

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS, Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

TEMA:

"Diseño y Construcción de un Prototipo Automatizado para los procesos de envasado y taponado para elaboración de productos líquidos"

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTROMECÁNICA

AUTORES:

Jhonatan Patricio Chiriboga Orellana. Manuel Alberto Romero Sarango.

DIRECTOR:

Ing. José Leonardo Benavides Maldonado.

LOJA – ECUADOR 2010



CERTIFICACIÓN

Ing. José Leonardo Benavides Maldonado

DOCENTE DEL ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CERTIFICA:

Haber asesorado y revisado durante todo el desarrollo, la Tesis titulada: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA LOS PROCESOS DE ENVASDO Y TAPONADO PARA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÍQUIDOS", elaborada por los egresados: *Jhonatan Patricio Chiriboga Orellana y Manuel Alberto Romero Sarango*, previo a la obtención del grado de Ingenieros en Electromecánica.

En tal virtud cumple los requisitos que exigen las normas de graduación de esta Institución, por lo expuesto autorizo su presentación y defensa.

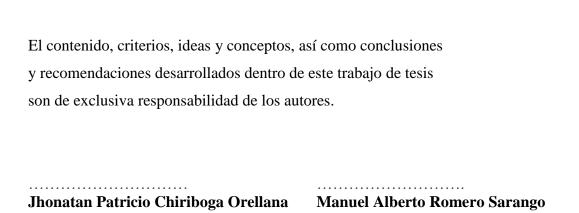
Loja, Enero del 2010

Ing. José Leonardo Benavides Maldonado

DIRECTOR DE TESIS



AUTORÍA





PENSAMIENTO

"La emoción más sutil de la que somos capaces es la emoción mística. Aquí yace el germen de todo arte y ciencia verdadera. A todo aquel a quién este sentimiento le sea extraño, que no sea capaz de asombrarse y viva en un estado de miedo es un hombre muerto. Saber que lo que es impenetrable para nosotros realmente existe y se manifiesta como la más alta sabiduría y la belleza más hermosa y que sólo sus formas más groseras son inteligibles para nuestras pobres facultades este conocimiento, este sentimiento este es el núcleo del verdadero sentimiento religioso. En este sentido, y sólo en este sentido, me considero un hombre profundamente religioso."

Albert Einstein



DEDICATORIA

A Dios primeramente por darme la vida, la inteligencia y ser mi guía e inspiración para realizar este proyecto de la mejor manera

Dedico este trabajo con mucho amor a mis padres que por su incondicional, esfuerzo, sacrificio, y por haberme apoyado en los momentos más difíciles de mi vida, A mí querida esposa y a mi amado hijo, mis hermanos, cuñados y sobrinos los cuales me inspiraron para poder concluir satisfactoriamente para que mis sueños se hagan realidad.

Jhonatan Patricio Chiriboga Orellana

Con mucho amor les dedico este trabajo a mis padres quienes fueron los actores principales para llegar a esta meta trazada quienes me supieron brindar su apoyo y por el esfuerzo incondicional durante mi formación académica, a mis hermanos en fin a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron para la culminación de mi trabajo.

Manuel Alberto Romero Sarango



AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer infinitamente la Universidad Nacional de Loja, al Área de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables y a todas aquellas personas que han colaborado desinteresadamente, por sus valiosas opiniones y sugerencias durante la ejecución del presente trabajo.

Así mismo nuestra gratitud a los docentes de la carrera de Electromecánica quienes impartieron sus conocimientos para nuestra formación profesional, al Ing. José Benavides Director de Tesis por su acertada dirección e invalorable colaboración para la realización de este trabajo.

A la Lic. Mayra Bustamante Secretaria de la carrera de Electromecánica, Lic. Sandra Castillo Bibliotecaria del Área por su encantadora cooperación, a nuestros familiares, compañeros y amigos que nos brindaron su apoyo incondicional, en fin a todas las personas que de alguna manera colaboraron para la culminación de este proyecto.

Los Autores



RESUMEN

El presente proyecto describe el diseño y construcción de un sistema automatizado de envasado y taponado, mediante la utilización de un mini PLC (LOGO), como propuesta alternativa para remplazar los procesos manuales de elaboración de productos líquidos y promover las tecnologías acorde a nuestro país. La investigación está estructurada en introducción, siete capítulos conclusiones y recomendaciones

Se realizó una compilación detallada de cada uno de los contenidos necesarios para el desarrollo de ésta investigación, posteriormente se estableció el diseño adecuado en base a cálculos matemáticos y sobre todo a sugerencias de profesionales de este campo. Diseñado el sistema, se realizó la construcción del prototipo automatizado, montaje y funcionamiento del mismo, así como esquemas, dibujos y programación, finalmente se presenta la valoración técnico-económica y ambiental, además manual de operación y mantenimiento del prototipo automatizado.



SUMMARY

The present project describes the design and construction of an automated system of having packed and corked, by means of the use of a mini PLC (LOGO), as proposal alternative remplazar the manual processes of elaboration of liquid products and to promote the technologies chord to our country. The investigation is structured in introduction, seven chapters conclusions and recommendations

He/she was carried out a detailed compilation of each one of the necessary contents for the development of this investigation, later on the appropriate design settled down based on mathematical calculations and mainly to professionals' of this field suggestions.

Designed the system, was carried out the construction of the automated prototype, assembly and operation of the same one, as well as outlines, drawings and programming, finally he/she shows up the technician-economic and environmental valuation, also operation manual and maintenance of the automated prototype.



INDICE GENERAL	
CERTIFICACIÓN	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	2
PENSAMIENTO	3
DEDICATORÍA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
SUMMARY	7
INDICE GENERAL	8
INDICE DE FIGURAS	13
INDICE DE TABLAS	16
SIMBOLOGÍA	18
INTRODUCCIÓN	24
Planteamiento de la Problemática	25
Enunciado Problemático	26
Problema General de Investigación	26
Problemas Específicos	26
Objetivos de la Investigación	27
Objetivo General	27
Objetivo Específicos	27
Planteamiento de la hipótesis	28
Hipótesis General	28
Hipótesis Específicas	28
CAPITUILO I: REVISIÓN DE LITERATURA	
PRODUCTOS LÍQUIDOS Y ENVASES	29
1.1 INTRODUCCIÓN	29
1.2 PRODUCTOS LIQUIDOS Y ENVASES	29
1.3 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	1
DE PRODUCTOS LÍQUIDOS	30
1.4 PROCESOS INVOLUCRADOS EN LA PRODUCCIÓN Y	
DISTRIBUCIÓN	31
1.4.1 Envasado	31
1.4.2 Taponado	32
PROCESOS NO AUTOMATICOS, SEMIAUTOMATICOS	Y
AUTOMATICOS.	33
2.1 INTRODUCCIÓN	33
2.2 PROCESOS NO AUTOMÁTICOS	33
2.3 PROCESOS SEMIAUTOMÁTICOS	34
2.4 PROCESOS AUTOMÁTICOS	35
2.5 ACTUALES PRODUCTORES DE AUTOMATISMOS	36



2.6	CARACTERISTICAS MÁS NOVEDOSAS	37
SIST	EMAS DE CONTROL AUTOMATIZADOS PARA INDUSTRIAS	38
3.1	INTRODUCCIÓN	38
3.2	SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATIZADOS	38
3.3	AUTOMATIZACIÓN CON PLC	39
3.3.1	FUNDAMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN	39
3.3.2	CAMPOS DE APLICACIÓN	40
3.4	CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES	41
3.4.1	DEFINICIÓN	41
3.4.2	ESTRUCTUA DEL PLC	41
3.4.3	CICLO DE FUNCIONAMIENTO	49
3.4.4	MODO DE FUNCIONAMIENTO	50
3.4.5	CLASIFICACIÓN DEL PLC.	51
3.4.6	PARAMETROS DE SELECCIÓN	53
3.5	PROGRAMACIÓN DEL PLC	53
3.5.1	PROGRAMA DE APLICACIÓN	54
3.5.2	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	54
3.5.3	DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADAS Y SALIDAS	56
3.6	SENSORES	56
3.6.1	DEFINICIÓN	56
3.6.2	CLASES DE SENSORES	57
PRO	CESO AUTOMÁTICO DE ENVASADO	60
4.1	INTRODUCCIÓN	60
4.2	PROCESO DE ENVASADO DEL LÍQUIDO	61
4.3	DESPLAZAR LOS ENVASES HASTA EL PUNTO DE LLENADO	61
4.4	DETERMINACIÓN DE LOS ENVASES EXACTAMENTE EN	
	LUGAR DEL LLENADO	63
4.4.1	Utilización de Encoders	64
4.4.2	Utilización de sensores de proximidad	65
4.5	LIBERAR EL LÍQUÍDO EN EL INTERIOR DEL ENVASE	65
4.6	DETERMANACIÓN DEL VOLUMEN DEL LÍQUIDO DENTRO DEL	
	ENVASE	66
4.6.1	Método de diferencia de Peso	67
4.6.2	Método del sensor Óptico	67
4.6.3	Midiendo el tiempo de vertimiento del líquido	68
PRO	CESO AUTOMÁTICO DE TAPONADO	70
5.1	INTRODUCCIÓN	70
5.2	PROCESO DE TAPONADO DE LÍQUIDOS	70
	PASOS PARA EL TAPONADO	72
5.4	DETENER LOS ENVASES EXACTAMENTE EN EL LUGAR DEL	



,	EA DONIA DO	74
	ΓAPONADO Taponado por Presión	74 75
J. 4 .1	Taponado por Tresion	13
5.4.2	Taponado por Roscado	76
ACTU	JADORES	77
6.1	INTRODUCCIÓN	77
6.2	ACTUADORES, CLASES, CONCEPTO	77
6.3	PARTES DE UN ACTUADOR	78
6.3.1	Motores Eléctricos	80
6.3.1.	Motores de corriente alterna	80
6.4	ACTUADORES NEUMÁTICOS	81
6.4.1	Clasificación de los cilindros neumáticos	82
6.5	ACCIONADORES	84
6.6	ELECTROVÁLVULAS NEUMÁTICAS	85
6.6.1	Válvulas	85
6.7	TUBERIAS PARA CIRCUITOS NEUMÁTICOS	87
6.7.1	Conversión de litros aire a presión en litros de aire libre	90
6.7.2	Ejemplos de cálculo	90
6.8	BOMBAS	97
6.8.1	Tipos de bombas para líquidos	97
6.8.2	Compresor de aire	99
APLI	CACIÓN DE CALOR MEDIANTE SELLADO TÉRMICO	101
7.1 I	NTRODUCCIÓN	101
7.2 P	ROCESO DE SELLADO TÉRMICO	101
7.3 P	UNTO DE PARADA EN LA POSICIÓN DEL SELLADO	102
NOC	IONES GENERALES PARA EL DISEÑO MECÁNICO	
	PROTOTIPO AUTOMATIZADO DE ENVASADO Y	
	ONADO	104
8.1	INTRODUCCIÓN	104
8.2	RELACIÓN CAUDAL PRESIÓN EN BOMBAS	104
8.2.1		104
8.2.2	Presión	105
8.3	NOCIONES GENERALES SOBRE PRESIONES EN SÓLIDOS	106
8.4	Relaciones de transmisión	106
8.4.1	Ventajas e inconvenientes de las poleas con correas	108
8.4.2	Estudio cinemático	108
8.5	Transmisiones mecánicas	109
8.6	CÁLCULO DE LA PRESION DE LOS CILINDROS DE SIMPLE	



	Y DOBLE EFECTO	110
8.6.1	FUERZA DEL ÉMBOLO	110
	LONGITUD DE CARRERA	111
	CONSUMO DE AIRE	111
	TULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	112
2.	Evaluación del Objeto de Investigación	112
2.1	Descripción general del equipo planteado	112
2.2	Características de los equipos instalados	113
2.3	Partes eléctricas de mando y control	114
2.4	Dimensionamiento de partes y esquematización del circuito de control y	
	accionamiento eléctrico	115
2.5	Desarrollo de la Propuesta Alternativa	117
2.6	Necesidad del sistema	117
2.7	Condiciones de trabajo	117
2.8	Selección general del tipo de envasadora	118
2.9	Selección general de los componentes de la envasadora	119
III. R	ESULTADOS	
3.	Condiciones de funcionamiento para el grupo de electroválvulas neumáticas	123
3.1	Descripción de funcionamiento del sistema de envasado	123
3.1.1	Sistema de llenado	124
3.1.2	Sistema de taponado	126
3.1.3	Presión de taponado	127
3.2	Cálculo de las áreas	128
3.3	Cálculo de la fuerza transversal	128
3.3.1	Cálculo de la presión del corcho dentro del pico de la botella	128
3.4	Cálculo de la fuerza vertical o longitudinal	129
3.4.1	Presión necesaria del corcho	130
3.5	Cálculo de la presión máxima de la red neumática	131
3.6	Sistema de traslado de botellas	135
3.6.1	Cálculo de la fuerza del transportador de botellas	137
3.6.2	Cálculo de la potencia del motor	139
3.7	Sistema de transmisión por poleas	139
3.7.1	Velocidades angulares	141
3.7.2	Sección de la banda	141
3.7.3	Cálculo de la distancia entre ejes	142
3.7.4	Cálculo del largo de la banda	142
3.7.5	Ángulo de abrazamiento	143
3.7. 6	Velocidad periférica	145
3.7.7	Número de bandas	145
3.7. 8	Esfuerzo en el primer ramal	145
3.7. 9	Fuerza aplicada al eje N	146
3.7.10	Determinación de las poleas de la segunda transmisión	146



3.7.11	Distancia entre ejes	146
3.7.12	Largo de la band LP	147
3.7.13	Velocidad periférica V2	147
3.7.14	Esfuerzo del ramal N	147
3.7.15	Fuerza aplicada al segundo eje	147
3.7.16	Cálculo del diámetro del primer eje	148
3.7.17	Cálculo de la potencia de transmisión	149
3.7.18	Cálculo del torque	149
3.7.19	Determinación del momento flector máximo	149
3.7.20	Cálculo del momento equivalente	149
3.7.21	Determinación del diámetro del primer eje	150
3.8	Cálculo de la transmisión por cadena	150
3.8.1	Cálculo de la potencia del diseño	151
3.8.2	Determinación de la relación de transmisión	153
3.8.3	Cálculo de la distancia entre centros y largo de la cadena	155
3.8.4	Selección de tamaño y cantidad de cadenas en paralelo	158
3.8.5	Selección del número de dientes Z1 de la rueda menor	160
3.8.6	Determinación del coeficiente de explotación K _e	160
3.8.7	Cálculo preliminar de la presión admisible en las articulaciones	162
3.8.8	Determinación del paso de la cadena	163
5.8.9	Determinación de la distancia entre los ejes de rotación de las ruedas y	
	La longitud de la cadena	165
3.8.10	Determinación de la velocidad de la cadena	166
3.8.11	Determinación del número de choques	167
3.8.12	Cálculo del esfuerzo tangencial	167
3.8.13	Cálculo del coeficiente de seguridad de la cadena	168
3.9	Sistema de sellado de botellas	176
3.10	Diseño e instalación del sistema de automatización	179
3.10.1	Captadores	180
3.10.2	Accionadores	181
3.10.2.1	Variador de velocidad	181
3.10.3	Unidad de control	183
3.10.3.1	Variables del proceso	184
	Programación del PLC	187
	Montaje del controlador	188
3.10.3.4	Conexión de un PC al LOGO 230 RC	189
3.10.4	Instalación del módulo de control	191
CAPIT	ULO III: RESULTADOS	
DISCU	SIÓN	195
	RACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICO	196
	s técnico- económico	196
Impacto	o ambiental	201



CONCLUS	IONES	202
RECOMEN	NDACIONES	203
BIBLIOGE	RAFÍA	204
ANEXOS		206
ANEXO 1:	Formulación del proyecto de investigación	209
ANEXO 2:	Cálculo de perdida de carga y diámetro de tubería en función de la	
	Presión de trabajo y el caudal del aire libre.	280
ANEXO 3:	Especificaciones técnicas del LOGO230RC	281
ANEXO 4:	Especificaciones técnicas de los contactores	282
ANEXO 5:	Especificaciones de selección de relés térmicos de protección	283
ANEXO 6:	Curva de disparo de los relés térmicos	284
ANEXO 7:	Especificaciones técnicas, finales de carrera CAMSCO	285
ANEXO 8:	Especificaciones técnicas botonería XB2-BA21	286
ANEXO 9:	Especificaciones técnicas botonería XB2-BA21	287
ANEXO10:	Especificaciones técnicas de la bornera porta fusible	288
ANEXO11:	Especificaciones técnicas de las electroválvulas	289
ANEXO12:	Tabla para el cálculo de caudales	290
ANEXO13:	Tiempos de los actuadores de simple y doble acción	291
ANEXO14:	Especificaciones técnicas del variador de velocidad SINAMIC	
	G110	292
ANEXO15:	Construcción y funcionamiento del prototipo proceso de envasado	293
ANEXO16:	Construcción y funcionamiento del prototipo proceso de taponado	296
ANEXO17:	Construcción y funcionamiento del prototipo proceso de sellado t.	298
ANEXO18:	Construcción y funcionamiento del prototipo sistemas de transmisió	in300
ANEXO19:	Construcción y funcionamiento del prototipo sistema de control	302
ANEXO20:	Construcción y funcionamiento del prototipo acabado de la máquina	a 304
ANEXO21:	Construcción y funcionamiento del prototipo calibración de partes	
	Mecánicas	306
ANEXO22:	Algoritmo de control	307
ANEXO23:	Circuito de mando Del LOGO	308
ANEXO24:	Explicación del algoritmo de control	309
ANEXO25:	Manual de operación	315
ÍNDICE DE		
PRODUCT	OS LÍQUIDOS Y ENVASES	
Figura 1.1	Proceso de envasado de productos líquidos	31
Figura 1.2	Colocación de un corcho en una botella	32
PROCESOS.	,	
AUTOMÁT	TCOS	
Figura 2.1	Máquina semiautomática para elaboración de productos líquidos	34
Figura 2.2	Máquina automática para embotellar y taponar líquidos	36



Figura 2.3	Dispositivo de purga automática	37
C		
SISTEMA I	DE CONTROL AUTOMATIZADO PARA INDUSTRIAS	
Figura 3.1	Controladores lógicos programables.	41
Figura 3.2	Estructura interna del PLC.	42
Figura 3.3	Modulo de entradas	45
Figura 3.4	Modulo de salidas	46
Figura 3.5	Terminal de programación portátil	47
Figura 3.6	Terminal de programación compatible PC.	47
Figura 3.7	Periféricos para aplicación de entradas y salidas.	48
Figura 3.8	Panel de operación y conexión de un visualizador a un autómata	48
Figura 3.9	Ciclo de funcionamiento del PLC	50
Figura 3.10	PLC tipo nano	52
Figura 3.11	PLC tipo compacto	52
Figura 3.12	PLC tipo modular	53
Figura 3.13	Lenguajes IEC 61131-3	56
Figura 3.14	Sensor de presencia	57
Figura 3.15	Sensor de peso	58
Figura 3.16	Sensor de movimiento	58
Figura 3.17	Sensor laser	58
Figura 3.18	Sensor de nivel de líquidos	59
PROCESO	AUTOMÁTICO DE ENVASADO	
Figura 4.1	Desplazamiento de los envases por medio de grúas	
	Transportadoras	62
Figura 4.2	Desplazamiento de las botellas por medio de bandas	
	Transportadoras	63
Figura 4.3	Desplazamiento de las botellas por medio de bandas circulares	63
Figura 4.4	Imagen del sensor encoders	64
Figura 4.5	Principio de funcionamiento de un encoders para detectar la	
	posición de un eje mecánico	65
Figura 4.6	Detección de la presencia de un envase justo en el momento donde	
	Se va llenar	65
Figura 4.7	Posición del sensor de peso en la banda debajo del envase	
	en el lugar del llenado	67
Figura 4.8	Principio de funcionamiento del sensor óptico para determinar la	
	altura del líquido dentro del envase	68
Figura 4.9	Variación del nivel del líquido de los envases en dependencia del	
	nivel de la cisterna para el método de tiempo de vertimiento	68
Figura 4.10	Empleo de un recipiente intermedio que se llene con antelación al	
	vertimiento final del líquido en el envase	69
Figura 4.11	Envases en fila sobre la banda	69
Figura 4.11	Envases agrupados de tres sobre la banda	69



PROCESO	AUTOMÁTICO DE TAPONADO	
Figura 5.1	Tipos de tapones para botellas de vidrio	71
Figura 5.2	Esquema de taponado neumático de productos líquidos	72
Figura 5.3	Esquema de corcho automático	74
Figura 5.4	Esquema del taponado por presión	75
Figura 5.5	Esquema del taponado por roscado	76
ACTUADO	DRES	
Figura 6.1	Velocidad fija o exacta de los motores síncronos	81
Figura 6.2	Par velocidad el punto de funcionamiento del motor	81
Figura 6.3	Cilindros neumáticos	82
Figura 6.4	Cilindros neumáticos de simple efecto	83
Figura 6.5	Cilindros neumáticos de doble efecto	84
Figura 6.6	Esquema de grupo de accionadores	85
Figura 6.7	Electroválvulas neumáticas	85
Figura 6.8	Grupo de válvulas	86
Figura 6.9	Tuberías para circuitos neumáticos	87
Figura 6.10	Compresor de aire	92
Figura 6.11	Esquema de los compresores alternativos o de desplazamiento	100
Figura 6.12	Esquema de los compresores rotativos	100
APLICACI	ÓN DE CALOR MEDIANTE SELLADO TÉRMICO	
Figura 7.1	Parada de botella en el proceso de sellado térmico	103
NOCIONE	S GENERALES PARA EL DISEÑO MECÁNICOS DEL	
PROTOTII	PO AUTOMATIZADO DE ENVASADO Y TAPONADO	
Figura 8.1	Placa de las bombas	106
Figura 8.2	Transmisiones mecánicas por bandas, poleas y cadenas	109
RESULTA	DOS	
Figura 1	Diagrama neumático de componentes del sistema de envasado	
	Taponado y sellado	122
Figura 2	Componentes del sistema de llenado de líquidos	124
Figura 3	Altura de succión del sistema de llenado de líquidos	125
Figura 4	Sistema de alimentación de tapones	126
Figura 5	Dimensiones del corcho y boca de la botella	127
Figura 6	Fuerza vertical o longitudinal	129
Figura 7	Cargas existentes al introducir el tapón en la boca de la botella	130
Figura 8	Componentes del sistema neumático principal de taponado	133
Figura 9	Base rectangular de botellas	136
Figura 10	Fuerza ejercida en el transportador de botellas	137
Figura 11	Componentes del sistema de transmisión por poleas	140
Figura 12	Gráfico de la selección del perfil de correa	141



Figura 13	Cálculo del diámetro del primer eje	148
Figura 14	Cálculo del diámetro del segundo eje	149
Figura 15	Transmisión por cadena	151
Figura 16	Tipos de cadena	156
Figura 17	Pasos de cadena	156
Figura 18	Gráfico de la selección de la cadena	159
Figura 19	Componentes del sistema de traslado de botellas	175
Figura 20	Componentes del sistema de sellado de botellas	177
Figura 21	Mecanismos del prototipo automatizado	178
Figura 22	Torque constante variando la velocidad	182
Figura 23	Variador de velocidad SINAMIC G110	183
Figura 24	Conexión del logo	186
Figura 25	Montaje del controlador	188
Figura 26	Interferencia de datos	189
Figura 27	Circuito eléctrico de encendido general	192
Figura 28	Circuito eléctrico de fuerza	193
Figura 29	Circuito eléctrico de mando del motor	194
	_	
	ÍNDICE DE TABLAS	
Tabla 1	Selección para caudal	87
Tabla 2	Pérdida de rozamiento de elementos utilizados en tuberías	88
Tabla 3	Cálculo de pérdida de carga y diámetro de tuberías en función de la	
	presión de trabajo y caudal del aire libre	89
Tabla 4	Consumo de aire para cilindros neumáticos	95
Tabla 5	Constantes críticas para algunos gases	96
Tabla 6	Peso por litros de diferentes gases y vapores industriales a 0°C	
	y a 760 Torr	95
Tabla 7	Tabla para selección de ductos para el aire a presión basado en caudal	
	y presión	132
Tabla 8	Pérdidas por rozamiento del sistema neumático	134
Tabla 9	Valores de los coeficientes en reposo	137
Tabla 10	Tipos de bandas	142
Tabla 11	LP para tipo Z	143
Tabla 12	Po frecuencia de giro del motor	143
Tabla 13	Cα ángulo de abrazamiento	144
Tabla 14	Sección de la banda (0)	144
Tabla 15	Tabla para escoger el (Cz)	144
Tabla 16	(Cp).motor de explosión	144
Tabla 17	Factor de servicio para cadenas de la norma British standard	152
Tabla 18	Relación del paso, número de dientes del piñón y el diámetro	
	del eje máximo	154



Tabla 19	Distancias entre centros	155
Tabla 20	Factor de servicio X	157
Tabla 21	Número de dientes en función de la relación de transmisión	160
Tabla 22	Selección de la presión admisible en las articulaciones en función	
	de la velocidad de rotación del piñón	162
Tabla 23	Selección del paso de las cadenas (normas soviética)	163
Tabla 24	Selección del paso de las cadenas (Norma europea DIN 8187)	163
Tabla 25	Parámetros fundamentales de la cadena	164
Tabla 26	Número admisible de choques	167
Tabla 27	Coeficiente de seguridad admisible para la cadena	169
Tabla 28	Sensores que se utilizan para conocer las variables del proceso	180
Tabla 29	Equivalencia de los captadores con las entradas del PLC	184
Tabla 30	Equivalencia de los accionadores con las salidas del PLC	185
Tabla 31	Materiales mecanizados	197
Tabla 32	Materiales normalizados	197
Tabla 33	Materiales para fabricación y acabado	198
Tabla 34	Materiales para la instalación	199
Tabla 35	Costo total del prototipo automatizado	201
Tabla 36	Equivalencia de los captadores con las entradas del PLC	310
Tabla 37	Equivalencia de los accionadores con las salidas del PLC	311



SIMBOLOGÍA

- Q = Caudal de entrega de la bomba lit/min.
- V = Volumen de llenado en lit.
- T = Tiempo necesario para el llenado en s.
- D = Diámetro del corcho en mm.
- D = Diámetro del pico de la botella en mm.
- E = Módulo de elasticidad del corcho N/m² o N/mm²
- r = Radio del pico de la botella
- A = Área superior del corcho en mm^2 .
- A1 = Área del cilindro deformado en mm^2 .
- A2 = Área del pico de la botella en mm^2 .
- H = Altura del corcho
- P = Presión del corcho cuando esta dentro del pico de la botella en N/mm² o PSI.
- F1 = Fuerza de sección transversal en N.
- Pac = Presión en la cámara del actuador en Kg/cm².
- Dp = Diámetro del émbolo del actuador en mm.
- Cp = Carrera del actuador en mm.
- t =Tiempo de accionamiento en s.
- A1 = Área del cilindro
- D = Área del corcho
- μ = Coeficiente de poissón
- F = Fuerza Vertical que necesita para la introducir el corcho
- Fr = Fuerza de rozamiento



F = Fuerza vertical

 μc = Coeficiente de fricción

A2 =Área de pico de la botella

 ΔL = Diámetro del pico de la botella

P = Presión para introducir el corcho

Pt = Presión Sección superior del émbolo del neumático

Pac = Presión de la cámara de actuador

Dp = Diámetro del émbolo del actuador

Cp = Carrera del actuador

T = Tiempo de accionamiento

Q = Caudal

F = Peso del carro transportador en Kg.

n1 = rpm del carro transportador en rpm.

R = radio del piñón en m.

Ft = fuerza para poder mover el carro transportador

Nt = potencia total para mover el carro transportador en Hp.

N = Potencia del motor en Hp.

n =Revoluciones del motor en rpm.

D1 = Diámetro de la polea conductora en mm.

D2 = Diámetro de la rueda conducida en mm.

*n*1 =De la primera transmisión rpm.

W1 = Velocidad angular del motor

W2 = Velocidad angular de la primera transmisión

 $a \min$ = Distancia mínima entre ejes



 $a \max = Distancia máxima entre ejes$

amed = Distancia media entre poleas

Pp = Potencia de transmisión en Kw.

D min = Diámetro de la polea menor en metros

So = Esfuerzo del ramal en N.

P = Potencia del motor

Z1 = Número de bandas

F = Fuerza aplicada al eje en N.

 α = Ángulo de abrazamiento

D3 = Diámetro de la polea conductora en mm.

D4 = Diámetro de la rueda conducida en mm.

n2 = rpm de la segunda transmisión en rpm.

 $a \min = Distancia mínima entre ejes en mm.$

 $a \max$ = Distancia máxima entre ejes en mm.

amed = Distancia media entre poleas en mm.

Lp = Largo de la banda en mm.

V = Velocidad periférica de la transmisión m/s.

N = Potencia de transmisión del arbol

F = Fuerza ejercida por el eje

 Z_p = Cantidad de dientes del piñón.

 Z_c = cantidad de dientes de la corona.

p = paso de la cadena.

a_w = distancia entre centros.

Y = valor a agregar para que "L" sea una cifra entera y par.



- I = relación de transmisión.
- K_{cd} = Coeficiente de las cargas dinámicas.
- K_a = Coeficiente que toma en consideración la distancia entre los ejes.
- K_i = Coeficiente que depende de la posición de la transmisión.
- K_r = Coeficiente que tiene en cuenta la posibilidad de regular la distancia
- K_l = Coeficiente que depende de la lubricación.
- K_{reg} = Coeficiente del régimen de trabajo de la transmisión.
- n_{mr} = Frecuencia de rotación máxima recomendable.
- n_{lim} = Frecuencia de rotación límite.
- n₁ = Es la frecuencia de rotación del piñón, en rev/mín.
- Z_1 = Es el número de dientes del piñón.
- [p_o] = Es la presión admisible media en las articulaciones, en kgf/mm².
- z = Es el número de dientes de la rueda
- n = Es la frecuencia de rotación de la rueda; en r.p.m.
- t = Es el paso de la cadena; en mm.
- N_1 = Es la potencia a transmitir por la estrella pequeña; en Kw
- v = Es la velocidad de rotación de la cadena; en m/s.
- F = Es la proyección de la superficie del pasador en mm².
- Q = Es la carga de rotura para el tipo de cadena seleccionado; en kgf.
- k_{cd} = Es el coeficiente de la carga dinámica.
- F_t = Es el esfuerzo tangencial que actúa sobre la cadena; en kgf.
- F_c = Es el esfuerzo centrífugo que actúa sobre la cadena; en kgf.



- q = Es la masa de 1m de la longitud de la cadena; en kg/m.
- v = Es la velocidad de la cadena, en m/s.
- g = Es la aceleración de la gravedad; $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.
- F_q = Es el esfuerzo debido al pandeo de la cadena, en kgf.
- *a* = Es la distancia interaxial precisada, en m.
- [s] = Es el coeficiente de seguridad para el tipo de cadena.
- F_c = Esfuerzo centrífugo que actúa sobre la cadena; en kgf.
- F_q = Es el esfuerzo debido al pandeo de la cadena, en kgf.
- q = Masa de 1 m de cadena kg/m
- B_i = Distancia entre placas interiores en mm
- d = Diámetro del pasador en mm
- D = Diámetro del rodillo en mm
- b = Ancho la placa interior en mm
- Q = Carga de rotura en kgf
- B = Anchura del eslabón interior en mm
- F = Proyección de la superficie del pasador en mm²
- PLC =Controlador Lógico Programable



SIMBOLOGÍA AUTOMÁTICA

- II: BOTONERA DE ARRÁNQUE DEL PROCESO (retardo NO a La activación 3seg.)
- I2: PARADA DE EMERGENCIA (NC)
- I3: INICIO DE CICLO (NO)
- I4: PARADA DE LLENADO (NO)
- I5: TOPE DEL ACTUADOR DEL LLENADO (NO)
- I6: PARADA DEL TAPONADO (NO)
- I7: POSICIONAMIENTO DEL CORCHO (NO)
- I8: PARADA DE SELLADO (NO)
- I9: TOPE DEL ACTUADOR DEL SELLADO (NO)
- I10: FÍN DE MEDIO CICLO (NO)
- II1: BOTELLA # 1 (NO)
- I12: BOTELLA # 2 (NO)
- I13: SENSOR DE NIVEL DE RESERVORIO. (NO)
- NO: Contacto normalmente abierto
- NC: Contacto normalmente cerrado
- Q1: VÁLVULA PRINCIPAL
- O2: VÁLVULA DEL ACTUADOR NEUMÁTICO
- Q3: VÁLVULA DEL ACTUADOR DEL SELLADO
- Q4: VÁLVULA PARA TAPONADO.
- Q5: ELECTROVÁLVULA DEL LÍQUIDO DE LLENASDO
- Q6: BOMBA DE LLENADO.
- Q7: MOTOR DE CORCHOS
- **Q8:** RELÉ DE NIQUELINAS
- Q9: VÁLVULA DE DESFOGUE DE TAPONADO
- Q10: VÁLVULA DE RETORNO DE TAPONADO
- Q11: VÁLVULA DE DESFOGUE DE RETORNO DE TAPONADO
- Q12: VÁLVULA DE DESFOGUE GENERAL
- O13: MOTOR GIRO INVERSO
- Q14: MOTOR GIRO NORMAL
- Q15: CONTACTOR GENERAL DEL MOTOR.



2. INTRODUCCIÓN

La tecnología moderna ha permitido al hombre obtener el control de la naturaleza y así mismo de las máquinas creadas por el hombre para hacer de sus labores sean más sencillas. Con el control manual, solo la adecuada reacción de un operador experimentado mediaba entre una evolución normal del proceso y otra errática. Además un operador solo podrá observar y ajustar unas pocas variables del proceso, limitando la complejidad de las estrategias de control que puedan ser usadas bajo control manual.

Los avances tecnológicos han evolucionado de una manera rápida, hoy en día es muy importante la continua actualización de conocimientos en cuanto a la tecnología; especialmente en el campo de la Automatización. Factor importante para el desarrollo de las empresas a nivel mundial en cuanto a producción, tecnología de punta y ahorro de mano de obra.

Actualmente el control de procesos automáticos sirve para garantizar la permanencia y calidad de los factores automatizados en el desarrollo de las Industrias, lo cual conlleva a optar por estas técnicas para la obtención de un buen producto calificado.

Entre estas tecnologías, los procesos de envasado y taponado de productos líquidos se han ido abriendo su propio espacio y constituyen ya una importante alternativa; técnicamente viable que bien merece ser utilizada con prioridad. Dichos procesos nos ayudan a obtener condiciones de vida digna, mejorando de esta manera las técnicas utilizadas para los procesos arriba mencionados, evitando la pérdida de tiempo, inexactitud en el acabado y poca producción.

Las interfaces Hombre-Máquina (HMI) o interfaces Hombre-Computadora (CHI), son comúnmente empleadas para comunicarse con los PLC, nuevas formas de automatización que las involucra, donde controlan un equipo de prueba automático que es programado para simular, también referidas como Controlador Lógico Programable, son utilizadas frecuentemente para sincronizar el flujo de entradas de sensores con el flujo de salidas a los actuadores y eventos.



4 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

Al principio los sistemas industriales fueron controlados manualmente por un operador, el operador observaba lo que sucedía y hacia ajustes basados en las instrucciones de operación y en el propio conocimiento que el operador tenia del proceso.

Es sin duda, que la investigación es el pilar fundamental para alcanzar grandes logros; y en efecto, con el transcurrir de los tiempos muchas han sido las investigaciones que se han hecho en el tema de la Automatización, y desde muchos años atrás hasta nuestros días ha evolucionado esta tecnología; sin embargo en nuestro medio ya es muy común el hablar técnicamente del tema.

La región sur dispone de muchas vinícolas las cuales han venido laborando de una forma manual habiéndose detectado baja producción y disminución en calidad, factores que fácilmente pueden ser conseguidos implementando un sistema automático de producción que incluya, envasado, sellado y sobre todo en el taponado, lo que seria un ahorro de tiempo, un producto con calidad, eficiente, y su capacidad de producción aumentaría, y su situación económica de la misma manera.

Debido al desconocimiento de nuestros comuneros del sector rural sobre el uso de nuevas tecnologías de los procesos de envasado y taponado como una alternativa eficiente de dichos procesos; hemos optado por realizar el tema de investigación.

La difusión de este trabajo de investigación evidenciará la verdadera preocupación de La Universidad Nacional de Loja, a través de la carrera de Ingeniería Electromecánica, de dar solución a uno de los problemas existentes en las zonas rurales, como es en los procesos de envasado y taponado de productos líquidos para pequeñas industrias, con la explotación de dichos procesos pretendemos promover el desarrollo de actividades productivas en la región Sur del país. El prototipo automatizado, es considerado como una nueva alternativa eficiente, ecológica, y de fácil mantenimiento



LE ENUNCIADO PROBLEMÁTICO:

"Diseño y construcción de un prototipo automatizado para los procesos de envasado y taponado para elaboración de productos líquidos".

PROBLEMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.

Falta de conocimiento de maquinaria eficiente para la producción de productos líquidos. "

PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

- Falta de conocimiento de los procesos actuales de envasado y taponado.
- Baja producción y calidad, debido a los procesos manuales en la elaboración de estos productos.
- Inexistencia de una guía para el funcionamiento y mantenimiento del prototipo automatizado
- Carencia de difusión de los trabajos investigativos que se realizan en la carrera de Ing. Electromecánica.



4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

OBJETIVO GENERAL.

Diseñar y construir un prototipo automatizado para el proceso de envasado y taponado para elaboración de productos líquidos.

4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar una síntesis de los procesos actuales de envasado y taponado
- Diseñar y construir un prototipo automatizado para los procesos de envasado y taponado
- Elaborar guías de funcionamiento y mantenimiento para el prototipo automatizado
- Socializar los resultados de la investigación a lo interno y externo de la carrera de Ing. Electromecánica



♣ PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

Con un sistema automatizado de envasado y taponado conseguiremos mejorar la producción de productos líquidos.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- ➤ El conocimiento acerca de la forma como se da el proceso de envasado y taponado de productos líquidos nos permitirán detectar sus problemas.
- La utilización de modernos sistemas y procesos automatizados nos permitirán mejor calidad y disminución del tiempo en la elaboración de estos productos.
- Mediante la guía se facilitará el manejo y mantenimiento del Prototipo didáctico.
- Extendiendo y difundiendo los resultados nos permitirá socializar dentro y fuera de la U.N.L. las conclusiones obtenidas



CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

PRODUCTOS LÍQUIDOS Y ENVASES

- 1.1 Introducción
- 1.2 líquidos y envases
- 1.3 Diagnostico actual de la producción y distribución de productos líquidos.
- 1.4 Procesos involucrados en la producción y distribución.

1.1 INTRODUCCIÓN

Los líquidos se encuentran siempre presentes en nuestro alrededor, al hablar de estos nos referimos al agua; sustancia pura y esencial para el ser humano.

Uno de los fluidos más importantes entre todas las materias de la Tierra es el agua, sin agua no se habría originado la vida en nuestro planeta, conocemos el agua en tres estados físicos: sólido (hielo), líquida (agua) y gaseoso (vapor). Necesitamos agua para todas nuestras necesidades y actividades, debido a su importancia vital protejamos y respetemos el agua, explotándola de manera saludable.

Al referirnos a su estado liquido el agua es muy útil para diferentes aplicaciones; como es caso de los procesos de envasado y taponado en donde tenemos un sinnúmero de sustancias que se le añade al agua para dar vida a unas refrescantes bebidas de toda clase ya sean estas: refrescos, colas, bebidas hidratantes, y aromatizantes, etc.

1.2 PRODUCTOS LÍQUIDOS Y ENVASES

Los productos líquidos se caracterizan por una resistencia al flujo llamada viscosidad. La viscosidad de un líquido disminuye al aumentar la temperatura y aumenta al crecer la presión. La viscosidad también está relacionada con la complejidad de las moléculas que constituyen el líquido: es baja en los gases inertes licuados y alta en los aceites



pesados. La presión de un vapor en equilibrio con su forma líquida, la llamada presión de vapor, sólo depende de la temperatura; su valor a una temperatura dada es una propiedad característica de cada líquido. También lo son el punto de ebullición, el punto de solidificación y el calor de vaporización (esencialmente, el calor necesario para transformar en vapor una determinada cantidad de líquido). En ciertas condiciones, un líquido puede calentarse por encima de su punto de ebullición; los líquidos en ese estado se denominan súper calentados. También es posible enfriar un líquido por debajo de su punto de congelación.

Envases

Un envase es un producto que puede estar fabricado en una gran cantidad de materiales y que sirve para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías en cualquier fase de su proceso productivo, de distribución o venta. Una de las principales funciones del envase es la de conservar el producto.

Principales envases

- Lata
- Lata de aluminio
- Lata de hojalata
- Botella
- Botella de vidrio
- Botella de plástico

1.3 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS LÍQUIDOS.

La producción de productos líquidos actualmente ya sean estos de distintas clases y de todo tipo han ido avanzando conforme a la tecnología cada vez es mas rentable para las pequeñas y grandes Industrias que se dedican a la elaboración de estos productos, sus procedimientos no han cambiado en nada lo que si se han implementado mejores sistemas de progreso para darle una mejor presentación.

Cada vez son más las personas que se decantan por el agua embotellada. No en vano, el consumo mundial aumenta una media de un 12 por ciento cada año, a pesar de que su precio es mucho más alto comparado con el agua del grifo.



1.4 PROCESOS INVOLUCRADOS EN LA PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN 1.4.1 ENVASADO.

Para el envasado de botellas ya sean estas de cualquier tipo el procedimiento se describe de la manera siguiente:

La cinta transportadora se debe activar al pulsarse la marcha. Cuando se detecte la presencia de una botella lista para ser llenada, se debe parar la cinta y abrir la válvula del depósito durante los 5 segundos o el tiempo programado que tarda en llenarse una botella, al cabo de los cuales la válvula debe cerrarse. Tres segundos después la cinta debe ponerse de nuevo en marcha para procederse al llenado de una nueva botella.

Cuando se active el sensor que indica nivel bajo en el depósito se deben seguir llenando las botellas y se abrirá la válvula de la cisterna que abastece al depósito, que se cerrará al llenarse este último. Durante el tiempo en que la válvula de la cisterna permanezca abierta, la luz de alarma se encenderá de forma intermitente (dos segundos encendidos y dos segundos apagados). Si, a pesar de haber abierto la válvula de la cisterna, el depósito se vaciara, se cerrará la válvula de éste último en caso de que estuviera abierta y se encenderá la luz de alarma de forma permanente, que se apagará una vez que se llene el depósito. (figura1.1)

El funcionamiento normal del sistema se reanudará sólo cuando, habiéndose apagado ya la luz de alarma y habiéndose retirado la botella que quedó a medio llenar, se vuelva a pulsar la marcha.

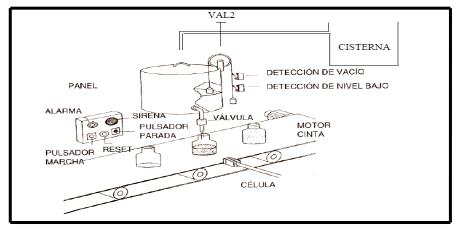


Figura 1.1 Proceso de envasado de productos líquido



1.4.2 TAPONADO.

Para el taponado el cual se lo va ser mediante corcho (figura 1.2), o corchado automático consta de un cabezal para trabajo pesado, de operación neumática, con o sin lubricación, montado en un actuador el cual cuenta con un sistema de trampas para captar el envase con el corcho.

La función del operador es presentar el corcho sobre el envase solamente, cuando este entra en el sistema un sensor detecta el envase y cierra dos trampas, una en la parte inferior para evitar que el envase gire y otra en el cuello del envase, para evitar que este se colapse por la fuerza del cabezal, una vez puesto el tapón las trampas se abren y se libera el envase.

La capacidad de producción de este equipo es de aproximadamente 40 envases por minuto.

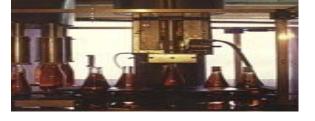


Figura 1.2 Colocación de un corcho en una botella



PROCESOS NO AUTOMÁTICOS, SEMIAUTOMÁTICOS Y AUTOMÁTICOS.

- 2.1 Introducción
- 1.2 Procesos no automáticos
- 1.3 Procesos semiautomáticos.
- 1.4 Procesos completamente Automatizados
- 1.5 Actuales productores de Automatismos
- 1.6 Características más novedosas

2.1 INTRODUCCIÓN

Al principio los sistemas industriales fueron controlados manualmente por un operador, quien observaba lo que sucedía y hacia ajustes basados en las instrucciones de operación y en el propio conocimiento tenia del proceso.

El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano.

Es sin duda, que la investigación es el pilar fundamental para alcanzar grandes logros; y en efecto, con el transcurrir de los tiempos muchas han sido las investigaciones que se han hecho en el tema de la Automatización, y desde muchos años atrás hasta nuestros días ha evolucionado esta tecnología; sin embargo en nuestro medio ya es muy común el hablar técnicamente del tema.

En este capitulo se describe a los procesos no automáticos, semiautomáticos y automáticos la importancia de estos en la Industria, tecnología y eficacia; utilizados por la mayor parte de las Empresas para generar ganancia y obtener un producto rápido y eficaz.

2.2 PROCESOS NO AUTOMÁTICOS

La producción se ve afectada por demoras en el proceso de control de calidad tanto en las parte de gestión como en la parte de operación y ejecución de procesos, porque las técnicas se las llevan a cabo de forma manual por parte de operarios. Como



consecuencia de errores humanos y del tiempo empleado en la verificación se tiene una demora considerable en la producción global de la empresa que afecta la eficiencia de la misma.

Puesto que el control del proceso involucra dos procesos principalmente, las lecturas de los flujos y las gestiones, es necesario reducir el tiempo empleado en adquisición y almacenamiento de datos y aumentar la confiabilidad de la prueba eliminando los errores provocados por los operarios.

2.3 PROCESOS SEMIAUTOMÁTICOS

Un proceso semiautomático es aquél que necesita del ser humano para continuar una o más fases durante el desarrollo del proceso (una vez que éste dio inicio) (figura 2.1)

Equipo para envasado de productos líquidos, con posible generación de espuma, de baja viscosidad, por medio de boquillas con control de nivel con retorno de excedente a tanque de balance, se ofrecen den formato semiautomático, automático lineal y rotativo.



Figura 2.1 Maquina Semiautomática para elaboración de productos líquidos.



2.4 PROCESOS AUTOMÁTICOS

En un proceso completamente automatizado no hay intervención humana para iniciar las fases subsiguientes del proceso, ya que se suceden en forma automática sin intervención humana una tras otra. La única intervención humana en un proceso automático es al inicio del mismo.

Los sistemas de mando automáticos de libre programación dirigen las cargas sin acompañamiento a los puntos de parada prefijados, las cargan o entregan, las descienden o elevan, según sea el caso del proceso a realizar; hasta situarlas en una posición previamente establecida. (Figura 2.2)

Los componentes que se utilizan para la realización de las más diversas operaciones de automatización son, por ejemplo:

- Ordenadores industriales (IC/PC)
- Microordenadores
- Unidades de control programables (Autómatas PLC)
- Ordenadores de posicionado (Dematik PSC)
- Ordenadores de sincronización (Dematik GLC)
- Transmisores de datos
- Registro de recorridos-valores reales (encoders, detectores de proximidad, finales de carrera)
- Equipos de protección contra colisiones
- Dispositivos de seguridad



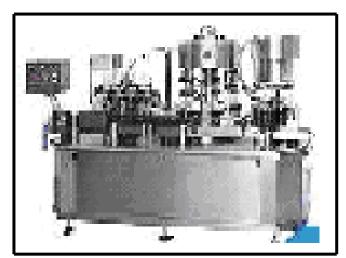


Figura 2.2 Máquina Automática para embotellar y taponar líquidos

2.5 ACTUALES PRODUCTORES DE AUTOMATISMOS

A continuación se citan algunas de las empresas que se dedican a la comercialización de automatismos – maquinas responsables compras producción, mantenimiento, etc., para dar solución a los problemas de automatización.

EMPRESA	PAIS	FABRICA Maq. Automáticas
Autobar Spain, S.A.	Española	(Envasado, Taponadoras)
Doping.Maq	Mexicana	Envasadoras

> ALLOATTI S.R.L. (Buenos Aires)

Envasado automático, maquinas, dispositivos (sensores, PLC, actuadores), maquinas taponadoras para productos líquidos, maquinas lavadoras.

➤ LANFRANCONI JORGE DANIEL (Buenos Aires)

Envasamiento automático y semiautomático, maquinas automáticas de productos líquidos, sensores, PLC.

TEMA S.R.L. (Buenos Aires)



Alimentos, maquinas para la industria, codificadoras, maquinas y equipos, equipo de envasa miento al vació, maquinas para Envasamiento automático y semiautomático, dispositivos, sensores, PLC, maquinas para laboratorios.

> <u>Irkom-EKT, OOO NPF</u> (Ucrania)

Maquinas automáticas, semiautomáticas para líquidos, sensores, PLC, y otros dispositivos, automatización

2.6 CARACTERÍSTICAS MÁS NOVEDOSAS

En **ELIÓN** continuamos con el propósito de mejorar día a día nuestro servicio, evolucionando con los nuevos tiempos y dando en cada momento la solución más adecuada con la tecnología más innovadora.

Dispositivo de purga automática con mando eléctrico temporizado (figura 2.3)

El nuevo purgador automático TEC-22 3/8 230V AC representa una solución para el purgado automático de filtros, separadores, calderines, finales de línea y otros componentes en sistemas de aire comprimido en los que se producen condensados y contaminantes líquido



Figura 2.3 Dispositivo de purga automática



SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATIZADOS PARA INDUSTRIAS.

- 3.1 Introducción
- 3.2 Sistemas de Control Automatizados
- 3.3Automatización con PLC.
- 3.4 Controladores Lógicos Programables PLC.
- 3.5Programación del PLC
- 3.6 Sensores

3.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen varias tecnologías para la implementación de controles en la industria, ellas son la utilización de microcontroladores con programación secuencial, la utilización de PLCs (Programable Logic Controllers) y lo más avanzado como el caso de las herramientas de instrumentación virtual Cyber Tools. De todas estas herramientas las más económicas, pero a su vez flexibles y fáciles de programar e instalar son los microcontroladores y los PLCs.

También se da una perspectiva general de lo que es programación, lenguajes de programación, configuración, instalación y puesta a punto de un sistema automatizado con PLC.

3.2 SISTEMAS DE CONTRÓL AUTOMATIZADOS

En el control automático de proceso para industrias completamente Automatizadas, se debe comprender primero los principios de la ingeniería de proceso. Los procesos industriales no son estáticos, por el contrario, son muy dinámicos, cambian continuamente debido a los muchos tipos de perturbaciones y precisamente por eso se necesita que los sistemas de control vigilen continua y automáticamente las variaciones que se deben controlar.

Los principios de funcionamiento del sistema de control se pueden resumir con tres letras M, D, A.



M: Se refiere a la medición de las variables del proceso.

D: Se refiere a la decisión que se toma con base en las mediciones de las variables del proceso. Finalmente,

A: Se refiere a la acción que se debe realizar de acuerdo con la decisión tomada.

También se debe tomar en cuenta lo relativo a los componentes básicos del sistema de control: Sensor, transmisor, controlador y elemento final de control. Los tipos más comunes de señales: neumática, electrónica o eléctrica y digital.

