



# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

## **SEDE LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECÁNICA**

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA  
DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE BEBIDAS, CONTROLADA  
BAJO UN SISTEMA HMI PARA LA EMPRESA PROALIM**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTROMECÁNICA**

**SANDRA NARCIZA RIVERA FÁREZ  
JOSÉ MIGUEL RODRÍGUEZ PEÑAFIEL**

Latacunga, Noviembre 2009

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Nosotros,** SANDRA NARCIZA RIVERA FÁREZ  
JOSÉ MIGUEL RODRÍGUEZ PEÑAFIEL

**DECLARAMOS QUE:**

El proyecto de grado denominado "DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE BEBIDAS, CONTROLADA BAJO UN SISTEMA HMI PARA LA EMPRESA PROALIM." ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, 25 de Noviembre del 2009

-----  
Sandra Narciza

Rivera Fárez

C. C. No.- 180300257-3

-----  
José Miguel

Rodríguez Peñafiel

C. C. No.-060329479-4

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

**AUTORIZACIÓN**

**Nosotros,** SANDRA NARCIZA RIVERA FÁREZ  
JOSÉ MIGUEL RODRÍGUEZ PEÑAFIEL

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo "DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE BEBIDAS, CONTROLADA BAJO UN SISTEMA HMI PARA LA EMPRESA PROALIM." cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 25 de Noviembre del 2009

-----  
Sandra Narciza

Rivera Fárez

C. C. No.- 180300257-3

-----  
José Miguel

Rodríguez Peñafiel

C. C. No.-060329479-4

# **CERTIFICACIÓN**

Se certifica que el trabajo de Tesis de Grado, “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE BEBIDAS, CONTROLADA BAJO UN SISTEMA HMI PARA LA EMPRESA PROALIM” fue desarrollado por la Señorita Sandra Narciza Rivera Fárez y el Señor José Miguel Rodríguez Peñafiel, bajo nuestra supervisión.

---

Ing. Héctor Terán  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Wilson Trávez  
CODIRECTOR DE TESIS

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestros más sinceros agradecimientos:

A la Escuela Politécnica del Ejército, que con gran responsabilidad contribuye a la formación de profesionales excelentes.

A nuestros maestros politécnicos que compartieron, sin egoísmos, sus vastos conocimientos.

Al Ing. Héctor Terán y al Ing. Wilson Trávez, Director y Codirector de Tesis, por su gran profesionalismo, capacidad y acierto en la dirección de este trabajo.

Al Señor Ing. Ufredo Muñoz, Gerente de la Empresa PROALIM por su colaboración para la construcción de la máquina dosificadora.

A todos aquellos que de una u otra forma hicieron posible la realización de este proyecto.

## DEDICATORIA

A dios porque es la fuerza de inspiración de nuestras vidas y principalmente a nuestros padres y hermanos por su gran corazón, comprensión y ayuda.

# INDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
Introducción	1
Justificación	4
Objetivo General	5
Objetivos específicos	5
<b>I. GENERALIDADES.</b>	
1.1. El proceso de envasado de bebidas.	6
1.2. Partes constitutivas del proceso de envasado de bebidas.	6
1.2.1. Sistema mecánico.	6
1.2.1.1. Estructura metálica.	7
1.2.1.2. La banda transportadora.	9
1.2.1.3. Nylon.	11
1.2.1.4. Tanque de almacenamiento.	13
1.2.2. Sistema neumático.	17
1.2.2.1. Cilindros neumáticos.	17
1.2.2.2. Válvulas.	22
1.2.2.3. Secadores de aire.	30
1.2.2.4. Filtros de aire.	33
1.2.2.5. Reguladores de presión.	36
1.2.2.6. Manómetros.	38
1.2.3. Sistema eléctrico y electrónico.	43
1.2.3.1. Sensor inductivo.	44
1.2.3.2. Sensor de nivel.	50
1.2.3.3. Transductores de presión.	52
1.2.3.4. Finales de carrera.	55
1.2.3.5. Plc.	57

1.2.3.6.	Motor reductor con freno electromagnético.	64
1.2.3.6.1.	Reductores tipo Sinfín-Corona (ejes a 90°).	64
1.2.3.6.2.	Motor de inducción trifásico con accionamiento de freno del tipo cc.	67
1.2.3.6.3.	Freno electromagnético.	68
1.2.3.7.	Contactores electromagnéticos.	73
1.2.3.8.	Relé térmico.	78
1.2.3.9.	Fusibles.	80
1.2.3.10.	Interruptor termomagnético.	81
1.2.4.	Sistema de monitoreo.	84
1.3.	Técnicas de control.	86
1.3.1.	Sistemas de control en lazo abierto y cerrado.	86
1.3.2.	Control neumático.	86
1.3.3.	Control mediante un controlador lógico programable.	89
1.3.4.	Software de monitoreo y control computarizado.	90
1.3.5.	Control electrónico.	90

## **II. DISEÑO, SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN.**

2.1.	Especificación y selección de elementos y/o dispositivos.	92
2.1.1.	Sistema mecánico.	92
2.1.1.1.	La banda transportadora.	92
2.1.1.2.	Guías de desgaste.	95
2.1.1.3.	Chumaceras.	97
2.1.1.4.	Sujetadores de botella.	99
2.1.1.5.	Soporte metálico.	100
2.1.1.6.	Tanque de almacenamiento.	101
2.1.1.7.	Boquillas de dosificación.	103
2.1.2.	Sistema neumático.	105
2.1.2.1.	Cilindros neumáticos.	105
2.1.2.2.	Válvulas.	107
2.1.2.3.	Bloque de purificación.	112
2.1.2.4.	Manómetros.	115

2.1.3. Sistema eléctrico y electrónico.	116
2.1.3.1. Sensor inductivo.	116
2.1.3.2. Sensores de nivel.	117
2.1.3.3. Transductor de presión.	118
2.1.3.4. Finales de carrera.	119
2.1.3.5. Plc.	120
2.1.3.6. Motor reductor con freno electromagnético.	121
2.1.3.7. Contactores Electromagnéticos.	125
2.1.3.8. Relé térmico.	127
2.1.3.9. Fusibles.	128
2.1.3.10. Interruptor termomagnético.	129
2.1.4. Sistema de monitoreo.	130
2.1.4.1. Software de monitoreo.	130
2.2. Diseño y construcción del sistema mecánico.	134
2.2.1. Diseño y construcción de la estructura metálica.	134
2.2.2. Diseño y construcción de la banda transportadora.	141
2.2.3. Diseño y construcción de las boquillas de dosificación.	151
2.2.4. Diseño y construcción del tanque de almacenamiento.	153
2.2.5. Diseño y construcción del proceso de tapado.	156
2.3. Montaje de equipos y elementos.	159

### **III. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.**

3.1. Generalidades.	163
3.1.1. Lenguajes de programación.	163
3.2. Programación del plc para el control del proceso.	167
3.2.1. Entradas del plc.	168
3.2.2. Salidas del plc.	171
3.2.3. Programa de control del proceso.	173
3.2.4. Funciones del sistema de control.	179
3.3. Desarrollo del software para el monitoreo y control del proceso.	179
3.3.1. Implementación de comunicación.	179

3.3.1.1.	El protocolo de comunicación “DDE”.	179
3.3.1.2.	Kepserver.	180
3.3.2.	Programación del software de monitoreo.	181
3.3.2.1.	Selección de la aplicación.	181
3.3.2.2.	El “access name”.	182
3.3.2.3.	Configuración de las pantallas.	183
3.3.2.4.	Edición de las pantallas.	184
3.3.2.5.	El “tag dictionary”.	186
3.3.2.6.	Los “scripts”.	189

#### **IV. PRUEBAS Y RESULTADOS.**

4.1.	Pruebas individuales de dispositivos y/o elementos.	190
4.2.	Pruebas del sistema neumático, eléctrico - electrónico y de control.	192
4.2.1.	Pruebas del sistema neumático.	192
4.2.2.	Pruebas del sistema eléctrico - electrónico.	193
4.2.3.	Pruebas en el sistema de control.	196
4.3.	Pruebas en el sistema de monitoreo y control.	196
4.4.	Prueba generales de la dosificadora automática de bebidas.	197

#### **V. ANÁLISIS ECONÓMICO.**

5.1.	Análisis financiero.	200
5.1.1.	Determinación de los costos.	200
5.1.1.1.	Requerimiento de materiales, equipos, elementos y dispositivos.	200
5.1.1.2.	Composición de materias primas, materiales y mano de obra que se requiere para la fabricación de una unidad de producto.	203
5.1.1.3.	Estimación de costos.	204
5.1.2.	Estructuración del flujo de caja.	208
5.1.2.1.	Volumen estimado de ventas.	208

5.1.3. Análisis del flujo de caja proyectado.	210
5.2. Análisis de la inversión.	211
5.2.1. Evaluación económica del proyecto.	211
5.2.1.1. Periodo real de recuperación.	212
5.2.1.2. Rentabilidad de la inversión.	213

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

6.1. Conclusiones.	216
6.2. Recomendaciones.	218

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

### **I. GENERALIDADES.**

Figura 1.1. Estructura metálica.	9
Figura 1.2. Bandas sobre rodillos.	10
Figura 1.3. Bandas Sobre Planchas.	10
Figura 1.4. Rodillo Vivo.	11
Figura 1.5. Nylon.	11
Figura 1.6. Tanque de almacenamiento.	13
Figura 1.7. Tanques cilíndricos horizontales.	14
Figura 1.8. Tanque cilíndrico vertical con techo fijo.	15
Figura 1.9. Tanque cilíndrico vertical con techo flotante.	16
Figura 1.10. Tanque cilíndrico vertical sin techo.	16
Figura 1.11. Cilindro doble efecto.	18
Figura 1.12. Cilindro de simple efecto con resorte.	19
Figura 1.13. Cilindro de simple efecto.	20
Figura 1.14. Cilindro normal.	20
Figura 1.15. Cilindro de doble efecto y doble vástago.	21
Figura 1.16. Válvula distribuidora.	24

Figura 1.17. Reguladoras de caudal.	25
Figura 1.18. Válvula check.	26
Figura 1.19. Secado por absorción.	31
Figura 1.20. Secado por adsorción.	32
Figura 1.21. Secado por enfriamiento.	33
Figura 1.22. Típico filtro separador y purga automática opcional.	34
Figura 1.23. Filtro micrónico típico.	35
Figura 1.24. Filtros sub-micrónicos.	36
Figura 1.25. Principio del regulador de presión.	37
Figura 1.26. Filtro-Regulador.	38
Figura 1.27. Manómetro.	39
Figura 1.28. Manómetro simple o tubo en U.	40
Figura 1.29. Manómetro Diferencial.	41
Figura 1.30. Manómetro de Bourdon.	41
Figura 1.31. Manómetro de membrana.	42
Figura 1.32. Manómetro de fuelle metálico.	43
Figura 1.33. Sensor inductivo.	44
Figura 1.34. Campo magnético.	45
Figura 1.35. Histéresis.	46
Figura 1.36. Distancia de sensado.	46
Figura 1.37. Tipos de sensores inductivos.	47
Figura 1.38. Sensor inductivo blindado.	47
Figura 1.39. Sensor inductivo no blindado.	48
Figura 1.40. Ejemplos de aplicación.	49
Figura 1.41. Símbolos estándar.	50
Figura 1.42. Sensor de nivel.	50
Figura 1.43. Tipos de transductores de presión.	53
Figura 1.44. Tipos de finales de carrera.	55
Figura 1.45. Interruptores de tipo palanca.	56
Figura 1.46. Interruptores tipo pulsador.	57
Figura 1.47. Reductor de velocidad.	64
Figura 1.48. Áreas de aplicación del motor.	67
Figura 1.49. Conexión Frenado lento.	70

Figura 1.50. Conexión Frenado Medio.	71
Figura 1.51. Conexión Frenado Rápido.	71
Figura 1.52. Conexión Alimentación Independiente.	72
Figura 1.53. Conexión motofreno normalmente abierto.	72
Figura 1.54. Contactores electromagnéticos.	73
Figura 1.55. Partes del contactor.	74
Figura 1.56. Relé térmico.	78
Figura 1.57. Fusibles.	80
Figura 1.58. Interruptor termomagnético.	82
Figura 1.59. Funcionamiento de un interruptor termomagnético.	83
Figura 1.60. Ejemplo de programación en INTOUCH.	85

## **II. DISEÑO, SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN.**

Figura 2.1. Especificaciones de la cadena transportadora.	94
Figura 2.2. Especificaciones del piñón motriz.	95
Figura 2.3. Espacio de guía.	96
Figura 2.4. Tipos de chumaceras.	98
Figura 2.5. Ubicación de la Chumacera.	98
Figura 2.6. Soporte de los envases.	99
Figura 2.7. Envase de 250 cc.	100
Figura 2.8. Estructura metálica.	101
Figura 2.9. Tanque de almacenamiento.	102
Figura 2.10. Boquilla de dosificación.	103
Figura 2.11. Accionamiento de las boquillas.	104
Figura 2.12. Bloque de dosificadores.	104
Figura 2.13. Cilindro neumático.	107
Figura 2.14. Electroválvula 5/3.	108
Figura 2.15. Electroválvula 1 in.	109
Figura 2.16. Electroválvula ¼ in.	110
Figura 2.17. Electroválvula ¾ in.	111
Figura 2.18. Reguladora unidireccional.	111

Figura 2.19. Válvula de bola 5/8 in.	112
Figura 2.20. Válvula Check tipo cortina.	112
Figura 2.21. Filtro – Regulador.	113
Figura 2.22. Secador de aire.	114
Figura 2.23. Filtro Coalescente.	114
Figura 2.24. Unidad de purificación del aire.	115
Figura 2.25. Manómetro.	115
Figura 2.26. Sensor Inductivo.	116
Figura 2.27. Conexión del sensor.	117
Figura 2.28. Sensor de nivel.	117
Figura 2.29. Transductor de presión.	119
Figura 2.30. Final de carrera tipo pulsador.	119
Figura 2.31. PLC Telemecanique.	120
Figura 2.32. Motor reductor con freno electromagnético.	122
Figura 2.33. Contactor.	126
Figura 2.34. Relé térmico.	127
Figura 2.35. Fusibles.	128
Figura 2.36. Porta fusibles.	128
Figura 2.37. Interruptor termomagnético LS.	129
Figura 2.38. Interruptor termomagnético LG.	130
Figura 2.39. Ventana principal.	132
Figura 2.40. Barras de herramientas.	132
Figura 2.41. Barra wizards.	133
Figura 2.42. Librería de wizards.	133
Figura 2.43. Barra de dibujo.	133
Figura 2.44. Estructura metálica.	134
Figura 2.45. Diagrama de fuerzas.	136
Figura 2.46. Diagrama de fuerzas cortantes.	137
Figura 2.47. Diagrama de momentos flectores.	137
Figura 2.48. Sección maciza.	138
Figura 2.49. Sección hueca.	138
Figura 2.50. Tubo cuadrado.	140
Figura 2.51. Platina.	141

Figura 2.52. Envase.	144
Figura 2.53. Banda transportadora.	146
Figura 2.54. Diagrama de fuerzas.	146
Figura 2.55. Diagrama de cuerpo libre.	147
Figura 2.56. Tubo cuadrado.	149
Figura 2.57. Ángulo.	150
Figura 2.58. Platina.	150
Figura 2.59. Puntos de análisis.	151
Figura 2.60. Diámetros del tanque.	153
Figura 2.61. Sujetadores.	157

### **III. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.**

Figura 3.1. Lenguajes de programación.	164
Figura 3.2. Lenguaje de contactos.	164
Figura 3.3. Programación por lista de instrucciones.	165
Figura 3.4. Programación Grafcet.	166
Figura 3.5. Programación a través de un plano de funciones.	166
Figura 3.6. KEPServer.	181
Figura 3.7. Application Manager.	182
Figura 3.8. Access Name.	182
Figura 3.9. Propiedades Access Name.	183
Figura 3.10. Propiedades de la ventana.	183
Figura 3.11. Pantalla del editor.	184
Figura 3.12. Selección de elementos.	185
Figura 3.13. Propiedades de los símbolos.	185
Figura 3.14. Atributo de desplazamiento.	186
Figura 3.15. Tagname Dictionary.	187
Figura 3.16. Tag Types.	187
Figura 3.17. Select Tag.	188
Figura 3.18. Cuadro de dialogo de una luz indicadora.	188
Figura 3.19. Application Script.	189

## ÍNDICE DE TABLAS

### I. GENERALIDADES.

Tabla 1.1. Simbología de Cilindros.	21
Tabla 1.2. Válvulas de mando.	29

### II. DISEÑO, SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN.

Tabla 2.1. Especificaciones de la cadena transportadora SS 815.	93
Tabla 2.2. Especificaciones del piñon motriz GG 820.	95
Tabla 2.3. Valor del espacio de guía.	96
Tabla 2.4. Especificaciones de las guías de desgaste.	97
Tabla 2.5. Propiedades del nylon.	97
Tabla 2.6. Especificaciones de las chumaceras.	99
Tabla 2.7. Fuerza del cilindro neumático Ø 40 mm.	105
Tabla 2.8. Dimensiones del cilindro neumático.	106
Tabla 2.9. Especificaciones del cilindro neumático.	106
Tabla 2.10. Especificaciones de la Electroválvula 5/3.	108
Tabla 2.11. Especificaciones de la Electroválvula de apertura y cierre del líquido.	109
Tabla 2.12. Especificaciones de la Electroválvula de apertura y cierre del aire.	110
Tabla 2.13. Especificaciones de la Electroválvula de escape del aire.	111
Tabla 2.14. Especificaciones del filtro-regulador.	113
Tabla 2.15. Especificaciones del secador de aire.	114
Tabla 2.16. Especificaciones del filtro coalescente.	114
Tabla 2.17. Especificaciones del manómetro.	115
Tabla 2.18. Especificaciones del sensor inductivo.	116
Tabla 2.19. Especificaciones del sensor de nivel M 5000.	117
Tabla 2.20. Especificaciones del sensor de nivel.	118
Tabla 2.21. Especificaciones del transductor de presión.	119
Tabla 2.22. Especificaciones de los finales de carrera.	119
Tabla 2.23. Especificaciones del PLC.	120

Tabla 2.24. Desempeño de motores.	121
Tabla 2.25. Especificaciones del motor de inducción.	122
Tabla 2.26. Especificaciones del freno de cc.	123
Tabla 2.27. Especificaciones del reductor de velocidad.	125
Tabla 2.28. Especificaciones del contactor.	126
Tabla 2.29. Especificaciones del relé térmico.	127
Tabla 2.30. Especificaciones del fusible.	128
Tabla 2.31. Especificaciones del porta fusible.	128
Tabla 2.32. Especificaciones del interruptor termomagnético 3 polos.	129
Tabla 2.33. Especificaciones del interruptor termomagnético 2 polos.	130
Tabla 2.34. Especificaciones del tubo cuadrado.	140
Tabla 2.35. Especificaciones de la platina.	141
Tabla 2.36. Velocidades máximas recomendadas de las cadenas Rex.	143
Tabla 2.37. Especificaciones del tubo cuadrado.	149
Tabla 2.38. Especificaciones del ángulo.	149
Tabla 2.39. Especificaciones de las platinas.	150
Tabla 2.40. Fuerza del cilindro neumático Ø 32 mm.	158

### **III. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.**

Tabla 3.1. Entradas del PLC.	170
Tabla 3.2. Salidas del PLC.	173

### **IV. PRUEBAS Y RESULTADOS.**

Tabla 4.1. Pruebas en elementos y dispositivos.	191
---	-----

### **V. ANÁLISIS ECONÓMICO.**

Tabla 5.1. Materiales.	201
------------------------	-----

Tabla 5.2. Equipos eléctricos y electrónicos.	202
Tabla 5.3. Elementos y dispositivos.	202
Tabla 5.4. Materias primas, materiales y mano de obra.	203
Tabla 5.5. Mano de obra directa.	204
Tabla 5.6. Costo unitario de materias primas por lote de producción.	205
Tabla 5.7. Mano de obra indirecta.	206
Tabla 5.8. Costo unitario de materiales indirectos anuales.	206
Tabla 5.9. Suministros.	207
Tabla 5.10. Depreciación costos indirectos de fabricación.	208
Tabla 5.11. Cuadro de egresos.	209
Tabla 5.12. Precio de venta por productos.	209
Tabla 5.13. Flujo de caja proyectado.	210
Tabla 5.14. Costos mano de obra directa anterior.	213
Tabla 5.15. Costo mano de obra directa después.	214
Tabla 5.16. Razones de rentabilidad.	215

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y ENLACES</b>	<b>220</b>
---	------------

## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

- A1. Hoja de datos técnicos del PLC TELEMECANIQUE.
- A2. Hoja de datos técnicos del transductor de presión KEYENCE.
- A3. Hoja de datos técnicos del secador de aire.
- A4. Hoja de datos técnicos del filtro – regulador.
- A5. Hoja de datos técnicos del filtro coalescente.

## **ANEXO B**

- B.1. PLANO: Ensamble del dosificador EM – 01 – 09
- B.2. PLANO: Dosificador EM – 02 – 09
- B.3. PLANO: Dosificador EM – 03 – 09
- B.4. PLANO: Ensamble del soporte de dosificadores EM – 04 – 09
- B.5. PLANO: Soporte de dosificadores EM – 05 – 09
- B.6. PLANO: Soporte de dosificadores EM – 06 – 09
- B.7. PLANO: Ensamble del soporte de envases EM – 07 – 09
- B.8. PLANO: Soporte de envases EM – 08 – 09
- B.9. PLANO: Banda transportadora EM – 09 – 09
- B.10. PLANO: Estructura metálica EM – 10 – 09
- B.11. PLANO: Tanque de almacenamiento EM – 11 – 09

## INTRODUCCION

La globalización ha dado lugar a relaciones mundiales de mercados, tecnología, ciencia y formas de producción altamente eficientes que han afectado profundamente a empresas e individuos, pues, con el crecimiento vertiginoso del comercio internacional, han surgido nuevas oportunidades y amenazas que están obligando a ejecutivos y organizaciones a optar por nuevas estrategias e implementar mecanismos que les permitan superar con éxito el reto de competir.

En este ámbito resulta imperiosamente necesario que se desarrollen industrias altamente tecnificadas y que las existentes lo hagan demostrando capacidad, eficiencia, productividad y competitividad para crecer y mantenerse en mercados fuertemente agresivos.

En la empresa PROALIM se tiene la necesidad de construir una dosificadora automática para el envasado de bebidas, la automatización de esta tarea permitirá alcanzar eficiencia en el trabajo, disminuyendo los costos de producción y permitiendo obtener una adecuada rentabilidad, lo que repercutirá en forma sustancial para el crecimiento y desarrollo de la empresa.

El proyecto busca principalmente ser un aporte importante para la empresa al lograr que la pérdida del producto sea mínima, y la producción del mismo aumente significativamente, utilizando técnicas neumáticas, electrónicas y la implementación de un software de monitoreo y control computarizado, ayudando a que la empresa alcance un lugar primordial en el mercado con relación a sus competidores y con un tiempo mínimo de recuperación de la inversión.

PROALIM garantizara la calidad del producto al evitar que la bebida sufra contaminación en el proceso de envasado, evitando al máximo el contacto con el ambiente y certificando que la máquina está construida con materiales aptos para la industria alimenticia como por ejemplo el acero inoxidable AISI 316L y el acero inoxidable AISI 304.

La automatización de procesos es parte fundamental en empresas modernas, por lo que la aplicación de nuestros conocimientos se verá enfocada primordialmente a esta área.

Esta tesis se encuentra compuesta por seis capítulos que se detallan a continuación:

En el primer capítulo se describirán las partes constitutivas del proceso de envasado de bebidas; sistema neumático, sistema de monitoreo, etc., y las técnicas de control que se emplearan en el presente trabajo.

En el segundo capítulo se realizará el diseño selección y construcción de la máquina dosificadora, aquí se seleccionara los elementos que se adecuen a nuestro diseño, y los materiales más idóneos para la construcción de las misma tomando en cuenta el aspecto económico sin descuidar el aspecto técnico y sin arriesgar la calidad de materiales, para finalmente proceder al montaje de elementos y dispositivos.

En el tercer capítulo, la atención será mayor puesto que es la parte fundamental de la tesis al tratarse de la automatización, aquí se implementara el sistema de control y monitoreo mediante un software que se ajuste a las necesidades y con la utilización de un PLC que será debidamente programado para cumplir con el proceso de envasado.

El cuarto capítulo trata de las pruebas que serán realizadas a todos los sistemas existentes en la máquina a fin de encontrar posibles errores y dar solución a los mismos para que al momento de poner en funcionamiento a la máquina el resultado sea el esperado.

En el quinto capítulo se realizara un análisis financiero, en el cual se trata de mostrar las ventajas económicas y de producción, como por ejemplo rentabilidad

de la máquina dosificadora, el tiempo de recuperación de la inversión y la forma en que se beneficiara económicamente la empresa.

Y finalmente el capítulo número seis en el cual se exponen las conclusiones y recomendaciones con respecto al trabajo realizado, las cuales determinarán si los objetivos planteados fueron logrados además de compartir las experiencias adquiridas en el desarrollo del mismo.

Así, cumpliendo con lo antes mencionado se garantizará la calidad del trabajo realizado y el correcto funcionamiento del mismo.

## **JUSTIFICACION**

La empresa PROALIM se inicia el 11 de noviembre de 1999 como una iniciativa propia debido a una razón social para un mejoramiento socio-económico.

Se elabora productos, como yogurt y jugos; la dosificadora automática va ha ser utilizada únicamente para el envasado de jugos, que ha tenido una buena acogida en algunos lugares como Puyo, Tena, Machala Babahoyo, Tungurahua y Cotopaxi.

La empresa PROALIM realiza el proceso de envasado en forma manual, que consiste en abrir o cerrar una llave de paso del tanque de almacenamiento para poder embotellar el producto, en dos tipos de presentaciones 500 ml y 250 ml.

Debido al proceso actual de envasado surge la necesidad imperiosa de diseñar y construir una máquina dosificadora automática de bebidas para incrementar la producción en las respectivas presentaciones.

La importancia de la máquina radica en evitar al máximo el contacto del personal con el producto además de que el volumen del líquido sea siempre exacto.

Con esta máquina se optimizará la producción, incrementando las condiciones de higiene y disminuyendo los costos de la empresa con una mínima inversión de mano de obra, para de esta manera lograr mayor competitividad en el mercado local, provincial y nacional.

# **OBJETIVOS**

## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar, construir e implementar una dosificadora automática de bebidas, controlada bajo un sistema HMI, para la empresa PROALIM.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar una máquina dosificadora automática.
- Seleccionar los elementos adecuados para el proceso de envasado y sellado.
- Controlar el proceso automático de envasado y sellado.
- Implementar un sistema de monitoreo HMI.

## **I. GENERALIDADES.**

### **1.1. EL PROCESO DE ENVASADO DE BEBIDAS.**

Es una etapa fundamental en la calidad del producto, este proceso no debe descuidar, al igual que en cualquier proceso de envasado, la calidad higiénica-sanitaria del producto y los estándares mínimos exigidos por la empresa. Es fundamental que la sala de envasado, la maquinaria y el personal encargado de ese proceso conserve un nivel de higiene óptimo.

El producto llega a los tanques de la sala de envase por medio de tuberías de acero inoxidable, para proceder a su envasado en la máquina dosificadora, en donde se controlara de forma exacta la cantidad del producto, se mantiene un cerrado hermético del envase para la inocuidad del producto. Se debe asegurar que el envase y la atmósfera durante el envasado sean estériles.

El envase es la carta de presentación del producto, hacia el comprador, motivo por el cual se utilizan los distintos tipos de presentaciones, los cuales no deben alterar ningún aspecto del producto que contiene dentro de él e impedir que la acción del medio influya de forma significativa en la bebida.

### **1.2. PARTES CONSTITUTIVAS DEL PROCESO DE ENVASADO DE BEBIDAS.**

#### **1.2.1. SISTEMA MECÁNICO.**

Un sistema mecánico es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, que permiten producir, transmitir, regular o modificar movimiento. Cada operador cumple una función específica dentro del sistema.

Concierne a la parte relacionada con la estructura, mecanismos, etc. Que permiten que la máquina sea capaz de desempeñar su función de una manera eficiente.

Los principales elementos que conforman el sistema mecánico son:

- Estructura metálica.
- Banda transportadora.
- Nylon.
- Tanque de almacenamiento.

#### **1.2.1.1. ESTRUCTURA METÁLICA.**

Son estructuras diseñadas en por lo menos 80% de secciones metálicas ya que son capaces de soportar las cargas necesarias incluidas en el diseño, sea cual sea el uso que se les vaya a dar (edificios, maquinarias, etc.), son importantes este tipo de estructuras porque son las de mayor resistencia a cualquier carga que se les imponga en la actualidad, superan incluso la resistencia de las estructuras tradicionales de concreto.

Las Estructuras Metálicas constituyen un sistema constructivo muy difundido en varios países, cuyo empleo suele crecer en función de la industrialización alcanzada en la región o país donde se utiliza. Figura 1.1.

Se lo elige por sus ventajas en plazos de obra, relación costo de mano de obra – costo de materiales, financiación, etc.

##### **a. Ventajas de las estructuras metálicas.**

- Construcciones a realizar en tiempos reducidos de ejecución.

- Construcciones en zonas muy congestionadas como centros urbanos o industriales en los que se prevean accesos y acopios dificultosos.
- Edificios con probabilidad de crecimiento y cambios de función o de cargas.
- Edificios en terrenos deficientes donde son previsibles asentamientos diferenciales apreciables; en estos casos se prefiere los entramados con nudos articulados.
- Construcciones donde existen grandes espacios libres, por ejemplo: locales públicos, salones.

**b. Donde no construir estructuras metálicas.**

No está recomendado el uso de estructuras metálicas en los siguientes casos:

- Edificaciones con grandes acciones dinámicas.
- Edificios ubicados en zonas de atmósfera agresiva, como marinas, o centros industriales, donde no resulta favorable su construcción.
- Edificios donde existe gran preponderancia de la carga del fuego, por ejemplo almacenes, laboratorios, etc.



**Figura 1.1. Estructura metálica.**

#### **1.2.1.2. LA BANDA TRANSPORTADORA.**

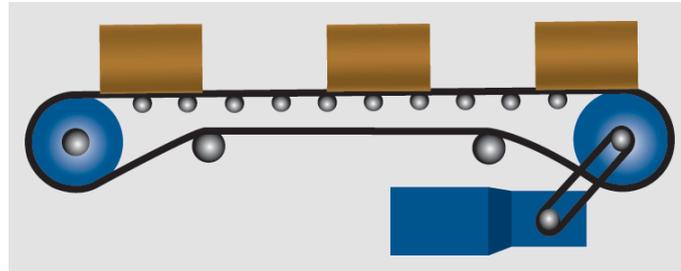
Las bandas transportadoras constituyen sistemas mecanizados para transporte de materiales. En su forma más elemental, consisten en una banda que recibe su tracción mediante rodillos especiales los cuales a su vez son conducidos por motorreductores. La banda es fabricada, según su aplicación, con materiales y dimensiones diferentes y sirve directa o indirectamente para transportar los materiales.

Según la superficie que sirve de soporte y la función específica a realizar por la banda dentro de todo el conjunto, se describe a continuación algunos sistemas generales:

##### **a. Bandas sobre rodillos:**

En este sistema la banda se mueve sobre una superficie de rodillos. El sistema como tal ofrece una gran capacidad para el transporte de materiales pesados ya que los rodillos no sólo ofrecen una superficie estructuralmente fuerte, sino

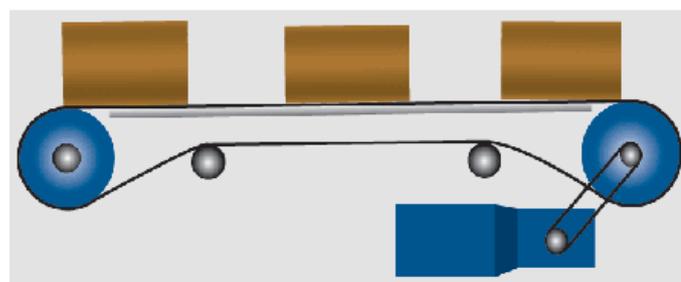
también porque su libre rodamiento permite transportar cargas más pesadas en forma más eficiente. Figura 1.2.



**Figura 1.2. Bandas sobre rodillos.**

**b. Bandas sobre planchas:**

Consiste en una plancha o lámina soportada entre dos perfiles que conforman la estructura. La banda se desliza sobre la lámina soportando y transportando directamente los materiales. El transportador de banda sobre lámina es una buena alternativa para el transporte de grandes mezclas de pequeños productos que no necesariamente van empacados. Resulta a su vez una alternativa más económica que la banda sobre rodillos, pues éstos se sustituyen por una simple lámina que sirve de soporte para la banda. Normalmente se utiliza este sistema en tramos relativamente cortos y con cargas de liviano a mediano peso debido a la excesiva fricción que pueda generarse entre la banda y la lámina. Figura 1.3.



**Figura 1.3. Bandas Sobre Planchas.**

### c. Rodillo vivo:

En este sistema la banda corre por debajo de los rodillos dándole tracción a los mismos. Su principal ventaja es la posibilidad de lograr diferentes niveles de acumulación en los materiales a ser transportados. Ajustando la presión que realiza la banda contra los rodillos se puede lograr desde sistemas con muy poca posibilidad de acumular hasta sistemas donde los materiales pueden ser frenados muy fácilmente. Es útil para cargas medianas o pequeñas transportadoras en cajas, bandejas o tarimas. Figura 1.4.

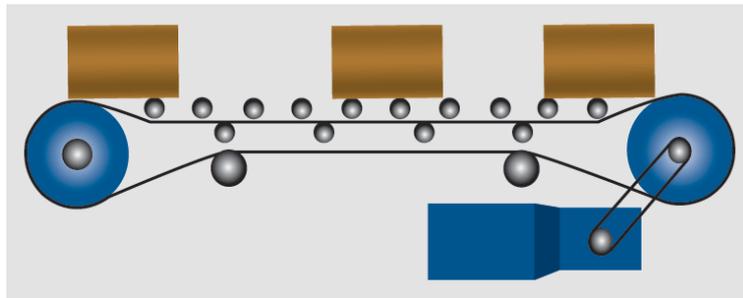


Figura 1.4. Rodillo Vivo.

### 1.2.1.3. NYLON.

El Nylon (PA6, PA66) es una poliamida con excelentes cualidades; la dureza, la capacidad de amortiguación de golpes, ruidos y vibraciones. Es un material de muy buena resistencia y durabilidad al desgaste y a la abrasión, sin sobrepasar los límites del esfuerzo. También ofrece la alternativa de ser aplicado en combinación con metales u otros termoplásticos. Figura 1.5.



Figura 1.5. Nylon.

El Nylon (PA6, PA66) es altamente deslizante, incluso en seco, por lo que tiene un envejecimiento mínimo si es usado como almohadilla.

Es ideal para la construcción de engranajes, cremalleras, perfiles, excéntricos, piñones, etc.

Es antiadherente, resistente al fuego, un excelente dieléctrico, y ofrece un amplio margen de temperaturas de utilización.

**a. Sectores en los que se usa el nylon (PA6, poliamida).**

- Sector industrial.
- Sector químico.
- Sector nuclear.
- Sector construcción.
- Sector eléctrico.
- Sector electrónico.
- Sector aeronáutico.
- Sector automoción.
- Sector mecánica en general.
- Fabricación de otros bienes.

**b. Utilidades del nylon.**

- Substitutivo del bronce, acero y cobre para casquillos.
- Cojinetes.

- Engranajes.
- Asientos de válvulas.
- Guías de fricción.
- Tubos hidráulicos.
- Tubos de neumática.

#### **1.2.1.4. TANQUE DE ALMACENAMIENTO.**

Depósito diseñado para almacenar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión internas relativamente bajas. Figura 1.6.



**Figura 1.6. Tanque de almacenamiento.**

#### **Tipos de tanques de almacenamiento.**

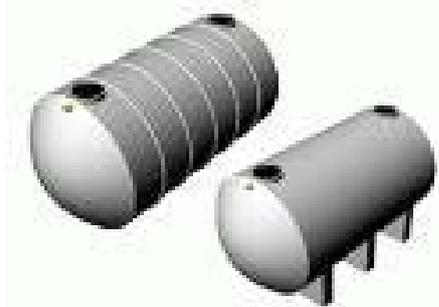
Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización.

Los tanques de almacenamiento, se clasifican en:

- a. Cilíndricos Horizontales.
- b. Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

### **a. Tanques cilíndricos horizontales.**

Generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión. Por lo general, se usan para almacenar volúmenes pequeños. Figura 1.7.



**Figura 1.7. Tanques cilíndricos horizontales.**

### **b. Tanques cilíndricos verticales de fondo plano.**

Nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo. Con la limitante que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.

Estos tipos de tanques se clasifican en:

- b.1. De techo fijo.
- b.2. De techo flotante.
- b.3. Sin techo.

#### **b.1. Techo fijo.**

Se emplean para contener productos no volátiles, no inflamables como son: agua, diesel, asfalto, petróleo crudo, etc.

Debido a que al disminuir la columna del fluido, se va generando una cámara de aire que facilita la evaporación del fluido, lo que es altamente peligroso. Figura 1.8.

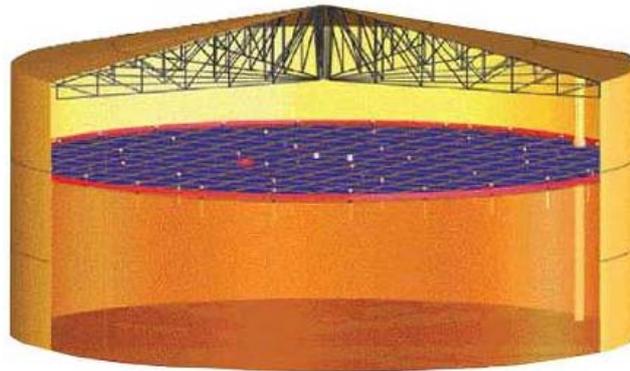


**Figura 1.8. Tanque cilíndrico vertical con techo fijo.**

### **b.2. Techo flotante.**

Se emplea para almacenar productos con alto contenido de sustancias volátiles como son: alcohol, gasolinas y combustibles en general.

Este tipo de techo fue desarrollado para reducir o anular la cámara de aire, o espacio libre entre el espejo del líquido y el techo, además de proporcionar un medio aislante para la superficie del líquido, reducir la velocidad de transferencia de calor al producto almacenado durante los periodos en que la temperatura ambiental es alta, evitando así la formación de gases (su evaporación), y consecuentemente, la contaminación del ambiente y, al mismo tiempo se reducen los riesgos al almacenar productos inflamables. Figura 1.9.



**Figura 1.9. Tanque cilíndrico vertical con techo flotante.**

### **b.3. Los tanques sin techo.**

Se usan para almacenar productos en los cuales no es importante que éste se contamine o que se evapore a la atmósfera como el caso del agua cruda, residual, contra incendios, etc. El diseño de este tipo de tanques requiere de un cálculo especial del anillo de coronamiento. Figura 1.10.



**Figura 1.10. Tanque cilíndrico vertical sin techo.**

### **1.2.2. SISTEMA NEUMÁTICO.**

Dentro del campo de la producción industrial, la neumática tiene una aplicación creciente en las más variada funciones para excluir en lo posible el trabajo manual y que este no dependa de la habilidad humana.

Un sistema neumático puede realizar muchas funciones de mejor manera y con mayor rapidez, de forma más regular y sobre todo durante tiempos prolongados sin sufrir los efectos de la fatiga.

La técnica neumática permite infinidad de aplicaciones especialmente en el campo de la automatización industrial, en nuestro caso utilizaremos:

- Cilindros neumáticos.
- Válvulas.
- Secadores de aire.
- Filtros de aire.
- Manómetros.

#### **1.2.2.1. CILINDROS NEUMÁTICOS.**

Son actuadores de acción lineal; transforman la energía del aire comprimido en trabajo mecánico.

La clasificación de los cilindros neumáticos en función de su accionamiento se describe a continuación:

### a. Cilindro de doble efecto.

Introduciendo aire comprimido por el orificio superior y comunicando con la atmósfera el orificio inferior, el vástago del cilindro sale venciendo la carga antagonista. Invertiendo las conexiones, es decir, conectando el aire comprimido al orificio inferior y el orificio superior con la atmósfera, el vástago del cilindro se recoge.

No sólo es preciso conectar el aire comprimido a una cara del émbolo, sino que además es preciso conectar la cara opuesta con la atmósfera. Recordemos que las superficies de una y otra cara del émbolo son diferentes, ya que en una de ellas ha de descontarse la superficie del vástago.

Por esta razón insistimos en que a igualdad de presión, este cilindro hace más fuerza en el sentido de salida que en el de entrada. Figura 1.11.

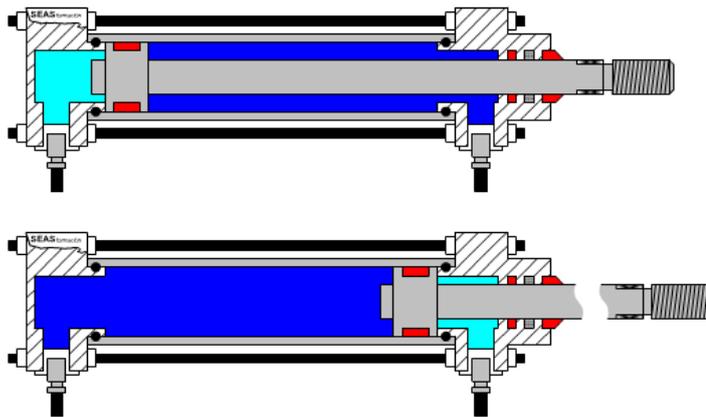


Figura 1.11. Cilindro doble efecto.

### b. Cilindro de simple efecto con resorte.

En este cilindro al conectar el aire comprimido con la entrada, la fuerza producida empuja el émbolo hacia adelante, comprimiendo al resorte y haciendo salir al vástago. Al cesar la acción del aire comprimido por conectarse de nuevo la cámara trasera del cilindro con la atmósfera, el resorte recupera la posición

primitiva y el vástago retrocede. La fuerza del resorte en este caso es un elemento negativo que hace al cilindro salir con menos empuje del que corresponde a su diámetro; según los diferentes constructores, la fuerza del resorte, generalmente, oscila alrededor de un 15% de la fuerza normal del cilindro cuando funciona a 6 bar. Debe recordarse que los resortes no tienen la misma fuerza cuando están extendidos que cuando están comprimidos. La fuerza va creciendo según la disminución de la longitud siguiendo una ley lineal en sus límites prácticos.

En la cámara del cilindro que contiene el resorte hay aire a presión atmosférica, por tanto, es preciso que exista un orificio del diámetro adecuado que permita la expulsión al exterior de dicho aire cuando sale el cilindro y la posterior aspiración de aire cuando se produce la carrera de retorno. Figura 1.12.

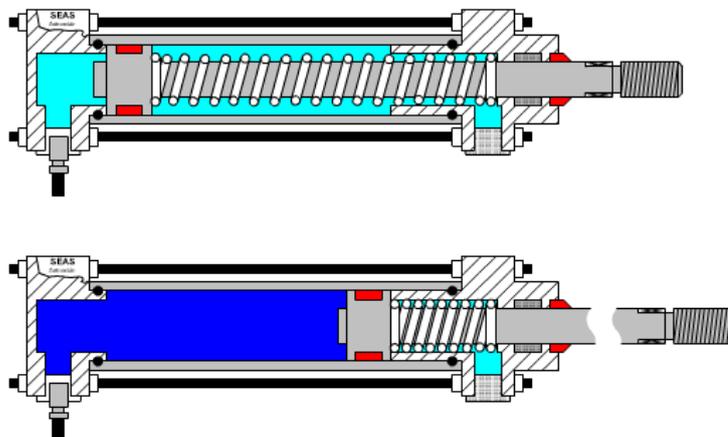


Figura 1.12. Cilindro de simple efecto con resorte.

### c. Cilindro de simple efecto.

En este caso el retroceso del émbolo se produce por acción de la gravedad, debido al peso que es elevado al salir el vástago. El descenso se verifica siempre que el peso sea superior a la fuerza de rozamiento del cilindro. Tiene, por tanto, el inconveniente de no poder hacer la carrera de retroceso con una carga de elevación por debajo de su valor mínimo. Figura 1.13.

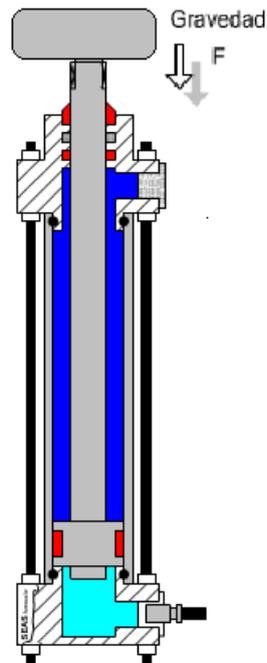


Figura 1.13. Cilindro de simple efecto.

**d. Cilindro normal.**

El émbolo se mueve cuando se alimentan simultáneamente las dos cámaras, pero con presiones sensiblemente diferentes. Figura 1.14.

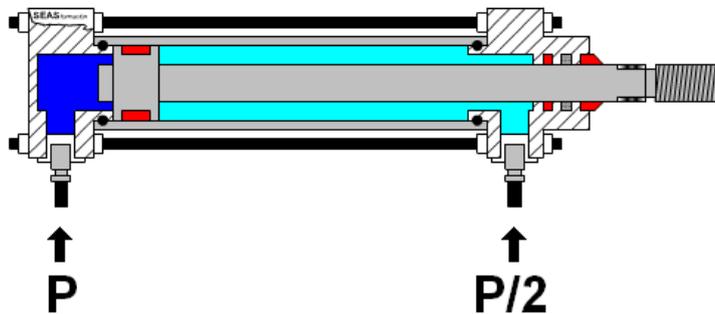


Figura 1.14. Cilindro normal.

**e. Cilindro de doble efecto y doble vástago.**

Encuentran su aplicación en algunos sistemas neumáticos que resultan simplificados. También se emplean en sistemas que precisan la regulación exacta de la carrera con tope exterior ajustable. Figura 1.15.

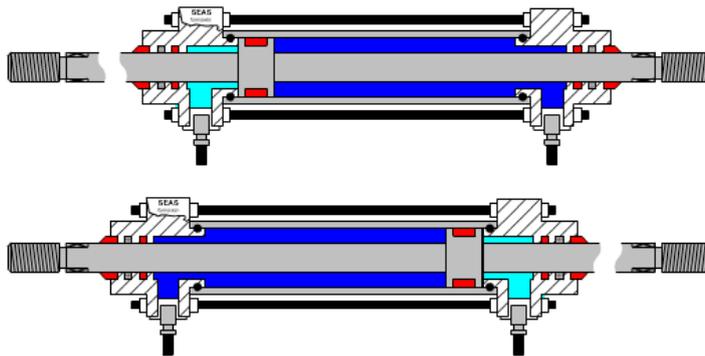


Figura 1.15. Cilindro de doble efecto y doble vástago.

La simbología de los cilindros neumáticos se presenta en la Tabla 1.1.

SIMBOLOGÍA DE LOS CILINDROS		
a		Cilindro de doble efecto.
b		Cilindro de simple efecto con resorte.
c		Cilindro de simple efecto.
d		Cilindro normal.
e		Cilindro de doble efecto y doble vástago.

Tabla 1.1. Simbología de Cilindros.

### 1.2.2.2. VÁLVULAS.

Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y una parte de trabajo. Los elementos de señalización y mando modulan las fases de los elementos de trabajo y se denominan válvulas. Los sistemas neumáticos e hidráulicos lo constituyen:

- Elementos de información.
- Órganos de mando.
- Elementos de trabajo.

Para el tratamiento de la información y órganos de mando es preciso emplear aparatos que controlen y dirijan el flujo de forma preestablecida, lo que obliga a disponer de una serie de elementos que efectúen las funciones deseadas relativas al control y dirección del flujo del aire comprimido o aceite.

En los principios del automatismo, los elementos reseñados se mandan manual o mecánicamente. Cuando por necesidades de trabajo se precisaba efectuar el mando a distancia, se utilizaban elementos de comando por émbolo neumático (servo).

