriz de ponderación que se muestra en la tabla 3.22, en la que se pondrá en consideración los siguientes criterios para la adecuada selección del controlador lógico programable:

1. Disponibilidad en el mercado.
2. Número de entradas y salidas que implica el control.
3. Tipo de entrada y de salida.
4. Velocidad de respuesta.
5. Software que maneja el controlador.
6. Confiabilidad del producto.
7. Compatibilidad con equipos de otras gamas.
8. Costo.
9. Entradas rápidas.

Las alternativas son las siguientes:

- A. Controlador Lógico Programable maca SIEMENS.
- B. Controlador Lógico Programable maca XINJE.
- C. Controlador Lógico Programable maca TELEMECANIQUE.



**TABLA 3.22**

**MATRIZ DE PONDERACIÓN DEL PLC**

ASPECTOS	PONDERACIÓN	ALTERNATIVAS		
		A	B	C
Disponibilidad	10	10	10	10
Número de entradas/salidas	10	10	10	10
Tipo de entrada/salida	10	9	10	8
Velocidad de respuesta	10	9	10	10
Software del controlador	10	8	9	10
Confiabilidad	10	10	10	8
Compatibilidad	10	8	10	9
Costo	10	10	8	7
<b>PUNTUACIÓN TOTAL:</b>		74	77	72

**Elaborado por:** Tesistas

De acuerdo a la tabla 3.22, la alternativa que presenta más beneficios es la opción B, especialmente su disponibilidad, velocidad de respuesta, por las facilidades del software de programación y principalmente por su costo hace que cumpla con todos los requisitos para la aplicación, por lo tanto, se utilizará el PLC marca XINJE que se muestra en la figura 3.18, debido a que se debe seguir los lineamientos de homologación tecnológica de la empresa, es decir, de la misma marca de controladores ubicados de las otras máquinas con las que cuenta.

**FIGURA 3.18**

**PLC**



**Elaborado por:** Tesistas

El controlador XINJE, está diseñado para instalaciones ininteligibles y máquinas grandes, en la tabla 3.23 se detallan las características técnicas de PLC.

**TABLA 3.23**  
**CARACTERÍSTICAS DEL PLC XINJE XC3-24**

<b>FUNCION</b>	<b>PLC XC3-24</b>
Voltaje de entrada	DC24 V $\pm$ 10%
Señal de corriente de entrada	7 mA / DC 24 V
Sobre entrada amperaje	Hasta 4.5 Ma
Entrada de corriente	Bajo 1.5 Ma
Tiempo de respuesta a la entrada	Sobre 10 ms
Señal de entrada	Entrada de contacto o NPN normalmente sobre transistor
Aislamiento de circuito	Óptimo
Entradas	14
Salidas	10
La entrada activa el display	LED se enciende cuando la entrada se prende

**Elaborado por:** Tesistas

### **3.8.3.2 Selección de la pantalla HMI**

La pantalla HMI se eligió tomando en cuenta el siguiente listado de criterios:

- Acceso a la información para programar la pantalla HMI: La cantidad de información que se puede obtener a través de catálogos, informes y experiencias de personas relacionadas con la programación de la interfaz facilita el trabajo de programación y permite solventar las dificultades eficientemente.
- Conectividad: Para que el transporte de datos en la etapa de programación, etapa de pruebas y etapa de operación es fundamental que la conexión entre la pantalla y el PLC seleccionado sea fácil con el uso de protocolos ampliamente difundidos y cables accesible en el mercado.

- Costo: El costo debe ser el mínimo ya que los proyectistas corren con los gastos de la compra.
- Interfaz amigable con el usuario: Para el proceso de programación, ejecución y repotenciación mediante sensores analógicos de precisión se requiere que el programa que crea la interfaz con el usuario sea ampliamente difundida y de fácil operación para evitar dificultades futuras por desactualización del software de la pantalla elegida.
- Visualización de las cantidades: La supervisión de las cantidades colocados en el proceso y verificadas en la pantalla por el usuario del equipo debe ser clara sin lugar a interpretaciones erróneas por circunstancias tales como el tamaño de la pantalla definición y acceso a escalas reales.

Las alternativas son las siguientes:

- A. Pantalla THINGET OP 320-S
- B. Pantalla SIMATIC IPC177D
- C. Pantalla de PC

**TABLA 3.24**

**MATRIZ DE PONDERACIÓN DE LA PANTALLA**

ASPECTOS	PONDERACIÓN	ALTERNATIVAS		
		A	B	C
<b>Acceso a la información para programar la pantalla HMI</b>	10	10	10	9
<b>Conectividad</b>	10	10	10	10
<b>Costo</b>	10	10	9	8
<b>Interfaz amigable con el usuario</b>	10	10	10	10
<b>Visualización de las cantidades</b>	10	10	9	10
<b>PUNTUACIÓN TOTAL:</b>		<b>50</b>	48	47

Elaborado por: Tesistas

De acuerdo a la tabla 3.24, la alternativa que presenta más beneficios es la opción A, especialmente por su acceso a la información para programar la pantalla, conectividad, por las facilidades de visualización de cantidades y principalmente por su costo hace que cumpla con todos los requisitos para la aplicación, por lo tanto, se utilizará una pantalla marca THINGET que se muestra en la figura 3.19, debido a que se debe seguir los lineamientos de homologación tecnológica de la empresa, es decir, de la misma marca de controladores ubicados de las otras máquinas.

**FIGURA 3.19**

**PANTALLA OP 320-S**



**Fuente:** Xinje Electronic Co.,Ltd.

La pantalla THINGET OP 320-S, está diseñado para visualización e ingresar los datos requeridos por el usuario, en la tabla 3.25 se detallan las características técnicas de la pantalla.

**TABLA 3.25**  
**CARACTERÍSTICAS DE LA PANTALLA OP 320-S**

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
Área de Visualización	192 × 64
Tipo	3. 7" LCD
Memoria	1MB Flash, 1KB SRAM
Vida útil	Más de 20,000 horas, una temperatura ambiente de 25,24- horas de operación
Color	STN LCD
Tamaño del personaje	Fuentes de mapa de bits, las fuentes de vectores
Ventana	60 nits
Comunicación	RS 232 / RS 485
Tiempo Real	Si
Voltaje de Entrada	24VDC
Consumo de Corriente	4 W
Temperatura de Operación	0°C ~ 50 °C
Temperatura de Almacenamiento	10°C ~ 60 °C
Tension Admissible	10ms( real de la pérdida de potencia es de menos de un segundo)
Resistencia de Aislamiento	1000Vp-p voltage
Vibración Maxima Soportada	10-25Hz (X, Y, Z cada dirección 2G cada 30 min)
Datos	sram 1kb
Humedad de Funcionamiento	10% rh a 90% rh( no- de condensación)
IP 65F	

**Elaborado por: Tesisistas**

## 3.9 RECONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA

### 3.9.1 Estructuras secundarias

Se realizó la estructuración para la protección de la máquina tomando en cuenta todos los detalles posibles para darle una mejor presentación como es la fabricación de la tapa: frontal, posterior y laterales basada en el modelado de la plegadora indicada como se observa en la figura 3.20.

**FIGURA 3.20**

#### **PLEGADORA HIDRÁULICA**



**Elaborado por:** Tesistas

#### 3.9.1.1 Coberturas de la plegadora

Se realizaron las tapas según el modelado expuesto anteriormente, con planchas galvanizadas de acero de 2mm de espesor para dar una mejor visualización de la plegadora.

Se debe tomar muy en cuenta las medidas de la máquina para luego proceder a recortar las planchas, doblarlas y darles la figura deseada.

En las siguientes figuras se muestra el proceso de doblamiento de las tapas.

**FIGURA 3.21**

**TAPA FRONTAL**



**Elaborado por: Tesistas**

**FIGURA 3.21.1**

**TAPA POSTERIOR**



**Elaborado por: Tesistas**

**FIGURA 3.21.2**

**TAPAS LATERALES**



**Elaborado por: Tesistas**

**FIGURA 3.21.3**

**TAPA SUPERIOR**



**Elaborado por:** Tesistas

**3.9.2 Soporte de sensores**

**3.9.2.1 Base para el final de carrera**

Se elabora una estructura de acero de 4 x 10 x 20 mm soldados a 90°, en la plegadora con la finalidad que sirvan de guía para los finales de carrera de nuestro sistema.

Se encuentran colocados en la parte lateral derecha e izquierda, soldadas en la parte frontal de la estructura, tiene una forma de cubo y en el centro tiene un tornillo de diámetro 25 x 200 mm roscado completamente sirve de guía de los microrruptores como se observa en la figura 3.22.

**FIGURA 3.22**

**ESTRUCTURA DE MICRORRUPTOR**



**Elaborado por:** Tesistas



### 3.9.2.2 Base para el encoder

Se elabora una base fija de acero de 20 x 120 x 180 mm a cada lado de la plegadora con la finalidad que sirvan de soporte para los encoder de nuestro sistema.

Esta soldada a la estructura de la maquina como se observa en la figura 3.23, tiene cuatro perforaciones para que sea colocado la base del encoder con tonillos M6 x 15mm.

**FIGURA 3.23**

#### **BASE DE ENCODER**



**Elaborado por:** Tesistas

### 3.9.2.3 Fabricación de cremallera

Se elabora una cremallera de acuerdo a las necesidades de nuestro sistema con las características de un piñón incorporado en el encoder, con la finalidad que sirva de guía del elemento anteriormente mencionado, se debe obtener datos en el momento que se mueve el encoder por la cremallera, nos enviara la señal en pulsos a la pantalla.

**Z:** 16 número de dientes del piñón

**H:** altura de diente

Modulo del piñón: 1.13

$$H = 2.2 \times \text{modulo}$$

$$H = 2.2 \times 1.13$$

$$H = 2.2 \text{ altura}$$

**Rp.3.30**

La cremallera está colocada en la estructura fija de la máquina con dos pernos en los extremos de 5/16 x 1" como se observa en la figura 3.24.

**FIGURA 3.24**

### **CREMALLERA**



**Elaborado por: Tesistas**

## **3.10 MONTAJE DE DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS**

### **3.10.1 Montaje de la válvula ON-OFF**

De igual manera la válvula ON-OFF tiene dos funciones principales, la primera es mantenerse abierta cuando los cilindros bajen por el peso del carnero, realizando el efecto de una jeringuilla, tomando directamente el aceite de los tanques hidráulicos asegurando el llenado de estos cuando se necesite alta presión.

La segunda es mantenerse cerrada cuando el aceite ingrese a los cilindros para que exista presión y el aceite no retorna hacia los tanques hidráulicos.

La válvula ON-OFF es una válvula industrial 3/2 de accionamiento mecánico, con una entrada y salida de 1".

La válvula ON-OFF se encuentra instalada en la parte inferior de la plegadora, sobre la base inferior fija, esta parte a estar accionada por un sistema eléctrico

cuando lo requiera para así actuar y realizar su trabajo respectivo, como se observa en la figura 3.25.

**FIGURA 3.25**

**VÁLVULA ON-OFF**



**Elaborado por: Tesistas**

### **3.10.2 Montaje de la válvula direccional**

Para continuar con el ensamble del sistema hidráulico se instala el conjunto de la válvula direccional la manejan principalmente la ruta y la desviación de una corriente de fluido, incluyendo el arranque y el paro, sin afectar el nivel de presión o el gasto del flujo.

La válvula direccional tiene dos funciones principales, la primera es cerrar el circuito hidráulico de realimentación al tanque hidráulico cuando la bomba se enciende.

La segunda, es enviar el aceite a alta presión que sale de la bomba hacia los cilindros hidráulicos.

La válvula direccional es una válvula industrial 4/3 de accionamiento mecánico, está constituida por dos válvulas una lateral derecha y lateral izquierda para facilitar la manipulación del sistema como se observa en la figura 3.26.

**FIGURA 3.26**  
**VÁLVULA DIRECCIONAL**



**Elaborado por:** Tesistas

La válvula direccional se encuentra instalada en la parte lateral del depósito de aceite, va a ser accionada cuando la bomba envíe el aceite a los cilindros.

### **3.10.3 Construcción del sistema de tuberías y mangueras**

La función principal del sistema de tuberías y mangueras es comunicar todo el sistema hidráulico de la máquina.

El sistema de tuberías está construido con sus respectivas universales y válvulas de paso, para el acoplamiento con el resto de elementos que forman parte del sistema hidráulico y su respectivo mantenimiento.

**FIGURA 3.27**  
**TUBERÍAS Y MANGUERAS**



**Elaborado por:** Tesistas

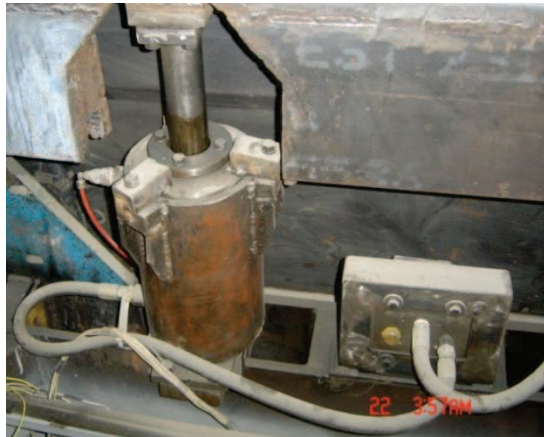
El sistema está constituido de:

- Tuberías acopladas en el tanque hidráulico.
- Tuberías de retorno y succión de aceite.
- Mangueras de distribución de aceite a los cilindros.
- Mangueras de descarga de aceite.

Para finalizar la instalación del sistema hidráulico se debe colocar todos los acoples, uniones, te como se observa en la figura 3.28 que son necesarios para que funcione el sistema de una manera adecuada cuando al principio opera la plegadora hidráulica.

**FIGURA 3.28**

**MANGUERAS**



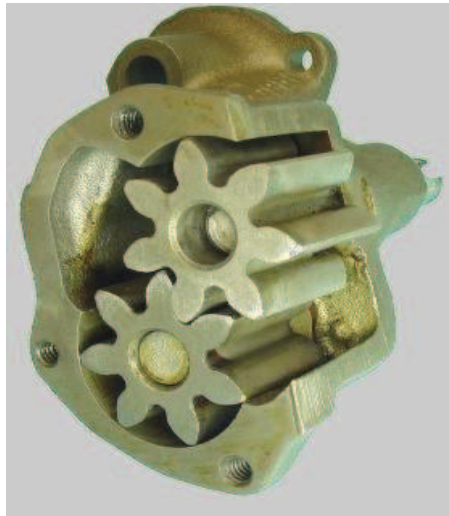
**Elaborado por:** Tesistas

#### **3.10.4 Montaje de la bomba hidráulica**

El montaje de los elementos hidráulicos lo realizamos empezando por la bomba que va sujeta al eje del motor a través de una unión conocida como matrimonio, es preciso mencionar que los ajustes que estamos realizando son leves a todas las uniones de sistema; hasta que estén correctamente sujetos y lubricados.

La bomba hidráulica (figura 3.29) es la encargada de dar y mantener la presión requerida por el sistema, está colocada en la parte interna del depósito de aceite.

**FIGURA 3.29**  
**BOMBA HIDRÁULICA**



**Elaborado por:** Tesistas

### **3.10.5 Montaje de los cilindros hidráulicos**

Los dos cilindros hidráulicos fueron instalados con pernos en la parte fija de la plegadora la base del cilindro y en la parte móvil del carnero la base colocada al final del vástago.

La parte superior de los cilindros tiene una placa de acero de 15 x 18 cm con cuatro perforaciones, la cual se sujetará a la bancada superior con cuatro pernos de ½ in, como se observa en la figura 3.30.

**FIGURA 3.30**  
**PARTE SUPERIOR E INFERIOR DEL CILINDRO HIDRÁULICO**

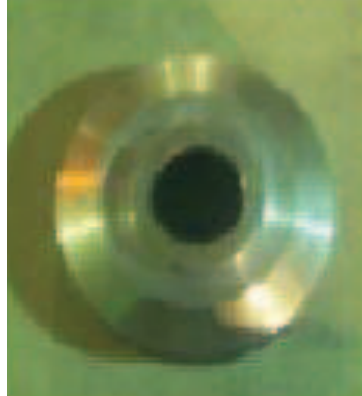


**Elaborado por:** Tesistas

Cada cilindro va sellado por una tapa, la cual va sujeta a su parte inferior por tres pernos de  $\frac{1}{2} \times 3$  in, como se observa en la figura 3.31.

**FIGURA 3.31**

**TAPA DEL CILINDRO HIDRÁULICO**



**Elaborado por:** Tesistas

El émbolo de cada cilindro está conformado por cuatro elementos, unidos fijamente por 5 pernos de  $\frac{1}{2}$  in, el vástago se acopla el émbolo en su parte central por una tuerca de 1 in de interior, como se observa en la figura 3.32.

**FIGURA 3.32**

**ÉMBOLO Y VÁSTAGO DEL CILINDRO HIDRÁULICO**



**Elaborado por:** Tesistas

Para la sujeción del vástago de los cilindros al carnero, se adaptó una, tuerca de 1 in de interior a una placa de acero de 2 x 10 x 14 cm, la cual está enroscada a la punta del vástago, como se observa en la fig. 3.32.1.

**FIGURA 3.32.1**

**PLACA DE SUJECIÓN VÁSTAGO - CARNERO**



**Elaborado por:** Tesistas

El carnero de igual manera tiene una placa de acero de 2 x 10 x 14 cm, en cuyo centro posee una cavidad similar al exterior de la tuerca para su acoplamiento al cilindro, que va sujeto por cuatro pernos de  $\frac{1}{2}$  x 2 pulgadas, como se observa en la fig. 3.32.2.

**FIGURA 3.32.2**

**BASE DE SUJECIÓN VÁSTAGO - CARNERO**



**Elaborado por:** Tesistas

Los dos cilindros se encuentran ubicados a cada lado de la bancada móvil, a una separación de 2 m, como se observa en la figura 3.33.



**FIGURA 3.33**  
**MONTAJE DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS**



Elaborado por: Tesisistas

**3.11 MONTAJE E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO**

En el montaje e implementación del sistema eléctrico estarán presentes principios y conocimientos técnicos tales como la interpretación de planos, la utilización y manejo apropiado de herramientas con sus respectivas medidas de seguridad, marcuillas o marcadores, terminales y medidores de voltaje, corriente y continuidad.

**3.11.1 Montaje del motor eléctrico para el accionamiento del sistema hidráulico**

Es significativo el experimentado de que los motores eléctricos, suministran en su mayor parte la energía que mueve los accionamientos hidráulicos, por lo que la operación y conservación del motor, representa uno de los campos más productivos de oportunidades en el ahorro de energía, que se traducen en una reducción en los costos de producción y en una mayor competitividad.

La conservación de energía comienza desde la selección apropiada del motor. Siempre hay uno adecuado a las necesidades que se tienen, tanto en lo que

respecta a su tipo por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia.

Los mayores ahorros de energía eléctrica se obtienen cuando el motor y su carga operan a su máxima eficiencia. En la figura 3.34 se observa el motor.

**FIGURA 3.34**  
**MOTOR ELÉCTRICO**



**Elaborado por:** Tesistas

### **3.11.2 Elaboración del tablero de control y mando**

#### **3.11.2.1 Cable conductor**

El cable conductor seleccionado para el conexionado del circuito automático es el N° 16 AWG que se recomienda en el manual del PLC (Anexo VI), con sus respectivos terminales para asegurar un buen contacto.

Según la norma IEC 0199, el color del conductor de cada circuito es:

Circuitos Automatas = Azul o Blanco.

Circuitos de mando = Rojo.

Circuitos de fuerza = Blanco

Circuitos trifásicos = Rojo, negro y blanco.

Tierra = Verde.

Circuitos monofásicos, fase = Negro o Rojo, neutro = blanco.

Positivo = Rojo.

Negativo = Negro.

#### a. Determinación y selección del calibre de conductor para el motor

La corriente de arranque del motor es  $a = 25$  A, con este valor nos vamos a la tabla de selección de capacidad de amperaje (Anexo VI) y seleccionamos el conductor 10 AWG tipo THW.