En un proceso productivo no siempre se justifica la implementación de sistemas de automatización, pero existen ciertas señales indicadoras que justifican y hacen necesario la implementación de estos sistemas, los indicadores principales son los siguientes:

- ♦ Requerimientos de un aumento en la producción ·
- Requerimientos de una mejora en la calidad de los productos ·
- ♦ Necesidad de bajar los costos de producción ·
- ♦ Escasez de energía ·
- ♦ Encarecimiento de la materia prima ·
- ♦ Necesidad de brindar seguridad al personal ·

La automatización solo es viable si al evaluar los beneficios económicos y sociales de las mejoras que se podrían obtener al automatizar, estas son mayores a los costos de operación y mantenimiento del sistema.

3.3 AUTOMATIZACIÓN CON PLC

3.3.1 FUNDAMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

La automatización puede comprender cadenas de mando y circuitos de regulación, pero tiene un dispositivo que se conoce como autómata, el cual actúa según un programa fijo o modificable para el desarrollo automático de un proceso, y se encarga de que este proceso se realice según las condiciones previamente señaladas.

Los sistemas automáticos tienen las siguientes características:



a) Después de recibir una señal de arranque, el proceso automático se desarrolla por sí solo hasta el final o hasta llegar al valor nominal o a los valores nominales previamente fijados, es una combinación de varios procesos.

Los objetivos que persigue la automatización son los siguientes:

- a) Aumento de la rentabilidad, para obtener un producto final uniforme sobre todo en procesos continuos.
- b) Disminución de las perturbaciones del servicio.
- c) Simplificación de las condiciones de trabajo y reducción del personal de servicio, en el tratamiento automático centralizado de valores de medida.

3.3.2 CAMPOS DE APLICACIÓN

Un autómata programable suele emplearse en procesos industriales que cumplen las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Cuando se requiere una amplia recopilación de datos.
- Cuando se tiene procesos secuenciales.
- Cuando el proceso tecnológico se presta a una programación.
- Cuando se requieren exigencias rigurosas en rentabilidad o calidad.
- Cuando se trata de elevadas cifras de producción.
- Cuando se trata de procesos peligrosos.

Las aplicaciones generales de los PLC son en:

- Maniobra de máquinas,
- Maniobra de instalaciones,
- Señalización y control.

Entre las ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de hacer modificaciones sin costo añadido en otros componentes.



- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

3.4 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES PLC

3.4.1 DEFINICIÓN

Un PLC (figura 3.1) es un sistema electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial y controlar en tiempo real procesos secuenciales. Utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas como: funciones lógicas, secuencias, temporizaciones, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos. Sin embargo, la rápida evolución de los autómatas hace que esta definición no esté cerrada.



Fig. 3.1 Controladores Lógicos Programables

3.4.2 ESTRUCTURA DEL PLC

Un autómata programable se puede considerar como un sistema basado en un microprocesador, estos componentes se muestran en la (Figura 3.2), siendo sus partes fundamentales la Unidad Central de Proceso, la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S); aparte de estos elementos podemos disponer de la fuente de alimentación, unidad o consola de programación, interfaces y dispositivos periféricos como: nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc.



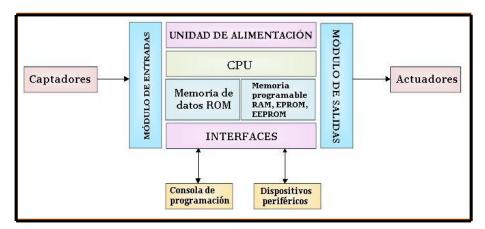


Fig. 3.2 Estructura interna del PLC

Fuente de alimentación

Es la encargada de convertir la tensión de la red, 110/220V corriente alterna, a baja tensión de corriente continua, normalmente a 24V. Siendo esta la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el Autómata. Ésta puede ser externa en los PLC modulares o interna en los compactos. En los PLC compactos un "supercapacitor" ya integrado en el sistema es suficiente, pero en los modulares, es preciso adicionar una batería externa.

Unidad Central de Procesos o CPU

Es la parte más compleja e imprescindible del controlador programable, es el cerebro del controlador, realiza el control interno y externo del autómata y la interpretación de las instrucciones del programa.

La CPU está diseñada a base de microprocesadores y memorias:

- Unidad central o de proceso,
- Temporizadores y contadores,
- Memoria de programa,
- Memoria de datos,
- Memoria imagen de entrada,
- Memoria imagen de salida.



Las funciones de la CPU son:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no excede un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo). A esta función se le suele denominar Watchdog (perro guardián).
- Ejecutar el programa de usuario.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas obtenida al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.
- Chequeo del sistema.

Memoria y tipos

Dentro de la CPU se dispone de un área de memoria que se divide en dos bloques: la memoria interna ROM (memoria de solo lectura), permite almacenar el estado de las variables que maneja el autómata: entradas, salidas, contadores, relés internos, señales de estado, etc. y la memoria de programa que es la encargada de almacenar el programa escrito por el usuario para su aplicación dentro de esta tenemos las memorias: RAM (memoria de lectura y escritura), EPROM (memoria de solo lectura, reprogramables con borrado por ultravioletas), EEPROM (Memoria de solo lectura, alterables por medios eléctricos).

En la memoria ROM se almacenan programas para el correcto funcionamiento del sistema, como el programa de comprobación de la puesta en marcha y el programa de exploración de la memoria RAM.

La memoria RAM se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.

Las memorias EPROM se utilizan para almacenar el programa de usuario, una vez que ha sido convenientemente depurada. Las memorias EEPROM se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más



frecuente el uso de combinaciones RAM+EEPROM, utilizando éstas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM. Una vez reanudada la alimentación, el contenido de la EEPROM se vuelca sobre la RAM.

Cada autómata divide su memoria de esta forma genérica, haciendo subdivisiones específicas según el modelo y fabricante.

Módulos de entradas y salidas

El módulo de entradas/salidas proporciona el vínculo entre la CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o de mando para el control de las máquinas del proceso.

Las entradas y salidas de un autómata pueden ser discretas, analógicas, numéricas o especiales.

- ❖ E/S discretas o digitales se caracterizan por presentar dos estados diferenciados: encendido y apagado on/off; los niveles de tensión de las entradas más comunes son: 5 Vcc, 24 Vcc/ca, 48 Vcc/ca, 120 Vca y 220 Vca. Los dispositivos de salida más frecuentes son relés, transistores y triacs.
- ❖ E/S analógicas tienen como función la conversión de una magnitud analógica (tensión, corriente) equivalente a una magnitud física (temperatura, presión, etc.) en una expresión binaria de 11, 12 o más bits, dependiendo de la precisión deseada. Esto se realiza mediante conversores analógico-digitales (ADC's). Los rangos de entrada están normalizados siendo lo más frecuente el rango de 4-20 mA y 0-10 DCV, aunque también existen de 0-20 mA, 1-5V, 0-5 DCV, etc.
- ❖ E/S numéricas permiten la adquisición o generación de información a nivel numérico, en códigos BCD, Gray u otros. La información numérica puede ser entrada mediante dispositivos electrónicos digitales apropiados. Las salidas numéricas suministran información para ser utilizada en dispositivos visualizadores (de 7 segmentos) u otros equipos digitales.
- ❖ E/S especiales se utilizan en procesos que requieren un gran número de elementos adicionales, puede ser porque el programa necesita de muchas instrucciones. Entre



las más importantes están: entradas para termopar y termo resistencia, salidas de trenes de impulso para el control de motores paso a paso, entradas y salidas de regulación PID, y salidas ASCII para la comunicación con periféricos inteligentes (equipo de programación, impresora, PC).

Al **módulo de entradas** (Figura 3.3) se unen los captadores como: interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc. Las funciones de este módulo son:

- Proveer los niveles de voltaje requeridos para el censado,
- Reducir cada nivel de señal de voltaje requerido para la operación del CPU,
- Provee aislamiento eléctrico entre las señales de entrada y la CPU. Se suelen emplear optoacopladores en las entradas y relés/optoacopladores en las salidas
- Convierte la señal de voltaje de entrada a código digital (On-1 y Off-0)
 almacenamiento en la memoria de imagen.

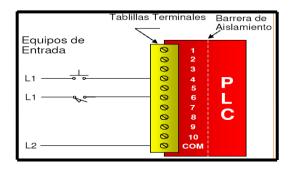


Fig. 3.3 Módulo de entradas

El **módulo de salidas** indicado en la (Figura 3.4), es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños). Según el tipo de proceso a controlar por el autómata, podemos utilizar diferentes módulos de salidas. Existen tres tipos bien diferenciados:

- A relés: son usados en circuitos de corriente continua y corriente alterna. Están basados en la conmutación mecánica, por la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto.
- A triac: se utilizan en circuitos de corriente continua y corriente alterna que necesitan maniobras de conmutación muy rápidas. En corriente alterna hay salidas de 24, 48, 120, 220 V



 A transistores a colector abierto: son utilizados en circuitos que necesiten maniobras de conexión/desconexión muy rápidas. El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de corriente continua, hay de 24 y 120 V.

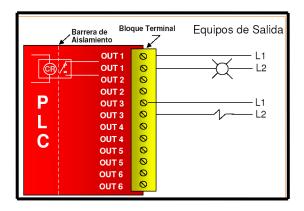


Fig. 3.4 Módulo de salidas

Equipos de programación

El equipo de programación de un PLC se define como el conjunto de medios hardware y software que sirve de interfaz entre el operador y el autómata para introducir en la memoria de usuario el programa con las instrucciones que precisan las secuencias de control.

Tiene por misión introducir, configurar, estructurar, programar, almacenar, transferir el programa de y hacia el autómata, detectar errores y aprobar las diferentes funciones del automatismo, tanto las contenidas en la CPU básica, como las que aparecen en las CPU auxiliares y módulos periféricos. Básicamente existen tres tipos de equipos de programación:

 Programador manual, semejante a una calculadora de bolsillo, como se indica en la (Figura 3.5) se suele reservar para pequeñas modificaciones del programa o la lectura de datos en el lugar de colocación del autómata.





Fig. 3.5 Terminal de programación portátil

- Consola con teclado y pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT) o de cristal líquido (LCD), proporciona una forma más cómoda de realizar el programa de usuario y observar parámetros internos del autómata.
- Ordenador personal con el software apropiado (Figura 3.6), permite programar: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento en soporte magnético, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software.



Fig. 3.6 Terminal de programación compatible PC

Aunque existen pocas diferencias entre unas y otros, éstas se hacen diferentes cuando se considera la facilidad de manejo e integración de ayudas al programador: almacenamiento, documentación, trabajo con símbolos, etc., las cuales son funciones propias de los terminales de programación.

Equipos periféricos

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, pero sin embargo facilitan la labor del operario. Normalmente se conectan a las salidas ASCII o a los canales de comunicación del autómata. Los equipos periféricos más comunes son:

- Módulos de ampliación de entradas y salidas: necesarios para aquellos procesos en los que la estructura de E/S del autómata sea insuficiente (Figura 3.7).
- Módulos de tratamiento de datos.





Fig. 3.7 Periféricos para ampliación de entradas y salidas

- Impresoras,
- Visualizadores alfanuméricos,
- Lectores de código de barras,
- Grabadoras a cassettes,
- Cartuchos de memoria EPROM, EEPROM,
- Visualizadores y paneles de operación OP (Figura 3.8)

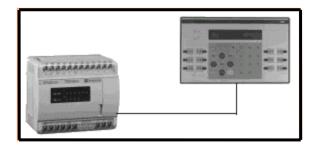


Fig. 3.8 Panel de operación y conexión de un visualizador a un autómata

■ Interfaz de comunicación

La comunicación del autómata con otros dispositivos como una PC se realiza mediante interfaz o puerto serie. En la comunicación serial se envía y recibe bytes de información, un bit a la vez, es decir uno detrás de otro o "en serie". Para que dos puertos se comuniquen deben ser iguales sus características, entre las más importantes tenemos:

- Tasa de baudios, que indica el número de bits transferidos por segundo.
- Bits de datos, son mediciones de los bits actuales en una transmisión.



 Paridad, es una forma de revisión de error para determinar si hay interferencia o si los relojes de transmisión y recepción están fuera de sincronización, existen cuatro tipos: pares, impares, marcados y espaciados.

De acuerdo con las normas de la EIA (Electronic Industries Association), los puertos serie más empleados suelen ser el RS-232, RS-422 y RS-485.

El puerto **RS-232** dispone de tres conductores: uno de transmisión, otro de recepción y un tercero de retorno de corriente común para ambos tipos de datos; este cable es susceptible de recibir señales indeseadas por lo que debe apantallarse. Las señales con la que actúa el puerto son digitales (0 - 1), la tensión a la que trabaja generalmente es de ±12Vcc y los datos se transmiten en lógica negativa: "1"= -12V y "0"= +12V. Está limitado a conexiones punto a punto (un transmisor-un receptor), con una distancia máxima de 15m y velocidad máxima de transmisión de 9.200 baudios.

El **RS-422** utiliza una señal eléctrica diferencial compuesta de dos conductores: uno de transmisión y otro de recepción; resulta en mayor inmunidad al ruido y distancias que pueden alcanzar los 1.200m. Permite hacer una conexión multipunto con un máximo de 10 dispositivos, la velocidad máxima de transmisión es de 10 Mbaudios, para la cual la distancia queda limitada a 60m.

El **RS-485** es una mejora del RS-422, está diseñado para conexiones multipunto de hasta 32 dispositivos, es inmune al ruido, la distancia de comunicación máxima es de 1.200m y la velocidad de transmisión de 10Mbaudios.

3.4.3 CICLO DE FUNCIONAMIENTO

Un PLC "escanea" o explora secuencialmente un programa que ejecuta órdenes. Este ciclo de exploración consiste en 3 pasos importantes, aunque existen más que se muestran en la (Figura 3.9), los cuales comprueban el sistema y están poniendo al día los valores internos actuales del contador y del contador de tiempo.

- a) Al encender el procesador este entra en modo de operación normal.
- b) Lee el estado de las entradas y las almacena en una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de entradas.



- c) En base al programa de control que se tenga en la memoria, el PLC ejecuta las órdenes. Durante este paso se ejecutan operaciones matemáticas, se verifica el estado de los temporizadores al igual que el de los contadores, y se toman decisiones que modifican una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de salida.
- d) La CPU actualiza el estado de las salidas "copiando" hacia los módulos de salida el estado de la tabla de imagen de salidas (estas controlan el estado de los módulos de salida del PLC, relés, triacs, etc.).
- e) Vuelve paso b).

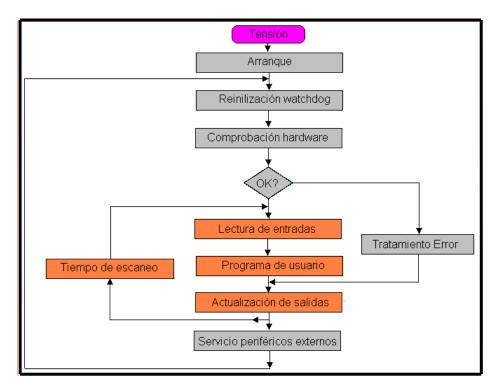


Fig. 3.9 Ciclo de funcionamiento del PLC

Tiempo de escaneo

También llamado tiempo de respuesta, es determinado por el lapso que hay entre la ejecución por parte del PLC del primer paso, ir hasta el tercero y de nuevo llegar al primero (Figura 3.9) o sea realizar un ciclo completo.

Cuanto más pequeño sea el tiempo de escaneo, mayor será la velocidad de respuesta del PLC. Hay un temporizador interno que vigila que el programa se ejecute de principio a fin, llamado "perro guardián" o "watchdog". Si este temporizador finaliza y el programa no ha ejecutado la instrucción END, el PLC pasará a estado de STOP



3.4.4 MODO DE FUNCIONAMIENTO

Es la forma que el PLC desarrolla el programa almacenado en su memoria de forma lineal y cíclica. La CPU lee las instrucciones del programa y las ejecuta de modo secuencial, al llegar al final del listado vuelve a comenzar la ejecución por la primera de ellas. Generalmente trabajan en tres modos:

- Modo Stop, hay comunicación entre el PLC y el elemento de programación pero el programa en ejecución se encuentra parado. Se utiliza para cargar el programa y realizar modificaciones importantes que requieran que el proceso de producción en el PLC se mantenga parado. Cuando se dan incidencias importantes en las secuencias del programa (tales como interrupciones del programa, ordenes contradictorias) el PLC suele pasar a este modo de funcionamiento.
- Modo Monitor, hay comunicación en tiempo real entre el PLC y el elemento de programación mediante la transferencia de información, permite realizar un análisis de funcionamiento del programa en tiempo real, monitorear el estado de cualquier entrada/salida o elemento programado, hacer pequeñas correcciones de programa.
- Modo Run, el PLC reconoce las entradas y salidas ejecutando el programa desarrollado a su máxima velocidad sin estar conectado al elemento programador.

3.4.5 CLASIFICACIÓN DEL PLC

Debido a la gran variedad de tipos de PLC, tanto en sus funciones, capacidad, aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías:

PLC tipo Nano, es como un PLC de tipo compacto que puede manejar un conjunto reducido de E/S generalmente hasta 48 como se indica en la (Figura 3.10). Permite manejar entradas/salidas digitales y analógicas, y algunos disponen de módulos especiales como entradas rápidas para detectar impulsos desde 100us, tienen también salidas especiales para generar impulsos que controlan motores paso a paso o equipos que requieren impulsos de una frecuencia rápida, normalmente hasta 5 Hz.





Fig. 3.10 PLC tipo nano

Para la alimentación de sus entradas, ofrecen una tensión de 24Vcc y 250mA, para consumos mayores (detectores y fotocélulas principalmente) se implementa una fuente externa de mayor calibre..

■ *PLC tipo Compacto:* tiene incorporado la Fuente de Alimentación, CPU y módulos de E/S en un solo módulo principal (Figura 3.11) y permiten manejar desde unas pocas E/S hasta alrededor de 500, su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como: Entradas y salidas análogas, interfaces de operador, expansiones de E/S.

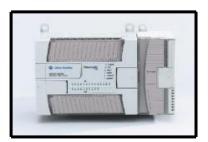


Fig. 3.11 PLC tipo compacto

• PLC tipo Modular: Estos PLC permiten una ampliación de sus posibilidades con los diferentes módulos que se necesiten, limitados principalmente en número, en función de las características del PLC o CPU (Unidad Central). Se componen de un chasís principal en el cual están alojados los módulos de ampliación (Figura 3.12) que suelen ser de E/S digitales o analógicas, E/S combinadas, comunicaciones, conteo rápido, ejes, regulación, pesaje, funciones especiales.





Fig. 3.12 PLC tipo modular

3.4.6 PARÁMETROS DE SELECCIÓN

• Criterios cuantitativos

- Capacidad y características de entradas y salidas
- Módulos Funcionales
- Memoria de programa
- Lenguajes de programación
- Comunicaciones
- Periféricos y programadoras
- Software de diseño y explotación

• Criterios cualitativos

- Compatibilidad con equipos de otras gamas
- Coste
- Fiabilidad del producto
- Ayudas al desarrollo de programas
- Facilidad de aprendizaje
- Stock mínimo y previsión de repuestos

3.5 PROGRAMACIÓN DEL PLC

Un *programa* es "un conjunto lógico de todos los elementos y construcciones del lenguaje de programación que son necesarios para el tratamiento de señal previsto que se requiere para el control de una máquina o proceso mediante el sistema de autómata



programable"; y puede contener aparte de la declaración de variables y su código interno, distintas instancias de funciones y bloques funcionales.

En conclusión, un programa se escribe en un lenguaje de programación y a la actividad de expresar un algoritmo en forma de programa se le denomina programación.

3.5.1 PROGRAMA DE APLICACIÓN

Los programas de aplicación se estructuran de acuerdo al modo como se procesan los programas, éstos pueden ser de dos tipos:

• Programación lineal

Las diferentes instrucciones del programa se pueden escribir en un solo bloque o sección de programación, se emplea para aplicaciones simples de automatización.

Su procesamiento es cíclico o secuencial es decir lee, interpreta y ejecuta instrucción por instrucción, esto dificulta notablemente el trabajo cuando se tiene que procesar diferentes funciones a la vez.

• Programación estructurada

Consiste en la división del programa de aplicación en bloques que se caracterizan por una independencia funcional, donde cada bloque del programa realiza una tarea específica claramente definida.

La programación estructurada optimiza el tiempo de escaneo ya que no se ejecutan todos los bloques en cada ciclo de barrido, ejecutándose sólo los que están en actividad en el momento dado.

3.5.2 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Para controlar un determinado proceso, el autómata realiza sus tareas en base a una serie de sentencias o instrucciones establecidas en un programa que se escribe en un lenguaje de programación, estos lenguajes permiten simplificar la creación de programas debido a su fácil descripción de las instrucciones que ha de ejecutar el procesador.



La *norma IEC 61131-3* es la encargada de estandarizar los lenguajes de programación, para definirla han participado empresas internacionales con experiencia en el área de automatización industrial.

El resultado ha sido tablas de características con la especificación de la sintaxis y semántica unificada de lenguajes de programación, incluyendo el modelo de software global y sus lenguajes estructurantes.

• Lenguajes gráficos

Son la representación basada en símbolos gráficos, de tal forma que según la disposición en que se encuentran cada uno de estos símbolos y en conformidad a la sintaxis que lo gobierna, expresa una lógica de mando y control, estos son:

- Diagrama de Escalera o contactos (Diagram Ladder, LD)
- Diagrama de Bloques Funcionales (Function Block Diagram, FBD)

• Lenguajes textuales

Son el conjunto de instrucciones compuesto de letras, códigos y números de acuerdo a una sintaxis establecida, se considera un lenguaje de menor nivel que los gráficos y se utilizan para programar pequeños PLCs cuyos programas no son muy complejos en modo gráfico, ellos son:

- Lista de Instrucciones (Instruction List, IL)
- Texto Estructurado (Structured Text, ST)

• Gráfico funcional secuencial (SFC)

Llamado también Grafcet, Es un lenguaje gráfico que describe las secuencias de un proceso y de un programa de control. Los elementos básicos son etapas y transiciones interconectadas por medio de enlaces directos. Cada etapa lleva asociados un conjunto bloques de acción que permiten realizar el control del proceso, y cada transición va asociada a una condición de transición que cuando se cumple causa la desactivación de



la etapa anterior y la activación de la siguiente. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.

La Figura 3.13 muestra un ejemplo escrito en los cinco lenguajes de programación.

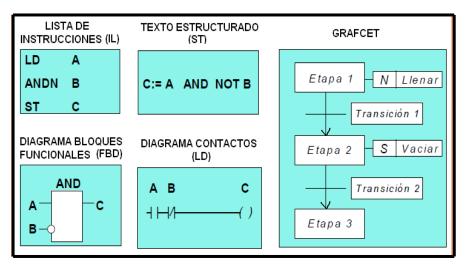


Fig. 3.13 Lenguajes IEC 61131-3

3.5.3 DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADAS Y SÁLIDAS

Como existen muchas entradas y salidas, que están alojadas en diferentes módulos, hay la necesidad de indicarle a la CPU, mediante el programa, la referencia exacta o dirección lógica de la entrada o salida con la que queremos interactuar. Al mecanismo de identificación de E/S en los PLC se le denomina direccionamiento de entradas y salidas.

El direccionamiento de E/S varía de marca en marca, inclusive de modelo en modelo en los PLC, pero generalmente, la mayoría de los fabricantes adopta una terminología que tiene relación con la ubicación física de la entrada o salida.

3.6 SENSORES

3.6.1 DEFINICIÓN

Los sensores son la parte esencial en cualquier circuito de control. Un sensor es un dispositivo que detecta manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos o químicos,



como la energía, la temperatura, la radiación electromagnética, la velocidad, la aceleración, el tamaño, la cantidad, el pH, etc.

Puede ser también un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.

3.6.2 CLASES DE SENSORES

Sensor de presencia

Este sensor de presencia (figura 3.14) volumétrico, detecta cualquier movimiento o presencia de cuerpos emisores de radiación infrarroja. Su sensor altamente integrado y de reducidas dimensiones hace posible la detección de movimiento hace mas de 4metros de distancia.

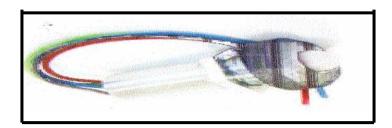


Figura 3.14 Sensor de presencia

Sensores de Pulso

Las celdas de carga o sensores de peso (figura 3.15) son aquellos dispositivos electrónicos desarrollados con la finalidad es la de detectar los cambios eléctricos provocados por una variante en la intensidad de un peso aplicado sobre la báscula o balanza, información que a su vez transmite hacia un indicador de peso o controlador de peso.



Figura 3.15 Sensores de peso



Sensores de Movimiento

Los sensores de movimiento(figura 3.16) son aparatos basados en la tecnología de los rayos infrarrojos o las ondas ultrasónicas para poder "mapear" o captar en tiempo real los movimientos que se generan en un espacio determinado.

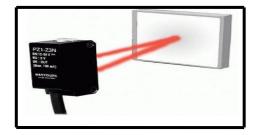


Figura 3.16 Sensor de movimiento.

Sensores Láser

Los sensores láser (figura3.17) combinan las ventajas de la alineación de un haz de detección visible con el mayor alcance de detección de un láser. Funcionan con cc o ca/cc (voltaje universal).



Figura 3.17 Sensor Láser.

Sensores de Nivel

Los sensores de nivel (figura 3.18) detectan el nivel de los líquidos, polvos y sólidos granulares en tolvas, silos y tanques.

Estos son utilizados para monitorear nivel de líquidos, cerrándose o abriéndose cuando se alcanza un nivel determinado. Las aplicaciones más comunes son control de sistemas de bombeo, bombas en embarcaciones y sistemas de irrigación.



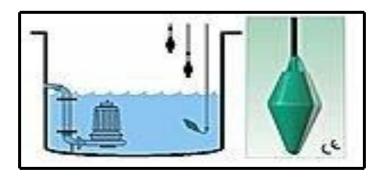


Figura 3.18 Sensor de nivel de líquido



PROCESO AUTOMÁTICO DE ENVASADO

- 4.1 Introducción
- 4.2 Procesos de envasado del líquido
- 4.3 Desplazar los envases hasta el punto de llenado
- 4.4Determinacion los envases exactamente en el lugar de llenado
- 4.5 Liberar el líquido en el interior del envase
- 4.6 Determinación del volumen del líquido dentro de los envases

4.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad los procesos de envasado de productos líquidos han evolucionando en gran medida en el campo industrial, estos vienen con mucha tecnología, automatización, y el control de procesos cada vez mas existe nuevas formas de envasar aunque los principios de funcionamiento son los mismos.

La función más importante del envasado es suministrar al consumidor de un alimento de igual calidad a la de los productos frescos o recientemente preparados.

Cualquier elección del envasado debe basarse en el conocimiento exacto de las sensibilidades específicas del producto en cuestión.

Este capitulo trata del envasado automático hoy en día con la innovación de nuestra tecnología actual del envasado, ya se envasan asépticamente algunos productos con partículas pequeñas: jugos de fruta con fibras de fruta, yogurt con frutas y partes de frutas, etc.

El estado actual de la técnica aún se basa en estos métodos que, sin embargo ya han sido perfeccionados, y han logrado un máximo de eficiencia.



4.2 PROCESO DE ENVASADO DEL LÍQUIDO

El proceso de envasado automático de líquidos involucra varios procesos intermedios que deben cumplirse con exactitud para que este proceso sea eficaz y seguro. Los procesos intermedios se enumerarán:

- 1. Desplazar los envases hasta el punto de llenado
- 2. Detener los envases exactamente en el lugar del llenado
- 3. Liberar el líquido en el interior de los envases
- 4. Determinar el volumen del líquido dentro de los envases
- 5. Continuar el desplazamiento hacia otro proceso

Cada uno de estos procesos automáticamente hablando, se desarrollan en dependencia de la calidad con que se necesite el resultado, e incluso con la rapidez que se necesite. Además depende del tipo de líquido y envase que se esté manipulando.

Se suponen los envases en la banda transportadora, la cual comienza a moverse y se detiene automáticamente siempre que un recipiente llega al lugar del llenado. El líquido se libera hasta que se llene el envase y luego que esté lleno, la banda transportadora comienza a moverse hasta que llegue otro envase.

Cada uno de los procesos intermedios que se han explicados pueden desarrollarse de diferentes formas.



4.3 DESPLAZAR LOS ENVASES HASTA EL PUNTO DE LLENADO

Para desplazar los envases entre cada uno de los procesos se pueden utilizar:

Grúas transportadoras

Los envases pueden ser agarrados por la parte superior, es decir, por el pico y trasladados desde un lugar a otro dentro de los procesos de envasado, taponado y etiquetado. Este mecanismo permite tener procesos en diferentes niveles y reducir el espacio que ocupe la instalación completa.

En la (figura 4.1), se muestra un ejemplo del desplazamiento mediante grúas viajeras. El envase debe ser atrapado con mucho cuidado y presión exacta. La presión para sostener el envase debe ser lo suficientemente fuerte para que asegure la sujeción del envase tanto vació como lleno y que al mismo tiempo no tan fuerte que no se vaya a romper o deformar el material.

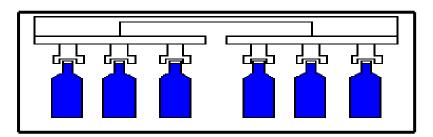


Figura 4.1 Desplazamiento de las botellas por medio de grúas transportadoras.

En la propia grúa transportadora existen varios subprocesos intermedios:

- 1. Movimiento o desplazamiento de la grúa
- 2. Mano o manubrio donde se atrapa y se libera el envase

Este tipo de desplazamiento es más costoso que cualquier otro. Los procesos intermedios tienen varios grados de libertar que hacen más costosa la instalación. La ventaja es que se puede reducir el espacio total de la instalación, dado que la grúa sostiene los envases en el aire y se pueden hacer varios procesos en diferentes niveles de altura.



Bandas transportadoras

Bandas transportadoras pueden desplazar los envases por cualquier punto de la instalación. Las bandas lineales son más sencillas que las bandas que tienen algún grado de curvatura. En la (figura 4.2) se muestra una banda transportadora lineal que desplaza los envases en línea recta y que se emplean para instalaciones de producciones pequeñas.



Figura 4.2 Desplazamiento de las botellas por medio de grúas transportadoras.

En la (figura 4.3) se muestra una bandas transportadoras que hacen movimientos circulares y permitiendo aprovechar espacio en la instalación. Este tipo de bandas se emplean en instalaciones de producción masiva o industrial.



Figura 4.3 Desplazamiento de la botellas por medio de bandas circulares.

Muchas veces en instalaciones industriales se hacen combinaciones de todos los medios de desplazamiento que se conoce: desplazamiento por el aire y por bandas transportadoras. Lo normal es que se desplacen varios envases al mismo tiempo, sin dejar espacios entre ellos, aunque pueden estar desplazados si es que algún tipo de envase fuese desechado en medio de cualquiera de los procesos por el sistema de verificación de la calidad.



4.4 DETENER LOS ENVASES EXACTAMENTE EN EL LUGAR DEL LLENADO

Sin importar el medio de desplazamiento, es necesario detener los envases justo en los lugares donde se llenarán de líquido o donde se realicen cualquiera de los procesos (envasado-taponado). Casi todos estos procesos necesitan detener parcialmente los envases.

Para detener la banda que está transportando los envases es necesario determinar la posición exacta de los envases. Esta determinación se puede realizar censando si el envase ha llegado a un punto determinado de la instalación (sensores de proximidad) o mediante la determinación de la posición de la banda en tiempo real por medio de sensores de velocidad y posición (encoders).

4.4.1 <u>Utilización de los encoders</u>

Si la velocidad de movimiento de la banda es constante, midiendo el tiempo en que se está moviendo dicha banda, se podrá saber la distancia que se ha movido un objeto que está fijo sobre la banda, (figura 4.4)

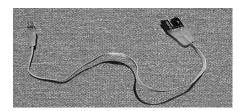


Figura 4.4 imagen del sensor encoders

Conociendo la distancia de cualquier objeto fijo sobre la banda, se podrá parar dicha banda justo cuando se sepa que ya está a la distancia.

Este tipo de determinación de la posición necesita:

- 1. Que los objetos estén fijos sobre la banda
- 2. Que la banda se mueva a una velocidad constante sin importar cuan llena esté de envases y si estos estén llenos o vacíos.
- 3. Sensores de posición tipo Encoders.



Los sensores ENCODERS son instrumentos ópticos que permiten detectar la velocidad rotatoria de un eje mecánico o incluso la posición relativa de este eje o la cantidad de vueltas ha efectuado en un tiempo determinado. En la (figura 4.5) se muestra el principio de funcionamiento de un ENCODERS.

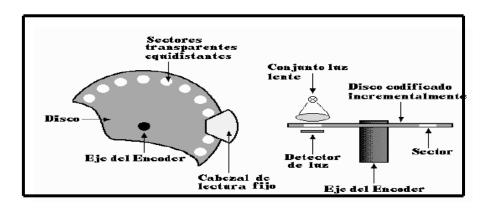


Figura 4.5 Principio de funcionamiento de un ENCODERS para detectar la posición de un eje Mecánico.

4.4.2 <u>Utilización de sensores de proximidad</u>

Para detectar si un objeto (envase) ha llegado a un lugar determinado dentro de la banda se pueden utilizar sensores de proximidad, los cuales varían en dependencia del método que emplean para detectar si algún objeto ha llegado a la cercanía del sensor.

Ver (figuras 4.6: a, b, c)

Los sensores de proximidad se clasifican según el método que emplean. Existen sensores magnéticos, ópticos, capacitivos y de contactos [x].

Todos estos tienen diferentes aplicaciones que se diferencian con el grado de exactitud que se precise.

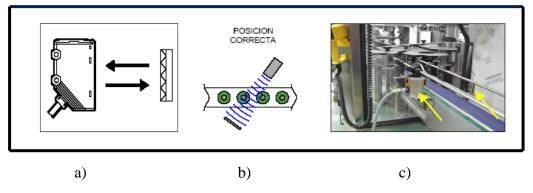


Figura 4.6 a) principio de funcionamiento del sensor. b) conexión correcta del sensor. c) imagen de instalación del sensor en una banda transportadora [x].



4.5 Liberar el líquido en el interior de los envase

Luego que el envase esté detenido justo debajo del drenaje o punto de vertimiento del líquido entonces se presenta la tarea de liberar el líquido dentro del envase sin que este produzca espumas. Muchos líquidos tales como: cervezas, licores, aguas efervescentes, etc., cuando se vierten a una determinada velocidad en un recipiente, crean espumas y estas suelen derramarse.

Para evitar la creación de espumas varias acciones se pueden tomar en cuenta:

- Evitar que el líquido caiga o se vierta desde una determinada altura, sino colocarla justo en el fondo del envase o en la misma superficie del líquido que está aumentado de nivel.
- 2. Evitar una velocidad muy grande de vertimiento, sino hacerlo de forma suave o con una velocidad incremental de vertimiento.

Para evitar que el líquido caiga de una altura muy grande, se puede introducir en el un delgado tubo de tal forma que llegue hasta el fondo del recipiente para que no se produzca la espuma.

4.6 Determinación del volumen de líquido dentro de los envases

Una vez que se comienza a verter el líquido se precisa determinar el volumen de líquido para conocer si se ha llenado el envase y detener el vertimiento.

Cada envase tiene una capacidad máxima de líquido en su interior y el volumen del líquido que se vierte en estos materiales debe ser ligeramente inferior a esta capacidad máxima.

Varias formas pueden utilizarse para conocer el volumen del líquido en el interior de un envase:

- 1. La diferencia de peso de un envase vacío y el mismo envase lleno del líquido.
- 2. Si el líquido no es transparente y la botella si lo es, pues se emplean sensores ópticos.
- 3. Midiendo la altura de la columna de líquido en el interior del envase.
- 4. Midiendo el tiempo de vertimiento del líquido.



4.6.1 <u>Método de la diferencia de peso</u>

El peso de un recipiente se puede medir con sensores de presión o peso, de tal forma que siempre se podrá saber el peso que tiene un envase que está parado en un lugar dado de la banda transportadora. La diferencia de peso entre vacío y lleno de un envase (figura 4.7), permite determinar si el recipiente está lleno o no

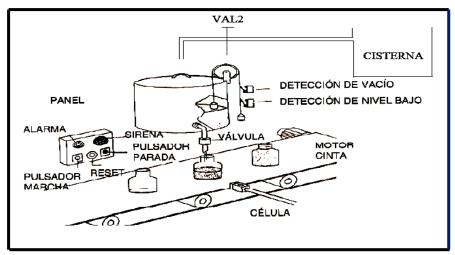


Figura 4.7 Posición del sensor de peso en la banda debajo del envase en el lugar de llenado [x].

Este método tiene la restricción de que el volumen de los envases debe ser constante y esto no siempre es logrado en los recipientes de cristal.

Igualmente el líquido debe tener la misma densidad, de tal forma que una misma cantidad de líquido siempre pese igual.

4.6.2 <u>Método del sensor óptico</u>

Los sensores ópticos tienen un principio básico muy sencillo. La luz entre en el receptor y el transmisor es interrumpida por un objeto, material o sustancia y si esto ocurre, pues el sensor óptico informará de la discontinuidad de la luz.

En la (figura 4.8) se muestra el principio básico de funcionamiento de la utilización de un sensor óptico para determinar la altura del líquido dentro de un recipiente. El líquido oscuro bloquea el paso de la luz entre la fuente y el receptor, entonces se puede conocer



que el líquido ha llegado a una determinada altura. Para esto, el envase debe ser transparente al menos para el tipo de luz que se emplee.

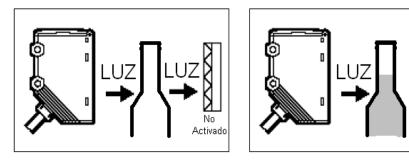


Figura 4.8 Principio de funcionamiento del sensor óptico para determinar la altura del líquido dentro del envase.

4.6.3 Midiendo el tiempo de vertimiento del líquido

Si la velocidad de vertimiento es constante o el caudal es constante, entonces el tiempo de vertimiento es una medida del volumen. En la (figura 4.9) a mayor tiempo mayor cantidad de líquido habrá en el interior del recipiente. Este medio en teoría es independiente de la altura de la instalación dado que no depende del peso del líquido o del recipiente, también es independiente del color del envase o el líquido, ni necesita la inserción de un sensor en la boca del recipiente. La única desventaja es que hay que lograr una velocidad de vertimiento constante y eso no siempre es sencillo.

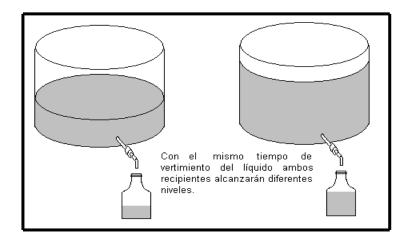


Figura 4.9 Variación en el nivel del líquido de los envases en dependencia del nivel de la cisterna, para el método del tiempo de vertimiento.



Una electroválvula controlaría la salida del líquido de la cisterna al recipiente intermedio y otra electroválvula de este recipiente al envase final. Este método aunque menos costoso, aumenta el costo porque necesita de dos electro-válvulas. En la (figura 4.10), se muestra un esquema con esta disposición de un recipiente intermedio.

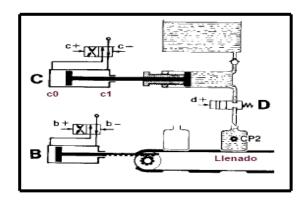


Figura 4.10 Empleo de un recipiente intermedio que se llene con antelación al vertimiento final del líquido en el envase [x].

Una vez llenado el envase, solo queda volver a activar la banda para que el envase continúe hacia otro proceso o que otro envase pueda ser llenado.

En las (figuras 4.11: a, b) se muestra nos formas de mantener los envases están agrupados sobre la banda, ya sean separados a un distancia simétrica o acumulados uno al lado de la otro.



Figura 4.11 a). Envases en fila sobre la banda

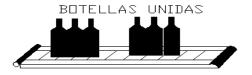


Figura 4.11 b). Envases agrupados de tres sobre la banda.



PROCESO AUTOMÁTICO DE TAPONADO

- 5.1 Introducción
- 5.2 Proceso de Taponado de líquidos
- 5.3 Pasos para el taponado
- 5.4 Detener los envases exactamente en el lugar del taponado

5.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad los procesos de Taponado de productos líquidos han evolucionando en gran medida en el campo industrial, estos vienen con mucha tecnología, automatización, y el control de procesos.

Este capitulo trata del taponado automático la función más importante del taponado es darle la convicción a la botella de que la misma no ha sido abierta, manteniendo de esta manera los productos en un buen estado para el consumo de los seres humanos, sin embargo ya han sido perfeccionados, y han logrado un máximo de eficiencia en el proceso automático de taponado de productos líquidos.

De nuevo muchos factores son los que intervienen para la elección de una forma de tapado u otra. Hay tapones que se tapan a presión y hay tapones que van roscados

5.2 PROCESO DE TAPONADO DE LÍQUIDOS

Una vez tenemos el envasado lleno, nuestro siguiente objeto será taparlo. El proceso de tapado vendrá determinado como es lógico por el tipo de tapón (figura 5.1)

A continuación se muestra imágenes de los tipos de tapones más comunes:



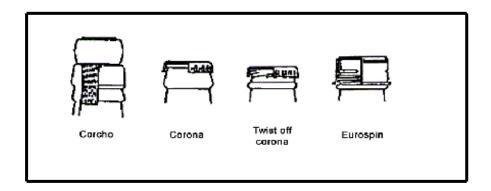


Figura 5.1 Tipos de tapones para botellas de vidrio.

En el proceso de tapado intervienen tres elementos, por un lado el Posicionador, por otro el Dosificador de Tapones, y por ultimo el tapador propiamente dicho.

- **El Posicionador de Tapado.** Este se encarga de entregar el tapón al dosificador, el posicionador de tapado puede ser mecánico o por vibración. La elección de uno u otro dependerá de la forma del tapón y la complicación que tenga para orientarlo.
- El Dosificador de Tapones.- sirve para una vez posicionado el tapón en la situación adecuada realizar la entrega al envase. El dosificador puede ser por transfer, por brazo actuado, etc. En este caso la elección de un modo u otro no viene solo apretar el tipo de tapón exclusivamente, si no también influye el tipo de envase.
- **El Taponador.-** es el elemento que permitirá realizar el tapado del envase (figura 5.2). Existen dos tipos fundamentales por presión y por rosca. Se muestra un esquema de taponado.



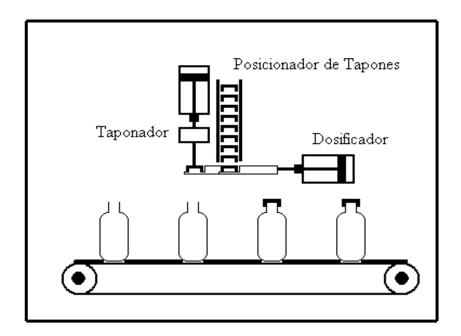


Figura 5.2 Esquema de taponado neumático de productos liquidas.

5.3 PASOS PARA EL TAPONADO

El diámetro del tapón de corcho es superior al diámetro interior del cuello de la botella. Con la encorchadora se comprime el tapón para que pueda entrar fácilmente en el interior del cuello de la botella.

Como ya se ha reflejado anteriormente, esta compresión suele hacerse hasta que el diámetro del tapón mida 15-2 mm. menos que el diámetro interno del cuello de la botella. Si el tapón está suavizado, es decir, lleva una película de silicona, se deslizará con mayor facilidad y se apreciará también a la hora del descorche.

Una vez comprimido el tapón de corcho y colocada la botella bajo el cabezal, se empuja el tapón con un punzón introduciéndolo en la botella; una vez introducido, gracias a la elasticidad del corcho, el tapón trata de recuperar rápidamente sus dimensiones iníciales, hasta que el cuello de la botella se lo impide y asegura así, una estanqueidad inmediata.



1. El posicionamiento de la botella:

El movimiento de posicionamiento debe ser suave y progresivo, con el fin de que no golpee la botella y que no se agite el líquido que contiene; si no es así salpicará y mojará el interior del gollete, con los consiguientes problemas de hermeticidad, puesto que probablemente se producirá una fuga del liquido por la zona donde se haya mojado el gollete.

Es importante, también, la precisión en el centrado de la botella bajo el cabezal taponador. Un mal posicionamiento impedirá la entrada del tapón o producirá deformaciones en éste.

2. La compresión del tapón

Deber realizarse con un esfuerzo repartido uniformemente por toda la superficie del mismo.

No deben producirse pinzamientos ni deformaciones y debe calibrarse, puesto que una compresión excesiva puede dañar la estructura celular y una compresión insuficiente puede originar que al salir de la mordaza se expanda golpeando en la boca de la botella.

3. Introducción del tapón en el gollete:

Debe ser rápida, así se evitará que el tapón se expanda antes de ser introducido en el interior del gollete.

Debe introducirse hasta enrasar con el borde superior de la boca de la botella (figura 5.3), si entra algo más pude ser peligroso, debido a que se deja un espacio entre cápsula y tapón que puede dar lugar a la proliferación de microorganismos que afecten a los líquidos, además de un posible problema de hermeticidad. Si se deja el tapón sobresaliendo de la boca de la botella, el problema es más bien estético y dificulta la colocación de la cápsula.



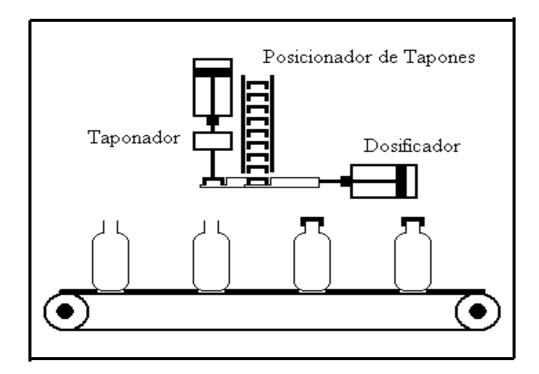


Figura 5.3 Esquema de Corcho Automático

5.4 DETENER LOS ENVASES EXACTAMENTE EN EL LUGAR DEL TAPONADO

Sin importar el medio de desplazamiento, es necesario detener los envases justo en los lugares donde se realice el proceso de taponado o sellado. Casi todos estos procesos necesitan detener parcialmente los envases. Para detener la banda que está transportando los envases es necesario determinar la posición exacta de los envases.

Esta determinación se puede realizar censando si el envase ha llegado a un punto determinado de la instalación (sensores de proximidad) o mediante la determinación de la posición de la banda en tiempo real por medio de sensores de velocidad y posición.

Estas restricciones hacen de este método muy costoso. Mantener la velocidad constante en la banda transportadora, no es tan sencillo, dado que el peso de esta varía y por tanto, la carga mecánica para los motores que mueven la banda está siempre variando y con



ellos la velocidad. Variadores de velocidad se emplean con sistemas de lazos cerrados para mantener la velocidad constante y con esto el costo de la instalación se incrementa.

5.3.1 TAPONADO POR PRESIÓN

Este taponado se puede realizar mediante una rueda loca, rueda traccionada con la propia maquina o pistón neumático, la elección dependerá de la velocidad y de la forma de tapón e incluso de factores ambientales como ambientes corrosivos.

En este tipo de taponado la tapa mas frecuente es el tipo Corona la cual esta formada por una cápsula de hojalata o hierro cromado barnizado y decolorado, con faldón ondulatorio provisto de una junta interna a encajar sobre la boca del envase.

En la (Figura 5.4) Se muestra el taponado por presión. Su funcionamiento es por medio de un cilindro 1 el cual empuja las tapas a un receptáculo del cilindro 2, el cilindro 2 coloca el tapón sobre la botella, presionándola a través del pistón neumático. En el cilindro 2 se encuentra un final de carrera el cual controla el retroceso del vástago.

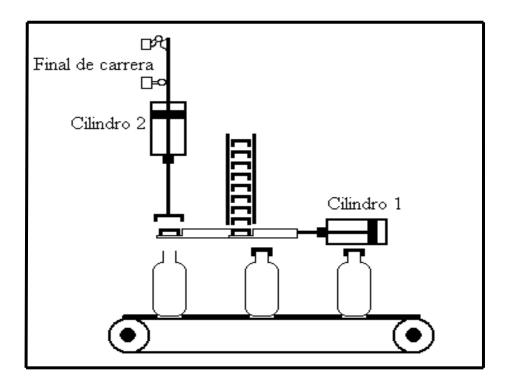


Figura 5.4 Esquema de taponado por presión



5.3.2 TAPONADO POR ROSCADO

Este taponado se puede realizar de manera mecánica por ruedas, por cabezales actuados de manera mecánica, por cabezales actuados por motores neumáticos o por cabezales actuados por motores eléctricos.

En este tipo de taponado encontramos los tapones de tornillo las cuales suelen ser de aluminio y poseen una junta interna y una falda más o menos elevada preenroscada o no.

En la (Figura 5.5) Se muestra el taponado por roscado. Consiste en un cilindro 1 el cual empuja las tapas a un receptáculo del cilindro 2, el cilindro 2 coloca el tapón sobre la botella, rascándola a través del motor neumático, el cual consta de un cabezal de enroscado. En el cilindro 2 se encuentra un final de carrera el cual controla el retroceso del vástago.

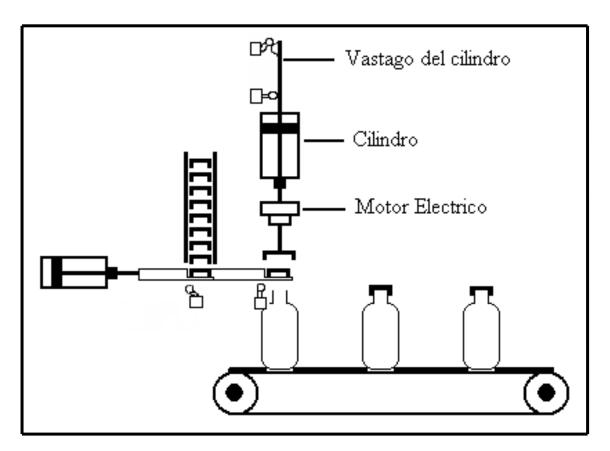


Figura 5.5 Esquema del taponado por roscado.



ACTUADORES

- 6.1 Introducción
- 6.2 Actuadores y Clases
- 6. 3 Partes de un Actuador
- 6.4 Actuadores Neumáticos
- 6.5 Accionadores
- 6. 6 Electroválvulas
- 6.7 Cálculo de tuberías para circuitos neumáticos
- 6.8 Motores eléctricos de baja potencia.

6.1 INTRODUCCIÓN

Aunque el mando y control mediante actuadores neumáticos gobernados por un PLC, para su aplicación son de suma importancia para convertir la energía del aire comprimido en trabajo mecánico.

En este capitulo se describe a los actuadores, que son los más utilizados para aplicar una fuerza eficaz en este caso para nuestro proceso de taponado, obteniendo una presión ideal ajustable al corcho. Aplicados en varias industrias para diferentes aplicaciones, como también es el caso de las electroválvulas y los motores eléctricos los cuales los describiremos en el mismo capitular.

Los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad.

6.2 ACTUADORES, CLASES, CONCEPTO.

Se denominan **actuadores** a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado.



Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

Existen tres tipos de actuadores:

- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

Los actuadores eléctricos también son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots. Los servomotores CA sin escobillas se utilizaran en el futuro como actuadores de posicionamiento preciso debido a la demanda de funcionamiento sin tantas horas de mantenimiento.

6.3 PARTES DE UN ACTUADOR

- 1. Sistema de "llave de seguridad": Este método de llave de seguridad para la retención de las tapas del actuador, usa una cinta cilíndrica flexible de acero inoxidable en una ranura de deslizamiento labrada a máquina. Esto elimina la concentración de esfuerzos causados por cargas centradas en los tornillos de las tapas. Las Llaves de Seguridad incrementan de gran forma la fuerza del ensamblado del actuador y proveen un cierre de seguridad contra desacoplamientos peligrosos.
- Piñón con ranura: Esta ranura en la parte superior del piñón provee una transmisión autocentrante, directa para indicadores de posición e interruptores de posición, eliminando el uso de bridas de acoplamiento. (Bajo la norma Namur).