La gran evolución de la neumática y la hidráulica han hecho, a su vez, evolucionar los procesos para el tratamiento y amplificación de señales, y por tanto, hoy en día se dispone de una gama muy extensa de válvulas y distribuidores que nos permiten elegir el sistema que mejor se adapte a las necesidades.

Hay veces que el comando se realiza neumáticamente o hidráulicamente y otras nos obliga a recurrir a la electricidad por razones diversas, sobre todo cuando las distancias son importantes y no existen circunstancias adversas.

Las válvulas en términos generales, tienen las siguientes misiones:

- Distribuir el fluido.
- Regular caudal.
- Regular presión.

Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenado en un depósito. Según su función las válvulas se subdividen en:

- a. Válvulas de vías o distribuidoras.
- b. Válvulas de caudal.
- c. Válvulas check.

**a. Válvulas distribuidoras.**

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire, a saber, principalmente puesta en marcha y paro (Start-Stop). Son válvulas de varios orificios (vías) los cuales determinan el camino que debe seguir el fluido bajo presión para efectuar operaciones tales como puesta en marcha, paro, dirección, etc.

Pueden ser de dos, tres, cuatro y cinco vías correspondiente a las zonas de trabajo y, a la aplicación de cada una de ellas, estará en función de las operaciones a realizar. Figura 1.16.



**Figura 1.16. Válvula distribuidora.**

### **a.1. Representación esquemática de las válvulas.**

Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos; éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función. Hay que distinguir, principalmente:

- Las vías, número de orificios correspondientes a la parte de trabajo.
- Las posiciones, las que puede adoptar el distribuidor para dirigir el flujo por una u otra vía, según necesidades de trabajo.

### **b. Reguladoras de caudal.**

Los reguladores de caudal tienen la misión de estrangular el caudal de fluido en las conducciones. Figura 1.17.

Los reguladores de caudal se dividen en dos grupos principales:

- Reguladores unidireccionales.
- Reguladores bidireccionales.

Los reguladores de caudal unidireccionales disponen de dos caminos en paralelo para el paso del flujo. En uno de ellos hay un antirretorno simple y en el otro está la regulación propiamente dicha.

La acción de regulación sólo se manifiesta en el sentido en el cual el antirretorno impide el paso, puesto que en el otro sentido el caudal pasa libremente.

En los reguladores bidireccionales no existe, por tanto, la válvula antirretorno y, en consecuencia, el efecto estrangulador se manifiesta en ambos sentidos de paso.



**Figura 1.17. Reguladoras de caudal.**

### **c. Válvulas check.**

Se trata de un accesorio muy simple. Recibe distintos nombres: antirretorno, retención, diodo neumático, de pie, etc., y en todos los casos permite el flujo de fluido en un sentido y lo impide en el contrario. El resorte de cierre genera una pequeña caída de presión. Figura 1.18.

En aplicaciones hidráulicas con aceite, la estanqueidad se efectúa por ajuste metal-metal con asiento de tipo esférico, plano o cónico, y la fuerza del resorte

puede ser regulada para obtener presiones de retención en el sentido libre de un valor ajustable.

Las aplicaciones clásicas de estas válvulas pueden ser la retención de una carga en alto por medio de un cilindro neumático en el caso de fallo en el suministro de aire comprimido y mantener cargado un depósito acumulador en mandos de emergencia.



**Figura 1.18. Válvula check.**

- **Simbología normalizada.**

Los sistemas de potencia hidráulicos y neumáticos transmiten y controlan la potencia mediante el empleo de un fluido presurizado (líquido o gas) dentro de un circuito cerrado.

Generalmente, los símbolos que se utilizan en los diagramas de circuitos para dichos sistemas son, figuras, de corte y gráficos.

Los símbolos de figuras, resultan muy útiles para mostrar la interconexión de los componentes. Es difícil normalizarlos a partir de una base funcional.

Los símbolos de corte, hacen énfasis en la construcción. El dibujo de estos símbolos es complejo y las funciones de los componentes no se aprecian de inmediato.

Los símbolos gráficos, hacen énfasis en la función y métodos de operación de los componentes.

El dibujo de estos símbolos es sencillo. La función de los componentes y los métodos de operación son obvios.

Los símbolos gráficos son capaces de cruzar las barreras lingüísticas y promueven el entendimiento universal de los sistemas hidráulicos y neumáticos.

Los símbolos gráficos completos, proporcionan una representación simbólica tanto de los componentes, como de todas las características involucradas en el diagrama del circuito.

La Norma ANSI Y32. 10 presenta un sistema de símbolos gráficos para sistemas de potencia hidráulicos y neumáticos. Tabla 1.2. El propósito de esta norma es:

- Proporcionar un sistema de símbolos gráficos para sistemas hidráulicos y neumáticos con fines industriales y educativos.
- Simplificar el diseño, fabricación, análisis y servicio de los circuitos hidráulicos y neumáticos.
- Contar con símbolos gráficos para sistemas hidráulicos y neumáticos que sean reconocidos internacionalmente.
- Promover el entendimiento universal de los sistemas hidráulicos y neumáticos.

## VÁLVULAS DE MANDO

DENOMINACIÓN	SIGNIFICADO	SÍMBOLO
2/2 vías	Dos conexiones posición de reposo cerrada.	
	Dos conexiones posición de reposo abierta.	
3/2 vías	En primera conexión de posición, entrada cerrada p.e. un cilindro de simple efecto a escape o conectado a una conducción de pilotaje	
	En reposo, entrada abierta, conectada a la utilización	
4/2 vías	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto	
5/2 vías	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto	
3/3 vías	Con posición central cerrada y tres posiciones	
4/3 vías	Con posición central a deposito y dos posiciones de distribución	
	Con posición central, salidas a escape y dos posiciones de distribución	

DENOMINACIÓN	SIGNIFICADO	SÍMBOLO
5/3 vías	Con posición central cerrada y dos posiciones de distribución	
5/4 vías	Con posición central cerrada y tres posiciones de distribución	
Válvula antirretorno	Sin muelle. Abre cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida.	
	Bajo presión del muelle. Abre cuando la presión de la entrada es mayor que la presión de la salida, sobre la fuerza de apriete del muelle	
Válvula de estrangulación	Con estrangulación regulable	
Regulador unidireccional (válvula antirretorno con estrangulación)	Regulador con paso de aire en un sentido y estrangulación constante en el otro sentido	
	Con estrangulación regulable	

Tabla 1.2. Válvulas de mando.

### **1.2.2.3. SECADORES DE AIRE.**

Existen tres tipos principales de secadores de aire disponibles que operan por procesos de absorción, adsorción o refrigeración.

- a. Secado por absorción (secado coalescente).
- b. Secado por adsorción (desecante).
- c. Secado por refrigeración.

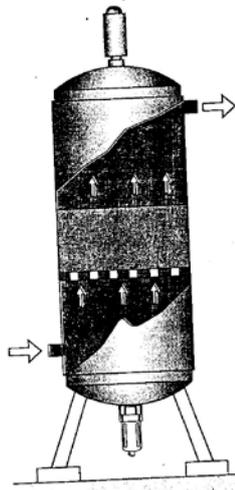
#### **a. Secado por absorción (secado coalescente).**

El aire comprimido es forzado a través de un agente secante, yeso deshidratado o cloruro de magnesio que contiene en forma sólida cloruro de litio o cloruro de calcio, el cual reacciona con la humedad para formar una solución que es drenada desde el fondo del depósito.

Su función es la de eliminar agua, aceite y contaminantes sólidos contenidos en el aire comprimido.

Produce una mínima caída de presión ya que el medio filtrante posee un 94 % de volumen libre. Esto reduce los costos de energía. Estos cartuchos hacen que el aire que se obtenga sea totalmente limpio.

Las principales ventajas de este método son su bajo costo inicial y de funcionamiento. Por contra, la temperatura de entrada no debe exceder de 30 °C. Los productos químicos implicados son altamente corrosivos, necesitando un filtrado cuidadosamente comprobado para asegurar que ninguna fina partícula corrosiva sea arrastrada al sistema neumático. Figura 1.19.



**Figura 1.19. Secado por absorción**

### **b. Secado por adsorción (desecante).**

Este principio se basa en un proceso físico. (Adsorber: Deposito de sustancias sobre la superficie de cuerpos sólidos.)

El material de secado es granuloso con cantos vivos o en forma de perlas. Se compone de casi un 100% de dióxido de silicio. En general se le da el nombre de Silicagel.

La misión del silicagel consiste en adsorber el agua y el vapor de agua. El aire comprimido húmedo se hace pasar a través del lecho de gel, que fija la humedad.

La capacidad adsorbente de un lecho de gel es naturalmente limitada. Si está saturado, se regenera de forma simple. A través del secador se sopla aire caliente, que absorbe la humedad del material de secado.

El calor necesario para la regeneración puede aplicarse por medio de corriente eléctrica o también con aire comprimido caliente. Disponiendo en paralelo dos secadores, se puede emplear uno para el secado del aire, mientras el otro es regenera (soplándolo con aire caliente). Figura 1.20.



**Figura 1.20. Secado por adsorción**

### **c. Secado por enfriamiento.**

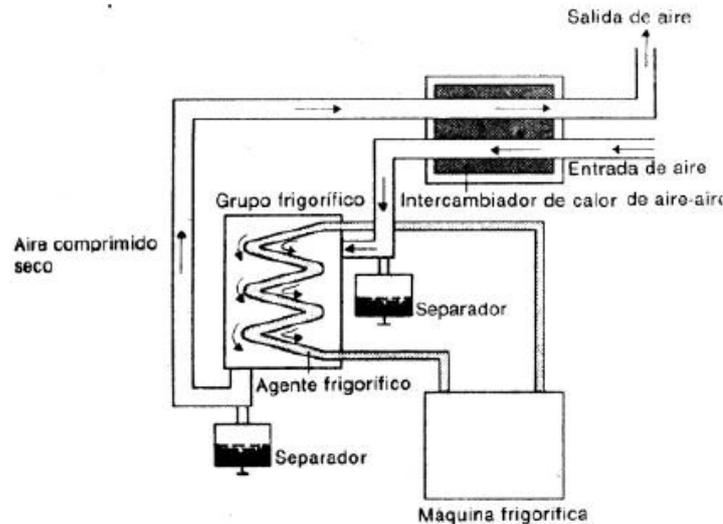
Los secadores de aire comprimido por enfriamiento se basan en el principio de una reducción de la temperatura del punto de rocío.

Se entiende por temperatura del punto de rocío aquella a la que hay que enfriar un gas, al objeto de que se condense el vapor de agua contenido. El aire comprimido a secar entra en el secador pasando primero por el llamado intercambiador de calor de aire-aire.

El aire caliente que entra en el secador se enfría mediante aire seco y frío proveniente del intercambiador de calor (vaporizador). El condensado de aceite y agua se evacua del intercambiador de calor, a través del separador.

Este aire preenfriado pasa por el grupo frigorífico (vaporizador) y se enfría más hasta una temperatura de unos 274,7 K (1,7 °C) En este proceso se elimina por segunda vez el agua y aceite condensados.

Seguidamente se puede hacer pasar el aire comprimido por un filtro fino, al objeto de eliminar nuevamente partículas de suciedad. Figura 1.21.



**Figura 1.21. Secado por enfriamiento.**

#### **1.2.2.4. FILTROS DE AIRE.**

El aire atmosférico lleva polvo y humedad. Además, finas partículas de aceite carbonizado, cascarillas de la tubería y otras materias extrañas como por ejemplo material de sellado desgastado forman sustancias gomosas.

Todo esto, puede producir efectos nocivos al equipo neumático, incrementando el desgaste de las juntas y de los componentes, la deformación de las juntas, la corrosión y atasco de las válvulas.

Para eliminar estos contaminantes, es necesario limpiar el aire lo más cerca posible del punto de utilización.

El tratamiento de aire incluye también la regulación de presión y, a veces, la lubricación.

### a. Filtro estándar.

El filtro estándar consta de un separador de agua y un filtro combinado. Si el aire no ha sido deshidratado anteriormente, se recogerá una cantidad considerable de agua y el filtro retendrá impurezas sólidas como partículas de polvo y de óxido.

La separación del agua se produce principalmente por una rotación rápida del aire, provocada por un deflector en la entrada. Las partículas más pesadas de suciedad, agua y aceite son expulsadas al impactar contra el vaso del filtro antes de ir a depositarse en el fondo. Entonces, el líquido puede ser purgado por un drenaje de purga manual o automática. Figura 1.22.

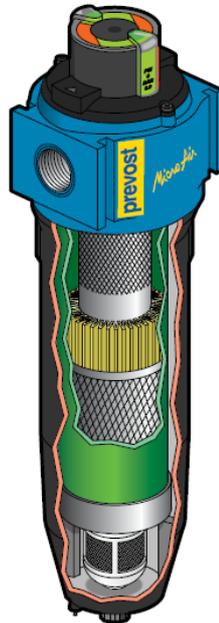


**Figura 1.22. Típico filtro separador y purga automática opcional.**

El elemento filtrante elimina las partículas más finas de polvo, de cascarilla, de óxido y de aceite carbonizado al fluir el aire hacia la salida. El elemento filtrante estándar, elimina todas las partículas contaminantes de hasta 5 micras.

### **b. Filtros micrónicos.**

Cuando la contaminación por vapor de aceite es desaconsejable, se utiliza un filtro micrónico. Figura 1.23.



**Figura 1.23. Filtro micrónico típico.**

El aire fluye desde la entrada al centro del cartucho filtrante y luego hacia la salida. El polvo queda atrapado dentro de los elementos microfiltrantes.

El vapor de aceite y la neblina de agua se convierten en líquido por una acción coalescente dentro del material filtrante, formando así unas gotas en el cartucho filtrante que se recogen en el fondo del vaso.

### **c. Filtros sub-micrónicos.**

Un filtro sub-micrónico elimina virtualmente todo el aceite y el agua y también las partículas más finas hasta 0,01 micras, para proporcionar la máxima protección a los dispositivos. Figura 1.24.

El principio de su funcionamiento es el mismo que el del filtro micrónico, pero su elemento filtrante tiene capas adicionales con una mayor eficacia filtrante.



**Figura 1.24. Filtros sub-micrónicos.**

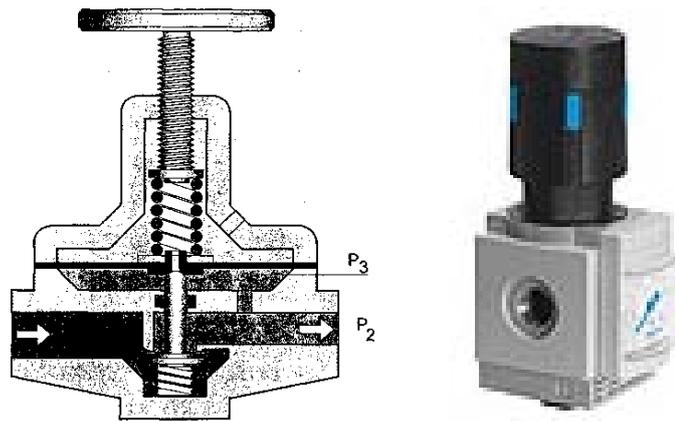
#### **1.2.2.5. REGULADORES DE PRESIÓN.**

La regulación de la presión es necesaria porque, a presiones por encima del nivel óptimo, se produce un desgaste rápido con un incremento mínimo o nulo de efectividad. Cuando la presión del aire es demasiado baja, resulta antieconómica puesto que tiene como consecuencia un rendimiento escaso.

##### **a. Regulador estándar.**

Los reguladores de presión pueden tener un émbolo o diafragma para equilibrar la presión de salida contra la fuerza regulable de un resorte, tal como aparece en la figura 1.25.

La presión de salida se predispone regulando el tornillo que carga el resorte de regulación para mantener abierta la válvula principal, permitiendo que fluya desde el orificio de entrada de presión P1 al orificio de la presión de salida P2.



**Figura 1.25. Principio del regulador de presión.**

Cuando el circuito conectado con la salida se encuentra a la presión preestablecida, actúa sobre el diafragma creando una fuerza elevadora contra la carga del resorte.

Si desciende el nivel de consumo,  $P_2$  aumenta ligeramente, lo que hace aumentar la fuerza sobre el diafragma contra la fuerza del resorte; el diafragma de la válvula se eleva entonces hasta que la fuerza del resorte sea nuevamente igualada.

El caudal de aire que pasa por la válvula se reduce hasta que se equilibre el nivel de consumo y se mantenga la presión de salida.

Si el nivel de consumo aumenta,  $P_2$  disminuye ligeramente, lo que hace disminuir la fuerza del diafragma contra la del resorte; el diafragma y la válvula descienden hasta que la fuerza del resorte se iguale nuevamente, lo que hace aumentar el caudal de aire por la válvula hasta que se equilibra el nivel de consumo.

Sin consumo de aire la válvula está cerrada. Si la presión de salida sube por encima del valor regulado debido a:

- Una nueva regulación del regulador a una presión de salida más baja o bien,
- Un impulso contrario externo desde el actuador.

El diafragma se eleva para abrir el asiento de alivio de forma que la presión en exceso puede ser evacuada por el orificio de escape en la cápsula del cuerpo del regulador.

#### **b. Filtro-Regulador.**

El filtraje del aire y la regulación de la presión se combinan en un solo filtro-regulador que proporciona una unidad compacta que ahorra espacio. Figura 1.26.



**Figura 1.26. Filtro-Regulador.**

#### **1.2.2.6. MANÓMETROS.**

El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local. Figura 1.27.



**Figura 1.27. Manómetro.**

En la mecánica la presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie.

Cuando los manómetros deben indicar fluctuaciones rápidas de presión se suelen utilizar sensores piezoeléctricos o electrostáticos que proporcionan una respuesta instantánea, los manómetros se clasifican en:

- a. Manómetro simple o tubo en U.
- b. Manómetro diferencial.
- c. Manómetro de Bourdon.
- d. Manómetro de membrana.
- e. Manómetro de fuelle metálico.

**a. Manómetro simple o tubo en U.**

Este tipo de manómetros es la forma más sencilla de dispositivo para medir presiones, donde la altura, carga o diferencia de nivel, a la que se eleva un fluido en un tubo vertical abierto conectado a un aparato que contiene un líquido, es una

medida directa de la presión en el punto de unión y se utiliza con frecuencia para mostrar el nivel de líquidos en tanques o recipientes.

Consiste en un tubo de vidrio en forma de U en el cual un extremo está conectado a la presión que se va a medir, y el otro se deja a la atmósfera, se emplea para medir líquidos a presiones altas y no se puede utilizar con gases. Figura 1.28.

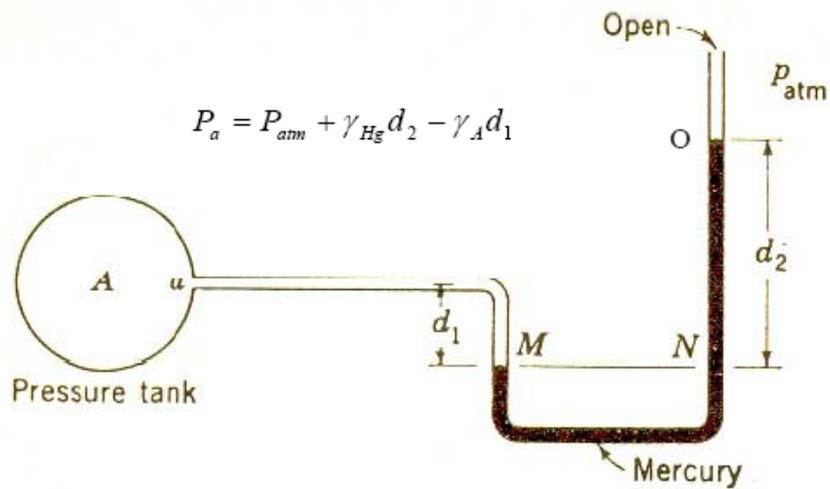


Figura 1.28. Manómetro simple o tubo en U.

### b. Manómetro diferencial.

Este tipo de manómetros el cual mide la diferencia de presiones entre dos puntos pero no el valor real de alguno de ellos. Luego la diferencia de presión se expresa mediante la siguiente ecuación. Figura 1.29.

$$P_A - P_B = -\gamma_1 d_1 + \gamma_2 d_2 - \gamma_3 d_3 + \gamma_4 d_4$$

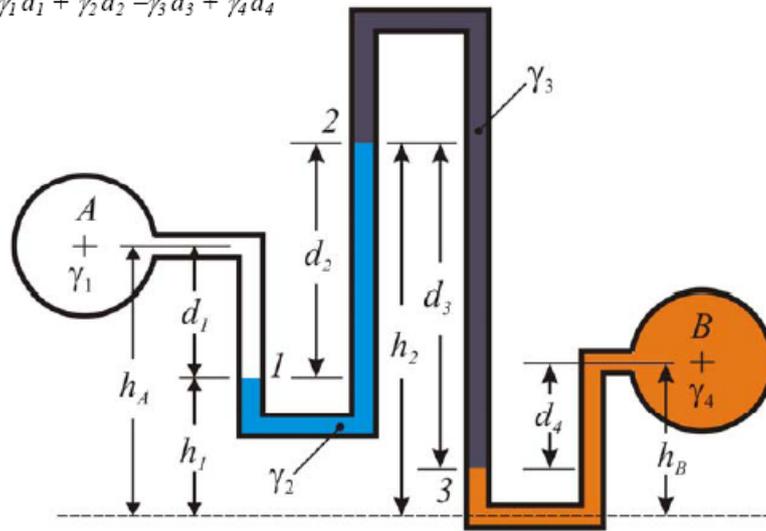


Figura 1.29. Manómetro Diferencial.

### c. Manómetro de Bourdon.

El tubo de Bourdon es un elemento tubular de sección elíptica en forma de anillo casi completo, cerrado por un lado. Al aumentar la presión interna, el tubo tiende a enderezarse y este movimiento es transmitido por otros servomecanismos a una aguja indicadora o a un elemento transmisor. Mediante L1 ajustamos la amplitud, mediante L2 logramos ajustar la no linealidad. Figura 1.30.

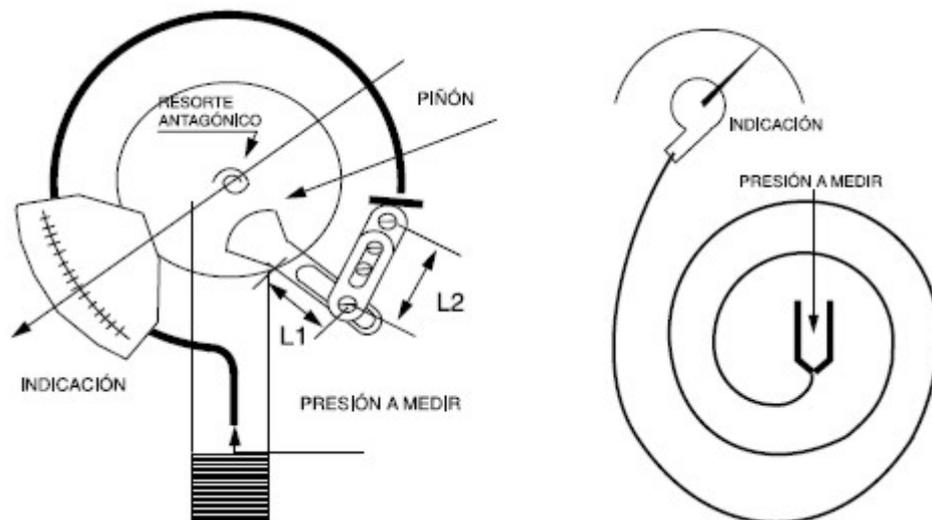


Figura 1.30. Manómetro de Bourdon.

#### d. Manómetro de membrana.

Este manómetro posee una lámina ondulada o diafragma que transmite la deformación producida por las variaciones de presión.

Se utiliza para la medida de débiles presiones o depresiones líquidas y para fluidos corrosivos o pastosos. Figura 1.31.

La medida de este tipo de manómetro va de 0 a 6 Kg/cm<sup>2</sup>.

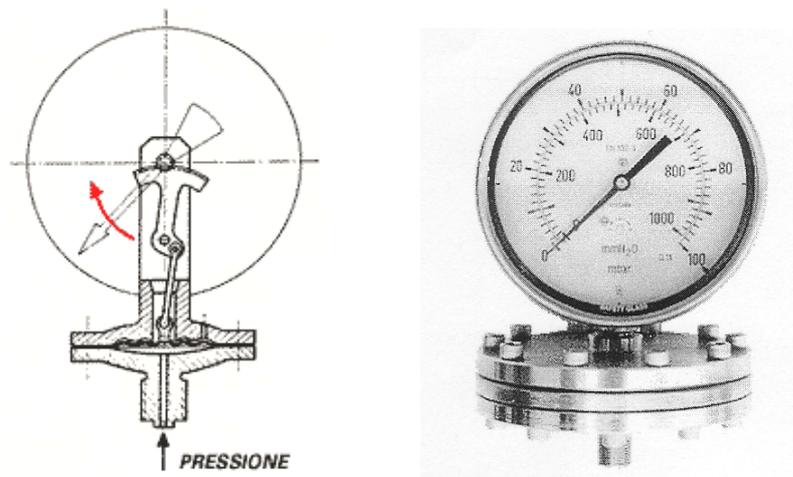


Figura 1.31. Manómetro de membrana.

#### e. Manómetro de fuelle metálico.

Los manómetros de fuelle tienen un elemento elástico en forma de fuelle (como un acordeón) al que se le aplica la presión a medir, esta presión estira el fuelle y el movimiento de su extremo libre se transforma en el movimiento de la aguja indicadora. Figura 1.32.

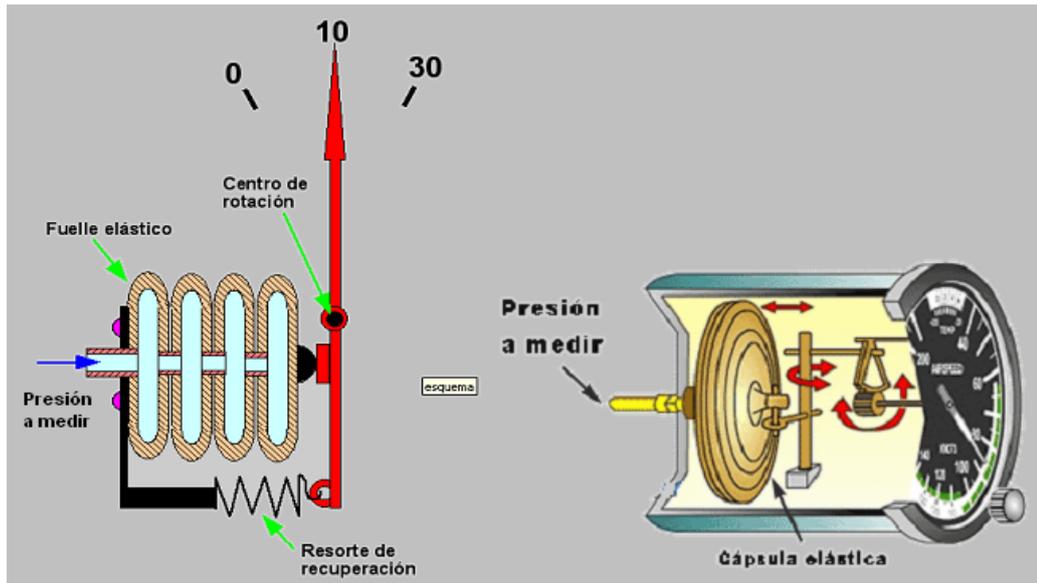


Figura 1.32. Manómetro de fuelle metálico.

Hay que señalar que los elementos de fuelle se caracterizan por su larga duración, demostrada en ensayos en los que han soportado sin deformación alguna millones de ciclos de flexión. Se emplean para pequeñas presiones.

### 1.2.3. SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO.

Cuando se habla de sistemas eléctricos y electrónicos, estamos al mismo tiempo involucrando a varios aspectos de distintos campos; no es lo mismo un sistema eléctrico que un sistema electrónico, los conceptos cambian aunque sus términos puedan ser parecidos.

El sistema eléctrico es un conjunto de dispositivos cuya función es proveer la energía necesaria para el arranque y correcto funcionamiento de los accesorios eléctricos tales como luces, electrodomésticos y diversos instrumentos.

Un sistema electrónico es un conjunto de circuitos que interactúan entre sí para obtener un resultado. Para el control y automatización del proceso necesitamos de algunos equipos eléctricos y electrónicos entre los cuales tenemos:

- a. Sensor inductivo.
- b. Sensores de nivel.
- c. Transductor de presión.
- d. Finales de carrera.
- e. PLC.
- f. Motor reductor con freno electromagnético.
- g. Contactor.
- h. Relé Térmico.
- i. Fusibles.
- j. Interruptor Termomagnético.

#### **1.2.3.1. SENSOR INDUCTIVO.**

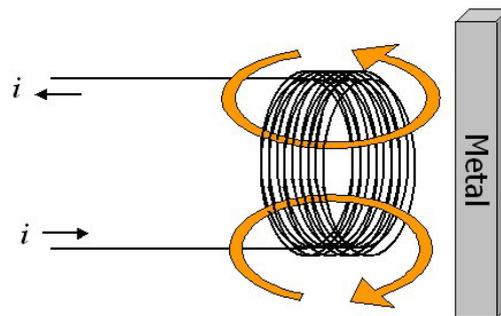
Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado contexto (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo). Figura 1.33.



**Figura 1.33. Sensor inductivo.**

Se emplean en la detección sin contacto de objetos metálicos a pequeñas distancias, siendo esta de aproximadamente el diámetro de la bobina sensora, aunque depende del material (mayor cuanto más resistivo sea el material) y la forma.

Los sensores de proximidad inductivos contienen un devanado interno. Cuando una corriente circula por el mismo, un campo magnético es generado, que tiene la dirección de las flechas naranjas. Cuando un metal es acercado al campo magnético generado por el sensor de proximidad, éste es detectado. Figura 1.34.



**Figura 1.34. Campo magnético.**

Si el sensor tiene una configuración "Normal Abierta", éste activará la salida cuando el metal a detectar ingrese a la zona de detección. Lo opuesto ocurre cuando el sensor tiene una configuración "Normal Cerrada" Estos cambios de estado son evaluados por unidades externas tales como: PLC, Relés, PC, etc.

#### **a. Histéresis.**

Se denomina histéresis a la diferencia entre la distancia de activación y desactivación. Cuando un objeto metálico se acerca al sensor inductivo, éste lo detecta a la "distancia de detección" o "distancia de sensado". Cuando el mismo objeto es alejado, el sensor no lo deja de detectar inmediatamente, si no cuando alcanza la "distancia de reset", que es igual a la "distancia de detección" más la histéresis propia del sensor. Figura 1.35.

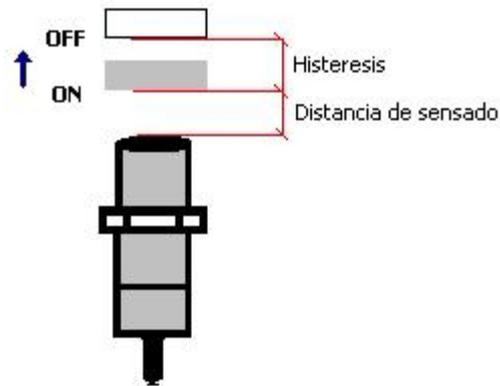


Figura 1.35. Histéresis.

**b. Distancia de sensado.**

La distancia de sensado ( $S_n$ ) especificada en la hoja de datos de un sensor inductivo está basada en un objeto de estándar con medidas de 1"x1" de acero dulce. Este valor variará sensiblemente si se quiere detectar otros tipos de metales, aún materiales ferrosos como el acero inoxidable (SS) no ferrosos, como el aluminio, pueden ser detectados, pero a menores distancias.

En la Figura 1.36. Se puede ver como varía la distancia de detección en función del material a detectar y el tamaño del mismo.

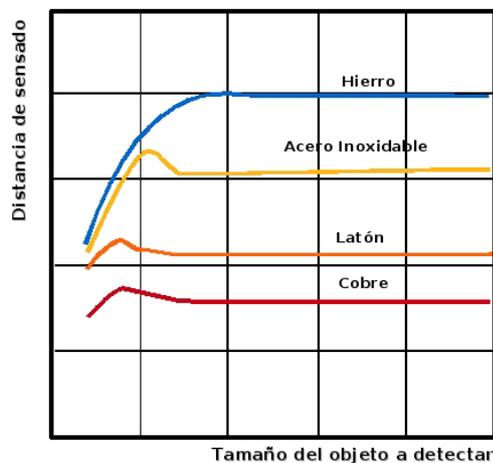


Figura 1.36. Distancia de sensado.

### c. Blindaje.

Los sensores de proximidad tienen bobinas enrolladas en núcleo de ferrita. Estas pueden ser blindadas o no blindadas. Los sensores no blindados generalmente tienen una mayor distancia de sensado que los sensores blindados. Figura 1.37.

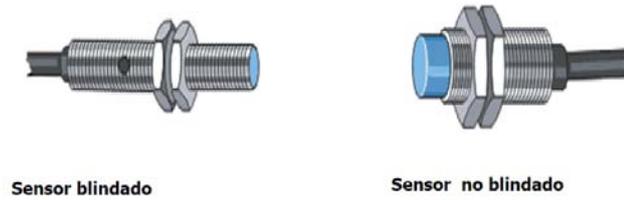


Figura 1.37. Tipos de sensores inductivos.

#### c.1. Sensores inductivos blindados.

El núcleo de ferrita concentra el campo radiado en la dirección del uso. Se le coloca alrededor del núcleo un anillo metálico para restringir la radiación lateral del campo.

Los sensores de proximidad blindados pueden ser montados al ras de metal, pero se recomienda dejar un espacio libre de metal abajo y alrededor de la superficie de sensado. Figura 1.38.

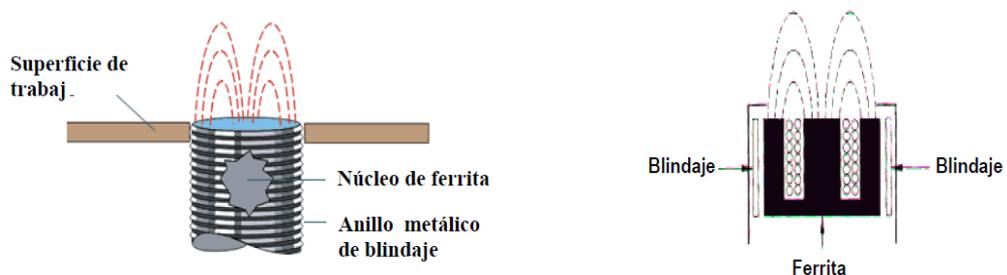


Figura 1.38. Sensor inductivo blindado.

## c.2. Sensores inductivos no blindados

Un sensor de proximidad no blindado no tiene el anillo de metal rodeando el núcleo para restringir la radiación lateral del campo.

Los sensores no blindados no pueden ser montados al ras de un metal, estos deben tener un área libre de metal alrededor de la superficie de sensado. Figura 1.39.

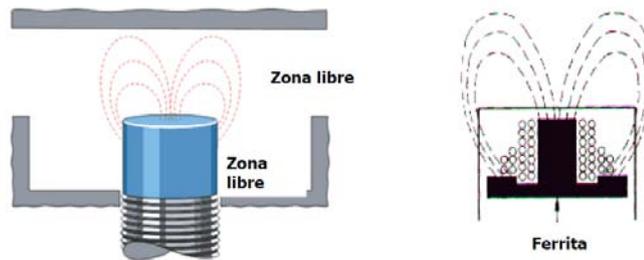


Figura 1.39. Sensor inductivo no blindado.

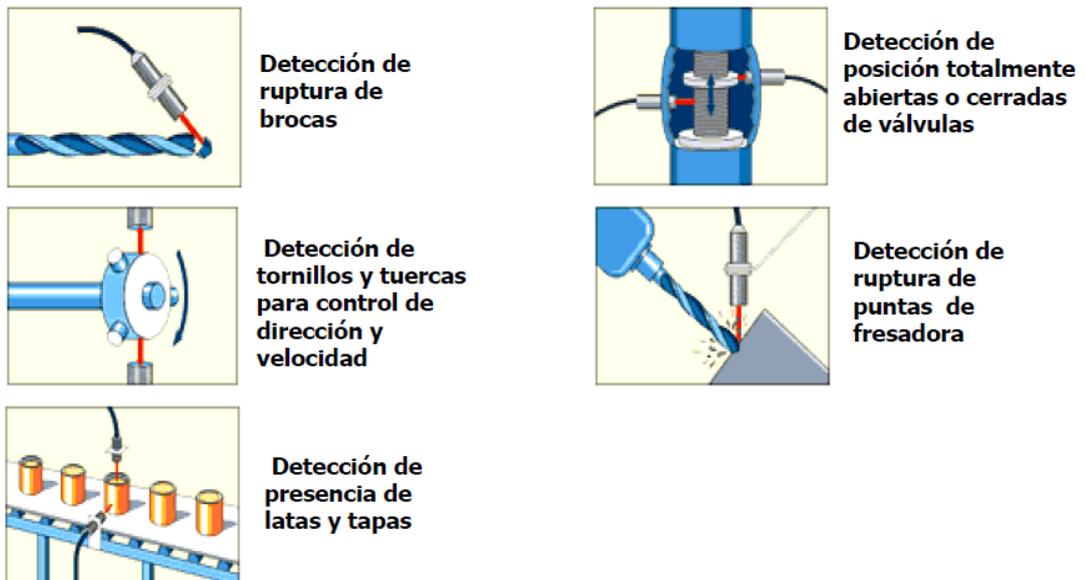
## d. Consideraciones generales

- La superficie del objeto a detectar no debe ser menor que el diámetro del sensor de proximidad (preferentemente 2 veces más grande que el tamaño o diámetro del sensor). Si fuera menor que el 50% del diámetro del sensor, la distancia de detección disminuye sustancialmente.
- Debido a las limitaciones de los campos magnéticos, los sensores inductivos tienen una distancia de detección pequeña comparados con otros tipos de sensores. Esta distancia puede variar, en función del tipo de sensor inductivo, desde fracciones de milímetros hasta 40 mm en promedio.
- Para compensar el limitado rango de detección, existe una extensa variedad de formatos de sensores inductivos: Cilíndricos, Chatos, Rectangulares, etc.

- Los sensores inductivos cilíndricos son los más usuales en las aplicaciones presentes en la industria. Figura 1.41.
- Posibilidad de montar los sensores tanto enrasados como no enrasados.
- Gracias a no poseer partes móviles los sensores de proximidad no sufren en exceso el desgaste.
- Gracias a las especiales consideraciones en el diseño, y al grado de protección IP67, muchos sensores inductivos pueden trabajar en ambientes adversos, con fluidos corrosivos, aceites, etc, sin perder performance.

En la Figura 1.40. Se muestra aplicaciones de los sensores inductivos.

**e. Ejemplos de aplicación de los sensores inductivos.**



**Figura 1.40. Ejemplos de aplicación.**

f. Símbolos estándar usados para los sensores de tres hilos.

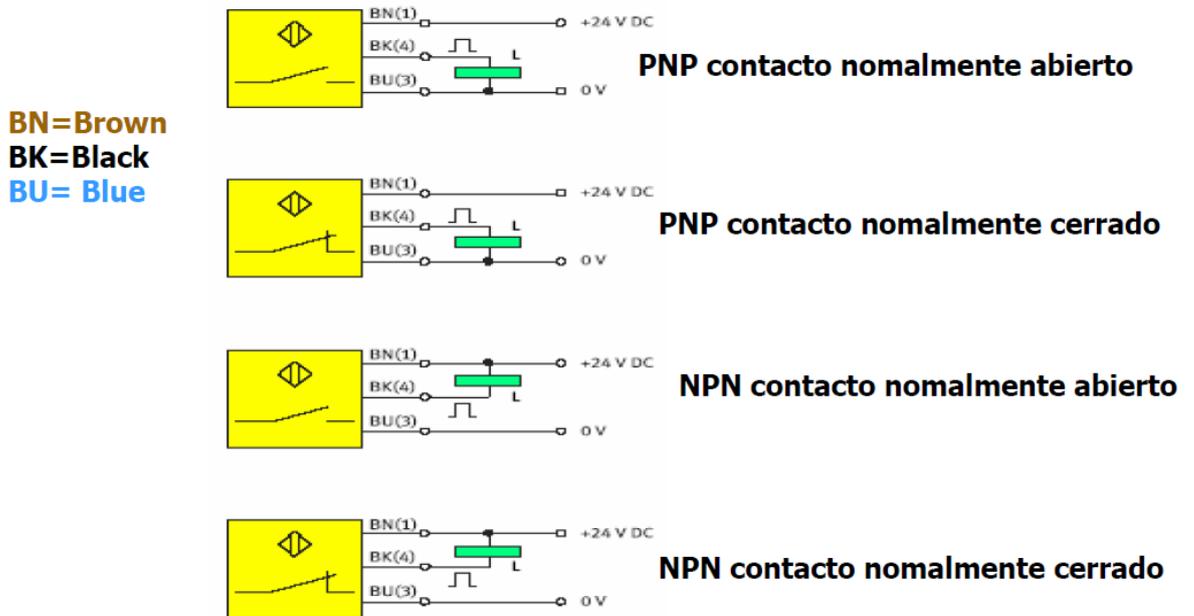


Figura 1.41. Símbolos estándar.

1.2.3.2. SENSOR DE NIVEL.

Los sensores de Nivel se utilizan para indicación y monitoreo de nivel continuo de todo tipo de líquidos. Su diseño simple con solamente una pieza móvil, el flotador, significa que son particularmente confiables. Un rango de sensores en diversos materiales y diseños, y con diversas conexiones, está disponible para la adquisición del valor medido. Figura 1.42.



Figura 1.42. Sensor de nivel.

**a. Información general del sensor de nivel:**

- Los interruptores deben de ser instalados rígidamente de manera que el flotador o los flotadores tengan libertad de movimiento cuando cambie el nivel de líquido.
- Los interruptores deben de ser montados en un área del tanque que esté libre de turbulencia severa o protegidos de tal turbulencia con protectores de chapoteo apropiados.
- Los vástagos de interruptor vertical deben de estar verticales para obtener óptimos resultados, pero es posible lograr una operación satisfactoria en la mayoría de los líquidos si el vástago está a un ángulo de hasta 30° de la línea vertical.
- Los vástagos de interruptor de montaje lateral deben ser montados con la flecha en posición vertical, ya sea hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de la operación del interruptor.
- Hay que tener cuidado para que los interruptores siempre sean operados a los niveles eléctricos correspondientes.
- Se puede cambiar la orientación para interruptores verticales estándar de normalmente cerrada a normalmente abierta seca o viceversa, retirando el flotador y colocándolo en el sentido opuesto en el vástago.

**b. Precauciones:**

- Los límites de presión, temperatura y electricidad mostrados para los interruptores de nivel especificados no deben ser excedidos.

- Las presiones y temperaturas deben tomar en consideración posibles fluctuaciones en la temperatura y la presión del sistema.
- Los líquidos usados tienen que ser compatibles con los materiales de construcción.
- La vida útil del interruptor varía según la aplicación.
- Los cambios en la temperatura ambiente pueden afectar los puntos fijos del interruptor, dado a que el peso específico de los líquidos varía con la temperatura.
- Los interruptores de nivel han sido diseñados para ser resistentes a golpes y vibraciones. Para una máxima vida útil, se debe minimizar la cantidad de golpes y vibraciones.
- El exceso de contaminantes en el líquido puede inhibir la operación del flotador, y puede ser necesaria una limpieza ocasional.
- Los interruptores de nivel no deben ser reparados en el lugar de la instalación.
- Los daños físicos al producto pueden dejarlo inservible.
- La instalación en un recipiente hecho de materiales magnéticos puede afectar la operación.

### **1.2.3.3. TRANSDUCTORES DE PRESIÓN.**

Un sensor es un dispositivo capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo

temperatura, intensidad luminosa, distancia, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como un fototransistor), etc. Figura 1.43.



**Figura 1.43. Tipos de transductores de presión.**

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. Hay sensores que no solo sirven para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable sensada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso.

Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, Industria aeroespacial, Medicina, Industria de manufactura, Robótica, etc.

Los transductores y los sensores pueden clasificarse en dos tipos básicos, dependiendo de la forma de la señal convertida. Los dos tipos son:

- a) Transductores analógicos.
- b) Transductores digitales.

- a) Los transductores analógicos proporcionan una señal analógica continua, por ejemplo voltaje o corriente eléctrica. Esta señal puede ser tomada como el valor de la variable física que se mide.
- b) Los transductores digitales producen una señal de salida digital, en la forma de un conjunto de bits de estado en paralelo o formando una serie de pulsaciones que pueden ser contadas. En una u otra forma, las señales digitales representan el valor de la variable medida. Los transductores digitales suelen ofrecer la ventaja de ser más compatibles con las computadoras digitales que los sensores analógicos en la automatización y en el control de procesos.

- **Características deseables de los transductores y sensores.**

**Exactitud:** La exactitud de la medición debe ser tan alta como fuese posible. Se entiende por exactitud que el valor verdadero de la variable se pueda detectar sin errores sistemáticos positivos o negativos en la medición. Sobre varias mediciones de la variable, el promedio de error entre el valor real y el valor detectado tendera a ser cero.

**Precisión:** La precisión de la medición debe ser tan alta como fuese posible. La precisión significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión en los valores de una serie de mediciones será mínima.

**Rango de funcionamiento:** El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.

**Velocidad de respuesta:** El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal sería una respuesta instantánea.

Calibración: El sensor debe ser fácil de calibrar. El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos.

Además, el sensor no debe necesitar una recalibración frecuente. El término desviación se aplica con frecuencia para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria su recalibración.

Fiabilidad: El sensor debe tener una alta fiabilidad. No debe estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento.

#### **1.2.3.4. FINALES DE CARRERA.**

Son dispositivos de conmutación mecánica que permiten detectar la presencia por contacto. Por lo tanto, resultan económicos, pero presentan mantenimiento y desgaste. Figura 1.44.



**Figura 1.44. Tipos de finales de carrera.**

Existen multitud de tipos de interruptores final de carrera, que se suelen distinguir por el elemento móvil que genera la señal eléctrica de salida. Se tienen, por ejemplo, los de lengüeta, bisagra, palanca con rodillo, varilla, palanca metálica con muelle, de pulsador etc.

Para atender la necesidad de las industrias los finales de carrera han sido diseñados para satisfacer requisitos tales como rápida instalación, fácil puesta en servicio, modularidad robustez y fiabilidad. De cuerpo plástico y metálico, estos artículos pueden ser equipados con un amplio rango de cabezales de operación intercambiables.

Entre sus características, se destaca la unión entre el cabezal de operación y el cuerpo, que usa un innovador sistema de fijación de bayoneta del accionador, lo que permite removerlo y reposición sin la utilización de herramientas.

#### **a. Interruptores de tipo palanca.**

Estos interruptores se operan por medio de una palanca anclada a un eje que se extiende desde la cabeza de operación. Estos dispositivos pueden convertirse fácilmente en el campo en giro a derechas, a izquierdas o a ambas direcciones de operación sin necesidad de desmontar los componentes. El recorrido total es  $86^\circ$  en cada dirección. Las cabezas de operación son intercambiables y se pueden montar en cualquiera de cuatro posiciones con  $90^\circ$  de separación para una máxima flexibilidad. La cabeza está acoplada a la unidad base de forma resistente a la cizalladura. Figura 1.45.



**Figura 1.45. Interruptores de tipo palanca.**

Los interruptores tipo palanca pueden equiparse con una gran variedad de palancas de operación: palanca con rodillo, palanca con rodillo ajustable, palanca

con rodillo ajustable con micrómetro, palanca giratoria, palanca giratoria unidireccional o palanca con rodillo y palanca de horquilla.

#### **b. Interruptores tipo pulsador.**

Estos interruptores se operan por medio de un rodillo o vástago localizado en la parte superior o lateral de la unidad de operación. La presión del vástago hacia la cabeza provoca la operación de los contactos. Hay dos tipos de vástagos disponibles: vástago y rodillo. Los interruptores de tipo pulsador se suministran en construcción de retorno por muelle. Figura 1.46.