Para la verificación del cálculo de conductor que alimenta al motor trifásico de 12.5 HP, se tomó en cuenta la caída de tensión y calentamiento, para lo cual se emplea la siguiente fórmula.

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times l \times I \times \cos\theta}{v}$$

Dónde:

**S:** sección del conductor en mm<sup>2</sup>

**$\rho$ :** coeficiente de resistividad del cobre (0.0178)

**l:** longitud

**I:** corriente

**v:** caída de voltaje (se asume)

Así tenemos:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 0.0178 \times 13 \times 25 \times 0.95}{1}$$

$$S = 9,52 \text{ mm}^2$$

**Rp. 3.31**

De igual manera nos vamos a la tabla de sección de conductores (Anexo VI), constatando que el calibre del conductor es el 10 AWG tipo THW.

### 3.11.2.2 Montaje e instalación eléctrica del tablero de control

El tablero de control está ubicado en la parte inferior izquierda de la plegadora. Para implementar los elementos en el tablero, primero se realizó un diseño para la ubicación de los equipos y elementos de control.

Después de efectuar el montaje del tablero de control en la base de la plegadora con 4 pernos 5/16 x 1 in, se efectuó el cableado y las conexiones de los elementos que intervienen en el sistema eléctrico, para ello, se montaron todos los elementos en la parte interna del tablero donde se montarán las canaletas en la base del tablero, la sujeción se ejecuta con tornillos de 6 mm con su respectiva arandela y tuerca, distribuyendo los espacios de una manera adecuada, seguidamente se ensambla la riel DIN con tornillos de 6 mm con su respectiva arandela y tuerca, cuidando los sitios entre pernos con la finalidad de proporcionar seguridad a la fijación, y la comodidad para el acoplamiento de los elementos que van sobre él, como el contactor, relé térmico, relés auxiliares, porta fusibles, borneras, PLC Xinje XC3 – 24V, etc.

**TABLA 3.26**

#### **ELEMENTOS DEL TABLERO DEL CONTROL**

CANT.	DESCRIPCIÓN
1	Contactor GMC 32 220V 50/60Hz.
1	Relé térmico GTK-22.
1	PLC Xinje XC3 – 24
6	Relés auxiliares CAMSCO MY-2 5A/24 DC
6	Portafusibles 32 A Camsco para riel DIN.
4	Fusibles cilíndricos CAMSCO 10x38 mm 32 A
2	Fusibles cilíndricos CAMSCO 10x38 mm 2 A
1	Canaleta de 40 mm x 40 mm x 2m
1	Riel DIN de 35 mm x 2 m
30	Metros Cable # 16 AWG (Negro, Blanco, Rojo, Amarillo).
10	Metros Cable # 14 AWG (Plomo, Azul, Naranja).
40	Borneras de conexión LEIPOLD

1	Metros espiral de 1½ pulgada
1	Libretín de marquillas DEXON (letras-números-signos)

**Elaborado por:** Tesistas

#### 3.11.2.4 Montaje del PLC

El Controlador Lógico Programable (PLC) es un circuito autómatas, por medio de él se logra controlar todos los elementos de entrada y salida que conforman la máquina con una programación acorde a las operaciones que se desea realizar, se encuentra instalado en la parte inicial del tablero de control, como se observa en la figura 3.35.

**FIGURA 3.35**  
**MONTAJE DEL PLC**



**Elaborado por:** Tesistas

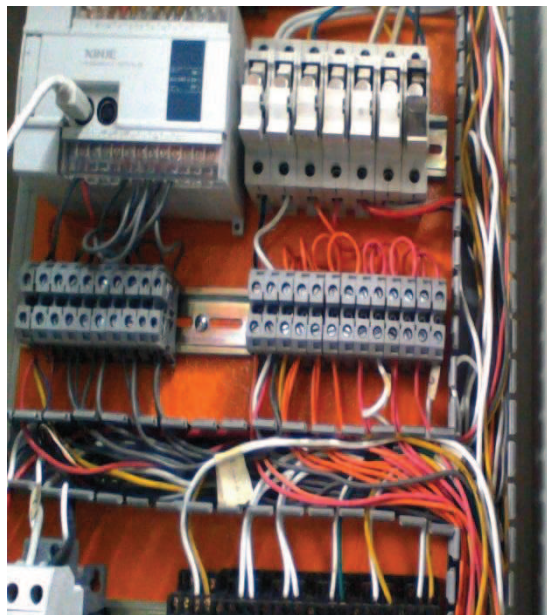
#### 3.11.2.5 Dispositivos ensamblados en el tablero de control

Se ejecuta el cableado en el tablero de control con cable número 16 AWG, para los diferentes dispositivos de control, igualmente con el cable número 14 AWG para los dispositivos de fuerza, para esto se orienta en el diagrama eléctrico proyectado en el (Anexo III).

Cada cable tiene en sus extremos marquillas y una excelente conexión para afirmar un buen contacto entre los elementos.

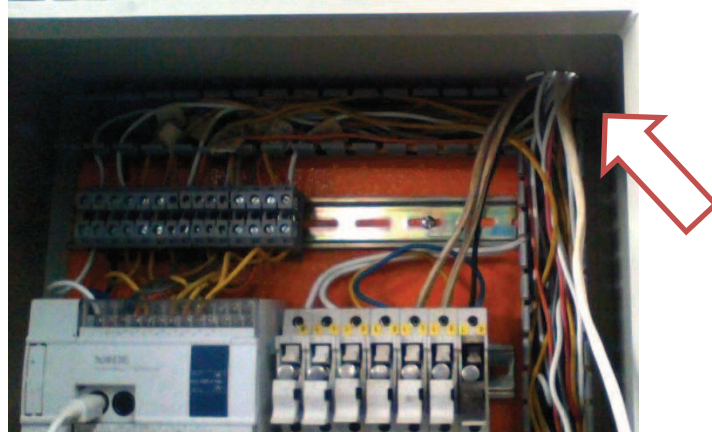
Todo el cableado parte según el tipo de conexión de cada equipo o accesorio de control, en algunas partes poseen cableado excesivo y se recomienda tener opciones de rutas por todas las canaletas plásticas, tomando en cuenta la parte de fuerza y la de control, ya que puede haber ruido o interferencia al ser cruzadas diferentes señales con distintos corrientes y voltajes.

**FIGURA 3.36**  
**ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL.**



**Elaborado por: Tesistas**

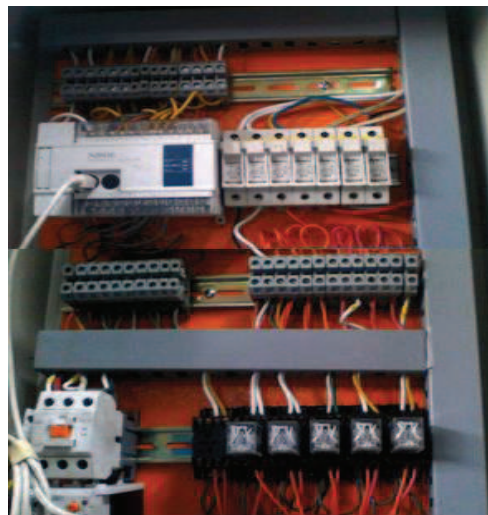
**FIGURA 3.37**  
**CONEXIÓN DEL PANEL OPERADOR AL TABLERO DE CONTROL**



**Elaborado por: Tesistas**

Después de realizar todas las conexiones indicadas se obtiene el tablero de control finalizado como se observa en la figura 3.38:

**FIGURA 3.38**  
**TABLERO FINALIZADO**



**Elaborado por:** Tesistas

#### **3.11.2.6 Elaboración, montaje e instalación eléctrica del panel operador de mando**

Basándonos en los requerimientos funcionales que debe cumplir el circuito de control, exhorta como elementos principales, la pantalla, selector de dos posiciones, luz piloto, pulsador de seteo, marcha e interruptores de emergencia; se elaboró un panel operador con plancha de 1mm de espesor utilizado en la fabricación de las carrocerías de acuerdo a las necesidades requeridas para el operador.

#### **3.11.2.7 Montaje del tuvo para la sujeción del panel operador**

Este panel operador puede ser desplazable en cualquier dirección que desee el operador dependiendo de la actividad que vaya a realizar, por lo que a un extremo

de la columna de la máquina en la cara lateral izquierda se montó un tubo de acero de 2 pulgadas en forma de un arco junto con un bocín y soldado a la estructura de la plegadora.

**FIGURA 3.39**  
**TUVO DE SUJECCIÓN**



**Elaborado por:** Tesistas

### **3.11.2.8 Cableado del panel operador**

En la figura 3.40 se observa la conexión eléctrica del panel operador hacia el tablero de control, el cableado recorre por un conducto anillado y también por el tubo donde pasa envuelto con aislante para evitar fisuras.

**FIGURA 3.40**  
**CABLEADO DEL PANEL OPERADOR**



**Elaborado por:** Tesistas



### **3.11.2.9 Montaje e instalación de pulsadores en el panel operador**

Estos elementos residen en la parte frontal del panel operador con su respectivo diseño y además para que puedan adherirse de mejor manera y por ende se incorporó una placa de acrílico de 4 mm de similares dimensiones. Posteriormente la pantalla nos permitirá ingresar los datos para realizar la operación requerida por el panel operador de la plegadora.

**FIGURA 3.41**

#### **PANEL OPERADOR FINALIZADO**



**Elaborado por: Tesistas**

## **3.12 CALIBRACIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES**

Se expone que un sensor es el dispositivo capaz de medir magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas, de igual manera los actuadores son aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado; los elementos actúan sobre el programa de automatización.

### **3.12.1 Calibración de microrruptores**

La calibración de los microrruptores se basa principalmente en las distancias seteadas de acuerdo a la aplicación que se va a realizar. Para el doblado de planchas, es necesario enfocarse en las matrices que se tiene y a que grados se desea realizar los dobles nos servirá también de seguridad para la máquina.

**FIGURA 3.42**  
**MICRORRUPTORES**



**Elaborado por:** Tesistas

Para obtener la ubicación correcta expuesta en las figuras 3.42 es necesario realizar una calibración de topes en la plegadora al inicio y final del proceso de doblado.

**FIGURA 3.43**  
**DOBLADO DE PLANCHA**



**Elaborado por:** Tesistas

**3.12.2 Calibración de encoder**

La calibración del encoder se lo debe realizar tomando en cuenta la operación que vamos a realizar en la máquina, la información que debemos ingresar en la pantalla siempre deberá ser la correcta, para obtener un conteo de pulsos indicado por el

usuario para realizar los dobles de la plancha después de realizar la operación debe volver a cero y empezar nuevamente el proceso así obtener un producto de calidad en las carrocerías.

**FIGURA 3.44**  
**UBICACIÓN DEL ENCODER**



**Elaborado por:** Tesistas

**Nota:** Debemos tener siempre en cuenta que los encoder deben estar ubicados de una manera correcta para que no sufra algún daño o un golpe imprevisto así podemos controlarlo adecuadamente.

### **3.12.3 Calibración de actuadores**

Debemos tener siempre en cuenta que los actuadores provocan un efecto sobre un proceso automatizado, es necesario realizar un análisis del trabajo que realizan las electroválvulas dispuestas en el sistema hidráulico para el doblado de planchas de un espesor indicado.

El mencionado análisis se enfoca en la calibración de la fuerza, acción física realizada por el aceite, mediante la cual podemos controlar la máquina por medio de la programación.

### 3.13 Programación del PLC xinje XC 3-24 para el doblado de planchas

Para realizar esta operación se verificó los siguientes aspectos:

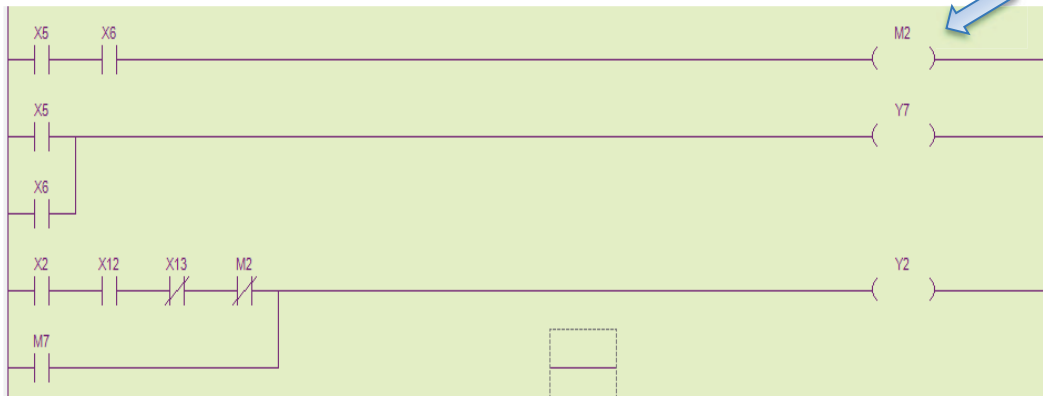
- Revisar todas las conexiones del tablero de control y el panel operador estén listas y bien sujetas.
- La tensión de alimentación del PLC Xinje XC3-24 sea 110/220V, para este caso se alimentó con 220V.
- Las conexiones de las salidas rápidas sean colocadas correctamente a los encoder para su perfecto funcionamiento.

El circuito de control está programado en la memoria del PLC, nuestro programa consta de entradas identificadas como %I0.0.....%I0.n, no es posible forzar una entrada directa de estas desde un software de control, es por esto que en cada entrada debemos poner en paralelo una marca, que son los denominados %M0.....%Mn (Anexo VIII ), que son marcas de relés internos que pueden ser activados directamente desde la memoria del PLC.

En la figura 3.45 se observa la marca interna del relé de activación del botón de encendido en la programación del circuito de control.

**FIGURA 3.45**

#### **ACTIVACIÓN DEL BOTÓN DE ENCENDIDO**



**Elaborado por: Tesistas**

### 3.13.1 Control del proceso mediante el PLC.

Para la programación del proceso de doblado de planchas se utilizará un PLC Xinje XC3-24, teniendo en cuenta que se trabajará con 14 entradas y 10 salidas, las mismas que analizaron durante la calibración de finales de carrera y de los encoder.

En la figura 3.46 se muestra el PLC serie XC 3-24 de la marca xinje.

**FIGURA 3.46**

**PLC XC3-24**



**Elaborado por:** Tesistas

#### **a. Arquitectura del PLC**

Dentro de la progresión de controladores Xinje se halla el XC3-24, diseñado para instalaciones complejas y máquinas normales, cubre aplicaciones de manipular señales de entradas y salidas así como incorporar comunicación serial para receptor información, está disponible en versión de base compacta y ha mostrado su capacidad para proveer diseños compactos, simples y flexibles, Lo que lo hace ideal para el desarrollo del presente proyecto.

### b. Diseño del circuito automático y eléctrico

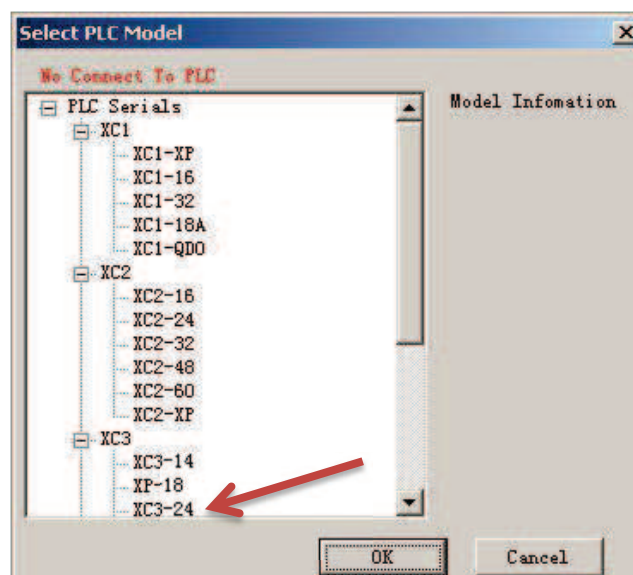
El circuito automático y eléctrico es el encargado de gobernar la programación requerida para el control del proceso. En el Anexo se observa el mencionado circuito.

### c. Diseño del circuito de control mediante el software

Antes de iniciar con la programación, primero se selecciona el modelo de trabajo del programa con el que se va a trabajar y luego se procede a la realización del programa, en este caso para programar se utiliza modo programación, después se crea un proyecto denominado TESIS.

En la fig. 3.47 se observa la configuración del PLC seleccionado (XC3-24).

**FIGURA 3.47**  
**SELECCIÓN DE PLC**

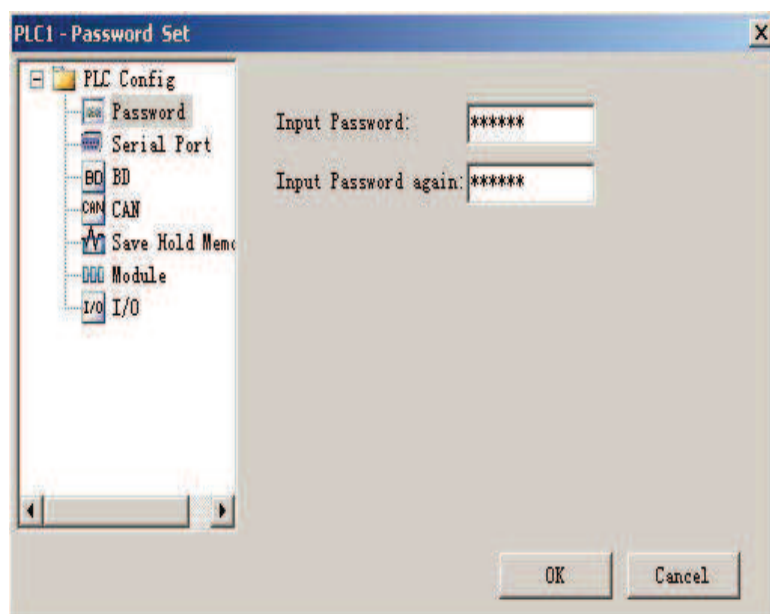


Elaborado por: Tesistas

1. La sección *describir* muestra una descripción general del autómata, en la cual se encuentran las tablas de entradas y salidas.
2. En la ventana *programar*, se selecciona la opción de configurar datos, entonces se observa los relés internos, contadores, temporizadores entre otras más que el autómata debe seleccionar de acuerdo a la necesidad, además el usuario puede configurar el comportamiento e incluso introducir una clave de protección del proyecto.

**FIGURA 3.48**

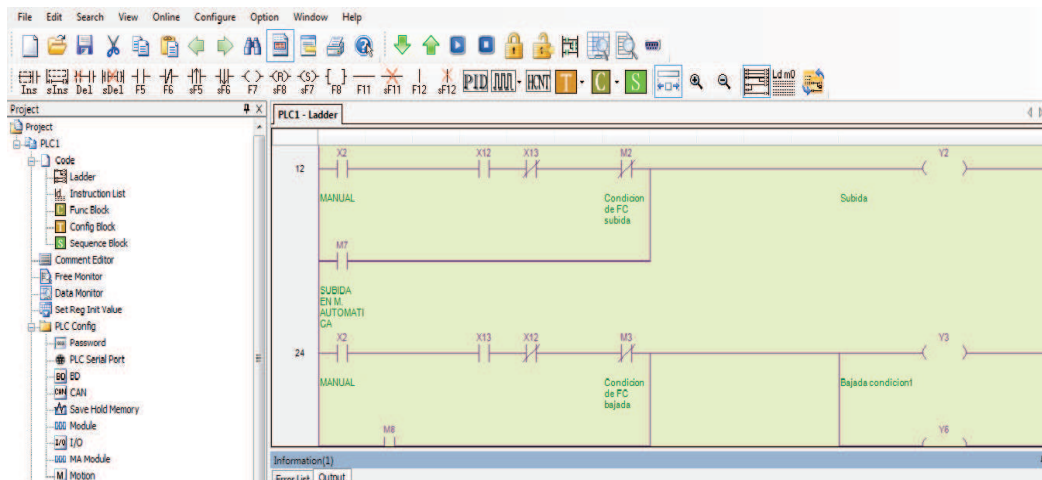
**INGRESAR CLAVE**



**Elaborado por:** Tesistas

3. En la opción *editar programa*, se observa la barra de herramientas ladder logic, allí se puede elegir el elemento de programación como se observa en la figura 3.39.