- Cojinetes de empalme: Estos cojinetes de empalme barrenados y enroscados sirven para simplificar el acoplamiento de accesorios a montar en la parte superior. (Bajo normas ISO 5211 Y VDI).
- 4. **Pase de aire grande:** Los conductos internos para el pasaje de aire extra grandes permiten una operación rápida y evita el bloqueo de los mismos.
- 5. Muñoneras: Una muñonera de nuevo diseño y de máxima duración, permanentemente lubricada, resistente a la corrosión y de fácil reemplazo, extiende la vida del actuador en las aplicaciones más severas.
- 6. **Construcción:** Se debe proveer fuerza máxima contra abolladuras, choques y fatiga. Su piñón y cremallera debe ser de gran calibre, debe ser labrado con maquinaria de alta precisión, y elimina el juego para poder obtener posiciones precisas.
- 7. **Ceramigard:** Superficie fuerte, resistente a la corrosión, parecida a cerámica. Protege todas las partes del actuador contra desgaste y corrosión.
- 8. **Revestimiento:** Un revestimiento doble, para proveer extra protección contra ambientes agresivos.
- 9. **Acople:** Acople o desacople de módulos de reposición por resorte, o de seguridad en caso de falla de presión de aire.
- 10. **Tornillos de ajuste de carrera:** Provee ajustes para la rotación del piñón en ambas direcciones de viaje; lo que es esencial para toda válvula de cuarto de vuelta.
- 11. **Muñoneras radiales y de carga del piñón:** Muñoneras reemplazables que protegen contra cargas verticales. Muñoneras radiales soportan toda carga radial.
- 12. **Sellos del piñón superior e inferior:** Los sellos del piñón están posicionados para minimizar todo hueco posible, para proteger contra la corrosión.
- 13. Resortes indestructibles de seguridad en caso de falla: Estos resortes son diseñados y fabricados para nunca fallar y posteriormente son protegidos contra la corrosión. Los resortes son clasificados y asignados de forma particular para compensar la pérdida de memoria a la cual esta sujeta todo resorte; para una verdadera confianza en caso de falla en el suministro de aire.

Los actuadores más usuales son:

• Cilindros neumáticos e hidráulicos. Realizan movimientos lineales.



- Motores (actuadores de giro) neumáticos e hidráulicos. Realizan movimientos de giro por medio de energía hidráulica o neumática.
- Válvulas. Las hay de mando directo, motorizadas, electroneumáticas, etc. Se emplean para regular el caudal de gases y líquidos.
- Resistencias calefactoras. Se emplean para calentar.
- Motores eléctricos. Los más usados son de inducción, de continua, sin escobillas y paso a paso.
- Bombas, compresores y ventiladores. Movidos generalmente por motores eléctricos de inducción.

6.3.1 MOTORES ELÉCTRICOS

6.3.1.1 MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

Son, en general, motores robustos, compactos y que necesitan poco mantenimiento. Además, suelen ser más baratos que los motores de corriente continua para potencias equivalentes.

- Monofásicos: Este tipo de motores poseen una única fase y un neutro. Sirven únicamente para potencias pequeñas o medias (< 3kw). Poseen el inconveniente de necesitar de un arrancador. Pueden ser de dos tipos:</p>
- **Síncronos:** Este tipo de motores funcionan siempre a una velocidad fija, siendo su curva de par-velocidad de la siguiente forma:

Este tipo de motores trabajan a velocidad fija aun cuando varíe la carga, tal como se puede apreciar (Figura 6.1) par-velocidad. Los motores síncronos se utilizan en aplicaciones donde se necesita mantener una velocidad exacta (por ejemplo, en temporizadores). Presentan el problema de que necesitan un arrancador





Figura 6.1 Velocidad fija o exacta de los motores síncronos.

 Asíncronos: Este tipo de motores funcionan con una curva par-velocidad como se muestra en la (figura 6.2)

Son motores que funcionan a una velocidad aproximadamente fija aunque varíe la carga, ya que se puede observar en la gráfica par-velocidad que el punto de funcionamiento del motor se encuentra en una zona en la que la curva es muy vertical. Son los motores más ampliamente utilizados. Los motores trifásicos permiten potencias mayores y, además, no necesitan arrancador.

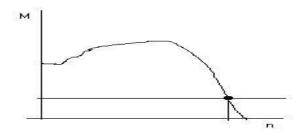


Figura 6.2 Par velocidad el punto de funcionamiento del motor

6.4. ACTUADORES NEUMÁTICOS

A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad.



En esta clasificación aparecen los fuelles y diafragmas, que utilizan aire comprimido y también los músculos artificiales de hule, que últimamente han recibido mucha atención.

6.4.1. Clasificación de los Cilindros Neumáticos:

Los más utilizados son:

Cilindros de simple y doble efecto

Los actuadores neumáticos son los componentes capaces de transformar la energía del aire comprimido en trabajo mecánico. Los cilindros neumáticos se encuentran dentro de esta clasificación.

Un cilindro es un tubo que está cerrado por los extremos, en cuyo interior se desliza un émbolo unido a un vástago que atraviesa uno de los fondos (figura 6.3). Dispone de aperturas por donde entra y sale el aire comprimido.



Figura 6.3 Cilindros Neúmaticos

Los cilindros neumáticos se pueden dividir en dos grandes grupos: de simple y de doble efecto.

Cilindros de simple efecto

Los más comunes tienen un retorno por muelle. El aire comprimido alimenta la cámara posterior, lo que hace avanzar el pistón, venciendo la resistencia del muelle. El retroceso



se verifica al evacuar el aire a presión de la parte posterior, lo que permite al muelle comprimido devolver libremente el vástago a su posición de partida (figura 6.4)

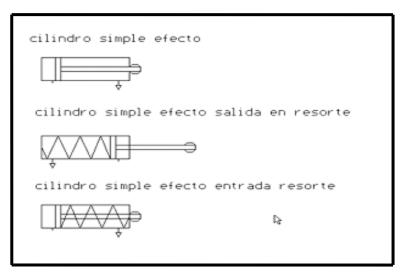


Figura 6.4 Cilindros neumaticos de simple efecto

Cilindros de doble efecto

Tal y como se ha dicho, en estos cilindros desaparece el muelle o la membrana de retorno y ambas carreras (avance y retroceso) son activas.

Al dar aire a la cámara posterior del cilindro y evacuar simultáneamente el aire de la cámara anterior, el vástago del cilindro avanza y, cuando se realiza la función inversa, el vástago retrocede. Estos cilindros son los más utilizados ya que el retorno no depende de un elemento mecánico sometido a desgaste y fatiga.

Los cilindros de doble efecto (figura 6.5) con doble vástago es una variante del cilindro de doble efecto. El émbolo, en este caso, tiene dos vástagos, uno a cada lado, de modo que, cuando uno avanza, el otro retrocede.

Es ideal para montarlo en instalaciones donde, por razones de espacio, la detección del final de carrera deberá hacerse sobre el vástago auxiliar y no sobre el de trabajo.

Los cilindros de doble efecto con amortiguador son una variante del cilindro de doble efecto. Esta ejecución se utiliza para amortiguar masas con gran inercia, asegurando una disminución de la velocidad al final de su recorrido y evitando golpes bruscos que podrían afectar al cilindro y a los útiles que éste transporta.



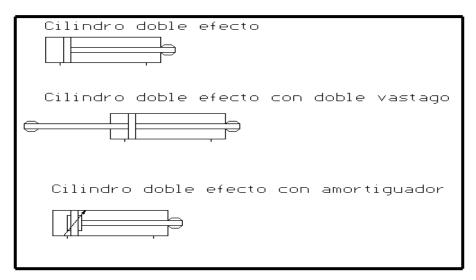


Figura 6.5 Cilindros neumáticos de doble efecto.

- ♦ Cilindro neumático
- ♦ Con engranaje
- ♦ Motor neumático con veleta
- ♦ Con pistón
- ♦ Con una veleta a la vez
- ♦ Multiveleta
- ♦ Motor rotatorio con pistón
- De ranura vertical
- ♦ De émbolo
- ♦ Fuelles, diafragma y músculo artificial

6.5 ACCIONADORES

El accionamiento de las válvulas se puede descomponer en cuatro grupos (figura 6.6):

- Accionamiento manual: por pulsador rasante, pulsador de hongo, palanca y pedal.
- Accionamiento mecánico: por pulsador rodillo, rodillo escamoteable, mulle, accionamiento con enclavamiento mecánico.
- Accionamiento neumático: por presión, por depresión, presión diferencial, accionamiento a baja presión, servopilotaje.



• Accionamiento eléctrico: por electroimán, por electroimán servopilotado.

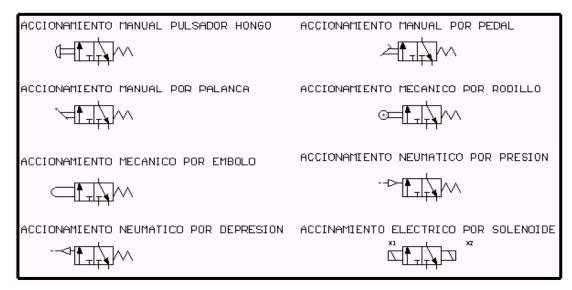


Figura 6.6 Esquema de grupo de accionadores

6.6 ELECTROVÁLVULAS NEUMÁTICAS

Las electroválvulas (figura 6.7) son válvulas que se activan mediante un pequeño voltaje eléctrico. De esta manera controlan flujos de aire con solo activar un botón o mandar una señal desde un PLC, sin esfuerzo alguno y sin tener contacto directo con los dispositivos.



Figura 6.7 Electroválvulas Neumáticas.

6.6.1 VÁLVULAS

Las válvulas son los elementos encargados de distribuir adecuadamente el aire comprimido para que tenga lugar el avance y el retroceso de los cilindros (figura 6.8).

Los distribuidores no se usan tan sólo para el control directo de los cilindros. De acuerdo con su uso, pueden dividirse entre los siguientes grupos principales:



- ◆ Distribuidores de potencia o principales: su función es la de suministrar el aire directamente al cilindro y permitir igualmente e escape. Pueden ser accionadas manual, neumática, mecánica o eléctricamente.
- ◆ Distribuidores fin de carrera: son accionadas manual, mecánica o eléctricamente. Estos distribuidores abren o cierran pasos de aire cuya función no será la de ir directamente al cilindro, sino que se usa solamente para el pilotaje o accionamiento de otros mecanismos de control, tales como distribuidores de potencia o principales.
- ◆ Distribuidores auxiliares: son distribuidores utilizados en los circuitos y que en conjunción con válvulas fin de carrera y de potencia, se usan para dirigir convenientemente las señales de presión de aire.

A las válvulas se les asigna un código de dos cifras separadas por una línea oblicua. La primera indica el número de vías, es decir, el número de orificios exteriores por los cuales puede circular caudal. La segunda cifra indica el número de posiciones que pueden conseguirse con los mecanismos de accionamiento.



Figura 6.8 Grupo de válvulas



6.7. TUBERÍAS PARA CIRCUITOS NEUMÁTICOS

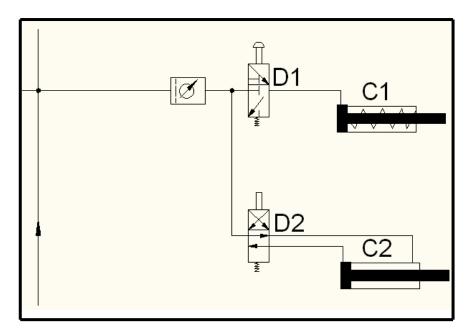


Figura 6.9 Tuberías para circuitos neumáticos

Tabla N.1 Caudal máximo recomendado en tubería de aire a presión para longitudes no superiores a 15 m.

El caudal máximo mantenido no debe exceder del 75%

Para longitudes mayores de 15m, elegir diámetro superior.

Tabla # 1 Tablas de selección para caudal.

Presión Inicial Kg/cm ²	DIÁMETRO NÓMINAL EN ROSCA GAS DE LAS TUBERÍAS ESTÁNDAR								
	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 ¹ /4"	11/2"	2"
	CAUDAL MÁXIMO RECOMENDADO (Litros minutos de Aire Libre)								
0,7	14	65	156	340	708	1133	2548	3539	7079
1,4	25	108	255	566	1133	1840	4247	5946	12743
2,1	34	142	340	849	1557	2831	5663	9061	16990
2,8	42	198	453	1048	1982	3539	7079	10619	21238
3,5	57	241	566	1274	2407	4248	9203	12742	25483
4,2	65	269	651	1557	2831	4814	9911	15574	29783
4,9	76	325	765	1699	3398	5380	12743	18406	32564



5,6	85	368	849	1840	3681	6513	13450	19822	36812
6,3	93	396	963	1982	4247	7079	14158	22653	42475
7	105	425	1048	2124	4814	8495	15854	25845	50970
8,7	119	510	1274	2973	5663	9911	20388	28317	59465
10,5	142	651	1416	3398	6513	11326	24069	31148	67960
12,3	173	708	1699	3828	7362	12742	26901	36812	76456
14,0	190	793	1982	4247	9061	14442	29732	42475	84950
18	232	1098	2664	5814	11651	20388	33495	58252	116504
20	256	1300	3000	6460	12960	23100	37400	66600	132540
25	317	1725	3850	8075	16250	28875	47000	85125	169500

Tabla # .2 Pérdidas por rozamiento en elementos utilizados en tuberías.

Elemento de la instalación	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA								
	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	11/4"	11/2"	2"	
Válvula de compuesta	0,009	0,009	0,010	0,013	0,017	0,022	0,026	0,033	
Válvula en ángulo	0,240	0,240	0,286	0,352	0,450	0,590	0,690	0,880	
Válvula cónica	0,427	0,427	0,568	0,706	0,900	0,875	1,380	1,795	
Codo a 45	0,015	0,015	0,023	0,029	0,037	0,048	0,057	0,073	
Codo a 90	0,042	0,042	0,051	0,064	0,079	0,107	0,125	0,158	
Te(recta en el final)	0,015	0,015	0,021	0,033	0,046	0,055	0,067	0,090	
Te(salida lateral)	0,076	0,096	0,100	0,128	0,162	0,214	0,246	0,317	

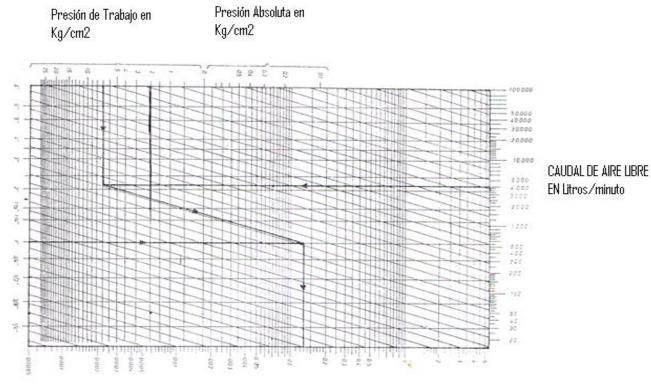
NOTA: Véase aplicación de la Tabla N.2 en la tabla N.3

Tabla N 3- Cálculo de pérdida de carga y diámetro de tuberías en función de la presión de trabajo y caudal del aire libre.

A continuación se observa las perdidas en caudal de aire libre por cada 10 m .de tubería Tomando como referencia la tabla N. 2



Tabla #3 CAUDAL DEL AIRE LIBRE EN Litros/minutos.



Pérdida de carga en Kg/cm2 por cada 10 metros de TUBERIA



6.7.1 CONVERSIÓN DE LITROS DE AIRE A PRESIÓN EN LITROS DE AIRE LIBRE.

$$Q = Q_1 \left(\frac{P \pm 1,033}{1,033} \right)$$
 (Ecuación 6.1)

 Q_1 = Litros de aire comprimido

Q = Litros de aire libre

 $P = \text{Presión de aire comprimido en Kg/cm}^2$

GASTO DE CILINDROS NEUMÁTICOS

$$Q = \left(\frac{0,0000471 \bullet D^2 \bullet L}{t}\right) \bullet \left[\frac{P_1 \pm 1,033}{1,033}\right] \quad \text{(Ecuación 6.2)}$$

Q = Litros de aire libre en L/mm

D = Diámetro del embolo en mm

L =Carrera del cilindro en mm

 $P = \text{Presión del aire en kg/cm}^2$

t = Tiempo en realizarse la carrera

6.7.2 EJEMPLOS

1er Problema. Calcular la perdida de carga de una tubería reconociendo los siguientes datos

> Longitud de la tubería = 30mDiámetro = 1/2" Presión de Aire = $7kg/cm^2$ Caudal aire libre = 2.000l/min.

Para solucionar este problema hay que hacer uso de la tabla N.3, tal como se indica en línea a trazos sobre la misma tabla.de carga hallada en la tabla es de 0,37kg/cm² por cada 10m.

$$P_C = \left(\frac{30 \times 0.37}{10}\right) = 1.11 \frac{kg}{cm^2}$$
 (Ecuación 6.3)

De pérdida en la carga de 30m

Si en el lugar de elegir una tubería de1/2", se hubiere elegido de 3/4", la pérdida de carga seria de 0,095kg/cm² por cada 10m.

$$P_C = \left(\frac{30 \times 0,095}{10}\right) = 0.285 \frac{kg}{cm^2}$$



2^{do} **Problema.** Haciendo uso de la tabla N.3 determinar el diámetro de tubería de la que conocemos los siguientes datos.

Longitud de tubería = 50m

Presión de aire = 7kg/cm^2 Caudal de aire libre = 2.500 l/mn

Pérdida de carga en los $50m = 0.5 \text{kg/cm}^2$

Según la tabla, se tendría que poner un diámetro de tubería 3/4", aunque podría elegirse de 1/2", ya que el resultado da próximo a esta medida.

3^{er} **Problema.** Cuando en la instalación hay que intercalar curvas, válvula y otros elementos, se tendrá en cuenta para el cálculo general de pérdida de carga los valores que se dan en la Tabla N.2

Calcular la pérdida de carga en un codo a 45⁰, situando en la tubería del 1^{er} problema.

Para hacer el calculo debe hacerse uso d la tabla N.3, donde se establecerá la pérdida de carga por cada por cada 10 m.

En la tabla N.2 se toma el actor correspondiente a un codo de 450 y de diámetro de 1/2" correspondiéndole en este caso, 0,023.

Para calcular la perdida de carga, se multiplica la perdida de carga por cada 10m de tubería por el factor de la tabla N.2, dando en este caso el siguiente valor:

$$P_{ce} = 0.37 \times 0.023 = 0.00851 \frac{kg}{cm^2}$$
 (Ecuación 6.4)

La pérdida de carga del elemento se sumara a la perdida de la tubería.



COMPRENSOR DE AIRE

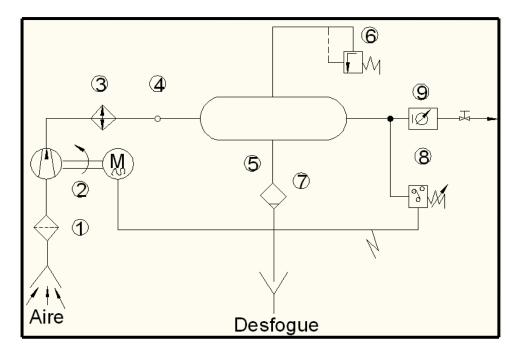


Figura 6.10 Compresor de Aire

GRUPO COMPRESOR DE AIRE FORMADO POR:

- 1. Filtro de aire aspirado
- 2. Grupo motocomprensor
- 3. Refrigerador
- 4. Válvula antirretorno
- 5. Acumulador de aire recipiente
- 6. válvula de seguridad limitador de presión
- 7. purgador manual
- 8. Presostato, cundo el deposito alcanza la presión máxima, manda una señal de paro al motor.
- 9. Conjunto de: filtro, identificador de presión, engrasador.



Ejemplo:

Un recipiente que tiene una capacidad de 200 a una presión de 30 atmosfera, bajo una temperatura de 22⁰ C, se quiere conocer:

- a). Presión del recipiente si se bajara la temperatura a 0°C.
- b). Volumen que ocuparía el aire, bajo una presión de 1 atmosfera y O⁰C de temperatura.
- c) Peso del aire contenido en el recipiente.

DESARROLLO:

a). Presión del recipiente si se bajara la temperatura a 0° C.

$$p' = \frac{p \times 273}{273 \pm t}$$
 (Ecuación 6.5)

$$p' = \frac{30 \times 273}{273 \pm 22}$$

$$p'=27,76$$
 atmosferas

b). Volumen que ocuparía el aire, bajo una presión de 1 atmosfera y $O^0\mathrm{C}$ de temperatura.

$$V'=v.p$$
 (Ecuación 6.6)

$$V = 200 \times 30 = 6000 litros$$



c) Peso del aire contenido en el recipiente.

Densidad del aire: 1.293g/d.m³ a la presión de 1 atmosfera

Volumen que ocuparía el aire a 0°C.

$$V' = V.P. \frac{273}{273 \pm 22} = 5.552,54 litros$$

$$P = 5.552.54 \times 1,293 = 7.178,73g = 7.178 \text{Kg}.$$



Tabla # 4. Consumo de aire para algunos gases.

Diam.	CONSU	CONSUMO DE AIRE PARA CILINDROS NEUMÁTICOS													
Cilindro	PRESIĆ	PRESIÓN DE TRABAJO EN ATMÓSFERAS													
Mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Consum	no de Aire	e en litros	por cm o	de carrera	s del cili	ndro								
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030	0,0033	0,0036	0,0038	0,0041	0,0044
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0015	0,016	0,018
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,029	0032
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052	0,057	0,062	0,067	0,071	0,076
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103	0,112	0,121	0,131	0,140	0,149
40	0,025	0,037	0049	0,061	0,073	0,085	0,097	0110	0,122	0,135	0,146	0,157	0,171	0,183	0,195
50	0,039	0,058	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210	0,229	0,248	0,267	0,286	0,305
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411	0,448	0,485	0,523	0,560	0,597
100	0,155	0,231	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839	0,915	0,911	1,067	1,143	1,219
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644	1,793	1,942	2,091	2,240	2,389
200	0,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356	3,660	3,964	4,268	4,572	4,876
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243	5.718	6,193	6,668	7,144	7,619



Tabla # 5 Constantes críticas para algunos gases

T ^a critica A 0 ⁰ C	Presión critica en Atmosferas
+474	218
+243	63
+146	76
+31	73
+82	46
-118	51
-240	13
-268	2,5
-146	33
	+474 +243 +146 +31 +82 -118 -240 -268

Tabla # 6 Peso por litros de diferentes gases y vapores industriales a 0° c y 760 Torr.

Acetona		2,00		
Acetileno	1,1709	0,9057		
Acido clorhídrico	1,6391	1,2679		
Aire (seco)	1,2928	1,0000		
Alcohol metílico	1,4260	1,1030		
Amoniaco	0,7714	0,5967		
Anhídrido carbónico	1,9768	1,5291		
Argón	1,7839	1,3799		
Cloro	3,2140	2,4860		
Cloruro metálico	2,3070	1,7840		
Etano	1,3560	1,0490		
Éter	1,2605	2,5500		
Etileno	1,6950	1,5500		
Flúor	0,5600	1,3110		



Gas de alumbrado	0,1785	0,4300
Helio	0,0898	0,1381
Hidrogeno	1,2505	0,0695
Nitrógeno	1,4289	0,9673
Oxigeno	2,1440	1,1053
Ozono	2,1440	1,6580
Propano	2,0037	1,5500
Vapor de agua	0,7680	0,5941

6.8. BOMBAS

Dispositivo empleado para elevar, transferir o comprimir líquidos y gases. A continuación se describen cuatro grandes tipos de bombas para líquidos. En todas ellas se toman medidas para evitar la cavitación (formación de un vacío), que reduciría el flujo y dañaría la estructura de la bomba. Las bombas empleadas para gases y vapores suelen llamarse compresores. El estudio del movimiento de los fluidos se denomina dinámica de fluido

6.8.1 TIPOS DE BOMBAS PARA LÍQUIDOS

♦ Bombas Alternativas

Las bombas alternativas están formadas por un pistón que oscila en un cilindro dotado de válvulas para regular el flujo de líquido hacia el cilindro y desde él. Estas bombas pueden ser de acción simple o de acción doble. En una bomba de acción simple el bombeo sólo se produce en un lado del pistón, como en una bomba impelente común, en la que el pistón se mueve arriba y abajo manualmente. En una bomba de doble acción, el bombeo se produce en ambos lados del pistón, como por ejemplo en las bombas eléctricas o de vapor para alimentación de calderas, empleadas para enviar agua a alta presión a una caldera de vapor de agua. Estas bombas pueden tener una o varias etapas. Las bombas alternativas de etapas múltiples tienen varios cilindros colocados en serie.



Bombas Centrífugas

Las bombas centrífugas, también denominadas rotativas, tienen un rotor de paletas giratorio sumergido en el líquido. El líquido entra en la bomba cerca del eje del rotor, y las paletas lo arrastran hacia sus extremos a alta presión. El rotor también proporciona al líquido una velocidad relativamente alta que puede transformarse en presión en una parte estacionaria de la bomba, conocida como difusor. En bombas de alta presión pueden emplearse varios rotores en serie, y los difusores posteriores a cada rotor pueden contener aletas de guía para reducir poco a poco la velocidad del líquido. En las bombas de baja presión, el difusor suele ser un canal en espiral cuya superficie transversal aumenta de forma gradual para reducir la velocidad. El rotor debe ser cebado antes de empezar a funcionar, es decir, debe estar rodeado de líquido cuando se arranca la bomba. Esto puede lograrse colocando una válvula de retención en el conducto de succión, que mantiene el líquido en la bomba cuando el rotor no gira. Si esta válvula pierde, puede ser necesario cebar la bomba introduciendo líquido desde una fuente externa, como el depósito de salida. Por lo general, las bombas centrífugas tienen una válvula en el conducto de salida para controlar el flujo y la presión.

En el caso de flujos bajos y altas presiones, la acción del rotor es en gran medida radial. En flujos más elevados y presiones de salida menores, la dirección de flujo en el interior de la bomba es más paralela al eje del rotor (flujo axial). En ese caso, el rotor actúa como una hélice. La transición de un tipo de condiciones a otro es gradual, y cuando las condiciones son intermedias se habla de flujo mixto.

♦ Bombas de Chorro

Las bombas de chorro utilizan una corriente relativamente pequeña de líquido o vapor, de gran velocidad, para ocasionar un flujo mayor en otro fluido. Cuando la corriente de alta velocidad pasa a través del fluido, extrae parte del fluido de la bomba; por otra parte, crea un vacío que absorbe líquido hacia la bomba. Las bombas de chorro se emplean a menudo para inyectar agua en calderas de vapor. También se han utilizado bombas de chorro para propulsar barcos, sobre todo en aguas poco profundas donde una hélice convencional podría dañarse.



♦ Otras Bombas

También existen diversos tipos de bombas de desplazamiento positivo, que suelen constar de una pieza giratoria con una serie de aletas que se mueven en una carcasa muy ajustada. El líquido queda atrapado en los espacios entre las aletas y pasa a una zona de mayor presión. Un dispositivo corriente de este tipo es la bomba de engranajes, formada por dos ruedas dentadas engranadas entre sí. En este caso, las aletas son los dientes de los engranajes.

También puede construirse una bomba sencilla, aunque poco eficiente, con un tornillo que gira en una carcasa e impulsa el líquido. El primero que inventó una bomba similar fue el matemático y físico griego Arquímedes, después del año 300 antes de Cristo.

En todas estas bombas, el líquido se descarga en una serie de pulsos, y no de forma continua, por lo que hay que tener cuidado para que no aparezcan condiciones de resonancia en los conductos de salida que podrían dañar o destruir la instalación. En las bombas alternativas se colocan con frecuencia cámaras de aire en el conducto de salida para reducir la magnitud de estas pulsaciones y hacer que el flujo sea más uniforme.

6.8.2. Compresor de Aire

Compresor de aire, también llamado bomba de aire, máquina que disminuye el volumen de una determinada cantidad de aire y aumenta su presión por procedimientos mecánicos. El aire comprimido posee una gran energía potencial, ya que si eliminamos la presión exterior, se expandiría rápidamente. El control de esta fuerza expansiva proporciona la fuerza motriz de muchas máquinas y herramientas, como martillos neumáticos, taladradoras, limpiadoras de chorro de arena y pistolas de pintura.

En general hay dos tipos de compresores: alternativos y rotatorios.

◆ Los compresores alternativos o de desplazamiento.- (figura 6.11), se utilizan para generar presiones altas mediante un cilindro y un pistón. Cuando el pistón se mueve hacia la derecha, el aire entra al cilindro por la válvula de admisión; cuando se mueve hacia la izquierda, el aire se comprime y pasa a un depósito por un conducto muy fino.



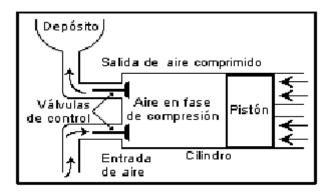


Figura 6.11 Esquema de un compresor alternativo o de desplazamiento

Los rotativos.- (figura. 6.12), producen presiones medias y bajas. Están compuestos por una rueda con palas que gira en el interior de un recinto circular cerrado. El aire se introduce por el centro de la rueda y es acelerado por la fuerza centrífuga que produce el giro de las palas. La energía del aire en movimiento se transforma en un aumento de presión en el difusor y el aire comprimido pasa al depósito por un conducto fino.

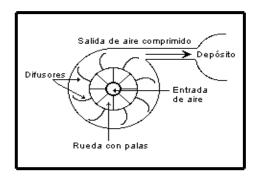


Figura 6.12 Esquema de los compresores rotativos

El aire, al comprimirlo, también se calienta. Las moléculas de aire chocan con más frecuencia unas con otras si están más apretadas, y la energía producida por estas colisiones se manifiesta en forma de calor. Para evitar este calentamiento hay que enfriar el aire con agua o aire frío antes de llevarlo al depósito. La producción de aire comprimido a alta presión sigue varias etapas de compresión; en cada cilindro se va comprimiendo más el aire y se enfría entre etapa y etapa.



APLICACIÓN DE CALOR MEDIANTE SELLADO TÉRMICO

- 7.1 Introducción
- 7.2 Proceso del sellado Térmico
- 7.3 Punto de parada en la posición del sellado

7.1 INTRODUCCIÓN

La utilidad del calor atreves del sellado térmico, es conocer la identidad de los productos y asegurar la calidad en ellos.

El sellado de un producto es toda aquella mención, marca de fábrica o comercial, dibujo o signo relacionado con el producto que figure en el envase, documento, rótulo, etiqueta o collarín que acompañen o se refieran a dicho producto aplicado a los envases (plásticos – vidrios).

En el presente capitulo trata de la aplicación del sellado térmico acorde a la tecnología de varias empresas a nivel mundial, por lo que es muy importante estudiarlo ya que permite al consumidor ver que el producto no ha sido adulterado y por lo tanto esta apto para el consumo.

7.2 PROCESO DEL SELLADO TÉRMICO

Un termoplástico es un plástico que a temperatura ambiente, es plástico o deformable, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado vítreo cuando se enfría lo suficiente.

De igual modo este proceso se lo puede rotular con manguitos de botellas de vidrio o de plástico. Los manguitos plásticos que se enfundan en los envases se ajustan perfectamente al contorno del mismo, ya sea por que se dilatan o por que se escogen dentro de un túnel de vapor o de aire caliente de retractilado.



Las bandas de seguridad (figura 7.1) tubulares se colocan sobre la tapa de los envases para proteger el producto contra adulteraciones, son muy prácticas ya que el distribuidor o consumidor pueden evidenciar con sus ojos que el producto no haya sido abierto.

Su alta encogimiento trae una excelente conformación al cuello del envase y de la tapa. La impresión de las bandas de seguridad es externa y se imprime a solicitud del cliente, bridando no solo seguridad sino también aportando a la presentación del producto.

Las botellas se introducen en el túnel retractilado para la aplicación del sellado, son transportadas mediante una banda donde se encuentran agrupadas en su correcto orden, para que a su vez llegue el proceso del sellado mediante el vapor caliente, aderiendo los capuchones al cuello de la botella estos son contabilizados por sensores para suministrar las bandas de seguridad o capuchones dándole el acabado final y seguridad al producto para pasar al su respectiva distribución.

7.3 PUNTO DE PARADA EN LA POSICIÓN DEL SELLADO

Sin importar el medio de desplazamiento es necesario detener los envases justo en los lugares donde se efectuará el proceso de sellado térmico, casi todos estos sistemas necesitan detener parcialmente los envases.

Para detener la banda o cualquiera que sea el mecanismo que esta transportando los envases es necesario detener la posición exacta de los envases. Esta determinación se puede realizar cesando si el envase ha llegado a un punto determinado de la instalación (sensores de proximidad) o mediante la determinación de la posición de la banda en tiempo real por medio de sensores de velocidad y de posición.

Las botellas deben para justamente en lugar del sellado (figura 7.2), es importante mantener los envases a cierta distancia, pasara el cuello de las mismas por un túnel de calentamiento, para que así no exista el riesgo de que al momento de parada la botella no quede fuera del sistema, y de esta manera evitar el error emitido desde el PLC y parada general del sistema.



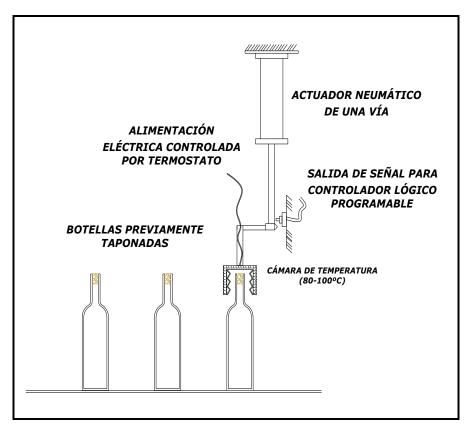


Figura 7.1 Parada de botella en el proceso del sellado térmico



NOCIONES GENERALES PARA EL DISEÑO MECÁNICO DEL PROTOTIPO AUTOMATIZADO DE ENVASADO Y TAPONADO

- 8.1 Introducción
- 8.2 Relación caudal presión en bombas
- 8.3 Nociones generales sobre presiones en sólidos
- 8.4 Relaciones de transmisión
- 8.5 Transmisiones mecánicas
- 8.6 Cálculo de la presión en los cilindro de simple y doble efecto

8.1 INTRODUCCIÓN:

El presente capitulo se encuentran algunas partes importantes adicionales para el cálculo del prototipo automatizado de envasado y taponado, como también algunos ejemplos tipos para el desarrollo de la mismo y entendimiento del lector.

Cabe recalcar que los capítulos anteriores también son de mucha importancia lo que estudiaremos a continuación es un complemento teórico para el desarrollo de nuestro proyecto investigativo

8.2 RELACIÓN CAUDAL, PRESIÓN, EN BOMBAS

En los sistemas de bombeo existen 2 parámetros fundamentales que determinan la capacidad o dimensión de las bombas.

Estas variables son: el Caudal y la Presión

8.2.1 CAUDAL

Es el volumen de líquido por unidad d tiempo que abastece el sistema de bombeo. Sus unidades son. Ltrs/seg., GPH/h.



$$Q = \frac{V}{t}$$

(Ecuación 6.8)

$$Q = Vel \times A$$

(Ecuación 6.9)

En donde:

O= caudal

V= volumen

t= tiempo

Vel= velocidad

A= área

8.2.2 PRESIÓN

Es la capacidad de trasladar el líquido de un punto 1 a un punto 2 de mayor altura, considerando que los m.c.a son unidades de presión

El caudal de presión determina la potencia motriz necesaria para las bombas y debe conocerse además que l presión es inversa al caudal, esto significa que cuando se lleva agua a mayor altura menor es caudal y viceversa

$$P = \frac{F}{A}$$
 (Ecuación 6.10)

$$P = \delta \times H$$
 (Ecuación 6.11)

En donde:

P= presión

F=fuerza

A= área

H= altura

 δ = densidad



PAOLO								
PUMP Pkm	60-1							
Q 5/40 li	t/min		Н 3	38/4	15 m			
H max.	10m.	Q max.			40lit/min			
1- Mot	V 115/130	Hz 60			3400m			
Kw 0,37	HP 0,50	In 2,5 A		550 Wax				
c 8 uf	VL 450 v		I- CIB		I.P. 44			

Figura 8.1 Gráfico de la placa de las bombas

8.3 NOCIONES GENERALES SOBRE PRESIÓN EN SÓLIDOS

De acuerdo a las Ecuaciones anteriores se entiende la presión en dos casos:

- 1. El producto de la densidad de un líquido por la columna formada o altura manométrica.
- 2. El cociente entre la fuerza producida por un cuerpo sobre una superficie, notando que la presión es inversamente proporcional al área y directamente proporcional a la fuerza.

8.4 RELACIONES DE TRANSMISIÓN

En la mayoría de mecanismos de los que existe movimientos es necesario predeterminar una velocidad de movimiento. Como la mayoría de fuentes motrices entregan movimiento rotatorio a sus ejes se utiliza mecanismos para obtener una velocidad deseada. Estos mecanismos se los conoce como transmisiones y permiten reducir o aumentar la velocidad de giro.



Las transmisiones pueden ser:

- Poleas
- Cadenas
- Engranajes
- Rodillos
- Bandas, entre otros

La capacidad de una transmisión para ampliar o reducir la velocidad de giro se conoce como relación de transmisión (i).

Cuando se trata de reducción de velocidad tenemos:

i=N: 1 (Ecuación 6.12)

Cuando se trata de aumento de velocidad tenemos:

i=1: N (Ecuación 6.13)

En donde:

N= cuantas veces se reduce la velocidad

A continuación se detallan algunos ejemplos:

Ejemplo1:

i= 100:1 transmisión de reducción de velocidad de 100 a 1.

Tal es el caso que si un motor girar a 3600 r.p.m después de la transmisión, entregara 36 r.p.m

Ejemplo2:

i= 1:10 transmisión de aumento de velocidad de 1 a 10

Tal es el caso que si un eje gira a 50 r.p.m después de la transmisión, entregará 500r.p.m.

Las relaciones de transmisión son muy sencillas de calcular por que están basadas en la en el cociente de los diámetros de los elementos de la transmisión (elemento conductor y elemento conducido). Así tenemos:



$$i = \frac{d1}{d2}$$
 (Ecuación6.14)

i= relación de transmisión

d1, d2= diámetros de los elementos de transmisión

Ejemplo1:

Se desea reducir la velocidad de un motor 1800rpm atravez de poleas, la polea conductora tiene un diámetro de 50mm y la conducida 300mm. Determine la relación de transmisión y el numero de revolucione a obtener.

$$i = \frac{d1}{d2} = \frac{50mm}{300mm} = 0.16 = 16:100$$

Rpm. $eje\ conducido = Rpmmotor \times i = 1800rpm \times 0,16 = 288rpm$

8.4.1 Ventajas e inconvenientes de las poleas con correas:

> Ventajas:

- Baratas
- Bajo ruido
- Permiten conectar ejes con disposiciones geométricas muy variadas

> Inconvenientes:

- Presentan deslizamientos (las correas deslizan sobe las llantas cuando los esfuerzos a transmitir son altos). Por tanto están limitadas en cuanto a los esfuerzos a transmitir.
- Necesitan cambio periódico de las correas
- Hay que tensar las correas periódicamente
- No pueden trabajar en ambientes corrosivos (las correas se degradan).

8.4.2 Estudio cinemático:

Consideremos dos poleas acopladas mediante una correa.

La polea que arrastra se llama CONDUCTORA y la arrastrada se llama CONDUCIDA. Consideraremos la siguiente notación:

n : velocidades de giro en r.p.m.

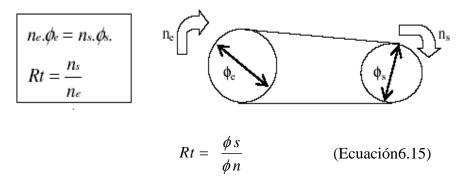
F : diámetros de las poleas en cm.

e : entrada o conductora



s : salida o conducida

Se verifica siempre que no haya deslizamiento que:



Esta formula es únicamente válida cuando tenemos dos poleas.

8.5 TRANSMISIONES MECÁNICAS

Se denominan transmisiones mecánicas a los mecanismos que se emplean para trasmitir la energía mecánica desde la máquina o elemento motor a los órganos de trabajo de una máquina, con transformaciones de las velocidades, de las fuerzas o momentos (Fig. 3a), y a veces con la transformación del carácter y de la ley del movimiento.



Figura 8.2 Transmisiones mecánicas por bandas, cadena, engranajes



8.6 CÁLCULO DE PRESIÓN EN LOS CILINDROS DE SIMPLE Y DOBLE EFECTO.

Los cilindros neumáticos representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos. Existen dos tipos fundamentales:

- Cilindros de simple efecto: con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.
- Cilindros de doble efecto: con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso. Más adelante se describen una gama variada de cilindros con sus correspondientes símbolos.

Analizaremos brevemente los principales aspectos a tener en cuenta a la hora de calcular un cilindro. No obstante, lo más recomendable es acudir siempre a los datos aportados por el fabricante donde se nos mostraran tablas para los esfuerzos desarrollados, máximas longitudes de flexión y pandeo, etc.

8.6.1 FUERZA DEL ÉMBOLO

La fuerza ejercida por un elemento de trabajo depende principalmente de la presión del aire, del diámetro del cilindro y del rozamiento de las juntas. La fuerza teórica del émbolo se calcula con esta fórmula:

$$\mathbf{F}_{\mathbf{T}} = \mathbf{P} \cdot \mathbf{A}$$
 (Ecuación 6.16)

Donde:

F_T =Fuerza teórica del vástago

P = Presión relativa

A =Superficie del émbolo

En la práctica, es necesario conocer la fuerza real que ejercen los actuadores. Para determinarla, también hay que tener en cuenta los rozamientos. En condiciones normales de servicio (presiones de 400 a 800 kPa. / 4 a 8 bar) se puede suponer que las fuerzas de rozamiento representan de un 3 a un 20% de la fuerza calculada.



8.6.2 LONGITUD DE LA CARRERA

La longitud de carrera en cilindros neumáticos no debe exceder de 2000 mm. Con émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire y precio de los actuadores. Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía, es demasiado grande.

Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes, deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal. Además, al prolongar la carrera, la distancia entre cojinetes aumenta y, con ello, mejora la guía del vástago.

Otra solución la aportan los cilindros de vástago guiado, mucho más resistentes a los esfuerzos mecánicos.

8.6.3 CONSUMO DE AIRE

Para disponer de aire y conocer el gasto de energía, es importante conocer el consumo de la instalación, cálculo que comenzará por los actuadores (potencia). Para una presión de trabajo, un diámetro y una carrera de émbolo determinado, el consumo de aire por embolada se calcula con esta formula:

Cilindro de simple efecto:

$$V^{\wedge} = s.xnx \frac{d^2x\pi}{4}$$
 (Ecuación6.17)

Cilindros de doble efecto:

$$V^{\wedge} = \left[s \quad x \quad \frac{D^2 x \pi}{4} + s \quad \left(\frac{D^2 - d^2}{4} \right) x \quad \pi \quad \right] \quad x \quad h \quad \text{(Ecuación 6.18)}$$

Donde:

V ^: cantidad de aire (l/min)

sc : longitud de carrera (cm)

nc : ciclos por minuto



CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS

2. EVALUACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO PLANTEADO

El equipo de envasado, razón del proyecto de tesis, es un elemento comprendido por varios mecanismos accionados por medios mecánicos y eléctricos.

Destinado únicamente al llenado, taponado, y sellado de envases o botellas de vinos u otros elementos líquidos, aplicado como complemento inicial de una fábrica de vino artesanal de la ciudad de Zamora que distribuye su producto a varios sectores del Sur del país.

Está compuesto por una estructura metálica que sirve de soporte y contenedora de los componentes neumáticos, hidráulicos, de control, accionamiento, entre otros, necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

Este conjunto, cumplirá la función del envasado de la producción total de la fábrica, garantizando la optimización del proceso en sí, de manera versátil y no dificultosa. En su diseño se ha considerado condiciones nominales de operación por lo que se puede asegurar que, brindará un servicio adecuado y no dificultoso para los beneficiarios del equipo.

Presenta muchas ventajas porque además de aumentar la velocidad del llenado, el equipo disminuye la mano de obra en producción ya que minoriza de manera considerable las labores de manipulación de envases y el producto, por ser un sistema continúo de envasado. También existen otras ventajas como mayor seguridad industrial (por trabajar con parámetros relativamente bajos), presentando un bajo gasto eléctrico, y con un desgaste mínimo en sus componentes operativos.



2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUÍPOS INSTALADOS.

El equipo de envasado abarca una serie de procesos eléctricos, neumáticos y mecánicos controlados por sistemas de orden electrónico computarizado, por ende su análisis y diseño está fundado en estos capítulos importantes de la mecánica y el control.

Como cualquier sistema funcional, lleva consigo aparatos y sub-equipos que cumplen la función de accionar, calentar, y controlar al equipo.

Como se mencionó anteriormente, el equipo de envasado lleva consigo una serie de accesorios para poder funcionar u operar de manera correcta.

Estos accesorios están detallados a continuación, de manera general clasificados por su función específica.

Sistema de transporte de envases:

- Motor monofásico de ½ HP de 1750 rpm.
- 2 Poleas de 50mm de diámetro, para una banda tipo A.
- 2 Poleas de 330mm de diámetro, para una banda tipo A.
- 5 Piñones de 13 dientes para cadena tipo Z-35.
- Cadena Z-35.
- Base de hierro acondicionada para 2 botellas.
- Barra circular de 13mm, para guía de de transporte de envases.

2.2.2 Sistema de llenado:

- Reserva plástica de 20 litros de capacidad.
- Manguera no tóxica de ½".
- Electroválvula para líquidos, de ½"de diámetro, 110V CA.
- Bomba de paletas, tipo plástica de 110V CA, 30W, 21 l/min.
- Tubería de acero inoxidable de ½".
- Actuador neumático de una vía, 50mm de recorrido.
- Mecanismos en general.



2.2.3 Sistema de Taponado:

- Motor monofásico de 3 W de 6 rpm.
- 2 Discos de 20cm de diámetro de hierro.
- 2 Chumaceras de pared de ³/₄".
- Eje de ¾".
- Actuador neumático de dos vías, de 200mm de recorrido.
- Tubería HG de 1 ¹/₄".

2.2.4 Sistema de Sellado:

- Níquelina de 1000 W, 110 v CA.
- Cámara circular de calor.
- Actuador neumático de una vía, 50mm de recorrido.
- Mecanismos en general.

2.2.5 Sistema Neumático.

- 8 Electroválvulas para aire comprimido, 24V DC, 4A.
- Manguera plástica de 1/8" y 1/4".
- Acoples cónicos de 1/8" y 1/4".
- Neplos y acoples de 1/8" y ¼" de bronce.
- Válvula de seguridad calibrable de hasta 120 psi.
- Acople rápido para manguera de compresor de 5/16".

2.3 PARTES ELÉCTRICAS DE MANDO Y CONTRÓL.

- Termostato con rango de operación entre 50°C y 325°C, con contactos normalmente cerrado y normalmente abierto, monofásico (110V – 15A).
- 3 Fines de carrera tipo rodillo, con contacto normalmente abierto y normalmente cerrado, (1100V – 15A).
- 7 Fines de carrera tipo palanca, con contacto normalmente abierto y normalmente cerrado, (110V 15A).



- Un sensor eléctrico de nivel, tipo flotador, con contacto normalmente abierto y normalmente cerrado, (110V – 15A).
- Luz piloto de encendido color Verde (110V).
- Luz piloto de parada color Rojo (110V).
- 3 Luces piloto color Amarillo (110V).
- 3 Contactores de 10 A, con bobina de 110V CA.
- Relé térmico (guarda motor) trifásico con rango de 9 − 12 A en 220V.
- 1 Contactor de 20 A, con bobina de 110V CA.
- 1 Relé de contactos de 15 A, con bobina de 110V CA.
- 1 Potafusible armado de 10A, 110V CA.
- PLC Logo! 230RC.
- 1 Módulo de ampliación para PLC Logo! 230C de 8 salidas.
- 1 Módulo de ampliación para PLC Logo! 230C de 4 salidas.
- Borneras flexibles y rígidas.
- Cables de conexión y otros.

2.4 DIMENSIONAMIENTO DE PARTES Y ESQUEMATIZACIÓN DEL CIRCUITO DE CONTRÓL Y ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO.

El conjunto tendrá las siguientes cargas eléctricas:

- 1. Motor monofásico de ½ Hp de 1750rpm.
- 2. Motor monofásico de ¾ Hp de 170rpm.
- 3. Motor monofásico de 3W, 6rpm.
- 4. Bomba de paletas de 30W. Monofásica (110V).
- 5. Electroválvula Monofásica 110V.
- 6. Niquelina de 1000 W, 110V.
- 7. 8 Electroválvulas de corriente continua, 24V.
- 8. 2 Focos incandescentes de 50W, 110V CA.

El requisito de potencia del equipo es de:

- 2200W en corriente alterna 110V.
- 500 W en corriente continúa 24V.



El equipo cumple condiciones que se repiten en secuencia, el proceso se desarrolla como se indica a continuación:

- 1. Se coloca los envases en el carro transportador, previa a la colocación de sus capuchones para sellado, térmico.
- 2. Se pulsa durante tres segundos el botón de arranque de proceso.
- 3. El sistema traslada el porta botellas hasta ubicar la primera botella en el sitio de llenado.
- 4. Se ingresa la pipeta de llenado.
- 5. Se activa la bomba de paletas y se abre la electroválvula simultáneamente, hasta llenar el envase.
- 6. Se desactiva la bomba de paletas, la electroválvula de llenado y se retira la pipeta de llenado de la botella.
- 7. La porta botellas se desplaza hasta ubicar la segunda botella en el punto de llenado y se repite el proceso (del 4 al 6).
- 8. Una vez lleno el segundo envase, el carro se traslada al punto de taponado, en donde se enciende el sistema alimentador de corchos, hasta que el corcho que ubicado en el inicio del pico del envase.
- 9. Se activa el cilindro neumático para introducir el corcho a presión dentro del pico de la botella, luego el émbolo de taponado regresa a su posición inicial.
- 10. Una vez taponado el primer envase, se traslada el porta botellas hasta ubicar la segunda botella para repetir el proceso de taponado en ella.
- 11. Luego del taponado se traslada el porta botellas hasta el sitio de sellado térmico. Colocada la primera botella, se activa un actuador neumático, el cual baja la cámara de calor hacia el pico de la botella.
- 12. El proceso de sellado dura aproximadamente de 6 segundos.
- 13. Se retira la cámara de calor de la punta de la botella.
- 14. El porta botellas se traslada, hasta ubicar el segundo envase para el proceso de sellado.
- 15. Luego de sellar el segundo envase, el carro se traslada hasta el fin de la carrera y se detiene.
- 16. Se retira los dos envases, y sólo luego de retirar los dos envases el carro de traslado regresará hasta el punto de partida, para repetir otro ciclo.



2.5 DESARROLLO DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA

2.5.1 NECESIDAD DEL SISTEMA.

El ámbito de trabajo del siguiente proyecto investigativo se encuentra ubicado en las plantas vinícolas de la ciudad de Zamora Chinchipe.

La cual tiene una producción mensual considerable, a todo el proceso se lo realiza de manera manual, siendo el más prioritario el envasado y sellado.

Por otro lado, es emergente la incorporación de nuevas tecnologías a los procesos de producción las cuales permitan acelerar el envasado del vino.

Debido a las exigencias y necesidades de estos procesos, es indispensable el uso de tecnología aplicable en nuestro medio que permita dar solución a estos problemas planteados inicialmente en el proceso investigativo.