**Figura 1.46. Interruptores tipo pulsador.**

#### **1.2.3.5. PLC.**

EL PLC es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada /salida digitales y analógicas, varios tipos de máquinas o procesos. Una computadora digital que es usada para ejecutar las funciones de un controlador programable, se puede considerar bajo este rubro. Se excluyen los controles secuenciales mecánicos.

De una manera general podemos definir al controlador lógico programable a toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos sin previos conocimientos sobre informática.

En definitiva, al utilizar los PLC o autómatas y un software de monitoreo se puede realizar un control total sobre el proceso, de una forma totalmente automatizada, minimizando en lo posible la intervención del operario, aunque siempre ofreciendo la posibilidad de ajustar el funcionamiento del proceso mediante los numerosos parámetros de los que se dispone, debidamente detallados y proporcionando toda la información necesaria para el seguimiento del proceso.

La estructura básica de cualquier autómata programable es:

**a. Estructura interna.**

- **Fuente de alimentación:** convierte la tensión de la red, 110 ó 220V ac a baja tensión de cc (24V por ejemplo) que es la que se utiliza como tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el autómata.
- **CPU:** la Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Es el encargado de recibir órdenes del operario a través de la consola de programación y el módulo de entradas. Después las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas.
- **Módulo de entradas:** aquí se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, etc.). La información que recibe la envía al CPU para ser procesada según la programación. Hay 2 tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

- **Módulo de salida:** es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, motores pequeños, etc.). La información enviada por las entradas a la CPU, cuando esta procesada se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas (también los actuadores que están conectados a ellas). Hay 3 módulos de salidas según el proceso a controlar por el autómata: relés, triac y transistores.
- **Terminal de programación:** la terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Sus funciones son la transferencia y modificación de programas, la verificación de la programación y la información del funcionamiento de los procesos.
- **Periféricos:** ellos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata pero si que facilitan la labor del operario.

#### **b. Estructura externa.**

Se refiere al aspecto físico exterior del autómata, bloques o elementos en que está dividido.

Actualmente son tres las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- b.1. Estructura compacta.
- b.2. Estructura semimodular. (Estructura Americana).
- b.3. Estructura modular. (Estructura Europea).

### **b.1. Estructura compacta.**

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

Son los autómatas de gama baja o nanoautómatas los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando.

### **b.2. Estructura semimodular.**

Se caracteriza por separar las E/S del resto del autómata, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S.

Son los autómatas de gama media los que suelen tener una estructura semimodular (Americana).

### **b.3. Estructura modular.**

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el autómata como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.

La sujeción de los mismos se hace por riel DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

Son los autómatas de gama alta los que suelen tener una estructura modular, que permiten una gran flexibilidad en su constitución.

### **c. Funciones básicas de un plc.**

Los PLC debido a que operan en base a operaciones lógicas son normalmente usados para el control de procesos secuenciales, es decir, procesos compuestos de varias etapas consecutivas, en donde el PLC controla que las etapas se ejecuten sólo cuando se hayan cumplido una serie de condiciones fijadas en el programa.

En general, estas funciones básicas pueden ser:

**Detección:** Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

**Mando:** Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores (motores, cilindros neumáticos) y preaccionadores (variadores, distribuidores).

**Diálogo hombre máquina:** Para manejar, regular, calibrar la máquina, el personal introduce mensajes y comandos y recoge informaciones del autómatas.

**Programación:** Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómatas. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómatas controlando la máquina.

### **d. Otras funciones.**

**Redes de comunicación:** Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real.

**Sistemas de supervisión:** También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.

Control de procesos continuos: Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

#### **e. Ventajas.**

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- La lista de materiales a emplear queda sensiblemente reducida.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos (sin costo añadido en otros componentes).
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento del proceso, al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil en otras máquinas o sistemas de producción.

**f. Desventajas.**

- Adiestramiento de técnicos en programación de dichos dispositivos.
- La inversión inicial.

**g. Campos de aplicación del plc.**

EL PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del Hardware y Software amplia continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el aspecto de sus posibilidades reales.

Las aplicaciones de PLC son normalmente hechos a la medida del sistema, por lo que el costo del PLC es bajo comparado con el costo de la contratación del diseñador para un diseño específico que solo se va a usar una sola vez.

Sus reducidas dimensiones, las extremas facilidades de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficiencia se aprecie fundamentalmente en procesos con necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalación de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Sus aplicaciones generales son las siguientes: maniobra de máquinas, maniobra de instalaciones y señalización y control.

Los PLC están diseñados modularmente y por lo tanto con posibilidades de módulos de expansión para satisfacer las necesidades de la industria. Es importante que a la aplicación de un PLC se pueda considerar los beneficios de las Futuras expansiones.

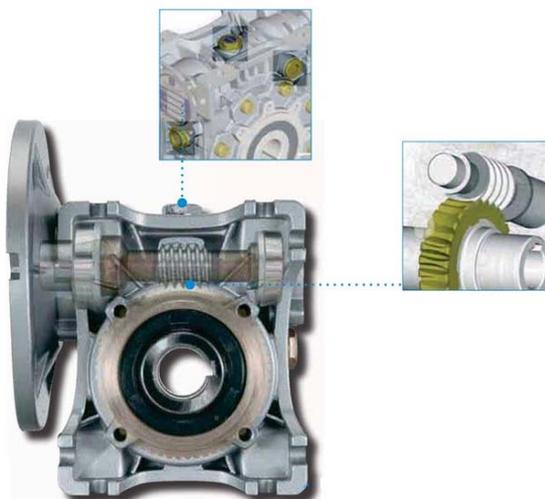
#### **1.2.3.6. MOTOR REDUCTOR CON FRENO ELECTROMAGNÉTICO.**

Está formado por un reductor tipo sin fin corona, un motor trifásico de inducción y un freno electromagnético.

##### **1.2.3.6.1. Reductores tipo Sinfín-Corona (ejes a 90°).**

En todo tipo de industria siempre se requiere de equipos, cuya función es variar las r.p.m. de entrada, que por lo general son mayores de 1200, entregando a la salida un menor número de r.p.m., sin sacrificar de manera notoria la potencia.

Esto se logra por medio de los reductores de velocidad. Los reductores están contruidos en forma universal conformados por un tren de reducción tipo Sinfín-Corona, el cual se aloja dentro de un cuerpo central (carcaza) y dos tapas laterales. Figura 1.47.



**Figura 1.47. Reductor de velocidad.**

#### **a. Potencias y torques.**

Estos equipos se ofrecen para potencias desde 1/3 de HP hasta 70 HP con torques de salida que van desde 0.9 Kgf-m hasta 1500 Kgf-m.

#### **b. Relaciones de velocidad.**

Las relaciones de velocidad se obtienen con las siguientes reducciones:

SIMPLE: Comprenden desde 6.75:1 hasta 70:1

DOBLE: Desde 100:1 hasta 5000:1. Estas relaciones se logran con doble Sinfín-Corona o Sinfín-Corona piñones helicoidales.

#### **c. Instalación y acoplamiento.**

Los aditamentos deben montarse cuidadosamente sobre los ejes para evitar daños en los cojinetes (no deben golpearse al entrar en los ejes).

El reductor debe mantenerse rígidamente sobre las bases para evitar vibraciones que puedan afectar la alineación de los ejes.

#### **d. Lubricación.**

El reductor lleva tapones de llenado y ventilación, nivel y vaciado. En la placa de identificación del reductor se encuentra el tipo de aceite apropiado.

El aceite a usar debe contener aditivos de extrema presión del tipo azufre-fósforo, los cuales le dan características antidesgaste de reducción a la fricción, disminuyendo así la elevación de temperatura en los engranajes.

Adicionalmente aditivos contra la formación de herrumbre y la corrosión, así como agentes especiales para aumentar la estabilidad a la oxidación y resistencia a la formación de espuma.

#### **e. Mantenimiento.**

El nivel del aceite debe comprobarse regularmente, mínimo una vez al mes; el agujero de ventilación debe mantenerse siempre limpio.

En el reductor nuevo después de las 200 horas iniciales de funcionamiento debe cambiarse el aceite realizando un lavado; los posteriores cambios se harán entre las 1500 y 2000 horas de trabajo.

#### **f. Ventajas.**

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

### 1.2.3.6.2. Motor de inducción trifásico con accionamiento de freno del tipo cc.

Desarrollados para la utilización en equipos donde son necesarias paradas por cuestiones de seguridad, posicionamiento y ahorro de tiempo, tales como: máquinas - herramientas, máquinas gráficas, bobinadoras, transportadores, puentes grúas, máquinas de embotellar y secar, entre otros. Figura 1.48.



Figura 1.48. Motor de inducción trifásico con accionamiento de freno del tipo cc.

#### Ventajas del motor motofreno.

- Clase de aislamiento F.
- Carcazas con construcción sólida y robusta en hierro fundido grisáceo.
- Pintura especial con tinta de base alquímica (clase térmica 150°Q).
- Agujeros de drenaje con tapón plástico removible y especialmente proyectados para garantizar eficiencia en cualquier posición de trabajo.
- Grado de protección IP55, de acuerdo con la norma NBR 6146.
- Salida de cables protegida con espuma anti fuego, evitando la entrada de partículas en el interior del motor.

- Freno con partes móviles, asegurando una larga duración con el mínimo de mantenimiento. La doble fase de contacto con el disco de frenado forma una gran superficie de atrito, que proporciona una presión específica adecuada sobre los elementos de fricción, evitando el calentamiento exagerado, manteniendo así el mínimo de desgaste.
- Freno enfriado por la propia ventilación del motor. Como resultado, el conjunto presenta vida útil más larga, enfrentando sin problemas los servicios más pesados.
- Bobina de encendido del electroimán protegida con resina époxi, funcionando con tensiones continuas obtenidas a través de un puente rectificador y alimentada con tensión alterna de 110,220, 380 o 440V obtenida de los terminales del motor o de una fuente independiente.
- Súper caballetes - caballetes de sustentación reforzados y proyectados para utilizar rodamientos iguales en la delantera y en la trasera del motor, garantizando mayor vida útil y capacidad de carga y posibilitando tapas intercambiables y bridas internas estandarizadas.
- Lubricación con grasas sintéticas de amplia faja de temperatura, proporcionando mayor vida útil a los rodamientos e intervalos de relubricación hasta cuatro veces mayores que las grasas convencionales.

#### **1.2.3.6.3. Freno electromagnético.**

##### **a. Funcionamiento.**

- **Freno normalmente cerrado:** Al desconectar el motor de la red, el control también interrumpe la corriente de la bobina del electroimán, que deja de actuar. Con eso, los resortes de presión empujan el plato en la

dirección del motor y el disco de frenado es comprimido entre el plato y la tapa trasera del motor. Las lonas de freno reciben presión contra las dos superficies de atrito, del plato y de la tapa trasera, frenando el motor hasta que él pare. En una nueva partida, el control enciende la bobina del electroimán, formando un campo magnético que actúa axialmente, venciendo la fuerza de los resortes y atrayendo el plato contra la brida. El disco de freno es liberado cesando la acción de frenado y permitiendo que el motor parta libremente.

- **Freno normalmente abierto (Free Stop):** En esta versión el freno es accionado independientemente del funcionamiento del motor manteniendo el eje libre cuando el motor esté apagado.

Esta característica es importante para aplicaciones con altas cargas inerciales accionadas por el motor que no pueden ser frenadas rápidamente, como ocurre al ser apagado el motor con freno normalmente cerrado.

El freno podrá ser accionado solamente después que el motor haya sido desconectado y la rotación del equipo haya disminuido a niveles aceptables de momentos de inercia.

#### **b. Mantenimiento del freno.**

El motofreno es de construcción simple y prácticamente dispensa mantenimiento, a no ser el ajuste periódico de luz entre el plato y la brida del electroimán, más conocida como entrehierro.

Se recomienda realizar una limpieza interna cuando haya penetración de agua, polvo, etc., o en ocasión del mantenimiento periódico del motor.

### c. Esquema de conexión del electroimán – cc.

#### c.1. Para motofreno normalmente cerrado.

El motofreno con electroimán accionado por corriente continua, provista por el puente rectificador localizado en la caja de bornes, admite tres sistemas de conexiones, proporcionando frenados lentos, medios y rápidos.

- **Frenado lento.**

La alimentación del puente rectificador es realizada directamente de los bornes del motor, sin la interrupción, con 110/220/380/440VCA de acuerdo con la tensión del freno. Figura 1.49.

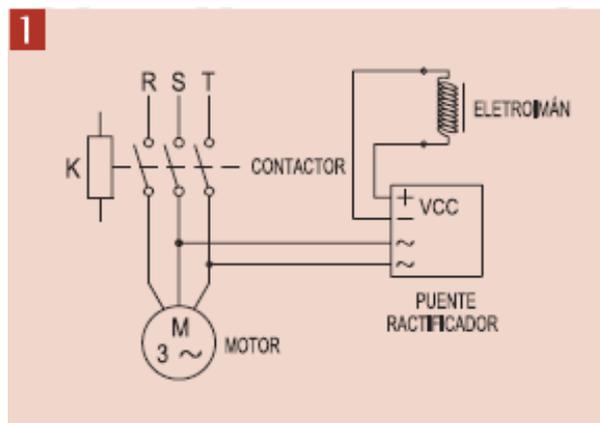


Figura 1.49. Conexión Frenado lento.

- **Frenado medio.**

Se intercala un contacto para interrupción de la tensión de alimentación del puente rectificador, en el circuito de alimentación CA. Es esencial que éste sea un contacto auxiliar tipo normalmente abierto (NA) del propio contactor que comanda el motor, para garantizar que se encienda y se apague el freno simultáneamente con el motor. Figura 1.50.

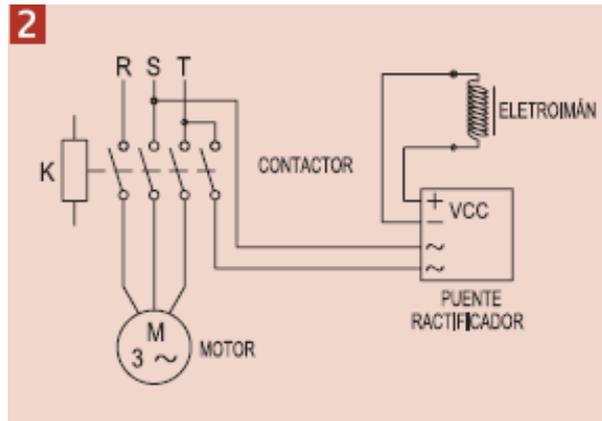


Figura 1.50. Conexión Frenado Medio.

- **Frenado rápido.**

Se intercala un contacto para interrupción directamente de uno de los cables de alimentación del electroimán, en el circuito de corriente continua (CC). Es necesario que éste sea un contacto auxiliar tipo normalmente abierto (NA), del propio contactor que comanda el motor. Figura 1.51.

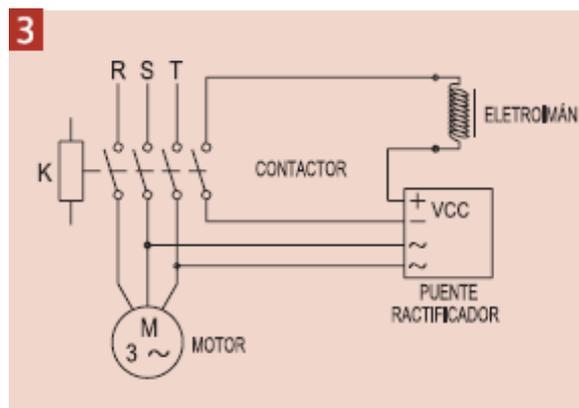


Figura 1.51. Conexión Frenado Rápido.

- **Alimentación independiente.**

Para motores con tensiones diferentes del freno (por ejemplo, motor 440V y freno 220V) es necesario conectar los terminales de alimentación del puente rectificador

a una red independiente, aunque siempre con interrupción simultánea del motor y del freno. Se debe, por lo tanto, utilizar un contacto auxiliar normalmente abierto (NA) del contactor que comanda el motor. Para este tipo de alimentación independiente no es posible hacer el frenado lento, pues el puente y el motor son alimentados con los mismos cables. Solo será posible utilizar el frenado lento cuando el motor, el puente y la bobina del electroimán tengan la misma tensión. Figura 1.52.

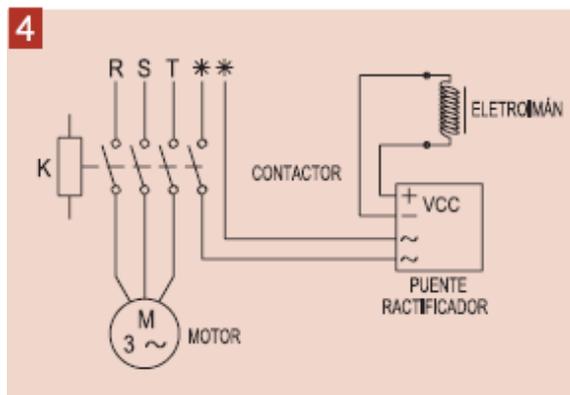


Figura 1.52. Conexión Alimentación Independiente.

### c.2. Para motofreno normalmente abierto - free stop.

Conectar los terminales de alimentación del puente rectificador a una red independiente, observando que la Tensión deberá ser la misma de la bobina del electroimán- En este modelo, el frenado ocurre cuando la bobina del electroimán es energizada, existiendo solamente frenado rápido. Figura 1.53.

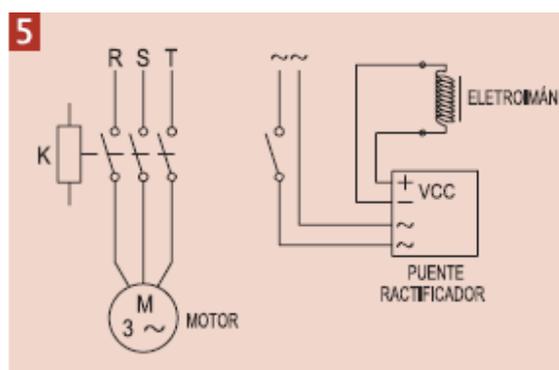


Figura 1.53. Conexión motofreno normalmente abierto.

### 1.2.3.7. CONTACTORES ELECTROMAGNÉTICOS.

Los contactores son dispositivos electromecánicos diseñados para manejar señales eléctricas de corrientes normalmente grandes, por medio de otras señales eléctricas de corrientes pequeñas, llamadas señales de control. Pueden soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga. Figura 1.54.



Figura 1.54. Contactores electromagnéticos.

Un contactor accionado por energía magnética, consta de un núcleo magnético y de una bobina capaz de generar un campo magnético suficientemente grande como para vencer la fuerza de los muelles que mantienen separada del núcleo una pieza, también magnética, asociada al dispositivo encargado de accionar los contactos eléctricos.

Una característica importante de un contactor es la tensión a aplicar a la bobina de accionamiento, así como su intensidad ó potencia. La intensidad y potencia de la bobina, naturalmente dependen del tamaño del contador.

El tamaño de un contactor, depende de la intensidad que es capaz de establecer, soportar e interrumpir, así como del número de contactos de que dispone (normalmente cuatro).

El tamaño del contactor también depende de la tensión máxima de trabajo que puede soportar, pero esta suele ser de 660V, para los contactores de normal utilización en la industria. La Figura 1.55. muestra las partes del contactor

### a. Partes del contactor.

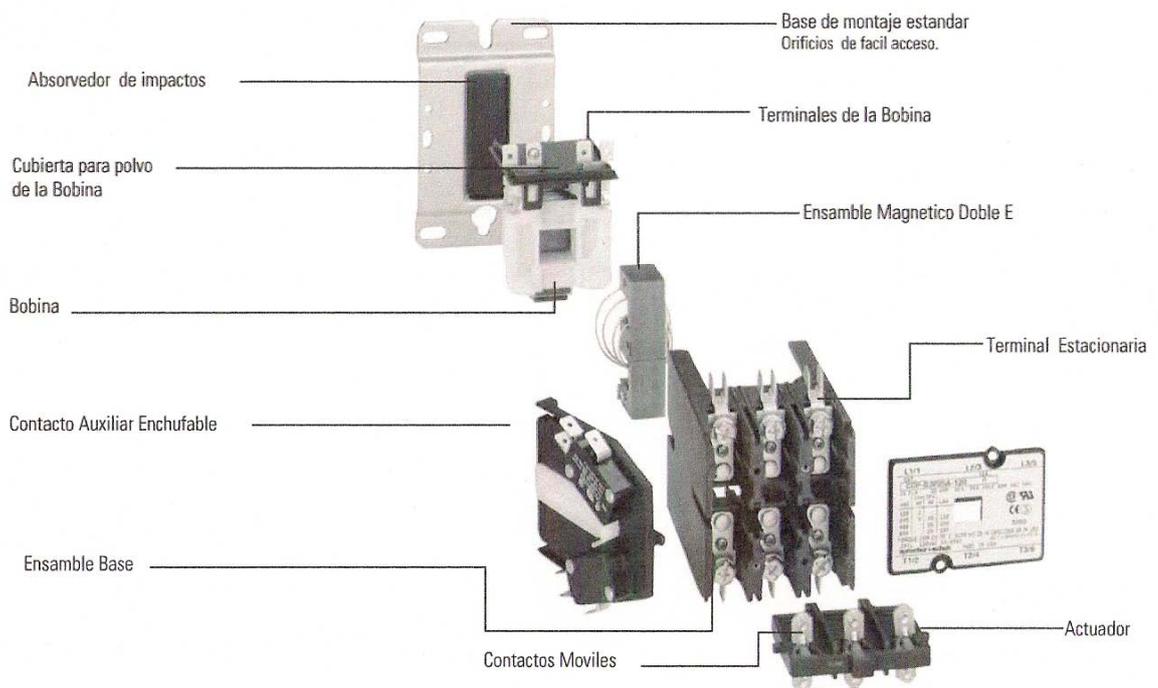


Figura 1.55. Partes del contactor.

### b. Clasificación de los contactores.

Los contactores se pueden clasificar:

#### b.1. Por su construcción.

- **Contactores electromecánicos:** Son aquellos ya descritos que funcionan de acuerdo a principios eléctricos, mecánicos y magnéticos.

- **Contactores estáticos o de estado sólido:** Estos contactores se construyen a base de tiristores. Estos presentan algunos inconvenientes como:
  - ✓ Su dimensionamiento debe ser muy superior a lo necesario.
  - ✓ La potencia disipada es muy grande (30 veces superior).
  - ✓ Son muy sensibles a los parásitos internos y tiene una corriente de fuga importante.
  - ✓ Su costo es muy superior al de un contactor electromecánico equivalente.

**b.2. Por el tipo de corriente eléctrica que alimenta la bobina.**

- Contactores para AC.
- Contactores para DC.

**b.3. Por los contactos que tiene.**

- Contactores principales.
- Contactores auxiliares.

**b.4. Por la carga que pueden maniobrar (categoría de empleo).**

Tiene que ver con la corriente que debe maniobrar el contactor bajo carga.

### c. Categoría de empleo.

Para establecer la categoría de empleo se tiene en cuenta el tipo de carga controlada y las condiciones en las cuales se efectúan los cortes.

Las categorías más usadas en AC son:

- **AC1:** Cargas no inductivas (resistencias, distribución) o débilmente inductivas, cuyo factor de potencia sea por lo menos 0,95.
- **AC2:** Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de anillos.

Al cierre el contactor establece el paso de corrientes de arranque equivalentes a más o menos 2,5 la corriente nominal del motor. A la apertura el contactor debe cortar la intensidad de arranque, con una tensión inferior o igual a la tensión de la red.

- **AC3:** Para el control de motores jaula de ardilla (motores de rotor en cortocircuito) que se apagan a plena marcha.

Al cierre se produce el paso de corrientes de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la corriente nominal del motor. A la apertura corta el paso de corrientes equivalentes a la corriente nominal absorbida por el motor. Es un corte relativamente fácil.

- **AC4:** Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de jaula.

Al cierre se produce el paso de la corriente de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la corriente nominal del motor. Su apertura provoca el corte de la corriente nominal a una tensión, tanto mayor como

tanto mayor es la velocidad del motor. Esta tensión puede ser igual a la tensión de la red. El corte es severo.

En corriente continua se encuentran cinco categorías de empleo: DC1, DC2, DC3, DC4 y DC5.

Un mismo contactor dependiendo de la categoría de empleo, puede usarse con diferentes corrientes.

#### **d. Ventajas del uso de los contactores.**

Los contactores presentan ventajas en cuanto a los siguientes aspectos y por los cuales es recomendable su utilización.

- Automatización en el arranque y paro de motores.
- Posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones.
- Se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- Seguridad del personal, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños.
- Control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de los aparatos auxiliares de mando, como interruptores de posición, detectores inductivos, presóstatos, temporizadores, etc.
- Ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas.

### 1.2.3.8. RELÉ TÉRMICO.

Son elementos de protección contra sobrecargas, cuyo principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos materiales (bimetales) bajo el efecto del calor. Cuando alcanzan una temperatura determinada, accionan el sistema de contactos del relé, lo que permite gobernar la maniobra del sistema arrancador. Figura 1.56.



Figura 1.56. Relé térmico.

El bimetálico está formado por dos metales de diferente coeficiente de dilatación soldados entre sí. El calor necesario para deflectar la lámina bimetálica, es producido por unas resistencias arrolladas al bimetálico, a través de las cuales circula la corriente que va de la red al motor.

Los bimetálicos empezarán a deformarse cuando la corriente sobrepase el valor nominal para el cual se construyeron las resistencias; este desplazamiento provoca la conmutación de los contactos auxiliares. La acción da lugar a la desenergización de la bobina y a la activación de los elementos de señalización que corresponda.

El tiempo de respuesta de los relés térmicos, es inversamente proporcional a la magnitud de corriente que circule por la resistencia arrollada en el bimetálico. A mayor intensidad, menor será el tiempo de disparo.

Todos los relés térmicos son ajustables. El ajuste debe realizarse a través de la perilla externa al valor de la corriente nominal del motor.

Una vez que el relé térmico se haya disparado, se podrá reactivar de las siguientes maneras.

- Rearme manual: con el objeto de evitar una nueva conexión en forma automática, al bajar la temperatura del bimetálico.
- Rearme automático: la reconexión del contactor podrá producirse después del enfriamiento del bimetálico.

La solución para el caso en que la frecuencia de maniobras sea elevada, es ajustar el relé por encima de la intensidad nominal del motor, pero únicamente hasta ciertos valores, ya que de lo contrario la garantía de protección y eficiencia del relé se reducirá.

El ajuste de un relé térmico, es correcto, si corresponde exactamente a la intensidad nominal del motor, salvo las excepciones expuestas anteriormente. Una regulación baja impide desarrollar la potencia total del motor, y una regulación alta no ofrecerá protección completa, si se producen las sobrecargas.

Si un relé correctamente ajustado, desconecta con mucha frecuencia el motor, será necesario disminuir la carga del motor o cambiarlo por uno de mayor rango.

El térmico actuará como protección en los siguientes casos:

- Cuando la corriente demandada por el motor sea muy alta causada por una sobrecarga mecánica.
- Cuando la corriente demandada por el motor sea muy alta, ocasionada por una caída apreciable en la tensión de alimentación, estando el motor a plena carga.
- Un arranque seguido del bloqueo del rotor de la máquina.

### 1.2.3.9. FUSIBLES.

Un fusible es un dispositivo de protección contra sobre corriente, que opera quemándose el elemento sensor de corriente, debido a la circulación de una corriente superior al valor especificado. Figura 1.57.



Figura 1.57. Fusibles.

Las principales características de operación de un fusible son las siguientes:

- Combina el elemento sensor y de interrupción en una sola unidad.
- Su operación depende de la magnitud y duración de la corriente que fluye a través de él.
- Es un dispositivo monofásico. Sólo el fusible de la fase dañada operará, quedando las otras fases activas.
- Después de haber operado debe cambiarse, ya sea completamente o sólo el elemento sensor de corriente y las tres fases.

#### a. Clasificación básica según su uso.

La clasificación está dada por dos letras, de acuerdo con la Norma IEC 60269-1, la primera minúscula y la segunda mayúscula.

La primera letra indica:

g: fusible limitador de corriente, actúa tanto en presencia de corrientes de cortocircuito como en sobrecarga.

a: fusible limitador de corriente, actúa solamente en presencia de corrientes de cortocircuito. No actúa en situaciones de sobrecarga (no es provisto del punto M de fusión).

La segunda letra indica:

G: fusible para protección de circuitos de uso general.

L: fusible para protección específica de líneas.

M: fusible para protección específica de circuitos de motores.

R: fusible de actuación rápida o ultra-rápida para protección de circuitos con semiconductores de potencia.

De esta forma, hay fusibles de tipo gG, gL, gR, aG, aR, aM etc.

#### **1.2.3.10. INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.**

Un interruptor termomagnético, o disyuntor termomagnético, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. El dispositivo consta de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectados en serie. Figura 1.58.



**Figura 1.58. Interruptor termomagnético.**

El interruptor termomagnético protege contra sobrecargas y cortocircuitos, provocando la desconexión de la fuente de alimentación cuando circula a través de él, una intensidad de valor mayor a la nominal del propio interruptor.

- **Funcionamiento.**

Al circular la corriente el electroimán crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir el contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado.

Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción.

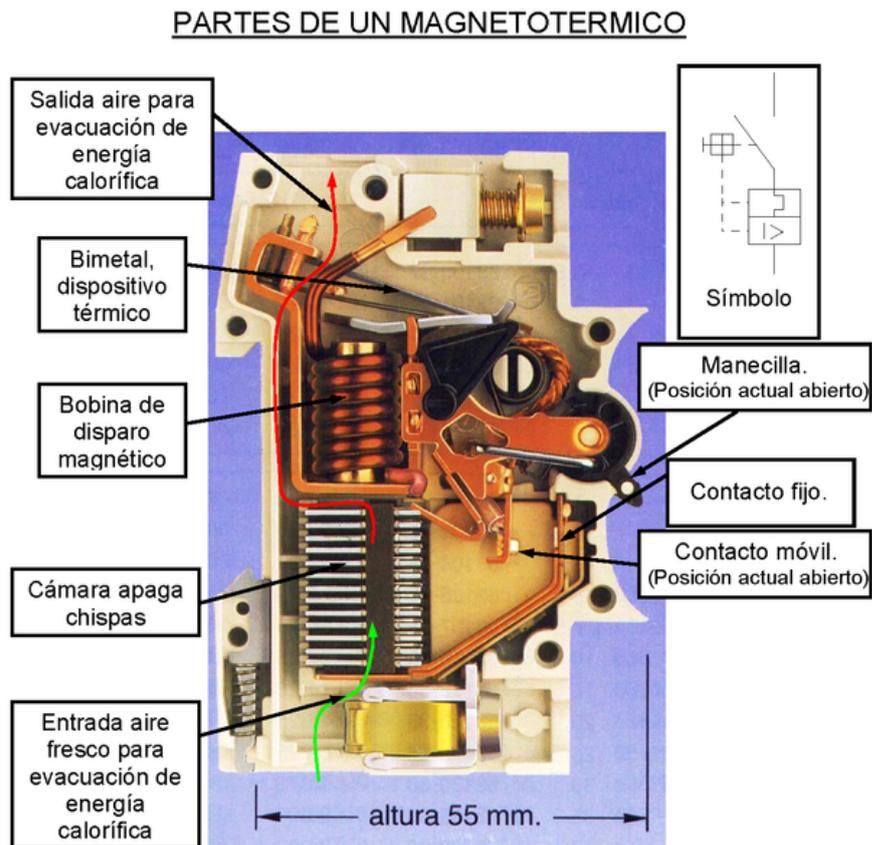
Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación, que mediante el correspondiente dispositivo mecánico, provoca la apertura del contacto.

Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión.

No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito. Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca. Figura 1.59.



**Figura 1.59. Funcionamiento de un interruptor termomagnético.**

#### **1.2.4. SISTEMA DE MONITOREO.**

Hoy en día, dado el auge de la tecnología, se pueden idear sistemas de monitoreo que permitan a la persona autorizada, obtener información de la planta prácticamente desde cualquier lugar, sin limitaciones de distancia, en forma económica y en cualquier momento, lo que evita la necesidad de encontrarse físicamente en el lugar donde se está desarrollando el proceso, lo que ha permitido obtener un registro de variables más completo y eficiente.

Realizar un proceso industrial requiere no sólo administrar la mano de obra, la materia prima y la maquinaria de la planta, sino también disponer de la información necesaria para la toma de decisiones.

Contar con información es clave para mejorar la calidad del producto, incrementar al máximo la eficiencia en la producción, y conservar la inversión de capital realizada en la planta.

Considerando lo antes dicho se planteó como objetivo desarrollar un sistema que permita monitorear en tiempo real el estado de nuestro proceso.

Para poder realizar el monitoreo es necesario utilizar tanto un software apropiado para esta aplicación al igual que un PLC para visualizar en detalle el proceso de envasado en el computador.

- **Software INTOUCH.**

InTouch de Wonderware, provee una visión integrada simple de todo el control y recursos de información. InTouch permite a los ingenieros, supervisores, administradores y operadores visualizar e interactuar con el trabajo de una operación completa, mediante representaciones gráficas de los procesos de producción.

Dentro de sus características de funcionamiento se destaca la facilidad que brinda para configurar las aplicaciones. Los objetos y grupos de objetos pueden ser movidos, darles tamaño, y animados rápidamente. Herramientas poderosas para diseño orientado a objetos hacen fácil dibujar, arreglar, alinear, duplicar, combinar, etc. los objetos.

Las animaciones de objetos pueden ser combinadas para proveer tamaños complejos, color, movimiento, y/o cambios de posición. Los Animation Links llamados así, incluyen entradas discretas, análogas y strings; sliders horizontales y verticales; pulsadores; botones para presentar y esconder ventanas; y otras herramientas más. Figura 1.60.

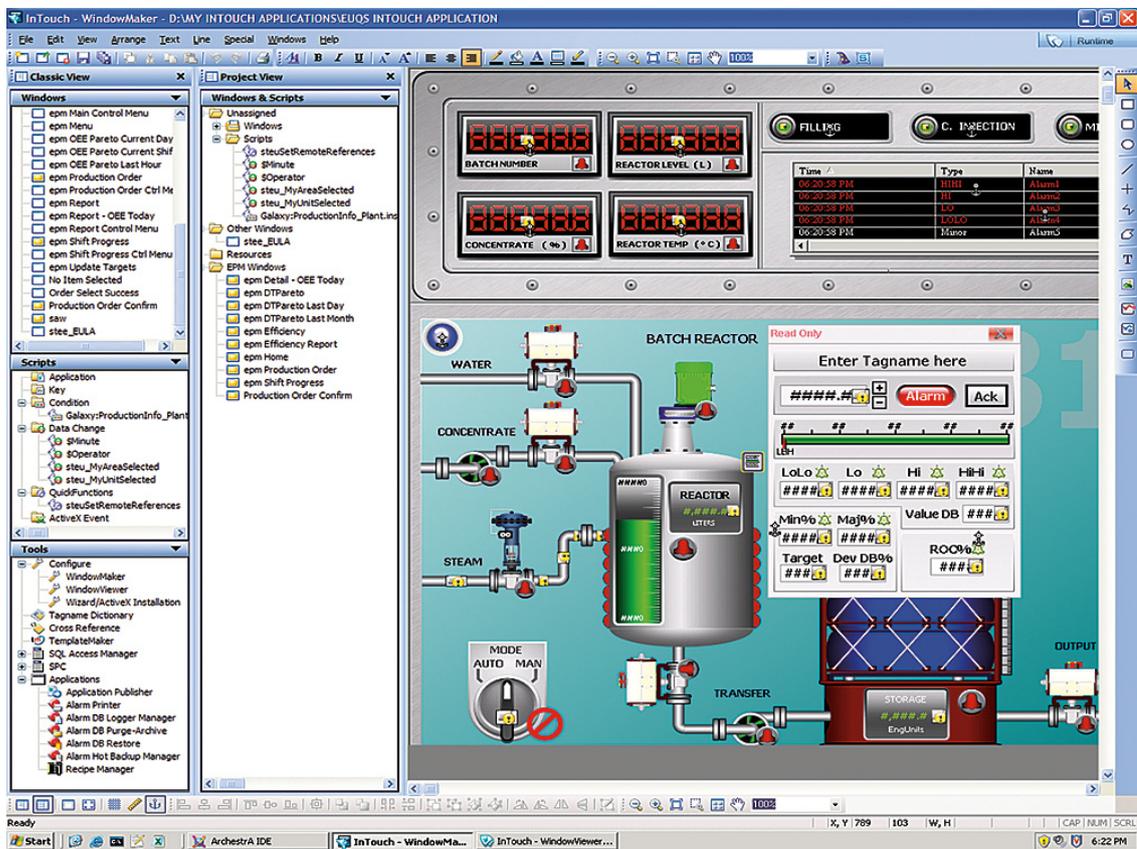


Figura 1.60. Ejemplo de programación en INTOUCH.

## **1.3. TÉCNICAS DE CONTROL.**

### **1.3.1. SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO ABIERTO Y CERRADO.**

El control en lazo abierto se caracteriza porque la información o variables que controlan el proceso circulan en una sola dirección, desde el sistema de control hasta el proceso. El sistema de control no recibe la confirmación de ejecución de las acciones que los actuadores realizan sobre el proceso.

El control en lazo cerrado se caracteriza porque existe una realimentación a través de los sensores desde el proceso hacia el sistema de control, que permite a este último conocer si las acciones ordenadas a los actuadores se han realizado correctamente sobre el proceso. La mayoría de los procesos existentes en la industria utilizan el control en lazo cerrado, bien porque el producto que se pretende obtener o la variable que se controla necesita un control continuo en función de unos determinados parámetros de entrada, o bien porque el proceso a controlar se subdivide en una serie de acciones elementales de tal forma que, para realizar una determinada acción sobre el proceso, es necesario que previamente se hayan realizado otra serie de acciones elementales.

### **1.3.2. CONTROL NEUMÁTICO.**

La neumática constituye una herramienta muy importante dentro del control automático en la industria y es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento.

La utilización correcta del control neumático requiere un conocimiento adecuado de los componentes neumáticos y de su función para asegurar su integración en un sistema de trabajo eficiente.

Los cilindros neumáticos, los actuadores de giro y los motores de aire suministran la fuerza y el movimiento a la mayoría de los sistemas de control neumático para sujetar, mover, formar y/o procesar el material.

Para accionar y controlar estos actuadores, se requieren otros componentes neumáticos, por ejemplo unidades de acondicionamiento de aire para preparar el aire comprimido y válvulas para controlar la presión, el caudal y el sentido del movimiento de los actuadores.

La generación, almacenaje y utilización del aire comprimido resultan relativamente baratos y además ofrece un índice de peligrosidad bajo en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos. Entre otras ventajas del aire comprimido tenemos:

- Abundante: Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- Transporte: El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- Almacenable: No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
- Antideflagrante: No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
- Limpio: El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante

por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.

- Constitución de los elementos: La concepción de los elementos de trabajo es simple, por tanto, su precio es económico.
- Velocidad: Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones.)

Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.

- Preparación: El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- Compresible: Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- Fuerza: El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N.
- Escape: El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes.
- Costos: El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara; este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y el buen rendimiento (cadencias elevadas).

### **1.3.3. CONTROL MEDIANTE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.**

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se haya visto sustituida por otras controladas de forma programada.

El Controlador Lógico Programable nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un PLC no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, etc.).

Entre las principales ventajas del control de procesos mediante un PLC se encuentran:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.

#### **1.3.4. SOFTWARE DE MONITOREO Y CONTROL COMPUTARIZADO.**

El sistema de control computarizado es el cerebro de la automatización en las industrias, y comprende diversos programas y componentes. Este sistema controla la máquina y el equipo de las estaciones de trabajo y el transporte de las materias primas, piezas en bruto y en diversas etapas de terminación. También guarda los datos y proporciona terminales de comunicación que muestran los datos en forma visual.

El sistema de control computarizado permite incorporar los conceptos y principios tecnológicos para lograr un mejor control sobre el proceso.

Permite conocer su estructura, modificar los parámetros operativos, estudiar la evolución del proceso a través de variables controlables.

El control mediante un computador es una operación por la que se suministra a un ordenador las variables que controlan un proceso, el cual después de realizar una serie de operaciones matemáticas y/o lógicas sobre ellas, genera unas salidas que se utilizan para gobernar el mismo.

En relación al software de simulación, brinda un completo control interactivo con el usuario, presentando diferentes parámetros operacionales y su respuesta a los cambios.

#### **1.3.5. CONTROL ELECTRÓNICO.**

Esta orientado hacia la aplicación de dispositivos electrónicos y componentes asociados con la conversión, control y acondicionamiento de la energía eléctrica.

Se desea frecuentemente que el control de la energía eléctrica sea un medio para obtener el control o regulación de uno o más parámetros por ejemplo: la velocidad de un motor, la temperatura de un horno, etc.

Los sistemas de control electrónicos tienen las ventajas de que pueden ser fácilmente modificados, que las señales de control pueden ser transmitidas a largas distancias y en general porque es fácil disponer de una alimentación eléctrica, con la desventaja que el elemento final de control de un motor es relativamente voluminoso.

## **II. DISEÑO, SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN.**

El presente capitulo tiene como objetivo profundizar más en el conocimiento de las características y especificaciones de los elementos y/o dispositivos, montaje de los mismos, diseño del sistema mecánico y el diseño del sistema electrónico, en esta parte se realiza un mayor estudio de los elementos y del diseño que rige la construcción del prototipo.

### **2.1. ESPECIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS Y/O DISPOSITIVOS.**

#### **2.1.1. SISTEMA MECÁNICO.**

En el sistema mecánico se tiene la estructura principal para el soporte de todos los elementos y dispositivos que intervienen en el proceso de dosificación.

##### **2.1.1.1. LA BANDA TRANSPORTADORA.**

La banda transportadora implementada en la dosificadora es del tipo banda sobre plancha, con ciertas variantes que se realizaron debido a que se utilizó una cadena transportadora en la cual va apernado el sistema de sujeción de los envases.

La selección de la cadena transportadora se realizó considerando lo siguiente:

- El sistema de transportación de recorrido rectilíneo (diseño implementado).
- El diámetro del envase, esto influye en el ancho de la cadena transportadora.

- La sustancia que contienen los envases (líquidos con azúcares), esta es la razón más importante para la selección del material de la cadena transportadora.

➤ **Características de la cadena transportadora:**

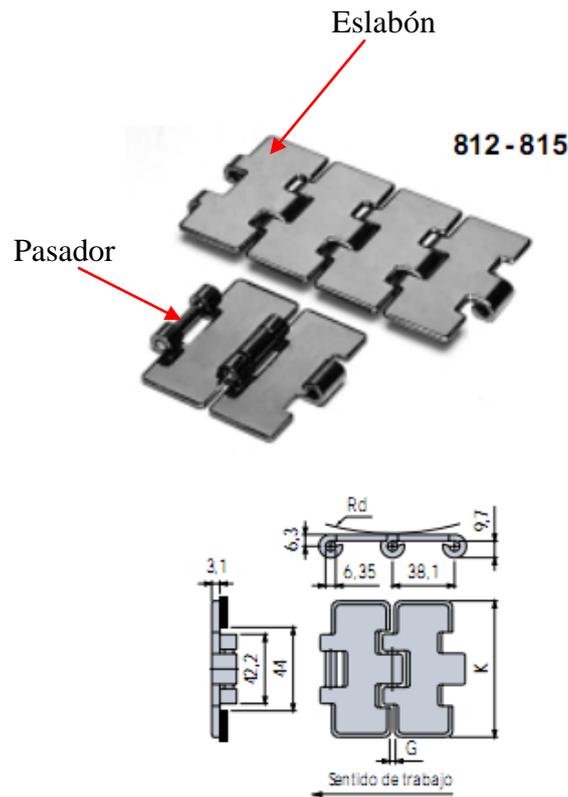
- Material exclusivo con tratamiento térmico.
- Mejor pulido y acabado de la superficie
- Claros reducidos
- Perno con un material de mayor dureza
- Alta resistencia al desgaste
- Mayor capacidad de carga
- Vida útil más larga y mejor manejo del producto
- Mayor resistencia a la corrosión

➤ **Especificaciones de la cadena transportadora.**

Se utilizó una cadena transportadora porque su principal aplicación es en el transporte de botellas y contenedores de cristal. Tabla 2.1. y Figura 2.1.

<b>Especificaciones</b>	<b>Datos</b>
<b>Cadena</b>	Rexnord SS815 - K325
<b>Tipo de recorrido</b>	Rectilíneo
<b>Paso</b>	38,1 mm
<b>Material de la placa</b>	Acero inoxidable austenítico AISI 304
<b>Ancho del eslabón</b>	82,5 mm
<b>Rugosidad</b>	0,5 µm

**Tabla 2.1. Especificaciones de la cadena transportadora SS815.**



**Recorridos rectilíneos: Bisagra única. Paso 38,1 mm (inch 1 1/2")**

Código Rexnord Nr.	Rugosidad $\mu\text{m}$	Material placa	Anchura K mm	Juego placas G mm	Radio min. Rd mm	Peso kg/m
S815-K325*	0,6	Acero al carbón tratamiento térmico	82,5	1,8	150	2,6
S815-K450			114,3			3,3
S815-K750			190,5			5,1
SS812-K325	0,6	Acero inox ferrítico AISI 430	82,5	2,8	75	2,6
SSR812-K325	0,5	<b>Rex-OPTI-Plus®</b>	82,5	2,8	75	2,6
SSX812-K325			82,5			2,6
SSY812-K350	0,3		88,9	1,6	150	2,7
SSC812-K250	0,5		63,5	1,6	150	2,4
SSC812-K263*			66,8			2,4
SSC812-K300*			76,2			2,5
SSC812-K325			82,5			2,6
SSC812-K330*			83,8			2,6
SSC812-K350			88,9			2,7
SSC812-K400			101,6			3,0
SSC812-K450			114,3			3,3
SSC812-K600			152,4			4,2
SSC812-K750			190,5			5,1
SS815-K325*	0,5	Acero inox austenítico AISI 304 (18/8)	82,5	1,6	150	2,6
SS815-K400*			101,6			3,0
SS815-K450*			114,3			3,3
SS815-K600*			152,4			4,2
SS815-K750*			190,5			5,1

\* = Bajo pedido para cantidad adecuada.

Material del perno de la cadena S 815: acero endurecido

Material del perno de la cadena SS 815: acero inox AISI 304.

Material del perno para todas las otras cadenas: acero inox AISI 431.

Paquete: 80 pasos (3,048 m).

Véase  
pág. 63/64/65



**Figura 2.1. Especificaciones de la cadena transportadora.**

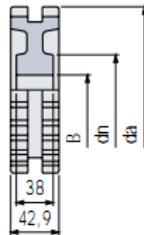
➤ **Especificaciones del piñón motriz y conducido.**

Con el paso de la cadena transportadora seleccionamos el piñón motriz. Tabla 2.2 y Figura 2.2.

Especificaciones	Datos
Tipo	GG 820 T23R19
N° de dientes reales	23
N° de dientes efectivos	11,5
Ø Primitivo	141,22mm
Ø Externo	142 mm
Material	Fundición Gris

Tabla 2.2. Especificaciones del piñón motriz GG 820.

GG 820



Piñones de tracción: En fundición

Código Rexnord Nr.	Nr. dientes Z Reales Efectivos	Ø primitivo d mm	Ø externo da mm	Ø orificio bruto B mm	dn mm	Ø orificio máx. mm	Peso kg
GG 820 T19 R19	19 9,5	117,35	117	19	52	32	1,9
GG 820 T21 R19	21 10,5	129,26	129	19	64	45	2,0
GG 820 T23 R19	23 11,5	141,22	142	19	64	45	2,5
GG 820 T25 R19	25 12,5	153,21	154	19	64	50	2,7
GG 820 T27 R19*	27 13,5	165,21	166	19	72	50	6,1
GG 820 T29 R19	29 14,5	177,24	179	19	78	50	7,1
GG 820 T31 R19*	31 15,5	189,27	191	19	78	50	3,2
GG 820 T41 R19*	41 20,5	249,59	252	19	105	50	6,7

\* = Bajo pedido para cantidad adecuada.  
Accesorios: anillos de guía.

Figura 2.2. Especificaciones del piñón motriz.

**2.1.1.2. GUÍAS DE DESGASTE.**

Se seleccionó el nylon debido a su margen de desgaste bajo y fricción baja.