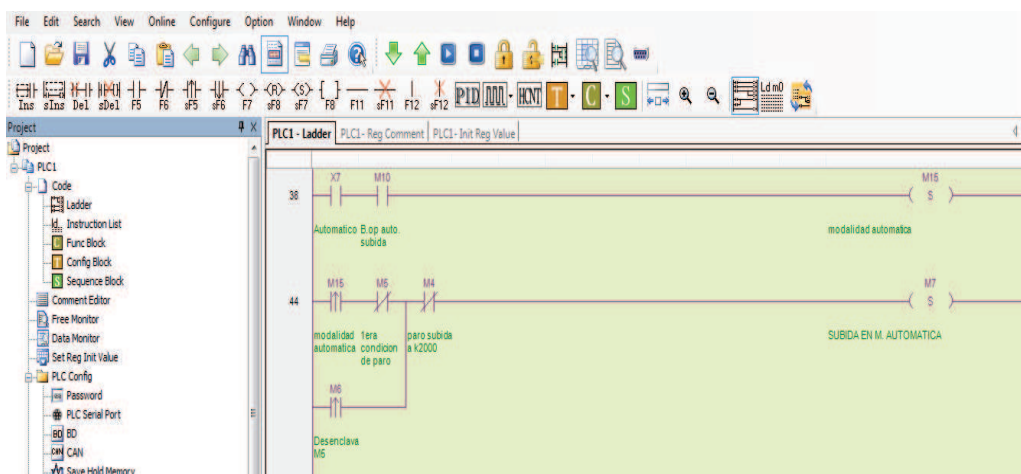
**FIGURA 3.49**  
**VENTANA PROGRAMAR / EDITAR PROGRAMA**



**Elaborado por: Tesistas**

- Luego de concluida la programación, se procede a guardar, analizar y simular el proyecto con la finalidad de observar si los parámetros están automatizados de acuerdo a las necesidades requeridas, la mencionada secuencia se observa en las figuras.

**FIGURA 3.50**  
**PROGRAMACIÓN**

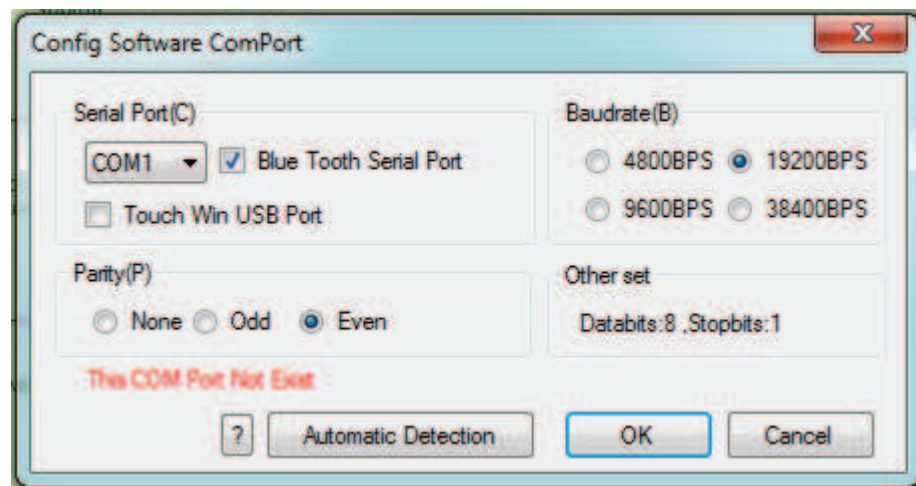


**Elaborado por: Tesistas**



5. Para cargar el programa en el PLC, se selecciona la ventana llamada *depurar*, en la que se identifica la dirección del cable serial de transmisión de datos (Figura 3.51) y simplemente se acepta.

**FIGURA 3.51**  
**VENTANA DEPURAR / CONECTAR**



**Elaborado por:** Tesistas

#### **d. Lenguajes de programación en el software**

Un controlador programable lee entradas, resuelve la lógica basada en un programa y entrega resultados en las salidas.

Crear un programa de control para un controlador consiste en escribir una serie de instrucciones en uno de los lenguajes de programación del PLC. Para elaborar programas de control, el usuario dispone de los siguientes lenguajes de programación:

- Lenguaje ladder (escalera).
- Lenguaje de lista de instrucciones.

El Anexo VIII adiciona información del PLC XC3-24.

### e. Conexión PC y controlador

Posteriormente se enlaza el programa en la pc y teniendo un funcionamiento satisfactorio, el siguiente paso fue transferir el programa y ponerlo a ejecutar en el controlador XC3-24, para ello se utilizó el cable de conexión TSX PCX1031 (figura 3.52) que dispone la empresa; pero como la PC solo dispone de puertos USB (Universal Serial Bus) se necesitó un cable convertidor USB a Serial DB-9, el cual permitió la conexión del cable del PLC al puerto USB de la PC.

**FIGURA 3.52**  
**CABLE DE CONEXIÓN – PC PUERTO USB**



**Elaborado por:** Tesistas

### 3.14 Elaboración de la interface HMI

- La implementación del HMI se realiza en base al software de programación de la pantalla OP320-S de la marca xinje, que permite visualizar los mensajes habilitados por el PLC.
- La pantalla OP320-S posee un protocolo de comunicación libre que es compatible con distintas marcas de controladores programables, por lo cual este panel contiene la codificación y parámetros necesarios para la comunicación y operación con el PLC XC3-24.
- Se consigue Visualizar y manejar el sistema de la forma más completa posible, donde se pueda ingresar datos para obtener un resultado.

A continuación se muestra un esquema de la comunicación que se maneja para desarrollar la HMI.

Esquema de comunicación del HMI.



Software de programación de la pantalla OP320-S

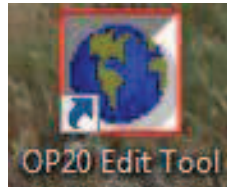


### 3.14.1 Software para la configuración de la OP 320-S

El software OP20 fue desarrollado para la configuración del panel view de la serie OP, además el software OP20 es cómodo para su utilización y de fácil su aprendizaje.

Para ingresar al software, damos doble clic en el icono OP20 Edit Tool como se observa en la figura 3.53 y se encuentra ubicado en el escritorio de la computadora indicada para realizar el proceso de programación.

**FIGURA 3.53  
ICONO DE INGRESO**



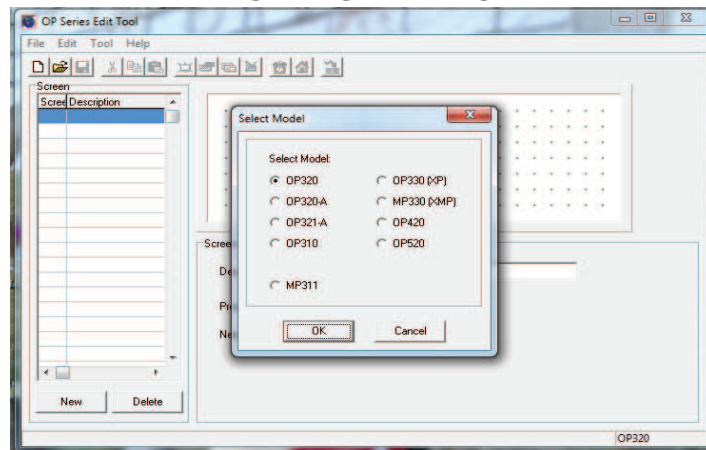
Elaborado por: Tesistas

### 3.14.2 Programación del panel view OP 320-S

#### 3.14.2.1 Selección del modelo de la OP

En el cuadro de dialogo de la figura 3.53 se debe seleccionar el tipo de panel view, que se debe utilizar para el diseño del HMI.

**FIGURA 3.53.1  
MODELO DE LA OP**

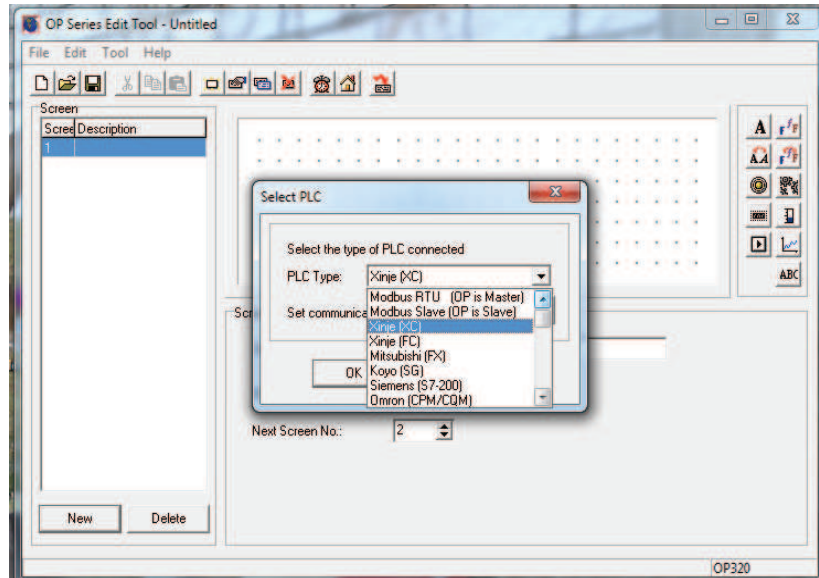


Elaborado por: Tesistas

### 3.14.2.2 Selección del PLC

Cuando se realice la configuración del software OP20, se debe seleccionar la marca del PLC indicado como se observa en la figura 3.54.

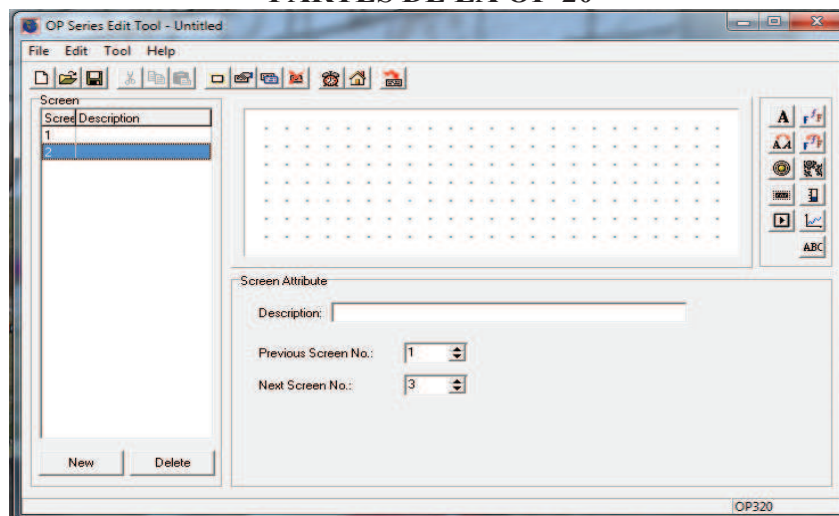
**FIGURA 3.54  
SELECCIÓN DEL PLC**



Elaborado por: Tesistas

### 3.14.2.3 Pantalla de programación

**FIGURA 3.55  
PARTES DE LA OP-20**



Elaborado por: Tesistas

Para programar el panel view se debe conocer todas las partes que está constituida la pantalla de programación OP20 como se observa en la figura 3.55.

**a. Barra principal**

En esta barra encontramos los menús desplegables que se observan en la figura 3.55.1, los cuales servirán para guardar, editar y ayudar en nuevos proyectos.

**FIGURA 3.55.1  
BARRA PRINCIPAL**



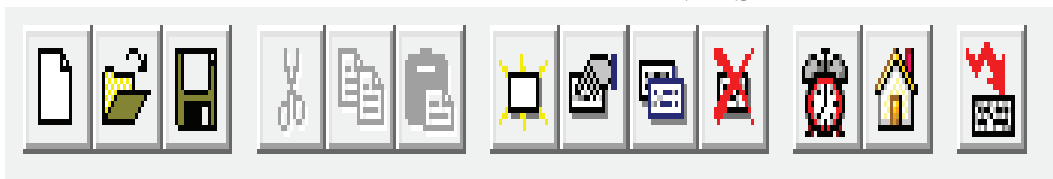
The image shows a horizontal menu bar with a light beige background. It contains four menu items: 'File', 'Edit', 'Tool', and 'Help', all written in a black, monospaced font.

**Elaborado por:** Tesistas

**b. Barra de herramientas**

En la barra de herramientas se encuentra distintas opciones para escogerlas:

**FIGURA 3.55.2  
BARRA DE HERRAMIENTAS**



**Elaborado por:** Tesistas

**c. Barra de funciones**

En esta barra encontramos todos los elementos que nos podrán servir para la programación de nuestro proyecto.

**FIGURA 3.55.3**  
**BARRA DE FUNCIONES**

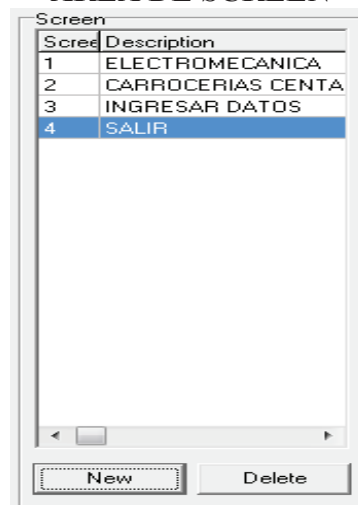


**Elaborado por:** Tesistas

**d. Área de screen**

El área de screen de la figura 3.55.4, sirve para observar la cantidad de screens realizadas o construidas en el proyecto, además los botones NEW sirve para crear screen y DELETE sirve para borrar screen y se encuentran ubicados en la parte inferior.

**FIGURA 3.55.4**  
**ÁREA DE SCREEN**



**Elaborado por:** Tesistas

**e. Atributos de screen**

En los atributos de screen de la figura 3.55.5, se puede asignar un nombre y una ubicación al screen.

**FIGURA 3.55.5**  
**ATRIBUTO DE SCREEN**



Screen Attribute

Description:

Previous Screen No.:

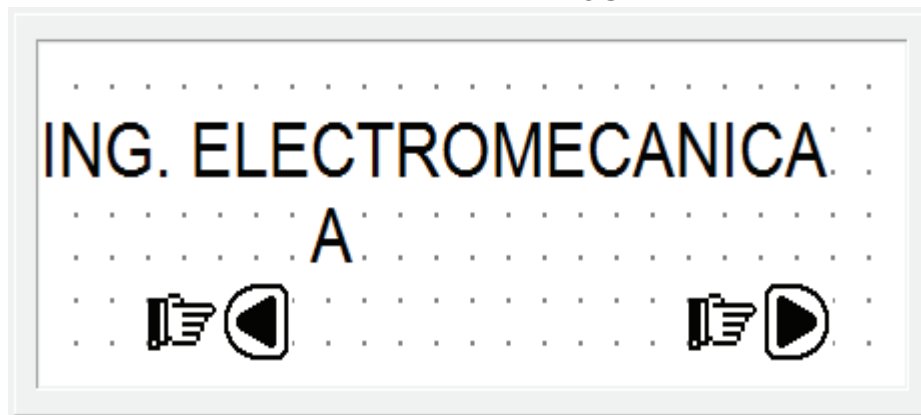
Next Screen No.:

**Elaborado por: Tesistas**

**f. Área de trabajo**

El área de trabajo, es aquella que nos sirve de visualización al momento de programar y poner en práctica el HMI como se observa en la figura 3.55.6 podemos representar los botones que debemos oprimir físicamente en la pantalla.

**FIGURA 3.55.6**  
**ÁREA DE TRABAJO**



**Elaborado por: Tesistas**



### **3.15 PRUEBAS Y RESULTADOS**

Se debe verificar el perfecto funcionamiento de la plegadora hidráulica y controlar que todos los sistemas estén en óptimas condiciones antes de poner la máquina en marcha se realizó un análisis práctico real de todos los sistemas incorporados en la plegadora.

#### **3.15.1 Pruebas del sistema mecánico**

##### **3.15.1.1 Movimiento del carnero**

El carnero estaba sujeto con puntos de suelda a cada extremo de la estructura de la plegadora, también por medio de unas planchas con pernos que están soldadas a los extremos de las vigas de soporte, se logró que el carnero este fijo en un solo sentido como se observa en la figura 3.56.

**FIGURA 3.56**  
**SUJECIÓN DE LOS EXTREMO DEL CARNERO**



**Elaborado por: Tesistas**

Se procede a colocar gatas hidráulicas a cada extremo del carnero para retirar las sueldas y los pernos que lo sujetaban, luego procedió a bajar por si solo debido a

su peso con las gatas se subió y se bajó con la finalidad de que no estuviese atascando y también alinearlos de una manera adecuada.

En las vigas de la plegadora se coloca grasa para facilitar el libre movimiento del carnero, así obtener un movimiento rectilíneo a la subida y bajada del sistema.

**FIGURA 3.57**

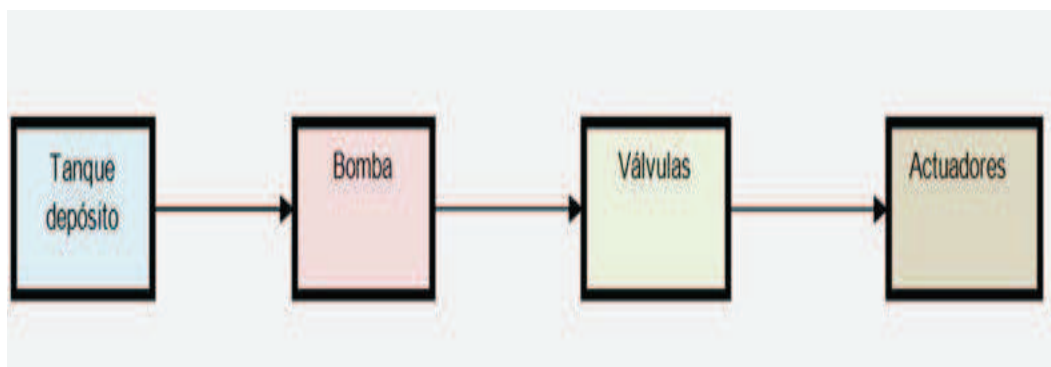
**UTILIZACIÓN DE GATAS HIDRÁULICAS**



**Elaborado por: Tesistas**

**3.15.2 Pruebas del sistema hidráulico**

Comprobado el sistema mecánico que este en perfecto funcionamiento se procede a colocar todo los elementos que conforman el sistema hidráulico teniendo en cuenta.



### **3.15.2.1 Fugas de aceite hidráulico**

Cuando se procede a realizar las pruebas de funcionamiento del sistema hidráulico se observa la presencia de fugas de aceite en acoples y uniones por ende se procede a localizar cada una de estas fugas con la finalidad de eliminar el goteo por medio de la colocación de teflón en los distintos elementos.

### **3.15.2.2 Caída de presión**

Cuando empieza a funcionar la máquina esta envía aceite hidráulico del depósito de aceite a los cilindros para que se mueva, por ende el carnero se pone en movimiento se debe tener una presión constante, con maniobras repetitivas se empieza a tener pérdidas de presión en cañerías y válvulas por el fluido en movimiento al detenerse la plegadora las pérdidas cesan.

Se debe tener en cuenta que en un sistema bien dimensionado las pérdidas de presión naturales en válvulas y cañerías serán realmente pequeñas.