La capacidad de envasado del prototipo planteado, tiene como objetivo cumplir con toda la producción de la planta vinícola base del presente estudio. La capacidad de producción es 100 botellas por día.

2.5.2 CONDICIONES DE TRABAJO

Una vez estimada la necesidad de envasado del prototipo se añade otros datos a nuestro proceso investigativo como lo son: Las presiones de trabajo del sistema neumático de suministro (>60 psi), la temperatura de sellado, las condiciones de operación tiempos de parada-arranque y el caudal de llenado, estos parámetros son los que determinan las condiciones de trabajo del sistema de envasado de vino.

Luego de calculados las presiones de operación y otras características se tiene:

- Presión de entrega de aire al sistema neumático mayor a los 60 psi (debido a necesidades de los cilindros neumáticos, pérdidas del sistema de distribución).
- Caudal de llenado de vino mayor o igual a los 30 cm³/s.
- Satisfacer una demanda mínima de 100 envases por día.

Se debe considerar también otras condiciones de trabajo como son las siguientes:

- Fluido a envasar, vino.
- Entrega del fluido sin rastros de de impurezas.



 Va conectado a un sistema semiautomático de envasado por lo que se deberá determinar tiempos de parada / encendido mediante detectores o sensores de posición que activen los sistemas mecánicos, neumáticos y otros existentes en el equipo.

2.5.3 SELECCIÓN GENERAL DEL TIPO DE ENVASADORA.

Una vez conocidas las condiciones de funcionamiento a las que estará sometido el equipo, hacemos la selección general del tipo de envasadora a utilizar. La cual es del siguiente tipo:

- Desplazamiento mediante riel movido por trasmisión de cadenas.
- De una sola base de traslado con capacidad de dos botellas.
- De ciclo completo (Llenado, taponado y sellado térmico).

Se determina este tipo de envasadora debido a las siguientes ventajas y características:

• Factores Económicos.

- Menos costosos que otros sistemas automáticos de envasado.
- Necesitan motores y sistemas eléctricos de baja potencia, lo cual reducen costos.

• Factores de Construcción.

- De menor dificultad que otros tipos de envasado.
- Existe la tecnología en nuestro medio para realizar su construcción.
- No necesita mecanismos complejos para su funcionamiento.

• Factores de Rendimiento.

- Son de uso moderado.
- Pueden funcionar largas jornadas de trabajo sin alterar sus funciones.

• Factores de Funcionamiento.

- Son muy utilizados en la industria alimenticia y afines.
- Fácil regulación de presión y caudales.
- Permiten varias configuraciones (tiempos de llenado, velocidad de traslado, retraso y aceleración del proceso.
- De mantenimiento no dificultoso.
- De fácil instalación.



2.5.4 SELECCIÓN GENERAL DE LOS COMPONENTES DE LA ENVASADORA

Una vez determinado el tipo de envasadora y sus condiciones de operación seleccionamos los componentes de la misma, los cuales hacen referencia a las características de funcionamiento y trabajo antes detalladas. La selección de estos componentes está basada además en modelos similares de envasadoras utilizadas en la industria.

Los componentes que conformarán la envasadora prototipo son los mismos de un sistema de envasado industrial, pero a escala debido a los factores económicos y de tecnología a nuestro alcance, a continuación se detalla las siguientes partes más importantes:

- ➤ Sistema de llenado.- Puesto que, funcionará en un sistema de llenado de vino, se debe evitar que los materiales que incorporan los conductos de bombeo sean materiales que permiten la oxidación, debido a que el vino tiene esta propiedad oxidante todo los componentes son plásticos no tóxicos y de acero inoxidable.
 - ❖ Mangueras de conducción: Son del tipo plástica no tóxica, soportan una presión máxima de 0.83 MPa (120 psi).
 - ❖ Tubería de llenado: Es de acero inoxidable de un diámetro interno igual a 13mm.
 - ❖ Electroválvula de líquidos: Seleccionada para la operación de corte y apertura del paso del líquido, de corriente alterna y un diámetro de 13mm.
 - ❖ Bomba de paletas: Plástica con caudales de hasta 25 l/min para presiones bajas de 1 m.c.a.
 - ❖ Actuador Neumático: Con presiones de operación de entre 0.4 y 0.6 MPa, destinado para la entrada y salida de la tubería de llenado dentro del envase, al inicio y final del proceso de llenado.
- ➤ **Sistema de Taponado.-** Conformado por un alimentador de corchos mecánico y el actuador neumático que ejerce la presión necesaria para el taponado.



El **actuador neumático** es de doble vía con presiones de accionamiento comprendidas entre 0.3 a 0.5 MPa, este tipo de elementos es muy común para recorridos superiores a 10cm. Por otro lado el alimentador de corchos es del tipo carrusel accionado por un mini-motor de 6 rev/min, además el carrusel cuenta con una tubería de suministro de corchos de hasta 12 unidades, el cual es llenado de manera manual.

- ➤ Sistema de Sellado.- Debido a que se debe asegurar el envasado, se incorpora al proceso el sellado térmico, el cual se desarrolla mediante el aumento de la temperatura (100-120°C) a un capuchón de plástico termo-encogible durante 10-15 segundos, este capuchón se introduce en el cuello de los envases de forma manual al inicio de todo el proceso. Los componentes de esta parte del proceso, se detallan a continuación:
 - ❖ Cámara de calor.- Es circular para distribuir el calor de manera uniforme sobre el cuello de la botella, es de hierro galvanizado para asegurar su resistencia a las temperaturas producidas.
 - ❖ Niquelinas de calentamiento.- Como su nombre lo indica son las que producen el calor dentro de la cámara, están distribuidas conforme a la cámara de calor, tienen una potencia nominal de 1KW.
 - ❖ **Termostato.-** Utilizado para regular la temperatura dentro del sistema, es precalibrado antes del inicio del proceso.
 - ❖ Sistemas de protección.- Al trabajar con partes resistivas de calor, es necesario trabajar con fusibles que permitan detener el flujo de corriente cuando existan sobre-corrientes por cualquier causa inesperada.
 - ❖ Actuador Neumático.- Con presiones de operación de entre 0.4 y 0.6 MPa, destinado para la entrada y salida de la cámara de sellado al envase, al inicio y final del proceso de sellado.

Por otro lado, cabe mencionar que el sistema es automático, por lo que se debe seleccionar un controlador computarizado y, ya que el proceso es un prototipo de pequeña producción, bastará el uso de un mini PLC que se oferta como un componente



ideal para este tipo de aplicaciones. Como sensores de posición se utilizará fines de carrera, los mismos que enviarán las señales necesarias para los accionamientos y controles.

Por último seleccionamos un sistema de traslado sencillo conformado por las siguientes partes:

- ❖ Motor de accionamiento.- De pequeña potencia (372 W) de 1750 RPM, monofásico, seleccionado por sus bajos costos y de fácil adquisición en el mercado local, por otros factores, permite el cambio de giro y otros tipos de control.
- ❖ Transmisión por bandas.- Del tipo trapezoidal tamaño A, para disminuir el número de revoluciones y ganar torque necesario para el traslado.
- ❖ Transmisión por cadena.- Para evitar deslizamientos al instante de traslado y por permitir transformar el movimiento circular de los componentes iníciales en movimiento rectilíneo. El grupo piñón-cadena, es del tipo Z35, la misma que es la más pequeña para este tipo de labores de transmisión.
- ❖ Rieles de conducción.- Por la longitud de recorrido, que es corta, se adopta por rieles de conducción 2 barras paralelas de sección circular con un diámetro de 13mm, de acero SAE10-20, en las cuales se complementa la base de traslado con capacidad de 2 envases.
- ❖ Base de Traslado.- Como ya se mencionó tiene capacidad para dos envases, es de hierro y ella se introducen dos sensores de posición para asegurar que el proceso total se desarrolle con los envases colocados inicialmente.

Todos estos componentes serán montados en una estructura metálica de tubo cuadrado de 25mm con un espesor de 1.5mm, con sus respectivos acabados y seguridad.



III. RESULTADOS

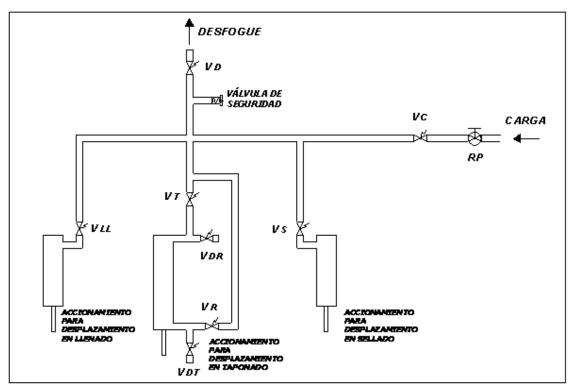


Figura 1. Diagrama neumático del sistema de envasado, taponado y sellado

SIMBOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE PARTES

RP: Regulador de paso	8
V: Electro - Válvula neumáticas	⋈
VC: Válvula de carga principal de aire	
VD: Válvula de desfogue de aire]
VLL: Válvula para desplazamiento en llenado	
VT: Válvula para desplazamiento en taponado	
VDT: Válvula de desfogue en taponado]
VR: Válvula de desplazamiento en retorno de taponado	
V DR: Válvula de desfogue en retorno de taponado]
VS: Válvula para desplazamiento en sellado térmico	
C1A: Cilindro actuador neumático de paso sencillo	
C2A: Cilindro actuador neumático de doble paso	



3 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO PARA GRUPO DE ELECTROVÁLVULASNEUMÁTICAS DEL SISTEMA DE ENVASADO

> Accionamiento en llenado.

- 1. Abrir V_C y V_{LL}
- 2. Cerrar V_C; Abrir V_D
- 3. Cerrar V_{LL} y V_D

> Accionamiento en taponado.

- 1. Abrir V_C y V_T y V_{DT}
- 2. Cerrar V_T y V_{DT}; Abrir V_R y V_{DR}
- 3. Cerrar V_C, V_R y V_{DR}

> Accionamiento en Sellado térmico.

- 1. Abrir V_C y V_S
- 2. Cerrar V_C; Abrir V_D
- 3. Cerrar V_S, V_D

3.1 DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENVASADO

El sistema utiliza actuadores neumáticos con presiones de operación comprendidas entre 30 y 100 psi.

Existen dos cilindros de simple acción (una vía de carga) el cual utiliza la presión de aire para el desplazamiento de fuerza y el retorno se lo realiza a través de un resorte de expansión insertado dentro del mismo. Además consta de un cilindro de doble entrada (dos vías de carga).

El control del circuito neumático se lo realizará mediante el uso de un mini PLC, coordinando los accionamientos a través de señales emitidas por fines de carrera colocados dentro de las trayectorias del desplazamiento de los actuadores de los cilindros neumáticos.



El sistema consta de una vía principal de alivio de carga (V_D) y de un solo punto de carga regulado a través de un controlador de presión V_C y R_P .

El uso del actuador de dos vías no tiene ninguna particularidad, se dio este caso debido a que, en el mercado no existen actuadores de una vía con carreras superiores a 15 cm, lo cual es necesario para este caso.

3.1.1 SISTEMA DE LLENADO.- El sistema se lo realiza a través del uso de una bomba de paletas (251/m y 1mca), de uso moderado, accionada eléctricamente para acelerar y tener control de los tiempos de llenado. El accionamiento se lo realiza mediante un pulso que enciende la bomba justo cuando la pipeta de llenado esté dentro de la botella sujeta al proceso.

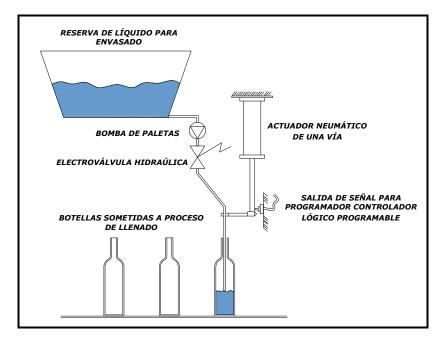


Figura 2. Componentes del sistema de llenado de líquido.

La capacidad de las botellas es de 750 cm³ (0.75 litros) y como se observa en el diagrama de las partes de llenado de líquido, se puede evidenciar que el dispositivo de bombeo se encuentra con altura de succión positiva (a favor del sistema), debido a que el tanque de reserva se encuentra por encima de la entrada de succión de la bomba.



Según los datos del fabricante, la bomba de paletas a utilizar tiene un caudal máximo de 251/min con una altura de descarga de cero con agua como líquido de operación. Por lo que este sería el caudal máximo de entrega de la bomba, ya que la altura promedio de columna del líquido respecto a la succión es igual a 15 cm y se puede considerar como despreciable. En el esquema siguiente detalla lo mencionado.

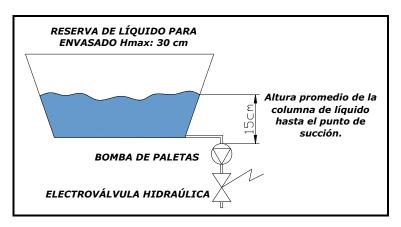


Figura 3. Altura de succión del sistema de llenado de líquido.

En la parte de descarga existen pérdidas despreciables debido a que, el tramo es pequeño y solo existen unos cuantos accesorios.

Detallado lo anterior procedemos a calcular el tiempo de llenado para las botellas.

Tiempo mínimo de llenado de las botellas

$$Q := 25 \frac{liter}{min}$$
 Caudal de entrega de la bomba $V := 0.75 liter$ Volumen de llenado $T := \frac{V}{Q}$ Tiempo necesario para el llenado $T = 1.8 s$

Este tiempo nos servirá como dato para la programación en el dispositivo de control y accionamiento.



3.1.2 SISTEMA DE TAPONADO.- El taponado se lo realiza con tapones de corcho cónicos a presión, mediante el uso de un actuador neumático (descrito anteriormente).

Este proceso cuenta con un sistema de alimentación semiautomático de corchos o tapones, a través del uso de 2 discos paralelos, uno fijo y otro móvil, por los cuales se traslada los tapones hasta la boca de la botella, para su consecuente inserción a presión en la boca de la botella.

El esquema siguiente muestra el sistema de alimentación e inserción de tapones.

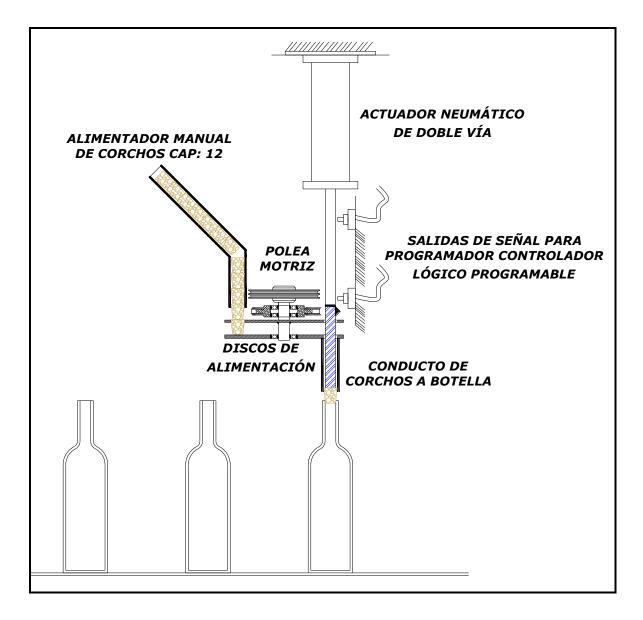


Figura 4. Sistema de alimentación de tapones.



3.1.3 PRESIÓN DE TAPONADO.- Como ya se mencionó el taponado será a través de un cilindro actuador, siendo prioridad determinar la presión necesaria en la red para abastecer es sistema.

Primero se realizará el análisis de fuerzas y presión necesaria para introducir el tapón en la boca de la botella, en este cálculo se considera las siguientes condiciones:

- Ante la acción de fuerzas solo hay deformación en el corcho.
- No existe deformaciones en la boca de la botella de vidrio.
- El tapón de corcho es cónico.

Con las consideraciones anteriores y el siguiente esquema del corcho y la boca de la botella se procede a realizar el cálculo necesario:

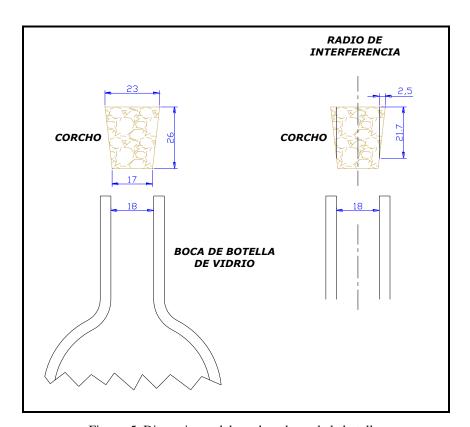


Figura 5. Dimensiones del corcho y boca de la botella.



$$\Delta L = 5mm$$
 $h = 26mm$

D = 23mm Diámetro del corcho

D1 = 18mm Diámetro del pico de la botella

 $E = 689500 N/m^2$ $E = 0.69 N/mm^2$ Módulo de elasticidad del corcho

3.2 Cálculo de las áreas

$$A = \frac{\pi * D}{4} \qquad A = 415.48mm^{2}$$

$$A1 = 2 * \pi * h * r \qquad A1 = 1470.27mm^{2}$$

$$A2 = \frac{\pi * D1}{4}$$

 $A2 = 255mm^2$

Donde:

r: Radio del pico de la botella

A: Área superior del corcho

A1: Área del cilindro deformado

A2: Área del pico de la botella

H: Altura del corcho

3.3 Cálculo de la fuerza transversal

De la formula de deformación lineal despejamos F1

$$\Delta L = \frac{F1 * D}{F * A1}$$

$$F1 = -\frac{E * \Delta L * A1}{D}$$

F1 = -220.54N Fuerza de sección transversal

3.3.1 Cálculo la presión del corcho dentro del pico de la botella

$$P = \frac{F1}{A1}$$

$$P = 0.15N / mm^2$$
 $P = 21.72PSI$

P= Presión del corcho cuando esta dentro del pico de la botella

F1= Fuerza de sección transversal



A1= Área del cilindro

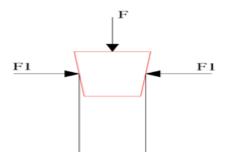


Figura 6. Fuerza vertical o longitudinal

3.4 Cálculo de la fuerza vertical o longitudinal

Coeficiente de poisson para el material del corcho es de 0.00 $\mu = 0.00$ (Libro de resistencia de materiales de STIOPIN)

$$\varepsilon = -\mu * \varepsilon'$$

$$\varepsilon = 0$$

$$\Delta L = \frac{FD}{E * A2} = 0 \text{ Despejamos F}$$

$$F = \frac{E * A2 * \Delta L}{D}$$

$$F = 38.25N \quad F = 38N$$

Donde:

D= Área del corcho

 μ = Coeficiente de poisoon

F= Fuerza Vertical que necesita para la introducir el corcho

La fuerza calculada es perpendicular a la superficie interior de la boca de la botella, para calcular la fuerza necesaria para introducir el corcho en la botella hay que considerar el coeficiente de rozamiento entre el corcho y el vidrio, para luego determinar la presión necesaria a ejercer sobre el tapón.



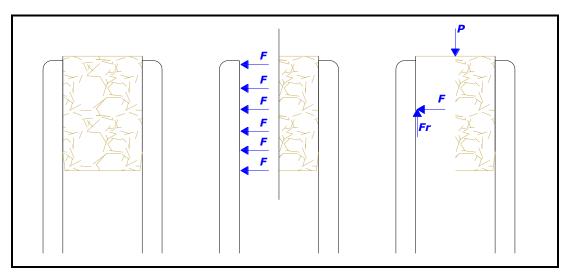


Figura 7. Cargas existentes al introducir el tapón en la boca de la botella.

El valor de presión que se calculará a continuación, servirá para calcular la presión de taponado, de acuerdo a las condiciones y características de los componentes de la red neumática establecidos al inicio del estudio.

$\mu c = 0.7$ Coeficiente de fricción de la botella y el corcho

$$Fr = F * \mu c$$
 $Fr = 27N$

Fr= Fuerza de rozamiento

F= Fuerza vertical

 μc = Coeficiente de fricción

3.4.1 Presión necesaria del corcho

Calculamos el área del corcho deformado

$$A2 = \frac{\pi * \Delta L^2}{4}$$

$$A2 = 255mm^2$$

Donde:

A2 =Área de pico de la botella

 ΔL = Diámetro del pico de la botella



$$P1 = \frac{Fr}{A2}$$

$$P1 = 0.11N / mm^{2}$$

$$P1 = 16PSI$$

Donde:

P=Presión para introducir el corcho

A2= Área del pico de la botella

3.5 CÁLCULO DE LA PRESIÓN MÁXIMA DE LA RED NEUMÁTICA.

En la red neumática a instalar, existen tres actuadores, como ya se mencionó uno de ellos es de doble vía y es aquel que realiza mayor fuerza y recorrido en su vástago, por lo que el cálculo de presión y gasto de la red neumática será basado para solventar la necesidad de este actuador.

Sobre el caudal necesario para la red se determinará el caudal másico necesario para cada actuador y se lo calculará dependiendo de cuantos de los tres actuadores funcionan a la vez. Todo esto basado en las condiciones de funcionamiento descritas inicialmente.

Como se puede observar la presión neumática en el cilindro es equivalente a 20 psi, pero no se consideraron pérdidas por fricción, por lo que se debe tener en cuenta un rendimiento para el cilindro neumático y las pérdidas por accesorios y electroválvulas.

El rendimiento de los actuadores es equivalente al 85%, por ende la presión en la cámara del émbolo es:

$$Pt = 16PSI$$
 Pt=presión Sección superior del émbolo del neumático

$$Pac = \frac{Pt}{0.85}$$
 $Pac = 19PSI$

$$Pac = 1.4Kg / cm^2$$
 Pac= Presión de la cámara de actuador

Seguido se calcula el gasto del cilindro más grande existente con la presión antes calculada:



$$Q = \left(\frac{0.0000471 \times Dp^2 \times Cp}{t}\right) \times \left(\frac{Pac + 1.033}{1.033}\right)$$

$$Q = 41Lit / \min$$

Donde:

 $Pac = 1.4 Kg / cm^2$ Presión en la cámara del actuador

Dp = 45mm Diámetro del embolo del actuador

Cp = 180mm Carrera del actuador

t = 1s Tiempo de accionamiento

Una vez calculados el caudal y la presión necesarios para el actuador neumático de mayor importancia del sistema, se procede a estimar las pérdidas de longitud de tramo de tubería y por accesorios.

De acuerdo a las tablas de selección de tuberías o ductos de aire, para las condiciones de de la red se selecciona tubería de ¼" ya que satisface las características del sistema.

Tabla #7 Tabla de selección de ductos para aire a presión basado en caudal y presión

Presión inicial	Diámetro nominal en rosca gas de las tuberías standard									
kg/cm ²	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"				
	Caudal máximo recomendado (Litros x min de aire libre)									
0.17	14	65	156	340	708	1133				
1.4	25	108	255	566	1133	1840				
2.1	34	142	340	849	1557	2831				
2.8	42	198	453	1048	1982	3539				
3.5	57	241	566	1274	2407	4248				



El tramo principal, es aquel que se ha venido diseñando, por tener mayor necesidad de presión, caudal y mayor número de accesorios.

Se debe tener en cuenta además que en ninguna ocasión trabajarán 2 cilindros a la vez.

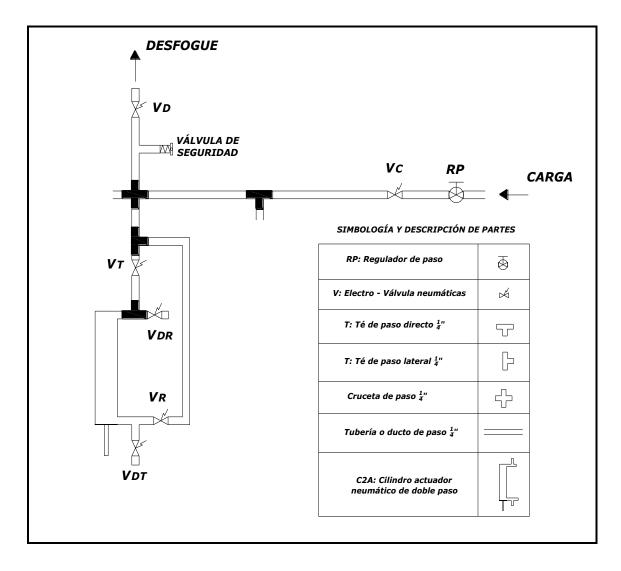


Figura 8. Componentes del sistema neumático principal de taponado.

Según el diagrama, se encuentran los siguientes accesorios, en la tabla siguiente se establecen las pérdidas por rozamiento de cada uno de ellos, considerando el caudal y la presión antes calculados, haciendo referencia al diámetro de tubería también calculado. La tabla y gráfica para estas consideraciones se encuentran detalladas en anexos



Tabla #8 Pérdidas por rozamiento del sistema neumático

Presión: 2kg 28.5psi	g/cm²;	Caudal de 50lit/min	aire libre:	Diámetro de tubería: ¼"			
		Coeficien		Pérdidas a	le presión		
Accesorio	Cantidad	Coeficiente de pérdidas por rozamiento	de pérdida de carga por condiciones de instalación	Kg/cm ²	Pa (N/m²)	Psi (lb/pul²)	
Válvula de compuerta	1	0.427		0.0149	1461.2	0.211	
Electroválvula	2	0.240		0.0084	823.76	0.120	
Acoples para válvulas	4	0.012		0.00042	41.2	0.006	
Té de paso directo	2	0.015	0.035	0.000525	51.5	0.0075	
Té de paso lateral	1	0.076		0.00266	260.8	0.038	
Regulador del actuador	1	0.425		0.0148	1451.4	0.21	
Tramo de manguera	10m	0.035		0.0350	3432.3	0.5	
TOTAL DE PÉ	RDIDAS			0.076705	7522.16	1.0925	



Las pérdidas de carga por tramo de tubería y por accesorios son muy pequeñas debido a las pocas distancias existentes y a los pocos accesorios, este valor asciende a 7522.16 **Pa** ó 1.1 **psi.**

Por lo tanto la presión mínima en la red tendrá un valor final de 19 **Psi,** y un caudal de 41 **lit/min**, por razones de seguridad de la instalación se trabajará con una presión de 30 **Psi.**

Las demás partes del circuito neumático trabajarán con estos valores sin ningún inconveniente ya que son de menor capacidad y no desempeñan ninguna carga considerable.

A excepción de la válvula de seguridad que será calibrada a 2 veces la presión de trabajo nominal (160000Pa ó 60psi), por si se quisiera aumentar la velocidad de trabajo del sistema.

Está presión de seguridad no afecta ningún componente ya que el de menor resistencia soporta *120 psi* de presión (según especificaciones de fabricantes).

3.6 SISTEMA DE TRASLADO DE BOTELLAS.

El sistema de traslado de botellas es a través una base rectangular perforada en la cual ingresan 2 unidades. Consta de dos guías laterales, las cuales permiten el traslado lineal de la base en conjunto con las botellas.

A lo largo del recorrido se ubicarán las botoneras de posición las cuales nos darán las señales requeridas para las diferentes fases del proceso de envasado y taponado.



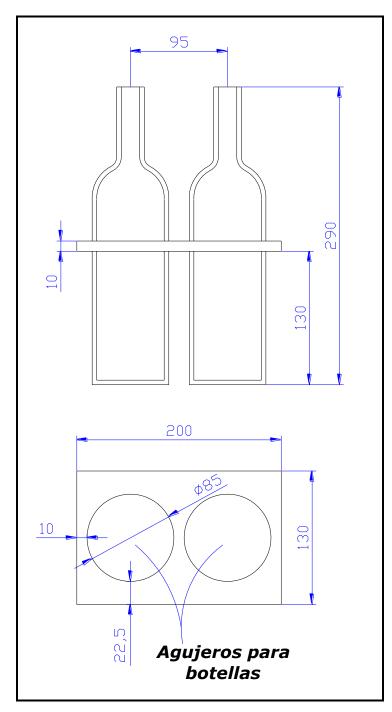


Figura 9. Base rectangular de botellas



3.6.1 Cálculo de fuerza del transportador de botellas

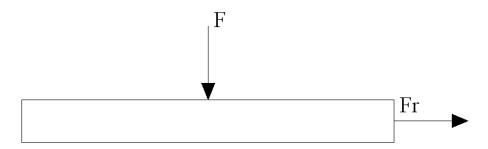


Figura 10. Fuerza ejercida en el transportador de botellas

Tabla # 9 se dan los valores de los coeficientes de rozamiento en reposo (μ_0) y en movimiento (μ_{roz}), para distintos pares de materiales. EDICIONES CEAC S.A. 1986.

Materiales en	Rozan	niento en rep	oso	Rozamiento en movimiento			
contacto	En seco	Lubricado	Mojado con agua	En seco	Lubricado	Mojado con agua	
Acero sobre	0,15	0,10	-	0,12	0,08	-	
acero							
Acero sobre	0,19	0,10	-	0,18	0,06	-	
bronce							
Acero sobre	0.61	-	-	0.41	-	-	
Aluminio							
Acero sobre	0,28	0,15	-	0,20	0,08	-	
fundición gris							
Acero sobre	0,56	0,10	-	0,50	0,09	0,24	
madera dura							
Banda de acero	-	-	-	0,18	-	0,10	
sobre fundición							
Bronce sobre	-	-	-	0,20	-	0,15	
bronce							
Corcho sobre	0,60	0,25	0,62	0,25	0,12	0,25	
metal							
Cuero sobre	-	-	-	0,35	0,30	-	
metal							
Fundición gris	0,30	0,15	-	0,28	0,08	0,10	
sobre bronce							



Fundición gris sobre fundición gris	0,28	0,10	-	0,20	0,08	0,15
Fundición gris sobre latón	0,28	-	-	0,20	0,08	-
Guarnición de freno sobre acero	-	-	-	0,45	-	-
Madera de álamo sobre acero	-	-	-	0,30	0,20	-
Madera de álamo sobre fundición	-	-	-	0,28	0,10	0,20
Poliamida 66 sobre acero	0,35	0,11	0,30	-	-	-
Poliamida 66 sobre poliamida 66	0,37	0,15	0,23	-	-	-
Tejido de algodón con resina artificial sobre acero o fundición	-	-	-	0,40	0,15	0,25
Tejido de amianto con resina artificial sobre acero o fundición	-	-	-	0,51	0,15	0,25

F = 12Kg

n1 = 30rpm

r = 0.025m Radio del piñón

F= Peso del carro transportador

n1= rpm del carro transportador

r= radio del piñón

Escogemos el coeficiente de fricción de acero sobre acero $\mu = 0.12$

$$Ft = F * 2Fr$$

$$Ft = 2.88$$

Ft= fuerza para poder mover el carro transportador



3.6.2 Cálculo de la potencia del motor

$$N = \frac{Ft * 2 * \pi * r * n1}{75 * 60} \qquad N = 0.003HP$$

Ft = Fuerza para poder mover el carro transportador

r = radio del piñón

n1 = rpm del carro transportador

N = Potencia

La potencia calculada multiplicamos con el coeficiente de seguridad que es de

$$\eta 1 = 3$$

$$\eta 2 = 4$$

$$\eta 3 = 1.5$$

(Libro de stiopin)

$$\eta = \eta 1 * \eta 2 * \eta 3$$
 $\eta = 18$

$$Nt = N * 18$$

$$Nt = 0.054HP$$

Nt= potencia total para mover el carro transportador

N= potencia

Por motivos de seguridad escogemos un motor 0.5 HP

3.7 SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR POLEAS

El sistema de transmisión que transforma el movimiento angular en lineal, está conformado por las partes mostradas en el esquema siguiente:



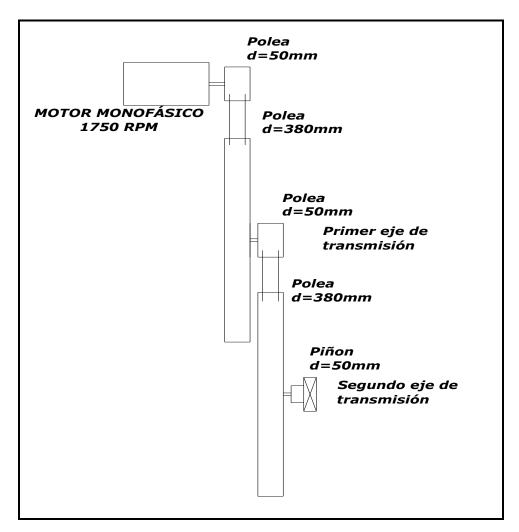


Figura 11. Componentes del sistema de transmisión de poleas.

Las relaciones de transmisión y las velocidades de trabajo están detalladas en los siguientes cálculos:

n = 1750rpm Revoluciones del motor

P = 0.5HP Potencia del motor (0.373KW)

D1 = 50mm Diámetro de la polea conductora

D2 = 380mm Diámetro de la rueda conducida

Para el cálculo de las poleas y bandas se hará en dos transmisiones para obtener una salida de 30rpm.

Tenemos:

Como ya tenemos las poleas calculamos la relación de transmisión.



$$i = \sqrt{\frac{1750}{30}} \quad i = 7.6$$

Calculamos las rpm de la primera transmisión.

$$n1 = \frac{n}{i} \quad n1 = 230rpm$$

n1 = Rpm de la primera transmisión

3.7.1 Velocidades angulares

$$W1 = \frac{2 * n * \pi}{60} \qquad W1 = 183.26 rad / s$$

W1 =Velocidad angular del motor

$$W2 = \frac{W1}{i} \quad W2 = 24 rad / s$$

W2 = Velocidad angular de la primera transmisión

5.7.2 Sección de la banda

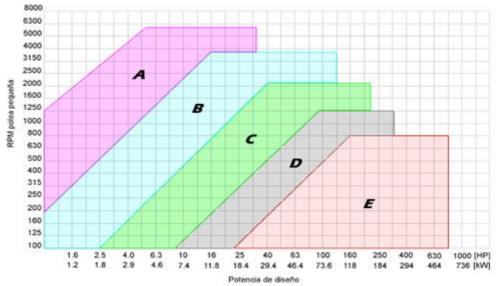


Figura 12. Gráfico de la selección del perfil de correa

NOTA: - Banda Z < 2Kw - Banda F > 200Kw

Como el rpm del motor es de 1750 y la potencia de 0.5HP la banda adecuada será de serie Z, porque la potencia de diseño menor que 2KW ver la tabla.



Tabla	#	10	Tipos	de	bandas
-------	---	----	-------	----	--------

Sección	W	Lp	То	Lp (mm)	d. mínimo
Z	10	8.5	6	400-2500	63
A	13	11	8	560-4000	90
В	17	14	10.5	800-6300	125
С	22	19	13.5	1800-	200
				10000	
D	32	27	19	3150-	315
				14000	
Е	38	32	23.5	4500-	500
				18000	
F	50	42	30	6300-	800
				18000	

De la tabla escogemos los siguientes valores.

$$W = 10$$
 $Ip = 8.5$ $To = 6$ $Lp = 400 - 2500$ $D \min = 63 - 50$

3.7.3 Cálculo de la distancia entre ejes (mm).

 $D \min = 50mm$

D2 = 380mm

$$a \min = 0.55*(D \min + D2) + To$$
 $a \max = D \min + D2$ $amed = \frac{a \max + a \min}{2}$
 $a \min = 239.8mm$ $a \max = 430mm$ $amed = 334.9mm$

 $a \min = Distancia mínima entre ejes$

a max = Distancia máxima entre ejes

amed = Distancia media entre poleas

Para la construcción se escoge la distancia media.

3.7.4 Cálculo del largo de la banda

$$Lp = 2*amed + \frac{\pi}{2}*(D\min + d2) + \frac{(D2 - D\min)}{4*amed}$$

 $Lp = 1346mm$



Tabla # 11 (Lp) "Para Tipo Z"

Lp (mm)	Z
400	0,79
450	0,80
500	0,81
560	0,82
630	0,84
710	0,86
800	0,90
900	0,92
1000	0,94
1120	0,95
1250	0,98
1400	1,01
1600	1,04
1800	1,06
2000	1,08
2240	1,10
2500	1,30

De la tabla escogemos Lp. estandarizado que es de 1400mm

3.7.5 Ángulo de abrazamiento (grados)

$$\alpha = 180 - 57 * \frac{D2 - D\min}{amed} = 121$$

Potencia calculada (KW)

Los datos se escogen de las siguientes tablas.

Tabla # 12 (Po)

Sección de la			Frecue	Frecuencia de Giro del Motor (rpm).						
Banda	di	i								
Lp			400	800	950	1200	1450	2200	2400	2800
		1,2	0,26	0,47	0,55	0,66	0,77	1,08	1,15	1,28
	80	1,5	0,27	0,49	0,56	0,68	0,80	1,11	1,18	1,32
		>3	0,28	0,50	0,58	0,71	0,82	1,14	1,22	1,36
Z										
		1,2	0,42	0,76	0,88	1,07	1,25	1,72	1,84	2,04
	>112	1,5	0,43	0,78	0,91	1,10	1,29	1,78	1,90	2,11
		>3	0,44	0,81	0,94	1,14	1,33	1,84	1,96	2,17



Tabla # 13 (Cα)

Ángulo de Abrazamiento (α)		170	160	150	140	130	120	100	90
Cα	1,0	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,82	0,73	0,63

Tabla # 14 (θ)

Sección de la banda	Z	A	В	С	D	E	F
Θ	0,06	0,1	0,18	0,3	0,6	0,9	1,5

Tabla # 15 (Cz)

Z	2-3	4-6	>6
	0,95	0,90	0,85
$\mathbf{C}\mathbf{z}$			

Tabla # 16 (Cp).

Tipo de Servicio	Condiciones de Trabajo	Motor Eléctrico	Motor de E N>4	xplosión N<4
Lígero	Servicio intermitente- funcionamiento <6 horas, ninguna punta de carga.	1	1,1	1,2
Normal	Funcionamiento de 6+16 horas al día- puntas de carga o puesta en marcha <150% del trabajo a plena carga.	1,2	1,3	1,4
Pesado	Puesta en marcha <250% del trabajo a plena cargaservicio continuo 16+24 horas día.	1,4	1,5	1,6



$$Po = 0.44$$
 $Cp = 1$ $C\alpha = 0.82$ $CL = 1.01$ $Cz = 0.95$

$$Pp = Po*\frac{C\alpha*CL}{Cp}$$

$$Pp = 0.364KW$$

Donde:

Pp = Potencia de transmisión

3.7.6 Velocidad periférica V1 (m/s)

$$V1 = \frac{\pi * n * D \min}{60} \quad V1 = 4.6m / s$$

Donde:

V1 = Velocidad periférica

n = Rpm del motor

D min = Diámetro de la polea menor en metros

3.7.7 Número de bandas

$$Cz = 0.95$$
 $Pp = 0.364KW$ $P = 0.373KW$

$$Z = \frac{P}{Pp * Cz} \qquad Z = 1.07$$

Donde:

Z = Número de bandas

Se utiliza una banda trapezoidal.

3.7.8 Esfuerzo en el primer ramal (N)

Datos de tabla.

$$\Phi = 0.06$$
 $Z = 1$ $V1 = 4.6m/s$ $CL = 1.01$ $C\alpha = 0.82$ $Cp = 1$

$$So = \frac{850 * P * Cp * CL}{Z * V1 * C\alpha} + \Phi * V1^{2} \qquad So = 86N$$

Donde:

So = Esfuerzo en el primer ramal

P =Potencia del motor

V1 = Velocidad periférica



Z1 = Número de bandas

3.7.9 Fuerza aplicada en el eje (N)

$$Z = 1$$
 $\alpha = 121$

$$F = 2 * So * Z * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right) \qquad F = 150N$$

Donde:

F = Fuerza aplicada al eje

 α = Ángulo de abrazamiento

3.7.10 Determinamos las poleas de la segunda transmisión:

$$D3 = \frac{D2}{i} \quad D3 = 50mm$$

Donde:

i = La relación transmisión es la misma en la segunda transmisión

D3= Diámetro de la polea conductora

$$D4 = D1*i$$
 $D4 = 380mm$

D4= Diámetro de la rueda conducida

Calculamos las rpm de la segunda transmisión

$$n2 = \frac{n1}{i} \quad n2 = 30rpm$$

Donde:

n2 = Rpm de la segunda transmisión

3.7.11 Distancia entre ejes

 $D \min = 50mm$

D4 = 380mm

$$a \min = 0.55*(D \min + D4) + To$$
 $a \max = D \min + D4$ $amed = \frac{a \max + a \min}{2}$
 $a \min = 239.8mm$ $a \max = 430mm$ $amed = 334.9mm$

 $a \min = \text{Distancia mínima entre ejes}$



a max = Distancia máxima entre ejes

amed = Distancia media entre poleas

Para la construcción se escoge la distancia media.

3.7.12 Largo de la banda Lp (mm)

$$Lp = 2*amed + \frac{\pi}{2}*(D\min + D4) + \frac{(D4 - D\min)}{4*amed}$$

 $Lp = 1346mm$

3.7.13 Velocidad periférica V2 (m/s)

$$D4 = 0.380m$$

$$V2 = \frac{\pi * n2 * D4}{60} \qquad V2 = 0.6m/s$$

3.7.14 Esfuerzo del ramal (N)

Datos de tabla.

$$\Phi = 0.06$$
 $Z = 1$ $V1 = 0.6m/s$ $CL = 1.01$ $C\alpha = 0.82$ $Cp = 1$
$$So = \frac{850 * P * Cp * CL}{Z * V2 * C\alpha} + \Phi * V1^2$$
 $So = 651N$

Donde:

So =Esfuerzo en el segundo ramal

P =Potencia del motor

V2 = Velocidad periférica de la transmisión 2

Z1 = Numero de bandas

3.7.15 Fuerza aplicada en el segundo eje (N)

$$Z=1$$
 $\alpha=121$



$$F = 2 * So * Z * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right) \qquad F = 1133N$$

Donde:

F = Fuerza aplicada al eje

 α = Ángulo de abrazamiento

3.7.16 Cálculo del diámetro del eje 1

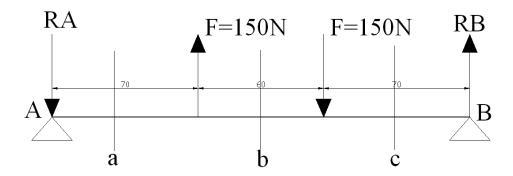


Figura 13. Cálculo del diámetro del primer eje

F=150N (15.3Kg)

$$\Sigma F y = 0$$

$$-RA + F - F + RB = 0$$

$$\Sigma MOA = 0$$

$$F*70 - F*130 + RB*200 = 0$$

Despejamos RB

$$RB = \frac{F*130 - F*70}{200} \qquad RB = 4.6Kg$$

Donde:

RB = RA por estar a la misma distancia

Determinamos la velocidad periférica

$$n1 = 230rpm$$
 $r = 0.05m$

$$V1 = \frac{2 * \pi * n1 * r}{60} \quad V1 = 1.20 m/s$$



3.7.17 Calculamos la potencia de transmisión

$$N = \frac{F * V1}{75} \qquad N = 0.25HP$$

Donde:

N = Potencia de transmisión del arbol

F = Fuerza ejercida por el eje

V1 = Velocidad periférica de la polea menor

3.7.18 Cálculo del torque

$$Mtor = 71620 * \frac{N}{n1}$$
 $Mtor = 77.85 Kg.cm$

3.7.19 Determinamos el momento flector máximo

Sección a-a

$$0 \le x \le 70$$

$$Mf = -x * RA \quad Mf = -322Kg - mm$$

Sección b-b

$$70 \le x \le 130$$

$$Mf = -x * RA + F * (x - 70)$$
 $Mf = 320Kg - mm$

Sección c-c

$$130 \le x \le 200$$

$$Mf = -x * RA + F * (x - 70) - F(x - 130)$$
 $Mf = 2Kg - mm$

$$Mflemax = 322Kg - mm$$
 $Mflemax = 32.2Kg - cm$

3.7.20 Calculamos el momento equivalente

$$Meq = \sqrt{Mflemax^2 + Mtor^2}$$
 $Meq = 84.25Kg - cm$

Para el diámetro del eje escogemos un eje de transmisión SAE 1018 punto de fluencia es de 40000PSI $\delta flex = 2816 Kg / cm^2$



3.7.21 Determinamos el diámetro del primer eje

$$D = \sqrt{\frac{10 * Meq}{\delta flex}}$$

$$D = 0.67cm$$
 $D = 6.7mm$

Esto multiplicamos por 4.5 coeficiente de seguridad [7] el diámetro es de 1"

El diámetro del segundo eje es de 1" por ser la misma transmisión con el mismo diámetro de poleas tal como vemos en la figura.

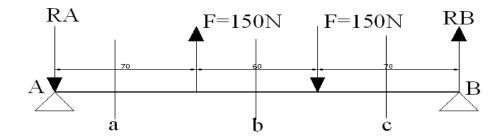


Figura 14. Cálculo del diámetro del segundo eje

El piñón ubicado en el segundo eje se conecta a través de una cadena la cual convierte el movimiento circular, en lineal. Esta velocidad tiene el siguiente valor:

3.8 Cálculo de la transmisión por cadenas.

En el accionamiento de destino general (para transportadores, máquinas agrícolas y de construcción, extractores de carbón) y otras máquinas, con distancias entre ejes considerables (hasta 5metros), se emplean generalmente las cadenas de rodillos y dentadas de transmisión.

En el caso simple la transmisión por cadena consta de una cadena y dos ruedas de estrellas: la conductora con números de dientes Z_1 y la conducida con número de dientes Z_2 . La rotación del árbol conducido se efectúa por el conductor mediante el engranaje a



cuenta del tensado de la cadena producido por la rueda de estrella conductora. Existen transmisiones por cadena reductora y multiplicadora.

Las transmisiones por cadena han adquirido gran difusión para potencias de hasta 100 Kw, a velocidades periféricas de hasta 15 m/s y relación de transmisión *i* hasta 7.

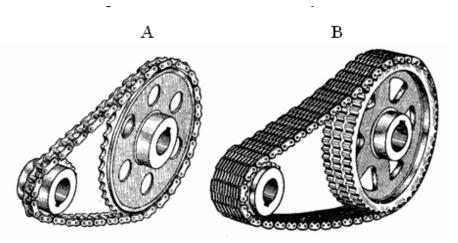


Fig. 1. Transmisiones por cadenas.

- A- Por cadena de rodillos.
- B- Dentadas

Figura 15 Transmisión por cadena

3.8.1 Cálculo de la potencia del diseño

Dado que las máquinas conducidas tienen formas particulares de funcionamiento, se deben prevenir fallas debidas a los golpes, vibraciones o tirones.

De forma similar, las máquinas motoras tienen formas particulares de funcionamiento, algunas son más suaves que otras, o tienen un impulso inicial o un giro a tirones.

Estas situaciones se consideran a través de un factor de servicio (C₁) que aumenta la potencia a transmitir para obtener la potencia de diseño que considera las características de la máquina y el motor utilizado.

En la Tabla No 18, es posible escoger el motor y la máquina que más se asemeja a los requerimientos de diseño. Se obtiene así el factor C_1 , el cual se multiplica por la potencia a transmitir, para obtener la *potencia de diseño*.



Tabla #17 Factor de servicio para cadenas de la Norma British Standard (BS)

norma BS	funcionamiento suave Motores eléctricos	Motores de funcionamiento medio impulsivo Motores de combustión multicilíndricos	impulsivo
Máquinas de carga co		T	T
Agitadores y mezcladores de líquidos y semilíquidos			
Alternadores y generadores			
Sopladores, extractores y ventiladores (centrífugos y de tamaño mediano)		1.05	1.50
Compresores centrífugos Elevadores y transportadores con		1,25	1,50
carga uniforme Maquinaria de industria de alimentos			
Bombas centrífugas Maquinas de imprentas.			
Máquinas de carga n	o constante		
Agitadores y mezcladores de soluciones sólidolíquido Sopladores,			
extractores y ventiladores de gran tamaño Mezcladoras de cemento Compresores de más		1,50	1,75
de 3 cilindros Grúas			



Transportadores y			
elevadores con carga			
no uniforme			
Bombas de dragado			
Maquinaria de			
lavandería			
Máquinas			
herramientas			
Molinos			
Máquinas de funciona	amiento disparejo		
Alternadores y			
generadores de			
soldadoras			
Compresores de uno o			
dos cilindros			
Excavadoras			
Trituradoras	1,75	2,00	2,25
Alimentadoras	1,73	2,00	2,23
vibratorias			
Sierras circulares y			
lineales			
Molinos de martillos			
y de mandíbula			
Maquinaria minera			

3.8.2 Determinación de la relación de transmisión

La razón entre la velocidad del eje más rápido dividido por la velocidad del eje más lento, es la relación de transmisión "i". Con este valor se obtiene el tamaño de las catalinas a utilizar.

La relación "i" debe corresponder a la razón entre la cantidad de dientes de la catalina grande (la del eje más lento) denominada corona dividida por la cantidad de dientes de la catalina pequeña (la del eje más rápido) denominada piñón.

$$i = Z_c / Z_p$$

Donde:

Z_c: cantidad de dientes de la corona

Z_p: cantidad de dientes del piñón



En el caso del piñón la cantidad mínima de dientes para un giro más suave de la corona es de 15. Para esta selección se considerarán 19 dientes en el piñón. De ésta forma:

$$i = Z_c / 19$$

Como este valor de "i" usualmente no coincide con el calculado, se escoge Z_c lo más cercano al ideal.

Existen catalinas de stock pero con cierta frecuencia hay que fabricar aquellas con cantidad de dientes no estándar.

Se debe comprobar en la Tabla No 20 si el diámetro del eje que se conectará al piñón tiene un tamaño adecuado, de ser muy grande, debe escoger un piñón con más dientes:

Tabla # 18 Relación del paso, número de dientes del piñón y el diámetro del eje máximo.

Paso de la cadena:	3/8''											
Z _p de stock	19	20	21	23	25	30	38	57	76	95	114	150
Eje de diámetro máximo	28	32	35	42	42	35	42	45	45	50	50	50
Paso de la cadena:	1/2''									•		
Z _p de stock	19	20	21	23	25	30	38	57	76	95	114	
Eje de diámetro máximo	42	45	48	48	48	45	50	50	50	50	50	
Paso de la cadena:	5/8''		•	1	1	•		•	1	1	•	
Z _p de stock	19	20	21	23	25	30	38	57	76	95	114	
Eje de diámetro máximo	50	50	55	55	55	50	50	50	50	50	75	
Paso de la cadena:	3/4''									•		
Z _p de stock	19	20	21	23	25	27	30	38	57	76	95	114
Eje de diámetro máximo	55	55	55	55	55	55	55	50	55	55	65	75
Paso de la cadena:	1''		•	1	1	•		•	1	1	•	
Z _p de stock	19	20	21	23	25	30	38	57	76	95	114	
Eje de diámetro máximo	75	75	75	75	75	75	65	75	75	75	100	
Paso de la cadena:	11/4"	1 ^{1/4} "								•		



Z _p de stock	19	21	23	25	38	57	76			
Eje de diámetro máximo	90	90	90	90	90	95	100			
Paso de la cadena:	11/2"			1	1		1		l	
Z _p de stock	19	21	23	25	38	57	76			
Eje de diámetro máximo	100	100	100	100	100	110	125			
Paso de la cadena:	13/4"									
Z _p de stock	19	21	23	25	38	57	76			
Eje de diámetro máximo	110	110	110	110	110	125	140			
Paso de la cadena:	2''									
Z _p de stock	19	21	23	25	38	57	76			
Eje de diámetro máximo	125	125	125	125	125	140	150			

5.8.3 Cálculo de la distancia entre centros y largo de la cadena

Para una vida útil adecuada se recomiendan las siguientes relaciones entre la distancia entre centros (a_w) y el paso (p):

Tabla # 19 Distancia entre centros

Paso	[inch]	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	$1^{-1}/_{2}$	1 3/4	2
(p)	[mm]	9,525	12,70	15,875	19,05	25,40	31,75	38,10	44,45	50,80
$a_{\rm w}$	[mm]	450	600	750	900	1000	1200	1350	1500	1700

El tamaño de una cadena está representado por la separación entre ejes de los rodillos, llamada paso (p). Existen en la serie BS (British Standart) los pasos: 3/8" (9,525mm), 1/2" (12,70mm), 5/8" (15,875mm), 3/4" (19,05mm), 1" (25,40mm), $1^{1}/4$ " (31,75mm), $1^{1}/2$ " (38,10mm), $1^{3}/4$ " (44,45mm) y 2" (50,80mm) que son los de uso más común. Además las cadenas pueden ser de una, dos ó tres hileras de cadenas iguales en paralelo.