Las platinas de nylon se utilizaron como guías de desgaste para evitar la fricción entre la cadena transportadora y el carril de la misma. Las guías de desgaste son fijadas a la superficie de los carriles del transportador.

El espesor de las guías de desgaste deben ser igual o poco mayor al carril. Figura 2.3.

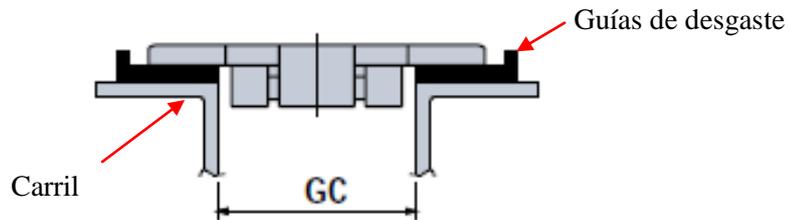


Figura 2.3. Espacio de guía.

La Tabla 2.3. muestra el espacio de guía (GC) recomendado.

Cadena Núm.	Espacio de Guía (GC)
512	44,5
802 - 805	82
812 - 815	44
SSR 812 K125/175	23,5
866	41,3
1864	34,9
820 - 831	44,5
821	140
843 - 845	23,8
963	36,5

Tabla 2.3. Valor del espacio de guía.

El espacio de guía para el tipo de cadena Rexnord SS815 es 44 mm.

➤ **Especificaciones de las guías de desgaste.**

Las dimensiones de las guías de desgaste son de acuerdo al tamaño de los carriles del transportador. Tabla 2.4.

Especificaciones	Datos
Longitud	2,5 m
Ancho	43 mm
Espesor	3 mm
Material	Nylon

Tabla 2.4. Especificaciones de las guías de desgaste.

En la Tabla 2.5. se indica las características técnicas del nylon, el alargamiento a la rotura, densidades, fricción, resistencia a la rotura al impacto, a la tracción, y temperatura máxima y mínima de trabajo, tablas de las medidas de barras y placas:

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	NYLON (PA6, PA66)
Alargamiento de la rotura	%	DIN 53455	>50
Conductividad térmica	W/Km	DIN 52612	0,28
Coefficiente de dilatación térmica de 20°C a 50°C	m/mK		85-10-6
Coefficiente de fricción			0,3
Densidad	g/cm <sup>2</sup>	DIN 53479	1,14
Dureza a la bola	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53456	136
Dureza "Shore"		DIN 53505	D75
Modulo de elasticidad	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53457	2850
Punto de fusión	°C	ASTM D789	220
Resistencia superficial		DIN 53482	5-1010
Resistencia al impacto	KJ/m <sup>2</sup>	DIN 53453	3,8
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53455	78
Temperatura máxima de utilización	°C	NORMAL	90
	°C	CON PUNTAS	150
Temperatura mínima de uso	°C		-40

Tabla 2.5. Propiedades del nylon.

### 2.1.1.3. CHUMACERAS.

La chumacera es una pieza de acero o de hierro fundido formada por dos mitades unidas entre sí con tornillos guías. La chumacera en su superficie cilíndrica

interior, posee un revestimiento de metal antifricción (Babbit), para disminuir la fuerza de fricción entre el eje y la chumacera. Figura 2.4.



**Figura 2.4. Tipos de chumaceras.**

La mitad inferior de la chumacera está provista de tres tacones, dos laterales y uno inferior para realizar el centrado de la chumacera durante el alineamiento. Figura 2.5.



**Figura 2.5. Ubicación de la chumacera.**

Por su forma exterior las chumaceras se diseñan de dos formas, cilíndricas o esférica, este último diseño permite un auto ajuste pequeño a la línea de flexión del rotor.

Para la selección de las chumaceras se tomó en cuenta la utilización de la misma y el diámetro del eje motriz. Tabla 2.6.

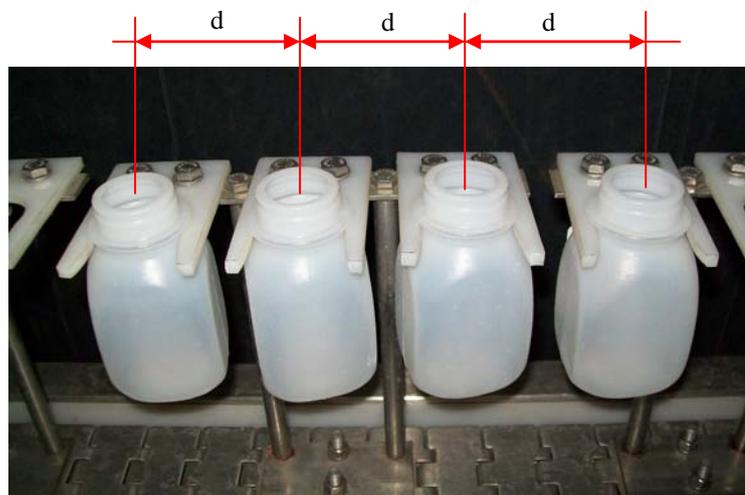
➤ **Especificaciones de las chumaceras.**

<b>Especificaciones</b>	<b>Datos</b>
<b>Marca</b>	Beaning
<b>Tipo</b>	Pared
<b>Diámetro interior</b>	1 in
<b>Material de fabricación del armazón</b>	Hierro fundido
<b>Tipo de rodamiento</b>	Esferas
<b>Diámetro de los agujeros para sujetarlos contra una base fija</b>	11 mm
<b>Tipo de lubricación</b>	Grasa Liviana
<b>Diámetro de los prisioneros para fijar el rodamiento contra el eje del tornillo</b>	6 mm

**Tabla 2.6. Especificaciones de las chumaceras.**

**2.1.1.4. SUJETADORES DE BOTELLA.**

Acorde a las necesidades de la fábrica respecto al tipo de envasado, se realizó un diseño práctico.



**Figura 2.6. Soporte de los envases.**

Donde  $d$  es la distancia entre centros, las distancias son iguales. Consta de tres moldes de nylon para la sujeción del cuello de las botellas, que van apernados a una platina, la misma que está sujeta a dos soportes que se acoplan a la cadena transportadora. Figura 2.6.

Con este diseño estamos garantizando la misma distancia entre centros de los envases y por lo tanto la distancia entre dosificadores va a ser las mismas. Este diseño se realizó tomando en cuenta la forma del envase. Figura 2.7.

Para las dimensiones ver los ANEXOS B7., B8.



**Figura 2.7. Envase de 250 cc.**

#### **2.1.1.5. SOPORTE METÁLICO.**

El soporte metálico corresponde a la parte fundamental de la máquina debido a que este sirve para alojar los diferentes elementos y dispositivos en el sistema de envasado. Su correcta construcción influye de gran manera en su funcionamiento, siempre deben utilizarse los materiales en las dimensiones y calidades adecuadas. Figura 2.8.

Los diferentes elementos y dispositivos que intervienen en el funcionamiento de la máquina son:

- Tanque de almacenamiento y equipos de control.
- Unidad de filtración del aire.

- Bloque de dosificación.
- Caja de mando y control.
- Banda transportadora y motorreductor con freno electromagnético.

Estructura para el tanque y dosificadores



Estructura para la cadena transportadora

**Figura 2.8. Estructura metálica.**

Para las dimensiones del soporte metálico ver el ANEXO B10.

#### **2.1.1.6. TANQUE DE ALMACENAMIENTO.**

##### **➤ Especificaciones del tanque de almacenamiento.**

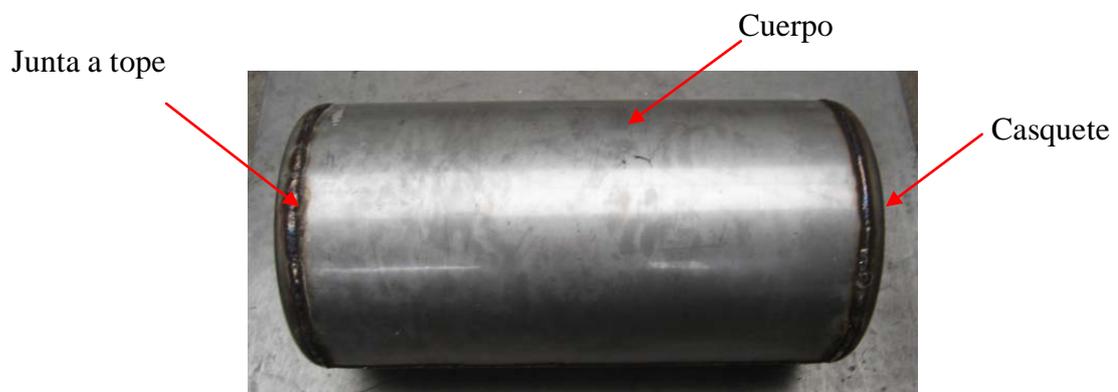
El tanque de almacenamiento que se mecanizó para la dosificadora es de tipo horizontal; esta provisto de una tapa para el mantenimiento correspondiente debido a que son diferentes bebidas las que van a ser almacenadas.

Los elementos que se mecanizaron para el conformado del tanque son:

- Dos casquetes que se realizaron en una matriz mediante un proceso de embutido (tapas).
- Plancha de acero inoxidable para el cuerpo.

Las juntas que se realizaron son juntas a tope mediante el proceso de soldadura SMAW. Figura 2.9.

El tanque de almacenamiento fue fabricado en acero inoxidable AISI 316L.



**Figura 2.9. Tanque de almacenamiento.**

Para las especificaciones de las dimensiones ver el ANEXO B11.

El diámetro del tanque de almacenamiento se basa en los casquetes debido a que son embutidos en moldes con dimensiones únicas.

La longitud del tanque depende del tamaño del bloque de dosificación, que influye también en las dimensiones del soporte metálico.

### **2.1.1.7. BOQUILLAS DE DOSIFICACIÓN.**

El diseño de las boquillas de dosificación se realizó de forma netamente mecánica, con el fin de abaratar costos al evitar colocar elementos neumáticos o eléctricos. Figura 2.10.



**Figura 2.10. Boquilla de dosificación.**

Para las dimensiones de las boquillas ver los ANEXOS B1., B2., B3.

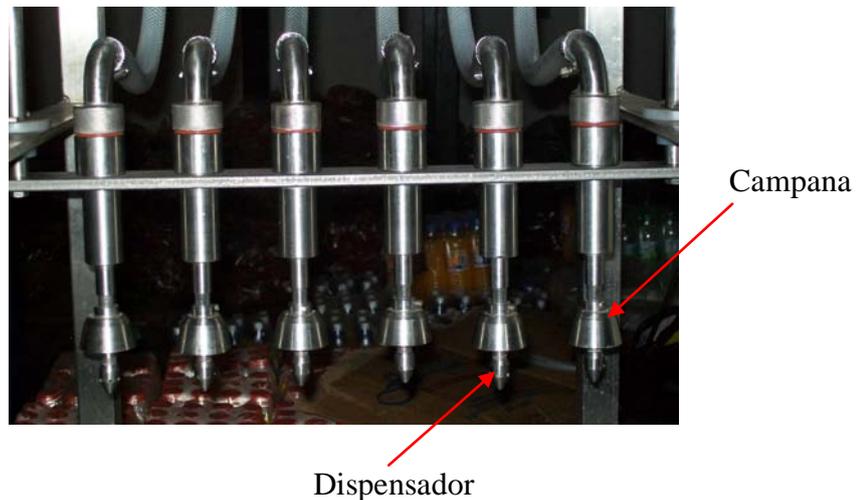
Las boquillas cumplen con todos los requerimientos para la dosificación de bebidas tales como:

- Eliminación del goteo.
- Ausencia de espuma.
- Correcto posicionamiento de las botellas.
- Evitar derrame de líquido por falta de envase.

La eliminación del goteo conseguimos con la colocación de o'ring en el émbolo. El líquido baja por las paredes del envase por el dispensador montado en el émbolo, con esto eliminamos la espuma provocada por el fluido envasado. Figura 2.11.

Para el centrado de los envases utilizamos unas campanas que contienen dos agujeros para la salida del aire al momento del llenado.

Las campanas son los medios para el accionamiento de los dosificadores al contacto con los cuellos de las botellas, por lo tanto cuando no existe envase no se derrama el líquido. Figura 2.12.



**Figura 2.11. Accionamiento de las boquillas.**



**Figura 2.12. Bloque de dosificadores.**

Las dimensiones del soporte de los dosificadores están especificadas en los ANEXOS B4., B5., B6.

## 2.1.2. SISTEMA NEUMÁTICO.

En el sistema neumático se tiene principalmente el bloque de purificación de aire y actuadores neumáticos.

### 2.1.2.1. CILINDROS NEUMÁTICOS.

La selección del cilindro neumático depende del peso del bloque de dosificación.

La presión del aire comprimido máxima a la que va a estar sometido el cilindro es de 10 bar, con este dato y el diámetro del cilindro podemos saber la fuerza de tracción, que debe ser mayor o igual a la fuerza ejercida por el bloque de dosificadores. Tabla 2.7.

$$W_{\text{dosificadores}} = 92,12 \text{ N}$$

FORCES GENERATED DURING THRUST AND TRACTION (THEORETICAL)													
Cylinder bore D mm	Piston rod diameter d mm	Motion	Useful area cm <sup>2</sup>	Thrust and traction force in daN depending on the operating pressure in bar.									
				1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar
8	4	thrust	0.50	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
		traction	0.38	0.4	0.8	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.4	3.8
10	4	thrust	0.79	0.8	1.6	2.4	3.1	3.9	4.7	5.5	6.3	7.1	7.9
		traction	0.66	0.7	1.3	2.0	2.6	3.3	4.0	4.6	5.3	5.9	6.6
12	6	thrust	1.13	1.1	2.3	3.4	4.5	5.7	6.8	7.9	9.0	10.2	11.3
		traction	0.85	0.8	1.7	2.5	3.4	4.2	5.1	5.9	6.8	7.6	8.5
16	6	thrust	2.01	2.0	4.0	6.0	8.0	10.1	12.1	14.1	16.1	18.1	20.1
		traction	1.73	1.7	3.5	5.2	6.9	8.6	10.4	12.1	13.8	15.6	17.3
16	8	thrust	2.01	2.0	4.0	6.0	8.0	10.1	12.1	14.1	16.1	18.1	20.1
		traction	1.51	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.6	12.1	13.6	15.1
20	8	thrust	3.14	3.1	6.3	9.4	12.6	15.7	18.8	22.0	25.1	28.3	31.4
		traction	2.64	2.6	5.3	7.9	10.6	13.2	15.8	18.5	21.1	23.8	26.4
20	10	thrust	3.14	3.1	6.3	9.4	12.6	15.7	18.8	22.0	25.1	28.3	31.4
		traction	2.36	2.4	4.7	7.1	9.4	11.8	14.1	16.5	18.8	21.2	23.6
25	8	thrust	4.91	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5	29.5	34.4	39.3	44.2	49.1
		traction	4.41	4.4	8.8	13.2	17.6	22.0	26.4	30.8	35.2	39.7	44.1
25	10	thrust	4.91	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5	29.5	34.4	39.3	44.2	49.1
		traction	4.12	4.1	8.2	12.4	16.5	20.6	24.7	28.9	33.0	37.1	41.2
32	12	thrust	8.04	8.0	16.1	24.1	32.2	40.2	48.3	56.3	64.3	72.4	80.4
		traction	6.91	6.9	13.8	20.7	27.6	34.6	41.5	48.4	55.3	62.2	69.1
40	12	thrust	12.57	12.6	25.1	37.7	50.3	62.8	75.4	88.0	100.5	113.1	125.7
		traction	11.44	11.4	22.9	34.3	45.7	57.2	68.6	80.0	91.5	102.9	114.4
40	16	thrust	12.57	12.6	25.1	37.7	50.3	62.8	75.4	88.0	100.5	113.1	125.7
		traction	10.56	10.6	21.1	31.7	42.2	52.8	63.3	73.9	84.4	95.0	105.6
50	16	thrust	19.63	19.6	39.3	58.9	78.5	98.2	117.8	137.4	157.1	176.7	196.3
		traction	17.62	17.6	35.2	52.9	70.5	88.1	105.7	123.4	141.0	158.6	176.2
50	20	thrust	19.63	19.6	39.3	58.9	78.5	98.2	117.8	137.4	157.1	176.7	196.3
		traction	16.49	16.5	33.0	49.5	66.0	82.5	99.0	115.5	131.9	148.4	164.9
63	16	thrust	31.17	31.2	62.3	93.5	124.7	155.9	187.0	218.2	249.4	280.6	311.7
		traction	29.16	29.2	58.3	87.5	116.6	145.8	175.0	204.1	233.3	262.5	291.6

Tabla 2.7. Fuerza del cilindro neumático Ø 40 mm.

La fuerza de tracción es de 95 N (según las tablas de especificaciones del cilindro). Esta fuerza es la adecuada para el normal funcionamiento del actuador. Figura 2.13.

➤ **Especificaciones del cilindro neumático.**

Las Tablas 2.8. y 2.9. muestran las especificaciones del cilindro con el diámetro seleccionado.

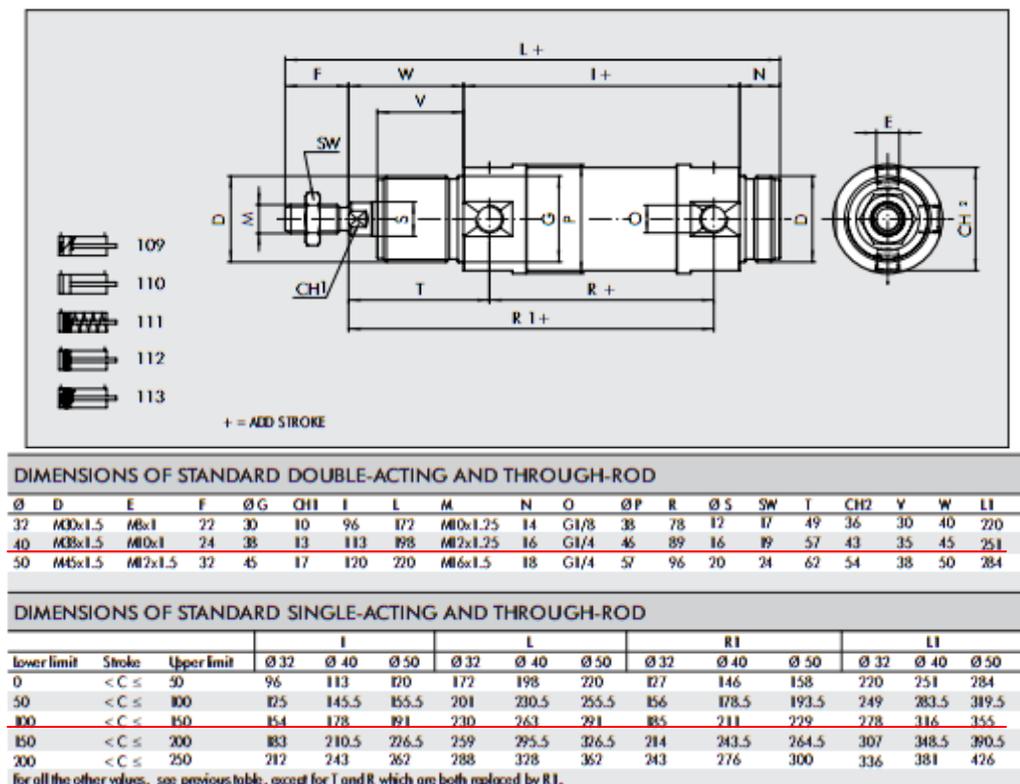


Tabla 2.8. Dimensiones del cilindro neumático.

Especificaciones	Datos
Tipo	Cilindro neumático doble efecto.
Diámetro del cilindro	Ø 40
Diámetro del vástago	Ø 16
Conexiones para el aire comprimido	1/8 NPT

Tabla 2.9. Especificaciones del cilindro neumático.

Cilindro doble efecto

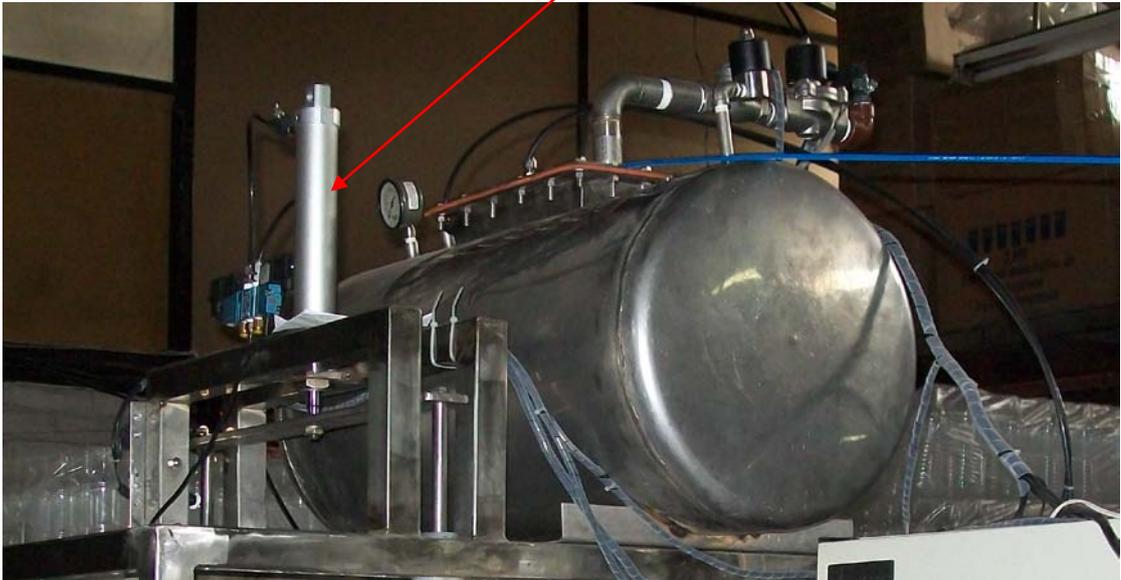


Figura 2.13. Cilindro neumático.

#### 2.1.2.2. VÁLVULAS.

Para la selección de las electroválvulas se debe tomar a consideración el voltaje de alimentación, y las funciones que van a realizar:

##### ➤ **Especificaciones de la electroválvula 5/3.**

La presión de la válvula es de acuerdo a la presión de operación del cilindro neumático.

Para el posicionamiento del cilindro neumático se utilizó una electroválvula 5/3 con centro cerrado (válvula distribuidora con accionamiento eléctrico). La función de esta electroválvula es de mantener extendido al pistón un tiempo necesario hasta recibir la señal para que se retraiga. Figura 2.14. y Tabla 2.10.

Especificaciones	Datos
Marca	MAC
Modelo	DM3A – DJAJ – 1JB
Presión máxima	125 psi
Voltaje de alimentación	120 Vac
Frecuencia	60 Hz
Potencia	2,9 W
Nº de Vías	5
Nº de posiciones	3

Tabla 2.10. Especificaciones de la electroválvula 5/3.



Figura 2.14. Electroválvula 5/3.

Las otras electroválvulas se utilizan para la apertura y cierre de líquido y aire, cabe recalcar que estas electroválvulas son de acero inoxidable.

➤ **Especificaciones de la electroválvula de apertura y cierre del líquido.**

Para la selección de esta electroválvula consideramos:

- La presión de operación de  $0 \text{ kgf/cm}^2$

- La conexión para la alimentación de líquido al tanque de almacenamiento.  
Figura 2.15.

La Tabla 2.11. muestra las especificaciones de la electroválvula de apertura y cierre del líquido.

<b>Especificaciones</b>	<b>Datos</b>
<b>Marca</b>	SLG.Shengling
<b>Modelo</b>	2S – 250 – 25
<b>Voltaje</b>	110 Vac
<b>Frecuencia</b>	50/60 Hz
<b>Orificio</b>	25 mm
<b>Conexión</b>	1 in
<b>Temperatura</b>	-5 °C – 80 °C
<b>Presión de operación</b>	Mínimo 0 kgf/cm <sup>2</sup> – Máximo 7 kgf/cm <sup>2</sup>

**Tabla 2.11. Especificaciones de la electroválvula de apertura y cierre del líquido.**



**Figura 2.15. Electroválvula 1 in.**

➤ **Especificaciones de la electroválvula de apertura y cierre del aire.**

Se seleccionó la electroválvula por la presión de cierre de 0 kg/cm<sup>2</sup> y por la conexión del bloque de purificación de aire. Tabla 2.12. y Figura 2.16.

Especificaciones	Datos
Marca	SLG.Shengling
Modelo	2S – 025 – 08
Voltaje	110 Vac
Frecuencia	50/60 Hz
Orificio	2,5 mm
Conexión	1/4 NPT
Presión de operación	Mínimo 0 kgf/cm <sup>2</sup> – Máximo 7 kgf/cm <sup>2</sup>

Tabla 2.12. Especificaciones de la electroválvula de apertura y cierre del aire.



Figura 2.16. Electroválvula ¼ in

➤ **Especificaciones de la electroválvula de escape del aire.**

Se seleccionó la electroválvula por la presión de cierre de 0 kg/cm<sup>2</sup> y por la evacuación rápida del aire del interior del tanque de almacenamiento. Tabla 2.13. y Figura 2.17.

Especificaciones	Datos
Marca	SLG.Shengling
Modelo	2S – 250 – 25
Voltaje	110 Vac
Frecuencia	50/60 Hz
Orificio	18 mm
Conexión	3/4 in
Presión de operación	Mínimo 0 kgf/cm <sup>2</sup> – Máximo 7 kgf/cm <sup>2</sup>

Tabla 2.13. Especificaciones de la electroválvula de escape del aire.



Figura 2.17. Electroválvula ¾ in.

Se utilizó una válvula reguladora unidireccional, con el fin de controlar la velocidad del cilindro neumático, el retroceso del actuador, se realiza sin ningún tipo de impedimento y a gran velocidad. Figura 2.18.



Figura 2.18. Reguladora unidireccional.

Se colocó válvulas reguladoras de caudal para el cierre total del paso de líquido si existiera falla en cualquiera de los dosificadores. Su dimensión depende del diámetro de la manguera. Figura 2.19.



Figura 2.19. Válvula de bola 5/8 in.

La válvula antirretorno es de acero inoxidable y sella la salida del aire del tanque de almacenamiento. Figura 2.20.



Figura 2.20. Válvula Check tipo cortina.

### **2.1.2.3. BLOQUE DE PURIFICACIÓN.**

#### **a. Selección del filtro.**

El tamaño del filtro que se requiere para una aplicación específica depende de dos factores:

- El caudal máximo de aire comprimido utilizado por el equipo neumático.
- La caída de presión máxima aceptable para la aplicación.

Debe observarse que la utilización de un filtro estándar, puede no resultar muy eficaz para bajas velocidades de flujo.

**b. Selección del tamaño de un regulador de presión:**

El tamaño de un regulador de presión, se selecciona para obtener el caudal deseado para la aplicación, con una variación mínima de presión en toda la gama de caudales de la unidad. Para la purificación del aire comprimido que va a estar en contacto con el líquido se utilizó los siguientes elementos de regulación y filtraje.

➤ **Especificaciones de la unidad de purificación.**

Se utilizó un Filtro – Regulador submicrónico, un filtro coalescente, y un secador de aire. Figura 2.24.

**Filtro – Regulador.**

El Filtro - Regulador trata todos los contaminantes sólidos o líquidos contenidos en el aire comprimido. Tabla 2.14. y Figura 2.21.

Especificaciones	Datos
Modelo	AFR80
Presión máxima	1 MPa
Temperatura máxima	60 °C

Tabla 2.14. Especificaciones del filtro-regulador.



Figura 2.21. Filtro – Regulador.

### Secador de aire.

El secador de aire elimina la humedad del aire mediante un material adsorbente como el Silicagel. Tabla 2.15. y Figura 2.22.

Especificaciones	Datos
Presión máxima	250 psig
Temperatura	40 – 200 °F

Tabla 2.15. Especificaciones del secador de aire.



Figura 2.22. Secador de aire.

### Filtro coalescente.

Garantiza la eliminación de los contaminantes más pequeños, tales como los vapores de aceite. Tabla 2.16. y Figura 2.23.

Especificaciones	Datos
Material filtrante	Policarbonato
Presión máxima	150 psi
Temperatura máxima	125 ° F

Tabla 2.16. Especificaciones del filtro coalescente.



Figura 2.23. Filtro Coalescente.



Figura 2.24. Unidad de purificación del aire.

#### 2.1.2.4. MANÓMETROS.

La utilización del manómetro es para visualizar posibles fallas si la presión del tanque de almacenamiento excede los límites establecidos. Tabla 2.17. y Figura 2.25.

##### ➤ Especificaciones del manómetro.

Especificaciones	Datos
Marca	Winters
Tipo	Bourdon
Rango	0 – 30 psi
Líquido manométrico	Glicerina

Tabla 2.17. Especificaciones del manómetro.



Figura 2.25. Manómetro.

### 2.1.3. SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO.

En el sistema eléctrico se tiene todo el equipo de protección con referencia al motor reductor con freno electromagnético. El sistema electrónico está formado por los sensores y equipos para el control del proceso.

#### 2.1.3.1. SENSOR INDUCTIVO.

La selección se basa en la decisión sobre cuál es el sensor más adecuado. Esto depende del material del objeto el cual debe detectarse.

Si el objeto es metálico, se requiere un sensor inductivo. Si el objeto es de plástico, papel, o si es líquido (basado en aceite o agua), granulado o en polvo, se requiere un sensor capacitivo. Para elegir un sensor adecuado se deben considerar: forma de la carcasa, distancia operativa, datos electrónicos y conexiones. Figuras 2.26 y 2.27.

#### ➤ Especificaciones del sensor de proximidad inductivo.

La distancia de sensado para el normal funcionamiento debe ser de 1 cm. Tabla 2.18.

Especificaciones	Datos
Marca	SASSIN (No blindado)
Tipo	LM30-3015NA
Distancia de sensado	15 mm
Material sensado	Acero inoxidable
Tensión de alimentación	24 Vdc
Corriente	200 mA
Configuración	NPN

Tabla 2.18. Especificaciones del sensor inductivo.

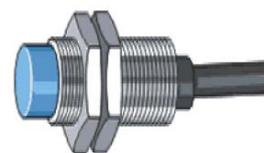


Figura 2.26. Sensor Inductivo.



Figura 2.27. Conexión del sensor.

### 2.1.3.2. SENSORES DE NIVEL.

El sensor utilizado es del tipo todo o nada debido a que se va a detectar dos tipos de niveles, alto y bajo en el tanque de almacenamiento. Figura 2.28.



Figura 2.28. Sensor de nivel.

#### ➤ Especificaciones del sensor de nivel de líquido.

Las especificaciones del sensor utilizado de muestran en las Tablas 2.19. y 2.20.

Especificaciones	Datos
<b>Modelo</b>	M 5000 (Madison)
<b>Temperatura Máxima</b>	200 °C Max
<b>Presión Máxima</b>	300 psig
<b>Potencia</b>	30 W
<b>Alimentación</b>	24 Vdc; 0,28 A

Tabla 2.19. Especificaciones del sensor de nivel M 5000.

Numero de parte	Materiales (vástago, flotador)	Temp. Máx.	Montaje	Presión Máx (PSIG)	Vatios (W)
<b>VERTICAL ESTÁNDAR MINIATURA</b>					
M5000	316 SS	200°C	1/8 NPT	300	30
M5040	Bronce, 316 SS	200°C	1/8 NPT	300	30
M8000	Polipropileno	105°C	1/8 NPT	100	30
M8020	316 SS,	105°C	1/8 NPT	100	30
	Polipropileno				
M8040	Bronce,	105°C	1/8 NPT	100	30
	Polipropileno				
M7000	PBT, Buna-N	105°C	1/8 NPT	150	30
M4500	Bronce, Buna-N	105°C	1/8 NPT	150	30
M4400	316 SS, Buna-N	105°C	1/8 NPT	150	30
M4008	Polipropileno,	105°C	1/8 NPT	150	30

**Tabla 2.20. Especificaciones de sensores de nivel.**

### 2.1.3.3. TRANSDUCTOR DE PRESIÓN.

#### ➤ Especificaciones del transductor de presión.

Para garantizar el mismo caudal de salida de líquido por los dosificadores se presurizo el tanque de almacenamiento y las líneas de distribución. Con este fin necesitamos un transductor de presión para mantener un mismo nivel de presión en todo el proceso de llenado. Figura 2.29. Para las especificaciones técnicas ver la Tabla 2.21.

Para seleccionar el sensor debemos conocer:

- El valor de entrada analógica del bloque de acoplamiento de señal (0 – 10V).

- La presión ha la que va a estar sometido el tanque de almacenamiento (16 psi).

Especificaciones	Datos
Marca	Keyence
Tipo	Presión positiva
Modelo	AP-C33k
Rango de presión	0 – 10 Bar (0 – 145 psi)
Salida	Analógica de 1-5 V y a relé
Alimentación	24 Vdc
Conexión	1/8 in NPT



Figura 2.29. Transductor de presión.

Tabla 2.21. Especificaciones del transductor de presión.

#### 2.1.3.4. FINALES DE CARRERA.

Para el sensado por contacto se utilizó un final de carrera tipo pulsador. Tabla 2.22. y Figura 2.30.

##### ➤ Especificaciones de los finales de carrera.

Especificaciones	Datos
Marca	Camsco
Tipo	Pulsador
Modelo	AZ8112
Voltaje	120 Vac
Corriente	5 A



Tabla 2.22. Especificaciones de los finales de carrera.

Figura 2.30. Final de carrera tipo pulsador.

### 2.1.3.5. PLC.

Para realizar la programación para el control de la dosificadora se utilizó un PLC Telemecanique debido a su funcionalidad. Figura 2.31.

#### ➤ Especificaciones del PLC.

Para el proceso de control se necesita 9 entradas digitales, 2 potenciómetros incorporados, 1 módulo de entrada analógica y 8 salidas a relé. Con estos requerimientos seleccionamos el plc. Tabla 2.23.



Figura 2.31. PLC Telemecanique.

Especificaciones	Datos
Marca	Telemecanique
Modelo	Twido TWDLCAA24DRF
Protocolo de comunicación	Modbus
Puerto	RS 485
Entradas	14 in
Salidas	10 out a relé
Alimentación	110 Vac
Fuente de alimentación para las entradas	24 Vdc
Potenciómetros	2
Módulo de entradas analógicas	Twido TWDAMI2HT

Tabla 2.23. Especificaciones del PLC.

### 2.1.3.6. MOTOR REDUCTOR CON FRENO ELECTROMAGNÉTICO.

#### Motores trifásicos – Una velocidad.

La Tabla 2.24. indica las características de desempeño de los motores

POTENCIA (cv)	CARCAZA (kW)	ROTAZÓN (ABNT)	ROTAZÓN (rpm)	CORRIENTE 220V		CONJUGADO				RENDI- MIENTO $\eta$ n%	FACTOR DE POTENCIA	GD <sup>2</sup> DEL ROTOR (kgm <sup>2</sup> )	CONJUGA- DO DE FRENADO (kgfm)	MOMENTO DE INERCIA PROPIO JM (kgm <sup>2</sup> )	N° DE OPERA- CIONES POR HORA	N° DE OPERAIONES HASTA EL PRÓXIMO AJUSTE DEL ENTORRUEÑO (MOTOR LIBRE) NL	FACTOR DE SERVICIO	MASA (kg)
				In (A)	Ip (A)	Cn (kgm)	Cp/Cn (%)	Cmáx/Cn (%)	100%	100%								
<b>2 POLOS 60 Hz</b>																		
1/3	0,25	63a	3360	1,13	5,33	0,070	270	245	71	0,80	0,0018	0,17	0,000450	600	500.000	1,15	7,4	
1/2	0,37	63b	3370	1,6	7,68	0,106	295	260	73	0,82	0,0018	0,17	0,000450	600	500.000	1,15	7,4	
3/4	0,55	71a	3410	2,3	12,4	0,160	270	250	75	0,84	0,0032	0,36	0,000800	450	200.000	1,15	12,2	
1	0,75	71b	3410	2,95	18,3	0,210	280	270	77	0,85	0,0035	0,36	0,000875	450	200.000	1,15	13,2	
1,5	1,10	80a	3430	4,3	28	0,310	280	270	78,5	0,86	0,0055	0,70	0,001375	300	120.000	1,15	17,3	
2	1,50	80b	3425	5,5	35,8	0,420	300	280	80,5	0,87	0,0064	0,70	0,001600	300	120.000	1,15	18,8	
3	2,20	90S	3480	8,3	62,3	0,620	310	300	81,0	0,86	0,0131	1,45	0,003275	200	80.000	1,15	26	
4	3,00	90L	3470	10,8	87,7	0,830	335	310	82	0,87	0,0151	1,45	0,003775	200	60.000	1,15	29,5	
5	3,70	100L	3470	13,0	84	1,000	300	300	84,5	0,88	0,0217	2,30	0,005425	150	50.000	1,15	35,5	
6	4,50	112Ma	3500	15,4	132	1,200	300	310	85,5	0,88	0,0385	3,40	0,009625	100	45.000	1,15	48	
7,5	5,50	112M	3500	19,3	142	1,500	310	320	86,5	0,87	0,0387	3,40	0,009675	100	45.000	1,15	49	
10	7,50	132S	3520	25,5	186	2,100	310	300	87	0,87	0,0803	6,80	0,020075	50	33.000	1,15	66	
12,5	9,20	132Ma	3500	31,2	243	2,600	300	270	88	0,88	0,0913	6,80	0,022825	50	33.000	1,15	79	
15	11,00	132M	3515	36,4	309	3,000	340	300	89,5	0,89	0,0999	6,80	0,024975	50	33.000	1,15	83	
20	15,00	160Ma	3550	49,3	400	4,100	320	300	89	0,88	0,2207	13,40	0,055175	30	25.000	1,15	121	
25	18,50	160M	3540	60,6	515	5,000	300	280	89,5	0,89	0,2817	13,40	0,070425	30	25.000	1,15	135	
30	22,00	160L	3540	71,5	587	6,100	310	300	90	0,90	0,3557	13,40	0,088925	30	25.000	1,15	153	
40	30,00	200M	3550	95,4	658	8,100	330	310	91	0,89	0,7662	26,40	0,191550	30	13.000	1,15	251	
50	37,00	200L	3550	117,0	856	10,100	340	315	91,5	0,90	0,8362	26,40	0,209050	30	13.000	1,15	290	
<b>4 POLOS 60 Hz</b>																		
1/4	0,18	63a	1695	1,11	4,4	0,100	245	260	64	0,68	0,0018	0,17	0,000450	600	800.000	1,15	7,3	
1/3	0,25	63b	1680	1,44	6,2	0,150	300	285	65	0,69	0,0018	0,17	0,000450	600	800.000	1,15	7,3	
1/2	0,37	71a	1700	1,92	9,6	0,210	225	245	71	0,71	0,0051	0,36	0,001275	450	550.000	1,15	12,9	
3/4	0,55	71b	1680	2,9	13,8	0,320	265	265	72	0,70	0,0051	0,36	0,001275	450	550.000	1,15	12,9	
1	0,75	80a	1715	3,8	20,8	0,420	330	320	75	0,67	0,0099	0,70	0,002475	300	420.000	1,15	17,8	
1,5	1,10	80b	1705	5,5	30,1	0,630	285	245	76,6	0,69	0,0107	0,70	0,002675	300	420.000	1,15	18,5	
2	1,50	90S	1720	6,0	39,9	0,830	335	310	81	0,80	0,0211	1,45	0,005275	300	380.000	1,15	25,8	
3	2,20	90L	1720	8,8	56,2	1,300	320	310	81,5	0,81	0,0281	1,45	0,007025	200	380.000	1,15	30	
4	3,00	100La	1720	11,4	75,4	1,700	220	265	83,5	0,81	0,0281	2,30	0,007025	150	290.000	1,15	35,5	
5	3,70	100L	1730	14,1	106	2,100	305	330	84,5	0,81	0,0347	2,30	0,008675	150	290.000	1,15	38,5	
6	4,50	112Ma	1720	16,4	117	2,500	220	280	86	0,82	0,0840	3,40	0,021000	100	200.000	1,15	49	
7,5	5,50	112M	1735	20,4	159	3,100	265	335	86,5	0,82	0,0840	3,40	0,021000	100	200.000	1,15	50	
10	7,50	132S	1750	26,0	197	4,100	215	275	87,5	0,85	0,1473	6,80	0,036825	50	100.000	1,15	67	
12,5	9,20	132Ma	1760	31,7	266	5,100	215	245	87,5	0,87	0,1743	6,80	0,043575	50	100.000	1,15	75	
15	11,00	132M	1750	37,4	318	6,100	245	355	88	0,88	0,2263	6,80	0,056575	50	100.000	1,15	79	
20	15,00	160M	1745	50,0	400	8,200	235	350	89	0,87	0,3887	13,40	0,097175	30	60.000	1,15	134	
25	18,50	160L	1750	61,3	521	10,200	260	325	89,5	0,88	0,4357	13,40	0,108925	30	60.000	1,15	144	
30	22,00	180M	1755	75,3	648	12,200	240	360	90,5	0,85	0,5400	18,15	0,135000	30	55.000	1,15	184	
40	30,00	200M	1770	97,0	728	16,200	250	270	91,5	0,87	1,3080	26,40	0,327000	30	50.000	1,15	254	
50	37,00	200L	1770	119,0	835	20,000	245	255	92	0,88	1,4162	26,40	0,354050	30	50.000	1,15	280	

Tabla 2.24. Desempeño de motores.

Para seleccionar el motorreductor se consideró el **trabajo cíclico** que va a realizar, el torque y la potencia requerida para el normal funcionamiento del proceso. Por esta razón se utilizó un motorreductor con freno electromagnético.

Tabla 2.25. y Figura 2.32.



Figura 2.32. Motor reductor con freno electromagnético.

a. Especificaciones del Motor de inducción.

Especificaciones	Datos
Marca	Metal corte (EBERLE)
N°	408
Modelo	MFB71B4/BP/SM
Tipo	Jaula de ardilla
Potencia	0,55 kW
Peso	9,6 kg
Potencia mecánica	$\frac{3}{4}$ HP
Tipo de servicio	51
Rendimiento	72%
CosØ	0,7
Frecuencia	60 Hz
Velocidad	1680 rpm
N° polos	4
Voltaje	220 V <sub>3Ø</sub>
Corriente nominal	2,9 A
Número de operaciones por hora	450

Tabla 2.25. Especificaciones del motor de inducción.

➤ **Características Generales.**

- Motor trifásico asíncrono de inducción con rotor de jaula de ardilla.
- Carcazas: 63 a 200 (NBR 8441).
- Dimensiones de acuerdo con NBR 5432.
- Totalmente cerrado con ventilación externa (TFVE).
- Clase de aislamiento F (155° C).
- Protección IP55.
- Polaridades: 2, 4, 6 u 8 polos,
- Faja de potencia: 1 / 2 a 50CV
- Tensiones: 220 / 380, 440 o 220 / 380 / 440 / 760V.
- Freno monodisco acoplado.

**b. Especificaciones del freno de cc.**

La Tabla 2.26. muestra las especificaciones del freno de cc.

<b>Especificaciones</b>	<b>Datos</b>
<b>Tipo</b>	MFC 71
<b>Voltaje de alimentación</b>	220 Vac
<b>Corriente</b>	0,10 A
<b>Freno</b>	ISOL.CL" F"

**Tabla 2.26. Especificaciones del freno de cc.**

### **c. Especificaciones del reductor de velocidad.**

El aceite MOBIL GEAR 629 debe tener las siguientes características:

- Gravedad Específica 0.903
- Viscosidad SSU A 100 grados F 710/790
- Viscosidad CST A 40 grados C 135/150
- Clasificación ISO V G 150

Para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción debe tenerse en cuenta la siguiente información básica:

#### ➤ **Características de operación.**

- Potencia (HP tanto de entrada como de salida)
- Velocidad (RPM de entrada como de salida)
- Torque (par) máximo a la salida en kgf-m.
- Relación de reducción (I).

#### ➤ **Características del trabajo a realizar.**

- Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina, etc.)
- Tipo de acople entre máquina motriz y reductor.
- Tipo de carga uniforme, con choque, continua, discontinua etc.
- Duración de servicio horas/día.
- Arranques por hora, inversión de marcha.

➤ **Condiciones del ambiente.**

- Humedad y Temperatura

➤ **Ejecución del equipo.**

- Ejes a 180°, ó, 90°.
- Eje de salida horizontal, vertical, etc.

La Tabla 2.27. muestra las especificaciones del reductor de velocidad.

<b>Especificaciones</b>	<b>Datos</b>
<b>Marca</b>	Worn Gearbox
<b>Tipo</b>	Sinfín-corona (ejes a 90°)
<b>Velocidad</b>	34 rpm

**Tabla 2.27. Especificaciones del reductor de velocidad.**

### **2.1.3.7. CONTACTORES ELECTROMAGNÉTICOS.**

Para elegir el contactor que más se ajusta a nuestras necesidades, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de corriente, tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.
- Potencia nominal de la carga.
- Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema. Existen maniobras que modifican la corriente de arranque y de corte.

- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.
- Por la categoría de empleo.

El contactor se seleccionó de acuerdo a la categoría de empleo, a la potencia del motor y la tensión de alimentación de la bobina. Figura 2.33.

➤ **Especificaciones del contactor.**

La Tabla 2.28. muestra las especificaciones del contactor.

Especificaciones	Datos
Marca	Telemecanique
Tipo	LC1D09M7
Tensión a la bobina	220 Vac
Frecuencia	50/60 Hz
Potencia	4 kW
Voltaje	220 Vac
Categoría de empleo	AC4

Tabla 2.28. Especificaciones del contactor.



Figura2.33. Contactor.

### 2.1.3.8. RELÉ TÉRMICO.

#### ➤ Características generales de relés térmicos.

- Diseñados de acuerdo a las normas DIN correspondientes.
- Diseñado estándar tropicalizado.
- Clase 10: Tiempo de disparo de 10s a 6 veces la  $I_n$ .
- Protección contra falla de fase.
- Compensación térmica.
- Rearme manual o automático.
- Pulsador de parada (reset) disponible.

La selección del térmico depende de la corriente del motor ( $I = 2,9 \text{ A}$ ), esta corriente debe estar seteada en el rango del relé. Figura 2.34.

El térmico debe ser de la misma marca del contactor para que se puedan acoplar.

#### ➤ Especificaciones del relé térmico.

La Tabla 2.29. muestra las especificaciones del Relé Térmico.

Especificaciones	Datos
Marca	Telemecanique
Tipo	LRD08
Rango	2,5 – 4 A
Voltaje	220 Vac

Tabla 2.29. Especificaciones del Relé Térmico.



Figura 2.34. Relé térmico.

### 2.1.3.9. FUSIBLES.

La figura 2.35. muestra el fusible utilizado, los datos técnicos se especifican en la Tabla 2.30

#### ➤ Especificaciones del fusible.

Especificaciones	Datos
Marca	Sassin
Modelo	VDE0636
Norma	IECE 269
Voltaje	380 Vac
Corriente	6A (motorreductor), 2A (bobina del contactor),(PLC)
Capacidad de ruptura	80 kA
Tipo	gL



Figura 2.35. Fusibles.

Tabla 2.30. Especificaciones del fusible.

#### ➤ Especificaciones del porta fusible.

La Figura 2.36. muestra el porta fusible utilizado, los datos técnicos se especifican en la Tabla 2.31.

Especificaciones	Datos
Marca	Sassin
Modelo	RT18 - 32X
Norma	IEC 63211
Voltaje	380 Vca
Corriente	32 A



Tabla 2.31. Especificaciones del porta fusible.

Figura 2.36. Porta fusibles.

### 2.1.3.10. INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

Las características que definen un interruptor termomagnético son el amperaje, el número de polos y poder de corte.

La corriente para dimensionar el interruptor termomagnético se calcula de la siguiente manera:

$$I = 1,5 \times I_{carga\ mayor} + \sum I_{cargas}$$

$$I = 1,5 \times 2,9$$

$$I = 4,35\text{ A}$$

El interruptor termomagnético seleccionado es de 10 A debido a que es el más próximo al valor de corriente calculada. Tabla 2.32. y Figura 2.37.