### **3.15.3 Pruebas del sistema eléctrico**

Para comprobar el perfecto funcionamiento del sistema hidráulico es primordial que el sistema eléctrico ya este implementado en la máquina, debido a que el motor y la bomba deben estar energizados en el momento adecuado, la entrada de señal de los finales de carrera y encoders se lo realiza por medio del cableado eléctrico que se dirigen a los elementos de mando y control, también el monitoreo del HMI es necesario para operar la plegadora, por lo tanto para comprobar el funcionamiento adecuado del sistema eléctrico se debe realizar las siguientes pruebas:

**FIGURA 3.58**  
**SISTEMA ELÉCTRICO**



**Elaborado por:** Tesistas

#### **3.15.3.1 Pruebas de comunicación de la pantalla OP con el PLC xinje**

Para realizar las pruebas del sistema eléctrico de mando y control se crea un programa en el software para ser transmitido al PLC, para que se ejecute todas las líneas de programación y controle tanto las variables de entradas como las de salida, para ello se conecta un cable transmisor de datos que tiene un puerto al PLC y el otro extremo con un convertidor USB-Serial DB-9 a la PC, de esta manera en la ventana “Programar”, “Conectar” y “Aceptar”, se estableció la interface de comunicación entre estos dos elementos.

Cuando se obtuvo la conexión entre estos elementos se procede a enviar la programación de la PC al PLC luego se presiona modo RUN, ya con la programación en la memoria del plc se comprueba el perfecto funcionamiento de todos los elementos eléctricos que conforman el sistema.

Es importante mencionar que se instaló el software del cable convertidor USB-Serial DB-9 para que sea reconocido por la PC permitiendo la conexión del cable de datos del PLC.

### 3.15.3.2 Pruebas de activación de finales de carrera y encoders

Los finales de carrera tienen un contacto abierto y un contacto cerrado, se utilizaron los dos contactos para nuestro proyecto; el contacto abierto para que cuando se accionen por medio de topes estos dejen pasar una señal de voltaje directamente a las entradas del PLC, en la parte automática se utiliza el contacto cerrado para desactivar la señal o vuelva a cero y enviar a realizar otra operación es decir entran en funcionamiento los encoders que envían señales de pulsos a las entradas del controlador lógico programable para realizar una operación determinada, estas señales son indispensables en las diferentes etapas del programa en el PLC.

La prueba de los finales de carrera se lo realiza al activar cada uno de ellos, comprobando su funcionamiento por medio de luces indicadoras de las entradas del PLC que se muestran de color verde, como se observa en la figura.

**FIGURA 3.59**

#### **ACTIVACIÓN DE FINAL DE CARRERA Y ENCODER**



**Elaborado por: Tesistas**

### 3.15.3.3 Pruebas de funcionamiento del tablero de control

Se realiza las pruebas de funcionamiento del tablero de control para comprobar que todos los elementos que conforman el sistema estén en perfecto funcionamiento.

En el modo manual del tablero se realizó el encendido y apagado del motor, la bomba, encendido de la electroválvula, encendido de la luz de emergencia. El funcionamiento no presentó problema alguno.

**FIGURA 3.60**  
**TABLERO DE CONTROL**



**Elaborado por:** Tesistas

En las pruebas del modo automático se ingresan los valores en la pantalla local (OP320-S):

El funcionamiento en este modo se realiza mediante el ingreso de un valor determinado en la pantalla para obtener una aplicación, la cual controla la presión que necesita la máquina para realizar el doble también controla que todos los dispositivos estén en perfecto funcionamiento para que el operador esté seguro de lo que está realizando sin daño alguno. Los cuales funcionan correctamente durante el proceso.

#### **3.15.3.4 Pruebas de la interfaz hombre máquina (HMI)**

Es un sistema que permite la comunicación entre el hombre y la máquina por medio de un puerto de comunicación de la PC con la pantalla OP, después se procede a realizar la comunicación de datos mediante un cable serial RS232 entre la pantalla OP con el PLC.

**FIGURA 3.62**  
**PUERTO DE COMUNICACIÓN PLC-OP**



**Elaborado por:** Tesistas

Después de establecer los enlaces entre estos dos dispositivos se obtiene un servidor y clientes para cumplir una función determinada que resulta más sencilla y económica.

#### **3.15.3.5 Prueba total del funcionamiento de la plegadora**

Después de comprobar que todos los elementos que conforman la plegadora estén en perfecto funcionamiento y también de haber rectificado todos los inconvenientes presentados en todo el sistema, se procede a realizar una prueba de doblado en una plancha de 2 mm de espesor con un diámetro de 2 m en una matriz determinado que nos facilitó la empresa con la finalidad de obtener el dobles requerido.

Se coloca la matriz en la mitad de la plegadora debiendo estar centrada y nivelada de acuerdo a nuestros requerimientos.

Mediante el tablero de control y la interface HMI se controla a la máquina, se procedió al doblado de la plancha como se observa en la figura, así obteniendo como resultado un producto terminado de calidad favorable para la empresa como se observa en la figura:

**FIGURA 3.63**  
**FUNCIONAMIENTO DE LA PLEGADORA**



**Elaborado por: Tesistas**

**3.16 Beneficios del proyecto**

La empresa Buses centauro duplicó su producción por medio de la reducción de tiempos de operación ya que el sistema de funcionamiento de la plegadora hidráulica es más eficiente, se obtuvo la reducción de precios al realizar un producto de calidad sin pérdidas de material.

Se consiguió manipular el proceso a través de un HMI, brindando facilidad al personal y operarios de la empresa en el manejo y operación del sistema hidráulico de la plegadora, fomentando el aprendizaje que involucra esta implementación a dichos operarios.

La inversión se recuperará en un periodo de 2 años, este lapso de tiempo es aceptable, ya que normalmente el tiempo de recuperación de la inversión de maquinaria es de cinco años.



## CONCLUSIONES

- Al finalizar este proyecto se cumplió con el objetivo trazado que fue diseñar e implementar un sistema de control semiautomático e interfaz de comunicación HMI en una máquina, para la empresa “Carrocerías Centauro” ubicado en el sector San Gerardo Parroquia 11 de Noviembre Latacunga.
- La prensa hidráulica involucra una gran potencia de trabajo mecánico, mientras mayor sea la fuerza, mayor será el accionamiento de operación.
- Se implementó HMI para cada uno de los procesos, mejorando de esta forma la plegadora, y por tal razón la supervisión y el control del mismo.
- Se completó con éxito una interface al usuario utilizando un PC y la aplicación Intouch Panel. Esta interface da acceso absoluto al usuario sobre los parámetros del controlador y se convierte en un ambiente de trabajo interactivo que incluso permite desplegar los valores de la variable controlada.
- El sistema implementado facilita monitorear y controlar el estado de los distintos datos ingresados en tiempo real.
- La automatización de máquinas es favorable ya que promueve la investigación en el campo de la ingeniería, conllevando al desarrollo de nuevos proyectos en tecnología.
- Se consigue diseñar un sistema variable que permite cambiar accesorios para el mejoramiento de la máquina como por ejemplo darle más fuerza o caudal.
- Se consigue controlar los parámetros de funcionamiento de los sistemas mediante la creación del HMI.
- Se logró controlar la seguridad operativa de la máquina mediante sensores que minimizan el riesgo al operador.

- Las pruebas de funcionamiento en el sistema implementado da como resultado un movimiento adecuado de la cuchilla para realizar un determinado proceso.

## **RECOMENDACIONES**

- Cuando se le suspende la alimentación al PLC, su salida de control hacia el actuador del proceso cae a cero.
- Se recomienda como protección que las referencias a tierra de todos los dispositivos eléctricos y electrónicos que se encuentran inmersos dentro de un sistema de automatización, sean conectadas al punto de conexión a tierra.
- Para una correcta calibración de los transmisores encoders es necesario disponer de elementos patrones certificados, para de esta manera contar con datos fiables del proceso.
- Se recomienda leer los manuales y hojas de especificaciones técnicas de los equipos a utilizar, para de esta forma garantizar una correcta manipulación y evitar daños inesperados para el personal en general.
- Utilizar el aceite correcto, de acuerdo a las características técnicas de cada elemento hidráulico que contiene la máquina así alargar la vida útil de cada elemento.
- Cambiar el aceite hidráulico a partir de las 3000 horas de trabajo.
- Limpiar las guías regularmente para evitar trabamientos y daños en su superficie.
- No exceder la distancia máxima de carrera de carnero, evitando así un mal funcionamiento de la máquina y errores de señal en los sensores.
- El operador debe realizar un entrenamiento previo a la operación de la máquina, con el fin de familiarizarse con cada uno de sus componentes y funciones

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliografía citada

CANTERO, José, “Problemas Resueltos de Fabricación de Máquinas”, Bogota Paraninfo 2005, Pág. 1.

CREUS, Antonio, “Neumática e Hidráulica”, Alfaomega Grupo Editor, S. A, México 2011, Segunda Edición, Pág. 1, 2, 229, 238.

EROLES GÓMEZ, Antonio, “Sistema Automático de Control”, 2000, Segunda Edición, Pág. 16

GARCÍA FERRER, Carlos Alberto. “Hidráulica Básica”, Editorial Limusa S.A 2000, Primera Edición, Pág. 133.

GIRÒ, Vicente Lladonosa, “Instalaciones Eléctricas”, Editex 2010, Primera Edición, Pág. 24.

JHON, Jaime, ROBBY, Goez, “Electrónica Industrial y Automatización”, Cedit S. A 2002, Pág. 9, 17.

LABARTA, José Luis, “Automatismos Industriales”, Donostiarra S. A 2010, Pág. 54.

MEDINA, José, “Automatización en la Industria”, Barcelona 2010, Primera Edición, Pág. 24.

PEÑA, Joan, “Diseño y Aplicación con Autómatas Programables”, UOC 2003, Pág. 28.

PÉREZ, Enrique, ACEVEDO, Jorge Marcos, PÉREZ LÓPEZ, Serafin, “Autómatas Programables Entorno y Aplicación”, España, Primera Edición, Pág. 360, 361.

ROLDÁN VILORIA, José, “Manual de Electrónica de Mantenimiento”, Costa Rica 2005, Segunda Edición, Pág. 329, 334.

RIVERO, Manuel Cabello, “Instalación Eléctrica de Interiores”, Madrid, 2010, Primera Edición, Pág. 34.

SÁNCHEZ, Miguel, “Instalaciones Eléctricas”, España 2010, Primera Edición, Pág. 19.

### **Bibliografía consultada**

ENRÍQUEZ, Harper “Manual De Aplicación Del Reglamento De Instalaciones Eléctricas” Editorial Limusa; 2003, Primera edición.

GERLING, Heinrich, “Alrededor De Las Máquinas – Herramientas”, Editorial Reverté; 1964, 2da edición.

LEMA, Res, José A. “Entrenador para PLC”, 2003. Tesis. Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería Electrónica.

“Manual de Aplicación de Encoders”, Por West Instruments de México.

SKF; “Manual de Mantenimiento y Recambio de Rodamientos”, Catalogo 3014 Sp, Abril 1977-04, SKF Inglaterra.

VALENCIA, Hernán, “Control Y Electrónica Industrial”, Notas de clases orientadas, en área de automatización y Control Industrial, 2009, Medellín.

WILLIAM F, Smith y JAVAD, Hshemi; “Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales”, Ed. Mc Graw Hill, 2006, Cuarta Edición, México D.F.

## **Páginas electrónicas**

<http://www.cetis143.edu.mx/hidraulica/expressa12/plc.pdf>

[http://www.honeywellsp.com/hw\\_productos\\_servicios/hw\\_sensores/Hw\\_Sensores  
\\_Control](http://www.honeywellsp.com/hw_productos_servicios/hw_sensores/Hw_Sensores_Control)

<http://www.e-torredebabel.com/Psicologia/Vocabulario/Metodo>

<http://www.unicrom/tutorial/hmi.asp>

<http://www.control-systems>

<http://www.schneider-electric.ec>

<http://www.electrocables.com>

Wuxi Xinje Electric Co., Ltd.

# ANEXOS

**ANEXO I**  
**SÍMBOLOS**  
**HIDRÁULICOS**

## SIMBOLOS HIDRÁULICOS

Para controlar la simbología tanto en neumática como en hidráulica, existen entidades nacionales e internacionales encargadas de controlar la normalización simbólica. Dichos organismos han creado una serie de sistemas de normalizaciones, las más importantes son:

- **International Organization for Standardization. ISO.**
- **Verein Deutscher Maschinenbau Anstalten. Alemania. VDMA.**
- **Comité Europeo de Transmisiones Oleodinámicas y Neumáticas. CETOP.**

Como se ha mencionado, éstas tres son las más usadas, ya que tienen bastante similitud. Pero existen otras dos a tener en cuenta y que son americanas:

- **Joint Industry Conference. JIC**
- **American Standardization Association. ASA**

De todos modos, un símbolo tiene una información limitada, es decir, nos indicará solamente la función representada. En cambio, no nos dará información de su tamaño, por ejemplo. Por este motivo, los esquemas incluyen informaciones adicionales. Por poner ejemplos, el caudal, el tipo de tubería, la clase de racor, potencia, presión, etc.

Una información que es vital para el técnico encargado de realizar la instalación y su mantenimiento.



## CONEXIONES

Conexiones	
Símbolo	Descripción
	Unión de tuberías.
	Cruce de tuberías.
	Manguera.
	Acople rotante.
	Línea eléctrica.
	Silenciador.
	Fuente de presión, hidráulica, neumática.
	Conexión de presión cerrada.















	Línea de presión con conexión.
	Acople rápido sin retención, acoplado.
	Acople rápido con retención, acoplado.
	Desacoplado línea abierta.
	Desacoplado línea cerrada.
	Escape sin rosca.
	Escape con rosca.
	Retorno a tanque.

	Unidad operacional.
	Unión mecánica, varilla, leva, etc.
	Motor eléctrico.
	Motor de combustión interna.

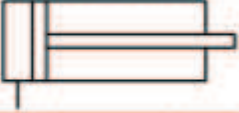

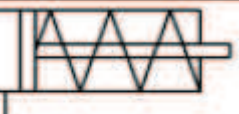
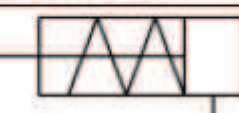
## MEDICIÓN Y MANTENIMIENTO





Medición y mantenimiento	
Símbolo	Descripción
	Unidad de mantenimiento, símbolo general.
	Filtro.
	Drenador de condensado, vaciado manual.
	Drenador de condensado, vaciado automático.
	Filtro con drenador de condensado, vaciado automático.
	Filtro con drenador de condensado, vaciado manual.



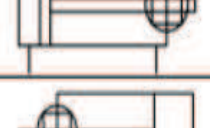
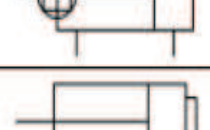

	Lubricador.
	Secador.
	Separador de neblina.
	Limitador de temperatura.
	Refrigerador.
	Filtro micrónico.
	Manómetro.







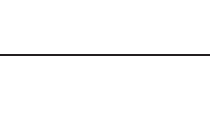
	Manómetro diferencial.		Caudalímetro.
	Unidad de mantenimiento, filtro, regulador, lubricador. Gráfico simplificado.		Medidor volumétrico.
	Válvula de control de presión, regulador de presión de alivio, regulable.		Indicador óptico. Indicador neumático.
	Combinación de filtro y regulador.		Sensor.
	Combinación de filtro, regulador y lubricador.		Sensor de temperatura.
	Combinación de filtro, separador de neblina y regulador.		Sensor de nivel de fluidos.
	Termómetro.		Sensor de caudal.







## MECANISMOS (ACTUADORES)

Símbolo	Descripción
	Cilindro de simple efecto, retorno por esfuerzos externos.
	Cilindro de simple efecto, retorno por esfuerzos externos.
	Cilindro de simple efecto, retorno por muelle.
	Cilindro de simple efecto, retorno por muelle.










	Cilindro de simple efecto, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, vástago simple antigiro, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, vástago simple antigiro, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.

	Cilindro de doble efecto, vástago simple.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple antigiro.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple antigiro.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple montaje muñón trasero.




	Cilindro de doble efecto, vástago simple antigiro.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple antigiro.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple montaje muñón trasero.
	Cilindro de doble efecto, doble vástago.
	Cilindro de doble efecto, doble vástago.
	Cilindro de doble efecto, doble vástago antigiro.
	Cilindro de doble efecto, vástago telescópico.






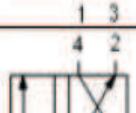
	Cilindro diferencial de doble efecto.
	Cilindro de posición múltiple.
	Cilindro de doble efecto sin vástago.
	Cilindro de doble efecto sin vástago, de arrastre magnético.
	Cilindro de doble efecto, con amortiguación final en un lado.
	Cilindro de doble efecto, con amortiguación ajustable en ambos extremos.


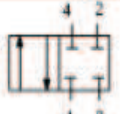
## BOMBAS



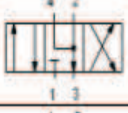
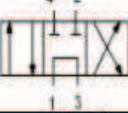

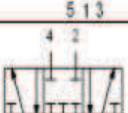
Símbolo	Descripción
	Bomba hidráulica de flujo unidireccional.
	Bomba hidráulica de caudal variable.
	Bomba hidráulica de caudal bidireccional.
	Bomba hidráulica de caudal bidireccional variable.
	Mecanismo hidráulico con bomba y motor.
	Compresor para aire comprimido.
	Depósito. Símbolo general.
	Depósito hidráulico.
	Depósito neumático.

VÁLVULAS DIRECCIONALES





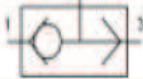

	Una posición.
	Dos posiciones.
	Tres posiciones.







Símbolo	Descripción
	Válvula 2/2 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 2/2 en posición normalmente abierta.
	Válvula 2/2 de asiento en posición normalmente cerrada.
	Válvula 3/2 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 3/2 en posición normalmente abierta.
	Válvula 4/2.







	Válvula 4/2.
	Válvula 4/2 en posición normalmente cerrada.








	Válvula 3/3 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 4/3 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 4/3 en posición neutra escape.
	Válvula 4/3 en posición central con circulación.
	Válvula 5/2.
	Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada.

## VÁLVULAS DE BLOQUEO, FLUJO Y PRESIÓN




Símbolo	Descripción
	Válvula de cierre.
	Válvula de bloqueo (antirretorno).
	Válvula de retención pilotada. $P_e > P_a \rightarrow$ Cierre.
	Válvula de retención pilotada. $P_a > P_e \rightarrow$ Cierre.
	Válvula O (OR). Selector.
	Válvula de escape rápido. Válvula antirretorno.








	Válvula de escape rápido, Válvula antirretorno, doble efecto con silenciador.
	Válvula Y (AND).
	Orificio calibrado. El primer símbolo es fijo, el segundo regulable.
	Estrangulación. El primer símbolo es fijo, el segundo regulable.
	Válvula estranguladora unidireccional a diafragma.
	Válvula estranguladora unidireccional. Válvula antirretorno de regulación regulable en un sentido





	Válvula estranguladora doble, antirretorno con regulador de caudal doble con conexión instantánea.
	Válvula estranguladora de caudal de dos vías.
	Distribución de caudal.
	Eyector de vacío. Válvula de soplado de vacío.
	Eyector de vacío. Válvula de soplado de vacío con silenciador incorporado.
	Válvula limitadora de presión.

	Válvula limitadora de presión pilotada.
	Válvula de secuencia por presión.
	Válvula reguladora de presión de dos vías. (reductora de presión).
	Válvula reguladora de presión de tres vías. (reductora de presión).
	Multiplicador de presión neumático. Accionamiento manual.
	Presostato neumático.
	Presostato neumático.

## ACCIONAMIENTOS

Simbolo	Descripción
	Mando manual en general, pulsador.
	Botón pulsador, seta, control manual.
	Mando por palanca, control manual.
	Mando por pedal, control manual.
	Mando por llave, control manual.
	Mando con bloqueo, control manual.
	Muelle, control mecánico.

	Palpador, control mecánico en general.
	Rodillo palpador, control mecánico.
	Rodillo escamoteable, accionamiento en un sentido, control mecánico.
	Mando electromagnético con una bobina.
	Mando electromagnético con dos bobinas actuando de forma opuesta.
	Control combinado por electroválvula y válvula de pilotaje.
	Mando por presión. Con válvula de pilotaje neumático.