A mayor paso y a mayor cantidad de hileras, la cadena resiste mayor carga.



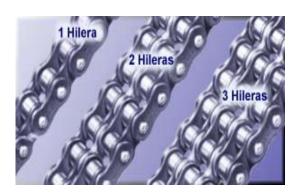


Figura 16. Tipos de cadenas

El largo de una cadena se expresa en cantidad de pasos, los cuales deben ser una cifra par con objeto de unir los extremos usando un eslabón desmontable llamado "candado".



Figura 17 pasaos de la cadena

La fórmula para el largo de la cadena "L" es:

$$L = (Z_p + Z_c)/2 + A + X/A + Y;$$
 $A = (2 * a_w)/p$

Donde:

 Z_p : Cantidad de dientes del piñón.

Z_c: cantidad de dientes de la corona.

p: paso de la cadena.

aw: distancia entre centros.

X: factor obtenido de la Tabla No 19 en función de $(Z_c - Z_p)$.

Y: valor a agregar para que "L" sea una cifra entera y par.



Tabla # 20 Factor de servicio X

Factor X							
$(\mathbf{Z}_{c} - \mathbf{Z}_{p})$	X	$(\mathbf{Z}_{c} - \mathbf{Z}_{p})$	X	$(\mathbf{Z}_{\mathbf{c}} - \mathbf{Z}_{\mathbf{p}})$	X	$(\mathbf{Z}_{c} - \mathbf{Z}_{p})$	X
1	0.06	39	77.06	77	300.36	115	669.98
2	0.20	40	81.06	78	308.22	116	681.68
3	0.46	41	85.16	79	316.18	117	693.50
4	0.82	42	89.36	80	324.22	118	705.40
5	1.26	43	93.68	81	332.38	119	717.40
6	1.82	44	98.08	82	340.64	120	729.52
7	2.48	45	102.58	83	349.00	121	741.72
8	3.24	46	107.20	84	357.46	122	754.04
9	4.10	47	111.90	85	366.02	123	766.44
10	5.06	48	116.72	86	374.68	124	778.96
11	6.12	49	121.64	87	383.46	125	791.58
12	7.30	50	126.66	88	392.32	126	804.28
13	8.56	51	131.76	89	401.28	127	817.10
14	9.92	52	136.98	90	410.36	128	830.02
15	11.40	53	142.30	91	419.52	129	843.04
16	12.96	54	147.72	92	428.80	130	856.16
17	14.64	55	153.24	93	438.16	131	869.38
18	16.42	56	158.88	94	447.64	132	882.72
19	18.28	57	164.60	95	457.22	133	896.14
20	20.26	58	170.42	96	466.88	134	909.66
21	22.34	59	176.34	97	476.66	135	923.28
22	24.52	60	182.38	98	486.54	136	937.02
23	26.80	61	188.50	99	496.52	137	950.84
24	29.18	62	194.74	100	506.60	138	964.78
25	31.66	63	201.08	101	516.78	139	978.82
26	34.24	64	207.50	102	527.08	140	992.94
27	36.94	65	214.04	103	537.46	141	1007.18
28	39.72	66	220.68	104	547.94	142	1021.52
29	42.60	67	227.42	105	558.54	143	1035.96
30	45.60	68	234.26	106	569.34	144	1050.50
31	48.68	69	241.20	107	580.02	145	1065.14
32	51.88	70	248.24	108	590.90	146	1079.88
33	55.16	71	255.38	109	601.90	147	1094.72
34	58.56	72	262.62	110	613.00	148	1109.66
35	62.06	73	269.98	111	624.18	149	1124.72
36	65.66	74	277.42	112	635.48	150	1139.86
37	69.36	75	284.96	113	646.88		L
38	73.16	76	292.62	114	658.38		



3.8.4 Selección del tamaño y cantidad de cadenas en paralelo

Con el valor de la potencia de diseño (C₁ x Potencia a transmitir) y la velocidad del eje rápido, se consulta el gráfico siguiente, en donde las columnas de la izquierda se indica la potencia que puede transmitir una cadena simple, una de doble hilera y una de triple hilera. Se ubican en estas 3 columnas el valor de la potencia de diseño en [Kw.], se mueve horizontalmente hasta la velocidad del eje rápido (generalmente la velocidad del piñón). Se determinan de esta forma, 3 puntos ubicados sobre los gráficos. Cada paso está representado por una zona de igual color, los 3 puntos indican el paso que se recomienda usar.



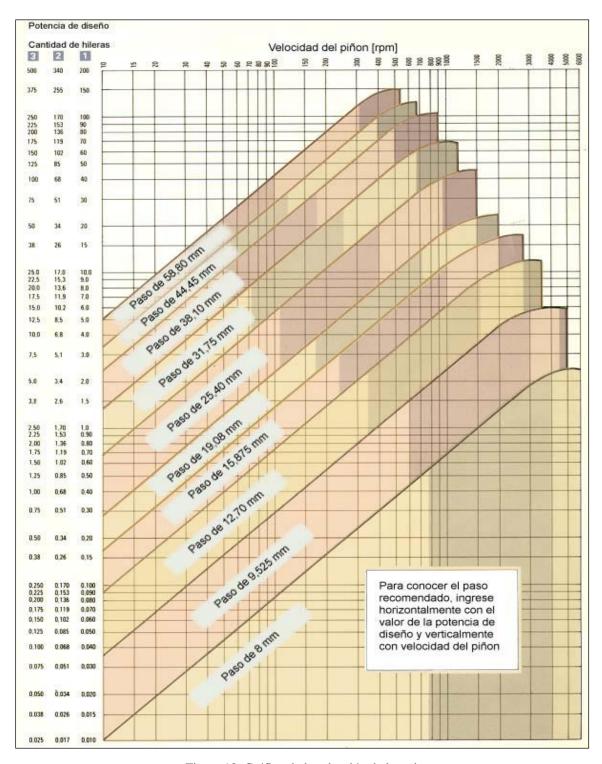


Figura 18. Gráfico de la selección de la cadena

Observación: Las curvas mostradas en el gráfico, son recomendaciones para un piñón de 19 dientes.



3.8.5 La selección del número de dientes \mathbb{Z}_1 de la rueda menor.

Para disminuir las dimensiones exteriores de la transmisión el número de dientes de la rueda piñón debe ser lo menor posible. No obstante, hay que tener en cuenta que con la disminución de Z_1 aumentan los ángulos de viraje de los eslabones de la cadena lo que propicia el desgaste y el surgimiento de considerables cargas dinámicas.

El valor del número de dientes Z_1 se puede elegir por la Tabla No 21, conforme a la magnitud de la relación de transmisión.

El número de diente de la rueda mayor se determina por:

$$Z_2 = i.Z_1$$

Donde: i.- es la relación de transmisión.

El número de dientes de la rueda mayor se recomienda que sea impar. El número máximo de dientes no debe ser mayor de:

 $Z_{2 \text{ máx}} \le 120$ Cadenas de rodillos.

 $Z_{2 \text{ máx}} \le 140$ Cadenas dentadas.

Tabla # 21 Número de dientes en función de la relación de transmisión

Relación de transmisión;	Hasta 2	23	34	45	56	6
(i)						
Número de diente;	31 -27	27-25	25-23	23-21	21-17	17-15
(Z_1)						

Los valores grandes de Z_1 son para las transmisiones rápidas. Siendo $V \ge 25$ m/s se recomienda fijar $Z_1 \ge 35$. Para las transmisiones lentas ($V \ge 2$ m/s) el valor de Z_1 puede estar en el límite inferior que se presenta en la tabla pero nunca inferior a $Z_{min} = 15$

Los números mínimos de dientes de las ruedas se limitan por el desgaste de los pasadores, por las cargas dinámicas y por el ruido de las transmisiones. Cuando menor es el número de dientes de las ruedas, tanto mayor es el desgaste.

Es preferible elegir el número de dientes de las ruedas (sobre todo de la rueda pequeña), en combinación con el número par de eslabones de la cadena para que el desgaste sea uniforme. Desde el punto de vista del desgaste, es mucho más favorable elegir el número de dientes de la rueda pequeña a partir de una serie de números primos.

3.8.6 Determinación del Coeficiente de Explotación K_e

El coeficiente de explotación K_e puede representarse como el producto de coeficientes particulares.



$$K_e = K_{cd} \cdot K_a \cdot K_i \cdot K_r \cdot K_l \cdot K_{reg}$$

Donde:

 K_{cd} = Coeficiente de las cargas dinámicas:

$$K_{cd} = 1$$
 (Carga estática)

 $K_{cd} = 1,2...1,8$ (Carga de choque)

 K_a = Coeficiente que toma en consideración la distancia entre los ejes.

 K_a =0,9; Si: a_w = (60 - 80) x t

 $K_a=1$; Si: $a_w = (30 - 50) \times t$

 $K_a=1,25$; Si: $a_w < 25 x t$

Aquí: t es el paso de la cadena; en mm

 K_i = Coeficiente que depende de la posición de la transmisión.

 $K_i = 1$ (Si la línea de centros está inclinada un ángulo menor de 60°)

 $K_i = 1,25$ (Si la línea de centros está inclinada un ángulo superior de 60°)

 K_r = Coeficiente que tiene en cuenta la posibilidad de regular la distancia entre los ejes.

 $K_r = 1$ (Con regulación)

 $K_r = 1,25$ (No regulable)

 K_l = Coeficiente que depende de la lubricación.

 $K_l = 1,5$ (Lubricación periódica); (V < 4 m/s).

 $K_l = 0.8$ (Lubricación continua en baño de aceite o por bomba);

(V = 4 - 8 m/s).

 $K_l = 1$ (Lubricación regular por goteo o bien para la lubricación en el interior de las articulaciones); (V > 8 m/s)



 K_{reg} = Coeficiente del régimen de trabajo de la transmisión.

 $K_{reg} = 1$ (Un solo turno de trabajo)

 $K_{reg} = 1,25$ (Para dos turnos de trabajo)

 $K_{reg} = 1,45$ (Para tres turnos de trabajo)

<u>Observación</u>: Si el coeficiente K_e , según los cálculos, es mayor que 3 es necesario tomar medidas constructivas para mejorar el trabajo de la transmisión por cadena.

3.8.7 Cálculo preliminar de la presión admisible en las articulaciones

El cálculo preliminar de la presión admisible en las articulaciones [p]_o, en Kgf/mm², se realiza de la siguiente manera:

- Según sea el paso (t) de la transmisión, y para una velocidad de rotación determinada del piñón de una transmisión de cadena de rodillos (n₁), en la Tabla No 22 se establece la magnitud de la presión admisible en las articulaciones [p]_o, en Kgf/mm²
- También puede determinarse la presión admisible media en las articulaciones por la Tabla No 22, en función de la velocidad de rotación del piñón. En este caso, se determina el promedio de las presiones admisibles correspondientes a dicha velocidad.

Tabla # 22 Selección de la presión admisible en las articulaciones en función de velocidad de rotación del piñón

Paso t, mm	Veloci	elocidad de rotación de la estrella menor, en r.p.m									
	≤50	≤200	≤400	≤600	≤800	≤1000	≤120	≤160	≤200		≤280
							0	0	0	≤2400	0
	Presió rodillo	esión admisible en las articulaciones [po], en kgf/mm² (para cadenas de dillos)									
12,7 y 15,875	3,5	3,15	2,85	2,6	2,4	2,25	2,1	1,85	1,65	1,5	1,4
19,05 y 25,4	3,5	3,0	2,6	2,35	2,1	1,9	1,75	1,5	-	-	-
31,75 y 38,1	3,5	2,9	2,1	1,75	1,5	-	_	_	-	-	-
44,45 y 50,8	3,5	2,6	2,1	1,75	1,5	-	-	-	-	-	-



Sí por ejemplo:

 $n_1 = 800 \text{ r.p.m.}$

Considerando que se trata de una cadena de rodillo, se determinan el promedio de las presiones admisibles en las articulaciones correspondientes a dicha velocidad. De esta forma la presión admisible media en las articulaciones será:

$$[p_0] = \frac{2,4+2,1+1,5+1,5}{4}$$

El valor de la presión media admisible de la articulación será:

$$[p]_0 = 1,875 \text{ kgf/mm}^2$$

3.8.8 Determinación del paso de la cadena

Según la frecuencia de rotación del piñón n₁, en r.p.m., por las Tablas No 23 y 24 se toman los posibles pasos de cadenas que se pueden utilizar.

Tabla # 23 Selección del paso de las cadenas (norma soviética)

Tipo de cadena	Velocidad de Rotación	Paso de la cadena t, (mm)											
	(rev/min)	8	9,52	12,7	15,8 75	19,0 5	25,4	31,7 5	38,1	44,4 5	50,8	63,5	78,1
De rodillo:	n _{mr}	300 0	250 0	1250	1000	900	800	630	500	400	300	200	150
ПР, ПРҮ, ПРІ	n _{lim}	600	500 0	3100	2300	1800	1200	1000	900	600	450	300	210

Donde:

n_{mr}= Frecuencia de rotación máxima recomendable.

n_{lim}= Frecuencia de rotación límite.

Tabla # 24 Selección del paso de las cadenas (norma europea DIN 8187)

Relaci	ón entre	la velocio	lad n y el	paso de	la cadena	р							
Paso p	mm in.	8	9,525 3/a"	12,7 1/2"	15,875 5/8"	19,05	25,4 1"	31,75 11/4"	38,1 11/2"	44,45 1 ³ / ₄ "	50,8 2"	63,5 21/2"	76,2 3"
Velocid n _{max}		6000	5000	3600	2700	2000	1500	1200	900	700	550	450	300



El paso de la cadena es el parámetro principal de la transmisión por cadena. Las cadenas con gran paso tienen alta capacidad portante, pero aguantan velocidades de rotación notablemente menores, trabajan con grandes cargas dinámicas y ruido. Conviene seleccionar la cadena con un paso mínimo admisible para la carga dada.

Casi siempre $a_w/80 \le t \le a_w/25$, para las cadenas de rodillos es posible reducir el paso empleando cadenas multiramales.

Al diseñar las transmisiones por cadena de manguitos y de rodillos monoramales el paso se determina por:

$$t \ge 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_1 \cdot K_e}{[p_0] \cdot Z_1 \cdot n_1}}$$
; mm

Donde:

 $N_{1=}$ Es la potencia de la estrella conductora, en KW.

n₁₌ Es la frecuencia de rotación del piñón, en rev/mín.

Z₁₌ Es el número de dientes del piñón.

[p₀]= Es la presión admisible media en las articulaciones, en kgf/mm².

Posteriormente se normaliza el paso, según los pasos normalizados para cadenas de rodillos (Ver Tablas No 23 y 24)

Según el paso normalizado se toma el tipo de cadena y los parámetros fundamentales, en la Tabla No 25.

Tabla # 25 Parámetros fundamentales de la cadena

Tipo de	Paso de	Masa de	Distancia	Diám.	Diám.	Ancho	Carga	Anchura	Proyecc
cadena	la	1 m de	entre placas	del	del	la placa	de	del	. de la
	cadena;	cadena;	interiores;	pasador	rodillo;	interior;	rotura;	eslabón	superf.
	t	q	\mathbf{B}_{i}	;	D	b	Q	interior;	del
	(mm)	(Kg/m)	(mm)	d	(mm)	(mm)	(kgf)	В	pasador;
			[no menos	(mm)				(mm)	F
			de]						(mm^2)
Casquillo	9,525	0,44	7,60	3,59	5	8,80	1100	11,20	40



simple	9,525	0,62	9,52	4,45	6	9,85	1200	13,44	60
(ΠB)									
Rod.	(8,00)	0,18	3,00	2,31	5,0	7,11	460	4,77	11
simple	9,525	0,41	5,72	3,28	6,35	8,26	900	8,53	28
(ΠP)	(12,70)	0,31	3,30	3,66	7,75	9,91	900	5,80	21
	(12,70)	0,62	5,40	4,45	8,51	11,81	1800	8,90	40
	12,70	0,71	7,75	4,45	8,51	11,81	1800	11,30	50
	(15,875)	0,80	6,48	5,08	10,16	14,73	2300	10,78	55
	15,875	0,96	9,65	5,08	10,16	14,73	2300	13,95	71
	19,05	1,52	12,70	5,96	11,91	18,08	2500	17,75	105
	25,40	2,57	15,88	7,95	15,88	24,13	5000	22,61	180
	31,75	3,73	19,05	9,55	19,05	30,18	7000	27,46	260
	38,10	5,50	25,40	11,12	22,23	36,10'	10000	35,46	395
	44,45	7,50	25,40	12,72	25,40	42,24	13000	37,19	475
	50,80	9,70	31,75	14,29	28,58	48,26	16000	45,21	645

Observación: Las columnas negritas corresponden a los parámetros fundamentales.

Los pasos en paréntesis no tienen la semejanza geométrica absoluta

Después de seleccionar la cadena es necesario que se compruebe que la frecuencia de rotación de la rueda de estrella conductora (menor) n₁, no exceda el valor límite de la frecuencia de rotación fijada para el paso dado, según lo dispuesto en la Tabla No 23.

Si $n_1 > n_{lim}$ (transmisiones rápidas) se escogen las cadenas multirramales garantizando con esto la capacidad de trabajo de las mismas.

3.8.9 Determinación de la distancia entre los ejes de rotación de las ruedas y longitud de la cadena.

La distancia mínima entre los ejes $a_{mín}$ (mm) se determina por la condición de que el ángulo de abrazado por la cadena en la rueda menor no debe ser menor de 120°

Con i > 3
$$a_{\min} = \frac{D_1 + D_2}{2} \cdot \left[\frac{9+i}{10} \right]$$

Donde: D_1 y D_2 son los diámetros exteriores de las ruedas conductora y conducida, en mm.



La óptima distancia entre los ejes es:

$$a_{op} = (30...50)t$$
; mm

Generalmente, la distancia entre los ejes se recomienda limitarla por el valor de:

$$a_{m\acute{a}x} = 80.t$$
; mm

El número requerido de eslabones de una cadena W se determina por la distancia entre los ejes previamente seleccionada (generalmente se toma la distancia óptima), por el paso y los números de dientes de las ruedas Z_1 y Z_2 :

$$W = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2 \cdot a_{op}}{t} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2 \cdot \pi}\right)^2 \cdot \frac{t}{a_{op}}$$

Posteriormente se redondea a un número par de eslabones.

En esta fórmula se deduce que los primeros términos dan el número requerido de eslabones sí $Z_1 = Z_2$; Cuando los ramales de la cadena son paralelos, el tercer término tiene en cuenta la inclinación de los mismos.

La distancia entre los ejes de las ruedas según el número elegido de eslabones de la cadena (sin tener en cuenta la flecha de ésta) viene dada por la fórmula siguiente:

$$a_{w} = \frac{t}{4} \cdot \left[W - \frac{Z_{1} + Z_{2}}{2} + \sqrt{\left(W - \frac{Z_{1} + Z_{2}}{2}\right)^{2} - 8\left(\frac{Z_{2} - Z_{1}}{2\pi}\right)^{2}} \right]$$

Para garantizar un buen trabajo de la transmisión por cadena con la distancia interaxial no regulable, el ramal conductor debe ser flexionado con cierta magnitud. Por tanto durante el montaje se hace un poco más corta la distancia entre los ejes. A fin de asegurar la flecha de la cadena, la distancia entre los ejes se reduce en:

$$a_r = a_w - (0,002...0,004). a_w$$

3.8.10 Determinación de la velocidad de la cadena

La velocidad de las cadenas y de rotación de las ruedas se limita por el desgaste de las primeras, ya que al aumentar la velocidad aumentan también la distancia de rozamiento por unidad de tiempo y la fuerza de choque de la cadena contra la rueda, así como por el ruido de las transmisiones. Habitualmente, las velocidades de las cadenas se seleccionan



hasta 15 m/s. En las transmisiones rápidas de cadena de alta calidad, de pasos pequeños, con gran número de dientes de las estrellas y buena lubricación, las velocidades alcanzan 30 – 50 m/s.

La velocidad media de la cadena se determina por:

$$v = \frac{Z \cdot n \cdot t}{60000}$$
; m/s

Donde:

z = Es el número de dientes de la rueda

n = Es la frecuencia de rotación de la rueda; en r.p.m.

t = Es el paso de la cadena; en mm.

3.8.11 Determinación del número de choques

El número de choques de la cadena se determina por la expresión:

$$\mathcal{G} = \frac{4 \cdot Z_1 \cdot n_1}{60 \cdot W} \le \left[\mathcal{G}\right] ; s^{-1}$$

El número admisible de choques se da en la Tabla No 26 según el paso de la cadena.

Tabla # 26 Número admisible de choques

Paso de la cadena;	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75	38,1	44,45	50,8
t, (mm)								
$[\mathcal{G}], s^{-1}$	40	30	25	20	16	14	12	10

3.8.12 Cálculo del esfuerzo tangencial

El esfuerzo tangencial para las cadenas de rodillos monoramales, normales y reforzados, que actúa sobre la cadena viene dada por:

$$F_t = \frac{1000 \cdot N_1}{v}$$
; N

Donde:

 N_1 = Es la potencia a transmitir por la estrella pequeña; en Kw.

v = Es la velocidad de rotación de la cadena; en m/s.



El esfuerzo tangencial útil admisible que puede transmitir la cadena se puede expresar como:

$$(F_t)_{adm} = \frac{[p_o] \cdot F}{K_o}$$
; kgf

Donde:

 $[p_o]$ = Es la presión admisible precisada para el paso normalizado, en kgf/mm². (Ver Tabla No 22)

 $F = \text{Es la proyección de la superficie del pasador, en mm}^2$. Ver tabla No 25

Por lo tanto una vez calculado se compara (considerando las mismas unidades para el esfuerzo):

$$F_t < (F_t)_{adm}$$

Si no se cumple la condición se vuelve a tomar otro paso o tipo de cadena.

3.8.13 Cálculo del coeficiente de seguridad de la cadena:

$$s = \frac{Q}{k_{cd} \cdot F_t + F_c + F_a} \ge [s]$$

Donde:

Q = Es la carga de rotura para el tipo de cadena seleccionado; en kgf. (Ver Tabla No 25)

 k_{cd} = Es el coeficiente de la carga dinámica.

 F_t = Es el esfuerzo tangencial que actúa sobre la cadena; en kgf.

 F_c = Es el esfuerzo centrífugo que actúa sobre la cadena; en kgf. El esfuerzo centrífugo se determina por la fórmula siguiente:

$$F_c = \frac{q \cdot v^2}{g}$$
; kgf

Donde:

q =Es la masa de 1m de la longitud de la cadena; en kg/m. (Ver Tabla # 25)

v =Es la velocidad de la cadena, en m/s.

g= Es la aceleración de la gravedad; $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

 $F_q =$ Es el esfuerzo debido al pandeo de la cadena, en kgf.

Que se determina por la fórmula siguiente:



$$F_q = k_f \cdot q \cdot a$$
; kgf.

Donde:

 $k_f = 6$; Para la transmisión horizontal.

 k_f = 4; Para la transmisión, si el ángulo de inclinación respecto a la horizontal es de 40° como máximo.

 k_f = 2; Para la transmisión, si el ángulo de inclinación respecto a la horizontal es mayor de 40°

 $k_f = 1$; Para la transmisión vertical.

 $a = \operatorname{Es} \operatorname{la} \operatorname{distancia} \operatorname{interaxial} \operatorname{precisada}, \operatorname{en} \operatorname{m}.$

[s] = Es el coeficiente de seguridad para el tipo de cadena. (Ver Tabla No 27)

Tabla #27 Coeficiente de seguridad admisible para la cadena

Paso t;	[s]; co	[s]; coeficiente de seguridad según n ₁ , en r.p.m.										
(mm)												
	< 50	<200	<400	<600	<800	<1000	<1200	<1600	<2000	<2400	<2800	
12,715,875	7	7,8	8,5	9,3	10,2	11	11,7	13,2	14,8	16,3	18	
19,0525,40	7	8,2	9,3	10,3	11,7	12,9	14,0	16,3	1	1	-	
31,7538,10	7	8,5	10,2	13,2	14,8	16,3	19,5	-	-	-	-	
44,4550,8	7	9,3	11,7	14	16,3	-	-	-	-	-	-	

Datos.

$$n_1 = 30r.p.m$$

$$n_2 = 30r.p.m.$$

$$a_w = 500 mm$$

$$N_1 = 0.5hp$$
 $N_1 = 0.373KW$

♣ Cálculo de la relación de transmisión i.

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$
 Ecuación (3.26)
$$i = 1$$

Seleccionamos el número de dientes del piñón en función de la relación de transmisión por la tabla 3.15



$$Z_1 = 13$$

El número de dientes de la rueda estrellada es.

$$Z_2 = Z_1 * i$$
 $Z_2 = 13 dientes$

 \blacksquare Determinamos en tabla el paso en función de la velocidad por rotación n_1 :

t = 15.875mm

lacktriangle Calculamos el coeficiente de explotación K_{μ}

$$K_e = K_{cd} \cdot K_a \cdot K_i \cdot K_r \cdot K_l \cdot K_{reg}$$

$$K_{cd} = 1.2$$

$$K_a = 0.9$$

$$K_i = 1.25$$

$$K_r = 1.25$$

$$K_1 = 1.5$$

$$K_{reg} = 1.45$$

$$K_e = 1.2 * 0.9 * 1.25 * 1.25 * 1.5 \cdot 1.45$$

$$K_e = 3.67$$

El cálculo del coeficiente de carga es superior a 3, es necesario tomar medidas para mejorar el trabajo de la transmisión.

$$K_e = 1*0.9*1*1*1*1$$

$$K_e = 0.9$$

lacktriangleq Cálculo de la presión admisible $\left[p_0\right]$ en las articulaciones se escoge en la tabla 3.17.

$$[p_0] = \frac{3.5 + 3.5 + 3.5 + 3.5}{4}$$

$$[p_0] = 3.5 Kg / mm^2$$



♣ Se calcula el paso para una cadena monoramal.

$$t \ge 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_1 \cdot K_e}{[p_0] \cdot Z_1 \cdot n_1}}$$
 Ecuación (3.31).

$$t \ge 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{0.373 \cdot 0.9}{3.5 \cdot 13 \cdot 30}}$$

$$t \ge 17.54mm$$

Normalizando el paso según los pasos normalizados para cadenas de rodillos, ver tablas 3.17 y 3.18.

t = 15.875mm

Para el paso determinado se toma el tipo de cadena y los parámetros fundamentales siguientes de la Tabla No

- ✓ Masa de 1 m de cadena; q = 2,57 kg/m
- ✓ Distancia entre placas interiores; $B_i = 15,88 \text{ mm}$
- ✓ Diámetro del pasador; d = 7,95 mm
- ✓ Diámetro del rodillo; D =15,88 mm
- ✓ Ancho la placa interior; b = 24,13 mm
- ✓ Carga de rotura; Q = 5000 kgf
- ✓ Anchura del eslabón interior; B =22,61 mm
- ✓ Proyección de la superficie del pasador; F = 180 mm²
 - ♣ Se determina la distancia mínima entre ejes:

$$i \leq 3$$

$$a_{\text{min}} = \frac{D_1 + D_2}{2} + (30...50) \cdot mm$$
 Ecuación (3.32).

♣ Determinando el diámetro del círculo primitivo para ambas ruedas Ver tabla 3.22:

$$D_1 = \frac{15.875}{sen(180/13)} = 66mm$$

Por lo que
$$a_{min} = 96mm$$



La distancia interaxial ya está dada (500 mm) y corresponde que es mayor que el valor mínimo.

Se determina el número de eslabones:

$$W = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2 \cdot a}{t} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2 \cdot \pi}\right)^2 \cdot \frac{t}{a}$$
 Ecuación (3.36).

$$W = 25.35$$

Determinación de la velocidad de la cadena:

$$v = \frac{Z \cdot n \cdot t}{60000}$$
; m/s Ecuación (3.39).

$$v = \frac{13 \cdot 16 \cdot 15.875}{60000}$$
$$v = 0.055 \frac{m}{s}$$

Se comprueba la cadena al número admisible de choques:

$$\mathcal{G} = \frac{4 \cdot Z_1 \cdot n_1}{60 \cdot W} \le \left[\mathcal{G} \right] \text{ en 1/s} \qquad \text{Ecuación (3.40)}.$$

$$\mathcal{G} = \frac{4 \cdot 13 \cdot 30}{60 \cdot 100}$$

$$0.26 \times S^{-1} < \left[\mathcal{G} \right] = 30$$

$$0.26 \times S^{-1} \le \left[\mathcal{G} \right] = 30$$

Se comprueba la cadena al esfuerzo tangencial:

El esfuerzo tangencial para las cadenas de rodillos monoramales, normales y reforzados que actúa sobre la cadena viene dada por:

$$F_{t} = \frac{1000 \cdot N_{1}}{v}$$
 Ecuación (3.41).

$$F_{t} = \frac{1000 \cdot 0.373}{0.26}$$

$$F_{t} = 1434.61N$$

El esfuerzo tangencial admisible será:

$$[F_t]_{adm} = \frac{[p_o] \cdot F}{K}$$
; kgf Ecuación (3.42).



F = 144 para un paso de 25,4 mm

$$\begin{aligned} \left[F_{t}\right]_{adm} &= \frac{3.5 \cdot 144}{0.9} \\ \left[F_{t}\right]_{adm} &= 560 kgf \\ \left[F_{t}\right]_{adm} &= 5600 N \\ \left[F_{t}\right]_{adm} &\rhd F_{t} \end{aligned}$$

♣ Cálculo del coeficiente de seguridad de la cadena:

$$s = \frac{Q}{k_{cd} \cdot F_t + F_c + F_q} \ge [s]$$
 Ecuación (3.44).

Donde:

Q = 5000 kgf de (Tabla 3.19)

 k_{cd} . = 1.2 coeficiente de la carga dinámica.

$$F_t = 1055.55N = 105.55kgf$$

 F_c .- Esfuerzo centrífugo que actúa sobre la cadena; en kgf.

Se determina por la fórmula siguiente:

$$F_c = \frac{q \cdot v^2}{g}$$
; Kgf Ecuación (3.46).

Donde: q = 2,57 kg/m de (Tabla 3.19)

$$v = 0.18 \frac{m}{s}$$

 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

$$F_c = \frac{2,57 \cdot 0.055^2}{9.81}$$

$$F_c = 7.92 * 10^{-4} kgf$$

 F_q .- Es el esfuerzo debido al pandeo de la cadena, en kgf.

$$F_q = k_f \cdot q \cdot a$$
; kgf. Ecuación (3.45).

Donde:

 $k_f = 6$; Para la transmisión horizontal.

a = 0.5 m; Distancia interaxial



$$F_q = 6 \cdot 2,57 \cdot 0,5$$

$$F_q = 7.71 kgf$$

Sustituyendo los valores en el coeficiente de seguridad:

$$s = \frac{5000}{1 \cdot 144 + 7.92 \cdot 10^{-4} + 7.71}$$
$$s = 32$$

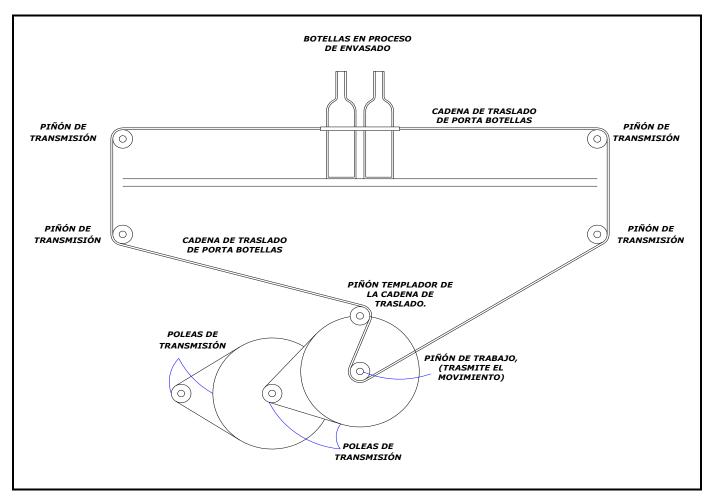
Por la Tabla 3.21 se obtiene el coeficiente de seguridad admisible:

$$[s] = 7$$

Se cumple la condición de que:

El esquema siguiente detalla la transmisión por cadena, en conjunto con la transmisión de correas trapezoidales:





Gráfica 19. Componentes del sistema de traslado de botellas.



Los piñones de paso son de 13 dientes (50mm de diámetro), que además de permitir el paso de la cadena sirven de guía de la misma. Como se muestra en el esquema, también existe un piñón para templar la cadena.

Cabe mencionar que la carga que se transporta es relativamente pequeña (1kg máximo), por lo que no se necesita un estudio profundizado de las transmisiones y potencia de la fuerza motriz. Los elementos existentes soportan sin ningún inconveniente las cargas a las que estarán sometidas.

El motor seleccionado es de ½ Hp, por ser el más pequeño existente en el comercio local, además la cadena utilizada es de tamaño Z35, la cual es la más pequeña del tipo industrial, ofreciendo un sin número de piñones necesarios para las transmisiones necesarias.

Al reducir la velocidad 56 (de 1750 a 30 rev/min), el torque también aumenta en casi la misma magnitud, por lo tanto es capaz de transportar una carga considerable.

3.9 SISTEMA DE SELLADO DE BOTELLAS.

El sistema de sellado consiste en usar un plástico termoencogible sobre el pico de la botella luego de haber colocado el corcho. Esta aplicación es el más común en este tipo de procesos.

El sistema consta de una pequeña cámara de calor, que mantiene un rango de temperatura de entre 80 a 100°C, temperatura necesaria para que el plástico se encoja y se acople a la punta de la botella.

La cámara de calor será en forma de tubo circular e ingresará desde la parte superior a la punta de la botella, a través del uso de un actuador neumático para realizar la operación de subir y bajar la cámara cuando esté correctamente posicionada la botella. Además se utilizará un conjunto de resistencias eléctricas (niquelinas) para la función de aumento de temperatura en conjunto con un controlador de la temperatura (termostato).



El sistema descrito se muestra a continuación:

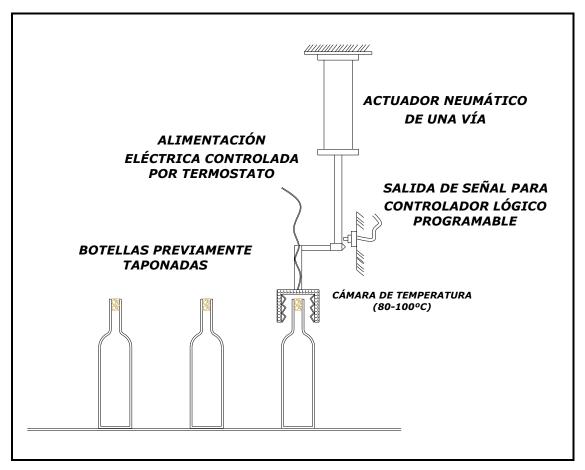


Figura 20. Componentes del sistema de sellado de botellas.

Una vez descritos los procesos existentes en la máquina de llenado y envasado se procede a su diseño eléctrico el cual comprende circuitos de fuerza y de control en conjunto con el uso de un mini PLC, muy recomendado para este tipo de mini procesos. El diagrama siguiente se detalla los componentes del sistema total.



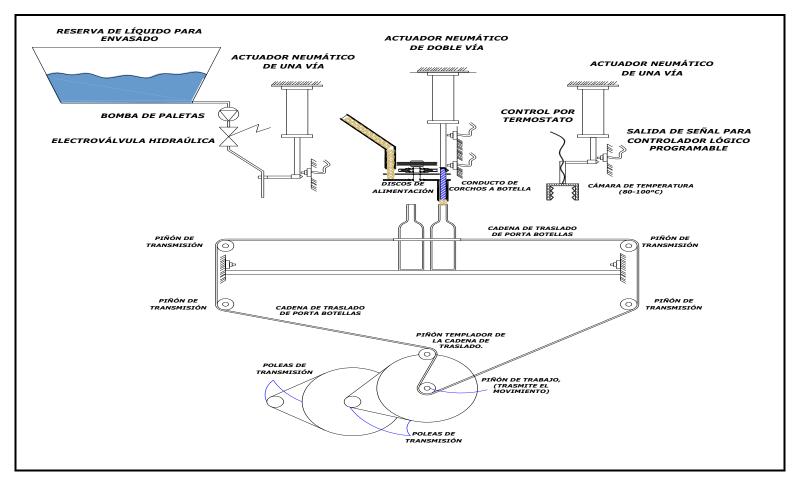


Figura 21. Mecanismos del prototipo automatizado



3.10 DISEÑO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

Una vez diseñado el **subsistema neumático** acoplado al **subsistema mecánico**, en la presente sección diseñaremos e implementaremos el **subsistema de automatización**.

En el presente proceso productivo (envasadora de vino) al igual que en todo proceso, se justifica la implementación del sistema de automatización, si se manejan como indicadores principales los siguientes requerimientos:

- Requerimientos de un aumento en la producción.
- Requerimientos de una mejora en la calidad de los productos.
- Necesidad de bajar los costos de producción.
- Necesidad de brindar seguridad al personal.

Y justamente son éstos los objetivos que se persigue al momento de implementar un sistema de automatización para el proceso de envasado de vino. Con dicho sistema logramos incrementar las unidades (botellas) producidas por día, mejorar la calidad del producto final (ya que las botellas no son manipuladas directamente por los obreros), bajamos relativamente los costos en producción al momento de requerir menor personal, así como también la cantidad de desechos del líquido se reduce considerablemente.

Por último, un sistema de automatización nos permite poseer un conocimiento más detallado del proceso, al permitir desglosar variables como:

- Materia prima de ingreso
- Historial de unidades producidas
- Desempeño de producción de maquinaria

Esta información es muy importante para el componente gerencial de la empresa productora, ya que son datos importantes para la toma de decisiones.

Tomando en cuenta que nuestro sistema de automatización entra en la catalogación de escala baja (debido al número de variables), nuestro sistema de automatización lo podemos dividir en los siguientes bloques:



- 1. Captadores
- 2. Accionadores
- 3. Unidad de Control
- 4. Interfaz Hombre

3.10.1 CAPTADORES

Los captadores son aquellos sensores y transmisores encargados de captar las señales necesarias para conocer el estado del proceso, y luego enviarlas a la Unidad de Control.

Tabla # 28 sensores que se utiliza para conocer las variables del proceso.

Variable a medir	Función	Señal de salida
,		del sensor
Presencia	Sensor de presencia del porta	Digital (switch
	botellas en la posición de inicio.	NO)
Presencia	Sensor de presencia del porta	Digital (switch
	botellas en la posición de llenado.	NO)
Presencia	Sensor de presencia del actuador de	Digital (switch
	llenado.	NO)
Presencia	Sensor de presencia del porta	Digital (switch
	botellas en la posición de taponado.	NO)
Presencia	Sensor de presencia de la	Digital (switch
	disponibilidad del corcho.	NO)
Presencia	Sensor de presencia del porta	Digital (switch
	botellas en la posición de sellado.	NO)
Presencia	Sensor de presencia del actuador de	Digital (switch
	sellado.	NO)
Presencia	Sensor de presencia del porta	Digital (switch
	botellas en la posición de fin de	NO)
	medio ciclo.	
Presencia	Sensor de presencia de la	Digital (switch
	disponibilidad de la botella N° 1	NO)
Presencia	Sensor de presencia de la	Digital (switch
	disponibilidad de la botella N° 2	NO)
Nivel	Sensor de nivel del reservorio	Digital (switch
	principal del líquido.	NO)

Al observar que las señales de todos los captadores son digitales nos abre un sin número de posibilidades al momento de elegir la Unidad de Control que va a procesar todas estas señales. En el anexo 10 se muestra el aspecto y especificaciones de los finales de carrera tipo switch que se utilizó en el presente proyecto.

3.10.2 ACCIONADORES

Los accionadores son equipos acoplados a las máquinas, y que permiten realizar movimientos, calentamiento, ensamblaje, embalaje. En el caso puntual de nuestro sistema, tenemos accionadores eléctricos, accionadores neumáticos y preaccionadores.

Los **accionadores eléctricos** que poseemos en nuestro sistema son: Motores, electroválvulas y niquelina.

Los **accionadores neumáticos** que poseemos en nuestro sistema son: los cilindros para aire comprimido.

Los **pre-accionadores** que poseemos en nuestro sistema son: variador de velocidad, contactores, switch.

3.10.2.1 VARIADOR DE VELOCIDAD

Los variadores de velocidad (drives) son dispositivos que permiten variar la velocidad en un motor controlando electrónicamente el voltaje y la frecuencia entregada al motor, manteniendo el torque constante (hasta la velocidad nominal), que en nuestro caso es 1750 rpm. A continuación se mostrará algunos puntos clave que se siguieron para seleccionar el variador de frecuencia utilizado.

> Características del motor a controlar

Corriente máxima: 6 A

Voltaje nominal: 220V

- Frecuencia nominal: 60 Hz

> Tipos de carga o aplicación

Torque constante, torque cuadrático, torque proporcional o par inverso. En nuestro caso la aplicación es una banda transportadora por lo tanto se necesita un sistema con torque constante, pudiendo incluso variar la velocidad.



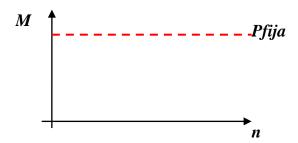


Figura 22. Torque constante variando la velocidad

Condiciones de red y calidad de energía

Ya que el presente sistema se va a instalar junto con más dispositivos eléctricos, se debe elegir un variador de frecuencia cuya generación de armónicos sea prácticamente nula. Bajo existencias de cargas sensibles adyacentes a los variadores o si se quiere disminuir la generación de armónicos producto de los variadores, deberán instalarse inductancias de entrada (antes de los variadores a manera de filtros).

> Advertencias a considerar

- El variador de frecuencia proporcionará torque constante hasta los 60 Hz o su velocidad nominal. Luego de estos valores el torque disminuirá significativamente (el sistema podría "perder fuerza"), debido a la reducción de la corriente magnetizante y el consiguiente debilitamiento del campo magnético.
- A velocidades menores a la mitad de la nominal, el motor podría calentarse debido a que su sistema de autoventilación disminuye su velocidad, reduciendo su capacidad refrigerante. Frente a esta situación se sugiere mantener el variador, instalando un motorreductor entre el motor y la carga, o emplear ventilación forzada (externa).
- Para longitudes significativas de conductor no apantallado entre el variador y el motor (mayores a 100 metros), se corre el riesgo de tener sobrevoltajes permanentes en los bornes del motor o sobrecorrientes en el variador debido al efecto capacitivo de los conductores. En estos casos deberán usarse filtros de salida del variador



Una vez que se ha evaluado las consideraciones antes expuestas, la selección del variador de velocidad se inclinó por el SINAMIC G110 de tamaño FS A (Frame Size) el cual se muestra en la siguiente figura. Puesto que el motor es de ½ hp, el variador debe garantizar al menos un potencia de 3.7 kW.



Figura 23. Variador de velocidad Sinamic G110 FS-A para motor de ½ hp

3.10.3 UNIDAD DE CONTROL

La Unidad de control es aquel dispositivo inteligente que procesa las señales de entrada, ejecuta un algoritmo especificado y por último responde mediante sus señales de salida. Frecuentemente a esta unidad de control se le denomina Autómata programable.

Cabe recalcar que existen consideraciones al momento de seleccionar un autómata o PLC (Controlador Lógico Programable).

- Tipos de señales a manejar, es decir, si las señales tanto de entrada como de salida son analógicas, digitales de baja frecuencia o digitales de alta frecuencia.
- Número de entradas y salidas, que tiene que ver con la cantidad de variables que el sistema tiene que procesar tanto para la lectura del estado del proceso como para la modificación de variables de dicho proceso.
- Comunicación requerida con otros dispositivos. El PLC debe poseer la capacidad para comunicarse con otros dispositivos mediante protocolos



- abiertos, por ejemplo: RS232, RS485, Profibus, Ethernet, Profinet, entre otros.
- Características de la adquisición de las señales, por ejemplo la velocidad de adquisición que es la más importante.
- Debe garantizar una futura expansión del sistema en cuanto a capacidad del programa y número de canales de entrada y salida.

Enfocándonos en el presente proyecto y considerando los criterios antes mencionados, se recalca que el tipo de variables que debe manejar el autómata seleccionado son digitales, que el número de variables es menor a 30 y que no necesitamos que nuestro autómata tenga la capacidad de comunicación con dispositivos externos. Por lo tanto, la selección del autómata se inclina por el Mini PLC LOGO! 230RC de Siemens acompañado de módulos de expansión (DM16 230RC y DM8 230RC) para soportar el número de variables de proceso.

3.10.3.1 VARIABLES DEL PROCESO

En las siguientes tablas se muestran las variables del proceso a automatizar junto con su equivalencia de las entradas y salidas en el PLC y módulos de expansión.

Tabla # 29 Equivalencia de los captadores con las entradas del PLC

Entrada	Función
I1:	BOTONERA DE ARRANQUE DEL PROCESO
I2:	PARADA DE EMERGENCIA (NC)
I3:	INICIO DE CICLO (NO)
I4:	PARADA DE LLENADO (NO)
I5:	TOPE DEL ACTUADOR DEL LLENADO (NO)
I6:	PARADA DEL TAPONADO (NO)
I7:	POSICIONAMIENTO DEL CORCHO (NO)
I8:	PARADA DE SELLADO (NO)
I9:	TOPE DEL ACTUADOR DEL SELLADO (NO)



I10:	FIN DE MEDIO CICLO (NO)
I11:	BOTELLA # 1 (NO)
I12:	BOTELLA # 2 (NO)
I13:	SENSOR DE NIVEL DE RESERVORIO. (NO)
I14I20:	NO CONEXIÓN

Tabla N. 30 Equivalencia de los accionadores con las salidas del PLC

Salida	Función	
Q1:	VÁLVULA PRINCIPAL	
Q2:	VÁLVULA DEL ACTUADOR NEUMÁTICO	
Q3:	VÁLVULA DEL ACTUADOR DEL SELLADO	
Q4:	VÁLVULA PARA TAPONADO.	
Q5:	ELECTROVÁLVULA DEL LÍQUIDO DE	
	LLENADO	
Q6:	BOMBA DE LLENADO.	
Q7:	MOTOR DE CORCHOS	
Q8:	RELÉ DE NIQUELINAS	
Q9:	VÁLVULA DE DESFOGUE DE TAPONADO	
Q10:	VÁLVULA DE RETORNO DE TAPONADO	
Q11:	VÁLVULA DE DESFOGUE DE RETORNO DE	
	TAPONADO	
Q12:	VÁLVULA DE DESFOGUE GENERAL	
Q13:	MOTOR GIRO INVERSO	
Q14:	MOTOR GIRO NORMAL	
Q15:	CONTACTOR GENERAL DEL MOTOR	
Q16:	NO CONEXIÓN	

En la siguiente figura mostraremos el diagrama de conexión del sistema, en el que incluye los dispositivos pertenecientes a la Unidad de Control (Logic Module 230RC, DM16 y DM8), los dispositivos pertenecientes al sistema captador de variables (mediante sensores tipo switch) y los dispositivos accionadores.



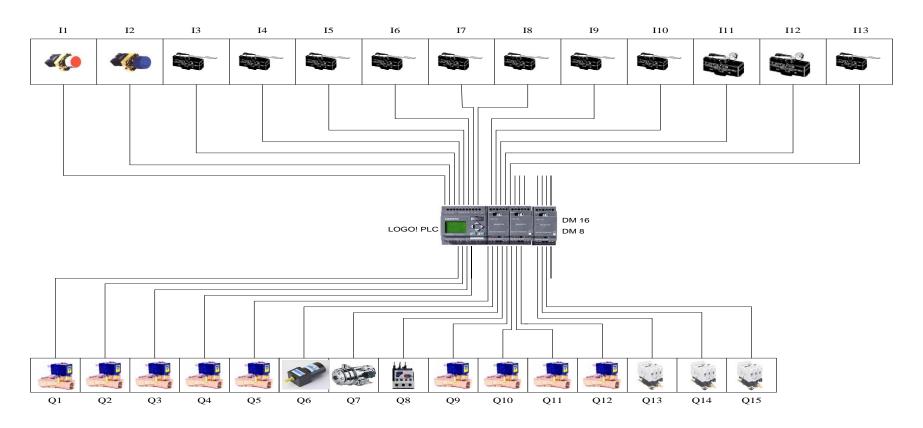


Figura 24. Conexiones del LOGO



3.10.3.2 PROGRAMACIÓN DEL PLC

Luego de realizadas las conexiones entre PLC y los accionadores y captadores, procedemos a la programación del PLC.

Antes de iniciar con el proceso de programación, es necesario conocer los lenguajes que permiten la programación de cualquier PLC.

- **AWL.-** Implica que la programación del PLC se la realiza a base de listas de instrucciones, es una programación basada en texto.
- **FUP.-** Implica que la programación del PLC se la realiza a base de bloques de funciones, es una programación similar a un diagrama de bloque y es de tipo gráfica.
- **KOP.-** Implica que la programación del PLC se la realiza a base de contactos, es una programación similar a un diagrama eléctrico de fuerza.

En base a lo anterior, el programa que se implementó dentro del PLC se lo realizó en tipo FUP ya que presenta mayor facilidad a la hora de manipular un mayor número de variables. El software que se utilizó para programar el PLC se denomina LOGO! SoftConfort, cabe recalcar que la versión del software debe ser congruente con la versión del PLC. En nuestro caso utilizamos la versión 6 del LOGO! SoftConfort debido a que utilizamos un LOGO! PLC de la sexta generación (versión 6).

Básicamente, el algoritmo que plasmamos dentro del PLC obedece a las siguientes condiciones.

- PARA INICIAR EL SISTEMA SE DEBE PRESIONAR I3 (Inicio de ciclo),
 I11 (Botella #1), I12 (Botella #2), QUE LA RESERVA ESTE LLENA, POR
 LO TANTO I13 (sensor de nivel de reservorio) DEBE ESTAR ABIERTA.
- UNA VEZ POSICIONADO PARA LLENADO BAJA EL ACTUADOR NEUMATICO DE LLENADO Y LUEGO DE PRESIONARSE I5 (tope del actuador del llenado) SE ESPERA 20 SEG. PARA QUE RETORNE A SU POSICIÓN INICIAL.



- 3. EN LA PARADA DEL TAPONADO, ESPERAR QUE SE POSICIONE EL CORCHO I7, LUEGO ACCIONAR EL ACTUADOR DE TAPONADO, RETORNAR A SU POSICIÓN INICIAL.
- 4. UNA VEZ POSICIONADO PARA EL SELLADO BAJA EL ACTUADOR NEUMÁTICO DE SELLADO Y LUEGO DE PRESIONARSE 19 (tope del actuador del sellado) SE ESPERA 20 SEG. PARA QUE RETORNE A SU POSICIÓN INICIAL.
- UNA VEZ ACABADO EL MEDIO CICLO ESPERAR SACAR BOTELLA
 #1 Y BOTELLA#2 Y ESPERAR 3 SEGUNDOS PARA REGRESAR A SU POSICIÓN INICIAL.