#### ➤ Especificaciones del interruptor termomagnético.

Especificaciones	Datos
Marca	LS Industrial Sistem
Modelo	BKN
Norma	IEC 60898
Corriente	C10 (motorreductor)
Nº polos	3
Voltaje	400 Vca



Tabla 2.32. Especificaciones del interruptor termomagnético 3 polos.

Figura 2.37. Interruptor termomagnético LS.

Para la protección del plc se utilizo un interruptor termomagnético de las especificaciones detalladas en la Tabla 2.33. y Figura 2.38.

Especificaciones	Datos
Marca	LG
Modelo	BKN (GB 10963)
Norma	IEC 60898
Corriente	C2 (PLC)
Nº polos	2
Voltaje	400 Vca

Tabla 2.33. Especificaciones del interruptor termomagnético 2 polos.



Figura 2.38. Interruptor termomagnético LG.

## 2.1.4. SISTEMA DE MONITOREO.

### 2.1.4.1. SOFTWARE DE MONITOREO.

El software que utilizamos para la aplicación de monitoreo es INTOUCH debido a su integridad de arquitectura, conectividad e integración de dispositivos y facilidad de uso.

Esto se aplica en sistemas basados en estándares que permiten incrementar al máximo la productividad, optimizar la efectividad del usuario, mejorar la calidad y reducir los costos operacionales, de desarrollo y de mantenimiento.

Las animaciones de objetos pueden ser combinadas para proveer tamaños complejos, color, movimiento, y/o cambios de posición. Figura 2.39.

#### **a. Beneficios.**

- Facilidad de uso que le permite a desarrolladores y operarios ser más productivos de manera simple y rápida
- Gran integración de dispositivos sin y conectividad a prácticamente todos los dispositivos y sistemas
- Sus capacidades de representación gráfica y la interacción con sus operaciones permiten entregar la información correcta a las personas correctas en el momento correcto
- Migración de versiones de software sin interrupción, lo que significa que la inversión en sus aplicaciones HMI está protegida

#### **b. Capacidades.**

- Gráficos de resolución independiente y símbolos inteligentes que visualmente dan vida a su instalación directamente en la pantalla de su computadora.
- Sofisticado sistema para extender y personalizar aplicaciones en función de sus necesidades específicas.
- Alarmas distribuidas en tiempo real con visualización histórica para su análisis, graficación de tendencias históricas integrada y en tiempo real.
- Integración con controles Microsoft ActiveX y controles.NET.
- Librería extensible con más de 500 de objetos y gráficos prediseñados, “inteligentes” y personalizables.

### c. Ventana principal de INTOUCH.

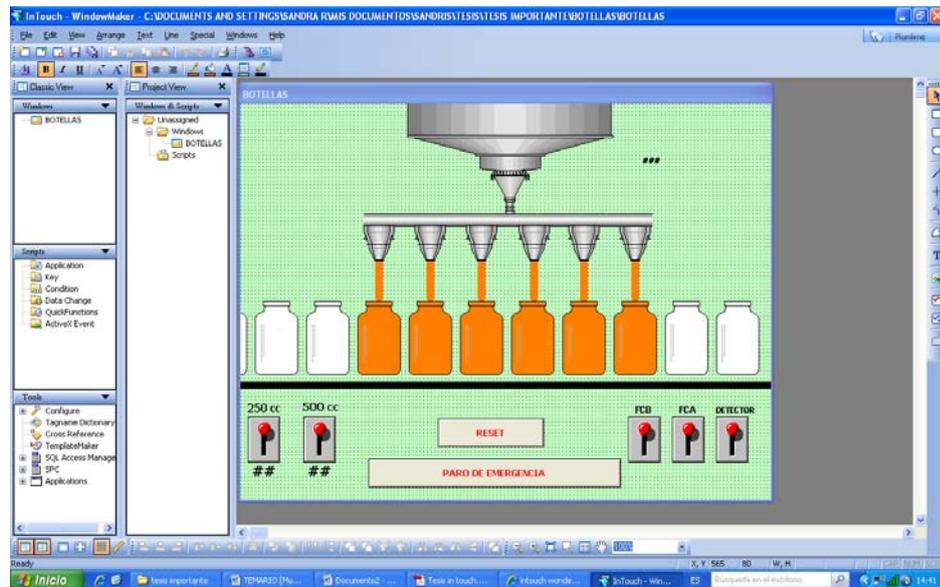


Figura 2.39. Ventana principal

### d. Barras de herramientas de la Ventana principal.

La figura 2.40. muestra las barras principales de la ventana de INTOUCH.

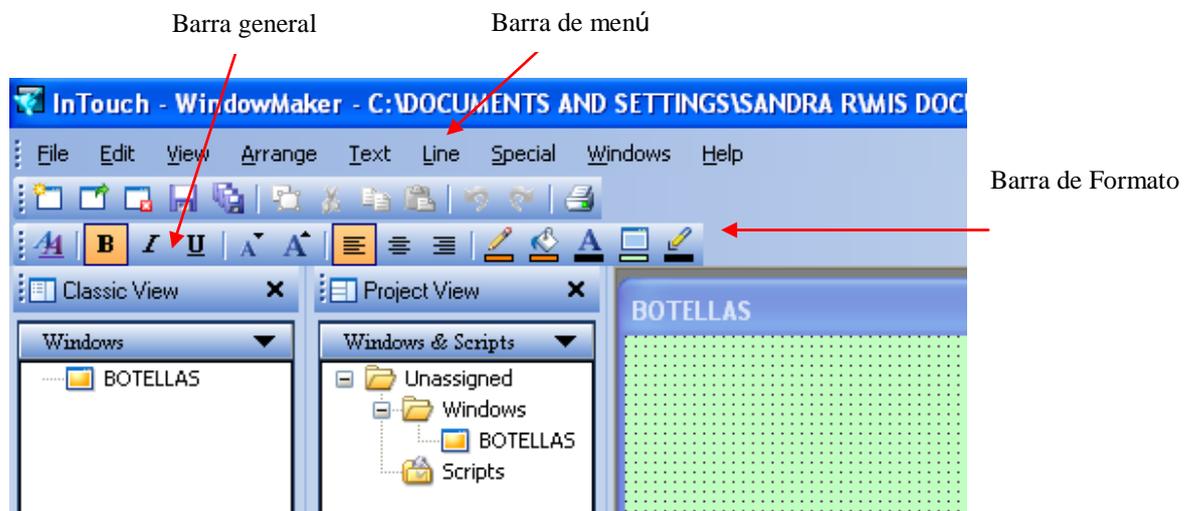


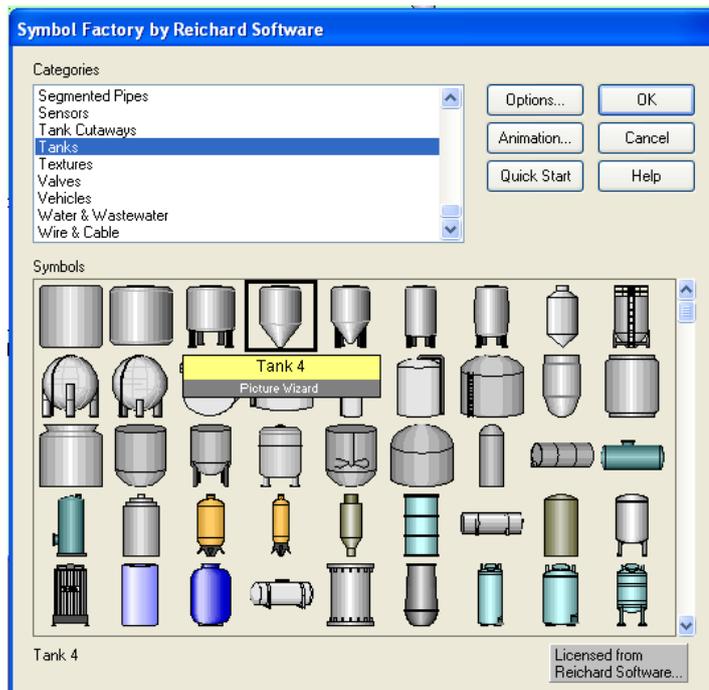
Figura 2.40. Barras de herramientas.

- **Barra Wizards.**

En esta barra podemos escoger los objetos necesarios para realizar la interface. Figuras 2.41. y 2.42.



**Figura 2.41. Barra wizards.**



**Figura 2.42. Librería de wizards.**

- **Barra de dibujo.**

La Figura 2.43. muestra la barra de dibujo.



**Figura 2.43. Barra de dibujo.**

## 2.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO.

### 2.2.1. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

La estructura a diseñar se observa en la Figura 2.44.

**Diseño:**



Bloque de dosificación

**Figura 2.44. Estructura metálica.**

$$m_1 = 9,4 \text{ kg}$$

*m<sub>1</sub>: masa del bloque de dosificación*

$$W_1 = mg$$

$$W_1 = 9,4 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

*W<sub>1</sub>: peso del bloque de dosificación*

$$W_1 = 92,12 \text{ N}$$

Debido debemos tener un volumen de presión, la cantidad de líquido son los  $\frac{3}{4}$  del volumen total del tanque de almacenamiento.

$$V_{\text{líquido}} = \frac{3}{4} \times \pi \times r^2 \times l_{\text{cuerpo}}$$

$$V_{\text{líquido}} = \frac{3}{4} \times \pi \times 0,1925^2 \times 0,8 \text{ m}$$

$$V_{\text{líquido}} = 0,0698 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$m = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,0698 \text{ m}^3$$

$$m_{\text{líquido}} = 69,85 \text{ kg}$$

$$W_{\text{líquido}} = mg$$

$$W_{\text{líquido}} = 69,85 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_{\text{líquido}} = 684,524 \text{ N}$$

$$m_2 = 18 \text{ kg}$$

$m_2$ : masa del tanque de almacenamiento

$$W_2 = W_{\text{tanque}} + W_{\text{líquido}}$$

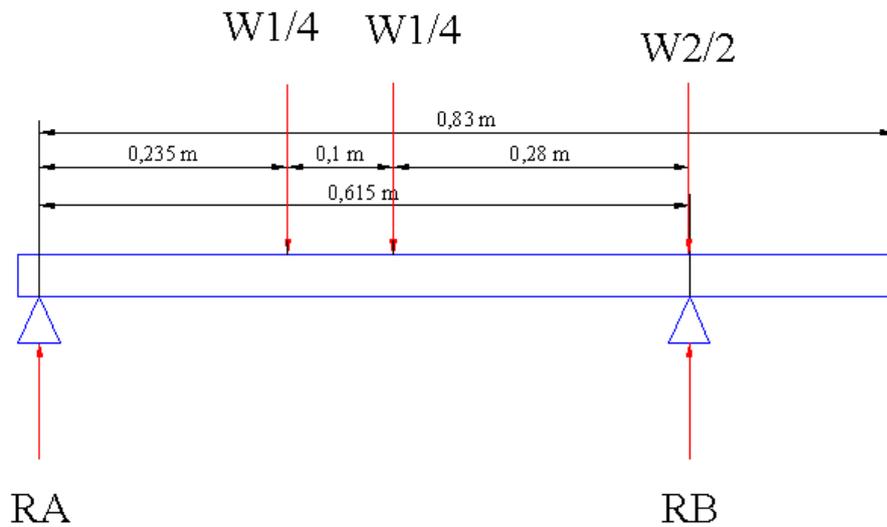
$$W_2 = mg + W_{\text{líquido}}$$

$$W_2 = 18 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 684,524 \text{ N} \quad W_2: \text{ peso total del tanque}$$

$$W_2 = 176,4 \text{ N} + 684,524 \text{ N}$$

$$W_2 = 860,924 \text{ N}$$

**Diagrama de fuerzas (Figura 2.45.)**



**Figura 2.45. Diagrama de fuerzas.**

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B - \frac{W_2}{2} - 2\left(\frac{W_1}{4}\right) = 0$$

$$R_A + R_B = \frac{W_2}{2} + \frac{W_1}{2}$$

$$R_A + R_B = \frac{860,924}{2} + \frac{92,12}{2}$$

$$R_A + R_B = 476,522\text{ N}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$\frac{W_1}{4} \times 0,235\text{ m} + \frac{W_1}{4} \times 0,335\text{ m} + \frac{W_2}{2} \times 0,615 - R_B \times 0,57\text{ m} = 0$$

$$\frac{92,12}{4} \times 0,235 + \frac{92,12}{4} \times 0,335 + \frac{860,924}{2} \times 0,615 = R_B \times 0,615$$

$$R_B = 451,807\text{ N}$$

$$R_A = 476,207 - R_B$$

$$R_A = 476,522 - 451,807$$

$$R_A = 24,715\text{ N}$$

### Diagrama de fuerzas cortantes (Figura 2.46.)

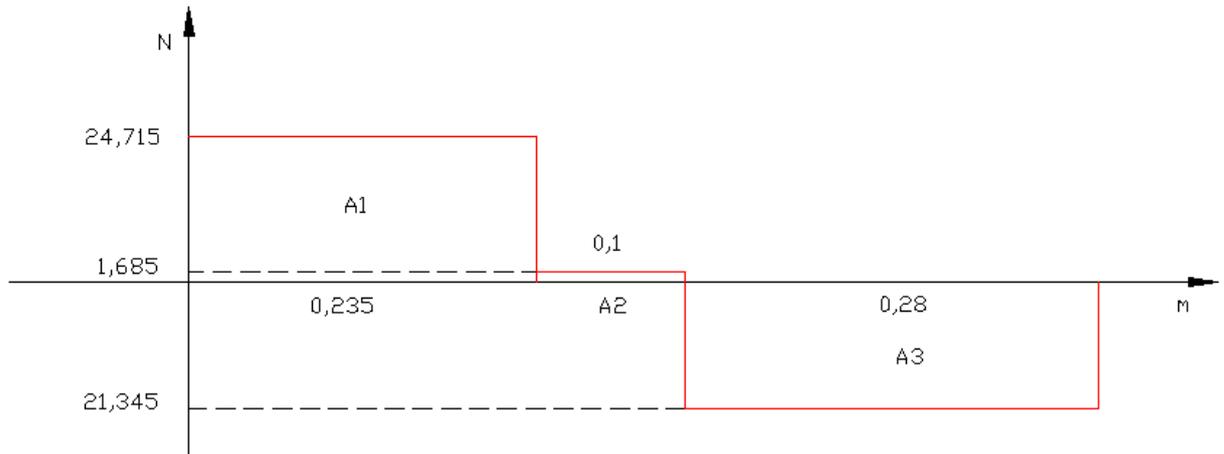


Figura 2.46. Diagrama de fuerzas cortantes.

$$A_1 = 24,715 \times 0,235 = 5,808 \text{ Nm}$$

$$A_2 = 1,685 \times 0,1 = 0,1685 \text{ Nm}$$

$$A_3 = 21,345 \times 0,28 = 5,9766 \text{ Nm}$$

### Diagrama de momentos flectores (Figura 2.47.)

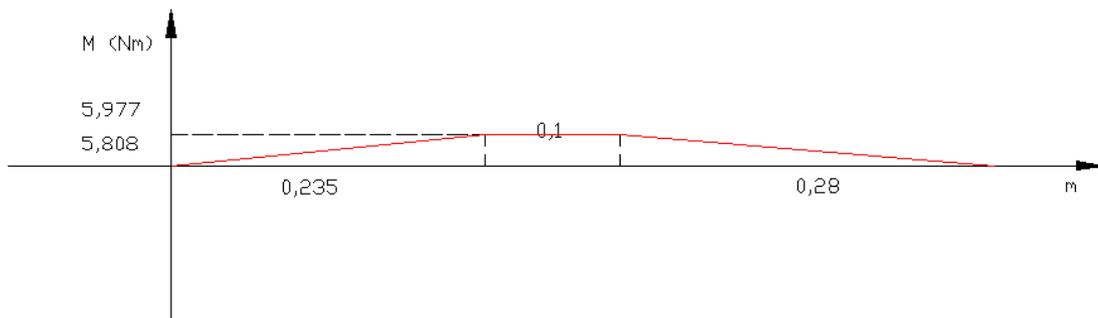


Figura 2.47. Diagrama de momentos flectores.

$$M = 5,977 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{Mc}{I}$$

**Donde:**

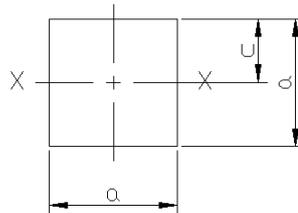
$\sigma_{m\acute{a}x}$  : Esfuerzo máximo en las fibras externas de la viga

$M$  = momento flexionante en la sección de interés

$c$  = distancia del eje centroidal de la viga a las fibras externas

$I$  = momento de inercia de la sección transversal con respecto a su eje centroidal.

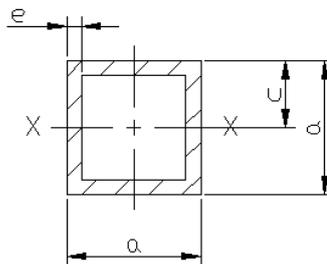
La Figura 2.48. Es de una sección cuadrada maciza de la cual se parte para calcular el momento de inercia de la sección hueca. Fig. 2.49.



**Figura 2.48. Sección maciza.**

$$I = \frac{a^4}{12}$$

$I$ : momento de inercia de un cuadrado



**Figura 2.49. Sección hueca.**

$$a = 0,04 \text{ m}$$

$$e = 1,5 \times 10^{-3}$$

$$I = \frac{a_{\text{exterior}}^4}{12} - \frac{a_{\text{interior}}^4}{12}$$

$$I = \frac{0,04^4}{12} - \frac{0,037^4}{12}$$

$$I = 5,715 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{Mc}{I}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{5,977 \text{ Nm} \times 0,02 \text{ m}}{5,715 \times 10^{-8} \text{ m}^4}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 2,092 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 2,092 \text{ MPa}$$

*S: m3dulo de secci3n*

$$S = \frac{I}{c}$$

$$S = \frac{5,715 \times 10^{-8} \text{ m}^4}{0,02 \text{ m}}$$

$$S = 2,857 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times \frac{100^3 \text{ cm}^3}{\text{m}^3}$$

$$S = 2,857 \text{ cm}^3$$

Para una carga est1tica un factor de dise1o  $N=2$  basado en la resistencia a la cedencia es razonable.

$$\sigma_d = \frac{s_y}{N}$$

$$s_y = \sigma_{m\acute{a}x} \times N$$

$$s_y = 2,092 \text{ MPa} \times 2$$

$$s_y = 4,184 \text{ MPa}$$

Seg3n las propiedades mec1nicas de aceros inoxidable representativos la resistencia a la fluencia  $s_y$  es 310 MPa del acero inoxidable AISI 304.

La resistencia a la fluencia calculada es menor a la resistencia a la fluencia de las propiedades mec1nicas. Por lo tanto la estructura esta correctamente dise1ada.

**Construcción:**

Para la construcción de la estructura metálica se utilizó:

- Tubos cuadrados

Material: Acero inoxidable AISI 304

Longitud: 6m

La Tabla 2.34. y Figura 2.50. muestran las dimensiones del tubo utilizado.

	Dimensiones		Peso	Área
Pulgadas	H (mm)	e (mm)	P (kg/6m)	A (cm <sup>2</sup> )
1 ½	40	1,5	11,28	2,25

Tabla 2.34. Especificaciones del tubo cuadrado.

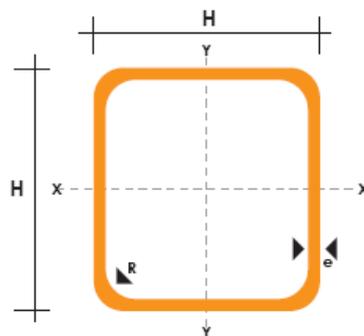


Figura 2.50. Tubo cuadrado.

- Platinas

Material: Acero inoxidable AISI 304

Longitud: 6m

La Tabla 2.35. y Figura 2.51. muestran las dimensiones de la platina utilizada.

Dimensiones	
mm	
a	e
50	9,52

Tabla 2.35. Especificaciones de la platina.



Figura 2.51. Platina.

Para especificaciones de las dimensiones ver el ANEXO B10.

## 2.2.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA.

### Diseño:

El diseño de la banda transportadora se realizó de acuerdo a la longitud y tipo de cadena transportadora.

#### a. Longitud del transportador.

La longitud del transportador no es ilimitada. Existe cierta longitud máxima para cada aplicación.

Los límites dependen de factores como el estilo de cadena, lubricación, tipo de producto, carga.

Generalmente estas cadenas han tenido buena experiencia con longitudes máxima de 12 metros.

### **b. Guías de desgaste.**

Las Guías de desgaste son usadas para una o varias de las siguientes razones:

- Proteger la cadena contra un desgaste prematuro.
- Reducción de la fricción para disminuir la potencia motriz.

Hay varios materiales que pueden ser usados como guías de desgaste. Sin embargo, no todos los materiales pueden ser usados con todos los tipos de cadenas. Para determinar la eficacia de las guías de desgaste, se deben considerar aspectos como si el ambiente es sucio o limpio, corrosión o alta temperatura, si existe lubricación o no; es decir, las condiciones de operación son importantes. Las guías de desgaste deben ser especialmente seleccionadas para cada aplicación individual, tomando en cuenta todos los factores.

Las guías de desgaste deben ser fijadas solamente en uno de los extremos. Esto les permite expanderse cuando son sujetos a cambios en la humedad o temperatura.

*Dependiendo de lo dicho antes, las guías de desgaste utilizadas son de nylon.*

### **c. Velocidad del transportador.**

La velocidad óptima del transportador es importante para alcanzar una alta eficiencia del mismo, pero la velocidad de la cadena no es ilimitada. El criterio para la velocidad y el ancho de la cadena es el número de productos que deben ser transportados en una unidad de tiempo. En la Tabla 2.36. muestra las velocidades máximas recomendadas.

Velocidades máximas recomendadas (m/min)

Material de la cadena y tipo	Seco	Agua	Agua y jabón
Cadenas de Acero Inoxidable, recorrido recto	50	70	130
Cadenas de Acero Inoxidable, Magnéticas	30	40	130
Cadenas Plásticas, recorrido recto	80	100	180
Cadenas Plásticas, Flexión lateral, Tab	*	60	120
Cadenas Plásticas, Sistema Magnético	*	90	180
Cadenas PlateTop	100	120	240

\* = Velocidades máximas no disponibles. Éstas velocidades dependen del factor PV – valor de la curva. El cual representa la presión combinada con la velocidad. Es un valor que representa la cantidad de calor generado y el derretimiento de los materiales. El programa de cálculo obtendrá este valor de manera automática y mostrará recomendaciones.

**Tabla 2.36. Velocidades máximas recomendadas de las cadenas Rex.**

La velocidad seleccionada es  $v_{m\acute{a}x} = 50 \text{ m/min}$

$$\varpi = \frac{v}{R}$$

$$\varpi = \frac{50 \text{ m/min}}{0,071 \text{ m}}$$

$$\varpi = 704,22 \frac{\text{rad}}{\text{min}} \times \frac{\text{rev}}{2\pi \text{ rad}}$$

$$\varpi_{m\acute{a}x} = 112,08 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

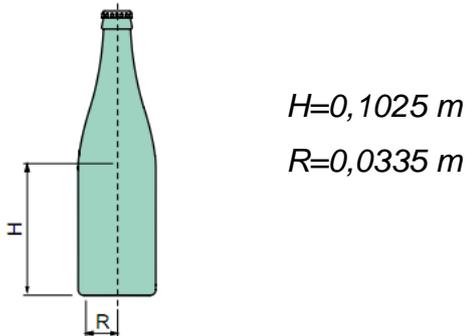
La velocidad angular máxima del reductor de velocidad es de  $\varpi_{m\acute{a}x} = 112,08 \text{ rpm}$

Para nuestro diseño calculamos la velocidad considerando que no existen soportes y que las botellas van estar una a continuación de otra.

Cada producto tiene un valor máximo de aceleración. Las condiciones de arranques y paros están seleccionadas con la estabilidad del producto.

Para asegurar la estabilidad, de cualquier manera, la variación máxima de velocidad a la que el producto será sometido sin vuelcos, puede ser calculada con la fórmula:

La Figura 2.52. muestra las dimensiones del envase utilizadas para el cálculo de la variación máxima en la velocidad.



$$H=0,1025 \text{ m}$$

$$R=0,0335 \text{ m}$$

**Figura 2.52. Envase.**

$$v_{\text{lim}} = \sqrt{2g(\sqrt{H^2 + R^2} - H)}$$

$$v_{\text{lim}} = \sqrt{2 \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (\sqrt{0,1025^2 + 0,0335^2} - 0,1025)}$$

$$v_{\text{lim}} = 0,323 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Donde:**

$V_{\text{lim}}$  = Variación máxima en la velocidad [m/s]

$R$  = Radio de la base (m)

$H$  = Altura del centro de gravedad (m)

$g$  = Aceleración Gravitacional ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$$\omega = \frac{v}{R_{\text{piñon}}}$$

$$\omega = \frac{0,323 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,071 \text{ m}}$$

$$\omega = 4,555 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times \frac{\text{rev}}{2\pi \text{ rad}} \times \frac{60 \text{ s}}{\text{min}}$$

$$\omega_{\text{lim}} = 43,5 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

El reductor de velocidad es de  $\omega_{\text{lim}} = 34 \text{ rpm}$  para el diseño, debido a que es el más próximo al valor calculado y se encontraba disponible en el mercado.

#### d. Potencia del motor.

Para calcular la potencia del motor tenemos que considerar el diseño de la banda transportadora. Figura 2.53.

#### Datos:

Masa del soporte de envases: 0,74 kg

Rugosidad de la cadena: 0,5  $\mu\text{m}$

Masa de la cadena: 2,6 kg/m

$$m_{\text{cadena}} = 2,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 6,096 \text{ m}$$

$$m_{\text{cadena}} = 15,85 \text{ kg}$$

$$W_{\text{cadena}} = m \times g$$

$$W_{\text{cadena}} = 15,85 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_{\text{cadena}} = 155,33 \text{ N}$$

$$W_{\text{soporte}} = m \times g$$

$$W_{\text{soporte}} = 0,74 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

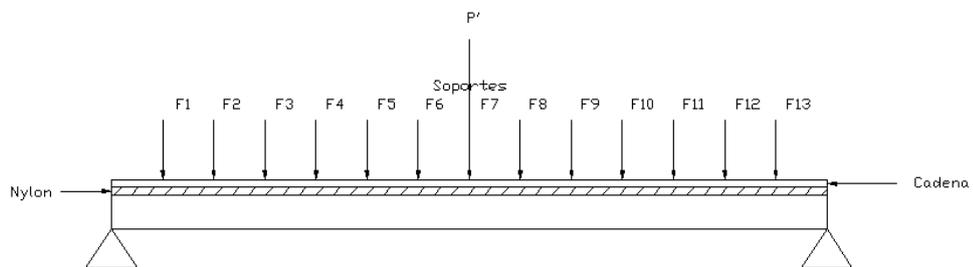
$$W_{\text{soporte}} = 7,252 \text{ N}$$



14 soportes

**Figura 2.53. Banda transportadora.**

**Diagrama de fuerzas (Figura 2.54.).**



**Figura 2.54. Diagrama de fuerzas.**

$$F1 = F2 = F3 = F4 = F5 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = F13 = W_{soporte}$$

$$P' = W_{cadena} + W_{14soportes}$$

$$P' = 155,33 + (14 \times 7,252)$$

$$P' = 256,858 \text{ N}$$

$$V_{liquido} = 81_{envases} \times 500cc$$

$$V_{liquido} = 40500cc \times \frac{l}{10^3 cc} \times \frac{m^3}{10^3 l}$$

$$V_{liquido} = 0,0405 m^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$m = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,0405 \text{ m}^3$$

$$m = 40,5 \text{ kg}$$

$$W_{\text{liquido}} = m \times g$$

$$W_{\text{liquido}} = 40,5 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_{\text{liquido}} = 396,9 \text{ N}$$

Para el peso total debemos considerar el peso de los envases con líquido. Figura 2.55.

$$W_T = P' + 13 \times W_{\text{soporte}} + W_{\text{liquido}}$$

$$W_T = 256,858 \text{ N} + 13 \times 7,252 \text{ N} + 396,9 \text{ N}$$

$$W_T = 748,034 \text{ N}$$

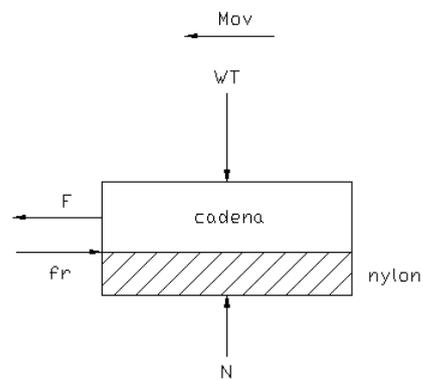


Figura 2.55. Diagrama de cuerpo libre.

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W_T = 0$$

$$N = 748,034 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F - fr = 0$$

$$F = fr$$

$$F = \mu_k N$$

$$F = 0,57 \times 748,034$$

$$F = 426,379 N$$

$$T = F \times R_{\text{piñon}}$$

$$T = 426,379 N \times 0,071 m$$

$$T = 30,273 Nm$$

$$\omega = 4,555 \frac{\text{rad}}{s}$$

$$P_m = T \times \omega$$

$$P_m = 30,273 Nm \times 4,555 \frac{\text{rad}}{s}$$

$$P_m = 137,89 W \times \frac{Hp}{746W}$$

$$P_m = 0,18 Hp$$

$P_m$ : potencia mecánica.

La potencia del motor es de  $P_m = \frac{1}{2} Hp$

### **Construcción:**

Para la construcción de la banda transportadora se utilizó:

- Cadena transportadora: 6 m
- Tubos cuadrados

Material: Acero inoxidable AISI 304

Longitud: 6m

La Tabla 2.37. y Figura 2.56. muestran las dimensiones del tubo utilizado.

Pulgadas	Dimensiones		Peso		Área
	H (mm)	e (mm)	P (kg/6m)	A (cm <sup>2</sup> )	
1 ½	40	1,5	11,28	2,25	

Tabla 2.37. Especificaciones del tubo cuadrado.

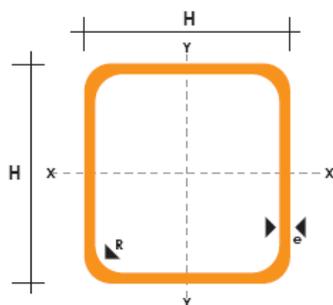


Figura 2.56. Tubo cuadrado.

- Ángulos

Material: Acero Inoxidable AISI 304

Longitud: 6m

La Tabla 2.38. y Figura 2.57. muestran las dimensiones del tubo utilizado.

Dimensiones		Peso		Área
mm				
a	e	Kg/m	Kg/6m	Cm <sup>2</sup>
25	3	1,45	8,75	1,84

Tabla 2.38. Especificaciones del ángulo.

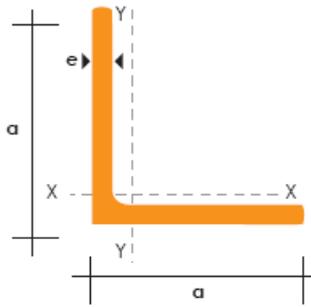


Figura 2.57. Ángulo.

- Platinas

Material: Nylon

Longitud: 6m

La Tabla 2.39. y Figura 2.58. Muestran las dimensiones del tubo utilizado.

Dimensiones	
mm	
a	e
38	3

Tabla 2.39. Especificaciones de las platinas.



Figura 2.58. Platina.

Para especificaciones de las dimensiones ver el ANEXO B9.

### 2.2.3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS BOQUILLAS DE DOSIFICACIÓN.

Para el diseño de las boquillas debemos considerar el tamaño de los envases y su funcionalidad.

#### Diseño:

Realizamos el cálculo de caudal para el envasado del líquido.

Para los puntos de análisis observar la Figura 2.59.

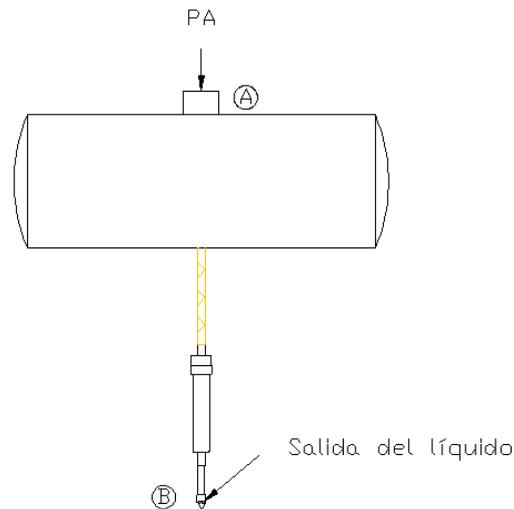


Figura 2.59. Puntos de análisis.

$$P_A = 16 \text{ psi} \times \frac{703,07 \text{ kg/m}}{\text{psi}}$$

$$P_A = 11249,12 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$\frac{P_A}{\gamma} + Y_A + \frac{v_A^2}{2g} = \frac{P_B}{\gamma} + Y_B + \frac{v_B^2}{2g} \quad \text{Ec. Bernoulli}$$

$$v_A = 0$$

$$P_B = 0$$

$$Y_B = 0$$

$$v_B^2 = 2g \times \left( \frac{P_A}{\gamma} + Y_A \right)$$

$$v_B^2 = 2g \times \left( \frac{11249,12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} + 0,3 \text{ m} \right)$$

$$v_B = 15,045 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

El diámetro interior del émbolo del dosificador es de 9 mm, este es el diámetro a considerar para la salida del líquido.

$$Q_B = A_B v_B$$

$$Q_B = \pi \times \frac{(9 \times 10^{-3} \text{ m})^2}{4} \times 15,045 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q_B = 9,57 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times \frac{10^3 \text{ l}}{\text{m}^3}$$

$$Q_B = 0,957 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$Q_{c/\text{dosificador}} = \frac{0,957 \text{ l/s}}{6}$$

$$Q_{c/\text{dosificador}} = 0,16 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Con este caudal y con el tiempo de llenado que seteamos en el plc conseguimos el volumen de llenado para los envases.

### **Construcción:**

Las dimensiones observar los ANEXOS B1., B2., B3.

#### 2.2.4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Para el diseño y construcción del tanque de almacenamiento se debe considerar, la presión para la ruptura y los esfuerzos; para que sea seguro. También hay que tomar en cuenta el tipo de tanque y el líquido a almacenar.

- El tanque de almacenamiento es de tipo cilíndrico horizontal.
- La presión de aire interna a la que va a estar el tanque de almacenamiento es de aproximadamente 15 psi, con esto garantizamos el mismo caudal en todas las salidas que van a los dosificadores.

Los diámetros correspondientes al tanque de almacenamiento se indican en la Figura 2.60.

##### Datos:

$$P_{manométrica} = 16 \text{ psi (aplicada)}$$

$$S_U = 81000 \text{ psi (resistencia a la tracción)}$$

$$S_Y = 41000 \text{ psi (resistencia a la fluencia)}$$

##### Diseño:

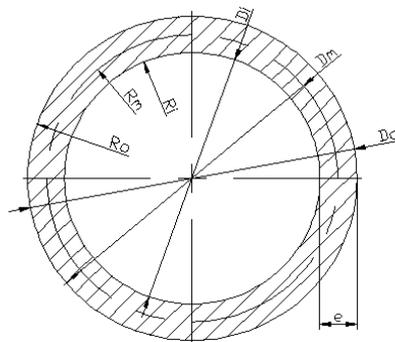


Figura 2.60. Diámetros del tanque.

$$D_o = 0,388 m$$

$$D_i = 0,385 m$$

$$e = 1,5 mm$$

$$L = 2,44 m$$

Si la relación del radio medio del recipiente a su espesor de pared es de 10 o mayor, el esfuerzo es casi uniforme y se puede suponer que todo el material de la pared resiste por igual las fuerzas aplicadas.

Un recipiente se considera de pared delgada si:

$$\frac{R_m}{e} \geq 10 \quad R_m: \text{radio medio}$$

En nuestro caso:

$$R_m = \frac{R_o + R_i}{2}$$

$$R_m = \frac{(0,194 + 0,1925) m}{2}$$

$$R_m = 0,193 m$$

$$\frac{R_m}{e} \geq 10$$

$$\frac{0,193 m}{1,5 \times 10^{-3} m} \geq 10$$

$$128,667 \geq 10$$

$\therefore$  El recipiente es de pared delgada

$$\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{kg}{m^3} \quad \gamma: \text{Peso específico}$$

$$h = \frac{3}{4} D_i$$

$$h = \frac{3}{4} \times 0,385$$

$$h = 0,289 m$$

$$P_{H_2O} = \gamma \times h$$

$$P_{H_2O} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,289 \text{ m}$$

$$P_{H_2O} = 289 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times \frac{\text{psi}}{703,07 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}$$

$$P_{H_2O} = 0,411 \text{ psi}$$

$$P = P_{H_2O} + P_{\text{aire}}$$

$$P = 0,411 + 16$$

$$P = 16,411 \text{ psi}$$

### Esfuerzo longitudinal

$$D_m = \frac{D_o + D_i}{2}$$

$$D_m = \frac{0,388 + 0,385}{2}$$

$$D_m = 0,387 \text{ m}$$

$D_m$ : diámetro medio

$$\sigma = \frac{PD_m}{4e}$$

$$\sigma = \frac{16,411 \text{ psi} \times 0,387 \text{ m}}{4 \times (1,5 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$\sigma = 1058,509 \text{ psi}$$

### Esfuerzo Anular

$$\sigma = \frac{PD_m}{2e}$$

$$\sigma = \frac{16,411 \text{ psi} \times 0,387 \text{ m}}{2 \times (1,5 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$\sigma = 2117,019 \text{ psi}$$

El esfuerzo anular es el esfuerzo máximo que se debe usar para calcular la presión de ruptura.

$$\sigma = \frac{S_U}{N} \quad N: \text{Factor de diseño}$$
$$\sigma = 81000 \text{ psi}$$

*N* es 1, el material estaría a punto de una fractura definitiva, y es el valor mínimo que podemos considerar

$$\sigma = \frac{PD_m}{2e}$$
$$P = \frac{2e\sigma}{D_m}$$
$$P = \frac{2 \times (1,5 \times 10^{-3} \text{ m}) \times 81000 \text{ psi}}{0,387 \text{ m}}$$
$$P_{\text{estallido}} = 627,907 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

De manera general se aplica un factor de diseño de 6 o mayor a la presión de ruptura para obtener una presión de operación permisible. El tanque se limitaría a aproximadamente 104 psi de presión interna.

### **Construcción:**

Para la construcción se especifica las dimensiones en el ANEXO B11.

### **2.2.5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROCESO DE TAPADO.**

#### **Diseño:**

Para el diseño de la tapadora por impacto debemos calcular la fuerza que va a soportar el molde de sujeción del envase. Figura 2.61.



**Figura 2.61. Sujetadores.**

$$S_U = 78 \frac{N}{mm^2} \text{ (resistencia a la tracción)}$$

$$\sigma = \frac{S_U}{N} \quad N=1$$

$$\sigma = 78 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_b = \frac{F}{A_{\text{contacto}}}$$

$$F = \sigma_b \times A_{\text{contacto}}$$

$$F = 78 \frac{N}{mm^2} \times (\pi \times r^2) \quad \sigma_b; \text{ esfuerzo de apoyo}$$

$$F = 78 \frac{N}{mm^2} \times (\pi \times 6^2 \text{ mm}^2)$$

$$F = 8821,59 \text{ N}$$

El área de contacto es la del émbolo del cilindro debido a que es el área que ejerce la presión. Tabla 2.40.

FORCES GENERATED DURING THRUST AND TRACTION (THEORETICAL)

Cylinder bore D mm	Piston rod diameter d mm	Motion	Useful area cm <sup>2</sup>	Thrust and traction force in daN depending on the operating pressure in bar.									
				1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar
8	4	thrust	0.50	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
		traction	0.38	0.4	0.8	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.4	3.8
10	4	thrust	0.79	0.8	1.6	2.4	3.1	3.9	4.7	5.5	6.3	7.1	7.9
		traction	0.66	0.7	1.3	2.0	2.6	3.3	4.0	4.6	5.3	5.9	6.6
12	6	thrust	1.13	1.1	2.3	3.4	4.5	5.7	6.8	7.9	9.0	10.2	11.3
		traction	0.85	0.8	1.7	2.5	3.4	4.2	5.1	5.9	6.8	7.6	8.5
16	6	thrust	2.01	2.0	4.0	6.0	8.0	10.1	12.1	14.1	16.1	18.1	20.1
		traction	1.73	1.7	3.5	5.2	6.9	8.6	10.4	12.1	13.8	15.6	17.3
16	8	thrust	2.01	2.0	4.0	6.0	8.0	10.1	12.1	14.1	16.1	18.1	20.1
		traction	1.51	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.6	12.1	13.6	15.1
20	8	thrust	3.14	3.1	6.3	9.4	12.6	15.7	18.8	22.0	25.1	28.3	31.4
		traction	2.64	2.6	5.3	7.9	10.6	13.2	15.8	18.5	21.1	23.8	26.4
20	10	thrust	3.14	3.1	6.3	9.4	12.6	15.7	18.8	22.0	25.1	28.3	31.4
		traction	2.36	2.4	4.7	7.1	9.4	11.8	14.1	16.5	18.8	21.2	23.6
25	8	thrust	4.91	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5	29.5	34.4	39.3	44.2	49.1
		traction	4.41	4.4	8.8	13.2	17.6	22.0	26.4	30.8	35.2	39.7	44.1
25	10	thrust	4.91	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5	29.5	34.4	39.3	44.2	49.1
		traction	4.12	4.1	8.2	12.4	16.5	20.6	24.7	28.9	33.0	37.1	41.2
32	12	thrust	8.04	8.0	16.1	24.1	32.2	40.2	48.3	56.3	64.3	72.4	80.4
		traction	6.91	6.9	13.8	20.7	27.6	34.6	41.5	48.4	55.3	62.2	69.1
40	12	thrust	12.57	12.6	25.1	37.7	50.3	62.8	75.4	88.0	100.5	113.1	125.7
		traction	11.44	11.4	22.9	34.3	45.7	57.2	68.6	80.0	91.5	102.9	114.4
40	16	thrust	12.57	12.6	25.1	37.7	50.3	62.8	75.4	88.0	100.5	113.1	125.7
		traction	10.56	10.6	21.1	31.7	42.2	52.8	63.3	73.9	84.4	95.0	105.6
50	16	thrust	19.63	19.6	39.3	58.9	78.5	98.2	117.8	137.4	157.1	176.7	196.3
		traction	17.62	17.6	35.2	52.9	70.5	88.1	105.7	123.4	141.0	158.6	176.2
50	20	thrust	19.63	19.6	39.3	58.9	78.5	98.2	117.8	137.4	157.1	176.7	196.3
		traction	16.49	16.5	33.0	49.5	66.0	82.5	99.0	115.5	131.9	148.4	164.9
63	16	thrust	31.17	31.2	62.3	93.5	124.7	155.9	187.0	218.2	249.4	280.6	311.7
		traction	29.16	29.2	58.3	87.5	116.6	145.8	175.0	204.1	233.3	262.5	291.6
63	20	thrust	31.17	31.2	62.3	93.5	124.7	155.9	187.0	218.2	249.4	280.6	311.7
		traction	28.03	28.0	56.1	84.1	112.1	140.2	168.2	196.2	224.2	252.3	280.3
80	20	thrust	50.27	50.3	100.5	150.8	201.1	251.3	301.6	351.9	402.1	452.4	502.7
		traction	47.12	47.1	94.2	141.4	188.5	235.6	282.7	329.9	377.0	424.1	471.2
80	25	thrust	50.27	50.3	100.5	150.8	201.1	251.3	301.6	351.9	402.1	452.4	502.7
		traction	45.36	45.4	90.7	136.1	181.4	226.8	272.1	317.5	362.9	408.2	453.6
100	25	thrust	78.54	78.5	157.1	235.6	314.2	392.7	471.2	549.8	628.3	706.9	785.4
		traction	73.63	73.6	147.3	220.9	294.5	368.2	441.8	515.4	589.0	662.7	736.3
125	32	thrust	122.72	122.7	245.4	368.2	490.9	613.6	736.3	859.0	981.7	1104.5	1227.2
		traction	114.68	114.7	229.4	344.0	458.7	573.4	688.1	802.7	917.4	1032.1	1146.8
160	40	thrust	201.06	201.1	402.1	603.2	804.2	1005.3	1206.4	1407.4	1608.5	1809.6	2010.6
		traction	188.50	188.5	377.0	565.5	754.0	942.5	1131.0	1319.5	1508.0	1696.5	1885.0
200	40	thrust	314.16	314.2	628.3	942.5	1256.6	1570.8	1885.0	2199.1	2513.3	2827.4	3141.6
		traction	301.59	301.6	603.2	904.8	1206.4	1508.0	1809.6	2111.1	2412.7	2714.3	3015.9

Tabla 2.40. Fuerza del cilindro neumático Ø 32 mm.

La F que ejerce el pistón es de 27,6 N; por lo tanto la fuerza que ejerce el émbolo del pistón es menor a la fuerza para la fractura definitiva del material.

- El material si resiste la fuerza aplicada.

### **2.3. MONTAJE DE EQUIPOS Y ELEMENTOS.**

Todos los equipos y elementos de la dosificadora han sido ubicados en la parte central de la estructura para que de esta manera sea más fácil la conexión de los dispositivos que están tanto en la banda transportadora como en el tanque de almacenamiento y en la estructura de los dosificadores.

En el mecanizado se realizaron operaciones como:

- Torneado
- Taladrado
- Procesos de soldadura SMAW, GTAW
- Roscado entre otros.

Para realizar el montaje de equipos, dispositivos se tomaron en cuenta dos consideraciones generales:

- Funcionalidad
- Facilidad para realizar las conexiones

#### **a. Funcionalidad.**

La ubicación de los equipos, dispositivos depende de la funcionalidad de la máquina, pero también se debe tomar en cuenta la estética que es muy importante al momento del montaje, bajo estas consideraciones los diferentes elementos y dispositivos tienen que poseer un tamaño acorde al de la máquina.

Para la fabricación de esta máquina se considero un diseño mecánico simple pero con buena funcionalidad, así el sistema no va a tener fallas de tipo mecánico.

Los equipos que se seleccionaron son lo más acorde al tamaño y funciones que realiza la dosificadora. Además tener presente las ventajas que ofrece desde el punto de vista económico y de manejo para realizar un montaje de una manera mas fácil, adecuada y con un amplio criterio de estética en la presentación.

La estructura metálica del proyecto permite la adaptación de los elementos de acuerdo a la necesidad que ese tenga.

Bajo este criterio a continuación se detalla el montaje de los dispositivos que están relacionados con esta condición.

#### **b. Sensores.**

Están ubicados tanto en la banda transportadora, mecanismo de los dosificadores y en el tanque de almacenamiento, su ubicación depende de las necesidades que se tenga por ejemplo los finales de carrera se ubican según el posicionamiento de los dosificadores sobre los envases. La posición del pistón depende del final de carrera y de la válvula distribuidora 5/3 neumática.

En cuanto a los sensores de nivel se ubicaron tomando en cuenta que no exista sobrante de líquido cuando finalice las horas de trabajo y como se presuriza el tanque también necesitamos un volumen adecuado para el ingreso de aire.

El sensor inductivo se ubica en la estructura de la banda transportadora tiene como función principal realizar el trabajo cíclico del motor trifásico para la posición correcta de las botellas bajo los dosificadores.

La ubicación del transductor de presión es en el tablero de control debido a que se encuentra mas cerca al plc, y del tanque de almacenamiento se conecta la toma para el sensado de la presión a la que va estar el tanque de almacenamiento.

### **c. Facilidad para poder realizar las conexiones.**

La máquina posee una variada cantidad de elementos lo que implica la existencia de numerosas conexiones tanto eléctricas, electrónicas y neumáticas se debe considerar esto al momento de realizar el montaje de los dispositivos principalmente para no afectar el correcto funcionamiento de los mismos.

Todos los elementos están dispuestos de una forma tal que no se necesite grandes cantidades de cables y mangueras para que la conexión al tablero de control sea fácil y sencilla, para tener una excelente calidad y presentación del proyecto.

El tablero de control esta ubicado de tal manera que ofrece todas las facilidades para realizar las diferentes conexiones de una manera segura y adecuada.