	Presurizado neumático.
	Pilotaje hidráulico. Con válvula de pilotaje.
	Pilotaje hidráulico. Con válvula de pilotaje.
	Presurizado hidráulico.

**ANEXO II**

**TIPOS DE**

**SENSORES**



### TIPOS DE SENSORES

En la siguiente tabla se detallan algunos tipos de sensores electrónicos y/o mecánicos que convierte un tipo de energía a otra para poder ser controlada.

<b>Magnitud</b>	<b>Transductor</b>	<b>Características</b>
Posición lineal o angular	Potenciómetro	Analógica
	Encoder	Digital
Velocidad lineal y angular	Dinamo tacométrico	Analógica
	Encoder	Digital
	Detector inductivo	Digital
	Servo - inclinómetro	A/D
	Giróscopo	
Aceleración	Acelerómetro	Analógica
	Servo-acelerómetro	
Precisión	Membranas	Analógica
	Manómetro digital	Digital
Temperatura	Termopar	Analógica
	RTD	Analógica
	Termistor NTC	Analógica
	Termistor PTC	Analógica

ANEXO II	TIPOS DE SENSORES		2 - 2
	Bimetal	I/O	
Sensores de presencia	Inductivos	I/O	
	Capacitivos	I/O	
	Ópticos	I/O y Analógica	
Visión artificial	Cámara de video	Procesamiento digital	
	Cámaras CCD o CMOS	Procesamiento digital	
Sensor de proximidad	Sensor final de carrera		
	Sensor capacitivo	Analógica	
	Sensor inductivo	Analógica	
	Sensor fotoeléctrico	Analógica	
Sensor acústico	Micrófono	Analógica	
Sensor de luz	Fotodiodo	Analógica	
	Fotorresistencia	Analógica	
	Fototransistor	Analógica	
	Célula fotoeléctrica	Analógica	

De los sensores mencionados anteriormente, seleccionamos de acuerdo a sus características técnicas los que más se acoplaban a nuestro proyecto para obtener velocidad, posición y proximidad así ofrecer seguridad al usuario como son:

- Encoder
- Final de carrera

# **ANEXO III**

# **PLANOS**

**ANEXO IV**  
**ELECTROVÁLVULAS**

**ELECTROVÁLVULAS****ELECTROVÁLVULA 4/3**

La electroválvula 4/3 es la que utilizamos en nuestro proyecto de marca VAP-CPOAC. El centro cerrado significa que las cuatro vías están bloqueadas internamente impidiendo la circulación del aceite o aire en ninguna de las direcciones. Válvula direccional 4/3 de centro en tándem: el centro en tándem significa que tiene las dos vías que van al actuador bloqueadas y las dos vías que van a la presión y al tanque conectadas permitiendo que se quede el actuador bloqueado y la presión enviarla al tanque o a otra válvula mientras está ese actuador inmovilizado.



**Características:**

**CODIGO:** SWG04C2TA120

Válvula hidráulica de doble solenoide de 220V – 50Hz, de control direccional de 4 vías, 3 posiciones centro cerrado (bloqueado), modelo sw-g04-c2-t-a120-10, montaje estándar normalizado NFPA d07 (ISO 4401-ad-07-4-a, cetop7, ng16), 4500 psi presión máxima, 2000 presión máxima de retorno con drene interno (3000 PSI con drene externo), 80 GPM, 240 ciclos por minuto (CPM) máximo, válvula hidráulica de alto flujo, de alta presión, tipo de carrete, bajo nivel de ruido, bobinas encapsuladas de 220V, resistente a la humedad y al polvo, con consumo de corriente al accionar: 1.2A, para mantener la posición: 0.27A, conector conduit 1/2 NPT con luz (opcional sin cargo: conector din hirschmann con luz), sobre-mando manual, se recomienda aceite mineral con filtración de 25 micrones, rango de temperatura de 0 - 55°C, viscosidad: 10 - 400 CST, incluye led indicador, 4 tornillos de montaje (#3/8-16 unc-2b x 2"), y bloque de conexión de la bobina.

### ELECTROVÁLVULA ON/OFF

La electroválvula ON/OFF es la que utilizamos en nuestro proyecto de marca VICKERS.



**Datos básicos**

Tipo: Válvula	Número de Modelo: dg4v	Marca: raypoo
Lugar del origen: China (Continental)	Nombre: Vickers hidráulico de la válvula	Otro: solenoide de la válvula
Presión: 250 bar	Flujo: 63l/min	Tamaño: dn6mm
Voltios: AC 220v 110v DC 24v 12v	Temperatura de funcionamiento: 30- 60°C	Viscosidad: 16- 400mm <sup>2</sup> /s

**ANEXO V**

**CONTACTOR Y**

**RELÉS**



CONTACTOR

● Contactores

GM Contactores Magnetico **GM C 22 R 60Hz AC 220 4P**

Tipo	
C	Bobina AC
D	Bobina DC
S	Arrancadores de Motor, Abierto
W	Gabinete arrancadore

Corriente Nominal			
9	40	100	300
12	50	125	400
18	65	150	600
22	75	180	800
32	85	220	

Aplicacion	
-	General / Estándar
R	Invertir

Gabinete	Tipo Interruptores Magnético (Metal)
-	sin Pulsador
B	Con Pulsador

Gabinete	Tipo Interruptores Magnético (Moide)
M	sin Pulsador
MB	Con Pulsador

- 3 polos  
4P 4 polos

• Bajo AF

Tipo	Bobina AC		Bobina DC
	AC 60Hz	AC 50Hz	DC
GMC(D) - 9 - 85	24V	24V	12V
	48V	42V	24V
	110V	48V	48V
	120V	100V	100V
	208V	110V	110V
	220V	220V	125V
	240V	240V	200V
	277V	380V	220V
	380V	400V	250V
	440V	415V	20V
	480V	440V	60V
	600V	500V	80V
-	550V	-	

• Alto AF

Tipo	Voltaje Nominal	Bobina comun AC/DC	
		AC 50Hz/60Hz	DC
GMC -100 -400	24V	24-25V	24V
	48V	48-50V	48V
	100-200V	100-240V	100-220V
	300V	265-347V	-
	400V	380-450V	-
GMC -600 -800	500V	440-575V	-
	100V	100-127V	100-110V
	200V	200-240V	200-220V
	300V	265-347V	-
	400V	280-450V	-
500V	440-575V	-	

Nota: Disponible solo en GMC100-200

T1

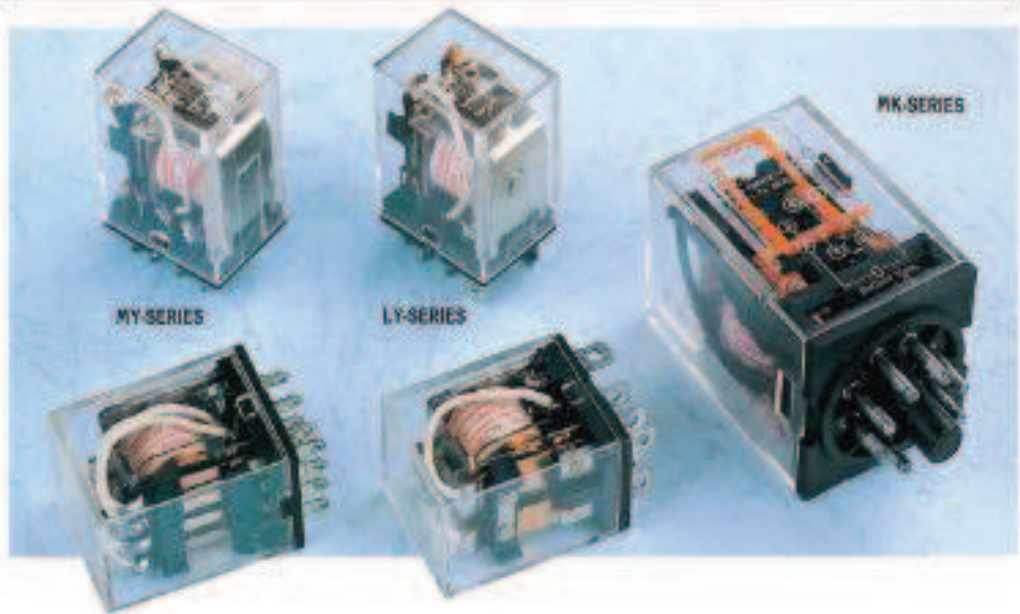
Nota: Bobina AC para uso comun en 50/60Hz esto tambien disponible





## specification

MODEL		MY SERIES			LY SERIES			MK SERIES	
		MY-2	MY-3	MY-4	LY-2	LY-3	LY-4	MK2P1	MK3P1
EXTERNAL DIMENSION (mm)	L	27.6			27.6	27.6	27.6	34.7	
	W	21.5			21.5	21.5	21.5	26.7	
	H	14			14	14	14	14	
CONTACT FORM		1A2B	3A3B	4A4B	1A2B	3A3B	4A4B	3A2B	3A3B
CONTACT CAPACITY		28V DC, 220V AC			28V DC, 220V AC			28V DC, 220V AC	
		5A			3A	15A/10A	10A	10A/5A	
COIL VOLTAGE	DC	E-12,24,36,48,110V			E-12,24,36,48,110V			E-12,24,48,60,110,220V	
	AC	E-12,24,36,110,220V			E-12,24,36,48,110,220V			E-12,24,36,48,110,127,220,380V	
CONTACT RESISTANCE		≤ 50mΩ			≤ 50mΩ			≤ 50mΩ	
INSULATION RESISTANCE		≥ 1000MΩ			≥ 1000MΩ			≥ 500MΩ	
DIELECTRIC STRENGTH		1000V AC 50/60Hz			1500V AC 50/60 Hz			1500V AC 50/60Hz	
SERVICE LIFE	MECHANICAL	10,000,000			10,000,000			10,000,000	
	ELECTRICAL	100,000			100,000			100,000	
TERMINAL		OUTLET AND PRINTED CIRCUIT BOARD			OUTLET AND PRINTED CIRCUIT BOARD			OUTLET SOLDER	



**ANEXO VI**

**CABLES**

**ELÉCTRICOS**

**> TFN**

Conductor de cobre para 600V aislado con policloruro de vinilo (PVC) 90°C, y chaqueta de poliamida (nylon), resistente a la humedad, calor elevado, aceites y gasolina.

**> APLICACIONES**

Los conductores de cobre tipo TFN son utilizados para circuitos de control en tableros eléctricos para edificaciones industriales, comerciales y residenciales, y como conductores para cableado de máquinas herramientas y de electrodomésticos, además son especialmente aptos para usarse en zonas contaminadas con aceites, grasas, gasolinas, etc. y otras sustancias químicas corrosivas como pinturas, solventes, etc., tal como se especifica en el National Electrical Code. Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos con temperatura máxima de operación de 90 °C. En cuanto a su tensión de servicio, para todas las aplicaciones, es de 600 V.

**> ESPECIFICACIONES**

Los conductores de cobre tipo TFN fabricados por ELECTROCABLES C.A., cumplen con las siguientes especificaciones y normas:

- ASTM B-3: Alambres de cobre recocido o suave.
- ASTM B-8: Conductores trenzados de Cobre en capas concéntricas.
- ASTM B-787: Conductores trenzados de Cobre de 19 hilos, formación Unilay para ser aislados posteriormente.
- UL - 62: Cordas flexibles y alambres, para uso eléctrico.

Además de todos los requerimientos del National Electrical Code.

**> CONSTRUCCIÓN**

Los conductores tipo TFN son cableados y están contruidos con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Policloruro de Vinilo (PVC) resistente a la humedad y al calor, sobre la cual se aplica una cubierta protectora de Nylon o poliamida. Pueden ser suministrados en colores variados y con distintas formas de empaque.

**> THHW**

Conductor de cobre para 600V, aislado con policloruro de vinilo (PVC) 90°C, resistente a la humedad y calor elevado.

**> APLICACIONES**

Los conductores de cobre tipo THHW son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales, comerciales y residenciales donde se requiera de alta seguridad, tal como se especifica en el National Electrical Code. Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es de 90°C y su tensión de servicio para todas las aplicaciones es 600 V.

**> ESPECIFICACIONES**

Los conductores de cobre tipo THHW fabricados por ELECTROCABLES C.A., cumplen con las siguientes especificaciones y normas:

ASTM B-3:	Alambres de cobre recocido o suave.
ASTM B-8:	Conductores trenzados de cobre en capas concéntricas.
ASTM B-787:	Conductores trenzados de cobre de 19 hilos, formación unilay para ser aislados posteriormente.
UL - 83:	Alambres y cables aislados con material termoplástico.
NEMA WC-70: (ICEA S-95-658)	Cables de potencia no apantallados para 2000 V, o menos para transmisión y distribución de energía eléctrica.

Además de todos los requerimientos del National Electrical Code.

**> CONSTRUCCIÓN**

Los conductores tipo THHW pueden ser sólidos o cableados y están contruidos con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico policloruro de vinilo (PVC) resistente a la humedad y al calor elevado. Pueden ser suministrados en colores variados según su calibre y con distintas formas de embalaje.

## > TFN

### > TFN

CONDUCTOR			Espesor de Aislamiento (mm)	Espesor de Chaqueta (mm)	Diámetro Externo Aprox. (mm)	Peso total kg / km	Capacidad de Corriente (Amp.)
CALIBRE (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm <sup>2</sup> )	No. Hilos					
18	0,823	1	0,38	0,1	1,98	10,23	7
18	0,823	7	0,38	0,1	2,13	10,66	7
16	1,31	1	0,38	0,1	2,25	15,12	10
16	1,31	19	0,38	0,1	2,46	15,77	10

## > THHW

CONDUCTOR			Espesor de Aislamiento (mm)	Diámetro Externo Aprox. (mm)	Peso total kg / km	Capacidad de Corriente (Amp)**
CALIBRE (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm <sup>2</sup> )	No. Hilos				
<b>FORMACIÓN SÓLIDO</b>						
14	2,08	1	0,76	3,15	25,91	25
12	3,31	1	0,76	3,57	38,15	30
10	5,261	1	0,76	4,11	57,17	40
8	8,367	1	1,14	5,544	94,89	55
<b>FORMACIÓN UNILAY</b>						
14	2,08	19	0,76	3,35	27,13	25
12	3,31	19	0,76	3,793	39,77	30
10	5,261	19	0,76	4,389	59,51	40
8	8,367	19	1,14	5,896	98,88	55
6	13,3	19	1,52	7,602	159,74	75
4	21,15	19	1,52	8,793	239,13	95
2	33,62	19	1,52	10,793	362,80	130
1	42,4	19	2,03	12,207	473,25	150
1/0	53,49	19	2,03	13,21	583,27	170
2/0	67,44	19	2,03	14,33	720,49	195
3/0	85,02	19	2,03	15,594	892,21	225
4/0	107,2	19	2,03	17,014	1107,41	260
<b>FORMACIÓN CABLEADO CONCENTRICO</b>						
250	126,7	37	2,41	19,45	1325,14	290
300	152	37	2,41	20,85	1570,05	320
350	177	37	2,41	22,11	1810,81	350
400	203	37	2,41	23,321	2060,20	380
500	252	37	2,41	25,477	2538,18	430
600	304	61	2,79	28,251	3054,55	475
750	380	61	2,79	30,924	3776,11	535
1000	507	61	2,79	34,857	4975,81	615

\*\*La capacidad máxima de corriente, para no más de 3 conductores en tensión en ducto, cable o tierra (directamente enterrados), para temperatura ambiente de 30°C. Ref. NEC (Tabla 310.16).

**ANEXO VII**

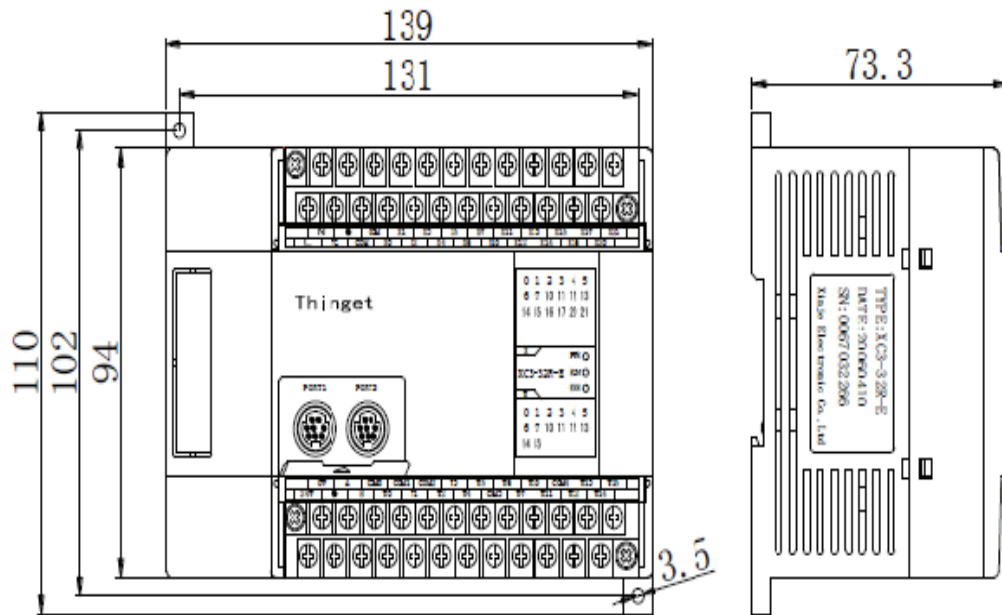
**PLC**

**XINJE**



PLC XINJE

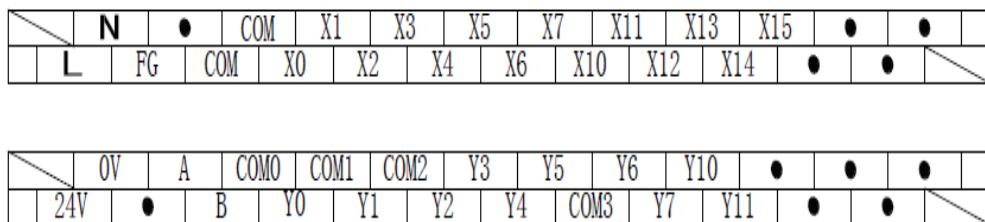
Medidas del PLC (mm)



Modelo aplicable

Series	I/O
XC3	24 y 32

Entradas y salidas



Cable de programación



### Descripción detallada del producto

El controlador lógico programable (PLC) marca Xinje, contiene 14 entradas y 10 salidas, con una fuente de alimentación AC 220 V; puede ser ampliado con el módulo externo, BD suben.

Apoye RTC, energía - apagado retentiva.

Apoye el control de lógica y la operación básicos de los datos.