Una vez realizada la programación, la cual se detalla en el Anexo 24, se determinó que el tiempo de ejecución de todo el algoritmo es de 300 ms, el cual es un tiempo de respuesta bastante bajo.

3.10.3.3 MONTAJE DEL CONTROLADOR

El LOGO así como los módulos de extensión pueden ser instalados en un gabinete metálico. Se requerirá de un perfil DIN para sostener y fijar el controlador a la melamina de madera del gabinete, los módulos de extensión se pueden conectar a la base del autómata apilándolos sobre el perfil DIN partiendo de la parte lateral derecha de las bases como se muestra en la figura.

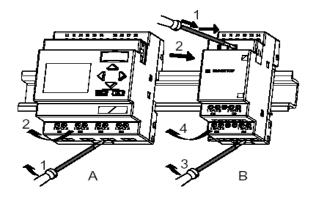


Figura 25. Montaje del LOGO 230RC



3.10.3.4 CONEXIÓN DE UN PC AL LOGO 230 RC.

La programación del LOGO se realiza con un software especial, para transmitir el programa es necesaria una comunicación física entre el LOGO y el puerto serial de la PC mediante un cable.

Cada controlador LOGO 230 RC tiene en su puerto 1 terminales incorporado con fuente de alimentación interna. El puerto EIA RS-232C del PC está conectado al puerto 1 del controlador utilizando el cable de comunicaciones multifunciones PC/RS232 tal como se muestra en la Figura



Figura 26. Interferencia de datos

En base a lo expuesto anteriormente, en necesario aclarar que para hacer posible la comunicación entre el Desktop/Laptop y el Logic Module (PLC), se puede utilizar protocolo USB o protocolo RS-232.

En el caso particular de nuestro proyecto, utilizamos el protocolo RS-232 para la programación del dispositivo.

RS-232 es un tipo transmisión serial en donde dicha transmisión de información es bit tras bit, la cual es sobre soporte físico, en el caso más simple par trenzado.

El interfaz RS-232 pertenece a los interfaces no equilibrados, es decir referenciados a tierra, ya que utilizan la tensión en una línea, comparándola con una señal de referencia (tierra) para determinar un 0 o un 1 lógico.



Elementos básicos de la transmisión basada en RS-232.

- Frecuencia de reloj (Baud rate)
- Marca (Marking state)
- Bit de inicio (Start bit)
- Bits de datos (Data bits)
- Bit de paridad (Parity bit)
- Bits de stop (Stop bit)

Las especificaciones del protocolo RS-232 se muestran en la siguiente tabla.

Especificaciones RS232	
Modo de Operación	NO DIFERENCIAL
Número de dispositivos	1 EMISOR
	1 RECEPTOR
Máxima longitud del cable	15 metros
Máxima velocidad de transmisión	19,2 Kb/s
Rango de trabajo	+/-25V
Rango de señal alto	+/-15V
Rango de señal bajo	+/-3V
Sensibilidad de entrada receptor	+/-3V
Resistencia de entrada receptor	7K
Tipo de conector	DB9 y DB25

Hablando específicamente del tipo de LOGO! que estamos utilizando en nuestro proyecto, los parámetros utilizados en la transmisión de datos son los siguientes:



- Velocidad de transmisión = 9600 baudios
- Bits de parada = 1 bit
- Bits de datos = 8 bits
- Paridad = Impar
- Control de Flujo = Ninguno

3.10.4 INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE CONTROL

En el circuito eléctrico de control se utilizarán dispositivos de protección constituidos por contactores, relés térmicos y fusibles eléctricos para proteger principalmente a conductores contra la sobrecarga y el cortocircuito, y proteger al equipamiento eléctrico contra el sobrecalentamiento.

Se instalará una botonera de alimentación general del equipo con Contactor general en la alimentación al Logo; se colocará un fusible eléctrico, para proteger al LOGO y todos los sistemas eléctricos; contra sobre corrientes peligrosas que pudieran aparecer, que permita cortar la alimentación de esos elementos y que hace posible trabajar con seguridad en la puesta a punto o investigación de averías con el autómata alimentado,

El cable eléctrico flexible 18 AWG TFF flexible será utilizado para la conexión de todos los dispositivos del circuito de control, excepto para el control del variador de velocidad.

Para el variador de velocidad utilizamos cable eléctrico gemelo 12 AWG TFF, el cual será alimentado a 220 V, este cuenta con su respectiva conexión a tierra para evitar sobre corrientes improvistas. Con el uso del variador logramos reducir la velocidad a 20 revoluciones por minuto, obteniendo una velocidad exacta al momento de parar las botellas en cada proceso.

El variador no recibirá ordenes del Logo, la realizamos mediante el BOP (Panel operacional básico), la configuración se la realizara de acuerdo al anexo 12

Los conductores están identificados por colores para cuando se tenga que hacer alguna reparación: conductor fase de color rojo, conductor neutro de color negro, en el caso de de



las entradas del LOGO es de color azul, salidas de color amarillo y plomo, dentro de las electroválvulas neumáticas los conductores son de color amarillo y rojo.

Para finalizar con la propuesta del nuevo sistema de control para el prototipo automatizado, se instalaron dispositivos de mando, señalización, eléctricos, neumáticos etc., y sobretodo la apariencia de la máquina, y todos sus mecanismos en conjunto la vista frontal, lateral muestran una agradable vista al espectador.

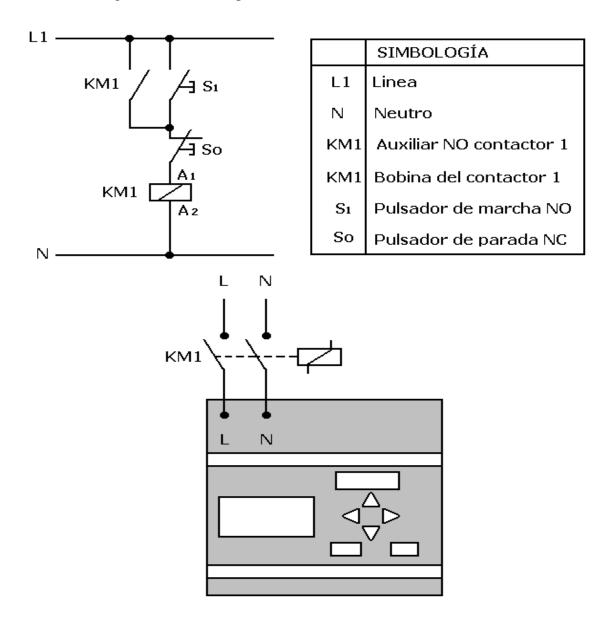
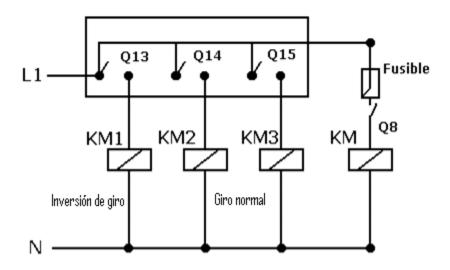


Figura 27. Circuito eléctrico de encendido general





SIMBOLOGÍA		
Linea		
Neutro		
Bobina del Contactor 1		
Bobina del Contactor 2		
Bobina del Contactor 3		
Inversión de Giro		
Giro Normal		
Contactor General del Motor		
Réle de Niquelina		

Figura 28. Circuito eléctrico de fuerza del motor y niquelinas



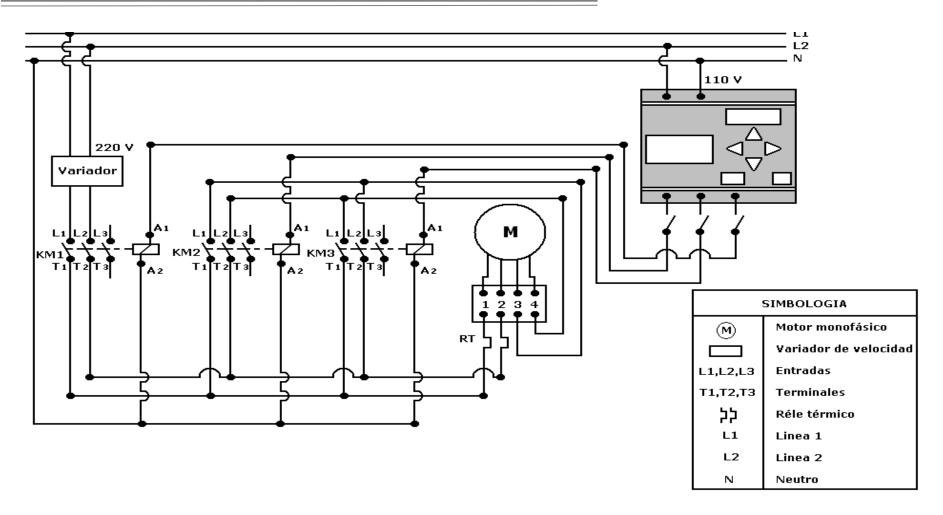


Figura 29. Circuito eléctrico de mando y control del motor



DISCUSIÓN

De los cálculos matemáticos efectuados para validar la propuesta alternativa podemos aseverar que son aplicables al tipo de diseño y construcción del prototipo automatizado de envasado y taponado. Considerando los resultados se estableció un diseño óptimo en cuanto a validez y confiabilidad de trabajo del equipo.

Los datos matemáticos expuestos en el acápite anterior expresan cuales son las deducciones referentes al sistema mecánico, neumático y control, llegando a la conclusión que cada actuador necesita una presión de 20 PSI, lo cual conlleva que la presión total de alimentación debe ser mayor o igual a los 60 PSI.

En cuanto a la potencia del motor, podremos manifestar que esta de lo que recomienda la técnica en lo que tiene que ver otros tipos de equipos, destinados a estas características de trabajo. Y finalmente mediante el variador de velocidad logramos reducir la velocidad y obtener la parada exacta en cada proceso, esto también se debe al conjunto de transmisión: bandas, poleas, cadenas, y conjunto piñón-cadena Z35.



VALORACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA AMBIENTAL

ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

El prototipo automatizado diseñado cumplirá una función importante de envasar, taponar, y sellar hecho que aumenta el valor técnico de este equipo.

Este prototipo es diseñado con bases y normas de otras máquinas de similares características tratando de ajustarlo a nuestro medio. Los materiales que conforman el prototipo son de acertada calidad asegurándose así un funcionamiento óptimo frente a las condiciones de operación.

Todos las partes de la máquina fueron construidas a partir de planos normalizados con sus respectivas tolerancias y especificaciones técnicas de manera sistemática en un proceso de mecanizado y elaboración, que demandó de varias máquinas-herramientas como lo son: Torno, fresadora, Prensa hidráulica, taladro de pedestal, soldadora, dobladoras, cizalla y herramientas de mano.

Existen accesorios de control, neumáticos y accionamiento también adquiridos en el mercado, como lo son suministros eléctricos, suministros de fluidos, motor, entre otros. Los costos finales del equipo están detallados a continuación:

Los materiales mecanizados se consiguieron en las diferentes casas comerciales con sus dimensiones en bruto.

Los materiales normalizados son aquellos que ya vienen listos para su acople y se los puede encontrar en cualquier prontuario.



Tabla # 31 Materiales mecanizados

Mat	Materiales mecanizados			
Ca	Descripción	Valor	Total	
nt.		Unit.		
1	Angulo Ac. 25x3 de 6 metros	18,00	18,00	
1	Barra circular lisa 13 mm de 2.4metros	10,00	10,00	
1	Plancha galvanizada de 40x12mmx 1mm	3,00	3,00	
1	Platina Ac. 25x6mm de 6metros	14,00	14,00	
1	Platina de Ac. 12x5mm de 6m	2,74	2,74	
1	Tuvo rectangular Ac. 50x25x2 de 6 metros	14,00	14,00	
1	Angulo Ac. 30x302 de 6 metros	8,00	8,00	
1	Plancha de hierro de 12x30x10mm	7,00	7,00	
1	Tubería de acero inox. Ø 13mmx1.5mm de 1m.	12,00	1,00	
7	Tuvo cuadrado de 25x 1.5mm de 6metros	9,00	63,00	
		TOTAL	140,74	

Los materiales mecanizados se consiguieron en las diferentes casas comerciales con sus dimensiones en bruto

Tabla # 32 Materiales Normalizados

Materiales normalizados			
	Descripción	Valor	Total
		Unir.	
40	Neplos prensados tipo Jix Ø 3/8plg	0,45	18,00
4	Reductor HG 4 a 2 plg	6,50	6,50
	Neplos de 1/4" NPT a 1/4 acople de		
20	manguera	0,75	4,50
20	Neplos de 1/4" hembra NPT a ¼ acople rápido	0,25	4,50
20	Neplos de cintura NPT	0,10	1,80
1	Set de acople neumático	0,85	17,00
20	Manguera de Ø 1/4" neumática en metros	0,25	7,50
30	Conos 1/4"	5,85	175,50
10	T de 1/4"	8,50	85,00
10	T de 1/4" x 1/4" con rosca 1/8"	7,83	78,30
10	Acoples de cobre	2,50	25,00
4	Adaptadores flexibles de 1"	0,60	2,40
20	Reductor ¼ henbra NPT a 1/8 NPT macho	0,55	6,60
20	Reductor ¼ henbra NPT a 1/8 NPT hembra	0,25	3,00
50	Pernos de Ac. Inox. Ø 8plg	0,25	12,50



50	Pernos de Ac. Inox. Ø 3/8 ×1plg	0,20	10,00
50	Pernos de Ac. Inox. Ø ×3/4 1plg	0,20	10,00
10	Tuercas de Ac.Inox. paso grueso Ø 3/4	0,20	2,00
20	Pernos Ø 5/32 x 1pulg.	0,20	4,00
100	Tornillos tripa de pato Ø 1/8 x 3/4 plg.	0,05	5,00
100	Tornillos autoclavantes Ø $3/16 \times 1\frac{1}{2}$	0,05	5,00
100	Arandelas planas de Ac. Inox. Ø1plg ×3/8	0,05	5,00
100	Arandelas de presión de Ac. Inox. Ø1plg ×3/4	0,05	5,00
50	Tuerca Ac. Inox. Ø 3/4 plg.	0,08	4,00
100	Pernos Ac. Inox. Ø 3/4 plg.	0,08	8,00
100	Pernos Ac. Inox. Ø 1/4 x 1 1/2	0,10	10,00
30	Pernos 3/16 x ½	0,10	3,00
1	Polea de Al. Ø 14 plg.	14,00	14,00
1	Polea de Al. Ø 2 plg.	2,50	2,50
6	Piñones Z35 (15 dientes)	6,00	36,00
1	Cadena PZ 35 (15 dientes) de 5 metros	52,00	52,00
4	Chumaceras de pie Ø 3/4 plg.	10,00	40,00
8	Chumaceras de pared Ø 3/4" plg	10,00	80,00
1	Juego de machuelos hilo grueso Ø 3/16 – R6	3,20	3,20
2	Broca Ø 5/32 – 5939	0,45	0,90
2	Bandas A-31 A-15	4,50	9,00
10	Abrazaderas galvanizadas	0,12	1,20
10	Abrazaderas aceradas	0,20	2,00
1	Batería eléctrica	60,00	60,00
1	Tanque plástico 50 litros.	12,00	12,00
4	T de acople rápido de Ø ¼	0,25	4,00
2	Resorte de Expansión # 6	2,50	5,00
1	Tapón macho de ½ plg.	0,35	0,35
2	Resistencias de 2000w	6,70	13,40
700	Terminales PIX para cable AWG # 18	0,17	119,00
		TOTAL	973,65

Con la correcta utilización de estos materiales, permitirá la conservación del Prototipo.

Tabla # 33 Materiales para fabricación y acabado

Materiales para fabricación y acabado			
Cant.	Descripción	Valor	Total
		Unit.	
10	Suelda AGA 6011x lib.	1,80	18,00
1	Suelda Autógena 7018 x lib.	3,25	3,25
1	Galón de pintura esmalte fondo plomo	5,50	5,50



4	3.6.11 17 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2.50	2.50
1	Medio galón de pintura esmalte negro	3,50	3,50
1	1/8 pintura negra	0,80	0,80
1	Ruedas de acero(Garruchas)	10,00	10,00
1	Acrílico color ámbar 1.25 x 0.50m.	30,00	30,00
1	Masilla plástica	3,50	3,50
1	Secante para masilla	1,00	1,00
1	Galón de diluyente	5,00	5,00
6	Etiquetas varias tamaños para panel de control	5,00	5,00
6	Funda de recubrimiento para cable	5,00	30,00
300	Correas para cable pequeña	0,11	30,00
100	Correas para cable grande	0,15	15,00
100	Grapas plásticas con tornillo	0,10	10,00
1	Melamina color blanco ½ plancha	40,00	18,00
	Melamina color cedro de 1.80 cm x 2.70 cm		
1	de 9 líneas de espesor.	86,00	86,00
1	Cuquillo de ventana fija de 0.6m	6,00	6,00
2	Compra de lija para metal #400	6,00	12,00
7	Teflón industrial	2,00	14,00
2	Haladeros ZH10-12	2,00	4,00
		TOTAL	310,55

Los materiales para la instalación son de gran importancia ya que sin ellos el Prototipo Automatizado no podría funcionar.

Tabla # 34 Materiales para instalación

Mater	Materiales para instalación			
Can	Descripción	Valor	Total	
		Unit.		
1	LOGO 230 RC.	128,00	128,00	
1	Módulo de expansión 8E/4S	80,00	80,00	
1	Modulo de expansión 4E/4S	80,00	80,00	
1	Cable para entrada puerto USB	17.80	17.80	
1	Motor eléctrico de ½ HP.	67,00	67,00	
1	Motor de baja velocidad 30watt	20,00	20,00	
1	Bomba eléctrica de ½ HP.	30,00	30,00	
1	Bomba de 30 watts	20,00	20,00	
8	Electroválvula neumática	8,00	8,00	
1	Manguera no tóxica Ø 3/8 plg. de 2m	14,00	28,00	
1	Manguera no tóxica Ø 1plg. de 2m	6,00	6,00	
1	Sensor de nivel	8,00	8,00	



14	Sensores de posición (fines de Carrera)	6,00	84,00
	Cable flexible tipo TW AWG 10 color rojo en		- ,
50	metros	0,25	12,50
10	Cable gemelo Blanco # 14 en metros	0,50	5,00
30	Cable gemelo de C.C. # 16 en metros	0,40	12,00
	Cable flexible tipo TW AWG azul #18 en	,	,
50	metros	0,25	12,50
3	Cable concéntrico Tripolar Nro. 12 en metros	1,61	4,83
	Cable flexible tipo TW AWG amarillo #18 en		
30	metros	0,25	7,50
	Cable flexible tipo TW AWG plomo # 18 en		
50	metros	0,25	12,50
1	Enchufe general bifásico Cooper/A	3,50	3,50
1	Tomacorriente Cooper/A	2,50	2,50
4	Contactor Bipolar	10,00	40,00
1	Relé de 12 v.	10,00	10,00
1	Botoneras de apagado	8,00	8,00
1	Botoneras de encendido	8,00	8,00
10	Borneras para riel dín	2,00	20,00
10	Borneras flexibles para cable # 14 – 18	3,68	36,00
30	Terminales de ojo de 1/8 color azul	0,12	3,60
30	Terminales de ojo de 3/16 color amarillo	0,12	3,60
2	Terminales de batería	2,00	4,00
1	Termóstato(0 – 360 °C)	17,00	17,00
2	Focos ojos de buey 110 v.	4,90	9,80
1	Regulador de presión MF-4 12Bar (180PSI)	11,00	11,00
1	Compresor	100,00	100,00
6	Luces piloto	2,00	12,00
1	Riel din	3,75	3,75
1	Toma aéreo	0,08	3,20
40	Conector terminal puntera	0,13	2,60
20	Conector terminal puntera /E	0,13	0,39
30	Conector capuchón # 10 R/A	0,10	3,00
200	Capuchones termoencogibles transparentes	0,10	20,00
	Variador de velocidad de 3 HP E/220 S/220		
1	trifásico	375,00	375,00
		TOTAL	1322,77



El valor total de la construcción e instalación del Prototipo automatizado es de dolores americanos como se detalla a continuación:

Tabla # 35 Costo total del prototipo automatizado

Costo total de un Prototipo Automatizado			
DENOMINACIÓN	TOTAL		
Materiales mecanizados	\$140,74		
Materiales normalizados	\$973,65		
Materiales para la fabricación y acabado	\$310,55		
Materiales para la instalación	\$1322,77		
Gastos Vários	\$400,00		
	\$ 3117,76		
TOTAL EN DOLARES			

IMPACTO AMBIENTAL

La instalación adecuada del prototipo automatizado para los procesos de envasado y taponado se considera una alternativa que produce bajos efectos ecológicos, debido a que en su funcionamiento no se utilizan sustancias toxicas perjudiciales o nocivas, sus mecanismos son netamente eléctricos y neumáticos, los cuales como es conocido no afecta el medio ambiente.



CONCLUSIONES

Una vez acabado el proyecto se puede concluir que los objetivos planteados en un inicio se han alcanzado con éxito:

- Se realizo una recopilación de información requerida de los procesos actuales de envasado y taponado para el diseño y construcción de la máquina automática.
- ➡ El diseño y montaje del equipo automático en conjunto con todos sus sistemas seleccionados, se lo construyo con recursos propios; y se lo puede realizar en nuestro medio, garantizando la optimización de resultados razonables de eficiencia y trabajo.
- Se realizo un manual de operación y mantenimiento del prototipo automático, para operar la máquina antes de ser puesta en marcha, y detectar sus fallas en caso de avería.
- Los resultados expuestos son un aporte a la enseñanza de la Ingeniería Electromecánica en la UNL, los cuales sirven para tener una idea mas clara de cómo funcionan los procesos automáticos de envasado, taponado y sellado, además de difundir de forma masiva en el sector industrial para promover el desarrollo tecnológico.



RECOMENDACIONES

- Antes de poner en funcionamiento el prototipo automatizado, recomendamos revisar de manera minuciosa el manual de uso, operación y mantenimiento del equipo (adjuntado en anexos)
- Cumplir con las normas de instalación y condiciones de trabajo para las cuales ha sido diseñado el prototipo, detalladas en el manual antes mencionado.
- ◆ En caso del recambio de partes del prototipo, asegúrese que tengan las dimensiones y características del material necesarias.
- Realizar un mantenimiento continuo al sistema de transmisión para evitar el deterioro de las bandas de transmisión.
- Precargar el compresor de aire a una presión no menor a 60PSI, antes de dar inicio a la máquina, para asegurar la presión necesaria en los actuadores neumáticos.
- Realizar futuros estudios e impletanción sobre este tipo de procesos ya que presentan gran demanda en el sector industrial.



BIBLIOGRAFIA

LIBROS:

- ▼ [1] ARON D. Deutschman, WALTER J. Michels, CHARLES E. Wilson. Diseño de Máquinas Teoría y Práctica. Editorial Continental.
- ← [2] COLOMBIA. CEKIT S.A. COMPAÑÍA EDITORIAL ELECTRÓNICA. 1997.

 Curso Práctico de Electricidad Volumen 1 y 2. Pereira-Colombia, Editora Géminis ltda. 360 p.
- ▼ [3] OÑOS PRADOS, Enrique. 1978. Maniobra, mando y control eléctricos. 2a. ed.
 España, Enciclopedia CEAC de Electricidad. 1240 p.
- ▼ [4] PEREZ, Juan; PINEDA, M. 2006. Automatización de maniobras industriales mediante autómatas programables. Valencia, 168 p.
- [5] ROLDÁN, José. 1995. Neumática, hidráulica y electricidad aplicada. 4ta Edición.
 Madrid, Editorial Paraninfo. 241P.
- ◆ [6] ROJAS, Marco. RIOFRÍO, Gonzalo. 2006. Guía para el desarrollo de las investigaciones de tesis de grado en la Carrera de Ingeniería en Electromecánica. Universidad Nacional de Loja, Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables. Loja, Ecuador. 83p.
- ▼ [7] STOPIN, RESISTENCIA DE MATERIALES PRIMERA EDICIÓN 1980.
- ▼ [8] VAN VALKENBURGH, Nooger & Neville, Inc. 1978. Electricidad Básica Vol. 5.
 Buenos Aires, S.A. Editorial Bell, 136 p.



← SITIOS WEB:

- ◆ CONCEPTOS BÁSICOS DE NEUMÁTICA E HIDRÁULICA. Sistema de transmisión de energía neumática e hidráulica, Leyes físicas relativas a los fluidos [Consulta 1 4 Enero 2009].
 - http://www.actuadores. neumáticos.htm], [Consulta: 6 de julio del 2009].
 - [http://www.automatas/software.htm], [Consulta: 8 de Marzo 2009]
- → HUGO MASCHERONI. Reparación y fabricación de máquinas para la industria medicinal, alimenticia, textil, calzado. Envasadoras de líquidos, blisteras, tapadoras, etiquetadoras. Buenos Aires. [En línea]
 - [http://www.allbiz.com/automatismos/empresaautomatismos]
 [Consulta 17 de febrero 2009]
 - [http://www.albamilagro.es/tipos de envases.htm] [Consulta 24 junio 2009]
 - [http://www.control de procesos.com] [Consulta: 4 de noviembre del 2009].
- ▼ TARIFEC S.A. Electroválvulas. [en línea]. Características técnicas de las electroválvulas
 - [http://www.electroválvulas.com]. [Consulta: 8 de noviembre del 2009].
 - [http://www.electrovalvulas.es/tipos de electroválvulas/neumaticas.htm] [Consulta 24 de julio 2009]
 - [http://www.infoplc.net/Documentacion/Docu_PLC/infoPLC_net_lenguajespro gramacionV4.pdf], [Consulta: 28 de septiembre del 2009].
 - [http://www.infoplc.net/Documentacion/Docu_PLC/infoPLC_ner_arquitectura_automata_programable.pdf], [Consulta: 29 de mayo 2009]



- [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~41001719/electricos/1fp2/t1fp219.ht
 ml], [Consulta 21 junio 2009]
- [http://www.máquinas envasadoras en Argentina.htm] [Consulta: 8 de agosta del 2009].
- [http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo3.htm],
 [Consulta: 12 de abril 2009]
- ▼ [http://www.mechint.es/relé/206autómata.] Características técnicas sobre relé
- **☞** [Consulta: 10 de octubre del 2009].
- [http://www.monterosa.com.ar/mproducto/Apendice1_ProteccionMotores.htm],
 [Consulta 22 mayo 2009]
- [http://www.sassinelectric.compulsadores/botoneras/arrancadores]Características
 técnicas sobre pulsadores botoneras y arrancadores, conceptos [Consulta: 5 de octubre del 2009].
- ◆ [http://www.sassinelectric.com/terminales/bornerasportafusible/rieldin]Característic
 as técnicas sobre terminales, borneras porta fusible y riel din.[Consulta: 2 de
 septiembre del 2009].
- [http://www.sassinelectric.com/contactoresAC/DC.]
 [Consulta: 14 de octubre del 2009].
- [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica.htm]. [Consulta 2 de febrero 2009].
- [http://www.siemens.manual.logo/A5E00380837-01] Características técnicas sobre
 Logo RC 230 programación [Consulta: 8 de septiembre del 2008].



◆ [http://www.Solverpack.es/fabrica de máquinas y accesorios para envasamiento automático.htm] [Consulta 17 de julio 2009]



ANEXOS



ANEXO 1

FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1. TITULO

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA LOS PROCESOS DE ENVASADO Y TAPONADO PARA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÍQUIDOS"

2. PROBLEMÁTICA

2. 1 Situación problemática

Al principio los sistemas industriales fueron controlados manualmente por un operador, el operador observaba lo que sucedía y hacia ajustes basados en las instrucciones de operación y en el propio conocimiento que el operador tenia del proceso.

Con el control manual, solo la adecuada reacción de un operador experimentado mediaba entre una evolución normal del proceso y otra errática. Además un operador solo podrá observar y ajustar unas pocas variables del proceso, limitando la complejidad de las estrategias de control que puedan ser usadas bajo control manual.

A todo lo anterior, habría que añadir el hecho de que la recolección de datos para un proceso controlado manualmente puede requerir de arduo labor, ya que el operador esta normalmente, demasiado ocupado para escribir tiras de números. Por todo ello los datos recogidos manualmente pueden ser inexactos, incompletos y difíciles de usar.

Hoy en día la creciente necesidad de mejorar la productividad de renovar los procesos manuales de envasado y taponado en todo el mundo la afronta la industria aumentando cada vez más el grado de automatización de las líneas de envasar y taponar. El desarrollo de sistemas de producción y de distribución más rápida, más flexible y menos delicada que los existentes no tiende solo a reducir los costes sino también aumentar la producción, aumentos superiores de la eficiencia pueden reportar considerables ventajas económicas.



El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano y otro aspecto trascendental de la automatización ulterior o modernización – atendiendo a simplificar la programación es la comunicación sin problemas entre el software específico de usuario y el software de mando. Hardware de implementación automática, transmisión de datos sin problemas.

Las interfaces Hombre-Máquina (HMI) o interfaces Hombre-Computadora (CHI), son comúnmente empleadas para comunicarse con los PLC, nuevas formas de automatización que las involucra, donde controlan un equipo de prueba automático que es programado para simular, también referidas como Controlador Lógico Programable, son utilizadas frecuentemente para sincronizar el flujo de entradas de sensores y eventos con el flujo de salidas a los actuadores y eventos.

Es sin duda, que la investigación es el pilar fundamental para alcanzar grandes logros; y en efecto, con el transcurrir de los tiempos muchas han sido las investigaciones que se han hecho en el tema de la Automatización, y desde muchos años atrás hasta nuestros días ha evolucionado esta tecnología; sin embargo en nuestro medio ya es muy común el hablar técnicamente del tema, razón por la cual se ha creído conveniente diseñar y construir un prototipo para automatizar los procesos de envasado y taponado para elaboración de productos líquidos.

2.2 Problema General de investigación

"Falta de conocimiento de maquinaria eficiente para la producción de productos líquidos."

2.3 Delimitación

2.3.1 Problemas específicos de investigación

Falta de conocimiento de los procesos actuales de envasado y taponado.



- Baja producción y calidad, debido a los procesos manuales en la elaboración de estos productos.
- Inexistencia de una guía para el funcionamiento y mantenimiento del prototipo automatizado.
- Carencia de difusión de los trabajos investigativos que se realizan en la carrera de Ing. Electromecánica.

2.3.2 Espacio

Se realizara el diseño de los procesos automáticos de envasado y taponado para Elaboración de productos líquidos de las pequeñas empresas.

2.3.3 Tiempo

La investigación se la realizara durante el periodo Enero 2009 - Diciembre 2010.

2.3.4 Unidades de Observación

- > Procesos actuales de envasado y taponado.
- Máquinas automáticas para envasado y taponado de productos líquidos.
- > Prototipo didáctico
- > Guías para el funcionamiento y mantenimiento del Prototipo automatizado.
- Medios de comunicación (radio, televisión y prensa escrita).

3. JUSTIFICACIÓN

3.1 Justificación

Actualmente las pequeñas empresas que se dedican a la elaboración de productos líquidos, tienen montado un sistema de orden manual, el cual debe contar con un sistema automático óptimo para realizar los procesos de envasado y taponado de productos líquidos para mejorar su producción y calidad.



Además como futuros ingenieros Electromecánicos relacionados con este tipo de problemáticas permitiéndonos plantear soluciones que satisfagan necesidades prioritarias, la razón por la que se pretende realizar este trabajo de investigación, surgió observando la necesidad de aquellas pequeñas empresas que realizan esta actividad de una forma manual, uno de los procesos en el que les toma un tiempo prolongado es el del envasado y taponado, la calidad y acabado general del producto no es el optimo ya que tienen que repetir varias veces el mismo proceso hasta alcanzar la perfección en cada uno de ellos, factores que pueden ser superados mediante la implementación de un sistema automático de envasado y taponado con lo que seria un ahorro de tiempo, mano de obra y se obtendría una producción de mejor calidad, eficiente y su capacidad de producción aumentaría, abasteciendo de esta manera la necesidad del mercado..

3.2 Viabilidad

Este proyecto de tesis es de considerable importancia dentro de nuestro campo profesional y de estudio, debido a que se cuenta con los elementos; programas y las herramientas apropiadas, además de docentes y personas conocedores de la materia. Para el diseño de un sistema de Automatización para los procesos de envasado y taponado para elaboración de productos líquidos, los recursos económicos razonables serán fondos propios del autor, en lo que respecta a la disponibilidad de bibliografía se cuenta con una buena información, es sugestivo y de actualidad tecnológica y permite la correlación de teoría-practica, el tiempo es suficiente para desarrollar el proyecto y además permite introducirnos en el campo profesional de nuestra carrera y en el área de influencia de la Universidad Nacional de Loja. Por todo esto se considera viable este tema de tesis.

4. Objetivos de investigación

4.1 General.

Diseñar y construir un prototipo automatizado para el proceso de envasado y taponado para elaboración de productos líquidos.



4.2 Especifico.

- > Analizar los procesos actuales de envasado y taponado.
- Diseñar y construir un prototipo automatizado para los procesos de envasado y taponado.
- ➤ Elaborar guías de funcionamiento y mantenimiento para el prototipo automatizado.
- Socializar los resultados de la investigación a lo interno y externo de la carrera de Ing. Electromecánica



5. MARCO TEÓRICO

CAPITULO I

- 1.1 Productos líquidos y envases
- 1.2 Diagnóstico actual de la producción y distribución de productos líquidos
 - 1.2.1 Procesos involucrados en la producción y distribución.
 - 1.2.2 Procesos no automáticos
 - 1.2.3 Procesos semiautomáticos
 - 1.2.4 Procesos completamente automatizados
 - 1.2.5 Actuales productores de automatismos
 - 1.2.6 Características más novedosas
- 1.3 Sistemas de control automatizados para industrias
 - 1.3.1 Sensores
 - 1.3.2 Controladores lógicos programables (PLC)
 - 1.3.3 Actuadores
- 1.4 Estado actual de los procesos de embazado
- 1.5 Tipos de embases
- 1.6 Procesos involucrados
 - 1.6.1 Procesos de envasado del líquido
 - 1.6.2 Desplazamiento de los embases hasta el punto de llenado
 - 1.6.3 Determinación los envases exactamente en el lugar de llenado
 - 1.6.4 Liberar el líquido en el interior del envase
 - 1.6.5 Determinación del volumen del líquido dentro de los envases



- 1.7 Estado Actual de los Procesos de Taponado
 - 1.7.1 Taponado
 - 1.7.2 Detener los envases exactamente en el lugar de Taponado
 - 1.7.3 Taponado por Presión
 - 1.7.4 Taponado por Roscado



CAPITULO I

1.1. Productos líquidos y envases

Los productos líquidos se caracterizan por una resistencia al flujo llamada viscosidad. La viscosidad de un líquido disminuye al aumentar la temperatura y aumenta al crecer la presión. La viscosidad también está relacionada con la complejidad de las moléculas que constituyen el líquido: es baja en los gases inertes licuados y alta en los aceites pesados. La presión de un vapor en equilibrio con su forma líquida, la llamada presión de vapor, sólo depende de la temperatura; su valor a una temperatura dada es una propiedad característica de cada líquido. También lo son el punto de ebullición, el punto de solidificación y el calor de vaporización (esencialmente, el calor necesario para transformar en vapor una determinada cantidad de líquido). En ciertas condiciones, un líquido puede calentarse por encima de su punto de ebullición; los líquidos en ese estado se denominan súper calentados. También es posible enfriar un líquido por debajo de su punto de congelación.

Envases

Un envase es un producto que puede estar fabricado en una gran cantidad de materiales y que sirve para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías en cualquier fase de su proceso productivo, de distribución o venta. Una de las principales funciones del envase es la de conservar el producto.

Principales envases

- Lata
- Lata de aluminio
- Lata de hojalata
- Lata de chapa
- Botella
- Botella de vidrio
- <u>Botella de plástico</u>



- Tarro
- Frasco
- Envase de papel
- Envase flexible
- Blíster
- Brick
- Colapsables

1.2 Diagnostico actual de la Producción

La producción de productos líquidos actualmente ya sean estos de distintas clases y de todo tipo han ido avanzando conforme a la tecnología cada vez es mas rentable para las pequeñas y grandes industrias que se dedican a la elaboración de estos productos, sus procedimientos no han cambiado en nada lo que si se han implementado mejores sistemas de progreso para darle una mejor presentación.

Cada vez son más las personas que se decantan por el agua embotellada. No en vano, el consumo mundial aumenta una media de un 12 por ciento cada año, a pesar de que su precio es mucho más alto comparado con el agua del grifo.

1.2.1 Procesos involucrados en la producción y distribución

Envasado.

Para el envasado de botellas ya sean estas de cualquier tipo el procedimiento se describe de la manera siguiente:

La cinta transportadora se debe activar al pulsarse la marcha. Cuando se detecte la presencia de una botella lista para ser llenada se debe parar la cinta y abrir la válvula del depósito durante los 5 segundos o el tiempo programado que tarda en llenarse una botella, al cabo de los cuales la válvula debe cerrarse. Tres segundos después la cinta debe ponerse de nuevo en marcha para procederse al llenado de una nueva botella. Cuando se active el sensor que indica nivel bajo en el depósito se deben seguir llenando las botellas y se abrirá la válvula de la cisterna que abastece al depósito, que se cerrará al llenarse este último. Durante el tiempo en que la válvula de la cisterna permanezca abierta, la luz de alarma se encenderá de forma intermitente (dos segundos encendida y dos segundos apagada). Si, a



pesar de haber abierto la válvula de la cisterna, el depósito se vaciara, se cerrará la válvula de éste último en caso de que estuviera abierta y se encenderá la luz de alarma de forma permanente, que se apagará una vez que se llene el depósito. El funcionamiento normal del sistema se reanudará sólo cuando, habiéndose apagado ya la luz de alarma y habiéndose retirado la botella

que quedó a medio llenar, se vuelva a pulsar la marcha. Ver figura.

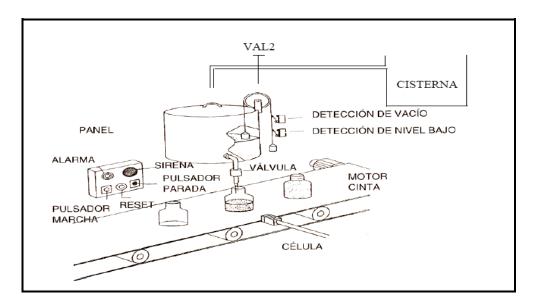


Figura 1.1 Proceso de envasado de productos líquido

> Taponado.

Para el taponado el cual se lo va ser mediante rosca, o enroscador automático ER-S, consta de un cabezal de enroscado, para trabajo pesado, de operación neumática, con o sin lubricación, montado en un actuador el cual cuenta con un sistema de trampas para captar el envase con la tapa presentada y enroscar esta con el torque adecuado.

La función del operador es presentar la tapa sobre el envase solamente, cuando este entra en el sistema de enroscado un sensor detecta el envase y cierra dos trampas, una en la parte inferior para evitar que el envase gire y otra en el cuello del envase, para



evitar que este se colapse por la fuerza del cabezal de enroscado, una vez enroscada la tapa las trampas se abren y se libera el envase.

La capacidad de producción de este equipo es de aproximadamente 40 envases por minuto. Ver la figura siguiente:



Figura 1.2 Colocación de un tapón de rosca en una botella

1.2.2 Procesos no Automáticos

La producción se ve afectada por demoras en el proceso de control de calidad tanto en las parte de gestión como en la parte de operación y ejecución de procesos porque el proceso se lleva a cabo de forma manual por parte de operarios. Como consecuencia de errores humanos y del tiempo empleado en la verificación se tiene una demora considerable en la producción global de la empresa que afecta la eficiencia de la misma.

Puesto que el control del proceso involucra dos procesos principalmente, las lecturas de los flujos y las gestiones, es necesario reducir el tiempo empleado en adquisición y almacenamiento de datos y aumentar la confiabilidad de la prueba eliminando los errores provocados por los operarios.



1.2.3 Procesos Semiautomáticos

Un proceso semiautomático es aquél que necesita del ser humano para continuar una o más fases durante el desarrollo del proceso (una vez que éste dio inicio)

Equipo para envasado de productos líquidos, con posible generación de espuma, de baja viscosidad, por medio de boquillas con control de nivel con retorno de excedente a tanque de balance, se ofrecen den formato semiautomático, automático lineal y rotativo, ver figura.



Figura 1.3 Maquina Semiautomática para elaboración de productos líquidos.

1.2.4 Procesos Completamente Automatizados.

En un proceso completamente automatizado no hay intervención humana para iniciar las fases subsiguientes del proceso, ya que se suceden en forma automática sin intervención humana una tras otra. La única intervención humana en un proceso automático es al inicio del mismo.

Los sistemas de mando automáticos de libre programación dirigen las cargas sin acompañamiento a los

puntos de parada prefijados, las cargan o entregan, las descienden o elevan, según sea el caso del proceso a realizar en este caso envasado, taponado y etiquetado hasta situarlas en una posición previamente establecida.(figura 1.4.)



Los componentes que se utilizan para la realización de las más diversas operaciones de automatización son, por ejemplo:

- Ordenadores industriales (IC/PC)
- Microordenadores
- Unidades de control programables (Autómatas PLC)
- Ordenadores de posicionado (Dematik PSC)
- Ordenadores de sincronización (Dematik GLC)
- Transmisores de datos
- Registro de recorridos-valores reales (encoders, detectores de proximidad, finales de carrera)
- Equipos de protección contra colisiones
- Dispositivos de seguridad
- Control de emergencia y ajuste
- Dispositivos de control, señalización y aviso

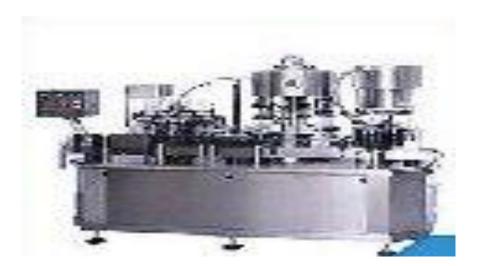


Figura 1.4 Máquina Automática para embotellar y taponar líquidos



1.2.6Actuales productores de Automatismos

A continuación se citan algunas de las empresas que se dedican a la comercaalizacion de automatismos – maquinas responsables compras producción, mantenimiento, etc, para dar solucion a los problemas de automatización.

EMPRESA PAIS FABRICA Maq.Automát.

Autobar Spain, S.A. Española (envasado, etiquetado)

> ALLOATTI S.R.L. (Buenos Aires)

Envasado automático, maquinas, dispositivos (sensores, PLC, actuadores), maquinas taponadoras para productos líquidos, maquinas lavadoras.

LANFRANCONI JORGE DANIEL (Buenos Aires)

Envasamiento automático y semiautomático, maquinas automáticas de productos líquidos, sensores, PLC.

HEUFT S.A. (Buenos Aires)

Etiquetas, máquinas embotelladoras, maquinas envasadoras para líquidos, Plc, sensores.

TEMA S.R.L. (Buenos Aires)

Alimentos, maquinas para la industria, codificadoras, maquinas y equipos, equipo de envasamiento al vació, maquinas para Envasamiento automático y semiautomático, dispositivos, sensores, PLC, maquinas para laboratorios.

DIM S.A. (Buenos Aires)

Envasamiento automático, maquinas reparaciones, automatización de maquinas, sensores, PLC, y otros dispositivos de control.

Fig. 1. Irkom-EKT, OOO NPF (Ucrania)

Maquinas automáticas, semiautomáticas para líquidos, sensores, PLC, y otros dispositivos, automatización



1.2.6 Características más Novedosas.

En **ELION** continuamos con el propósito de mejorar día a día nuestro servicio, evolucionando con los nuevos tiempos y dando en cada momento la solución más adecuada con la tecnología más innovadora.

• Dispositivo de purga automática con mando eléctrico temporizado El nuevo purgador automático TEC-22 3/8 230V AC representa una solución para el purgado automático de filtros, separadores, calderines, finales de línea y otros componentes en sistemas de aire comprimido en los que se producen condensados y contaminantes líquidos (Figura 1.5).



Figura 1.5 Dispositivo de purga automática

Nueva presentación de la oferta BALLUFF

Los nuevos trípticos "La línea opto electrónica" y "PROXICOM Sensores inductivos gama básica" presentan de forma resumida y ágil la completa gama de sensores ópticos y la nueva línea de sensores inductivos PROXICOM de BALLUFF (ver figuras 1.6 - 1.7).







Figura 1.7

- Arrancador suave para motores Ac, de 8 220-690v (Figura 10).
- Arrancador suave para motores AC.(Figura 11).



1.3 Sistemas de Control Automatizados para Industrias.

En el control automático de proceso para industrias completamente Automatizadas, se debe comprender primero los principios de la ingeniería de proceso. Los procesos industriales no son estáticos, por el contrario, son muy dinámicos, cambian continuamente debido a los muchos tipos de perturbaciones y precisamente por eso se necesita que los sistemas de control vigilen continua y automáticamente las variaciones que se deben controlar.

Los principios de funcionamiento del sistema de control se pueden resumir con tres letras M, D, A.

M: Se refiere a la medición de las variables del proceso.

D: Se refiere a la decisión que se toma con base en las mediciones de las variables del proceso. Finalmente,

A: Se refiere a la acción que se debe realizar de acuerdo con la decisión tomada.

También se debe tomar en cuenta lo relativo a los componentes básicos del sistema de control: Sensor, transmisor, controlador y elemento final de control. Los tipos más comunes de señales: neumática, electrónica o eléctrica y digital.

En un proceso productivo no siempre se justifica la implementación de sistemas de automatización, pero existen ciertas señales indicadoras que justifican y hacen necesario la implementación de estos sistemas, los indicadores principales son los siguientes:

- ♦ Requerimientos de un aumento en la producción ·
- Requerimientos de una mejora en la calidad de los productos ·
- ♦ Necesidad de bajar los costos de producción ·
- ♦ Escasez de energía ·
- ♦ Encarecimiento de la materia prima ·
- ♦ Necesidad de protección ambiental ·
- ♦ Necesidad de brindar seguridad al personal ·
- ♦ Desarrollo de nuevas tecnologías ·



La automatización solo es viable si al evaluar los beneficios económicos y sociales de las mejoras que se podrían obtener al automatizar, estas son mayores a los costos de operación y mantenimiento del sistema.

1.3.1 Sensores

Los sensores son la parte esencial en cualquier circuito de control. Un sensor es un dispositivo que detecta manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos o químicos, como la energía, la temperatura, la radiación electromagnética, la velocidad, la aceleración, el tamaño, la cantidad, el pH, etc.

Puede ser también un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.

> Sensor de presencia

Este sensor de presencia volumétrico, detecta cualquier movimiento o presencia de cuerpos emisores de radiación infrarroja. Su sensor altamente integrado y de reducidas dimensiones hace posible la detección de movimiento hace mas de 4metros de distancia .estos sensores han sido diseñados para poder ser integrados en cualquier tipo de mecanismo del mercado, véase la figura.

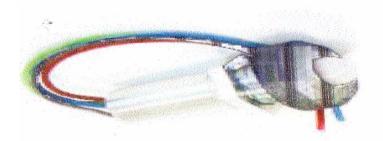


Figura 1.8 Sensor de presencia

Sensores de Nivel

Los sensores de nivel detectan el nivel de los líquidos, polvos y sólidos granulares en tolvas, silos y tanques.



Estos son utilizados para monitorear nivel de líquidos, cerrándose o abriéndose cuando se alcanza un nivel determinado. Podremos ofrecerle de diferentes tipos con mercurio sin mercurio, también, modelos con imán permanente y reed switches. Las aplicaciones más comunes son control de sistemas de bombeo, bombas en embarcaciones y sistemas de irrigación, véase la figura.

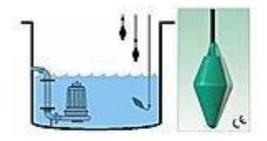


Figura 1.9 Sensor de nivel de líquidos

> Sensor de Posición

Los sensores de posición pueden dar según su construcción o montaje, una posición lineal o angular.

- ➤ Electromecánicos: Lo forman los Finales de Carrera o Microrruptores. Se sitúan en puntos estratégicos a detectar, en sistemas industriales y máquinas en general. Conmutan directamente cualquier señal eléctrica. Tienen una vida limitada. Solo pueden detectar posiciones determinadas, debido a su tamaño.
- ➤ Magnéticos: Lo forman los Detectores de Proximidad Magnéticos, que pueden ser los de Efecto Hall y los Resistivos, típicos en aplicaciones industriales.
- ➤ Inductivos: Lo forman los Detectores de Proximidad Inductivos, los Sincros y Resolvers, los RVDT (Rotatory Variable Differential Transformer) y LVDT (Lineal Variable Differential Transformer). Los Inductosyn.
- **Potenciométricos:** Lo forman los Potenciómetros lineales o circulares.
- **Ópticos:** Lo forman las Células fotoeléctricas y los Encoders.
- > Sincros y Resolvers



Son transductores para la medida de ángulo de un eje y la posición de un sistema servo. Esencialmente trabajan con el mismo principio que un transformador en rotación. En la figura se muestra la estructura electromecánica de un sincro y la representación eléctrica equivalente.

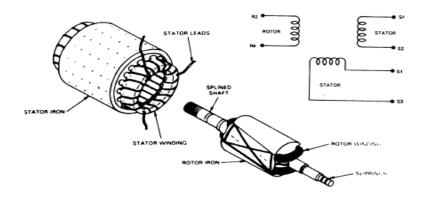


Figura 1.10 Sensor de posición

1.3.2 Controladores Lógicos Programables (PLC)

El término PLC significa en inglés, Controlador Lógico Programable. Originalmente se denominaban PC's (Programmable Controllers)(figura 15).

Se define a un **PLC** como: "Sistema Industrial de Control Automático que trabaja bajo una secuencia almacenada en memoria, de instrucciones lógicas."

La definición establece que es un sistema porque contiene todo lo necesario para operar, y por tener todos los requisitos necesarios para operar en los ambientes hostiles encontrados en la industria.



Figura 1.11 Controlador Lógico Programable (PLC)



> Funciones del PLC.

Las más comunes que realizan son:

- Operaciones lógicas (AND, OR, NOT, NOR, NAND, XOR...).
- Operaciones con entradas, salidas y marcas.
- Funciones aritméticas. (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones, raíces cuadradas).
- Manejo de datos.
- Conversión de datos de diferentes sistemas, (BCD, binario)
- Funciones de tiempo (temporizadores y relojes).
- Funciones de contaje, (contadores y contadores rápidos)
- Permiten comunicaciones con órganos de origen inferior o superior mediante los buses de comunicación industrial.
- Realizan auto-chequeos y diagnósticos constantes de funcionamiento, referenciado y localizando los errores.
- Si la programación es grande, permite dividirla en subrutinas.
- Funciones de interrupción de programa.
- Al permitir grabar las programaciones, dan confianza plena de funcionamiento.
- Reduce el cableado de las instalaciones.

1.3.3 Actuadores

> Contactores y arrancadores reversibles a plena tensión

Podemos definir un contactor como un aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica, accionado por cualquier forma de energía, menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga. (Figura1.12)

Para aplicaciones en donde se requiere la función reversible (arrancar y parar e invertir la marcha de los motores) se ofrecen los arrancadores reversibles clase 8736 tipo S. Constan de un arrancador clase 8536 y un contactor clase 8502 mecánicamente y eléctricamente



enclavados. Los dispositivos tipo abierto (sin gabinete), tamaño 0 a 5 se encuentran disponibles en arreglos horizontales o verticales.



Figura 1.12 Contactor y arrancador reversible

Contactores magnéticos clase 8502 tipo S.