Enseguida se describen los elementos que se acogen a este tipo de condición en lo referente al montaje.

### **d. Electroválvulas y cilindros neumáticos.**

El montaje de estos elementos en el mecanismo de los dosificadores es por estética y facilidad de conexión, estas dos condiciones son muy fundamentales porque es en base a la estética que va a existir una distribución uniforme de las conexiones especialmente neumáticas que es lo que se logró en este mecanismo.

Para la ubicación de la manguera se opto por colocar las válvulas distribuidoras cerca de los pistones, con esta disposición nos obviamos la utilización de más longitud de mangueras, esto sucedía si las válvulas se ubicaban separadas de los cilindros neumáticos.

Están ubicadas también en el tanque de almacenamiento debido a que nos facilita las conexiones de aire y de entrada de líquido.

#### **e. Grupo de purificación del aire.**

Para la purificación del aire se utilizó un bloque de filtros y reguladores para que este en contacto con el producto.

El bloque de purificación del aire está ubicado en la parte posterior al soporte metálico del tanque de almacenamiento debido a que existen purgas de partículas de agua, aceite, impurezas. Esta ubicación también se debe a que la distribución del aire está lo más cercana a las válvulas distribuidoras y al tanque.

Para finalizar con la parte del montaje de dispositivos se hará referencia a lo siguiente:

El criterio utilizado para la disposición de equipos y dispositivos en la máquina dosificadora fue escogido de acuerdo a la funcionalidad.

## **III. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.**

En este capitulo se detallan el tipo de PLC utilizado, la programación del mismo y el monitoreo del proceso de envasado a través del software de aplicación industrial.

### **3.1. GENERALIDADES.**

#### **3.1.1. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.**

Los lenguajes de programación son necesarios para la comunicación entre el usuario, sea programador u operario de la máquina o proceso donde se encuentre el PLC. La interacción que tiene el usuario con el PLC la puede realizar por medio de la utilización de un cargador de programa también reconocida como consola de programación o por medio de un PC.

En procesos grandes o en ambientes industriales el PLC recibe el nombre también de API (Autómata Programable Industrial) y utiliza como interfase para el usuario pantallas de plasma, pantallas de contacto (touch screen).

- **Clasificación de los lenguajes de programación.**

Los lenguajes de programación para PLC son de dos tipos, visuales y escritos. Los visuales admiten estructurar el programa por medio de símbolos gráficos. Los escritos son listados de sentencias que describen las funciones a ejecutar.

Los programadores de PLC poseen formación en múltiples disciplinas y esto determina que exista diversidad de lenguajes. Los programadores de aplicaciones

familiarizados con el área industrial prefieren lenguajes visuales, por su parte quienes tienen formación en electrónica e informática optan, inicialmente por los lenguajes escritos. Figura 3.1.

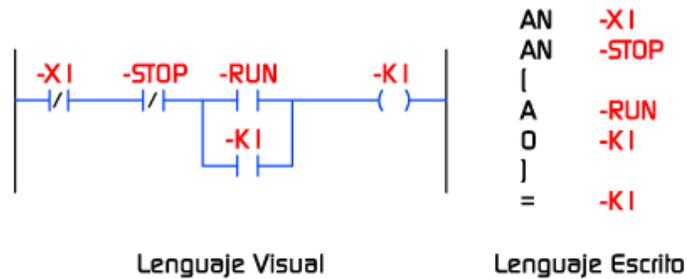


Figura 3.1. Lenguajes de programación.

#### a. Lenguaje a contactos (LD).

Representa el funcionamiento deseado, como en un circuito de contactores y relés, fácil de entender y utilizar para usuarios con experiencia en lógica alamburada. En general, nos referimos a este lenguaje como LADDER (escalera), ya que la forma de construcción de su esquema se asemeja a una escalera.

Muchos autómatas incluyen módulos especiales de software para poder programar gráficamente de esta forma. Este tipo de lenguaje es el mas común y nos permite una facilidad de monitoreo, facilidad de programación y versatilidad. Figura 3.2.

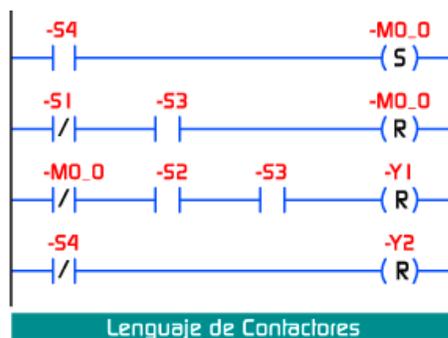


Figura 3.2. Lenguaje de contactos.

### b. Lenguaje por lista de instrucciones (IL).

En los autómatas de gama baja, es el único modo de programación. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos.

También decir, que este tipo de lenguaje es, en algunos los casos, la forma más rápida de programación. Figura 3.3.



Figura 3.3. Programación por lista de instrucciones.

### c. Lenguaje graficet (SFC).

Es el llamado Gráfico de Orden Etapa Transición. Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones.

Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos. Muchos de los autómatas que existen en el mercado permiten la programación en GRAFCET, tanto en modo gráfico o como por lista de instrucciones.

También podemos utilizarlo para resolver problemas de automatización de forma teórica y posteriormente convertirlo a plano de contactos. Figura 3.4.

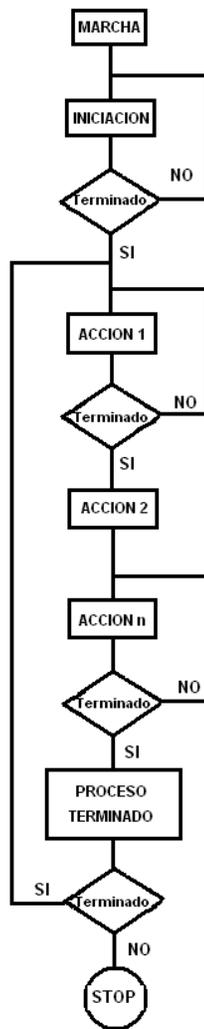


Figura 3.4. Programación Grafcet.

**d. Plano de funciones (FBD).**

Utiliza los diagramas lógicos de la electrónica digital. Figura 3.5.

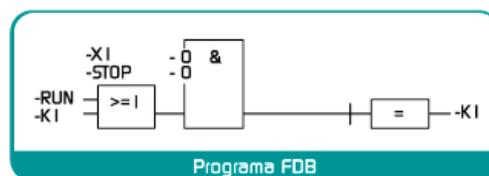


Figura 3.5. Programación a través de un plano de funciones.

## **3.2. PROGRAMACIÓN DEL PLC PARA EL CONTROL DEL PROCESO.**

El sistema de programación permite, mediante las instrucciones del autómata, confeccionar el programa de usuario.

Posteriormente el programa realizado, se trasfiere a la memoria de programa de usuario.

La programación del autómata consiste en el establecimiento de una sucesión ordenada de instrucciones, escritas en un lenguaje de programación concreto.

Estas instrucciones están disponibles en el sistema de programación y resuelven el control de un proceso determinado.

Los Programas de aplicación se estructuran de acuerdo al modo como se procesan los programas (tareas), éstas pueden ser de dos tipos:

### **a. Programación lineal.**

Se emplea para aplicaciones simples de automatización, su procesamiento es cíclico o secuencial y es suficiente programar las diferentes instrucciones en un solo bloque o sección de programación.

Un procesamiento cíclico o secuencial, consiste en la lectura, interpretación y ejecución de instrucción por instrucción, respetando el orden en que se han programado, salvo las instrucciones de salto.

## **b. Programación estructurada.**

Cuando se desea programar tareas de automatización muy complejas donde utilizar una programación lineal resulta demasiado laborioso, es conveniente en este caso dividir el problema en partes, de tal forma, que interpretándolo y resolviéndolo en forma parcial mediante bloques y al final unir este conjunto de programas en uno solo, resulta significativamente más fácil para el usuario.

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.

### **3.2.1. ENTRADAS DEL PLC.**

La sección de entradas mediante el interfaz adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores. Tabla 3.1.

Hay dos tipos de entradas:

- a. Entradas digitales.
- b. Entradas analógicas.

#### **a. Entradas digitales.**

Los módulos de entrada digitales permiten conectar al autómeta, captadores de tipo todo o nada como finales de carrera pulsadores, etc.

Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0". El proceso de adquisición de la señal digital consta de varias etapas.

- Protección contra sobretensiones.
- Filtrado.
- Puesta en forma de la onda.
- Aislamiento galvánico o por optoacoplador.

#### **b. Entradas analógicas.**

Los módulos de entrada analógicas permiten que los autómatas programables trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser la temperatura, la presión o el caudal.

Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del autómata. Lo que realiza es una conversión A/D, puesto que el autómata solo trabajar con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Los módulos de entrada analógica pueden leer tensión o intensidad. El proceso de adquisición de la señal analógica consta de varias etapas:

- Filtrado.
- Conversión A/D.
- Memoria interna.

<b>ENTRADAS DEL PLC Telemecanique (Twido TWDLCAA24DRF)</b>			
<b>N°</b>	<b>Función</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Designación</b>
2	Paro general	Pulsador Paro	I 0.2
3	Reset	Pulsador Reset	I 0.3
4	Envasado 500 cc	Pulsador 500 cc	I 0.4
5	Envasado 250 cc	Pulsador 250 cc	I 0.5
6	Retrae el cilindro neumático	Final de carrera	I 0.6
7	Extiende el cilindro neumático	Final de carrera	I 0.7
9	Ciclos del motorreductor	Sensor inductivo	I 0.9
10	Sensar el nivel máximo del tanque de almacenamiento	Sensor de nivel tipo boya	I 0.10
11	Sensar el nivel mínimo del tanque de almacenamiento	Sensor de nivel tipo boya	I 0.11
<b>Módulo de ampliación Telemecanique (Twido TWDAMI2HT)</b>			
<b>N°</b>	<b>Función</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Designación</b>
1	Recibir la señal analógica del transductor de presión	Módulo de entradas analógicas	IW 0.1.0

**Tabla 3.1. Entradas del PLC.**

### **3.2.2. SALIDAS DEL PLC.**

La sección de salida también mediante interfaz trabaja de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, y las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relés, etc., aquí también existen unas interfaces de adaptación a las salidas de protección de circuitos internos. Tabla 3.2.

Hay dos tipos de salidas:

- Salidas digitales.
- Salidas analógicas.

#### **a. Salidas digitales**

Un módulo de salida digital permite al autómata programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada. El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómata en el caso de módulos de salidas a relé.

En los módulos estáticos (bornero), los elementos que conmutan son los componentes electrónicos como transistores o triacs, y en los módulos electromecánicos son contactos de relés internos al módulo. El proceso de envío de la señal digital consta de varias etapas:

- Puesta en forma
- Aislamiento
- Circuito de mando (relé interno)

- Protección electrónica
- Tratamiento cortocircuitos

### **b. Salidas analógicas**

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad.

Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el autómata solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura, permitiendo al autómata realiza funciones de regulación y control de procesos continuos. El proceso de envío de la señal analógica consta de varias etapas:

- Aislamiento galvánico
- Conversión D/A
- Circuitos de amplificación y adaptación
- Protección electrónica de la salida

Las señales analógicas sufren un gran proceso de adaptación tanto en los módulos de entrada como en los módulos de salida. Las funciones de conversión A/D y D/A que realiza son esenciales. Por ello los módulos de E/S analógicos se les consideran módulos de E/S especiales.

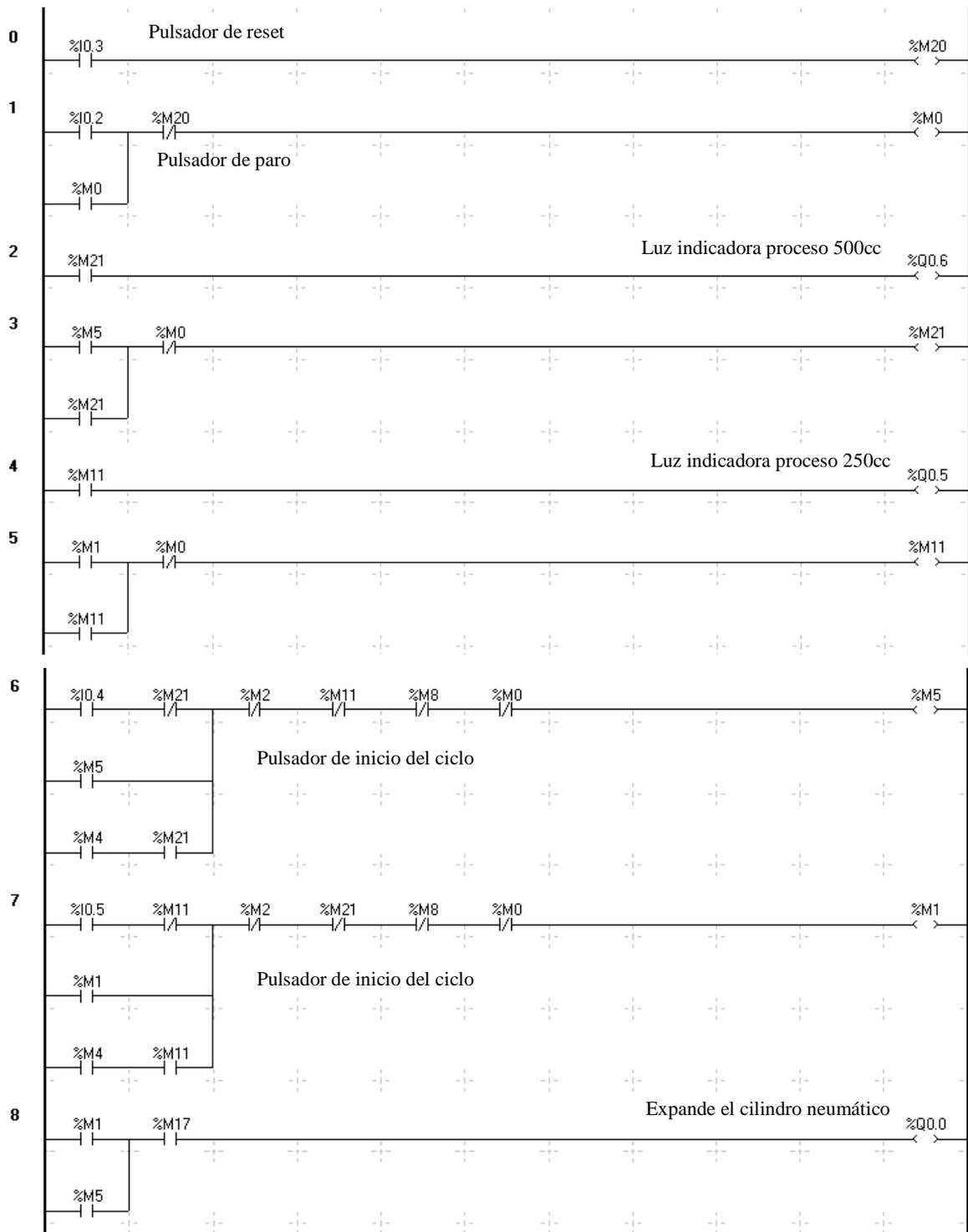
<b>SALIDAS DEL PLC</b>			
<b>No.</b>	<b>Función</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Designación</b>
0	Control del avance del cilindro neumático.	Electroválvula	Q 0.0
1	Control de retorno del cilindro neumático.	Electroválvula	Q 0.1
2	Control ON/OFF del líquido	Electroválvula	Q 0.2
3	Control ON/OFF de la entrada de aire.	Electroválvula	Q 0.3
4	Control ON/OFF del escape de aire.	Electroválvula	Q 0.4
5	Señalización del proceso de envasado de 250 cc.	Lámpara indicadora	Q 0.5
6	Señalización del proceso de envasado de 500 cc.	Lámpara indicadora	Q 0.6
9	Arranque y Parada del motorreductor	Bobina del contactor	Q 0.9

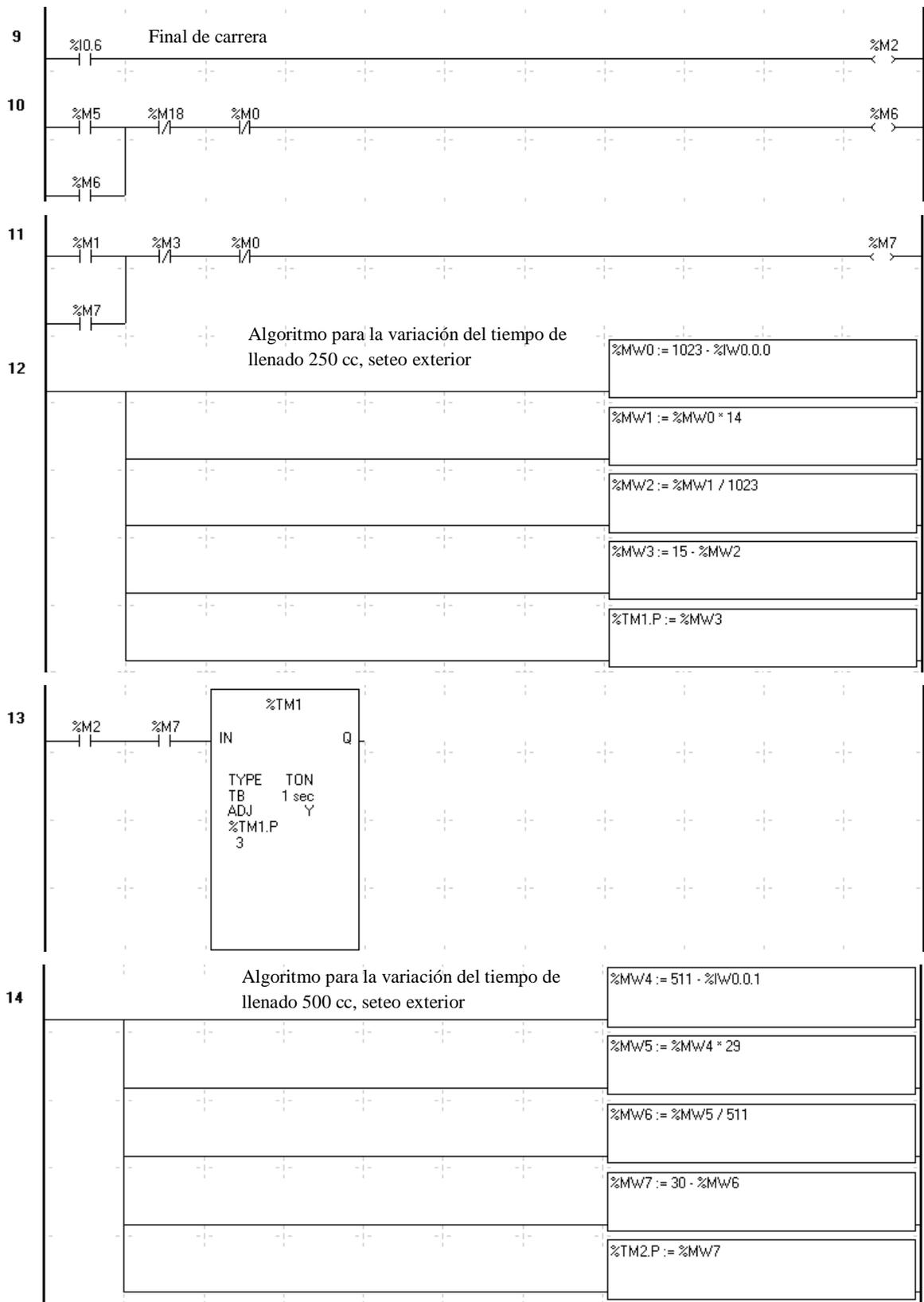
**Tabla 3.2. Salidas del PLC.**

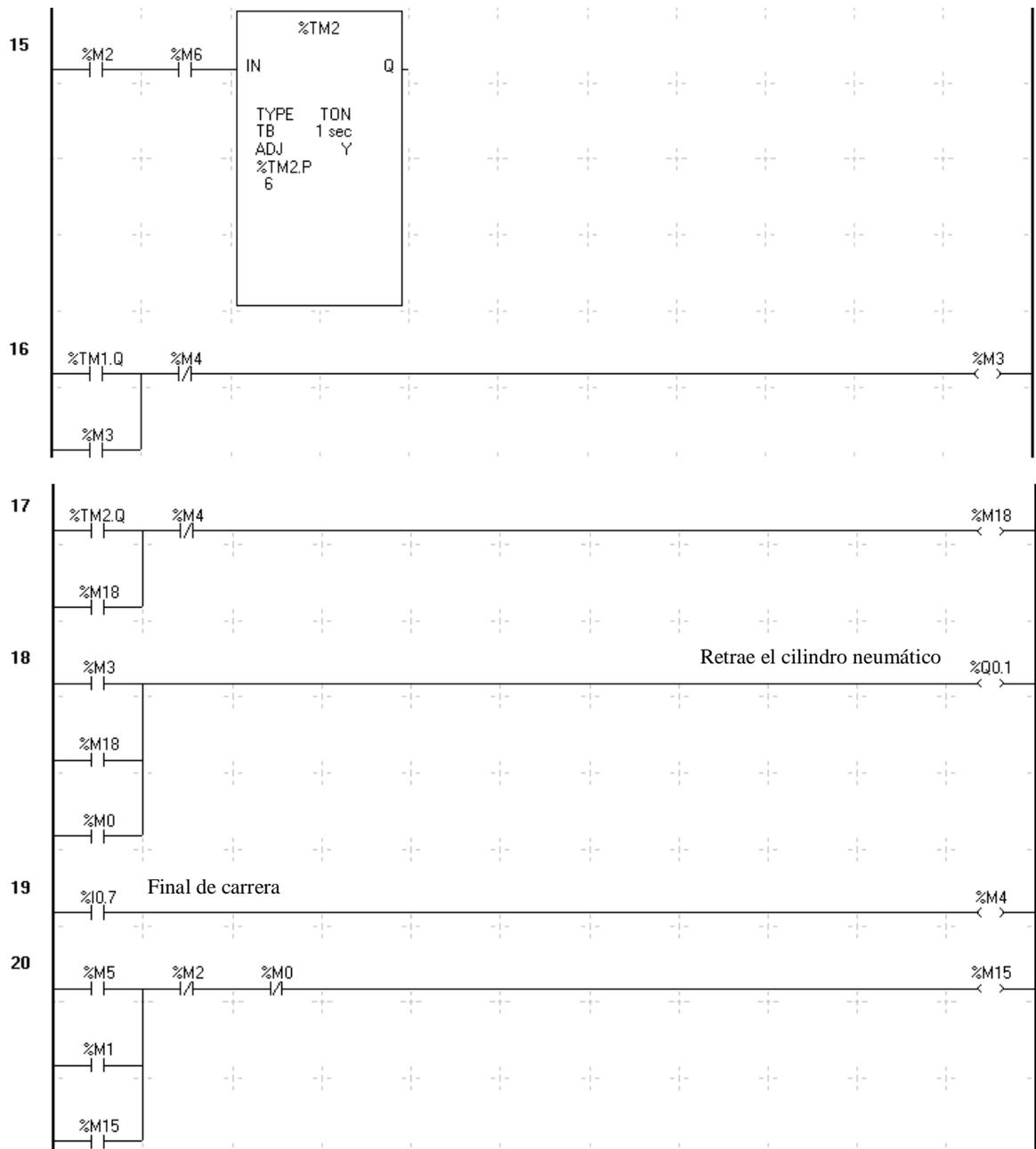
### **3.2.3. PROGRAMA DE CONTROL DEL PROCESO.**

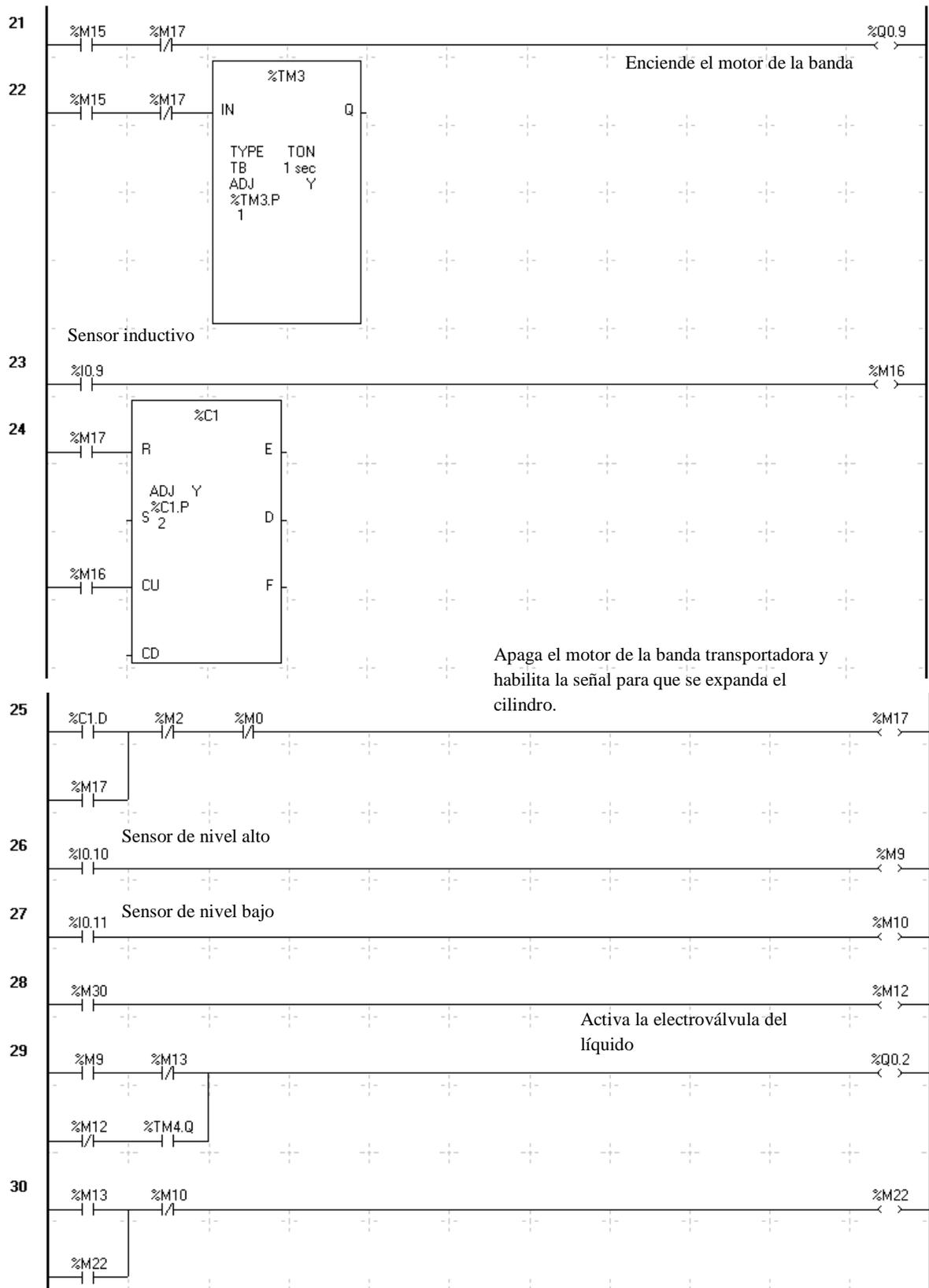
Para la implementación del programa se utilizó un lenguaje de programación a contactos (ladder), se escogió esta forma de programación debido a su facilidad de interpretación.

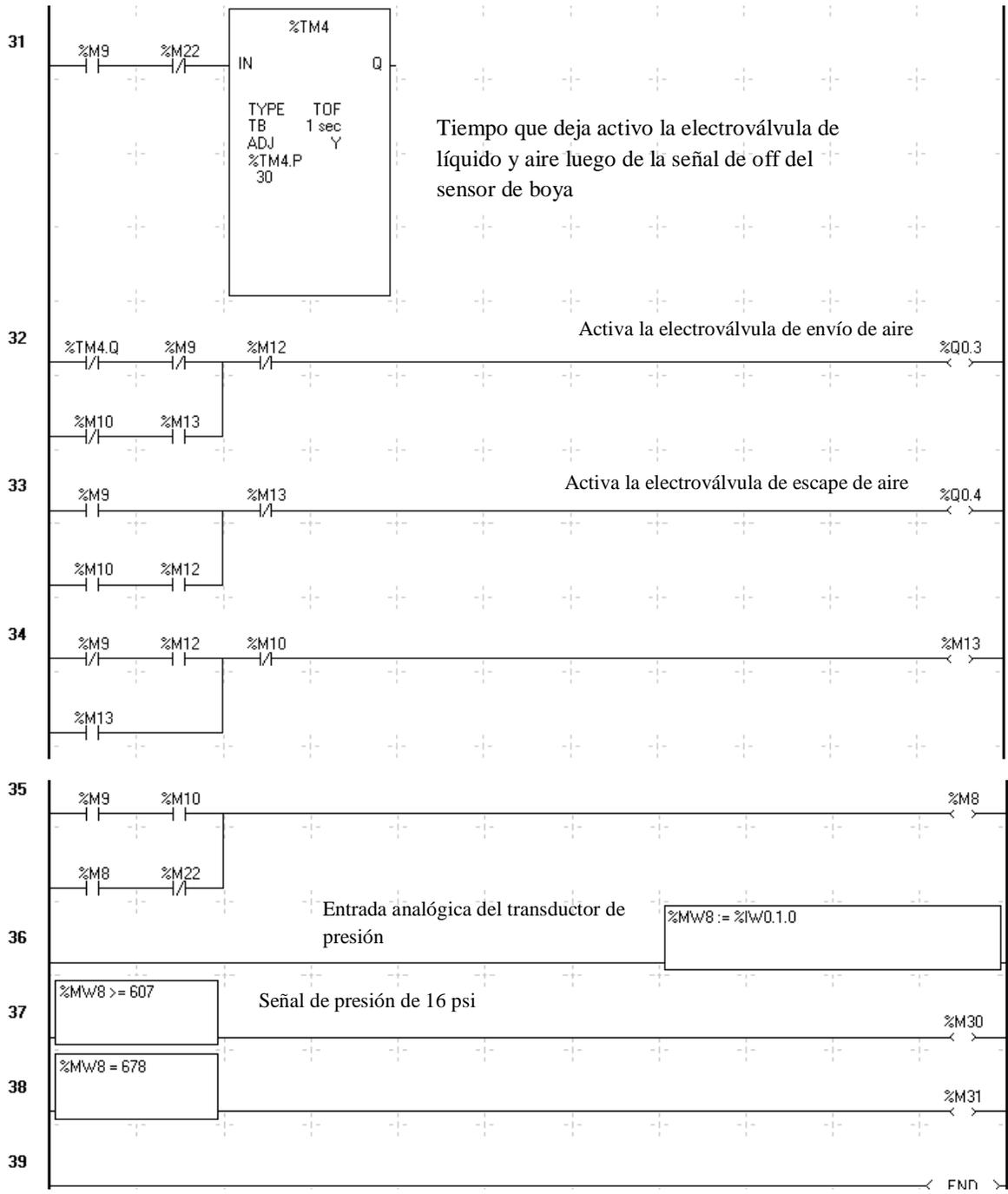
A continuación se detalla el programa de la máquina dosificadora.











### **3.2.4. FUNCIONES DEL SISTEMA DE CONTROL.**

El sistema de control de la máquina debe cumplir las siguientes funciones:

- Control de arranque y paro del motorreductor para el desplazamiento de la cadena transportadora.
- Control de pistón neumático para el accionamiento de los dosificadores.
- Control de nivel de líquido mediante sensores de nivel tipo boya.
- Control de presión mediante un transductor.
- Parada de la máquina ante condiciones de falla.

## **3.3. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL MONITOREO Y CONTROL DEL PROCESO.**

### **3.3.1. IMPLEMENTACIÓN DE COMUNICACIÓN (OPC).**

#### **3.3.1.1. EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN “DDE”.**

InTouch identifica un elemento de datos en un programa servidor de I/O usando tres informaciones que se utilizan como convención que incluye el nombre de la aplicación (application name), nombre del tema (topic name) y el nombre del artículo (item name). Para obtener datos de otra aplicación, el programa cliente (InTouch) abre una vía al programa servidor especificando estos tres artículos.

Para que InTouch adquiriera un valor de los datos de otra aplicación, debe saber el nombre de la aplicación que proporciona los datos, el nombre del tema dentro de la aplicación que contiene los datos, y el nombre del artículo específico dentro del tema. Además, InTouch necesita saber el tipo de los datos; discreto, entero, real (punto flotante), o mensaje (arreglo). Esta información determina que las I/O escriben sobre el tagname cuando se define en el banco de datos de InTouch. Cuando WindowViewer está corriendo, realizará automáticamente actualizará todas los valores y ejecutará las acciones según el programa.

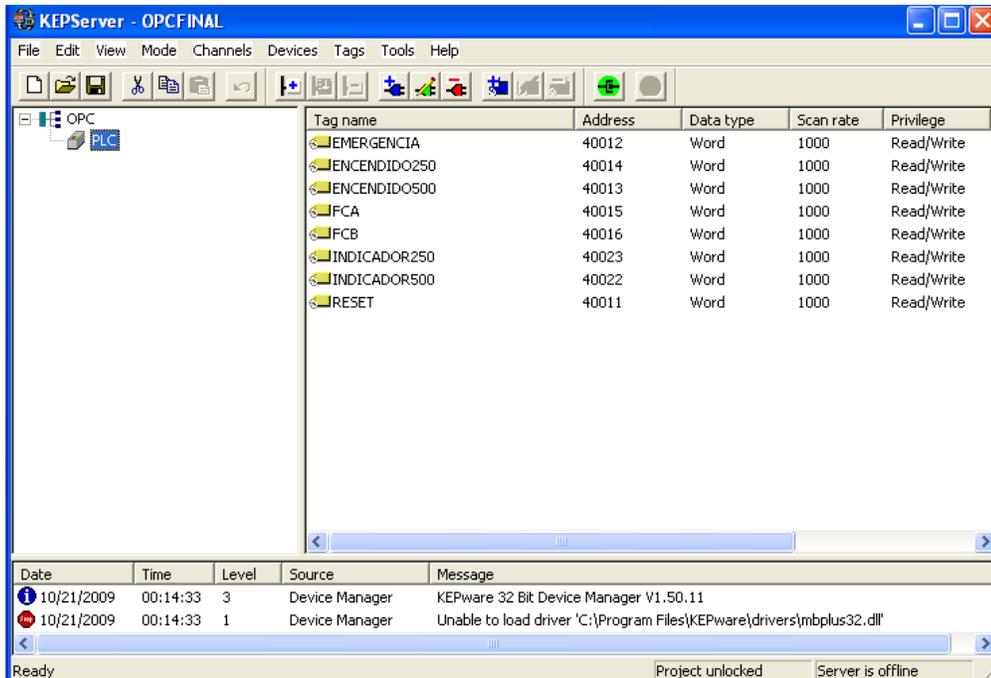
Este protocolo de comunicación es conocido como DDE. Fue creado por Microsoft para establecer comunicación entre todos los programas que operen bajo Windows. Por ejemplo, en el caso de EXCEL trabajando como un servidor, el nombre de la aplicación es "EXCEL", el nombre del tema es el nombre de la hoja de cálculo específica que contiene los datos y el nombre del artículo es la identificación de la celda en la hoja de cálculo cuyo dato va a ser leído/escrito por un programa cliente.

#### **3.3.1.2. KEPSERVER.**

El programa servidor al cual accede InTouch para tomar los valores que se originan en el PLC, y escribir en las entradas se llama KEPServer, utilizando el protocolo de comunicación DDE. Este servidor se comunica con una amplia lista de diferentes marcas de PLC's, incluyendo al Telemecanique. Toma los valores directamente de la interface de comunicación al que está conectado el PLC o la red.

La Figura 3.6. muestra la pantalla del programa. El Application Name del servidor es KEPDDE. Para empezar un proyecto se debe abrir un canal (Channel), archivo que inicia las comunicaciones con el PLC o la red. En un Channel pueden estar definidos varios PLC's cada uno con un Topic Name diferente. El Item Name será el nombre

del TAG que representa alguna dirección en la memoria de datos del PLC. El botón rojo conecta o desconecta las comunicaciones.

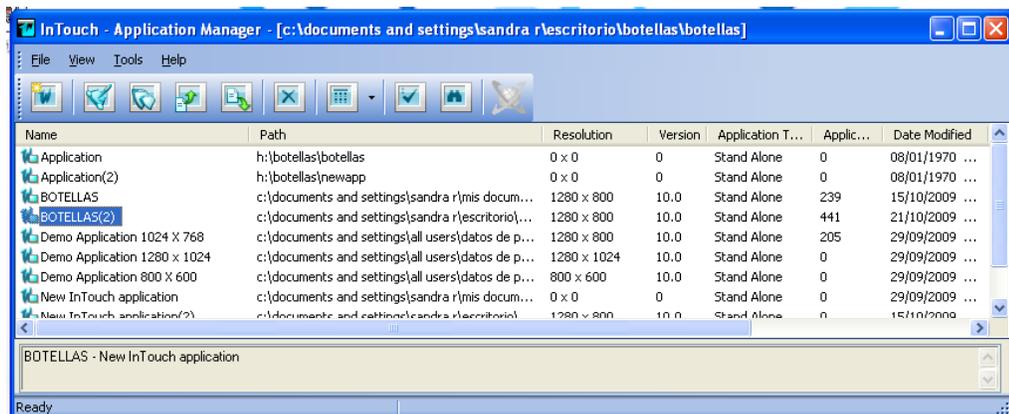


**Figura 3.6. KEPServer.**

### **3.3.2. PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE DE MONITOREO.**

#### **3.3.2.1. SELECCIÓN DE LA APLICACIÓN.**

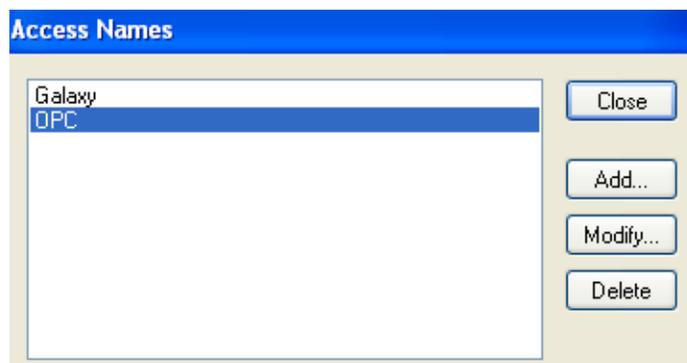
Para iniciar una aplicación, se debe acceder al Manager de InTouch. Desde aquí se puede abrir un espacio para la nueva aplicación ingresando el nombre y la descripción respectiva. La Figura 3.7. muestra la pantalla del Manager de InTouch.



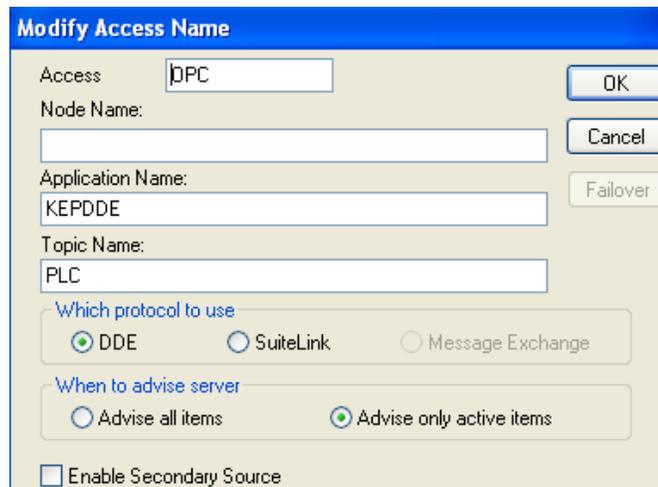
**Figura 3.7. Application Manager.**

### 3.3.2.2. EL “ACCESS NAME”.

Para editar una pantalla se oprime el acceso directo a WindowMaker, que es el editor de las pantallas. Como se va a establecer un enlace DDE con el Server, hay que definir el Access Name. Aquí se agrega el Server con su respectiva dirección o Application Name, y el Topic Name, en caso es el nombre del Channel. Las Figuras 3.8. y 3.9. muestran las ventanas de diálogo para introducir estos datos.



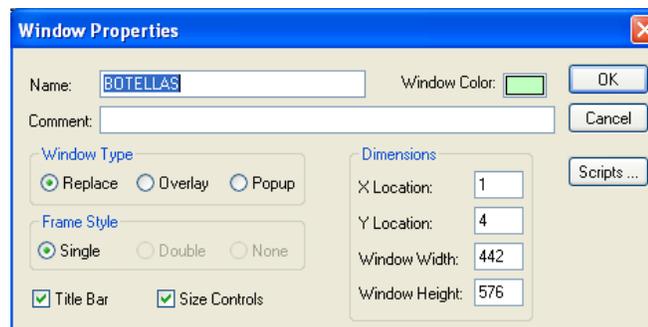
**Figura 3.8. Access Name.**



**Figura 3.9. Propiedades Access Name.**

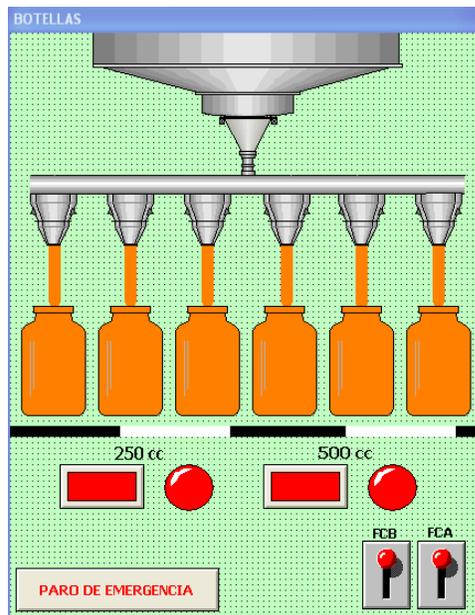
### 3.3.2.3. CONFIGURACIÓN DE LAS PANTALLAS.

Estando en el WindowMaker, se selecciona NEW para elaborar la primera pantalla. Aparece el cuadro de diálogo para definir las características de la pantalla, como son el tamaño, la jerarquía, el color de fondo, etc. Figura 3.10.



**Figura 3.10. Propiedades de la ventana.**

En esta pantalla se graficará y se programará cada objeto de los que representan las piezas reales que componen el proceso a controlar. La pantalla de este editor se muestra en la Figura 3.11.

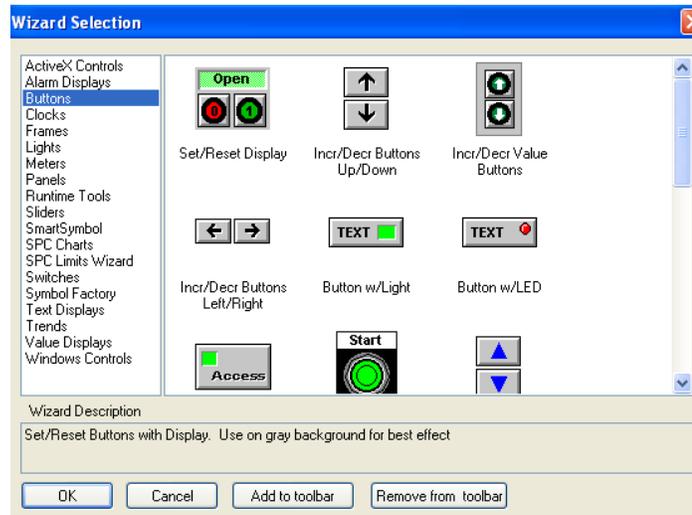


**Figura 3.11. Pantalla del editor.**

#### **3.3.2.4. EDICIÓN DE LAS PANTALLAS.**

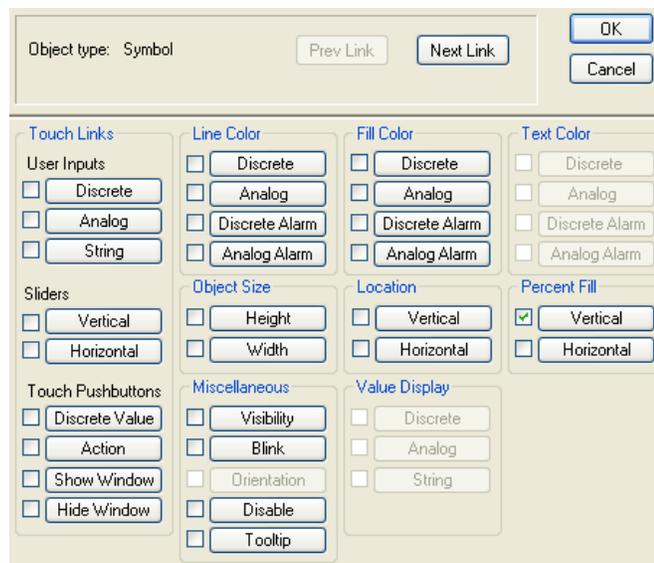
La barra de herramientas es muy completa. Se puede crear cualquier figura. Se puede agrupar, alinear, colorear y adherir texto a los objetos.

WindowMaker cuenta con una librería llamada Wizard Selection, que incluye imágenes muy útiles graficadas de una manera elaborada. La mayoría de éstas son objetos que están pre-programados y sólo requieren ciertos parámetros, según la aplicación que representen. Estos elementos pueden ser sliders, buttons, switches, pantalla para ingreso de valores, displays, etc. La Figura 3.12. muestra la pantalla del Wizard Selection.



**Figura 3.12. Selección de elementos.**

Para programar un objeto, se lo señala haciendo doble clic con el puntero. El cuadro de diálogo mostrado en la Figura 3.13. aparecerá automáticamente. En este cuadro se programa al objeto, dándole todos los atributos que se requieren. Los atributos están separados según su función. Un objeto puede obtener varios atributos. Para darle cierto atributo al objeto se selecciona el casillero respectivo y se llena el recuadro con la información requerida.



**Figura 3.13. Propiedades de los símbolos.**

Por ejemplo, si se desea dar a un objeto el atributo de desplazamiento horizontal, se selecciona la propiedad y se llena el cuadro que aparece en la Figura 3.14. La posición horizontal del objeto depende de una variable numérica. Cuando el valor de esta variable, definida por el programa como TAG, cambie el objeto se moverá horizontalmente.

**Figura 3.14. Atributo de desplazamiento.**

### **3.3.2.5. EL “TAG DICTIONARY”.**

Cada vez que se desee utilizar un tag hay que definirlo previamente. Si no se lo ha hecho, después de oprimir el botón aceptar, el programa requerirá automáticamente que cada nuevo Tag sea definido. El cuadro de la Figura 3.15 se abrirá. Aquí se especifica el tipo de dato que representa el Tag. Si es un valor real, string o un simple bit; si es un valor interno que reside sólo en la memoria de la computadora o se trata de un valor existente en el PLC. Figura 3.16. Si es así, se indica la dirección de memoria del valor en el PLC, si es valor de sólo lectura o escritura también. También se selecciona el Access Name que incluye la dirección DDE del servidor que realiza la comunicación con el PLC.

El reporte de todos los Tags utilizados por el programa se puede encontrar en un registro llamado Tag Dictionary Figura 3.17. Aquí se puede seleccionar y modificar las propiedades de cada Tag. Este cuadro se puede seleccionar en el menú Special.

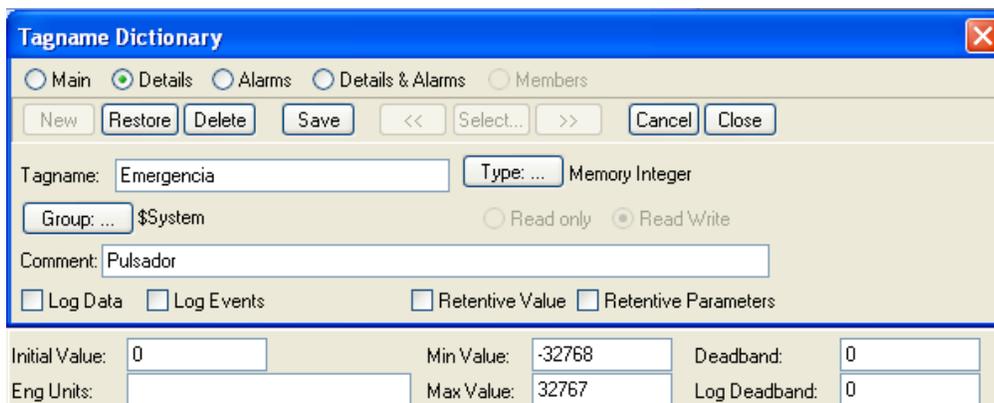


Figura 3.15. Tagname Dictionary.