Apoye la cuenta de alta velocidad, salida de pulso, interrupción exterior, bloque de la función del lenguaje-c, libre; Cambie para los puntos de la entrada-salida, la comunicación libre del protocolo y la comunicación de MODBUS

ANEXO VII	PLC XINJE	3 - 4
<b>Especificaciones generales:</b>		
<b>Especificaciones</b>	<b>Artículo</b>	
Voltaje de aislamiento	Sobre C.C. 500V 2MΩ	
Resistencia de ruido	Pulso de 1000V por minuto	
Temperatura ambiente	0 – 60	
Humedad ambiente	5% - 95%	
COM 1	RS-232, esté conectado con el ordenador central o HMI para programar o eliminar errores	
COM 2	RS-485/RS-232, red o conectan con el instrumento, el inversor, el etc. Inteligentes	
COM 3	Puerto de comunicación extensional de BD RS-232/RS-485	
Instalación	Tornillo M3 fijado o (anchura de 35mm) instalación del carril de guía DIN46277	
Poner a tierra	Nunca realice la conexión a tierra común con el sistema eléctrico de potencia.	
<b>Especificaciones funcionales:</b>		
<b>Especificaciones</b>	<b>Artículo</b>	
Modo de operación del programa	Modo de exploración de la circulación, modo de exploración de la sincronización	
Modo de programa	Instrucciones y carta de escala	

ANEXO VII		PLC XINJE	4 – 4
Disponga la velocidad		0.5 us	
Tenencia del apagón		Flash ROM	
Capacidad del programa de usuario		8000 pasos	
Puntos de entrada-salida		14 Entrados, 10 Salidas	
Formato de salida		Relay	
Fuente de alimentación		AC 220V	
Puntos de la bobina interior (m)		8512 Puntos	
Contador de tiempo (T)	Puntos	620 Puntos	
	Especificación	Contador de tiempo 100 ms: fije la hora de 0.1- 3276.7segundos.	
		Contador de tiempo 10 ms: fije la hora de 0.01 -327.67segundos.	
Contador de tiempo 1ms: fije la hora 0.001 - 32.767 segundos.			
Contador (C)	Puntos	635 Puntos	
	Especificación	Contador 16 pedacitos: Valor de K0 - 32767 Contador de 32 pedacitos: Fije el valor de K0 – 2147483647	
Datos (D)		8512 Caracteres	
Registro de Flash ROM (FD)		2048 Caracteres	
Formato de alta velocidad de cuenta		Contador de alta velocidad, salida de pulso, interrupción exterior	
Ajuste del intervalo de exploración de la sincronización		1 - 99ms	
Protección de contraseña		6 Caracteres ASCII	
Uno mismo diagnóstico de función		La energía de encendido da un mismo diagnóstico, contador de tiempo del monitor, chequeo de la gramática	

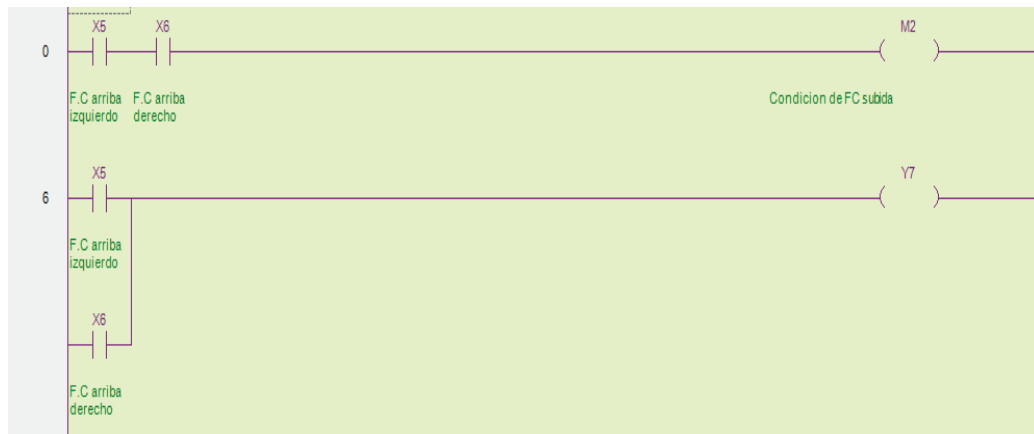
**ANEXO VIII**

**LENGUAJE**

**LADDER**

## LENGUAJE LADDER

El lenguaje ladder, es una manera de representar circuitos electromecánicos que puedan ser interpretados por el controlador, xinja para facilitar la utilización de los elementos en cada línea de programación.



En la siguiente tabla se detallan todos los elementos más utilizados para crear una programación en este tipo de lenguaje con su respectiva nomenclatura así como contactos, bobinas, conexiones y los distintos bloques de funciones.

En la siguiente tabla se detallan los distintos tipos de contactos.

Nombre	Elemento gráfico	Ejemplo Nomenclatura	Descripción
Contacto normalmente abierto		%I0.0, %M0.0 para auxiliar	Establece contacto cuando el objeto de control está en estado 1 lógico.
Contacto normalmente cerrado		%I0.1, %M0.1 para auxiliar	Establece contacto cuando el objeto de bit de control está en estado 0.
Contacto para detectar un flanco ascendente		%I0.2	Flanco ascendente: detecta el cambio de 0 a 1 del objeto de control.
Contacto para detectar un flanco descendente		%I0.5	Flanco descendente: detecta el cambio de 1 a 0 del objeto de control.

En la siguiente tabla se detallan los distintos tipos de conexión.

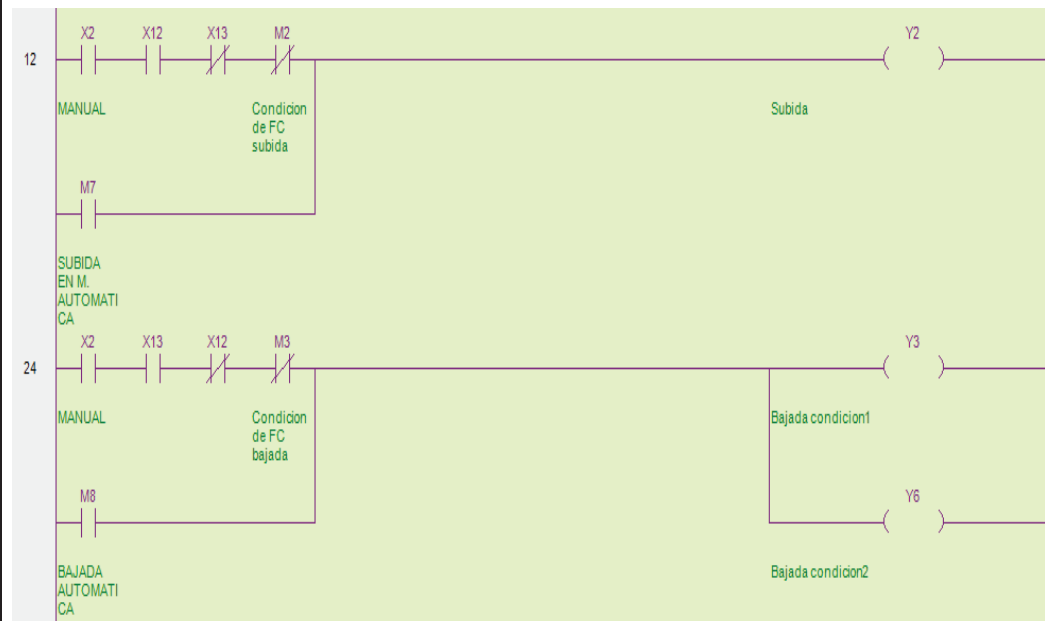
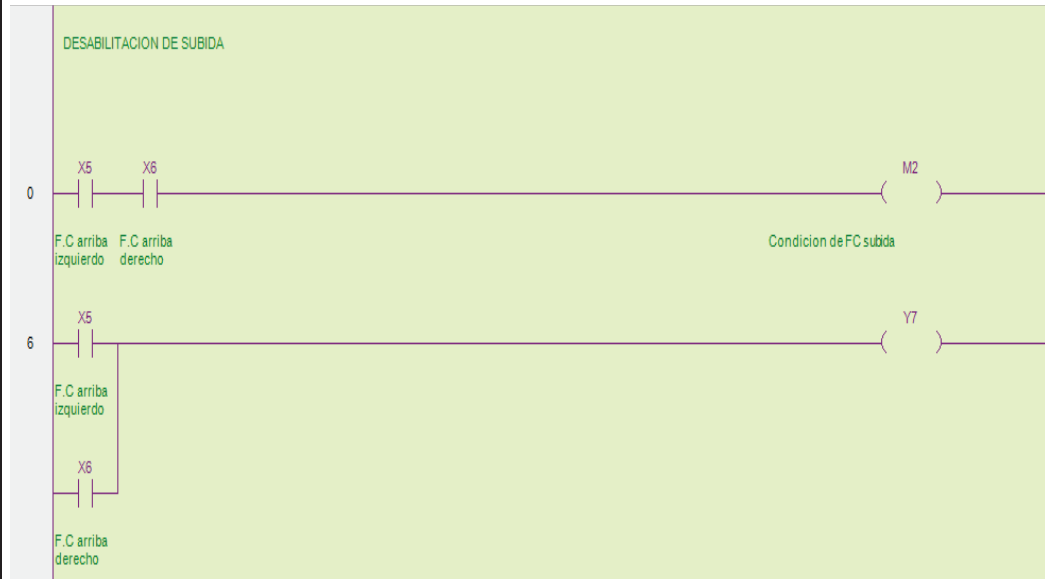
Nombre	Elemento gráfico	Función
Conexión horizontal	—	Conecta en serie los elementos gráficos de comprobación y de acción entre dos barras potenciales.
Conexión vertical		Conecta los elementos gráficos de comprobación y de acción en paralelo.

En la siguiente tabla se detallan los tipos de bobinas.

Nombre	Elemento gráfico	Ejemplo Nomenclatura	Función
Bobina directa	( )	%Q0.0	La salida toma el resultado de 1 lógico según la programación del área de comprobación.
Bobina inversa	( / )	%Q0.1	La salida toma el resultado de 0 lógico según la programación del área de comprobación.

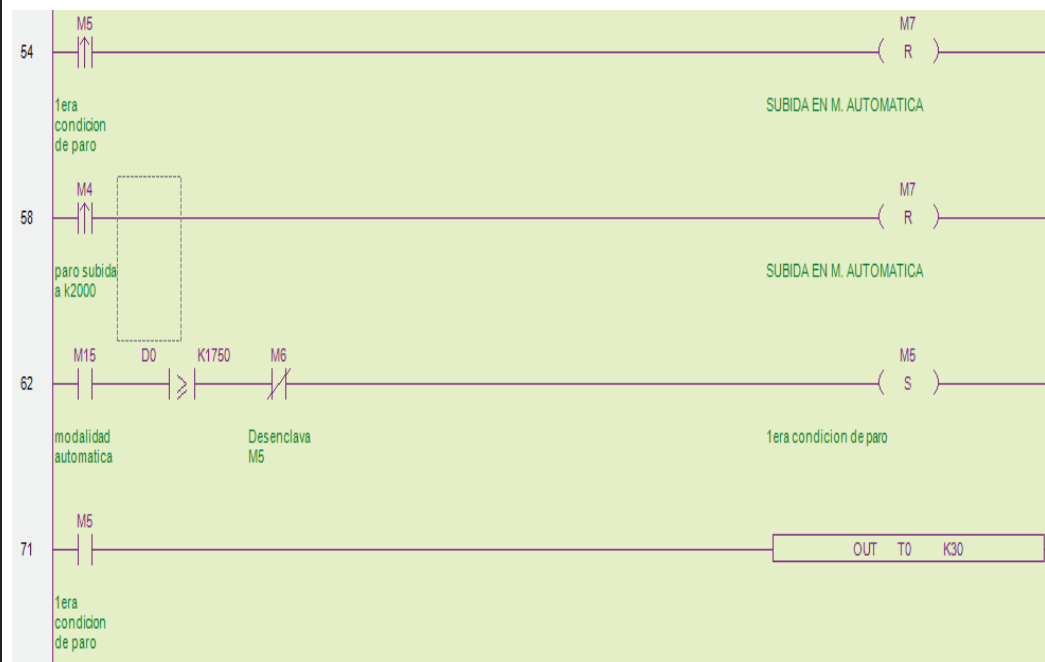
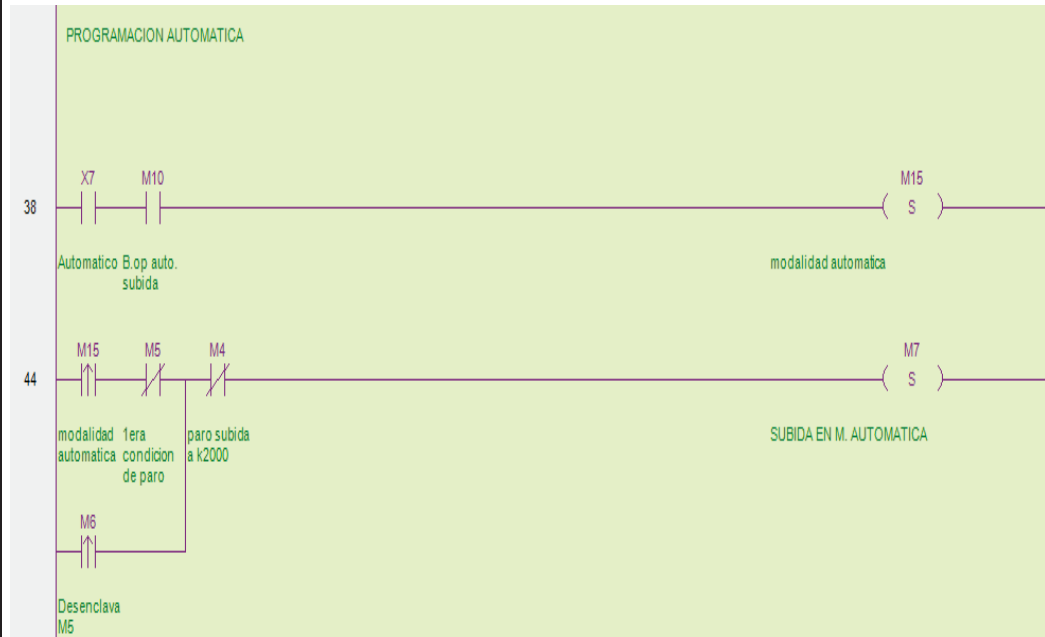
A continuación tenemos todas las líneas de programación que se realizó para la automatización de una plegadora hidráulica.

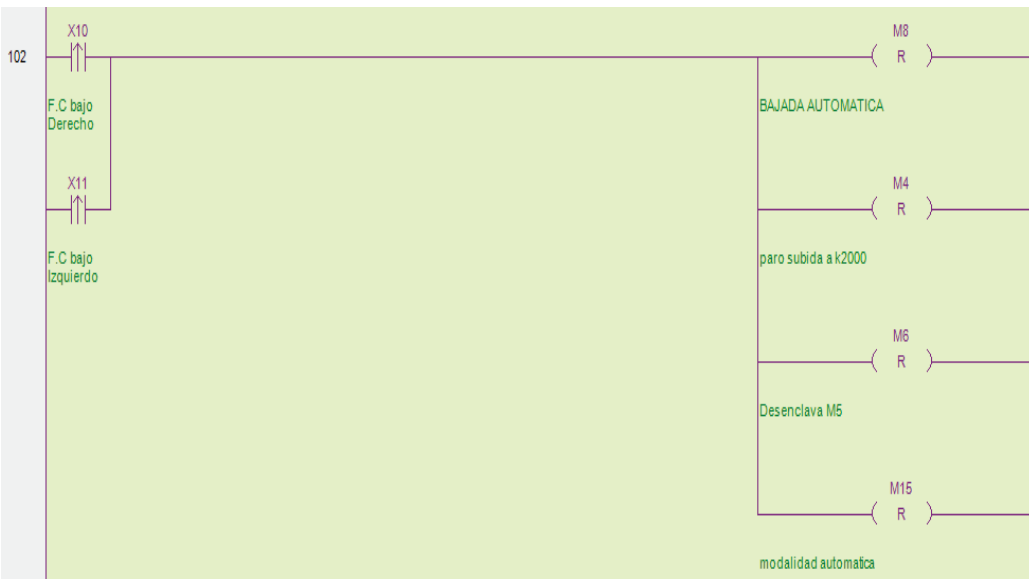
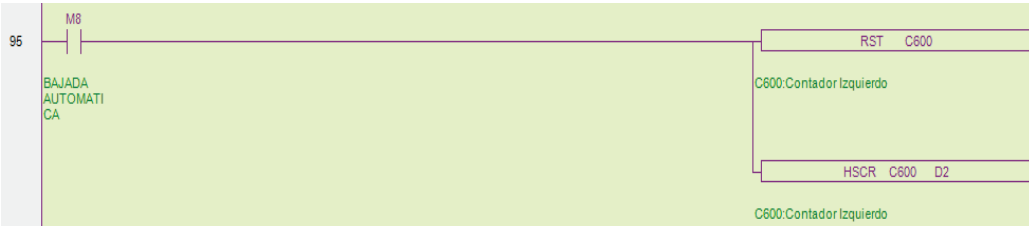
MANDO MANUAL