Los contactores magnéticos clase 8536 tipo S se usan para conmutar las cargas de calefacción, capacitores, transformadores y motores eléctricos, adicionando la protección de sobrecarga por separado. Los contactores clase 8502 tipo S de Square D están disponibles en tamaños NEMA 00 a 7(figura1.13), que definen las potencias de aplicación recomendadas. Fueron diseñadas para funcionar en tensiones de hasta 600 Vca, 50/60 Hz.



Figura 1.13 Contactor magnético

> Relés Térmicos

Son elementos de protección contra sobrecargas, cuyo principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos materiales (bimetales), ajo el efecto del calor. Cuando alcanzan una temperatura determinada, accionan el sistema de contactos de relé, lo que permite gobernar la maniobra del sistema arrancador. (Figura 1.14)



Los relés térmicos bimetálicos, constituyen el sistema más simple y conocido de la protección térmica por control directo, protege a los motores contra toda clase de averías que determine un incremento del consumo de dicho motor.



Figura 1.14 Rele térmico

Solenoide

El **solenoide** es un alambre aislado enrollado en forma de hélice (bobina) o un número de espiras con un paso acorde a las necesidades, por el que circula una corriente eléctrica. Cuando esto sucede, se genera un campo magnético dentro del solenoide. El **solenoide** con un núcleo apropiado se convierte en un imán (en realidad electroimán).



Figura 1.15 Solenoide lineal



Figura 1.16 Solenoide de maniobra

> Electro válvulas

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería.

No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.

> Clases y funcionamiento.

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.



Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento.

Es conveniente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo potencia mientras la válvula deba estar abierta.

También existen electroválvulas biestables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un impulso y cierra con el siguiente.

Las electroválvulas pueden ser *cerradas en reposo* o *normalmente cerradas* lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo *abiertas en reposo* o *normalmente abiertas* que quedan abiertas cuando no hay alimentación.



Figura 1.17 Electroválvula

1.4 Estado Actual de los Procesos de Envasado.

En la actualidad los procesos de envasado de productos líquidos han evolucionando en gran medida en el campo industrial, estos vienen con mucha tecnología, automatización, y el control de procesos cada vez mas existe nuevas formas de envasar aunque los principios de funcionamiento son los mismos.



La función más importante del envasado es suministrar al consumidor de un alimento de igual calidad a la de los productos frescos o recientemente preparados. Cualquier elección del envasado debe basarse en el conocimiento exacto de las sensibilidades específicas del producto en cuestión.

Hoy en día con la innovación de nuestra tecnología actual del envasado ya se envasan asépticamente algunos productos con partículas pequeñas: jugos de fruta con fibras de fruta, yogurt con frutas y partes de frutas, pudín con arroz y tapioca y sopas con pequeños suplementos, tomates cortados en salsa.

Se están llevando a cabo trabajos de investigación para mezclas con trozos más grandes. Tal como se mencionó, se lograron mejoras en la aplicación de equipos de preesterilización de trabajo continuo. El estado actual de la técnica aún se basa en estos métodos que, sin embargo ya han sido perfeccionados, y han logrado un máximo de eficiencia

1.5 Tipos de Envases

Tipos de envase según su resistencia a la compresión:

- Envases rígidos: Tienen una forma definida que no puede alterarse, su rigidez da oportunidad a estibar producto sobre él mismo sin sufrir daños.
- Envases semirígidos: Tienen un resistencia a la compresión menor a la de un envase rígido, y bajo esfuerzos de compresión su aspecto puede ser similar a la de los envases rígidos.
- Envases flexibles: Son aquellos fabricados de películas plásticas, papel, hojas de aluminio, laminaciones, etc., se deforma al manipularlo manualmente. No resiste producto estibado.

• Envases de Vidrio

El vidrio es una sustancia hecha de sílice (arena), carbonato sódico y piedra caliza. No es un material cristalino en el sentido estricto de la palabra; es más



realista considerarlo un líquido sub-enfriado o rígido por su alta viscosidad para fines prácticos. Su estructura depende de su tratamiento térmico, figura 22.



Figura 1.18 Varios tipos de envases de vidrio.

Características

- La formulación del vidrio puede ser ajustada según el tipo de envase requerido o uso específico.
- Es tan maleable que con él se pueden fabricar desde garrafas hasta ampolletas.
- Es reutilizable y reciclable en un alto porcentaje.
- No se oxida, ni pierde su atractivo al usarlo, excepto si se usa a la intemperie. Es
 impermeable, resiste el calor d7entro de un cierto rango, puede apilarse sin aplastarse y se
 pueden volver a cerrar con facilidad, además de que el consumidor puede ver el interior del
 envase para verificar la apariencia del producto.
- Es material limpio, puro, e higiénico; es inerte e impermeable para los fines cotidianos.
- No pueden ser perforados por agentes punzantes.
- Como envase hermético, puede cerrarse y volverse a abrir.
- Es barrera contra cambios de temperatura.



➤ Principales defectos de un envase de Vidrio

- Baja maquinabilidad: Debido a un recocido deficiente, o un choque térmico, o una mala distribución del vidrio, a una corona inclinada o por estar fuera de dimensiones.
- Mala apariencia: Presentada por oclusiones o incrustaciones (trozos de vidrio, piedras o puntos negros), por pliegues, rebabas o arrugas.

1.6 Procesos Involucrados

1.6.1 Proceso de envasado de líquidos

El proceso de envasado automático de líquidos involucra varios procesos intermedios que deben cumplirse con exactitud para que este proceso sea eficaz y seguro. Los procesos intermedios se enumerarán:

- 6. Desplazar los envases hasta el punto de llenado
- 7. Detener los envases exactamente en el lugar del llenado
- 8. Liberar el líquido en el interior de los envases
- 9. Determinar el volumen del líquido dentro de los envases
- 10. Continuar el desplazamiento hacia otro proceso

Cada uno de estos procesos automáticamente hablando, se desarrollan en dependencia de la calidad con que se necesite el resultado, e incluso con la rapidez que se necesite. Además depende del tipo de líquido y envase que se esté manipulando.

Se suponen los envases en la banda transportadora, la cual comienza a moverse y se detiene automáticamente siempre que un recipiente llega al lugar del llenado. El líquido se libera hasta que se llene el envase y luego que esté lleno, la banda transportadora comienza a moverse hasta que llegue otro envase. Cada uno de los procesos intermedios que se han explicados pueden desarrollarse de diferentes formas.

Desplazar los envases hasta el punto de llenado

Para desplazar los envases entre cada uno de los procesos se pueden utilizar:

- 1. Grúas transportadoras
- 2. Bandas transportadoras



En dependencia del tipo de líquidos se pueden emplear uno u otro medio de desplazamiento. Si el líquido es agresivo de alguna manera entonces se debe transportar de forma segura utilizando bandas transportadoras, pero si el líquido es ligero y no agresivo, entonces se puede desplazar en grúas transportadoras y con ello ahorrar espacio en la instalación general.

> Grúas transportadoras

Los envases pueden ser agarrados por la parte superior, es decir, por el pico y trasladados desde un lugar a otro dentro de los procesos de envasado, taponado y etiquetado. Este mecanismo permite tener procesos en diferentes niveles y reducir el espacio que ocupe la instalación completa.

En la figura 1.19 se muestra un ejemplo del desplazamiento mediante grúas viajeras. El envase debe ser atrapado con mucho cuidado y presión exacta. La presión para sostener el envase debe ser lo suficientemente fuerte para que asegure la sujeción del envase tanto vació como lleno y que al mismo tiempo no tan fuerte que no se vaya a romper o deformar el material.

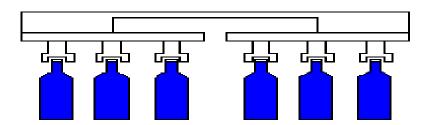


Figura 1.19 Imagen donde se desplazan los envase por el aire por medio atrapados en grúas viajeras.

En la propia grúa transportadora existen varios subprocesos intermedios:

- 3. Movimiento o desplazamiento de la grúa
- 4. Mano o manubrio donde se atrapa y se libera el envase



Este tipo de desplazamiento es más costoso que cualquier otro. Los procesos intermedios tienen varios grados de libertar que hacen más costosa la instalación. La ventaja es que se puede reducir el espacio total de la instalación, dado que la grúa sostiene los envases en el aire y se pueden hacer varios procesos en diferentes niveles de altura.

> Bandas transportadoras

Bandas transportadoras pueden desplazar los envases por cualquier punto de la instalación. Las bandas lineales son más sencillas que las bandas que tienen algún grado de curvatura. En la figura 1.20 se muestra una banda transportadora lineal que desplaza los envases en línea recta y que se emplean para instalaciones de producciones pequeñas.



Figura 1.20 Imagen donde se muestran los envases desplazándose en bandas transportadoras lineales.

En la figura 1.21 se muestra una bandas transportadoras que hacen movimientos circulares y permitiendo aprovechar espacio en la instalación. Este tipo de bandas se emplean en instalaciones de producción masiva o industrial.



Figura 1.21 Imagen donde se muestran los envases desplazándose en bandas transportadoras circulares.



Muchas veces en instalaciones industriales se hacen combinaciones de todos los medios de desplazamiento que se conoce: desplazamiento por el aire y por bandas transportadoras. Lo normal es que se desplacen varios envases al mismo tiempo, sin dejar espacios entre ellos, aunque pueden estar desplazados si es que algún tipo de envase fuese desechado en medio de cualquiera de los procesos por el sistema de verificación de la calidad.

1.6.3 Detener los envases exactamente en el lugar del llenado

Sin importar el medio de desplazamiento, es necesario detener los envases justo en los lugares donde se llenarán de líquido o donde se realicen cualquiera de los procesos, es decir, ya sea el taponado o el etiquetado. Casi todos estos procesos necesitan detener parcialmente los envases.

Para detener la banda que está transportando los envases es necesario determinar la posición exacta de los envases. Esta determinación se puede realizar censando si el envase ha llegado a un punto determinado de la instalación (sensores de proximidad) o mediante la determinación de la posición de la banda en tiempo real por medio de sensores de velocidad y posición (encoders).

> Utilización de los encoders

Si la velocidad de movimiento de la banda es constante, midiendo el tiempo en que se está moviendo dicha banda, se podrá saber la distancia que se ha movido un objeto que está fijo sobre la banda.

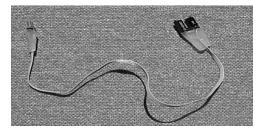


Figura 1.22 Si la velocidad de la banda es constante, se podrá conocer siempre en lugar donde se encuentra un objeto fijo sobre la banda.



Conociendo la distancia de cualquier objeto fijo sobre la banda, se podrá parar dicha banda justo cuando se sepa que ya está a la distancia exacta o debajo de los actuadores para realizar los procesos que se han explicado.

Este tipo de determinación de la posición necesita:

- 4 Que los objetos estén fijos sobre la banda
- Que la banda se mueva a una velocidad constante sin importar cuan llena esté de envases y si estos estén llenos o vacíos.
- 6 Sensores de posición tipo Encoders.

Estas restricciones hacen de este método muy costoso. Mantener la velocidad constante en la banda transportadora, no es tan sencillo, dado que el peso de esta varía y por tanto, la carga mecánica para los motores que mueven la banda está siempre variando y con ellos la velocidad. Variadores de velocidad se emplean con sistemas de lazos cerrados para mantener la velocidad constante y con esto el costo de la instalación se incrementa.

Los sensores ENCODERS son al final instrumentos ópticos que permiten detectar la velocidad rotatoria de un eje mecánico o incluso la posición relativa de este eje o la cantidad de vueltas ha efectuado en un tiempo determinado. En la figura 27 se muestra el principio de funcionamiento de un ENCODERS.

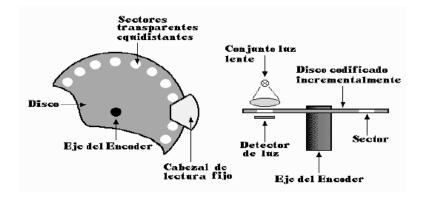


Figura 1.23 Principio de funcionamiento de un ENCODERS para detectar la posición de un eje mecánico.



> Utilización de sensores de proximidad

Para detectar si un objeto (envase) ha llegado a un lugar determinado dentro de la banda se pueden utilizar sensores de proximidad, los cuales varían en dependencia del método que emplean para detectar si algún objeto ha llegado a la cercanía del sensor.

Los sensores de proximidad se clasifican según el método que emplean. Existen sensores magnéticos, ópticos, capacitivos y de contactos [x]. Todos estos tienen diferentes aplicaciones que se diferencian con el grado de exactitud que se precise.

En la figura 1.24 se muestra un ejemplo de una detección de la presencia del envase justo en el punto donde se va a llenar. Cualquiera sea la naturaleza del censor, el principio es el mismo.

Cuando el envase llega al punto deseado, el censor cierra o abre un contacto indicando que ha detectado al envase y esta señal le sirve el controlador para detener la banda transportadora.

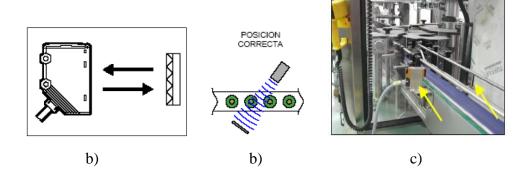


Figura 1.24 Sensor óptico o fotocélula para detectar la presencia de un envase. La inclinación del censor permite evitar la influencia del reflejo y la incorrecta operación del dispositivo. a) principio de funcionamiento del sensor. b) conexión correcta del sensor. c) imagen de instalación del sensor en una banda transportadora [x].



1.6.4 Liberar el líquido en el interior de los envases

Luego que el envase esté detenido justo debajo del drenaje o punto de vertimiento del líquido entonces se presenta la tarea de liberar el líquido dentro del envase sin que este produzca espumas. Muchos líquidos tales como: cervezas, licores, aguas efervescentes, etc., cuando se vierten a una determinada velocidad en un recipiente, crean espumas y estas suelen derramarse. En la figura 1.25 se muestra un recipiente que se ha llenado y la espuma está a punto derramarse y el líquido aún no ha llenado el envase.



Figura 1.25 Derrame de espumas de un recipiente que ha creado espumas cuando se ha vertido el líquido.

Para evitar la creación de espumas varias acciones se pueden tomar en cuenta:

- Evitar que el líquido caiga o se vierta desde una determinada altura, sino colocarla justo en el fondo del envase o en la misma superficie del líquido que está aumentado de nivel.
- 4. Evitar una velocidad muy grande de vertimiento, sino hacerlo de forma suave o con una velocidad incremental de vertimiento.

Para evitar que el líquido caiga de una altura muy grande, se puede introducir en el interior del recipiente un delgado tubo de tal forma que llegue hasta el fondo del recipiente en el primer momento y luego se vaya subiendo a medida que el volumen del líquido en el interior del recipiente se incremente.



Tampoco conviene que el delgado tubo quede en el fondo a medida que el volumen aumente dado que nuevamente puede crear espumas. En la figura 1.26 se muestra un esquema de la introducción del delgado tubo en el interior del recipiente.

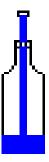


Figura 1.26 Introducción de un delgado tubo para evitar la creación de espumas.

Aunque se introduzca un delgado tubo en el interior del recipiente o envase, si la velocidad de vertimiento del líquido es alta entonces se creará espumas. Es importante que el vertimiento cree un flujo laminar y que no haya turbulencia en ningún punto del recipiente. Si aparece turbulencia entonces se creará la espuma.

La introducción del tubo puede ser como se describe literalmente o elevando al envase e irlo bajando paulatinamente a medida que se va llenando.

La liberación del líquido se puede hacer abriendo una electro-válvula. Si la electroválvula es de acción completa, es decir, se abre o se cierra un 100%, entonces no se podrá controlar la velocidad del caudal de líquido saliendo hacia el recipiente. Las válvulas controladas pueden controlar el nivel de apertura o cierre, pero estas son mucho más costosas que las de acción completa.

1.6.5 Determinación del volumen de líquido dentro de los envases

Una vez que se comienza a verter el líquido se precisa determinar el volumen de líquido para conocer si se ha llenado el envase y detener el vertimiento. Cada envase tiene una capacidad máxima de líquido en su interior y el volumen del líquido que se vierte en estos materiales debe ser ligeramente inferior a esta capacidad máxima.



Varias formas pueden utilizarse para conocer el volumen del líquido en el interior de un envase:

- 5. La diferencia de peso de un envase vacío y el mismo envase lleno del líquido.
- 6. Si el líquido no es transparente y la botella si lo es, pues se emplean censores ópticos.
- 7. Midiendo la altura de la columna de líquido en el interior del envase.
- 8. Midiendo el tiempo de vertimiento del líquido.

Método de la diferencia de peso

El peso de un recipiente se puede medir con censores de presión o peso, de tal forma que siempre se podrá saber el peso que tiene un envase que está parado en un lugar dado de la banda transportadora. La diferencia de peso entre vacío y lleno de un envase permite determinar si el recipiente está lleno o no.

Una vez conocido el peso del recipiente lleno, entonces si el peso medido por el censor alcanza este peso conocido se debe detener el vertimiento. En la figura 1.27 se muestra la posición del censor de presión que se puede emplear para la determinación del volumen del líquido en el interior del envase.

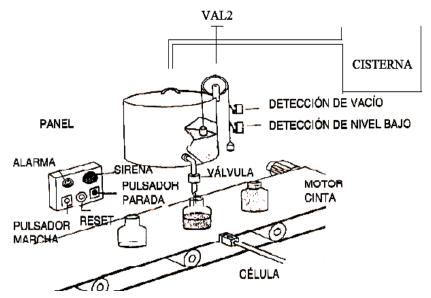


Figura 1.27 Posición del sensor de peso en la banda debajo del envase en el lugar de llenado [x].



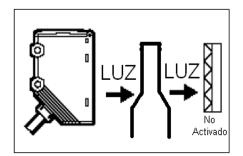
Este método tiene la restricción de que el volumen de los envases debe ser constante y esto no siempre es logrado en los recipientes de cristal. Igualmente el líquido debe tener la misma densidad, de tal forma que una misma cantidad de líquido siempre pese igual.

La altura sobre el nivel del mar es otra acción que provocará variaciones del peso tanto de los recipientes o envases como de los líquidos. Una vez ajustado el peso de los recipientes y de los volúmenes determinados de los líquidos en un nivel de altura, puede que este ajuste cambie a otro nivel de altura más alto o bajo.

Método del sensor óptico

Los sensores ópticos tienen un principio básico muy sencillo. La luz entre en el receptor y el transmisor es interrumpida por un objeto, material o sustancia y si esto ocurre, pues el censor óptico informará de la discontinuidad de la luz.

En la figura 1.28 se muestra el principio básico de funcionamiento de la utilización de un censor óptico para determinar la altura del líquido dentro de un recipiente. El líquido oscuro bloquea el paso de la luz entre la fuente y el receptor, entonces se puede conocer que el líquido ha llegado a una determinada altura. Para esto, el envase debe ser transparente al menos para el tipo de luz que se emplee.



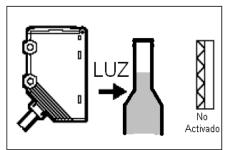


Figura 1.28 Principio de funcionamiento del censor óptico para determinar la altura del líquido dentro del envase.

Para el funcionamiento de este tipo de método, utilizando un censor óptico, se debe tener un líquido de un determinado color que bloquea la luz y un envase de cristal transparente o



de un color que no bloquee la luz. Esto no siempre es posible, dado que el envase puede ser de color ámbar y el líquido es agua, es decir, totalmente lo contrario que se necesita si la luz es de color natural.

Midiendo la altura de la columna de líquido en el interior del envase

Si se conecta un sensor ultrasónico en la superficie superior del envase se puede conocer la altura de la columna de líquido dentro del envase. La onda sonora enviada desde una fuente rebota en la superficie del líquido y retorna, el tiempo entre el envío y el retorno de la onda sonora da una medida de la cercanía del líquido a la superficie. En la figura 1.29 se muestra el principio de funcionamiento de dicho método.



Figura 1.29 Utilización de sensores ultrasónicos

Este método precisa de un censor ultrasónico que es muy costoso y además, se puede emplear en envases de boca ancha, dado que en envases de pico estrecho como botellas, no cabe el tubo de vertimiento del líquido y el sensor.

Midiendo el tiempo de vertimiento del líquido

Si la velocidad de vertimiento es constante o el caudal es constante, entonces el tiempo de vertimiento es una medida del volumen. A mayor tiempo mayor cantidad de líquido habrá en el interior del recipiente. Este medio en teoría es independiente de la altura de la instalación dado que no depende del peso del líquido o del recipiente, también es independiente del color del envase o el líquido, ni necesita la inserción de un censor en la boca del recipiente por lo que superior al resto de los método. La única desventaja es que hay que lograr una velocidad de vertimiento constante y eso no siempre es sencillo.



Si el vertimiento se hace desde un recipiente grande en forma de cisterna, entonces la velocidad de salida con una válvula de acción completa, que abra totalmente una vez accionada, no será constante. La velocidad de salida del líquido de la cisterna estará en dependencia de cuan llena esté la cisterna. En la figura 1.30 se muestra esta variación en dependencia del nivel que tenga la turbina.

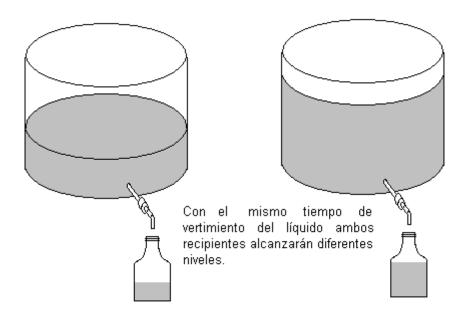


Figura 1.30 Variación en el nivel del líquido de los envases en dependencia del nivel de la cisterna, para el método del tiempo de vertimiento.

Esta deficiencia hace de este método que es el más sencillo una escasa aplicación para cuando es muy importante un llenado al mismo volumen de los envases. Este método solo necesita abrir la electroválvula un tiempo constante y conocido.

Estas deficiencias pueden tener solución de las siguientes maneras:

- 1. Que el tiempo de vertimiento no sea constante y dependa del nivel de la cisterna.
- 2. Que se llene un recipiente intermedio por cualquiera de los métodos anteriores y luego se vierta el líquido en el envase final



Para que el tiempo dependa del nivel de llenado de la cisterna, se necesita de un controlador avanzado y además de conocer el nivel del líquido dentro del tanque. Ya un censor de nivel adicional para la cisterna y un controlador hacen de este método una solución muy costosa, solo aplicable a escala industrial.

Llenar un recipiente intermedio resulta una solución menos costosa porque no necesita de conocer del nivel de este recipiente intermedio con un censor de nivel, sino solo un censor de límite, que resultan mucho menos costosos. Un censor tipo flotante puede utilizarse para detectar si el recipiente intermedio se ha llenado.

Una electroválvula controlaría la salida del líquido de la cisterna al recipiente intermedio y otra electroválvula de este recipiente al envase final. Este método aunque menos costoso, aumenta el costo porque necesita de dos electro-válvulas. En la figura 1.31 se muestra un esquema con esta disposición de un recipiente intermedio.

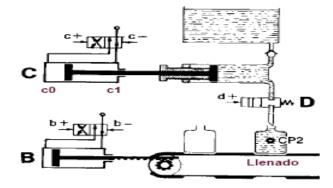


Figura 1.31 Empleo de un recipiente intermedio que se llene con antelación al vertimiento final del líquido en el envase [x].

El tercer método que resulta el más económico de los otros, es mantener la cisterna con un nivel más o menos constante de tal forma que la presión por la cantidad de agua almacenada en la cisterna no varíe mucho la velocidad de salida del líquido hacia el recipiente. Mantener el nivel del agua en la cisterna se puede lograr con un censor tipo flotante de dos pasos. De tal forma que si el nivel ha bajado una bomba pueda comenzar a



verter el líquido en la cisterna y así no permitir que esta baje a un nivel muy bajo. En la figura 1.32 se muestra este otro proceso.

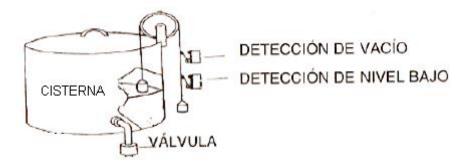


Figura 1.32 Mecanismo para mantener la cisterna a un nivel de llenado lo suficientemente constante.

Una vez llenado el envase, solo queda volver a activar la banda para que el envase continúe hacia otro proceso o que otro envase pueda ser llenado. Es preciso colocar los envases más o menos al mismo espaciado sobre la banda de tal manera que las activaciones de la banda sean minimizadas. Si los envases se colocan sin ninguna simetría, es decir, están desordenados encima de la banda pues muchos arranques y paradas de la banda serán necesarios. En La figura 1.33 se muestra nos formas de mantener los envases están agrupados sobre la banda, ya sean separados a un distancia simétrica o acumulados uno al lado de la otro.



Figura 1.33 a). Envases agrupados sobre la banda

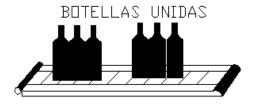


Figura 1.33 b). Agrupados uno al lado del otro.



1.7 Estado Actual de los Procesos de Taponado

1.7.1 Taponado

Una vez tenemos el envasado lleno nuestro siguiente objeto será taparlo. El proceso de tapado vendrá determinado como es lógico por el tipo de tapón.

A continuación se muestra imágenes de los tipos de tapones más comunes:



Figura 1.34 Tipos de tapones para botellas de vidrio.

De nuevo muchos factores son los que intervienen para la elección de una forma de tapado u otra. Hay tapones que se tapan a presión y hay tapones que van roscados. En el proceso de tapado intervienen tres elementos, por un lado el Posicionador, por otro el Dosificador de Tapones, y por ultimo el tapador propiamente dicho.

- El Posicionador de Tapado.- Este se encarga de entregar el tapón al dosificador, el
 posicionador de tapado puede ser mecánico o por vibración. La elección de uno u otro
 dependerá de la forma del tapón y la complicación que tenga para orientarlo.
- El Dosificador de Tapones.- sirve para una vez posicionado el tapón en la situación adecuada realizar la entrega al envase. El dosificador puede ser por transfer, por brazo actuado, etc. En este caso la elección de un modo u otro no viene solo apretar el tipo de tapón exclusivamente, si no también influye el tipo de envase.



• El Taponador.- es el elemento que permitirá realizar el tapado del envase. Existen dos tipos fundamentales por presión y por rosca. En la Figura 1.35 .Se muestra un esquema de taponado

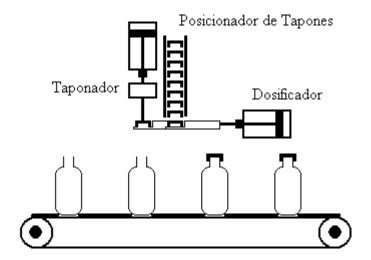


Figura 1.35 Esquema de taponado

1.7.2 Detener los envases exactamente en el lugar de Taponado

Sin importar el medio de desplazamiento, es necesario detener los envases justo en los lugares donde se realice el proceso de taponado o etiquetado. Casi todos estos procesos necesitan detener parcialmente los envases. Para detener la banda que está transportando los envases es necesario determinar la posición exacta de los envases.

Esta determinación se puede realizar censando si el envase ha llegado a un punto determinado de la instalación (sensores de proximidad) o mediante la determinación de la posición de la banda en tiempo real por medio de sensores de velocidad y posición.

Estas restricciones hacen de este método muy costoso. Mantener la velocidad constante en la banda transportadora, no es tan sencillo, dado que el peso de esta varía y por tanto, la carga mecánica para los motores que mueven la banda está siempre variando y con ellos la



velocidad. Variadores de velocidad se emplean con sistemas de lazos cerrados para mantener la velocidad constante y con esto el costo de la instalación se incrementa.

1.7.3 Taponado por Presión

Este taponado se puede realizar mediante una rueda loca, rueda traccionada con la propia maquina o pistón neumático, la elección dependerá de la velocidad y de la forma de tapón e incluso de factores ambientales como ambientes corrosivos.

En este tipo de taponado la tapa mas frecuente es el tipo Corona la cual esta formada por una cápsula de hojalata o hierro cromado barnizado y decolorado, con faldón ondulatorio provisto de una junta interna a encajar sobre la boca del envase.

En la Figura 1.36. Se muestra el taponado por presión. Su funcionamiento es por medio de un cilindro 1 el cual empuja las tapas a un receptáculo del cilindro 2, el cilindro 2 coloca el tapón sobre la botella, presionándola a través del pistón neumático. En el cilindro 2 se encuentra un final de carrera el cual controla el retroceso del vástago.

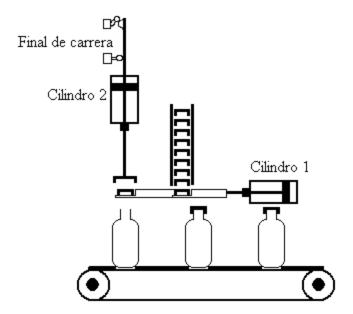


Figura 1.36 Se muestra el taponado por presión



1.7.4 Taponado por Roscado

Este taponado se puede realizar de manera mecánica por ruedas, por cabezales actuados de manera mecánica, por cabezales actuados por motores neumáticos o por cabezales actuados por motores eléctricos.

En este tipo de taponado encontramos los tapones de tornillo las cuales suelen ser de aluminio y poseen una junta interna y una falda más o menos elevada preenroscada o no.

En la Figura 1.37 Se muestra el taponado por roscado. Consiste en un cilindro 1 el cual empuja las tapas a un receptáculo del cilindro 2, el cilindro 2 coloca el tapón sobre la botella, rascándola a través del motor neumático, el cual consta de un cabezal de enroscado. En el cilindro 2 se encuentra un final de carrera el cual controla el retroceso del vástago.

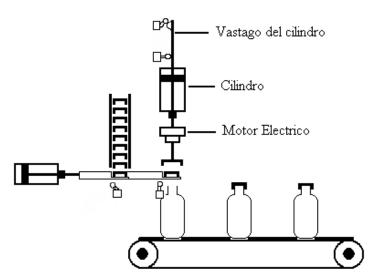


Figura 1.37 Se muestra el taponado por roscado



6.2 Materiales, métodos y técnicas de trabajo

6.2.1 Materiales

Los materiales utilizados para la realización de nuestro proyecto de investigación, son:

Varilla redonda 1/2"
Ángulos de 3/4 "
Platina de 3/4"
Plancha de Plywood
Tuvo rectangular de 2mm
Electrodos 60-11
Pintura anticorrosiva
Flexometros
Cierras
Chumaceras 1"
Chumaceras ³ / ₄ "
Chumaceras ½"
Tubo cuadrado de 1". x 1.5mm.
Correa numero5
Tanque de plástico de 50 ltrs.
Codos
Uniones
Reductores
Adaptadores
Electroválvula
Tuvo plastigama
Bomba
Motor eléctrico de medio Hp.
PLC



Rollo de cable de numero 12
Botoneras
Poleas de 12"
Poleas de 2"
Rele térmico.
Contactor magnético
Sensor de nivel de líquido
Sensor de posición
Eje calibrado de 1"
Eje de ½ "
Eje de 2 "
Pernos tripa de pato
Chavetas
Ruedas de 2 "
Abrazaderas
Pernos de 1". 3 /8
Arandelas de planas
Arandelas de presión
Tuercas de de 1 " x 3 /8
Llaves manuales
Masilla
Argollas
Aldabas de seguridad
Diluyente
Motor lento
Adaptador de 12v



Métodos de trabajo.

Los métodos que estamos utilizando son los **Empíricos y Teóricos**; con el primero de ellos se estudia las características fundamentales y esenciales del proceso automático de envasado y taponado, es la etapa de acumulación de información (libros, revistas, Internet, etc.) entre otras que nos permitió delinear los referentes teóricos del tema y problema de tesis.

En tanto que con el método teórico interpretamos los datos empíricos encontrados acerca del tema, y de esta manera desarrollar los objetivos planteados en el proyecto de tesis.

Técnicas de trabajo.

Para la ejecución del proyecto de tesis se ha optado por realizar las siguientes actividades:

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICA UTILIZADA
Falta de conocimiento de los procesos actuales de envasado y taponado.	Procesos que se están empleando actualmente en la elaboración de productos líquidos. Entrevistas con los personas entendidas en el tema.
Baja producción y calidad, debido a los procesos manuales en la elaboración de	Observación, que consiste en visitar instalaciones automáticas con este tipo de tecnología.
estos productos.	Procesamiento de datos que permitan un diseño adecuado del sistema automatizado para estos procesos.



Inexistencia de una guía para el	Investigación bibliografica en libros,
funcionamiento y mantenimiento del	revistas e Internet para elaborar una guía.
prototipo automatizado	Utilizando una guía ya desarrollada
	como base referente al tema y respaldar
	la investigación.
Carencia de difusión de los trabajos	Entrevista con los docentes y personas
investigativos que se realizan en la carrera	para que expliquen la forma de llevar a
de Ing. Electromecánica	cabo la socialización clara y entendible
	de la investigación.

8 PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO.

El presupuesto de nuestro proyecto de tesis es el siguiente:

MATERIALES	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Varilla 1/2"	1uni	17,50	17,50
Ángulo 3/4"	2uni	18,54	37,08
Platina de 3/4"	1uni	8,50	8,50
Plancha de Plywood	10uni	20,00	200,00
Tuvo rectangular de 2mm	4uni	15,50	62,00
Electrodos 60-11	100uni	0,18	18,00
Pintura anticorrosiva	4uni	4,50	18,00
Flexometros	2uni	2,50	5,00
Cierras	10uni	1,75	17,50
Chumaceras	4uni	8,70	34,80
Chumaceras	2uni	8,70	17,40
Chumaceras	4uni	8,70	34,80



Tubo cuadrado de 1" x 1.5mm.	1uni	14,67	14,67
Correa numero5	1uni	29,80	29,80
Tanque de plástico de 50 ltrs.	1uni	18,00	18,00
Codos	10uni	2,00	20,00
Uniones	10uni	2,00	20,00
Reductores	6uni	2,00	12,00
Adaptadores	6uni	2,00	12,00
Electroválvula	1uni	100,00	100,00
Tuvo plastigama	1uni	6,50	6,50
Bomba	1uni	50,00	50,00
Motor eléctrico de medio Hp.	1uni	25,00	25,00
PLC	1uni	400,00	400,00
Rollo de cable de numero 12	2uni	70,00	140,00
Botoneras	6uni	18,00	108,00
Poleas de 12"	3uni	14,45	43,35
Poleas de 2".	4uni	5,70	22,80
Rele térmico.	1uni	38,00	38,00
Contactor magnético	1uni	36,50	36,50
Sensor de nivel de líquido	1uni	168,40	168,40
Sensor de posición	1uni	170.00	170,00
Eje calibrado de 1"	1uni	30,28	30,28
Eje de 1/2"	1uni	14,10	14,10
Eje de 2 "	1uni	27,70	27,70
Pernos tripa de pato	80uni	0,50	40,00
Chavetas	6uni	9,00	54,00
Ruedas de 2 "	4uni	6,00	24,00
Abrazaderas	20uni	0,25	5,00
Pernos de 1 "x 3 8	40uni	0,50	20,00
Arandelas de planas	40uni	0,25	10,00



Arandelas de presión	40uni	0,25	10,00
Tuercas de 1 "x 3/8	40uni	0,25	10,00
Llaves manuales	1uni	2,00	1,00
Masilla	1uni	3,50	3,50
Argollas	1uni	2,00	2,00
Aldabas de seguridad	4uni	5,00	5,00
Diluyente	15ltrs.	2,50	37,50
Motor lento	2uni	40,00	80,00
Adaptador de 12v	1uni	17,59	17,59
Gastos varios		800,00	800,00
Total aproximado			3116,57



9. BIBLIOGRAFÍA:

LIBROS:

- Máquinas Prontuario. Técnicas Máquinas Herramientas. Larburu, Nicolás.
 Décima edición. Editorial Paraninfo. España 1998.
- Diseño de máquinas. Series de compendios Shawn Hall Allen Mc Grawn Hill Colombia 1971.

SITIOS WEB:

- ➤ OWEN, MARK2007. Control de procesos Automáticos: Envasado y Taponado Automático Virginia Poy technic Institute and stote Unioversity.

 [http://www.arroes/rp_deblas/auto.html] [Consulta: 09 09 2008] [Consulta: 23 11 2008]
- RULINO MUÑOS GARCIA, Global Water technologies Group llenado y taponado de botellas [http://www.maq/aderse/auto.html]
 [Consulta: 11 11 2008]
- ➤ SHUSTER, MICHAEL, 2004 Proceso de envasado. Envasado Automático Universidad de California (EE.UU California) [www.Newtec-Group.com] [Consulta: 11 12 2008]



11. METODOLOGÍ A

12. MATRIZ DE CONSISTENCIA GENERAL

PROBLEMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN (ENUNCIADO): "Falta de conocimiento" de maquinaria eficiente para la producción de productos líquidos."

TEMA	OBJETO DE INVESTIGACION	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	HIPOTESIS DE LA I NVESTIGACION
 Diseño y construcción de un prototipo para automatizar los procesos de envasado y taponado para elaboración de productos líquidos. 	para la elaboración de productos líquidos.		de envasado y taponado



10 ANEXOS

10.1 Matriz de Consistencia Específica.

10.1.1 Matriz de Consistencia Específica.

PROBLEMA ESPECÍFICO: Falta de conocimiento de los procesos actuales de envasado y taponado.

OBJETIVO	HIPÓTESIS	UNIDAD DE	SISTEMA
ESPECÍFICO	ESPECÍFICA	OBSERVACIÓN	CATEGORIAL
- Analizar los procesos actuales de envasado y taponado		- Procesos actuales de envasado y taponado.	 Procedimientos de envasado y taponado que se están empleando. Maquinaria empleada para envasado y taponado.



10.1.2 Matriz de Consistencia Específica.

PROBLEMA ESPECÍFICO: Baja producción y calidad, debido a los procesos manuales en la elaboración de estos productos.

OBJETIVO	HIPÓTESIS	UNIDAD DE	SISTEMA
ESPECÍFICO	ESPECÍFICA	OBSERVACIÓN	CATEGORIAL
- Diseñar y construir un prototipo automatizado para los procesos de envasado y taponado.	- La utilización de modernos sistemas y procesos automatizados nos permitirán mejor calidad y disminución del tiempo en la elaboración de estos	- Máquinas automáticas para envasado y taponado de productos líquidos.	 Máquinas automáticas para el proceso de envasado y taponado. Controles automáticos Bombas y sistemas de tuberías. Diseño de sistemas de automatización. PLC.



productos.	
	- Equipos de transporte de fluidos.
	- Soportes informáticos.
	- Aparatos de determinación rápida de parámetros de calidad.
	- Dispositivos de protección en equipos y máquinas.
	- Bandas transportadoras.
	- Sensores y actuadotes.
	- Accionamientos eléctricos.
	- Electro válvulas.



10.1.3 Matriz de Consistencia Específica.

PROBLEMA ESPECÍFICO: Inexistencia de una guía para el funcionamiento y mantenimiento del prototipo automatizado.

OBJETIVO	HIPÓTESIS	UNIDAD DE	SISTEMA
ESPECÍFICO	ESPECÍFICA	OBSERVACIÓN	CATEGORIAL
- Elaborar una guía de funcionamiento y mantenimiento para el prototipo automatizado.	- Mediante la guía se facilitará el manejo y mantenimiento del Prototipo didáctico.	•	-



10.1.4 Matriz de Consistencia Específica

PROBLEMA ESPECÍFICO: Carencia de difusión de los trabajos investigativos que se realizan en la carrera de Ing. Electromecánica.

OBJETIVO	HIPÓTESIS	UNIDAD DE	SISTEMA
ESPECÍFICO	ESPECÍFICA	OBSERVACIÓN	CATEGORIAL
- Socializar los resultados de la investigación a lo interno y externo de la carrera de Ing. Electromecánica y de la U.N.L.	difundiendo los resultados nos permitirá socializar dentro y fuera		



10.2 Matriz de Operatividad de Objetivos Específicos.

10.2.1 Matriz de Operatividad de Objetivos.

OBJETIVO ESPECIFICO: Analizar los procesos actuales de envasado y taponado.

		FE(СНА			
ACTIVIDAD	METODOLOGIA			RESPONSABLE	PRESUPUESTO	RESULTADOS
O		INICIO	FINAL			ESPERADOS
TAREA						
♦ Visita a las	• Reservando una cita	25-01-09	31-01-09	Jhonatan Chiriboga	100 dólares	■ Fotografías
pequeñas empresas	para obtener una			Manuel Romero		de los
que trabajan con	entrevista mediante					procesos
productos líquidos	vía telefónica para					manuales de
en forma manual.	con los dueños de					elaboración.
	las fábricas.					Documento
						con toda la
♦ Entrevista con los	Entrevista	01-02-09	14-02-09	Jhonatan Chiriboga	30 dólares	información
dueños de las	estructurada			Manuel Romero		obtenida, de la



fábricas.	(mediante un listado			entrevista con
	de preguntas			los
	técnicas ordenadas			propietarios.
	en base a todos los			
	procesos de			
	elaboración en			
	donde señale las			
	respuestas a todas			
	las incógnitas para			
	obtener			
	información de las			
	pequeñas empresas			



10.2.2 Matriz de Operatividad de Objetivos.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Diseñar y construir un prototipo automatizado para el proceso de envasado y taponado.(botella de vidrio 1litro)

	A CITIVID A D		METODOL OCIA	FE(СНА	DECDONG A DI E	DDECLIDLIECTO		DECLUTADOS	
	ACTIVIDAD O TAREA	IV.	METODOLOGIA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO		RESULTADOS ESPERADOS	
•	Consultar y seleccionar información del Internet y páginas Web.	7	Ingresando a las diferentes paginas Web www.google.com, www.yahoo.com, etc.	01-03-09	30-04-09	Jhonatan Chiriboga Manuel Romero	20 dólares	•	CD y diskettes que contengan la información seleccionada.	
•	Acudir a las bibliotecas de la carrera. u otras instituciones para adquirir (libros, revistas y	r i	Seleccionando y resumiendo información de paginas capítulos, contextos del tema a	31-05-09	13-06-09	Jhonatan Chiriboga Manuel Romero	15 dólares	•	Fotocopias de todos los fundamentos teóricos referentes al	



proyectos de tesis ya		realizar.						i	tema a realizar.
elaboradas).	•	Visitando	lugares	21-06-09	30-06-09	Jhonatan Chiriboga	200dolares	•	Fotocopias y
		donde exis	stan los			Manuel Romero			documento con
		diferentes	procesos						Información
Conocer las instalaciones		automáticos	a					,	del
de plantas Automáticas u		realizar (env	vasado y					:	funcionamiento
otras empresas con este		taponado).						,	de los procesos
tipo de tecnología.								,	de envasado y
								1	taponado.
	•	Entrevista	con los	01-07-09	04-07-09	Jhonatan Chiriboga	30 dólares	•	Resumen de la
		ingenieros.				Manuel Romero		,	entrevista
								;	adquirir ideas y
Entrevista con Ingenieros									despejar dudas
especializados en									con el
Controles Automáticos.									entrevistado a
								,	través de sus
	elaboradas). Conocer las instalaciones de plantas Automáticas u otras empresas con este tipo de tecnología. Entrevista con Ingenieros especializados en	elaboradas). Conocer las instalaciones de plantas Automáticas u otras empresas con este tipo de tecnología. Entrevista con Ingenieros especializados en	elaboradas). Visitando donde exis diferentes automáticos realizar (en taponado). The elaboradas of the exist diferentes automáticos realizar (en taponado). Entrevista con Ingenieros especializados en	elaboradas). Visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Entrevista con los ingenieros especializados en	elaboradas). Visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Entrevista con los ingenieros especializados en Visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). 21-06-09 O1-07-09	elaboradas). Visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Entrevista con los ingenieros especializados en Visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Ol-07-09 O4-07-09	elaboradas). Visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Entrevista con los ingenieros especializados en los elaboradas). Visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Entrevista con los ingenieros especializados en los elaboradas). Ol-07-09 Jhonatan Chiriboga Manuel Romero	elaboradas). Visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Entrevista con los ingenieros especializados en este to donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). Indicator de visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado).	elaboradas). - Visitando lugares donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). - Entrevista con los ingenieros especializados en Controles Automáticos. - Visitando lugares donde existan los donde existan los diferentes procesos automáticos a realizar (envasado y taponado). - Entrevista con los ingenieros especializados en Controles Automáticos.



								experiencias.
		 Definiendo cada uno 	05-07-09	11-07-09	Jhonatan Chiriboga	30 dólares	•	Listado de las
		de los elementos			Manuel Romero			especificacione
		necesarios para						s técnicas de
•]	Describir los elementos	obtener los procesos						cada uno de los
(que conforman los	de envasado y						componentes
5	sistemas automáticos	taponado.						de los procesos
	acordes a los							(envasado y
1	requerimientos del							taponado).
1	prototipo.	■ Utilizando los	19-07-09	31-08-09	Jhonatan Chiriboga	1.595 dólares	•	Diagrama
		diferentes programas			Manuel Romero			detallado con
		como el Autocad,						su respectivo
•]	Diseñar los diferentes	Labiew, Mechanical,						plano para
1	procesos para envasado	Simules etc.						mayor
	y taponado.							comprensión.
		■ Averiguando los	01-08-09	08-08-09	Jhonatan Chiriboga	1.609dolares	•	Accesorios
		sitios donde se			Manuel Romero			adquiridos para



		vendan los						el montaje del
•	Adquisición de los	accesorios.						equipo
	elementos para la							
	construcción de un							
	prototipo para los							
	procesos de envasado y			30-09-09				
	taponado.	• Siguiendo el	09-08-09		Jhonatan Chiriboga	50dolares	•	Prototipo
		esquema del diseño.			Manuel Romero			automatizado
								de envasado y
•	Montaje del equipo para			10-10-09				taponado.
	los procesos de envasado	Observando	01-10-09		Jhonatan Chiriboga	90dolares	•	Corrección de
	y taponado.	plenamente la			Manuel Romero			posibles fallas
		efectividad del						en el prototipo
•	Ensayos y comprobación	prototipo en cuanto a						automatizado
	de la validez del prototipo	resultados para no						de envasado y
	automatizado para los	descuidar partes o						taponado.
	procesos de envasado y	accesorios que						
	taponado.	puedan falta						



10.2.3 Matriz de Operatividad de Objetivos.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Elaborar una guía de funcionamiento y mantenimiento para el prototipo automatizado.

	TAREA O ACTIVIDAD	METODOLOGIA	FE(СНА	RESPONSABLE		RESULTADOS
	TAKEA O ACTIVIDAD	METODOLOGIA	INICIO	FINAL	REST ONSABLE	PRESUPUESTO	ESPERADOS
	D. D	Paganilar la información	11 10 00	24-10-09	Jhonatan Chiriboga	50 dólares	 Información completa y apropiada
	Recopilar la información necesaria para la	necesaria para la	11-10-09	24-10-09	Manuel Romero	50 dolares	referente al
	elaboración de la guía.	elaboración de la guía. Recopilar la información necesaria para la elaboración de la guía.					funcionamiento y mantenimiento del prototipo. Artículo técnico acerca del
•	Elaborar la guía de instrucciones de operación y mantenimiento	Utilizando un procesador de textoWord o PDF y en documento potable	25-10-09	31-10-09	Jhonatan Chiriboga Manuel Romero	10 dólares	funcionamiento y mantenimiento del Prototipo automatizado



10.2.4 Matriz de Operatividad de Objetivos.

♦ **OBJETIVO ESPECIFICO**: Socializar los resultados de la investigación a lo interno y externo de la carrera de Ing. Electromecánica y de la U.N.L.

TAREA O ACTIVIDAD	METODOLOGIA	FECH	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	RESULTADOS
TAKEA O ACTIVIDAD	METODOLOGIA	INICIO	FINAL	TRESCI CESTO	ESPERADOS
 ◆ Elaboración del documento final para la tesis grado. 	 Documento claro y detallado de los resultados obtenidos. 	01-11-09 14	4-11-09 Jhonatan Chiriboga Manuel Romero	100dólares	 Documento impreso de la tesis de grado completamente rectificado.
 ◆ Elaborar las diapositivas necesarias para la tesis de grado. 	 De acuerdo al esquema para la elaboración de ponencias. 	15-11-09 21	1-11-09 Jhonatan Chiriboga Manuel Romero	10dolares	CD con sus respectivas diapositivas y con toda la



							información
							necesaria para
							la tesis de
							grado.
 ◆ Disertación final de la 	• Con una disertación	22-12-09	05-12-09	Jhonatan Chiriboga	50dolares	•	Facilitar a los
tesis de grado.	clara, entendible y			Manuel Romero			estudiantes los
	detallada para los						resultados
	estudiantes de la						obtenidos er
	carrera y personas						los procesos
	particulares.						automáticos de
							emvasado y
							taponado.



10.3 MATRIZ DE CONTROL DE LOS RESULTADOS

10.3.1 MATRIZ DE CONTROL DE LOS RESULTADOS

Nro.	RESULTADOS ESPERADOS	FECHA	FIRMA
1	Fotografías de los procesos manuales de elaboración.de productos líquidos.	25-01-09	
2	Documento con toda la información obtenida, de la entrevista con los propietarios	01-02-09	
3	Información detallada de las pequeñas empresas que trabajan con productos líquidos.	15-02-09	
4	Flash memory, CD y diskettes que contengan la información seleccionada	01-03-09	
5	Fotocopias de todos los fundamentos teóricos referentes al tema a realizar	31-05-09	
6	Fotocopias y documento con Información del funcionamiento moderno de los procesos de envasado y taponado	05-0709	
7	Resumen de la entrevista, adquirir algunas ideas y despejar algunas dudas con el entrevistado a través de sus experiencias.	01-07-09	
8	Listado de las especificaciones técnicas de cada uno de los componentes de los procesos (envasado y taponado)	05-0709	
9	Diagrama detallado con su respectivo plano para su mayor comprensión.	19-0709	
10	Accesorios adquiridos para el montaje del equipo	01-0809	
11	Prototipo automatizado de envasado y taponado	08-0909	
12	Corrección de posibles fallas en el prototipo automatizado de envasado y taponado	01-1009	



13	Información completa y apropiada referente al funcionamiento y mantenimiento del prototipo.	11-10-09	
14	Artículo técnico acerca del funcionamiento y mantenimiento del Prototipo automatizado	25-10-09	
15	Documento impreso de la tesis de grado completamente rectificado.	01-11-09	
16	CD con sus respectivas diapositivas y con toda la información necesaria para la tesis de grado.	15-11-09	
17	Facilitar a los estudiantes los resultados obtenidos en los procesos automáticos de envasado y taponado.	22-12-09	



CRONOGRAMA DE DESARROLLO – TESIS DE GRADO

MESES	Di	cien	bre	/08	En	ero	/09		Fe	brei	·o/09	9	Ma	rzo/	09		Ab	ril/0	9		Ma	yo/0	9		Ju	nio/0)9		Jul	io/09)	
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración del diseño del proyecto de tesis.																																
Presentación y aprobación del diseño del proyecto																																
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2009-2010																																
Visita a las pequeñas empresas que trabajan con productos líquidos en forma manual.																																
Entrevista con los dueños de las fábricas																																
Asociar la información obtenida en las distintas empresas y sacar conclusiones.																																
Consultar y seleccionar información del Internet y paginas web																																
Acudir a las bibliotecas de la carrera u otras instituciones para adquirir libros, revistas, y proyectos de tesis ya elaboradas.																																
Conocer las instalaciones de Plantas Automáticas u otras empresas con este tipo de tecnología.																																