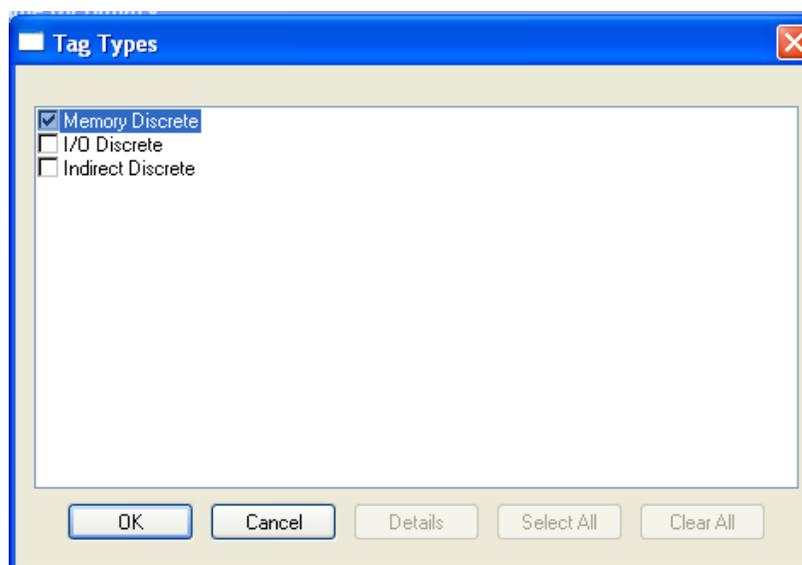
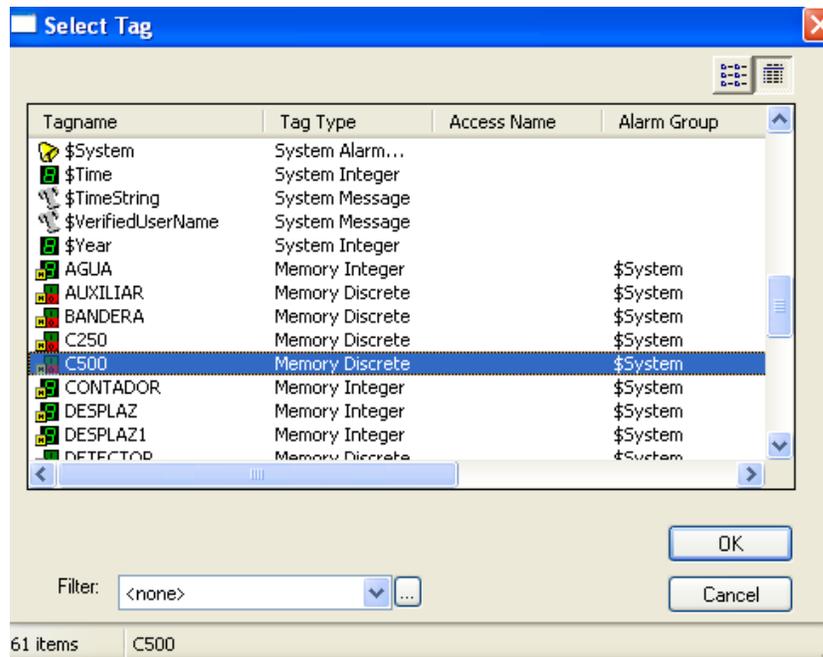


Figura 3.16. Tag Types.



**Figura 3.17. Select Tag.**

Si se utilizan elementos de la librería Wizard Selection, estos elementos también requieren ser programados. Cuando se seleccione el elemento de la librería, puede ser pegado en cualquier parte de la pantalla. Es necesario llenar el cuadro de diálogo de la Figura 3.18. Cada objeto requerirá información diferente, dependiendo de su aplicación.



**Figura 3.18. Cuadro de dialogo de una luz indicadora.**

### 3.3.2.6. LOS “SCRIPTS”.

En el InTouch se pueden desarrollar programas que se ejecutan en la memoria del PC, y que complementan el existente en el PLC. Estos programas son llamados “Scripts”. Entre ellos, el Application Script y los Condition Scripts son los más utilizados. El lenguaje de programación es Pascal. El Application Script es un programa principal que incluye todas las pantallas. La Figura 3.19. muestra la pantalla de programación. Los Condition Scripts son subprogramas que se ejecutan siempre y cuando se cumpla una condición lógica.

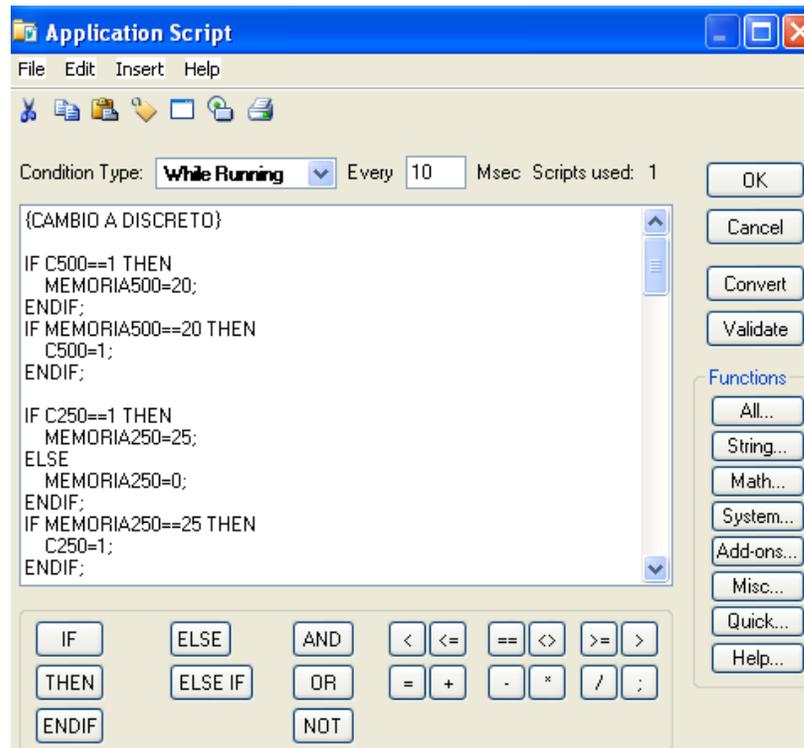


Figura 3.19. Application Script.

## IV. PRUEBAS Y RESULTADOS.

En este capítulo se especifica las pruebas realizadas y las correcciones para el correcto funcionamiento de la máquina.

### 4.1. PRUEBAS INDIVIDUALES DE DISPOSITIVOS Y/O ELEMENTOS.

Las pruebas en los elementos y/o dispositivos son necesarias porque permiten conocer el correcto funcionamiento de los mismos. Mediante las pruebas también son para establecer y detectar fallas que se presentan en estos y que posteriormente puedan afectar el funcionamiento del dosificador.

En Tabla 4.1. se muestran las fallas que se presentaron en los diferentes elementos y dispositivos así como las soluciones que se llevaron a cabo para corregir estos problemas.

Dispositivo o Elemento	Falla	Solución
Cadena Transportadora	No se mantiene en el mismo carril debido a que los ejes del piñón motriz y del conducido no están paralelos.	Adaptación de las chumaceras para que se puedan mover en su base hasta que estén los ejes paralelos.
		Colocar unos discos de nylon en el piñón conducido para que engrane correctamente el piñón y la cadena.
Soporte de botellas.	Los pernos de sujeción no los mantienen fijos.	Colocar el trabador de roscas.

<b>Dispositivo o Elemento</b>	<b>Falla</b>	<b>Solución</b>
Cilindro neumático principal.	Fugas de aire	Cambiar los acoples rápidos por racores. Colocar teflón.
	Regulación de velocidad en el instante en que baja (extiende) el cilindro.	Colocar una válvula Reguladora unidireccional.
	No está en posición inicial en el momento de empezar el trabajo de la máquina (No está retraído).	Mandar aire comprimido para que esté en su posición inicial (retraído).
Dosificadores	La distancia para su accionamiento no es la adecuada.	El final de carrera se mueve a otra posición para que se accione correctamente el grupo de dosificadores.
	Debido a la fricción se produce una pasta en el embolo de cada dosificador.	Lavar con detergente los émbolos para que se muevan libremente sin ningún obstáculo y de esta manera la dosificación sea exacta.
	Salida excesiva de líquido.	Colocar válvulas reguladoras de caudal.
Presostato	El diferencial de presión no es el adecuado para la correcta dosificación del líquido.	Cambiar el presostato por un transductor de presión.
Mangueras de distribución del líquido.	Muy rígidas.	Cambiar las mangueras por unas flexibles atoxicas.

**Tabla 4.1. Pruebas en elementos y dispositivos.**

## **4.2. PRUEBAS DEL SISTEMA NEUMÁTICO, ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO Y DE CONTROL.**

Para garantizar el funcionamiento del equipo y para detectar las posibles fallas se debe realizar las pruebas en los diferentes sistemas.

### **4.2.1. PRUEBAS DEL SISTEMA NEUMÁTICO.**

Para empezar se debe recordar que el aire comprimido debe ser conducido para que sea aprovechado. En las mangueras de conducción, el aire perderá parte de su presión por efecto de la fricción contra la manguera. Es importante notar que la pérdida total de presión en las tuberías nunca debe ser mayor al 5% de la presión total del aire comprimido. Midiendo entre la salida del compresor y el punto de utilización.

En todo sistema neumático existen pérdidas de presión propias de los dispositivos, pero estas no deben ser mayores al porcentaje establecido anteriormente, para que no existan fugas de aire se colocó teflón en los racores y acoples rápidos.

Para detectar fugas de aire se utilizó un método sencillo que consiste en colocar agua con detergente sobre los puntos críticos que son las uniones de las mangueras, los escapes de aire eran provocados por un mal acoplamiento de los racores de los cilindros neumáticos, electroválvulas y filtros reguladores. Para corregir este problema únicamente se colocó teflón alrededor de las roscas de las uniones y con esto se corrigió las fugas.

Todas las pruebas hechas en el sistema neumático fueron realizadas en el momento de la construcción y montaje de los dispositivos, por lo tanto se encontraron soluciones para cada falla conforme se desarrollaba el proyecto.

#### **4.2.2. PRUEBAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO.**

Dentro de este sistema se encuentran el motorreductor con freno electromagnético, contactor, relé térmico, relés, fusibles, breaker, pulsadores, finales de carrera, lámparas indicadoras, etc.

##### **a. Pruebas en el motor.**

Antes de la construcción de la máquina se realizó los cálculos de la potencia del motor tomando en consideración el peso de la cadena transportadora y de la fricción de la cadena con las platinas de nylon.

Se sobredimensionó el motor debido a que, la máquina va a ser utilizada para dosificar un volumen mayor de líquido, es decir un envase más grande y por ende va a incrementar el peso de la cadena transportadora, por lo que necesitamos un mayor torque en el motor.

Otra razón para el sobredimensionamiento se debe a que no este sobrecargado el momento del arranque, el motor va a ser utilizado para un trabajo cíclico.

Cabe recalcar que el motor trifásico utilizado funciona en buenas condiciones para un trabajo continuo como para un trabajo cíclico.

La velocidad que da el reductor es la adecuada para cumplir con la cantidad de envases estipulados para mejorar la producción; por lo tanto no necesitamos utilizar un variador de velocidad.

El motor utilizado para el desplazamiento de la cadena transportadora es un trifásico 220V del tipo jaula de ardilla con un reductor mecánico de velocidad y con freno electromagnético. La razón por la que tiene un freno electromagnético es para el

posicionamiento exacto de las botellas bajo el grupo de dosificadores, con esto se garantiza que no exista fallas como derrame de líquido porque el dosificador no se posicionó justo en el orificio de ingreso de líquido a la botella.

Para la adquisición del tipo de motor más adecuado para cumplir las funciones de la máquina gira entorno al torque y a la velocidad, estos parámetros son los más importantes y son los que deben ser tomados en cuenta en el caso de que el equipo deba ser reemplazados por alguna falla que se presente.

#### **b. Pruebas en las electroválvulas.**

Las pruebas en estos elementos únicamente consisten en observar si los accionamientos eléctricos cumplen con las funciones de cierre/apertura y distribución de aire.

#### **c. Pruebas en los finales de carrera.**

Únicamente se determinó si estos elementos realizaban un correcto cierre o apertura de sus contactos con la ayuda de un multímetro esto es necesario porque una falla de estos elementos podría alterar el normal funcionamiento de la máquina.

#### **d. Pruebas en el guarda motor.**

El guarda motor está formado por un contactor y un relé térmico. Estos dispositivos son muy importantes dentro del funcionamiento de la máquina puesto que constituyen los elementos de fuerza encargados de activar o desactivar el motor.

Los contactores son elementos de fuerza capaces de manejar altos niveles de voltaje y corriente requeridos en el caso de la máquina para el encendido del motor trifásico, la utilización de contactores constituye una alternativa adecuada para esta aplicación.

Las pruebas realizadas en el contactor fueron básicamente determinar si la bobina del elemento acciona a los contactos para permitir el paso de corriente para que se encienda el motor.

Un relé térmico es un elemento de fuerza para protección contra sobrecargas que se desactiva cuando la corriente que esta consumiendo el motor es mayor a la seteada en el dispositivo, la interrupción del paso de corriente se debe a la deformación de materiales bimetálicos bajo el efecto del calor.

Las pruebas en este elemento no se pudieron realizar debido a que no existen fallas de consumo excesivo de corriente. Esta prueba se lo hiciera cuando el motor este sobrecargado pero como la carga es la adecuada para el motor no se va a accionar el relé térmico.

#### **e. Pruebas en el transductor de presión**

La prueba que se pudo realizar es verificar si la presión que marca es igual a la presión que marca el manómetro ubicado en el tanque y medir la variación de voltaje de la salida analógica.

En el resto de elementos como pulsadores, lámparas indicadoras, fusibles, breaker entre otros, se observa su correcto funcionamiento.

### **4.2.3. PRUEBAS EN EL SISTEMA DE CONTROL.**

La máquina debe cumplir un proceso, que es el dosificado de bebidas, el correcto funcionamiento del sistema de control garantiza que ese cumpla con este objetivo.

Al estar todo el proceso controlado por un PLC éste tiene que ser programado para que cumpla esta tarea las pruebas por consiguiente se realizan en la parte de programación, la verificación del diagrama LADDER si queremos que la dosificadora funcione al máximo de su capacidad, al momento de realizar las pruebas en este sistema se noto que todos sus equipos, elementos y dispositivos funcionan de una manera satisfactoria, al igual que la programación realizada no tiene fallas.

La programación se realiza de la PC al PLC y tenemos la ventaja que, el programa del PLC TwidoSoft permite simular el programa ladder por consiguiente podemos monitorear todo el funcionamiento del programa realizado y de esta manera observar las fallas y de inmediato corregirlas. Esto es una manera de verificar el correcto funcionamiento de la máquina dosificadora.

Todas las pruebas del sistema de control se realizaron una vez que la dosificadora estaba en funcionamiento, las correcciones fueron dadas dependiendo del comportamiento de la máquina.

### **4.3. PRUEBAS EN EL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL.**

El sistema de monitoreo y control constituye una parte importante del proceso de dosificación por lo que un correcto funcionamiento del mismo garantiza un seguimiento adecuado de la tarea que desempeña la dosificadora.

Las pruebas realizadas en el sistema de monitoreo y control abarcan la parte relacionada con la visualización del movimiento de la cadena transportadora, el llenado de botellas, la lectura y escritura de datos.

Las pruebas que implican observar en tiempo real el proceso se realizan en la parte de programación, toda las fallas originadas en esta visualización dependen directamente de la programación realizada, las pruebas en la pantalla de intouch se limitan a diseñar el entorno grafico más adecuado que permita tener una correcta simulación de movimiento y una interesante visualización de las variables.

La mayoría de pruebas se limitan a iniciar el proceso desde el computador y el tablero de control en forma simultánea, para lo cual se observa la lectura y escritura de las variables para el correcto funcionamiento tanto real como virtual.

#### **4.4. PRUEBAS GENERALES DE LA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE BEBIDAS.**

Dentro de las pruebas generales se hace referencia a las conexiones eléctricas, arranque y parada normal de la máquina, detección de fallas y además se dan algunas recomendaciones técnicas.

Las Conexiones eléctricas básicamente se refieren a la forma de cableado y la disposición de los diferentes terminales de conexión que rigen el funcionamiento de la máquina.

Todas las conexiones eléctricas se realizaron en una caja de control en donde están los diferentes elementos tanto eléctricos como electrónicos.

Los elementos eléctricos necesitan ser cableados con un conductor adecuado, la caja de control posee unas canaletas de conexiones donde ingresan los conductores provenientes de los diferentes elementos y dispositivos,

En la caja de control van protecciones que no son mas que fusibles colocados en cada fase cuyo valor es de 250V , 6 A valor que fue escogido en base a las pruebas que se realizaron en la máquina, la alimentación de la caja de control es trifásica por esta razón al momento de realizar las conexiones en su interior debemos tener en cuenta que el sistema debe estar equilibrado es decir cada fase debe soportar una misma carga para que en el caso de una falla se fundan todos los fusibles por igual.

Otra protección son los Breaker cuya función es desconectar el sistema cuando existe sobre voltajes y sobre corrientes.

El arranque normal de la dosificadora es mediante un pulsador de marcha, el programa esta hecho para dos tipos de volúmenes de envasado, por lo tanto el arranque se da cuando se cumpla todas las condiciones establecidas en el programa de control, mientras las variables controladas no están correctamente funcionando y existe una falla exterior en este caso falta de aire comprimido la máquina no puede empezar su normal funcionamiento.

La parada normal del prototipo igualmente se da al cumplir el ciclo de trabajo, es decir envasar un número determinado de volumen.

Pueden existir fallas por agentes exteriores que interrumpen el funcionamiento, por lo que la rápida intervención de pulsadores para que se detenga y reinicie el ciclo de trabajo es necesario; la caja de control esta provista de un pulsador de paro y un pulsador de reinicio.

Las fallas se pueden dar cuando los sensores no estén enviando la señal que necesita el plc para continuar su proceso, entonces es importante observar los leds indicadores de entrada y salida del plc. De esta manera se pueden descartar o corregir fallas de tipo eléctrico-electrónico con relación al programa de funcionamiento.

- **Recomendaciones técnicas.**

- ✓ Revisar que todas las instalaciones estén correctamente realizadas y que las protecciones eléctricas estén funcionando.
- ✓ Observar la velocidad de salida del pistón para que la fuerza sea la apropiada para el accionamiento de los dosificadores y posicionamiento de las botellas.
- ✓ Observar que la presión de aire se mantenga constante en el tanque de almacenamiento para garantizar que, el volumen de llenado sea el mismo en todos los envases.
- ✓ Distribuir las conexiones eléctricas dentro de la caja de control de forma uniforme por la regleta de conexiones.
- ✓ Distribuir los equipos y dispositivos para el control del proceso adecuadamente con el fin de facilitar las conexiones.
- ✓ Capacitar a los operarios.

## **V. ANÁLISIS ECONÓMICO.**

### **OBJETIVOS Y GENERALIDADES.**

El objetivo de este capítulo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario y elaborar los cuadros analíticos que servirán de base para la evaluación económica del proyecto. Los resultados del presente estudio nos permitirán confirmar que la utilización de la tecnología moderna es la mejor alternativa para fabricar la línea de productos que ofrece la empresa PROALIM en forma eficiente, segura y rentable.

Se comienza con la determinación de los costos totales de la inversión inicial, cuyo fundamento son los planos estructurales de la máquina, pues tanto los costos como la inversión inicial dependen de la tecnología seleccionada. Se continúa con el cálculo del período de recuperación de la inversión y la rentabilidad del mismo.

### **5.1. ANÁLISIS FINANCIERO.**

#### **5.1.1. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS.**

##### **5.1.1.1. REQUERIMIENTO DE MATERIALES, EQUIPOS, ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS.**

A continuación se detallan los costos de los materiales, herramientas menores, equipos y elementos necesarios para la construcción de la máquina. Tablas 5.1, 5.2, 5.3.

**a. MATERIALES.**

<b>ORD.</b>	<b>DETALLE</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>12% IVA</b>	<b>TOTAL</b>
1	PLANCHAS ACERO INOX	353,81	42,46	396,27
2	ACERO INOX 1"	32,81	3,94	36,75
3	ACERO INOX 5/8	3,62	0,43	4,05
4	PERNO ARANDEL 5/16	119,32	14,32	133,64
5	ACERO INOXIDABLE	16,07	1,93	18,00
6	ACERO INOXIDABLE 1"	13,62	1,63	15,25
7	RULIMAN	6,43	0,77	7,20
8	FERRUL Y BUSHING	13,39	1,61	15,00
9	CADENA Y OTROS	1.169,63	140,36	1.309,99
10	MULTIHOJAS	12,00	1,44	13,44
11	VARIOS MATERIALES	700,00	84,00	784,00
12	MACHUELO 12*1.5	6,25	0,75	7,00
13	NEPLO CODOS INOX	66,84	8,02	74,86
14	ACEROI INOX	30,58	3,67	34,25
15	NYLON Y ACERO INOX	32,87	3,94	36,81
16	RULIMAN 3605	31,25	3,75	35,00
17	ACERO INOX 11/2	180,36	21,64	202,00
18	PERNOS TUERCAS	2,84	0,34	3,18
19	CAUCHO SILIC	6,25	0,75	7,00
20	ACIDO DECAPANTE	21,00	2,52	23,52
21	ACERO INOXIDABLE AISI 304 (3/4)	6,70	0,80	7,50
22	ACERO INOXIDABLE AISI 304 (3/4)	12,95	1,55	14,50
23	CODO SST- SOLDAR 1"*90° CAL/3/6	37,93	4,55	42,48
24	RESORTES INOX	15,00	1,80	16,80
25	RESORTES INOX	18,00	2,16	20,16
	<b>SUMAN: .....</b>			<b>3.258,66</b>

**Tabla 5.1. Materiales.**

### b. EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.

ORD.	DETALLE	SUBTOTAL	12% IVA	TOTAL
1	MOTOREDUCTOR Y OTROS	1.004,17	120,50	1.124,67
2	SISTEMA NEUMATICO	663,54	79,62	743,16
3	SISTEMA NEUMATICO	96,18	11,54	107,72
4	PLC, MODULO	423,00	50,76	473,76
5	TRANSDUCTOR-MODULO ANALOGICO	400,00	48,00	448,00
	<b>SUMAN: .....</b>			<b>2.897,32</b>

Tabla 5.2. Equipos eléctricos y electrónicos.

### c. ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS.

ORD.	DETALLE	SUBTOTAL	12% IVA	TOTAL
1	SENSOR LIQUIDO NIVEL	145,00	17,40	162,40
2	FILTROS	346,53	41,58	388,11
3	PRESOSTATO	197,36	23,68	221,04
4	ELECTROVALV. SENSORES NIVEL MANTRO.	346,79	41,61	388,40
5	SENSOR IDUCT	71,76	8,61	80,37
	<b>SUMAN: .....</b>			<b>1.240,33</b>

Tabla 5.3. Elementos y dispositivos.

### RESUMEN GENERAL.

EQUIPOS	2.897,32
MATERIALES	3.258,66
ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS	<u>1.240,33</u>
<b>SUMAN: .....</b>	<b><u>7.396,31</u></b>

FUENTE: DISMATIN, PROTMEC, RILER, RODACEROS Y GRAN COLOMBIANA DE RESORTES

**5.1.1.2. COMPOSICIÓN DE MATERIAS PRIMAS, MATERIALES Y MANO DE OBRA QUE SE REQUIERE PARA LA FABRICACIÓN DE UNA UNIDAD DE PRODUCTO.**

En la Tabla 5.4. se detalla la composición de materias primas, mano de obra y materiales necesarios para producir un lote del producto, así como también, las características de los mismos y la cantidad que se utilizará en la fabricación.

**a. MATERIAS PRIMAS, MATERIALES Y MANO DE OBRA.**

<b>CANTIDAD</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>CONCEPTO</b>
450	Lts	Agua
110	Grs	Sorbato de Potasio
10	Lts	Jarabe de azúcar Valdez Light
120	Grs	Benzoato de sodio
1200	Grs	Acido Cítrico
55	Grs	Acido Ascórbico
2,9	Grs	Colorante amarillo No.6
6	Grs	Colorante amarillo tartracina No.5
100	Grs	Citrato de sodio
40	Grs	Sal yodada
1900	MI	Enturbian te neutro
55	MI	Esencia de limón
40	MI	Esencia de naranja citrus punch
200	MI	Naranja Turbia
150	Unid	Fundas 12*16
		Utensilios de limpieza
1804	Unid	Etiqueta de caducidad
1804	Unid	Etiqueta del producto
1804	Unid	Frasco de 250cc
1804	Unid	Energía eléctrica

**Tabla 5.4. Materias primas, materiales y mano de obra.**

**b. Mano de obra directa**

CANTIDAD	MEDIDA	No. OBREROS
4,5	Hora	5

**c. Mano de obra indirecta**

CANTIDAD	MEDIDA	CONCEPTO
1,84	Hora	1

**5.1.1.3. ESTIMACIÓN DE COSTOS.**

- **Mano de obra directa.**

Para la producción, antes de utilizar la máquina construida en este proyecto, se requiere de 5 obreros calificados, que se dedicarán al proceso de dosificación, sellado, control y etiquetado del producto.

Los requerimientos de mano de obra directa dada la cantidad de producción y maquinaria se detalla en la Tabla 5.5.

**a. MANO DE OBRA DIRECTA.**

CANTIDAD	MEDIDA	No. OBREROS	V/UNIT.	TOTAL
4,5	Hora	5	1,49	33,53
		<b>TOTAL:</b> .....		<b>33,53</b>

**Tabla 5.5. Mano de obra directa.**

- **Costo de mano de obra directa por hora.**

En la fabricación trabajan 5 obreros 4,5 horas diarias, a un costo de \$ 1,49 la hora dando un total 33,53.dólares por jornada de trabajo.

- **Costo unitario de materias primas.**

El costo unitario de materias primas se mide en base a la cantidad utilizada en cada lote de producción que es de 1.804 unidades del producto que se fabrica, así como también al costo unitario que presenta la adquisición de la misma. Tabla 5.6.

### **COSTO UNITARIO DE MATERIAS PRIMAS POR LOTE DE PRODUCCIÓN.**

<b>CANTIDAD</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>V/UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
450	lts	Agua	0,001	0,45
110	grs	Sorbato de Potasio	0,005	0,55
10	lts	Jarabe de azúcar Valdez Light	0,828	8,28
120	grs	Benzoato de sodio	0,002	0,24
1200	grs	Acido Cítrico	0,001	1,20
55	grs	Acido Ascórbico	0,008	0,44
2,9	grs	Colorante amarillo No.6	0,012	0,03
6	grs	Colorante amarillo tartracina No.5	0,012	0,07
100	grs	Citrato de sodio	0,001	0,10
40	grs	Sal yodada	0,001	0,04
1900	ml	Eturbiente neutro	0,011	20,90
55	ml	Esencia de limón	0,012	0,66
40	ml	Esencia de naranja citrus punch	0,02	0,80
200	ml	Naranja Turbia	0,012	2,40
		<b>TOTAL MATERIA PRIMA DIRECTA:</b> .....		<b>36,17</b>

**Tabla 5.6. Costo unitario de materias primas por lote de producción.**

- **Costos indirectos de fabricación.**

Son el conjunto de costos fabriles que intervienen en la transformación de los productos y que no se identifican o cuantifican plenamente con la elaboración de partidas específicas de productos o procesos productivos. Están integrados por la mano de obra indirecta, los materiales indirectos, suministros, imprevistos y la depreciación. Tablas 5.7, 5.8, 5.9, 5.10.

**b. MANO DE OBRA INDIRECTA.**

CANTIDAD	MEDIDA	CONCEPTO	V/UNIT.	TOTAL
1,84	horas	Jefe de producción	2,61	4,80
		<b>TOTAL:.....</b>		<b>4,80</b>

**Tabla 5.7. Mano de obra indirecta.**

- **Costo unitario de materiales indirectos anuales.**

Estos costos forman parte del proceso productivo, son utilizados para identificar y embalar el producto.

CANTIDAD	MEDIDA	CONCEPTO	V/UNIT.	TOTAL
150	unid	Fundas 12*16	0,019	2,85
		Utensilios de limpieza		0,5
1804	unid	Etiqueta de caducidad	0,001	1,8
1804	unid	Etiqueta del producto	0,007	12,63
1804	unid	Frasco de 250cc	0,067	120,87
		Depreciación Maquinaria y Equipo		1,69
		<b>TOTAL:.....</b>		<b>140,34</b>

**Tabla 5.8. Costo unitario de materiales indirectos anuales.**

- **Suministros.**

Como suministros tenemos: energía eléctrica: la cantidad utilizada es la siguiente:

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	V/UNIT.	VALOR TOTAL
Energía Eléctrica (kw/h)	1.804	0,001	1,80

**Tabla 5.9. Suministros.**

- **Desperdicios.**

Para este rubro se ha establecido un porcentaje del 2% del costo total de los gastos incurridos.

**c. DEPRECIACIONES.**

- **Costos indirectos de fabricación.**

La depreciación es la pérdida gradual del valor de un activo fijo (software, hardware, maquinaria, equipos, vehículos, etc.), como consecuencia de su uso, ésta se la hace anualmente con la finalidad de prevenir la necesidad de reemplazo de un determinado activo al fin de su vida útil.

**DEPRECIACIÓN COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.**

MÉTODO: LÍNEA RECTA

$$\text{FÓRMULA DEP} = \frac{\text{Valor actual} - \text{valor residual}}{\text{Años de vida}}$$

DENOMINACIÓN	COSTO	VIDA UTIL	VALOR ANUAL
Equipo	7.396.31	10	665.67

**Tabla 5.10. Depreciación costos indirectos de fabricación.**

### **5.1.2. ESTRUCTURACIÓN DEL FLUJO DE CAJA.**

Para estructurar el flujo de caja y proyectarlo posteriormente se incluyen: las depreciaciones y el volumen estimado de ventas.

#### **5.1.2.1. VOLUMEN ESTIMADO DE VENTAS.**

Para este cálculo recurrimos a los siguientes argumentos:

- Crecimiento del nivel de ventas en un 10% anual los primeros cinco años. Para establecer este porcentaje se han analizado factores como:
  - ✓ La capacidad instalada de la empresa, que está en condiciones de incrementar la producción si el caso lo amerita.
  - ✓ Las estrategias empresariales tendientes a conseguir un crecimiento en ventas como mínimo en porcentajes del 10 al 15%.
- La base para estimar el volumen de ventas es el Cuadro de egresos Tabla 5.11. y el precio de venta por producto Tabla 5.12.

<b>CUADRO DE EGRESOS</b>	
<b>"PROALIM"</b>	
<b>EGRESOS</b>	
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	
INSUMOS	36,17
MANO DE OBRA DIRECTA	4,47
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>40,64</b>
<b>GASTOS DE PRODUCCIÓN</b>	
DEPRECIACIONES (Maquinaria)	1,69
MANO DE OBRA INDIRECTA	4,8
MATERIALES INDIRECTOS	138,65
SUMINISTROS	1,8
DESPERDICIOS	3,75
<b>TOTAL GASTOS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>150,69</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>191,33</b>

**Tabla 5.11. Cuadro de egresos.**

<b>PRECIO DE VENTA POR PRODUCTO</b>	
<b>"PROALIM"</b>	
<b>RUBROS</b>	
MATERIA PRIMA CONSUMIDA	36,17
MANO DE OBRA DIRECTA	4,47
GASTOS DE PRODUCCIÓN	150,69
<b>COSTO DE LA PRODUCCIÓN</b>	<b>191,33</b>
<b>COSTO POR PRODUCTO</b>	<b>0,11</b>
UTILIDAD 40%	76,53
<b>PRECIO DE VENTA</b>	<b>267,86</b>
<b>PRECIO DE VENTA POR PRODUCTO</b>	<b>0,15</b>

**Tabla 5.12. Precio de venta por productos.**

Los cálculos previos, se basan en una producción de 1.804 unidades durante el primer periodo de operación, y los precios de venta por producto se ubican en \$ 0,15 centavos por unidad.

Lo que permitirá tener un ingreso diario de \$ 267,86 dólares.

Las ventas se realizan a través de entregas a domicilio en los diversos supermercados y tiendas que expenden el producto dentro de la zona urbana de la Provincia de Chimborazo.

### 5.1.3. ANÁLISIS DEL FLUJO DE CAJA PROYECTADO.

"PROALIM"						
FLUJO DE CAJA PROYECTADO (en dólares)						
DETALLE	AÑO 2009	AÑOS PROYECTADOS				
		2010	2011	2012	2013	2014
<b>INGRESOS POR VENTAS</b>		<b>162.360,00</b>	<b>178.556,00</b>	<b>196.411,00</b>	<b>216.052,00</b>	<b>237.657,00</b>
COSTO FABRICACION DEL EQUIPO	7.396,31					
<b>EGRESOS OPERACIONALES</b>						
PAGO A PROVEEDORES		21.702,00	22.353,06	23.023,65	23.714,36	24.425,79
MANO DE OBRA DIRECTA		10.728,00	11.264,40	11.827,62	12.419,00	13.039,95
MANO DE OBRA INDIRECTA		5.760,00	6.048,00	6.350,40	6.667,92	7.001,32
GASTOS EN VENTAS		3.247,20	3.571,12	3.928,22	4.321,04	4.753,14
GASTOS ADMINISTRATIVOS		1.080,00	1.112,40	1.145,77	1.180,15	1.215,55
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN		83.190,00	85.685,70	88.256,27	90.903,96	93.631,08
<b>TOTAL EGRESOS OPERACIONALES</b>		<b>125.707,20</b>	<b>130.034,68</b>	<b>134.531,93</b>	<b>139.206,43</b>	<b>144.066,83</b>
<b>TOTAL INGRESOS OPERACIONALES</b>		<b>36.652,80</b>	<b>48.521,32</b>	<b>61.879,07</b>	<b>76.845,57</b>	<b>93.590,17</b>
<b>AJUSTES POR ACTIV. OPERATIVAS</b>						
DEPRECIACION DE EQUIPOS		665,67	665,67	665,67	665,67	665,67
<b>TOTAL AJUSTES OPERATIVOS</b>		<b>665,67</b>	<b>665,67</b>	<b>665,67</b>	<b>665,67</b>	<b>665,67</b>
<b>FLUJO OPERACIONAL</b>		<b>37.318,47</b>	<b>49.186,99</b>	<b>62.544,74</b>	<b>77.511,24</b>	<b>94.255,84</b>
<b>FLUJO NETO</b>	<b>7.396,31</b>	<b>29.922,16</b>	<b>79.109,15</b>	<b>141.653,89</b>	<b>219.165,13</b>	<b>313.420,97</b>

Tabla 5.13. Flujo de caja proyectado.

El flujo de caja constituye una herramienta básica para medir ingresos y egresos en efectivo durante un periodo de tiempo determinado, instrumento de análisis financiero

que permite determinar las necesidades de circulante con el fin de cubrir las obligaciones contraídas por la empresa.

En el presente proyecto existe un alto grado de liquidez, los datos han sido tomados de la producción real y de los resultados obtenidos en el último estudio de mercado realizado por PROALIM.

En el flujo de caja proyectado Tabla 5.13., tenemos como insumo al pronóstico de ventas, el cual se basa en la definición del monto de los ingresos que recibirá la empresa durante los primeros cinco años de funcionamiento de la máquina dosificadora. El nivel de liquidez está en relación directa con la política de ventas, crédito, cobranzas etc.

El flujo operacional demuestra que los ingresos son mayores a los egresos.

## **5.2. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN.**

### **5.2.1 EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO.**

El fundamento principal dentro del proceso de elaboración de proyectos es la evaluación económica, que conduce a la consecución del objetivo primario, cual es, buscar una adecuada rentabilidad. Esta evaluación compara los beneficios proyectados asociados a la decisión de inversión con los correspondientes flujos de desembolsos proyectados.

La evaluación financiera de un proyecto es imprescindible. Todos los métodos para este fin se fundamentan en las matemáticas financieras. De hecho las matemáticas financieras son la base para establecer el concepto del valor del dinero a través del

tiempo, ya que cantidades iguales de dinero no tienen el mismo valor, si se encuentran en puntos diferentes en el tiempo y si la tasa de interés es mayor que cero.

No es tarea fácil evaluar un proyecto de inversión por la complejidad que conlleva la incertidumbre, el riesgo que implica el largo plazo y la gran cantidad de factores que influyen en el mismo, no obstante, se aplican varios métodos de evaluación de proyectos de inversión, que se sustentan en el análisis del flujo de efectivo, como son:

- Periodo Real de Recuperación (PRR).
- Rentabilidad de la Inversión.

#### **5.2.1.1. PERIODO REAL DE RECUPERACIÓN.**

El período de recuperación consiste en el número de años que se requieren para recuperar el desembolso inicial de capital del proyecto, para esto, sumamos todos los beneficios netos hasta que la suma sea igual al valor de la inversión. Si el resultado obtenido sobrepasa al número de años de vida útil del proyecto, éste deberá rechazarse.

Para el presente estudio la empresa recupera la inversión en el primer mes de funcionamiento, por tanto, la inversión es totalmente segura y su rentabilidad está garantizada. Con la aplicación siguiente se demuestra lo indicado:

$$\text{Fórmula: } PRR = \frac{I}{FNCi}$$
$$PRR = - 7.396.31 + 37.318.47$$

### 5.2.1.2. RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN.

Para determinar la rentabilidad de la inversión, antes de calcular el índice, realizamos un análisis comparativo de la utilidad obtenida por la empresa antes y después de la puesta en funcionamiento de la máquina dosificadora. Tablas 5.14., 5.15.

La variación sustancial radica en el costo de la mano de obra directa como lo demostramos en el siguiente gráfico:

#### ANTES

##### COSTOS MANO DE OBRA DIRECTA

CANTIDAD	MEDIDA	No. OBREROS	V/UNIT.	TOTAL
4,5	hora	5	1,49	33,53
		TOTAL: .....		<b>33,53</b>

<b>COSTOS MATERIA PRIMA DIRECTA</b>	36,17
<b>COSTOS MANO DE OBRA DIRECTA</b>	33,53
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	4,80
<b>GASTOS DE FABRICACIÓN</b>	142,14
<b>TOTAL</b>	216,64
<b>DESPERDICIOS 2%</b>	4,33
<b>SUMAN: .....</b>	<b>220,97</b>
<hr/>	
<b>INGRESOS</b>	270,60
<b>COSTOS</b>	220,97
<b>UTILIDAD NETA: .....</b>	<b>49,63</b>
<hr/>	
<b>COSTO UNITARIO</b>	0,12
<b>PRECIO DE VENTA</b>	0,15
<b>UTILIDAD UNITARIA (25%): .....</b>	<b>0,03</b>

Tabla 5.14. Costo mano de obra directa anterior.

## DESPUÉS

### COSTOS MANO DE OBRA DIRECTA

CANTIDAD	MEDIDA	No. OBREROS	V/UNIT.	TOTAL
1	Hora	3	1,49	4,47
		TOTAL: .....		<b>4,47</b>

<b>COSTOS MATERIA PRIMA DIRECTA</b>	36,17
<b>COSTOS MANO DE OBRA DIRECTA</b>	4,47
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	4,80
<b>GASTOS DE FABRICACIÓN</b>	142,14
<b>TOTAL</b>	187,58
<b>DESPERDICIOS 2%</b>	3,75
<b>SUMAN:.....</b>	<b>191,33</b>
<hr/>	
<b>INGRESOS</b>	270,60
<b>COSTOS</b>	191,33
<b>UTILIDAD NETA:.....</b>	<b>79,27</b>
<hr/>	
<b>COSTO UNITARIO</b>	0,11
<b>PRECIO DE VENTA</b>	0,15
<b>UTILIDAD UNITARIA (40%): .....</b>	<b>0,04</b>

Tabla 5.15. Costo mano de obra directa después.

En la demostración que antecede se mantienen fijos todos los costos, excepto la mano de obra directa y se confirma que con la implementación de la nueva máquina la utilidad experimenta un incremento del 25 al 40% por lote de producción.

RAZONES DE RENTABILIDAD		
<b>a). Margen neto de utilidad</b>	$\text{Margen neto de utilidad} = \frac{\text{Utilidad neta desp. de imp.}}{\text{Ventas totales anuales}}$	<b>23%</b>

**Tabla 5.16. Razones de rentabilidad.**

El índice de rentabilidad que mide la eficacia de la administración según los rendimientos generados sobre las ventas y las inversiones, se presenta favorable en un 23%. Tabla 5.16.

De los resultados obtenidos podemos concluir que el movimiento económico de la empresa se ubica dentro de límites de rentabilidad excelentes y que la utilización de tecnología de punta es la mejor alternativa.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

- Se cumplió con el objetivo de diseñar, construir, operar y monitorear una dosificadora automática de bebidas.
- Se pudo conocer a fondo el proceso de dosificación de líquidos y las ventajas que este representan en la industria.
- Mediante la elaboración del proyecto de diseño y construcción de la máquina se demostró que pudo ser realizada con los conocimientos adquiridos y los recursos del medio local. La perseverancia y lo más importante todo la dedicación permitió resolver todos los problemas que se presentaron.
- En la industria existen maquinarias que involucran una gran cantidad de elementos (mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos etc.) para cumplir un determinado proceso, por lo que tenemos que estar en la capacidad de entender el funcionamiento y dar soluciones ante posibles fallas que se presenten.
- En la actualidad el PLC ha superado las expectativas con las cuales fue diseñado, alcanzando niveles de operación extremadamente altos, por lo que permite comandar procesos de campo industrial ofreciendo una gran versatilidad para realizar la programación y reprogramación en el sistema de control.
- El análisis y estudio del software que viene conjuntamente con el PLC Telemecanique permite el desarrollo e implementación de cualquier tipo de aplicación en automatización y control industrial. El software del PLC

telemecanique twidosoft nos permite observar la simulación del programa de control.

- Para el control de nivel de líquidos se implementó un control ON-OFF, esta acción de control para la aplicación realizada en este proyecto funciona de manera adecuada.
- El desarrollo e implementación de una interfaz de comunicación hombre-máquina facilita el monitoreo y control del proceso, ya que mantienen una línea de comunicación continua entre las variables y el proceso de dosificación y el operador utilizando un computador.
- La electrónica es un factor muy importante para el desarrollo, optimización de procesos, en la automatización de la dosificadora interviene en la parte de sensado de presión y procesamiento de señal en el tanque de almacenamiento mediante un transductor de presión.
- Las mangueras por donde circula el líquido deben ser lo más flexibles posibles para que no obstruya el funcionamiento del cilindro neumático y deben ser de un material no tóxico, para garantizar la conservación del producto.
- La producción de la máquina es de 6 envases por ciclo de dosificación, superando al dosificado manual que es de un envase por ciclo. Demostrando que la eficiencia de la dosificadora reduce significativamente los tiempos de fabricación y por ende los costos de mano de obra.
- De acuerdo a los cálculos efectuados que se indican en el informe financiero, se demuestra que implementando la automatización en la producción de bebidas, la utilidad experimenta un incremento del 25 al 40% por lote. De esta manera comprobamos que el proyecto realizado es sumamente viable.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- Antes de diseñar y construir la máquina se deben conseguir todos los elementos y dispositivos necesarios para la construcción.
- Antes de empezar la construcción de una máquina se debe analizar si esta va a cumplir con los requerimientos impuestos por la industria.
- Tener cuidado con la manipulación y puesta en funcionamiento de equipos electrónicos, como es el caso del transductor de presión.
- Todos los elementos y dispositivos que forman parte de la máquina deben someterse a pruebas para determinar su correcto funcionamiento.
- Para la instalación de los dispositivos se recomienda seguir cuidadosamente el manual de usuario del PLC el cual contiene las instrucciones de instalación, alimentación tanto para las entradas como para las salidas.
- Los materiales que van a estar en contacto con el producto deben ser de acero inoxidable AISI 304 y AISI 316 L, según corresponda.
- El reseteo del proceso de control de la máquina y del sistema de monitoreo solo se puede realizar desde el tablero de control y no desde el computador debido a que las fallas pueden ser mecánicas, se excluyó el reseteo del sistema de monitoreo para garantizar el arreglo del sistema mecánico por un operario.
- En las diferentes conexiones eléctricas dentro de la mesa de control se debe procurar que la distribución de carga sea equilibrada.

- Verificar si el sensor inductivo montado en el transportador esta dentro de la distancia de sensado.
- Verificar la lubricación de las chumaceras y del reductor de velocidad para su buen funcionamiento.
- En el diseño del dosificador se debe tomar en cuenta que el montaje de los elementos, dispositivos deben ser desarmables, para una fácil reposición.
- Limpiar el tanque de almacenamiento luego de cada ciclo de trabajo para garantizar la asepsia del producto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y ENLACES

- Automatismos Eléctricos, Neumáticos e Hidráulicos, F. Jesús Cembranos Nistal.
- Sistemas de control lineal, Donald G. Schuitz, Mc Graw – Hill.
- Controles Automáticos, Howard L. Harrison, John G. Bollinger.
- Introducción a la neumática, Antonio Guillén Salvador.
- Automatización neumática y electroneumática, Salvador Millan.
- Diseño en ingeniería Mecánica, Joseph Shigley – Larry Mitchell.
- Mecánica de materiales, Mott.
- Diseño de elementos de máquinas, Mott.
- Instrumentación industrial, Creuss Solé, Antonio
- Tecnología de los metales, GTZ.
- Catálogo Aceros Especiales, IVAN BOHMAN C.A.
- Mecánica de materiales, Ferdinand Beer – Russel Johnston.
- Aplicaciones de la neumática W. Deppert – K. Stoll.
- Metodología de la Investigación, César Espinosa Carpio, ESPE, Quito 1999.

- Gerencia Financiera un enfoque estratégico, Alberto Ortiz Gómez.
- Finanzas en administración, J. Fred Weston y Thomas E. Copeland.
- Manual técnico del motor EVERLE.
- Manual técnico del sensor de nivel MADISON.
- Manual técnico del transductor de presión KEYENCE.
- Manual técnico de filtros y reguladores de presión MP.
- Manual técnico del PLC TELEMECANIQUE.

# ANEXOS

## **ANEXO A**

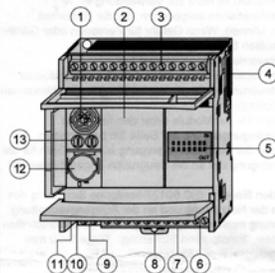
- A1. Hoja de datos técnicos del PLC TELEMECANIQUE.
- A2. Hoja de datos técnicos del transductor de presión KEYENCE.
- A3. Hoja de datos técnicos del secador de aire.
- A4. Hoja de datos técnicos del filtro – regulador.
- A5. Hoja de datos técnicos del filtro coalescente.