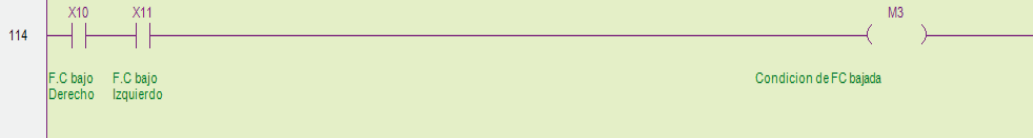


MANDO AUTOMÁTICO

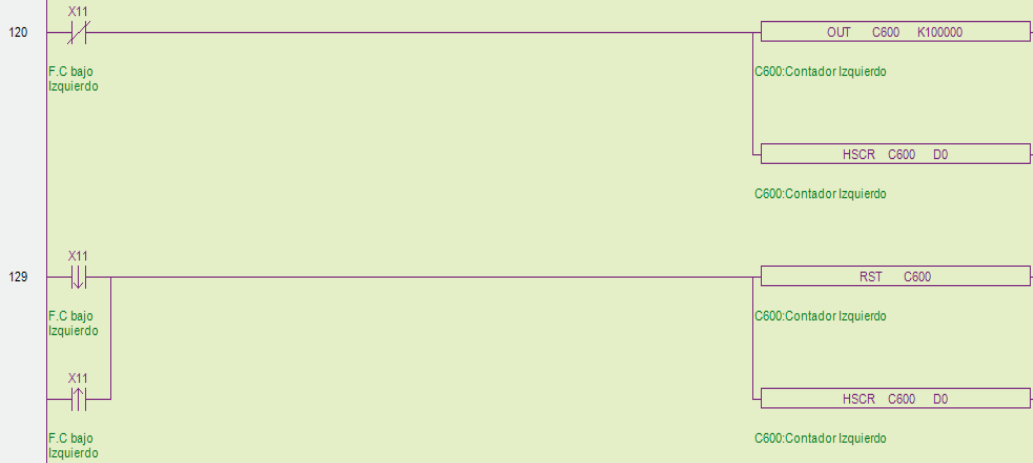




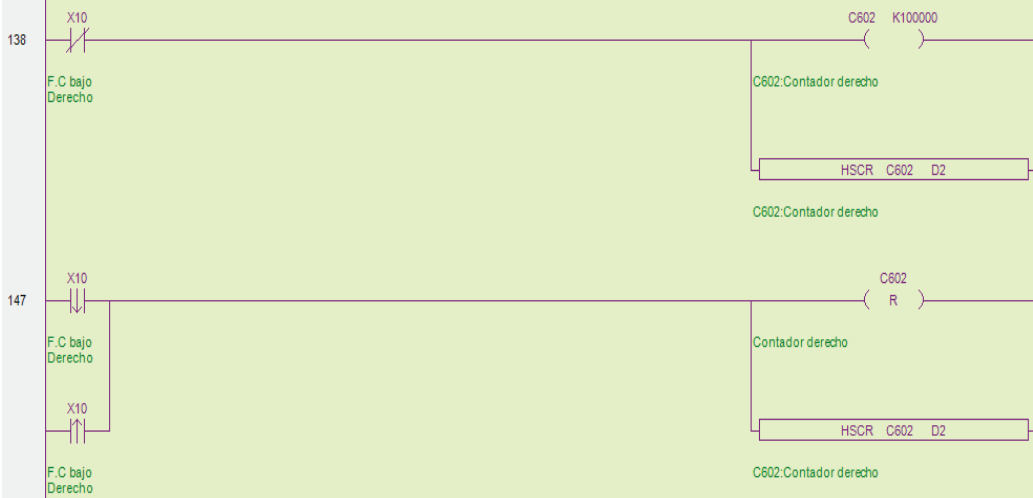
PROGRAMACION CONDICION DE BAJADA



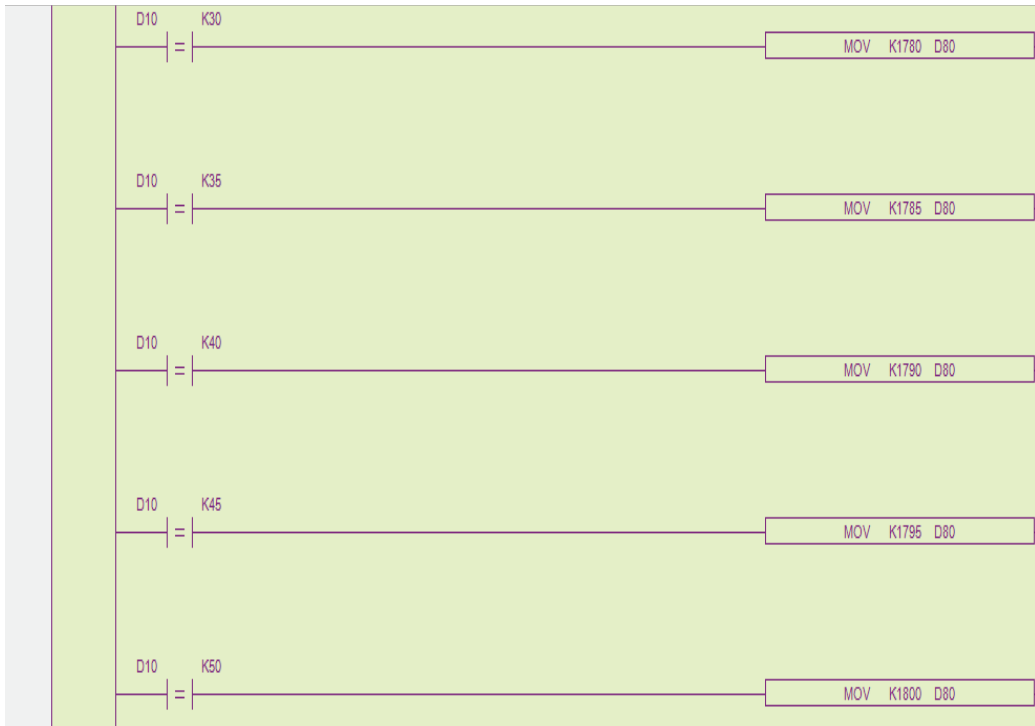
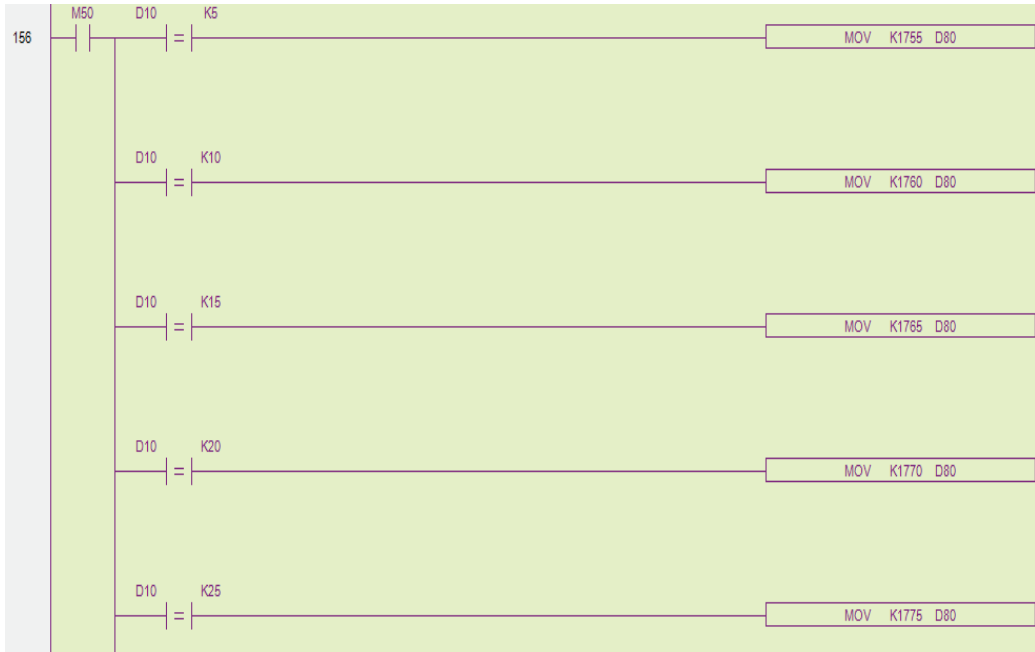
PROGRAMACION DE CONTEO IZQUIERDO

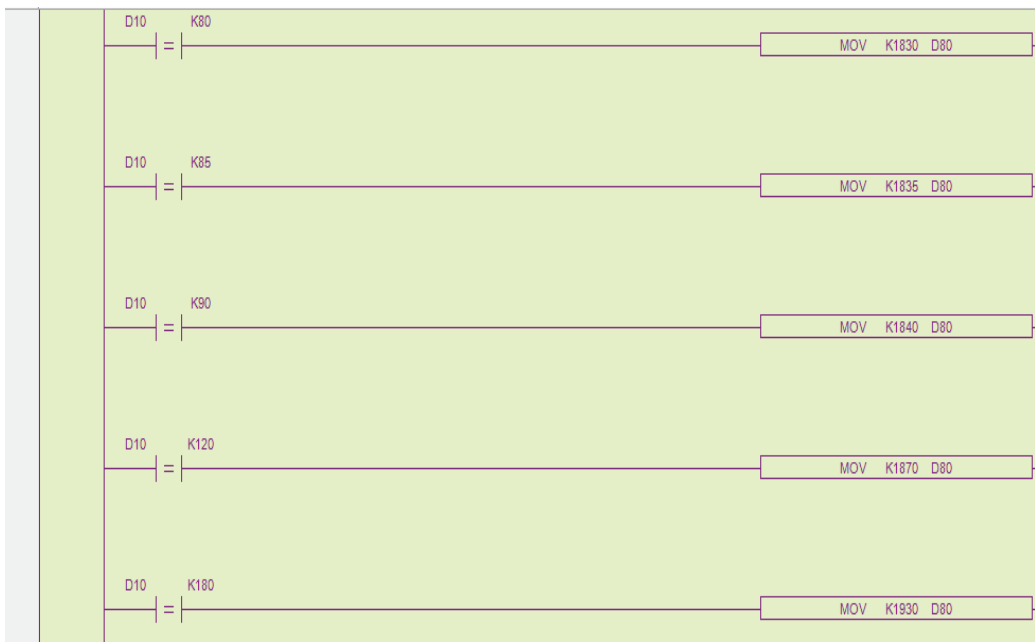
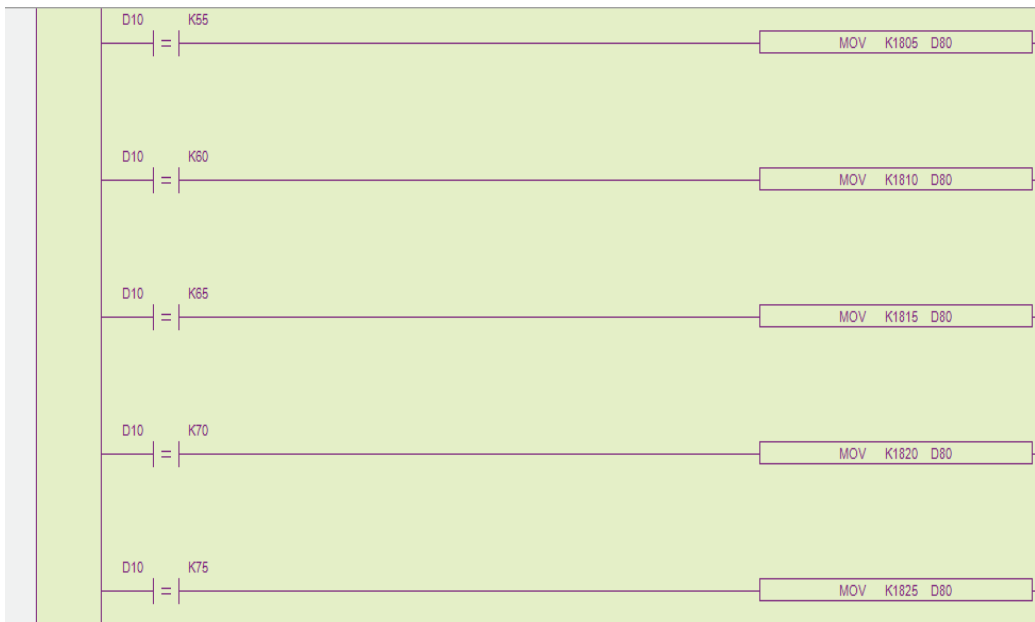


PROGRAMACION DE CONTEO DERECHO

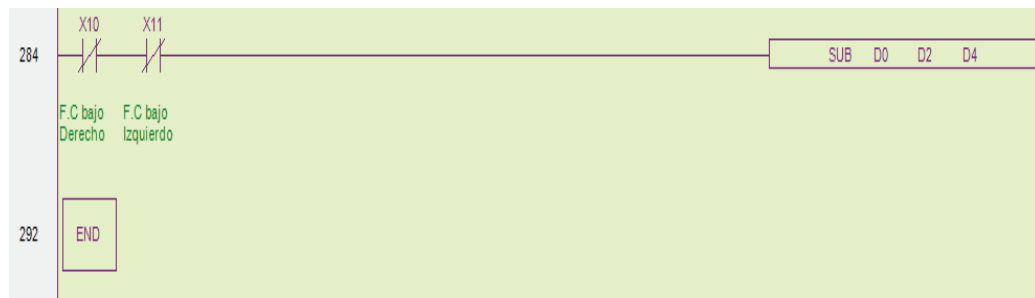


## TRANSFORMACIÓN DE PULSOS A GRADOS





**FIN DE LA PROGRAMACIÓN**



**ANEXO IX**

**CABLES DE**

**COMUNICACIÓN**

## CABLE DE COMUNICACIÓN

Cable de conexión RS232



## Principal

Designación partes sep./acc.	Cable de conexión RS232
Tipo de accesorio	Cable de conexión
Categoría de accesorio	Accesorios de conexión
Utilización	Puerto terminal DTE
Compatibilidad de rango	Magelis XBT TSX Micro Twido Plataforma de automatización Modicon Premium
Longitud de cable	2,5 m
Conexión eléctrica	1 conector hembra mini DIN 8 patilla(s) 1 conector hembra SUB-D 9

<b>ANEXO IX</b>	<b>CABLE DE COMUNICACIÓN</b>	<b>2 - 3</b>
-----------------	------------------------------	--------------

### Complementario

Composición del kit	1 adaptador SUB D hembra de 9 vías/macho de 25 vías 1 cable de conexión
---------------------	--

Protocolo de puerto de comunic	Modbus Uni-telway Modo de caracteres
--------------------------------	--

Interface física	RS232 RS485
------------------	----------------

Peso	0,17 kg
------	---------

### Entorno

RoHS EUR conformidad de fecha	0846
-------------------------------	------

RoHS EUR status	Adecuado
-----------------	----------

Cable USB-SERIAL: permite obtener la comunicación entre el PLC, Pantalla OP con la computadora.



Modelo AE-URS232

Una manera simple y fácil de usar como puente conector entre un Bus Serial Universal (USB) y una interface serial RS232



ANEXO IX	CABLE DE COMUNICACIÓN	3 - 3
<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conectar UBS macho a Serial DB - 9 macho.</li> <li>• Full compatibilidad con las especificaciones UBS V 1.1 Y 2.0.</li> <li>• Soporta la función de Plug and Play en caliente.</li> <li>• Soporta la interface RS - 232.</li> <li>• Soporta el modo automático Handshake (protocolo de comunicación).</li> <li>• Tasa de transferencia de hasta 1 Mbps.</li> <li>• Soporta administración remota de wake - up y de Energía inteligente.</li> <li>• Provee doble buffer para transferencia de datos de subida y bajada (upstream and downstream).</li> <li>• Chip traductor USB incorporado.</li> <li>• Cristal oscilador incorporado de 12 MHz.</li> <li>• Voltaje de alimentación: de - 0.3 V hasta 6 V de (desde el propio USB).</li> <li>• Temperatura de almacenamiento: - 55 hasta 150 °C.</li> </ul> <p>Pasos para utilizar el cable USB-SERIAL</p> <p>Pasó 1: Conecte el cable de interfaz USB - Serial a la salida USB de su computadora PC. Deje sin conectar el otro extremo del cable.</p> <p>Pasó 2: Baje al escritorio de su computadora el siguiente driver: PL - 2303 driver installer.exe para XP y PL - 2303 Vista Driver Installer.exe para Vista y Windows 7.</p> <p>Pasó 3. Ejecute el driver. Al final de la ejecución es necesario desconectar el cable del conector USB y volverlo a conectar para que el sistema reconozca el nuevo puerto.</p> <p>Pasó 4: Verifique la correcta instalación del driver a través de las opciones:</p> <p>&gt; Inicio &gt; Panel de Control &gt; Sistema &gt; Hardware &gt; Administrador de dispositivos &gt; Puertos COM y LPT.</p>		

**ANEXO X**

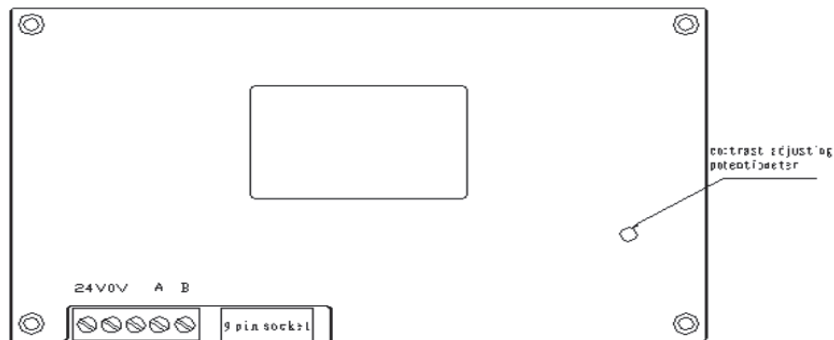
**PANTALLA OP**

**320-S**

ANEXO X	<b>FUNCIONAMIENTO DE LA PANTALLA OP320-S</b>	1 - 5
<p style="text-align: center;"><b>FUNCIONAMIENTO DE LA PANTALLA OP320-S</b></p> <p>La serie OP (pantallas) tiene las siguientes especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer dibujos en la PC para editar OP20 software.</li> <li>• Localiza la dirección del PLC libremente, utilizando la comunicación del puerto serie a la pantalla de descarga.</li> <li>• Descargar tanto protocolo de comunicación y los datos de la pantalla para la pantalla, no necesitan de PLC, para elaborar programas de comunicación.</li> <li>• Tiene la función de protección de contraseña.</li> <li>• Pantalla LCD con luz de fondo STN.</li> <li>• La superficie de la pantalla está hecha de IP65, impermeable y resistente al aceite.</li> <li>• Siete botones que pueden definirse como teclas de función, y se puede sustituir a una máquina de teclas en la mesa de control.</li> <li>• Pantalla LCD con luz de fondo STN. Puede mostrar hasta 24 caracteres x 4 líneas.</li> <li>• El puerto de comunicaciones RS232/RS485.</li> </ul> <p><b>Panel view OP320-S</b></p> <p>Tiene una pantalla principal que nos permite visualizar o ingresar la información que necesitamos, también tiene siete teclas de función para configurarles de acuerdo a nuestros requerimientos.</p>		

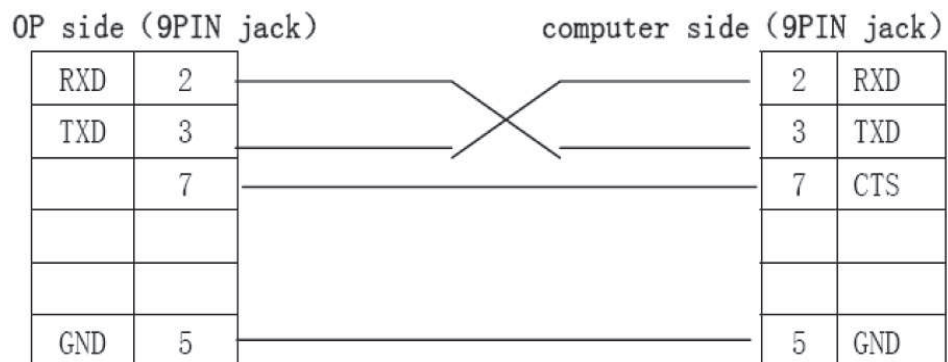


En la parte posterior tiene un terminal de alimentación de voltaje y un terminal de comunicación.



Para descargar los datos de la PC a la pantalla OP se utiliza un cable de comunicación.

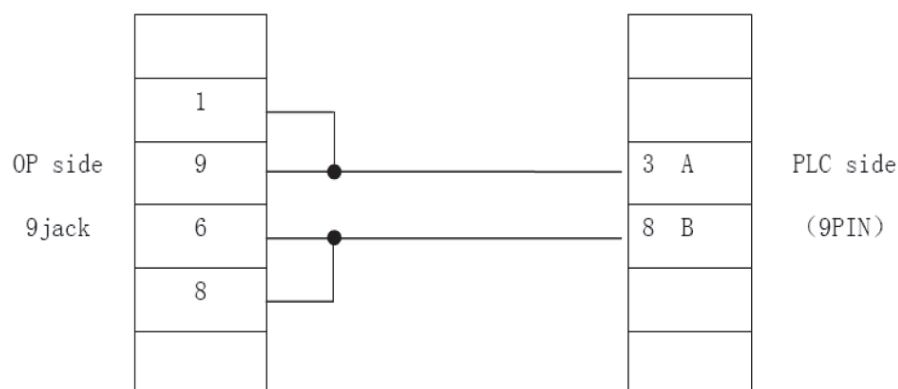
Diagrama de conexión



ANEXO X	<b>FUNCIONAMIENTO DE LA PANTALLA OP320-S</b>	3 - 5
---------	--	-------

Para la comunicación entre la pantalla OP con el PLC se utiliza un cable de comunicación.

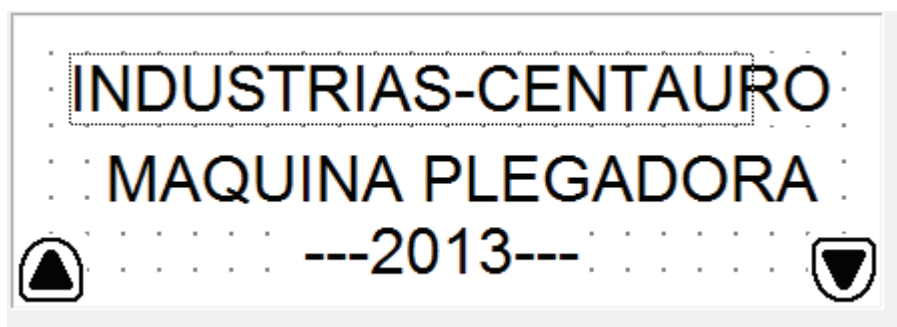
Diagrama del cable de comunicación.



### MANUAL DE OPERACIÓN DE LA OP320-S

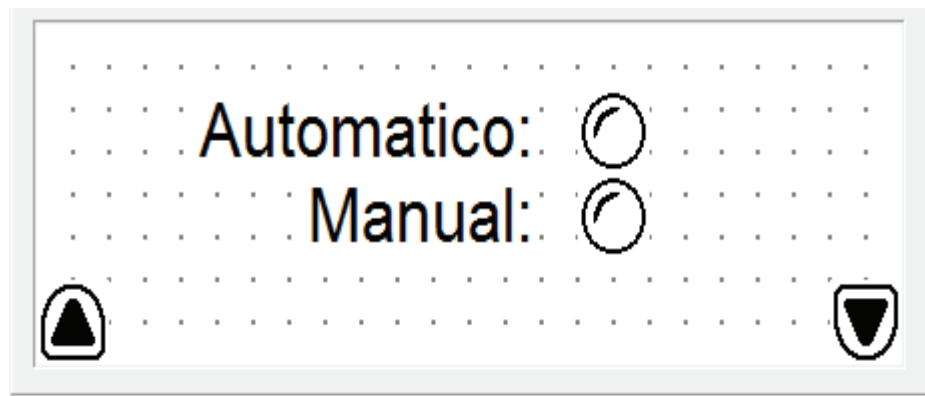
Al encender la máquina la pantalla se enciende automáticamente y visualizamos una presentación.