MESES	J	Julio/09		Julio/09		Agosto/09		*																								
ACTIVIDADES 2009-2010	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Entrevista con Ing. especializados en controles automáticos																																
Describir los elementos que conforman los sistemas automáticos acordes a los requerimientos del prototipo																																
Diseñar los diferentes procesos de envasado y taponado.																																
Adquisición de los elementos para la construcción de un prototipo para los procesos de envasado y taponado.																																
Montaje del equipo para los procesos de envasado y taponado.																																
Ensayos y comprobación de la validez del prototipo automatizado para los procesos de envasado y taponado																																
Recopilar la información necesaria para la elaboración de la guía.																																
Elaborar la guía de instrucciones de operación y mantenimiento																																

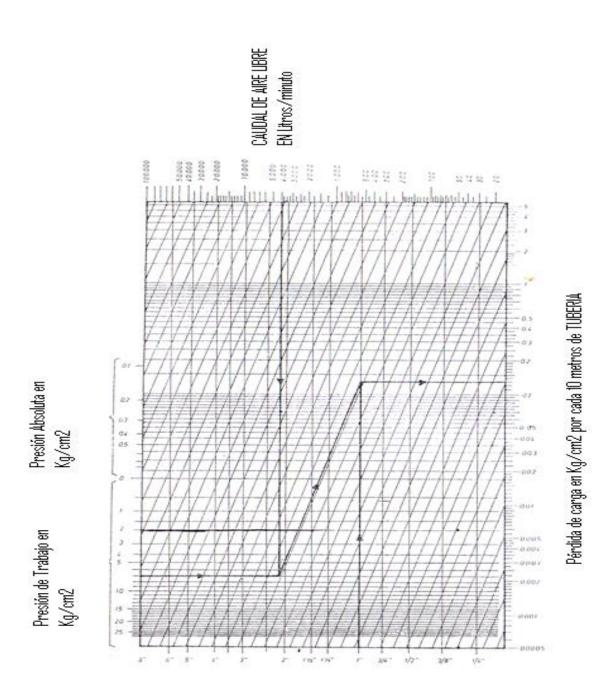


MESES	No	vien	/09		Die	ciem	/09																									
ACTIVIDADES 2009-2010	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración del documento final para la tesis grado.																																
Elaborar las diapositivas necesarias para la socialización de la tesis de grado																																
Disertación final de la tesis de grado																																



ANEXO 2.

CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA Y DIÁMETRO DE TUBERÍAS EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN DE TRABAJO Y CAUDAL DEL AIRE LIBRE.





ANEXO 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL LOGO 230RCo.

	LOGO! 230RC LOGO! 230RCo									
Entradas digitales										
Cantidad	8									
Separación galvánica	no									
Tensión de entrada L1										
señal 0	<40 V c.a.									
señal 1	>79 V c.a.									
 señal 0 	< 30 V CC									
señal 1	> 79 V CC									
Intensidad de entrada para										
 señal 0 	<0,03 mA									
señal 1	>0,08 mA									
Tiempo de retardo para										
cambio de 0 a 1	tip. 50 ms									
cambio de 1 a 0	tip. 50 ms									
Longitud del conductor (sin blindaje)	100 m									
Salidas digitales										
Cantidad	4									
Tipo de las salidas	Salidas a relé									
Separación galvánica	sí									
En grupos de	1									
Activación de una entrada di- gital	i- sí									
Corriente constante Ith	máx. 10 A por relé									
Carga de lámparas incande- scentes (25.000 maniobras) en caso de										
230/240 V CA	1.000 W									
115/120 V CA	500 W									



ANEXO 4.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS CONTACTORES

	Desi	imetro	_										Tipe	0									
	Para	imetro	5	38 (28.9	38.0	2812	38 C	8.18	380	8.25	38.0	832	3808	140	3801	8.50	380	8-65	3808	3-180	380	8-95
		380V	AC-3		9	1	12	1	8	2	25	3	12	4]	5	a		35	8	o o	9	6
detn	sidad abajo	aduv	AC-4	3	L5		5	7.	7	8	1.5	1	2	18.	5	2	4	:	38	3	7	4	И
(lik	1)	660V	AC-3	6	LE	8	1.9	10	2		18	2	H	3	į	3	9		12	4	9	5	ő
			AC-4	1	L5		2	3.	В	4	A	7	5	9		1	2		14	17	.3	21	1.3
			to (UI)V							660													
Intensi	dad conv	endonal	(Ith)A		2	0		3	2	4	0	5	0	60			8	10			11	0	
	cia admi			2	.2		3		4	5	.5	7.	5	11		1	5	18	.5	2	2	2	5
	rotore sitr (AC-31 i		380V		4	5	.5	7.	.5	1		1	5	18.	5	2	2	3	0	3	17	4	5
	, , ·		66 OV	5	.5	7	.5		9	1	5	18	L5	30		3	3	3	7	4	5	4	5
	Vidaek	áctricia (10°) mariobaa				100								8	O					6	10	
AC-3	Freez encis	, формал	lor on promistroscito	1200 800																			
AC-4	Vidaeli	(10°) martobas	20 15													10							
	Fiers, entits, de o permition de journistement												300										
Md	Vida mecánica (10°) maniobras				1000 800																		
	Inters ide	d consenc	A(di) land	10																			
Ogg	Tereión	de trebej	o (Ue)V								AC 3	80		DO	2.20	1							
Cortactos auxiliares	Capaci	dad die i	control							36	iOVA;	AC-1	5)ar:	зэмү	0C-1	3)							
E 8	Vidaeli	áctrica (10°) mariobaa	10.0																			
200	Vida me	cárica (10°) maniotras.																				
	Minima	carga s	man lob rar	6V 10mA																			
	Rango d	ie tension	nes (Us) V						2	4,367	18,111	1,127	,2 20,2	340,38	0,40	0							
	Tan sión	de ame	nque V									85%	~110	%Us									
Bobina	Tensión	de ma	terimiento V	V 20%-75% Us																			
-	Arran qu	ua WA				70	ı				110			200									
	Manten	imi ento	YA	8							111			20									
	Potencia W					18-9	1.8				3~4							6~10					
Fusibil	les de pr	ratecció	n ade cuadics	L	RI1	6-20		RT 16	-32	RIT16	340	RT16	i-50	RT 16	-63		RT 16	8-8		RT18	100	RTS	H10
en en	de core	. Alle	Nú mero de cables	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	termina		Rexible	2.5	2.5	2.5	2.5	4	4	4	4	6	6	10	10	16	16	25	25	50	25	90	25
	-		Rigido	4	4	4	4	6	6	6	6	10	10	16	-	25		25	-	50	-	50	-

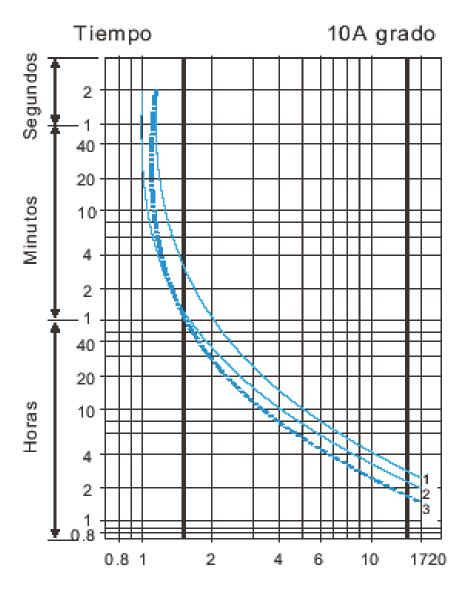


ANEXO 5. ESPECIFICACIONES DE SELECCIÓN DE RELES TÉRMICOS DE PROTECCIÓN

Número de serie	Tipo	Tensión de aislamiento Ui V	Intensidad máx. de trabajo le A	Rango de ajuste de intensidad A	Tipo de contactor adecuado	Fusible recomendado
1				0.1 ~0.12 ~0.14 ~0.16		
2				0.16 ~0.19 ~0.22 ~0.25		
3				0.25 ~0.3 ~0.35 ~0.4		RT16-2
4				0.4 ~0.5 ~0.63		
5				0.63 ~0.8 ~0.9~1		
6				1~1.2~1.4~1.6	3SC8-09	RT16-4
7				1.25 ~1.5 ~1.75 ~2		DT40.0
8	3SR8-D13		25	1.6 ~ 1.9 ~ 2.2 ~ 2.5		RT16-6
9				2.5~3~3.5~4		RT16-10
10				4~5~6		RT16-16
11				5.5~6~7~8		DT40.00
12		660		7~8~9~10		RT16-20
13				9~11~13	3SC8-12	RT16-25
14				12~14~16~18	3SC8-18	RT16-35
15				17~21~25	3SC8-25	RT16-50
16	3SR8-D23		36	23~26~29~32	3SC8-32	RT16-63
17	33110-023		30	28~32~36	3300-32	RT16-80
18				23~26~29~32	3SC8-40	RT16-63
19				30~33~36~40	3508-40	
20				37~41~46~50	3SC8-50	RT16-100
21	3SR8-D33		93	48~54~60~65	3SC8-65	
22				55~60~65~70		
23				63~71~80	3SC8-80	RT16-125
24				80~65~93	3SC8-95	RT16-160



ANEXO 6. CURVA DE DISPARO DE LOS RELÉS TÉRMICOS



X valor de la intensidad seleccionada

C

- 1. Carga equilibrada, 3 fases, partiendo de estado frío
- 2. Carga equilibrada, 2 fases, partiendo de estado frío
- 3. Carga equilibrada, 3 fases, después de un período de trabajo (estado caliente)



ANEXO 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS FINES DE CARRERA CAMSCO (Z-15GW22-B) (Z-15GW22-B)

MICROSWITCHS

DESCRIPCIÓN
Z-15GQ22-B
Z-15GQ21-B
Z-15GW21-B
Z-15GW-B
Z-15GW22-B
Z-15GW2-B
Z-15GQ-B
Z-15-B



Z-15GQ21-B



Z-15GW21-B



Z-15GW22-B



Z-15GQ-B



Z-15GQ22-B



Z-15GW-B



Z-15GW2-B



Z-15 - B



ANEXO 8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE BOTONERIA XB2-BA21

MODELO	DESCRIPCIÓN
XB2-BA21	Pulsador rasante 1 contacto NA color Negro
XB2-BA31	Pulsador rasante 1 contacto NA color Verde
XB2-BA51	Pulsador rasante 1 contacto NA color Amarillo
XB2-BA61	Pulsador rasante 1 contacto NA color Azul
XB2-BA42	Pulsador rasante 1 contacto NC color Rojo
XB2-BL21	Pulsador sobresaliente 1 contacto NA color Negro
XB2-BL31	Pulsador sobresaliente 1 contacto NA color Verde
XB2-BL51	Pulsador sobresaliente 1 contacto NA color Amarillo
XB2-BL61	Pulsador sobresaliente 1 contacto NA color Azul
XB2-BL42	Pulsador sobresaliente 1 contacto NC color Rojo
XB2-BP21	Pulsador con capuchón de goma 1 contacto NA color Negro
XB2-BP31	Pulsador con capuchón de goma 1 contacto NA color Verde
XB2-BP51	Pulsador con capuchón de goma 1 contacto NA color Amarillo
XB2-BP61	Pulsador con capuchón de goma 1 contacto NA color Azul
XB2-BP42	Pulsador con capuchón de goma 1 contacto NC color Rojo
XB2-BC42	Pulsador Tipo Hongo Φ40mm Sin retención 1 Contacto NC
XB2-BS542	Pulsador Tipo Hongo Φ40mm Con retención 1 Contacto NC
XB2-BR42	Pulsador Tipo Hongo Φ60mm Sin retención 1 Contacto NC
XB2-BS642	Pulsador Tipo Hongo Φ60mm Con retención 1 Contacto NC
XB2-BW3361	Pulsador Luminoso Rasante 1 Contacto NA color Verde
XB2-BW3462	Pulsador Luminoso Rasante 1 Contacto NC color Rojo
XB2-BW3561	Pulsador Luminoso Rasante 1 Contacto NA color Amarillo
XB2-BL8325	Pulsador doble sin señalización 1 Contacto NA + 1 NC

















ANEXO 9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BOTONERÍA XB2 – BD21

MODELO	DESCRIPCIÓN	,
XB2 - BD21	Selector 2 posiciones mando corto 1 Contacto NA	1
XB2 - BD33	Selector 3 posiciones mando corto 2 Contacto NA	
XB2 - BJ21	Selector 2 posiciones mando largo 1 Contacto NA	
XB2 - BJ33	Selector 3 posiciones mando largo 2 Contacto NA	
XB2 - BG21	Selector 2 posiciones con llave 1 Contacto NA	4
XB2 - BG33	Selector 3 posiciones con llave 2 Contactos NA	
XB2 - BK2365	Selector 2 posiciones lluminado color Verde	
XB2 - BK2465	Selector 2 posiciones lluminado color Rojo	
XB2 - BK2565	Selector 2 posiciones lluminado color Amarillo	4
XB2 - BK3365	Selector 3 posiciones lluminado color Verde	- 50
XB2 - BK3465	Selector 3 posiciones iluminado color Rojo	
XB2 - BK3565	Selector 3 posiciones iluminado color Amarillo	1
XB2 - BV63	Luz plioto color Verde	1
XB2 - BV64	Luz plioto color Rojo	
XB2 - BV65	Luz plioto color Amartia	
XB2 - EV161	Luz piloto Serie económica color Blanca	
XB2 - EV163	Luz plioto Serie económica color Verde	٩
XB2 - EV164	Luz plioto Serie económica color Roja	
XB2 - EV165	Luz plioto Serie económica color Amartila	
XB2 - EV166	Luz plioto Serie económica color Azul	No.
XB2 - EV167	Luz piloto Serie económica color Transparente	















ANEXO 10. ESPECIFICACINES TÉCNICAS DE LA BORNERA PORTA FUSIBLE

BORNERA PORTA FUSIBLE

MODELO	DESCRIPCIÓN
UK-10DRH	PARA FUSIBLES DE VIDRIO



BORNERA CONEXIÓN A TIERRA

MODELO	DESCRIPCIÓN
EK 4/35	CONEXIÓN A TIERRA





ANEXO 11. ESPECIFICACINES TÉCNICAS DE LAS ELECTROVÁLVULAS

TELEVANIE DI		TILIDATEL	PRECID
ELECTROVALVULAS	JROS	DOSINA ZSCSA	A10 93.55
TIPO L-180 (2 VIAS)		Ref. Convetion Wint. Presidenter M/ sourcess mile. mile.	
NO -Normalmentecentuda.		L1138835 T 22 Dec. 3 D	122,60
Al - Acción Indirecta.		Aplicacts sea: Pare aire, agus, gas, gasoleo, aceile hiddia lico.	
D.COM NAZ PLOA.		Volujes so revales: 24, 110, 220 Vi50 Hz, 12 y 24 Vic.s	
Ref: Correction (2 int. Prosécutor: 167 iones gas min. más.		Temperatures: Mistrorfuldo-60°C (EUNA), 130°C (VTTON).	
L18001173 162 11,5 0,25 16 2,1 4	44,60 44,60		
to the second of	80,40 82,20	TIPO L-153 (2 VIAS)	
BORINA ZASZA (ZSSOA		Pana vapor y vacio ja stockresaj. NG -Normalina secerada. AM - Accidentation.	
	14,80 75,30	AM - Accion mixts.	
	85,40	L153D43 107 10 0 4 21	113.20
TIPO L-280 (2 VIAS)		L153 D44 347 16 D 4 5,1	133,70
NA -Normalmentessate das	4	BORINA 2114A	
Al - Acción Indirecta.		L153D85 T 19 D 4 7,5	200,60
BORHAZ MOA		TIPO L-145 (2 VIAS)	
L2000163 162" 11,5 0,35 12 2,1 6	67,10 68,50	NC-Normains recorded.	
	87,80 21,20	Al - Acidita Indirects.	
BLOG BIA ZANZA (ZSEKA		BORINA ZISHA	
	77,80	1445 R23 387 10 0,4 8 2 1445 R23 107 10 0,4 8 2,5	94,40 109,10
	11,50	L145R44 34" 16 0,4 8 5,8 BOHBA Z294A	136,50
TIPO L-113 (2 VIAS)	***	L945 R25 T 19 D.4 8 R5	188.50
NG - Normalmente ceruda.		Aplicationes: Agus sobrecate stading vapor:	100,00
AD - Acción directa.		Volta jes norvas lei: 24,110,220 Vi50 Hz. Tempesarhans: Mitotror fluido:	
DOUNATSON		-rrad, L153140°C para vapo r3 bas-vado. -rrad, L145175°C.	
	47,00		
BOBINAZ HOA		ELECTROVALVULASDE2Y3VIAS	
L113B74 39T 19 0 0,074,8 6	03,20	Electrovishulumcommucieo en, El-Elums; VIIVitors; DI-Clutras; CII-Plubi.	
TIPO L-133 (2 VIAS)	1	TIPO L-121	
ND -Normalme riscoerada. Ali - Acción mida.		BOHHAZASSA	
AN - ACCON FEGS. BORBAZATZA	•	L121 1902F 1 FT 3,2 D 12 D,3 L121 1902F 1 FT 4,5 D 6 D5	31,30 31,30
	59,50	Tyd M M M/D	ur s pieted
BOSHAZISWA		TIPO L-177	
	72,40	ROBINA ZEKIA	
BOSHAZ 130A (Z118A		L177FH C 1/87 2,3 D 12 0,13 L177FH F 1/87 3,2 D 6 0,23	38,00 38,00
	74,60		
L133B124 397 17 0 c.a. 3 4,5 6	94,10		
BOBINA 2923E			
L133B635 1" 22 Dc.m. 10 9 11	12,60		



ANEXO 12. TABLA PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES

Ø Cilindro	5	7	9	11	13	15
Consumo de aire en litros por cm. de carrera del cilindro						
6	0,0016	0,0022	0,0027	0,0033	0,0038	0,0044
12	0,007	0,009	0,011	0,013	0,015	0,018
16	0,011	0,016	0,020	0,024	0,028	0,032
25	0,029	0,038	0,048	0,057	0,067	0,076
35	0,056	0,075	0,093	0,112	0,131	0,149
40	0,073	0,097	0,122	0,146	0,171	0,195
50	0,115	0,153	0,191	0,229	0,267	0,305
70	0,225	0,299	0,374	0,448	0,523	0,597
100	0,459	0,610	0,736	0,915	1,067	1,219
140	0,899	1,197	1,495	1,793	2,091	2,389
200	1,835	2,443	3,052	3,660	4,268	4,876
250	2,867	3,817	4,768	5,718	6,668	7,619



ANEXO 13. TIEMPOS DE LOS ACTUADORES DE SIMPLE Y DOBLE ACCIÓN

Actuador Modelo	Tiempo 1/2 Ciclo	Tiempo Total
003	0,16	0.24
006	0.26	0.37
012	0.45	E LEGALT SH
024	0.90	1.22
065 / 066	3.60	5.10

Actuador	Tiempo	1/2 Ciclo	Tiem	po Total
Modelo	Aire	Resorte	Aire	Resorte
0038	0.30	0.95	0.40	0.42
006S	0.50	0.50	0.52	0.54
0128	0.10	0.00	1.00	EDIO
024S	1.40	1.60	2.10	2.30
77 C 158 7 3 - 1	2.10	2.20	1200	200
0658 / 0668	3.60	4.50	4.80	5.80
005/0018	EDITION	STATE OF THE REAL PROPERTY.	BURNES.	130

Actu	ador Doble Ad	cción	Actuador Si	mple Acción
Modelo	Abrir	Cerrar	Modelo	Lado del Aire
003	11	8	0038	11
006	21	14	0068	21
012	38	28	0129	38
024	79	56	0248	79
036	119	83	0368	119
065 / 066	215	161	0655 / 0665	215
090 / 091	292	204	0905 / 0915	292



ANEXO 14. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL VARIADOR DE VELOCIDAD SINAMICS G110

Tensión de red y gamas de potencia	1 AC 200 V a 240 V ±10%	0,12 kW a 3,0 kW
Frecuencia de red	47 Hz a 63 Hz	
Frecuencia de salida	0 Hz a 650 Hz	
cos phi	≥ 0,95	
Rendimiento del convertidor	en equipos < 0,75 kW en equipos ≥ 0,75 kW	90% a 94% ≥ 95%
Capacidad de sobrecarga	Corriente de sobrecarga 1,5 x corriente de salida asig (es decir, de 150% capacidad de sobrecarga) durante 60 s, entonces 0,85 x corriente de salida asig durante 240 s, tiempo de ciclo 300 s	•
Corriente de precarga	no superior a la corriente asignada de entrada	
Método de control	Característica V/f lineal (con elevación de tensión par característica multipunto (característica V/f parametr	
Frecuencia de pulsación	8 kHz (estándar)	2 kHz a 16 kHz (en escalones de 2 kHz)
Frecuencias fijas	3, parametrizables	
Bandas de frecuencia inhibibles	1, parametrizable	
Resolución de consigna	0,01 Hz digital 0,01 Hz serie 10 bits analógica (potenciómetro motorizado 0,1 Hz)
Entradas digitales	3 entradas digitales parametrizables, sin aislamiento galvánico; tipo PNP, compatibles con SIMATIC	
Entrada analógica (variante analógica)	1, para consigna (0 V a 10 V, escalable o utilizable como cuarta entrada digital)	
Salida digital	1 salida por optoacoplador con aislamiento galvánico (24 V DC, 50 mA, óhm., tipo NPN))
Puerto serie (variante USS)	RS485, para servicio con protocolo USS	
Distancia del cable del motor	máx. 25 m (apantallado)	máx. 50 m (sin apantallar)
Compatibilidad electromagnética	convertidor disponible con filtro CEM integrado para sistemas de accionamiento en instalaciones de categoría C2 (disponibilidad restringida), el valor límite cumple EN 55 011, clase A, grupo 1	además todos los equipos dotados de filtro cumplen, si se utilizan cables apantallados de una longitud máx. de 5 m, los límites especificados en EN 55 011, clase B
Frenado	Frenado por inyección de corriente continua, frenado	o combinado
	Frenado por injección de comente continua, trenado	o combinado



ANEXO15.

CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO PROCESO DE ENVASADO

Tanque reservorio es plástico con capacidad de almacenamiento de 20 lit. esta provee del líquido para el respectivo proceso de envasado conectado directamente a la bomba de paletas en un solo tramo principal además el tanque cuenta con un sensor de nivel para líquidos

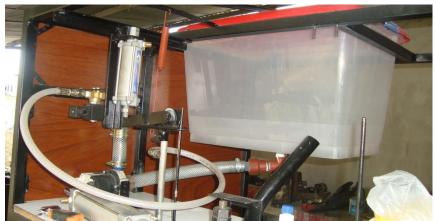


Figura 17.1

Bomba de paletas con un caudal máximo de 25 lit/min, esta cumplirá la función de succionar el fluido a envasar desde el tanque reservorio para así ser trasladado a la electroválvula para líquidos.



Figura 17.2



Electroválvula para líquidos de 110V corriente alterna de diámetro interno de 15 mm, esta realizara el trabajo del corte y suministro del líquido, la cantidad a envasar será gobernada por el LOGO 230 RC.



Figura 17.3

Tuberías de conducción son plásticas para evitar oxidaciones ya que algunos líquidos poseen estas propiedades, además permiten el traslado del líquido hasta el punto del llenado estas soportan presiones de trabajo de hasta 120 PSI van conectadas desde el tanque reservorio.



Figura 17.4



Pipeta de llenado tiene un diámetro interno de 15 mm, es de acero inoxidable el flujo de entrega será sin rastros de impurezas, la pipeta se incrusta dentro de la botella para descargar el liquido y así evitar derrame del mismo, esta conectada a la electroválvula la cual abre y cierra el paso del liquido.

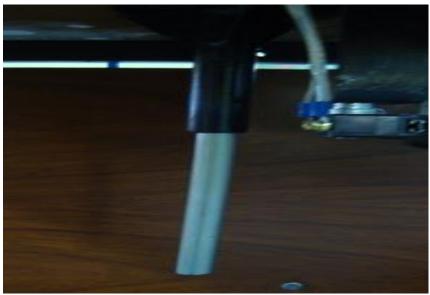


Figura 17.5



ANEXO 16.

CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO PROCESO DE TAPONADO

Sistema neumático conformado por 8 Electroválvulas neumáticas de 24V. 4 A. son alimentadas a presiones mayores o iguales a 60 PSI, además cuenta con una válvula de seguridad que soporta hasta los 120 PSI, estas alimentas a los actuadores neumáticos para cada proceso.

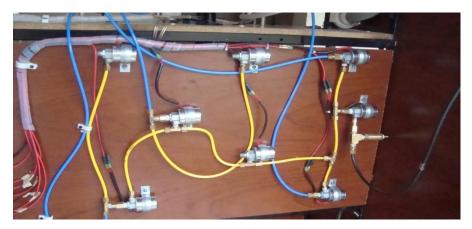


Figura 18.1

Actuador neumático es de doble efecto con un recorrido en su vástago de 200 mm. y se alimenta con presiones mayores o iguales a los 60 PSI realiza el trabajo de taponado cuenta con sus respectivos desfogues para que retorne el vástago a su posición inicial.



Figura 18.2



Motor de discos es monofásico de 3W con 6 r.p.m. esta conectado al eje principal de los discos y da el movimiento a los mismo este realiza un proceso tipo carrusel el giro es en ambos sentidos garantizando el posicionamiento del corcho.



Figura 18.2

Discos paralelos son de acero galvanizado de un diámetro de 20 c. el uno fijo el otro móvil estos trasladan el corcho hasta el punto del ducto principal a la botella para su consecuente inserción a presión por parte del actuador de doble efecto, además cuenta con un switch el cual indica cuando el corcho se encuentra posicionado perfectamente

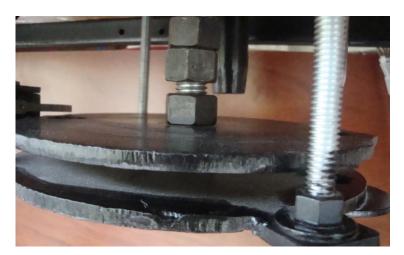


Figura 18.3



ANEXO 17.

CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO PROCESO DE SELLADO TÉRMICO

Cámara de calor es de acero galvanizado por que va ser sometido a altas temperaturas con una forma circular para que el calor sea repartido uniformemente dentro de la boca de la botella, esta es bajada y subida por un actuador de simple efecto .



Figura 19.1

Niquelinas de calentamiento como su nombre lo indica estas se encargan de producir el calor dentro de la cámara, se encuentran bien distribuidas dentro de la misma son de 1000W 110 V.



Figura 19.2



Termostato con un rango de temperatura de 0 ⁰ 325 ⁰C dentro de la cámara de calor se encuentra la barra de cobre la cual mide la temperatura que producen las niquelinas de calentamiento si queremos que el sellado sea mas rápido simplemente regulamos el termostato hasta el máximo nivel .



Figura 19.3



ANEXO 18.

CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

Sistema de transmisión esta conformado por un motor de ½ HP de 1750 rpm monofásico que dará movimiento al carro a todo el sistema conformado por poleas y cadenas.



Figura 20.1

Carro transportador es de acero de base rectangular con capacidad para dos botellas dentro de cada agujero se encuentra ubicado un switch que da la señal de presencia de botellas este es guiado por dos barras de sección circular.



Figura 20.2

Cadena son de paso Z35 las más pequeñas del sector industrial utilizadas para mover el carro transportador, además nos sirven para evitar el deslizamiento para la parada de cada proceso.





Figura20.2

Piñones son de 13 dientes las cuales sirven de guía para el paso de la cadena permiten transformar el movimiento angular en lineal, también existen piñones templadores de cadena.



Figura 20.4



ANEXO 19.

CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO SISTEMAS DE CONTROL

Sistema de control esta conformado por un Logo 230 RC y 2 módulos de expansión el uno de 8E/8S 4E/S son alimentados con 110 V. existen 11 entradas de color azul y , 15 salidas de color amarillo.



Figura 21.1

Sistema de fuerza existen un grupo de Contactores con bobina 110 V corriente alterna quienes realizan la inversión del giro y giro normal del motor que este u su vez recibe la orden del Logo para realizar la misma.

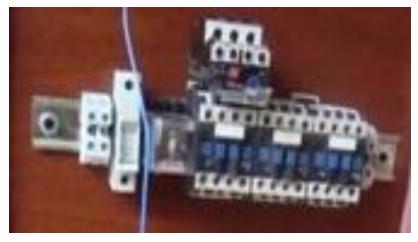


Figura 21.2



Vaiador de velocidad nos permite reducir la velocidad a 30 r.p.m. alimentación 220V, salida trifasica, viene con su respectivo panel de operación BOP (pantalla básica del operador) para configuración de ciertos para metros como: velocidad, máxima y minima, este no recibe ordenes del Logo actua independientemente.



Figura 21.3

Borneras flexibles se encuentran conectadas a esta todas las entradas y salidas que van al Logo estos cables cuentan con sus terminales pix para un mejor flujo de corriente, que este ordenado y mejor aspecto al sistema de control.

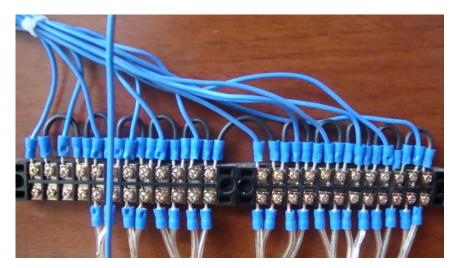


Figura 2.4



ANEXO 20.

CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO ACABADO DE LA MÁQUINA

Estructura metálica de 1.5 X 2mm en esta se encuentran montados todas las partes mecánicas, para cada uno de los procesos de envasado, taponado y sellado térmico para el perfecto funcionamiento del prototipo automatizado.

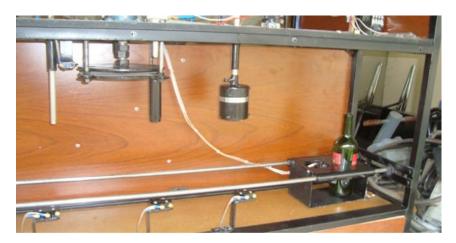


Figura 22.1

Melamina la máquina esta cubierta con melamina de madera color caoba de 9 lineas de espesor en la que se montan los sistema de control y sistema neumatico para dar un mejor aspecto y distribución de cableria.



Figura 22.2



Acrílico De color amarillo el cual nos permite observar como se accionan los mecanismos al momento que se da inicio a cada proceso, en el también se encuentran montados las botoneras de inicio del sistema y parada de emergencia.



Figura 22.3



ANEXO 21.

CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO CALIBRACIÓN DE LAS PARTES MECÁNICAS

Calibración de la máquina antes de ser puesta en marcha se calibrarón ciertos componentes mecánicos como cilindros neumáticos, para evitar cualquier desperfecto cuando la máquina se encuentre funcionando y así obtener buenos resultados.



Figura 23.1

Calibración de la máquina antes de su funcionamiento se comprobó que la cadena se encuentre adherida al piñón, engrasamos las partes mecánicas de transmisión y se templo la cadena para que el movimiento transmitido sea el ideal.



Figura 23.2



ANEXO 22 ALGORITMO DE CONTROL



ANEXO 23 CIRCUITO DE MANDO DEL LOGO



ANEXO 24.

EXPLICACIÓN DEL PROGRAMA RESIDENTE EN EL PLC

Software utilizado

El software que se utilizó es el programa LOGO! Soft Confort, la versión del programa es la versión 6 ya que debe ser compatible con la versión del PLC que también es versión 6.

La versión del PLC la podemos averiguar visualizando la serie de nuestro dispositivo, específicamente sus cuatro últimos caracteres (Por ejemplo 0BA6), si aquel termina en 6, pues el PLC pertenece a la sexta generación, si en cambio termina en 5, el PLC pertenece a la quinta generación.



Capacidad de memoria del PLC

Es importante saber cuál es la capacidad de memoria que dispone el PLC para el diseño del programa que se va a encargar de realizar las tareas de control del prototipo en mención.

En este punto ya sabemos que la versión del PLC que estamos utilizando es la 6 (sexta generación). Pues la presente generación del PLC LOGO! posee una capacidad de memoria de 200 bloques de función y 250 espacios de memoria para parámetros remanentes.

De lo anterior se concluye que nuestro algoritmo no debe sobrepasar la utilización de los 200 bloques de funciones.



Equivalencia de variables

Antes de empezar con la descripción del programa residente en el PLC debemos establecer las equivalencias entre las etiquetas de las Entradas/Salidas y su funcionalidad dentro del proyecto.

Dentro del programa, a las entradas se las nombra con la letra ${\bf I}$ y a las salidas se las nombra con la letra ${\bf Q}$.

Para una rápida referencia, en las siguientes tablas se muestra la equivalencia de variables.

Tabla #36 Equivalencia de los captadores con las entradas del PLC

Entrada	Función
I1:	BOTONERA DE ARRANQUE DEL PROCESO
I2:	PARADA DE EMERGENCIA (NC)
I3:	INICIO DE CICLO (NO)
I4:	PARADA DE LLENADO (NO)
I5:	TOPE DEL ACTUADOR DEL LLENADO (NO)
I6:	PARADA DEL TAPONADO (NO)
I7:	POSICIONAMIENTO DEL CORCHO (NO)
I8:	PARADA DE SELLADO (NO)
I9:	TOPE DEL ACTUADOR DEL SELLADO (NO)
I10:	FIN DE MEDIO CICLO (NO)
I11:	BOTELLA # 1 (NO)
I12:	BOTELLA # 2 (NO)
I13:	SENSOR DE NIVEL DE RESERVORIO. (NO)
I14I20:	NO CONEXIÓN



Tabla # 37 Equivalencia de los accionadores con las salidas del PLC

Salida	Función
Q1:	VÁLVULA PRINCIPAL
Q2:	VÁLVULA DEL ACTUADOR NEUMÁTICO
Q3:	VÁLVULA DEL ACTUADOR DEL SELLADO
Q4:	VÁLVULA PARA TAPONADO.
Q5:	ELECTROVÁLVULA DEL LÍQUIDO DE
	LLENADO
Q6:	BOMBA DE LLENADO.
Q7:	MOTOR DE CORCHOS
Q8:	RELÉ DE NIQUELINAS
Q9:	VÁLVULA DE DESFOGUE DE TAPONADO
Q10:	VÁLVULA DE RETORNO DE TAPONADO
Q11:	VÁLVULA DE DESFOGUE DE RETORNO DE
	TAPONADO
Q12:	VÁLVULA DE DESFOGUE GENERAL
Q13:	MOTOR GIRO INVERSO
Q14:	MOTOR GIRO NORMAL
Q15:	CONTACTOR GENERAL DEL MOTOR
Q16:	NO CONEXIÓN

Inicio del proceso

Para dar inicio al proceso, se deben cumplir ciertos parámetros, se debe mantener presionada la botonera de arranque por lo menos 3 segundos (I1 activado), que las botellas estén en posición (I11 e I12 activados), que la reserva de líquido esté llena (I13 desactivado) y que el recipiente de las botellas se encuentre en posición inicial (I3) activado.



Encendido y apagado de termostato

El denominado relé de niquelinas es activado siempre y cuando las condiciones de inicio se cumplan, dichas condiciones se describen en el párrafo anterior, la señal que garantiza esto es la señal saliente de una compuerta AND, la cual activa la función de retardo a la desconexión con un tiempo de demora de 3 segundos. Esto se hace con la finalidad de que el relé (Q8) se inicie siempre y cuando todas las condiciones de inicio permanezcan cumplidas durante al menos 3 segundos para evitar activaciones debidas a ruido electromagnético. El relé de niquelinas se apagará cuando se realice todo el recorrido del proceso, esto será detectado mediante I10 el cual es un sensor de fin de carrera.

Control del Motor Principal

El Motor principal se lo controla por medio de las salidas Q13, Q14 y Q15. Para dar inicio al motor en giro normal (Q14), primeramente se activará si el contactor de giro inverso (Q13) estará desactivado y si el relé de habilitación del motor está activado (Q15), luego de evaluar estas condiciones y las botellas están en el contenedor (I11 e I12 activadas), se procede a iniciar el arranque del motor con sentido de giro normal. El motor arrancará en sentido de giro inverso, cuando Q14 esté desactivado y adicionalmente las botellas ya no se encuentran en el contenedor (I11 e I12 desactivadas). El motor se deshabilitará (Q15 desactivado) cuando la parada de emergencia se active (I2 desactivado), se active el sensor de parada de la etapa de llenado (I4), se active el sensor de parada de la etapa de sellado (I8) y cuando se active el sensor de final de carrera (I10).

Activación de la bomba de llenado

La bomba de llenado del líquido, la cual es controlada por la salida Q6, se activa por medio de un pulso de 1 segundo después de que el tope del actuador de llenado se ha activado (I5) al menos durante 2 segundos. La bomba de llenado se desactivará después de 20 segundos de haber permanecido activada. Cabe recalcar que la electroválvula de llenado (Q5) también cumple con las condiciones de encendido y apagado que la bomba



de llenado (Q6). Es necesario aclarar que los 20 segundos de duración del llenado se considera un dato experimental que es factible de re-calibración.

Una vez que se ha producido la activación de Q5 se activa el bloque denominado Retardo a la conexión que espera 20 segundos de activación de Q5 y luego enciende a Q2 que es la salida correspondiente a la válvula del actuador neumático del presente subproceso. Es necesario recordar que la señal de activación de la salida de Q2 es una de las condiciones para activar la salida Q1 (válvula principal).

La válvula principal se encenderá cuando: Se envía la señal de activación de la válvula de actuador neumático ó cuando se envía la señal de activación de la válvula de taponado ó cuando se envía la señal de activación a la válvula del actuador de sellado.

La señal de activación de Q2 nunca va ir en paralelo que Q1, ya que tendría que activarse la válvula principal para que se pueda activar la otra válvula, por ello existe un retardo a la conexión antes de dar el mando de activación de la salida Q2, este retardo se lo determinó experimentalmente y se concluyó que debe ser de alrededor de 2,5 segundos.

Etapa de Taponado

El motor de corchos, controlado por la salida Q7, se activará siempre y cuando I6 se active, I6 pertenece al sensor que detecta que el recipiente ya se encuentra en la posición de taponado. La activación de Q7 se encuentra controlada por el estado de Q10 que pertenece al sensor de la válvula de retorno de la etapa de taponado, si Q10 permanece activada durante 7 segundos, recién en este instante se dará la señal para habilitar el control del motor de corchos. El motor se desactivará cuando la entrada I7 se active, ya que éste sensor detectará si el corcho se encuentra en la posición óptima para el paso siguiente.

Control de circuito neumático

El circuito neumático perteneciente a la etapa de taponado está conformado principalmente por las siguientes válvulas:

- Válvula para taponado
- Válvula de desfogue de taponado
- Válvula de retorno de taponado



Válvula de desfogue de retorno de taponado

Cada una de estas válvulas es controlada por las salidas del PLC Q4, Q9, Q10 y Q11 respectivamente. Por la configuración del circuito neumático, la activación y desactivación de las válvulas se las realiza por pares el primer grupo es Q4 y Q9 y el segundo grupo es Q10 y Q11.

Es necesario aclarar que los dos pares no se activen ni se desactiven al mismo instante, es por ello que se ha utilizado el boque de Relé auto-enclavador el cual tiene dos entradas: Set y Reset, la primera activa la salida del relé y la segunda desactiva la salida del relé.

Cada uno de los pares de salidas es activado por un relé auto-enclavador, siguiendo la regla de que cuando se activa el Set del un relé, se debe activar el Reset del otro Relé, garantizando de esta manera la activación simultánea de los bloques.



ANEXO 25

FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA, INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO AUTOMATIZADO.

CONTENIDO

- **◆** DESCRIPCIÓN GENERAL Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO
- **◆** PARTES CONSTITUTIVAS
 - Sistema de mando y control
 - Circuito neumático
 - Estructura metálica
- **▼** INFORMACIÓN GENERAL
- **◆** QUE ES LO QUE HAY QUE HACER
- **▼** QUE ES LO QUE NO HAY QUE HACER
- **◆** MANUAL DE USO
 - Del lugar de la instalación
 - Previo al encendido
 - Encendido de la máquina
 - Parada del compresor
- **◆** OTRAS CARACTERISITICAS DEL EQUIPO
- **◆** INSTRUCCIONES GENERALES DE MANTENIMIENTO
- ◆ PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO
- **◆** DATOS Y CARACTERISTICAS DE PIEZAS DE RECAMBIO
 - Neplos y uniones



- Electroválvulas neumáticas
- Bandas
- Poleas
- Manguera no toxica
- Bomba de llenado
- Tubería de ¼ neumática

DESCRIPCIÓN GENERAL Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El prototipo es una máquina que cumplirá la función únicamente de envasado, taponado y sellado, por lo que se garantiza un servicio adecuado y no dificultoso, este abarca una serie de procesos mecánicos, eléctricos, y neumáticos; como toda máquina funcional consta de aparatos y subequipos que cumplen funciones como calentar, controlar y accionar.

El sistema neumático es uno de los componentes principales, estos activan los cilindros actuadores de simple y doble efecto para cada proceso, esta conformados para funcionar como componente de una red de aire a presión con presiones mayor o igual a 60 psi. El accionamiento y control se lo realiza atreves de un mini PLC, LOGO quien coordina los accionamientos emitidos por los sensores de posición, los mismos que se encuentran ubicados en las trayectorias de los desplazamientos en cada uno de los procesos.

Mediante el variador de velocidad se consiguió disminuir la velocidad y logramos una parada exacta, seguidamente con el motor ganamos torque para así poder transportar carga considerable.



PARTES CONSTITUTIVAS.

El prototipo automatizado consta o esta dividido en tres partes fundamentales:

- 1. Sistema de mando y control
- 2. Sistema neumático
- 3. Partes mecánicas

Detalle del sistema de mando y control: La caja base cuenta con una variedad de accesorios descritos a continuación:

- Logo 230 RC
- Módulos de expansión 8E/4S 4E/4S
- Conjunto de contactores 10 A 25A
- Relés térmicos 9 -12 A
- Cablearía



Figura. Sistema de mando y control



Detalle del circuito neumático.- Esta compuesto por un grupo de electroválvulas neumáticas los cuales se describen a continuación:

- Electroválvulas neumáticas SORL 24 v 4A
- Manguera de ¼
- Acoples cónicos de 1/8 y 1/4
- Neplos y acoples de 1/8 y 1/4 de bronce
- Válvula de seguridad calibrable hasta 120 PSI
- Acople rápido para manguera de compresor 5/16
- Cilindros neumáticos de simple y doble efecto

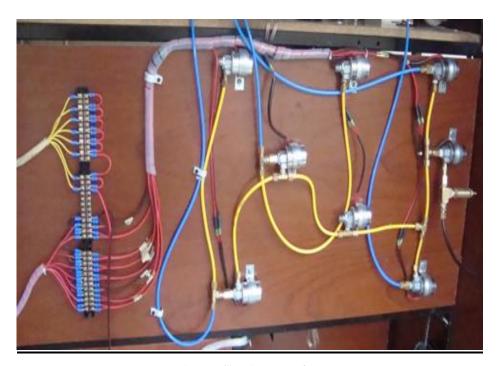


Figura. Circuito neumático

Detalle de la estructura mecánica.- Se encuentran montadas todas las partes mecánicas, sistema de control, transmisiones, sirviendo como soporte de los elementos y partes mecánicas, los cuales de describen a continuación:

- Tanque reservorio de líquido
- Sistema de mando y control
- Circuito neumático
- Sistema de transmisión





Figura. Estructura metálica que soporta las partes del prototipo

<u>INFORMACIÓN GENERAL</u>

Este prototipo ha sido diseñado y realizado exclusivamente como mecanismo de envasado, taponado, y sellado utilizando botella de vidrio real con capacidad de 750cm³ para el sector industrial.

Leer atentamente el Manual de uso y mantenimiento antes de ejecutar cualquier operación en el compresor.

Antes de ejecutar cualquier operación de mantenimiento, apagar el compresor e interrumpir la alimentación eléctrica utilizando el interruptor general.



<u>QUÉ ES LO QUE HAY QUE HACER</u>

- Comprender cómo parar el prototipo improvistamente y entender el uso de todos sus mandos.
- Antes de cada intervención de mantenimiento desconectar la corriente para prevenir eventuales puestas en marcha accidentales.
- Después de las operaciones de mantenimiento se aconseja controlar si todos los componentes han sido montados correctamente.
- Para garantizar la seguridad en el funcionamiento, antes de poner en marcha el prototipo, realizar siempre todos los acondicionamientos señalados en los párrafos del manual de uso.
- ➤ Mantener lejos del área de funcionamiento a los niños y a los animales, con el fin de evitar lesiones causadas por un accesorio conectado al equipo.
- ➤ En caso de trabajo continuo en proximidad de cada proceso se aconseja no meter las manos por seguridad.



<u>QUÉ ES LO QUE NO HAY QUE HACER</u>

- No tocar ninguna parte en movimiento porque pueden causar da

 nos graves en el equipo.
- No colocar objetos inflamables, ni objetos de nylon o tela en proximidad o arriba del equipo.
- No utilizar el prototipo si el cable de alimentación no está en buenas condiciones o si hay una conexión precaria.
- No permitir que ninguna persona que desconozca las instrucciones haga funcionar el prototipo,
- No manipular el variador de velocidad para evitar alteraciones en velocidad.
- No hacer funcionar el prototipo sin bandas.
- ➤ No utilizar el prototipo en ambiente potencialmente explosivos.
- No hacer funcionar el prototipo sin antes revisar el nivel de líquido.



MANUAL DE USO.

- 1. Del lugar de instalación: El sitio escogido para la instalación del prototipo debe responder a todas las normas de seguridad en el trabajo vigentes en el país de uso y además, a los siguientes requisitos:
- ✓ Espacios no menores a 4m x 4m
- ✓ Buena ventilación.
- ✓ Buena iluminación, según el caso
- ✓ Libre de obstáculos.
- ✓ Libre de residuos inflamables (grasas, aceites, combustible, etc.).
- ✓ Libre de residuos sólidos.
- ✓ Con una adecuada instalación eléctrica.
- ✓ Con medidas de seguridad contra-incendios.
- ✓ El prototipo debe estar debidamente anclado y nivelado.
- 2. *Previo al encendido*. El prototipo se entrega una vez que ha superado con éxito un período de prueba de funcionamiento en condiciones de trabajo nominales, por lo tanto al momento de la instalación está listo para su uso.

Antes de poner en marcha la máquina se debe considerar los siguientes aspectos:

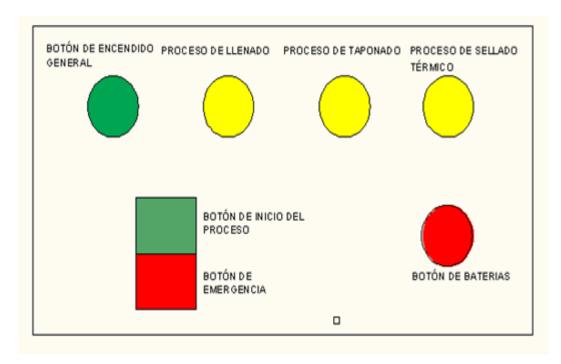
- - o La toma de 220V debe garantizar una potencia entregada de 5A
 - La toma de 110V debe garantizar una potencia entregada de al menos 2200W.



- El suministro de 24V (Corriente directa) debe garantizar una potencia entregada de 500W durante un tiempo de funcionamiento de 1h.
- Conexiones eléctricas adecuadas.
- Conexiones de entrada y salida de aire a presión.
- Nivel de líquido adecuado.
- **3. Encendido de la máquina.** Cuando el equipo esté en operación se debe tener en cuenta lo siguiente:
 - ◆ El número de revoluciones sea el adecuado
 - ◆ La presión de ingreso sea la adecuada. (presión no menor a 60 psi).
 - ◆ La circulación del líquido en el sistema
 - Presiones de operación
 - ▼ Tener aplastado botella # 1 y botella # 2
 - ◆ Aplastar durante un tiempo de 3 seg. la botonera de inicio
- **4. Parada del Prototipo.** Antes de finalizar la operación de la máquina, debemos tener en cuenta lo siguiente:
 - Cortar el suministro eléctrico.
 - Parada de emergencia



PANEL DEL OPERADOR



OTRAS CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO.

- Cuenta también con las debidas protecciones eléctricas para el caso de sobrecargas y corto circuitos.
- Regulación del termostato, garantizando así temperaturas de operaciones del sellado sean razonables y óptimas.
- El reservorio del líquido cumple una segunda función abastecer el llenado de 4 botellas.



INTRUCCIONES GENERALES DE MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO

H=20 *litros* (Altura recomendada)

- Engrasar las cadenas y los piñones guías
- Revisar la tensión de las bandas.
- En acoples de aire y agua sellar correctamente para evitar fugas.
- ◆ Hacer un mantenimiento general a las 5000 horas.

PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO

La intención fundamental de cualquier programa de mantenimiento es proteger el equipo y prevenirlo de fallas mayores, mantenerlo con una buena disponibilidad y un costo de operación a un nivel razonable.

Para cada equipo se debe revisar cada aplicación y añadirse las siguientes consideraciones:

- 1) Horas de operación diaria.
- 2) Condiciones generales de carga y operación.
- 3) Importancia de la disponibilidad del equipo.

Por favor tome este programa de mantenimiento, como un recordatorio de los renglones importantes que se deberían incluir en sus programas actuales de mantenimiento. Los intervalos dependerán de sus condiciones de operación y pueden variar de acuerdo a su aplicación bajo condiciones especiales de carga, temperatura ambiente, etc.



<i>OPERACIÓN</i>	PERIÓDO
Limpieza del equipo	Diario
Revisión de nivel de líquido	Diario
Engrasado de cadenas y piñones	100 horas
Revisión general exterior de cañerías	200 horas
Revisión de la tensión de las bandas	500 horas
Mantenimiento de bomba de llenado	2500 horas
Revisión de válvulas	1000 horas
Engrasar el eje de alimentación del disco para corchos	100 horas
Revisión de motor Eléctrico	Según especificaciones de fábrica

<u>DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE PIEZAS DE RECAMBIO</u>

Antes de mencionar algo sobre piezas de recambio cabe señalar que el prototipo está diseñado para envasar, taponar y sellar, es importante tomar en cuenta que todos estos elementos se los puede conseguir sin ningún inconveniente, ya que estos son materiales totalmente acabados existen en el mercado nacional o local.

- ▼ Evitar un recalentamiento de mini PLC LOGO 230 RC y los módulos de expansión
- Mantener en buen estado los cilindros neumáticos
- No manipular el disco de alimentación de corchos
- ◆ En caso de mantenimiento, hacer un correcto montaje de los repuestos y asegurarse el funcionamiento de los mismos.



Respecto a las partes de recambio, de acuerdo al trabajo del equipo los componentes más afectados por el trabajo y de recambio más frecuente son:

- 1. Neplos y uniones
- 2. Electroválvulas neumáticas
- 3. Bandas
- 4. Poleas piñones
- 5. Manguera no tóxica
- 6. Bomba de llenado

Las características de los componentes o repuestos indicados anteriormente son:

- Neplos y uniones.- Estos componentes son fibras sintéticas elásticas capaces de soportar altas temperaturas y presiones, como elementos de nuestra máquina son las encargadas de sellar los pasos de fluido de un sector a otro en diferentes condiciones.
- **Electroválvulas neumáticas.-** Sirven de alimentación para los cilindros neumáticos estas eléctricamente se abren y se cierran para permitir el paso de aire.
- Bandas.- Mediante un sistema de transmisión permiten realizar el movimiento de la base rectangular de las botellas. Existen bandas de diferentes tipos (de acuerdo al tipo utilizado en el prototipo), su montaje es muy sencillo.
- Poleas piñones.- Estos también transmiten el movimiento, existen de diferentes tipos y dimensiones escoger el apropiado su montaje es muy sencillo
- Manguera no tóxica.- Esta permite el paso del liquido, por lo que es sumamente importante en el caso de trasladar otro líquido como vino sean mangueras netamente no toxicas e inoxidables de acuerdo a las normas de líquidos. su montaje es muy sencillo
- **Bomba de llenado.** Esta succiona el líquido del tanque reservorio para su consecuente traslado del mismo a las botellas a ser llenadas.