La pantalla de presentación nos da la bienvenidos.



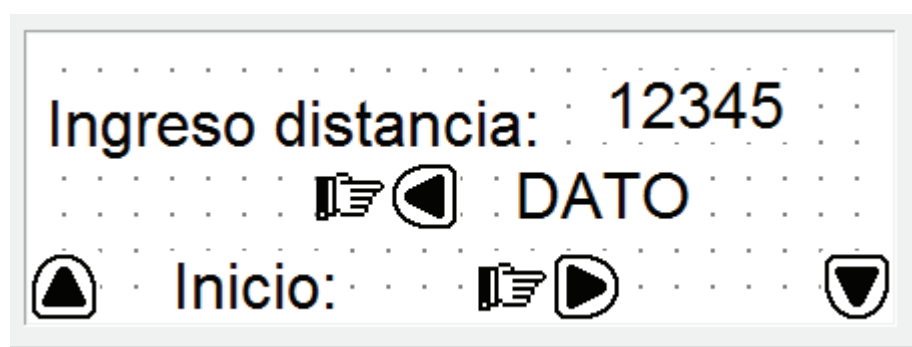
A continuación tenemos otra pantalla que nos muestra las opciones en las cuales podemos controlar los procesos que puede realizar la plegadora, en la parte manual o automática.


ANEXO X	FUNCIONAMIENTO DE LA PANTALLA OP320-S	4 - 5
---------	--	-------




Al presionar el botón  saltara a la siguiente opción de visualización, en la cual podremos ingresar los datos requeridos por el usuario para realizar unos dobles determinados.



En la pantalla de visualización se ingresara los datos reales en grados para que la máquina realice el plegado.





Al precionar  podemos ingresar la cantidad que se requerimos el dobles en una plancha de acero determinada.


ANEXO X	FUNCIONAMIENTO DE LA PANTALLA OP320-S	5 - 5
---------	--	-------

Una vez seleccionado los grados del dobles presionamos  para ratificar los datos ingresados.

Presionamos   dato para comprobar que el valor ingresado (grado) se ejecuto en el programa.

Presionando   la máquina empieza a funciona hasta cuando culmine el proceso.

Presionando  saltara a la pantalla anterior.

Presionando  saltara a la pantalla de inicio.

**ANEXO XI**

**ACEITE**

**HIDRÁULICO**



ANEXO XI	ACEITE HIDRÁULICO ISO VG 68	1 – 3
<p><b>ACEITE HIDRÁULICO ISO VG 68</b></p> <p><b>Sustancia:</b> Aceite Hidráulico Derivado Del Petróleo (Hidrocarburos)</p> <p><b>Nombre Comercial:</b> Aceite Hidráulico Antidesgaste (AW) ISO VG 68</p> <p><b>Características y Propiedades Químicas y Físicas</b></p> <p>Grado ISO VG (ASTM D 2422): 68</p> <p>Temperatura de Ebullición, °C: N/D</p> <p>Temperatura de Fusión: N/A</p> <p>Temperatura de Inflamación: 228 °C</p> <p>Temperatura de Autoignición: N/A</p> <p>Densidad a 15.6 °C: 0.8905 kg/L</p> <p>PH: N/D</p> <p>Peso Molecular: N/D</p> <p>Estado Físico: Líquido</p> <p>Color: Ámbar Brillante</p> <p>Olor Característico: (hidrocarburo)</p> <p>Velocidad de Evaporación: N/D</p>		

ANEXO XI	ACEITE HIDRÁULICO ISO VG 68	2 – 3
<p data-bbox="320 338 746 376">Solubilidad en Agua: No Soluble</p> <p data-bbox="320 450 616 488">Presión de Vapor: N/D</p> <p data-bbox="320 562 719 600">Porcentaje de Volatilidad: N/D</p> <p data-bbox="320 674 927 712">Límites de Inflamabilidad o Explosividad: N/D</p> <p data-bbox="320 786 632 824">Otros Datos Relevantes:</p> <p data-bbox="320 898 1031 936">Viscosidad Cinemática a 100 °C, mm<sup>2</sup> /s (CST): 68.00</p> <p data-bbox="320 1010 1015 1048">Viscosidad Cinemática a 40 °C, mm<sup>2</sup> /s (CST): 8.659</p> <p data-bbox="320 1122 695 1160">Estabilidad Química: Estable</p> <p data-bbox="320 1223 1114 1261"><b>Estabilidad e Identificación de Riesgos (TOXICOLOGÍA)</b></p> <p data-bbox="320 1335 951 1373">Producto estable bajo condiciones de luz y calor.</p> <p data-bbox="320 1447 1353 1536">Condiciones a evitar: Calor extremo y altas fuentes de ignición de energía. Incompatibilidad con oxidantes fuertes.</p> <p data-bbox="320 1610 735 1648"><b>Manipuleo y Almacenamiento</b></p> <p data-bbox="320 1722 1353 1812">Conserve los recipientes de lubricante bajo sombra, en áreas ventiladas, limpios y bien tapados para contrarrestar su contaminación.</p> <p data-bbox="320 1886 762 1924">No se deje al alcance de los niños.</p>		

Los recipientes vacíos deben ser drenados completamente.

No suelde, caliente, o perfore el recipiente.

No tire el aceite usado al drenaje o al suelo y evite quemarlo.

### **Medidas de Seguridad Industrial**

En caso de incendios: Utilice un chorro de agua muy fino para enfriar las superficies expuestas al fuego y trasladar al personal a un lugar más seguro. Use como medio de extinción espuma o producto químico seco.

Poco riesgo de incendio ya que primero deberá subir todo el volumen del aceite a una temperatura superior al punto de inflamación. De suceder, deberá ser atendido por el personal de bomberos calificado que a su vez deberá contar con un equipo especial y completo para contener un incendio de hidrocarburos de petróleo, incluyendo equipos de respiración artificial.

### **Tabla y Disposición Final**

El aceite usado deberá ser depositado en los lugares de recolección designados por las autoridades.

**ANEXO XII**

**TAREAS DE OPERACIÓN -**

**MANTENIMIENTO**

ANEXO XII	TAREAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1 – 13
<p data-bbox="544 398 1129 488" style="text-align: center;"><b>TAREAS DE OPERACIÓN SUGERIDAS PLEGADORA HIDRÁULICA</b></p> <p data-bbox="320 577 528 611"><b>CONTENIDO:</b></p> <p data-bbox="320 741 472 775"><b>Seguridad:</b></p> <ul data-bbox="368 909 1082 1115" style="list-style-type: none"><li>• Posibles peligros provocados por la Plegadora.</li><li>• Dispositivos de seguridad instalados en la máquina.</li><li>• Equipo de protección personal para el operador.</li><li>• Seguridad durante la operación.</li></ul> <p data-bbox="320 1216 448 1249"><b>Montaje:</b></p> <ul data-bbox="368 1384 1198 1568" style="list-style-type: none"><li>• Montaje de la cuchilla o punzón.</li><li>• Colocación de una lámina.</li><li>• Regulación del desplazamiento a realizar durante el proceso.</li></ul> <p data-bbox="320 1680 440 1713"><b>Mandos:</b></p> <ul data-bbox="368 1825 676 1937" style="list-style-type: none"><li>• Mando Manual.</li><li>• Mando Automático.</li></ul>		

ANEXO XII	TAREAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	2 – 13
<p style="text-align: center;"><b>SEGURIDAD DEL OPERADOR</b></p> <p><b>Posibles peligros provocados por la plegadora.</b></p> <p>La Plegadora hidráulica incorpora avances tecnológicos.</p> <p>Revoluciones altas del motor.</p> <p>Una presión alta de fluido.</p> <p>Tensiones eléctricas y corrientes elevadas.</p> <p>Hemos creado técnicas de seguridad para minimizar el riesgo del operador cuidando su salud a causa de los peligros existentes. El uso y mantenimiento de la plegadora deben realizarlo personas calificadas o que conozcan la manipulación de la máquina para no generar riesgos a causa del uso incorrecto o el mantenimiento inadecuado.</p> <p><b>INFORMACIÓN</b></p> <p>Las personas incluidas en el montaje, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento deben tener los conocimientos adecuados, respetar el manual de instrucciones que tiene la máquina.</p> <p>Antes de efectuar trabajos de limpieza o de mantenimiento siempre quitar el enchufe de la toma de corriente.</p> <p><b>¡ADVERTENCIA!</b></p> <p>Para utilizar la plegadora se debe contar con todos los dispositivos de seguridad adecuados. Cuando detecte algún daño en un dispositivo, debe detener la máquina en su totalidad y quitarle la energía para poderlo cambiar.</p> <p><b>Equipo de protección.</b></p> <p>Para realizar un trabajo se debe utilizar la protección adecuada.</p>		

ANEXO XII	TAREAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	3 – 13
<p>Proteja su cara: use un casco con protección facial en todos los trabajos que pongan en peligro su cara.</p> <p>Utilice guantes de protección si sujeta piezas con aristas vivas.</p> <p>Use botas de seguridad al instalar, extraer o transportar piezas pesadas.</p> <p>Use protección de los oídos si el nivel de ruido (inmisión) en su puesto de trabajo supera los 80 dB (A).</p> <p>Antes de empezar su labor debe utilizar los equipos de protección y estar seguro que el lugar de trabajo esté disponible.</p> <p><b>Seguridad durante la operación.</b></p> <p>Verifique que no ponga en peligro a nadie con su trabajo.</p> <p>Desactive la plegadora antes de colocar la plancha a doblar.</p> <p>No opere la plegadora si su capacidad de concentración es reducida por situaciones imprevistas.</p> <p>Permanecer en la plegadora hasta que los dispositivos se hayan detenido por completamente.</p> <p>Sujete de una manera adecuada antes de poner en funcionamiento la máquina.</p> <p style="text-align: center;"><b>MONTAJES.</b></p> <p><b>Montaje de la matriz.</b></p> <p>Existen distintas maneras de colocar una matriz en una plegadora, se la sujeta con pernos o puede ser soldada en la base de esa manera se puede colocar distintas matrices de acuerdo a nuestras necesidades.</p>		

**Montaje de la cuchilla.**

Se sujeta con pernos a la parte fija de la máquina así obtener rigidez para realizar un doblado adecuado.

**Colocación de la plancha.**

Para empezar el proceso de doblado se debe colocar la plancha de una manera correcta así no exista pérdida de material por un desplazamiento inadecuado, debemos tener en cuenta que la plegadora tiene instalado sensores de precisión para controlar el recorrido a realizar en el proceso.





**Mando Manual.**

El funcionamiento correcto de la plegadora depende de las reglas a seguir en el orden indicado a continuación:



Presionar el pulsador START para encender la plegadora

Seleccione el modo manual.



Presione el pedal subir, para empezar el movimiento de los cilindros.

Regular la presión del caudal de acuerdo a nuestras necesidades.

Presione el pedal bajar para que los cilindros vuelvan a su posición de inicio.

En caso de un suceso imprevisto pulse el paro de emergencia que es de color rojo.

Regular la presión de desplazamiento según el trabajo que vamos a realizar.

Compruebe que los sensores estén colocados de una manera correcta para que no exista ninguna eventualidad imprevista.

La función de los finales de carrera es controlar el inicio y final del proceso.

Por ultimo presione el pulsador STOP para apagar la máquina.

### **Mando Automático.**

Presionar el pulsador STAR para encender la plegadora.



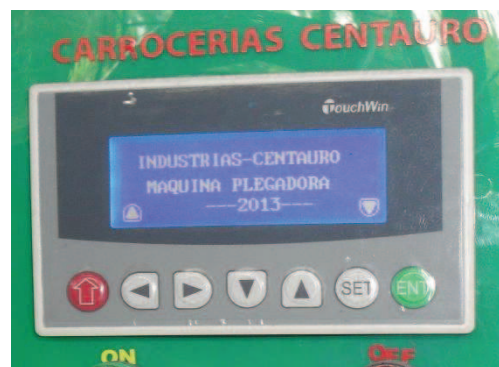
Seleccione el modo automático.

ANEXO XII	TAREAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	7 – 13
-----------	--	--------



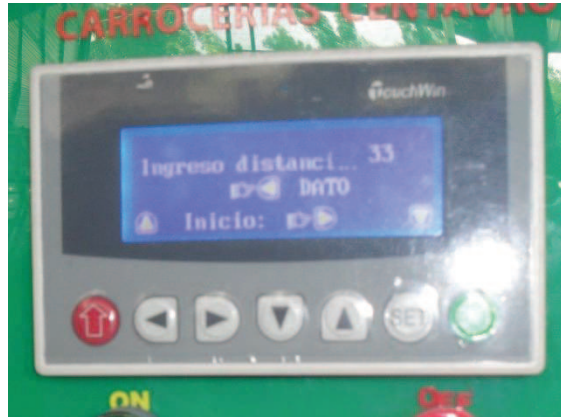
Regular el caudal de una manera que la presión sea la necesaria para el proceso determinado.

Una vez realizado estos procedimientos se visualiza en la pantalla una bienvenida, pulsamos la flecha y pasamos a la siguiente pantalla.



En la pantalla se verifica que este en modo automático pulsamos la flecha para seguir a la siguiente pantalla.

Se pulsa SET para ingresar los datos deseados por el usuario, luego presionamos ENT para aceptar.



Presionamos DATO para comprobar si el valor ingresado es el correcto.

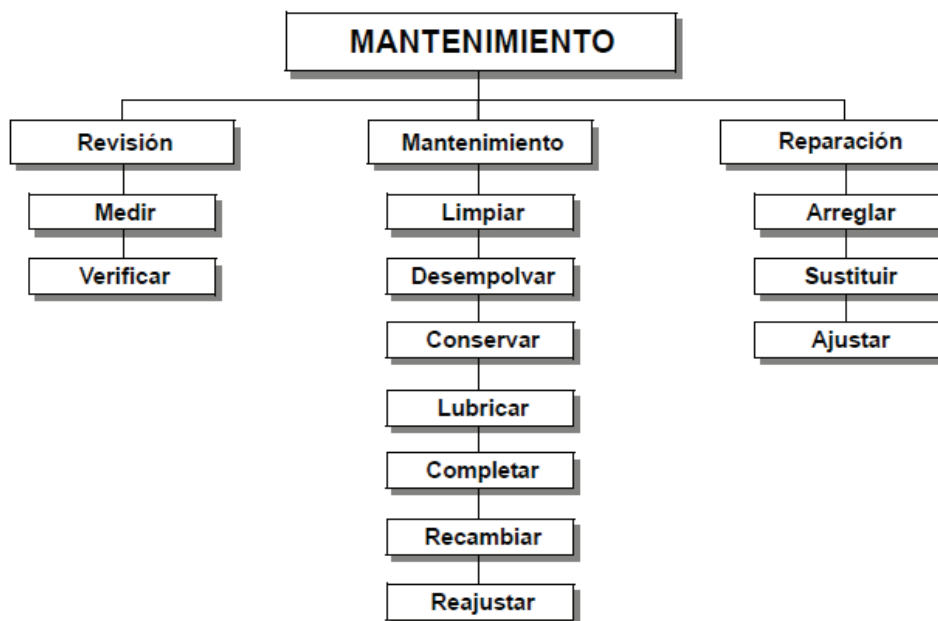
Por ultimo presionamos INICIO para empezar el proceso y la máquina comienza a realizar un doblado requerido por el usuario a un grado determinado.

Finalmente presionamos STOP para apagar la máquina.



### TAREAS DE MANTENIMIENTO SUGERIDAS

El mantenimiento incluye normalmente la revisión y reparación para conservar los equipos en condiciones óptimas. También hay que recordar que el mantenimiento se encuentra estrechamente relacionado con la constante vigilancia de los equipos, la calidad del producto, la productividad y el control de la contaminación.

**¡ATENCIÓN!**

El mantenimiento continuo apropiado es una manera esencial para:

Un trabajo óptimo.

Un funcionamiento sin anomalías.

Una vida útil de la plegadora.

Calidad de productos fabricados.

**¡ADVERTENCIA!**

Las consecuencias de un trabajo de mantenimiento y reparación no realizados apropiadamente pueden ser las siguientes:

Lesiones muy graves en las personas que trabajan en la plegadora.

Daños en la plegadora.

Sólo el personal cualificado debe efectuar trabajos de mantenimiento y reparación en la plegadora.

ANEXO XII	TAREAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	10 – 13
<p><b>Cuadro de mantenimiento.</b></p> <p>Permite visualizar las actividades de mantenimiento en un periodo determinado para ofrecer al usuario una máquina en perfecto funcionamiento.</p> <p>Permite realizar un seguimiento de todas las partes que conforma la plegadora hidráulica.</p> <p>Es una referencia para que el personal a cargo del mantenimiento realice la efectividad de este cuadro de mantenimiento.</p> <p>Detalles del cuadro de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tarea. Descripción del trabajo a realizar.</li> <li>b) Frecuencia. Es el periodo con el que se da el mantenimiento:</li> </ul>		

<b>ANEXO XII</b>	<b>TAREAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>11 – 13</b>
------------------	--	----------------

**Plan de mantenimiento para cada sistema de la máquina**

<b>SISTEMA MECÁNICO</b>			
<b>TAREA PROPUESTA</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>A realizar por:</b>	<b>Observaciones</b>
Limpieza	Diaria	Operador	Ninguna
Control alineación de la cuchilla	Diaria	Operador	Ninguna
Inspección de la matriz	Mensual	Operador	Hoja de mantenimiento
Apriete de pernos la cuchilla	Mensual	Operador	Ninguna
Engrasado de partes mecánicas	Trimestral	Operador	Ninguna
Verificar la cremallera (Encoder)	Trimestral	Operador	Ninguna
Verificar nivel de aceite	Trimestral	Operador	Ninguna
Reajuste de todo el sistema mecánico	Anual	Operador	Ninguna
Cambio de aceite	Anual	Operador	Ninguna
Verificación de la estructura de la máquina	Anual	Operador	Ninguna

<b>ANEXO XII</b>	<b>TAREAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>12 – 13</b>
------------------	--	----------------

<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>			
<b>TAREA PROPUESTA</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>A realizar por:</b>	<b>Observaciones</b>
Limpieza	Diaria	Operador	Ninguna
Verificar presión	Diaria	Operador	Ninguna
Inspección de posibles fugas	Mensual	Operador	Ninguna
Ajuste de pernos (Tapa superior cilindros)	Trimestral	Operador	Ninguna
Verificar la presión	Trimestral	Operador	Hoja de procedimiento
Cambio de O – rings (Cilindros)	Anual	Operador	Ninguna

<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>			
<b>TAREA PROPUESTA</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>A realizar por:</b>	<b>Observaciones</b>
Inspección del cableado	Mensual	Operador	Ninguna
Limpieza del tablero de control	Trimestral	Operador	Ninguna
Mantenimiento en motores y electroválvulas	Anual	Operador	Hoja de procedimiento
Pruebas de encoder	Anual	Técnico	Ninguna
Prueba del PLC	Anual	Técnico	Ninguna



<b>ANEXO XII</b>	<b>TAREAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>13 – 13</b>
------------------	--	----------------

**Análisis de Averías**

<b>SINTOMA O FALLA</b>	<b>POSIBLE CAUSA</b>	<b>CARRECCIÓN DE LA FALLA</b>
<b>LA PLEGADORA HIDRAULICA NO FUNCIONA</b>	Toma de alimentación trifásica desconectada	Conectar en la toma asignada para la plegadora
	Fusibles de protección quemados	Reemplazarlos por nuevos
	Contactador no funciona	Verificar voltaje en bobina o reemplazarlo
	Relé dañado o terminales flojos	Verificar voltaje o cambiarlo
	Selector o pulsadores dañados	Reemplazarlos por nuevos
	Terminales del PLC flojos	Reajustar los terminales
	Programa de control borrado	Cargar el programa al PLC
	Pantalla OP no funciona	Verificar el voltaje o reemplazarla
	Programa de la OP borrado	Cargar nuevamente el programa