W91606343011A04

www.schneider-electric.com TWD LC●A ●DRF / LCA ●40DRF / LCD● 40DRF

## TWD LCAA ●DRF / LCAE 40DRF



TWD LCAA 10DRF	~	TWD LCDA 10DRF	---
TWD LCAA 16DRF		TWD LCDA 16DRF	
TWD LCAA 24DRF		TWD LCDA 24DRF	
TWD LCAA 40DRF		TWD LCDA 40DRF	
TWD LCAE 40DRF		TWD LCDE 40DRF	

- ① - Serial port 1
- ② - Removable mask (digital readout)
- ③ - Screw terminal block for sensor inputs and power supplies
- ④ - I/O expansion connector
- ⑤ - Controller and I/O status display unit
- ⑥ - Screw terminal block for outputs
- ⑦ - Battery, external backup battery cells (TWD LC●● 40DRF only).
- ⑧ - Clip-on lock for 35-mm DIN-rail
- ⑨ - Power supply ~ 100...240 V or ~ 24 V
- ⑩ - Storage cartridge adaptor or RTC time clock
- ⑪ - Ethernet port (TWD LC●● 40DRF)
- ⑫ - Communication adaptor connector (serial port 2)
- ⑬ - Analog potentiometers

- ① - Puerto serie 1
- ② - Tapa móvil (Pantalla digital)
- ③ - Bornera de tornillos de alimentación y entradas del detector
- ④ - Conector de extensión E/S
- ⑤ - Bloque de visualización del estado del controlador y de las E/S
- ⑥ - Bornera de tornillos de las salidas (TWD LC●● 40DRF únicamente).
- ⑦ - Resorte de fijación en perfil 35 mm.
- ⑧ - Alimentación ~ 100...240 V o ~ 24 V
- ⑨ - Adaptador de cartucho de memoria u marcador de tiempo RTC
- ⑩ - Puerto Ethernet (TWD LC●● 40DRF)
- ⑪ - Conector del adaptador de comunicación (puerto serie 2)
- ⑫ - Potenciómetros analógicos

- ① - Port série 1
- ② - Cache amovible (afficheur numérique)
- ③ - Bornier à vis des alimentations et entrées capteur
- ④ - Connecteur d'expansion E/S
- ⑤ - Bloc de visualisation de l'état du contrôleur et des E/S
- ⑥ - Bornier à vis des sorties
- ⑦ - Batterie, piles externes de sauvegarde (TWD LC●● 40DRF uniquement)
- ⑧ - Ressort de clipsage sur profilé 35 mm
- ⑨ - Alimentation ~ 100...240 V ou ~ 24 V
- ⑩ - Adaptateur de cartouche mémoire ou horodateur RTC
- ⑪ - Port Ethernet (TWD LC●● 40DRF)
- ⑫ - Connecteur de l'adaptateur de communication (port série 2)
- ⑬ - Potentiomètres analogiques

- ① - Porta seriale 1
- ② - Mascherina amovibile (display digitale)
- ③ - Morsetteria a vite delle alimentazioni e ingressi sensore
- ④ - Connettore d'espansione I/O
- ⑤ - Blocco di visualizzazione dello stato del controllore e degli I/O
- ⑥ - Morsetteria a vite delle uscite
- ⑦ - Batteria, pile esterne di back-up (TWD LC●● 40DRF unicamente).
- ⑧ - Molla di aggancio su profilato 35 mm.
- ⑨ - Alimentazione ~ 100...240 V o ~ 24 V
- ⑩ - Adattatore di cartuccia memoria o contatore RTC
- ⑪ - Porta Ethernet (TWD LC●● 40DRF)
- ⑫ - Connettore dell'adattatore di comunicazione (porta seriale 2)
- ⑬ - Potenzimetri analogici

- ① - Serieller Anschluss 1
- ② - Abnehmbare Abdeckung (Digitale Anzeige)
- ③ - Schraubenklemmenleiste für Stromversorgungen und Sensoreingänge
- ④ - E/A-Erweiterungsanschluss
- ⑤ - Anzeigeteil für Controller-Status und E/A
- ⑥ - Schraubklemmenleiste für Ausgänge
- ⑦ - Batterie, externe Speicherbatterien (nur TWD LC●● 40DRF).
- ⑧ - Klemmfeder auf 35 mm-Schiene
- ⑨ - Versorgung ~ 100...240 V oder ~ 24 V
- ⑩ - Adapter für Speichermodul oder RTC-Timer
- ⑪ - Ethernet-Anschluss (TWD LC●● 40DRF)
- ⑫ - Anschluss für Kommunikationsadapter (serieller Anschluss 2)
- ⑬ - Analogpotentiometer

- ① - 1号序列接口
- ② - 可移动式堵盖 (数字显示器)
- ③ - 输入传感器电源螺钉端子排
- ④ - 输入输出扩展连接器
- ⑤ - 控制器状态和输入/输出可视化模块
- ⑥ - 输出螺钉端子排
- ⑦ - 蓄电池, 外部备用蓄电池组电池 (仅针对 TWD LC●● 40DRF)
- ⑧ - 35毫米断面上的卡接式弹簧
- ⑨ - 100...240伏交流电源或24伏直流电源
- ⑩ - 内存盒连接器或RTC时钟
- ⑪ - 以太网接口 (TWD LC●● 40DRF)
- ⑫ - 通讯转换连接器 (2号序列接口)
- ⑬ - 模拟电位计

**▲ DANGER / DANGER / GEFAHR / PELIGRO / PERICOLO / 危险**

**HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION OR ARC FLASH**

- Power down all equipment before starting the installation, removal, wiring, maintenance or inspection of the product.

**Failure to follow these instructions will result in death or serious injury.**

**RIESGO DE ELECTROCUCIÓN, EXPLOSIÓN O ARCO ELÉCTRICO**

- Apague la alimentación eléctrica de todos los equipos antes de instalar, extraer, cablear, realizar el mantenimiento o inspeccionar el producto.

**Si no se siguen estas instrucciones provocará lesiones graves o incluso la muerte.**

**RISQUE D'ELECTROCUTION, D'EXPLOSION OU D'ARC ELECTRIQUE**

- Mettez tous les équipements hors tension avant de commencer l'installation, le retrait, le câblage, la maintenance ou le contrôle du produit.

**Le non-respect de ces instructions provoquera la mort ou des blessures graves.**

**RISCHIO DI SCOSSA ELETRICA, DI ESPLOSIONE O DI OFTALMIA DA FLASH**

Mettere fuori tensione tutte le apparecchiature prima di cominciare l'installazione, l'estrazione, il cablaggio, la manutenzione o il controllo del prodotto.

**Il mancato rispetto di queste istruzioni provocherà morte o gravi infortuni.**

**STROMSCHLAG-, EXPLOSIONS- ODER LICHTBOGENGEFAHR**

- Alle Geräte vor der Installation, dem Ausbau, der Verkabelung, der Wartung oder der Inspektion des Produkts ausschalten.

**Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen führt zu Tod oder schwerer Körperverletzung.**

有触电致死、爆炸或电弧的危险。

- 在安装、拆卸、布线、维修或检查本产品之前，请为所有设备断开电源。

不按照上述规定操作会导致严重的人员伤亡。

Electrical equipment should be installed, operated, serviced, and maintained only by qualified personnel. No responsibility is assumed by Schneider Electric for any consequences arising out of the use of this material.

Les équipements électriques doivent être installés, exploités et entretenus par un personnel qualifié. Schneider Electric n'assume aucune responsabilité des conséquences éventuelles découlant de l'utilisation de cette documentation.

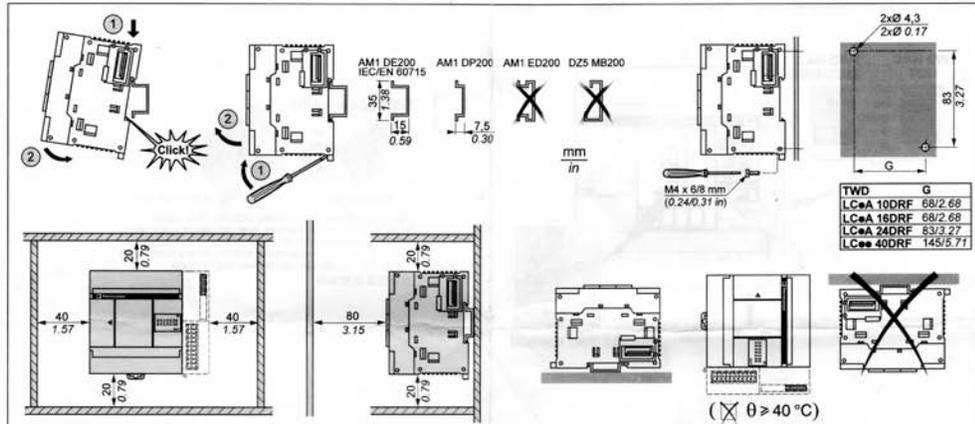
Elektrische Geräte dürfen nur von Fachpersonal installiert, betrieben, gewartet und instand gesetzt werden. Schneider Electric haftet nicht für Schäden, die aufgrund der Verwendung dieses Materials entstehen.

Sólo el personal de servicio cualificado podrá instalar, utilizar, reparar y mantener el equipo eléctrico. Schneider Electric no asume las responsabilidades que pudieran surgir como consecuencia de la utilización de este material.

Le apparecchiature elettriche devono essere installate, usate e riparate solo da personale qualificato. Schneider Electric non assume nessuna responsabilità per qualunque conseguenza derivante dall'uso di questo materiale.

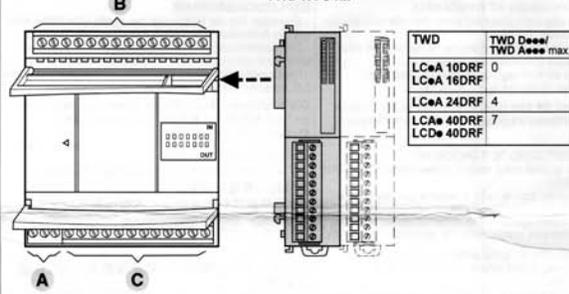
电气设备的安装、操作、维修和维护工作仅限于合格人员进行。对于使用本资料所引发的任何后果，Schneider Electric 概不负责。

© 2008 Schneider Electric. "All Rights Reserved."



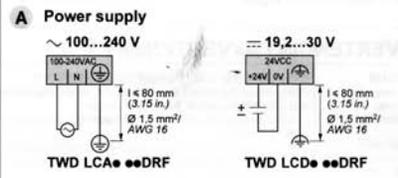
TWD LCeA 24DRF/LCDe 40DRF  
TWD LCAe 40DRF

TWD D<sub>eee</sub> / TWD A<sub>eee</sub>  
TWD NOI 10M3  
TWD NCO1M



	A	B	C
mm	0.24		
mm <sup>2</sup>	0.14...1.5	0.25...1.5	0.14...0.75
AWG	26...16	24...16	26...18
			24...20
			20...16
			N.m
			0.6
			lb-in
			5.4

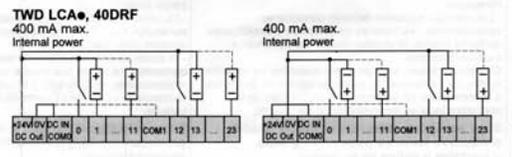
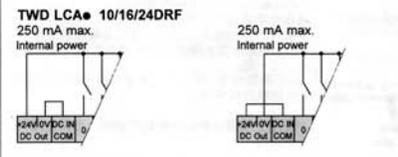
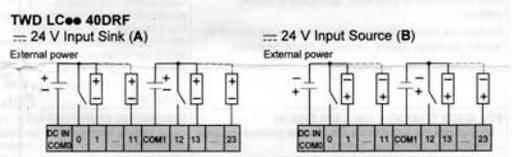
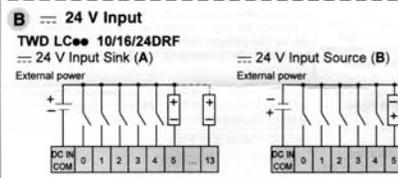
Use copper conductors only / N'utilisez que des conducteurs cuivre.  
Nur Kupferleiter verwenden / Sólo utilice conductores de cobre.  
Usare unicamente conduttori in rame / 仅使用铜导线



**A Power supply**  
~ 100...240 V

Make the power supply wiring as short as possible.  
Réalisez un câblage le plus court possible.  
Die Verkabelung der Stromversorgung so kurz wie möglich halten.  
El cableado de alimentación debe ser tan corto como sea posible.  
Eseguire un cablaggio più corto possibile per l'alimentazione di corrente.  
尽量缩短电源线的长度。

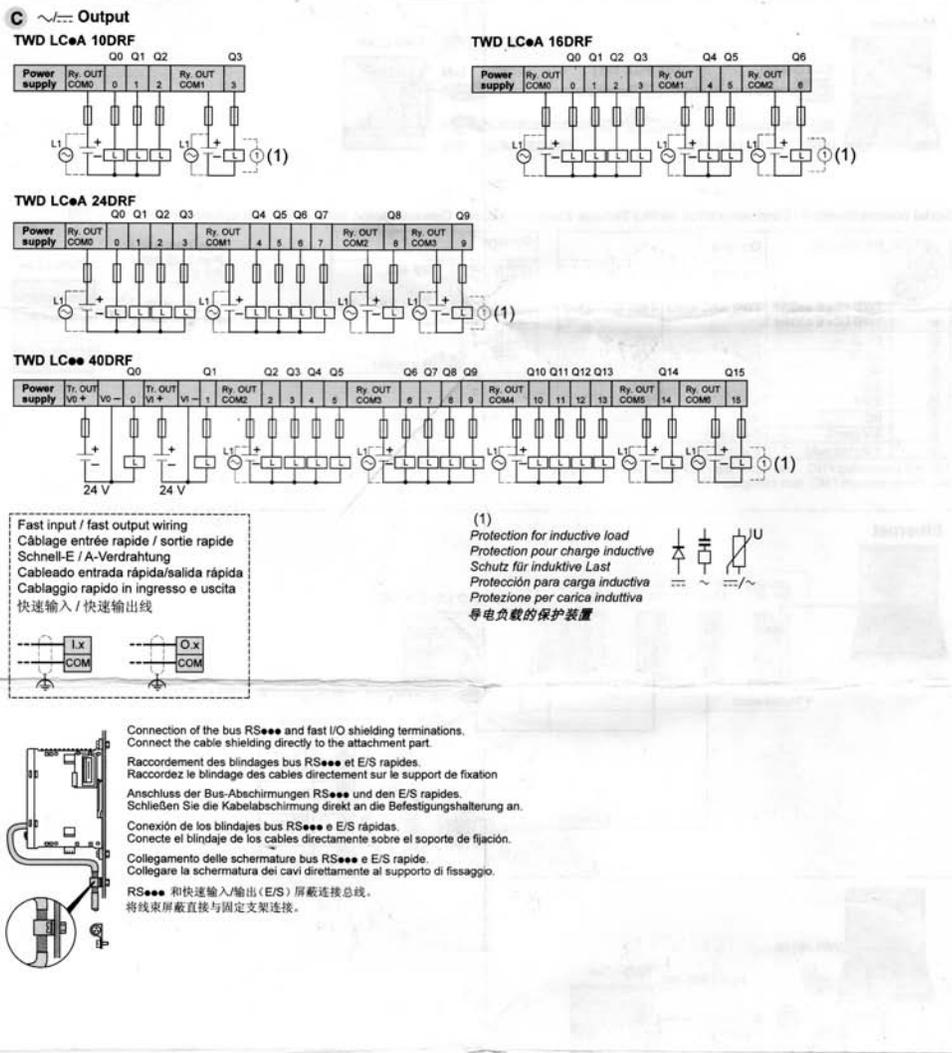
Connect functional ground as close as possible to plate  
Connecter la masse fonctionnelle au plus court sur la platine.  
Anschluss der funktionellen Erde an die Platine so kurz wie möglich halten.  
Conecte la masa funcional en la plaquilla, lo más cercano posible  
Collegare la massa funzionale più corta possibile sulla piastra.  
就近将功能性接地连接在配电盘上。



**A** = Input wiring positive logic  
**B** = input wiring negative logic  
**A** = Cabledo de entrada de común positivo  
**B** = Cabledo de entrada de común negativo

**A** = Câblage entrée logique positive  
**B** = Câblage entrée logique négative  
**A** = Collegamento ingresso logica positiva  
**B** = Collegamento ingresso logica negativa

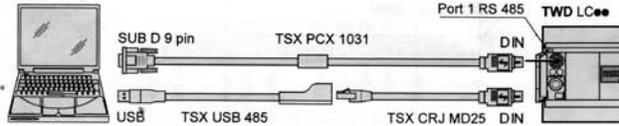
**A** = Verdrahtung des Eingangs mit positiver Logik  
**B** = Verdrahtung des Eingangs mit negativer Logik  
**A** = 正逻辑输入线路  
**B** = 负逻辑输入线路



**⚠ CAUTION / ATTENTION / ACHTUNG / AVISO / ATTENZIONE / 注意**

<p><b>RISK OF REVERSE-POLARITY DAMAGE AT TRANSISTOR OUTPUTS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verify that the polarity of the wiring conforms to the polarity markings on the transistor output terminals.</li> <li>- Use of a reverse polarity can permanently damage or destroy the output circuits.</li> </ul> <p><b>Failure to follow these instructions can result in injury or equipment damage.</b></p> <p><b>RIESGO DE DAÑOS DEBIDO A LA POLARIDAD INVERSA EN LAS SALIDAS DE TRANSISTORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Respete las marcas de polaridad inscritas sobre las bornas de las salidas lógicas.</li> <li>- La utilización de polaridad inversa puede dañar permanentemente o destruir los circuitos de salida.</li> </ul> <p><b>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales o daños en el equipo.</b></p>	<p><b>RISQUES DE DOMMAGES DUS À UNE INVERSION DE POLARITE DE LA SORTIE LOGIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Veillez à respecter les marquages de polarité inscrits sur les bornes des sorties logiques.</li> <li>- Une inversion de polarité peut endommager de manière permanente, voire détruire, les circuits de sortie.</li> </ul> <p><b>Le non-respect de ces instructions peut provoquer des blessures ou des dommages matériels.</b></p> <p><b>RISCHIO DI DANNI DA POLARITA' INVERSA SULLE USCITE TRANSISTOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assicurarsi di rispettare la marcatura delle polarità indicata sui morsetti delle uscite transistor.</li> <li>- Una connessione con polarità inversa può danneggiare o distruggere i circuiti d'uscita.</li> </ul> <p><b>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare infortuni o danni alle apparecchiature.</b></p>	<p><b>GEFAHR EINE BESCHÄDIGUNG DURCH EINE FALSCHE POLARITÄT AN DEN TRANSISTORAUSGÄNGEN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Achten Sie auf die Polaritätsmarkierungen, die auf den Klemmen der logischen Ausgänge aufgeführt werden.</li> <li>- Eine falsche Polarität kann zu einer irreversiblen Beschädigung der Ausgangsschaltkreise führen.</li> </ul> <p><b>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Körperverletzungen oder Materialschäden führen.</b></p> <p>逻辑输出极性反向有导致设备损毁的危险</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 请遵循逻辑输出端子上标注的正负极标志。</li> <li>- 极性反向会导致设备永久性损毁或输出线路的损坏。</li> </ul> <p>不按照上述规定操作会导致人员受伤或设备损毁。</p>
--	--	--

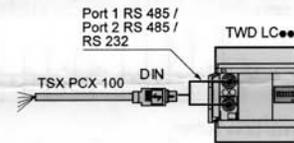
**Modbus**



**Serial communication / Communication série / Serielle Kommunikation / Comunicación serie / Comunicazione seriale / 通讯序列**

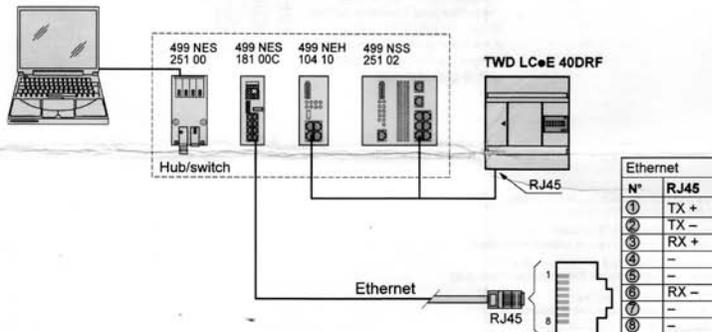
RS 485 EIA		Options	
TWD LC●A ●DRF TWD LC●E 40DRF		RS 485	RS 232C
N°		TWD NAC 485D	TWD NAC 232D
①	D1 (A +)	D1 (A +)	RTS
②	D0 (B -)	D0 (B -)	DTR
③	NC	NC	TXD
④	/DE	NC	RXD
⑤	/DPT	NC	DSR
⑥	NC	NC	0 V (com)
⑦	0 V (com)	0 V (com)	0 V (com)
⑧	5 V (180 mA)	5 V (180 mA)	5 V (180 mA)

Options	
RS 485	
TWD NAC 485T	
A	D1 (A +)
B	D0 (B -)
SG	0 V (com)

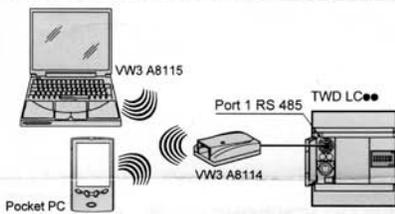


NC: not connected / NC : non connecté / NC: nicht angeschlossen  
 NC: no conectado / NC: non collegato / NC: 未联接

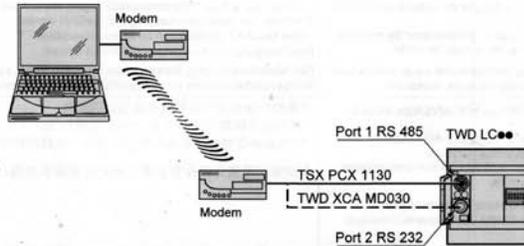
**Ethernet**

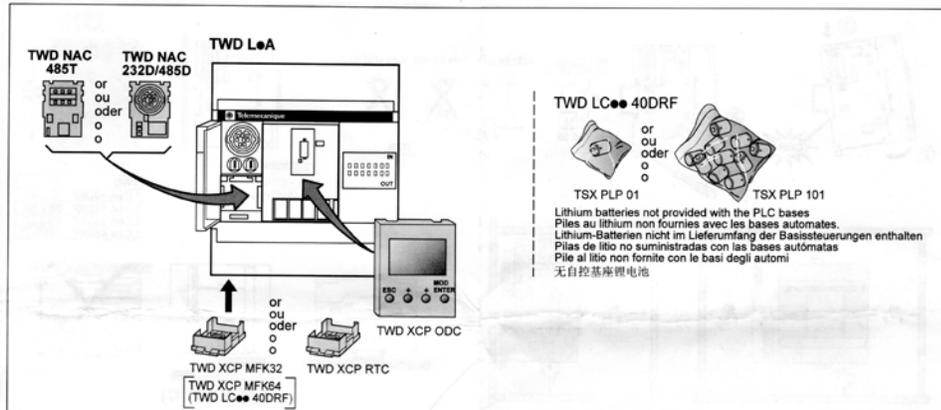


Ethernet	
N°	RJ45
①	TX +
②	TX -
③	RX +
④	-
⑤	-
⑥	RX -
⑦	-
⑧	-



**Modem**  
 SR2 MD03 : modem GSM/GPRS





**⚠ WARNING / AVERTISSEMENT / WARNUNG / ADVERTENCIA / AVVERTENZA / 警告**

<p><b>EXPLOSION AND FIRE HAZARD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Replace cell with part number TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902) only.</li> <li>- Use of another cell or battery may present a risk of fire or explosion.</li> <li>- The product storage conditions must be compatible with those of the external battery cell.</li> </ul> <p><b>Failure to follow these instructions can result in death, serious injury, or equipment damage.</b></p>	<p><b>RISQUE D'EXPLOSION ET D'INCENDIE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remplacez la pile exclusivement avec une pile référencée TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902).</li> <li>- L'utilisation de tout autre type de pile ou de batterie peut entraîner un risque d'incendie ou d'explosion.</li> <li>- Les conditions de stockage du produit doivent être compatibles avec celles de la pile externe.</li> </ul> <p><b>Le non-respect de ces instructions peut provoquer la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.</b></p>	<p><b>EXPLOSIONSGEFAHR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ersetzen Sie die Monozelle nur durch eine Monozelle mit der Artikelnummer TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902).</li> <li>- Die Verwendung anderer Monozellen oder Batterien kann zu Explosions- oder Brandgefahr führen.</li> <li>- Die Lagerbedingungen des Produkts müssen mit denen der externen Batterie verträglich sein.</li> </ul> <p><b>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Tod, schwerer Körperverletzung oder Materialschäden führen.</b></p>
<p><b>PELIGRO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustituya la pila por el número de referencia TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902) únicamente.</li> <li>- El uso de otra pila o batería puede suponer un riesgo de incendio o explosión.</li> <li>- Las condiciones de almacenamiento del producto deben ser compatibles con las de la pila externa.</li> </ul> <p><b>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales graves o mortales o daños en el equipo.</b></p>	<p><b>RISCHIO DI ESPLOSIONE E INCENDIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sostituire solo la cella con il codice di riferimento TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902).</li> <li>- L'utilizzo di un altro tipo di cella o batteria può provocare un rischio di incendio o di esplosione.</li> <li>- Le condizioni d'immagazzinamento del prodotto devono essere compatibili con quelle della pila esterna.</li> </ul> <p><b>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare morte, gravi infortuni o danni alle apparecchiature.</b></p>	<p><b>爆炸和火灾危险</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 仅限于使用TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902) 型号的元件进行更换。</li> <li>- 使用任何其他型号元件或电池会引起火灾或爆炸危险。</li> <li>- 本产品的贮存条件必须与外用电池的贮存条件兼容。</li> </ul> <p><b>不按照上述规定操作会导致严重的人员伤亡或设备损毁。</b></p>

Safe Battery Disposal. / Elimination sans danger des piles. / Sichere Batterieentsorgung. / Eliminación de la batería de forma segura. / Smaltimento sicuro della batteria / 废弃电池的按安全

**⚠ WARNING / AVERTISSEMENT / WARNUNG / ADVERTENCIA / AVVERTENZA / 警告**

<p><b>EXPLOSION AND TOXIC HAZARD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Do not incinerate a lithium battery for it may explode and release toxic substances.</li> <li>- Do not handle damaged or leaking lithium battery.</li> <li>- Dead batteries should be disposed of properly, for unused batteries improperly thrown away can cause harm, as well as environmental damage.</li> <li>- In some areas, the disposal of lithium batteries with household or business trash collection may be prohibited.</li> <li>- In any case, it is your responsibility to always conform to local regulations in your area, as regard to battery disposal.</li> </ul> <p><b>Failure to follow these instructions can result in death, serious injury, or equipment damage.</b></p>	<p><b>RISQUE D'EXPLOSION ET RISQUE TOXIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- N'incinerez jamais une pile au lithium, car elle risquerait d'exploser ou de dégager des substances toxiques.</li> <li>- Ne manipulez jamais une pile au lithium qui présente un défaut ou une fuite.</li> <li>- Les piles usagées doivent être éliminées conformément aux normes environnementales en vigueur. Si vous jetez des piles sans respecter ces règles, vous risquez de mettre des personnes en danger et de causer des dommages environnementaux.</li> <li>- Dans certaines régions, il peut être interdit de jeter les piles au lithium avec les déchets domestiques et professionnels.</li> <li>- Dans tous les cas, vous êtes toujours tenu de vous conformer des réglementations locales qui peuvent régir l'élimination des piles au lithium.</li> </ul> <p><b>Le non-respect de ces instructions peut provoquer la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.</b></p>	<p><b>EXPLOSIONS- UND VERGIFTUNGSGEFAHR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbrennen Sie keine Lithium-Batterien, da sie explodieren und giftige Substanzen freisetzen können.</li> <li>- Verwenden Sie keine beschädigten oder ausgelaufenen Lithium-Batterien.</li> <li>- Verbrauchte Batterien müssen ordnungsgemäß entsorgt werden. Falsch entsorgte Batterien können Gesundheits- und Umweltschäden verursachen.</li> <li>- In einigen Regionen ist die Entsorgung von Lithium-Batterien als Haushalts- oder Industrieabfall untersagt. Es liegt in jedem Fall in Ihrer Verantwortung, die vor Ort gültigen Bestimmungen und Vorschriften hinsichtlich der Entsorgung von Batterien einzuhalten.</li> </ul> <p><b>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Tod, schwerer Körperverletzung oder Materialschäden führen.</b></p>
<p><b>PELIGRO TÓXICO Y DE EXPLOSIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No incinerar las baterías de litio, ya que podrían explotar y desprender sustancias tóxicas.</li> <li>- No manipule una batería de litio dañada o con filtraciones.</li> <li>- Las baterías agotadas deberán desecharse correctamente; las baterías no utilizadas y desechadas de forma incorrecta pueden causar daños físicos y medioambientales.</li> <li>- En algunas zonas, está prohibido desechos las baterías de litio con la basura. En cualquier caso, y en lo relativo a la eliminación de baterías, el cumplimiento de la normativa local es responsabilidad del usuario.</li> </ul> <p><b>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales graves o mortales o daños en el equipo.</b></p>	<p><b>RISCHIO DI ESPLOSIONE E GAS TOSSICI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non gettare le batterie al litio nella spazzatura destinata all'inceneritore in quanto può esplodere e rilasciare gas tossici.</li> <li>- Non maneggiare una batteria al litio danneggiata o che perde acido.</li> <li>- Le batterie scariche devono essere smaltite negli appositi contenitori in quanto se gettate nella spazzatura possono causare gravi danni all'ambiente.</li> <li>- In alcuni paesi, lo smaltimento delle batterie al litio in contenitori particolari può essere proibito. In tutti i casi, è responsabilità dell'utilizzatore di conformarsi al regolamento nazionale in vigore, per quanto riguarda lo smaltimento delle batterie.</li> </ul> <p><b>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare morte, gravi infortuni o danni alle apparecchiature.</b></p>	<p><b>爆炸和有毒物质的危险</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 请勿将锂电池进行焚烧，它会引起爆炸和有毒物质的释放。</li> <li>- 请勿触摸损坏或泄露的锂电池。</li> <li>- 对坏电池必须进行专业的报废处理。</li> <li>- 不恰当的废电池处理会对人身和环境造成危害。</li> <li>- 在某些地区禁止将废弃锂电池和生活或商业垃圾混合在一起。</li> <li>- 在任何情况下，您有责任遵守您所在地区对废弃电池处理的相关规定。</li> </ul> <p><b>不按照上述规定操作会导致严重的人员伤亡或设备损毁。</b></p>

**KEYENCE**

96M1500

## Ultra-compact Digital Pressure Sensor

### AP-C30K (P) Series

#### Instruction Manual



### 1. Safety Precautions

#### WARNING

- Do not use this product in safety circuits such as those designed to protect human workers.
- This product does not employ an explosion-proof construction. Do not use it in the presence of flammable gasses, liquids, or powders.
- This is a direct current power supply type sensor. Application of an alternating current may result in explosion or fire.

#### Accessories

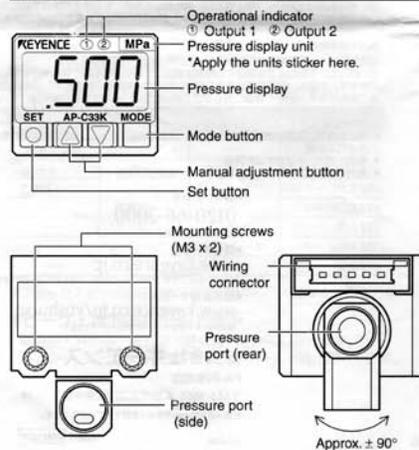
- 1 connector cable (2 m)
- 1 unit scale label



- 1 valve plug with hexagonal hole
- 1 instruction manual



### 2. Part Names

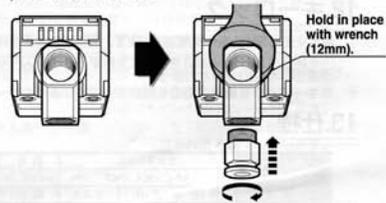


### 3. Pipe Connections

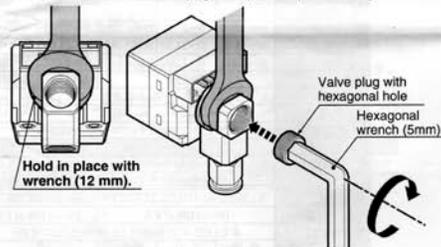
You can select from one of two pressure ports: one on the back of the sensor that can accommodate a pipe leading directly away from the back of the sensor, and one on the side of the sensor to accommodate a pipe leading away from the sensor at a right angle.

1) The pressure port is 1/8 of NPT. Commercially available air pressure joints and nipples can be used with the port.

When attaching the joint, use a wrench to hold the pressure port in place as illustrated below.



2) Attach the included valve plug to the pressure port not being used.

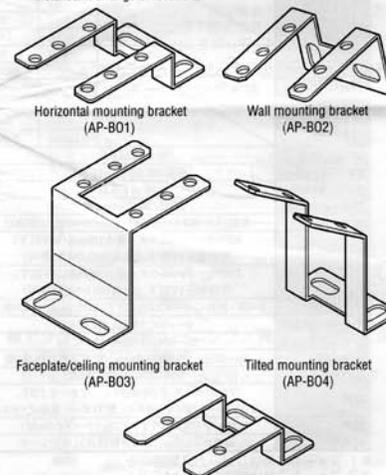


#### CAUTION

- Do not use a torque in excess of 10 Nm when tightening the joint. Doing so may damage the joint.
- Apply sealing tape when attaching the joint in order to prevent air leaks.

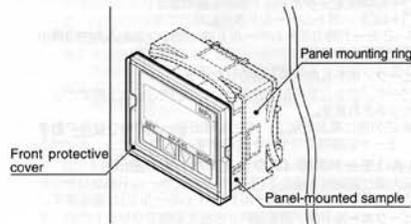
### 4. Mounting Brackets (option)

Dedicated mounting hardware is available for the sensor, allowing it to be installed in a range of locations.



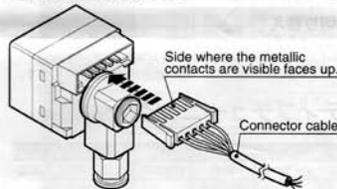
\* Distance between arms is same as the AP-30/40 Series brackets.

AP-A01 Panel mounting bracket

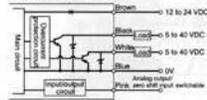


5. Connection Method and Diagrams

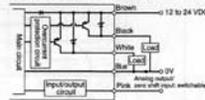
Insert the included connector-tipped cable into the sensor's connector. Position the connector so that the side of the connector where the metallic contacts are visible is facing up.



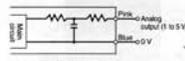
Input/output circuit (AP-C30K/C31K/C33K)



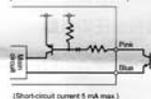
Input/output circuit (AP-C30KP/C31KP/C33KP)



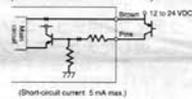
Analog output circuit



Zero shift input circuit (AP-C30K/C31K/C33K)



Zero shift input circuit (AP-C30KP/C31KP/C33KP)



6. Precautions for Safe Use

Follow these guidelines. Failure to do so may result in product damage.

CAUTION

- Connections
  - Input/output circuit
    - Always ground the frame ground terminal when using an off-the-shelf switching regulator.
    - Use separate conduits for power line and high voltage lines, since use of a common conduit may result in device malfunction.
    - Improper wiring may result in the device becoming excessively hot or in device damage.
  - Other
    - Do not use this sensor with corrosive gasses or liquids.
    - Do not insert objects such as wire into the pressure insertion area. Doing so may result in the device failing to operate properly due to damage to the pressure-sensitive elements.
    - Do not use sharp-tipped objects to press the setting keys.

7. Detection Mode Operation

General-purpose mode (F-1)

This mode allows the user to configure 2 detection points. Control output 1: Turns ON when pressure exceeds setting P1. Control output 2: Turns ON when pressure exceeds setting P2.



\*Hysteresis is a standard 0.5% of F.S. when operating in general-purpose mode and application modes 1 and 2. During focus mode operation, it is 0.2% of F.S.

Variable hysteresis mode (F-2)

Two detection points may be user-configured, and hysteresis for both may also be set.

Control output 1: Turns ON when pressure exceeds setting P1. Turns OFF when pressure drops the selected hysteresis amount below P1.

Control output 2: Turns ON when pressure exceeds setting P2. Turns OFF when pressure drops the selected hysteresis amount below P2.



Window mode (F-3)

The user may select a pair of upper (Hi) and lower (Lo) thresholds, and the sensor turns OFF when the pressure falls outside of the resulting range.

\*Control output 1 is a standard 0.5% of F.S. During focus mode operation, it has a hysteresis of 0.2% of F.S., and control output 2 has a hysteresis of 0.



Application mode 1 (A-1)

This detection mode is optimum for use in suction detection applications.

Recommended sensor heads: AP-C30K/C30KP/C31K/C31KP

Control output 1: Suction pressure detection.

Turns ON when pressure exceeds setting P1.

Control output 2: Detection and confirmation of vacuum burst pressure detection (or vacuum ultimate pressure).

Turns ON when the pressure falls below setting P2.

\*Cannot be used to detect vacuum burst pressure with the AP-C31K/C31KP when operating in focus mode. Standard mode operation only.

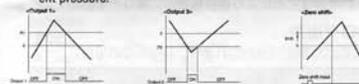
Zero shift: The zero point is shifted immediately after the zero shift timer is set following the activation of zero shift input.

P1: Pressure setting for control output 1.

T1: Zero shift timer setting (ms) < Variable between 0 and 1,999 ms

P2: Pressure setting for control output 2.

\* P2 is unrelated to zero shift and is always based on the current ambient pressure.



Application mode 2 (A-2)

This mode is optimum for use in leak test applications.

Recommended sensor head: AP-C33K/C33KP

Control output 1: Leak pressure detection.

Turns ON when pressure falls below setting P1.

\*Output only when receiving zero shift input.

Control output 2: Window comparator output for detection of fill pressure.

Turns OFF when pressure falls outside the range determined by upper (Hi) and lower (Lo) thresholds.

\*Fill pressure values are displayed with the center pressure as 0 during focus mode operation.

P1: Pressure setting for control output 1.

Hi: Upper threshold setting for control output 2.

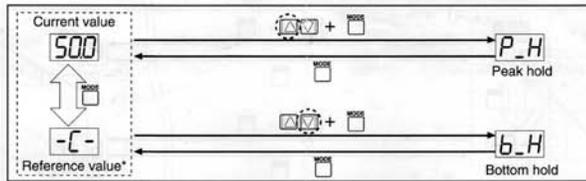
Lo: Lower threshold setting for control output 2.

\*The Hi and Lo values are unrelated to zero shift and are always based on the current ambient pressure.



**8. Sensor Configuration**

**■ Toggling the display**

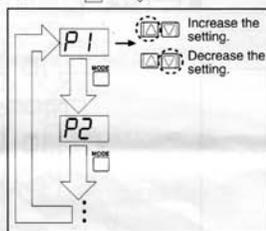


\* The reference value is the pressure value when zero shift input is received and is replaced only when zero shift input is selected.

After 4 sec of no key operation.

**■ Manual configuration**

Settings are manually configured. The display changes for each mode. \* Toggling the display of settings (see the diagram below). \* Manual configuration only during F-3/A-2 mode operation.



**■ Mode configuration**

AP-C31K(P)/C33K(P)

Detection range (AP-C30K(P) only)

r--	Compound pressure range
r--	Positive pressure range
r--	Negative pressure range

Units

Pa	Pa
CF	kgf/cm <sup>2</sup> (AP-C30-C33 only)
mH	mmHg (AP-C30-C31only)
inHg	inHg (AP-C30/C31only)
psi	psi
bar	bar

Detection mode

F-1	General-purpose mode
F-2	Variable hysteresis mode
F-3	Window mode
A-1	Application mode 1
A-2	Application mode 2

Operating mode

Std	Standard
Foc	Focus mode

When operating mode is Std

-500

Focus center pressure

\* See the Focus Mode section of Part 9 for the center pressures that can be selected.

noo

	Control output 1	Control output 2
noo	N.O.	N.O.
noc	N.O.	N.C.
nco	N.C.	N.O.
ncc	N.C.	N.C.

\* N.O. = normal open.  
\* N.C. = normal close.

When A-1/A-2 is selected during (fixed mode) operation

in

Zero shift input

out

Analog output

25

Chatter prevention Sets response time.

25	2.5 msec
5	5 msec
100	100 msec
500	500 msec

ron

Display color (7-segment)

ron	ON: Red, OFF: Green
gon	ON: Green, OFF: Red
red	Normally red
grn	Normally green
rGr	Within set value: Green Outside set value: Red

\* F-1 and F-2 mode only  
Values that fall between the P1 and P2 settings will be displayed in green, while values outside that range will be displayed in red.

Current value  
Reference value  
Hold value

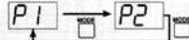
nor

Power-save

nor	Standard
Eco	Eco mode

**■ Toggling the display of settings**

General-purpose mode/F-1



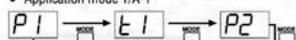
Variable hysteresis mode/F-2



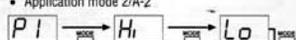
Window mode/F-3



Application mode 1/A-1



Application mode 2/A-2

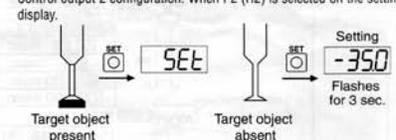


**■ Two-point tuning (F-1/F-2)**

The sensor is made to detect the pressures when the target object is present and then absent for confirmation of target suction pick-up, and the intermediate value is used.

Control output 1 configuration: When P1 (H1) is selected on the settings display.

Control output 2 configuration: When P2 (H2) is selected on the settings display.



**■ Active tuning (A-1)**

See Section 10.

- Note:**
- Press and hold the MODE button (M) for at least 3 seconds to return to the current value/reference value/hold value display from each of the mode setting screens.
  - Press the left side button (L) on the manual adjustment button (A) while holding down the mode button (M) to return to the previous display.
  - The current value will be displayed based on the ambient pressure conditions prevalent at that time without regard to zero shift input when the P2 setting display is selected for A-1 mode or when the Hi and Lo setting displays are selected for A-2 mode.
  - The sensor must be configured manually when operating in the F-3/A-2 modes. The SET button (S) will not function.

**9. Explanation of Features**

**Switching the detection range (AP-C30K(P) only)**

The AP-C30KP allows you to select a detection range. (When using Pa units)

Pressure type	Display	Range
Negative pressure	---	0 to -101.3 kPa
Positive pressure	---	0 to 100.0 kPa
Compound pressure	---	101.3 to -101.3 kPa

**Focus mode (AP-C31K/C31KP/C33K/C33KP)**

Focus mode increases all display resolutions by a factor of 10.

Normal mode Focus mode

02 > 024

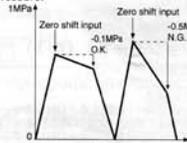
The following focus center pressures can be selected for the models noted in the table below.

Model	Unit	Focus Center Pressures
AP-C31K(P)	kPa	-20.0/-30.0/-40.0/-50.0/-60.0/-70.0/-80.0
AP-C33K(P)	kPa	200/300/400/500/600/700/800
AP-C31K(P)	kgf/cm <sup>2</sup>	---
AP-C33K(P)	kgf/cm <sup>2</sup>	2.04/3.06/4.08/5.10/6.12/7.14/8.16
AP-C31K(P)	mmHg	---
AP-C33K(P)	mmHg	-150/-225/-300/-375/-450/-525/-600
AP-C31K(P)	inHg	---
AP-C33K(P)	inHg	-5.9/-8.9/-11.8/-14.8/-17.7/-20.7/-23.6
AP-C31K(P)	psi	-2.90/-4.35/-5.80/-7.25/-8.70/-10.15/-11.60
AP-C33K(P)	psi	29.0/43.5/58.0/72.5/87.0/101.5/116.0
AP-C31K(P)	mbar	-200/-300/-400/-500/-600/-700/-800
AP-C33K(P)	bar	2.00/3.00/4.00/5.00/6.00/7.00/8.00

The current value is displayed in a range of ±20% of F.S. using the focus center pressure as the reference value (0).

**Zero shift**

Zero shift input forces the pressure at that time to be defined as zero. This feature is useful in applications that require the detection of a certain amount of pressure fluctuation without being influenced by changes in the original pressure.



(Example: leak testing)

Zero shift input received when a container is filled with air will allow the amount of leak after a certain time to be displayed as negative pressure. This approach eliminates the influence of small variations in the final fill pressure of the container.

The pressure value (reference value) when zero shift input is received can be verified from the current value display by pressing the  $\square$  button to switch to the reference value display.

( $\square$   $\leftrightarrow$   $\square$ )

Press the  $\square$  button once more to return to the current value display.

**Analog output**

A voltage corresponding to the pressure value is output. (When using Pa units)

Model	AP-C30K/C30KP		AP-C31K/C31KP	AP-C33K/C33KP	1 to 5V
	Negative pressure range	---	---	---	
Positive pressure range	---	---	---	---	0 to 100.0 kPa
Compound pressure range	---	---	---	---	-101.3to 101.3 kPa
---	Normal mode	---	---	---	0 to -101.3 kPa
---	Focus mode	---	---	---	20.0 to -20.0 kPa
---	Normal mode	---	---	---	0 to 1.000 MPa
---	Focus mode	---	---	---	-200 to 200 kPa

\* The pressure value of the focus mode is based on the selected center pressure.

**Peak/bottom hold display**

The maximum (minimum) values are displayed continuously after power to the sensor is turned on. The active hold display indicated below is used when the A-1 mode is selected.

**How to display hold values/**

From current value/reference value display

$\square$  +  $\square$  Activates peak hold display.

$\square$  +  $\square$  Activates bottom hold display.

The minimum value during zero shift input is displayed for the bottom hold during A-2 mode operation.

**Resetting the peak/bottom hold values/**

Pressing  $\square$  for 3 seconds or more while the peak and bottom hold values are being displayed will reset the values.

\* The values will also be reset when power to the sensor is turned off, and when the device's detection mode or operating mode is changed.

**During A-1 mode operation (active hold display)**

The hold values are reset each time the pressure value exceeds (or falls below) the setting, and the peak hold (bottom hold) will then vary from this point.

**Peak hold value:** The peak hold value will be reset once a value is encountered that exceeds setting P1, and new peak values will be held from that point.

**Bottom hold value:** The bottom hold value will be reset once a value is encountered that falls below setting P2, and new bottom values will be held from that point.

**Power-save**

The value display will be turned off during power-save operation to reduce the amount of power consumed.

• Use of any keys during eco mode operation will revert the sensor to its normal display. The sensor will return to the eco display when there is no key input for a period of 3 minutes.

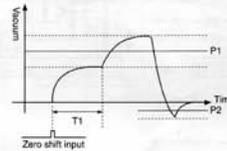
**Switching the display color**

Corresponds to either output 1 or output 2 based on which setting display has been selected.

\* rGr can only be set when either the F-1 or F-2 mode is selected. Values that fall between the P1 and P2 settings will be displayed in green, while values outside that range will be displayed in red.

**10. Active Tuning**

Type	Application	P1	P2	T1
Active 2 point tuning	Suction	Automatic configuration	---	Manual configuration
Active 1 point tuning	Vacuum burst	---	Automatic configuration	---



**Perform these steps first**

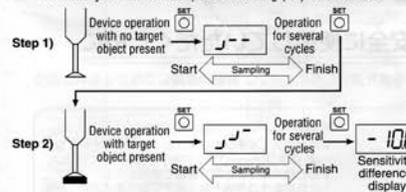
• Select the setting display as indicated below before performing the tuning procedures.

Active 2 point tuning: Select either P1 or T1 for the setting display.

Active 1 point tuning: Select P2 from the settings display.

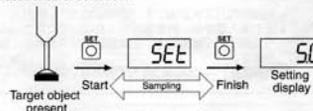
• Connect the external signal to the zero shift input.

**Active 2 point tuning / a tuning method suited for automatically configuring suction pick-up detection pressures**  
The zero shift timer setting is manually configured, and the sensor automatically selects the best pressure setting (P1) for this value.



**Active 1 point tuning / tuning optimized for vacuum burst detection**

The sensor automatically selects the best pressure setting (P2) for vacuum burst detection.



\* Cannot be used to detect vacuum burst pressure when operating in focus mode (AP-C31K/C31KP).

**11. Ambient Pressure Compensation**

Open the applied pressure to the surrounding air so that it equals the ambient pressure and press the  $\square$  button for 3 seconds or more while the current value or reference value is being displayed. The ambient pressure point will be corrected.

- \*1 Ambient pressure can be corrected within a range of  $\pm 5\%$  of F.S. When atmospheric pressure compensation has been performed, the settings will be saved even when power to the sensor is turned off.
- \*2 AP-C31K/C31KP/C33K/C33KP: Can be used during focus mode operation as well. Values will be compensated based on the center pressure.

**12. Key Lock**

Disables operations that would modify the sensor's configuration. Display content can be toggled. Pressing and holding either  $\square$  or  $\square$  for at least 3 seconds while pressing  $\square$  button will lock the keypad and cause the "Loc" display to flash. \* The same key combination will deactivate the key lock feature.

**13. Specifications**

Type	Multi-range		Negative pressure	Positive pressure
Model	AP-C30K/C30KP		AP-C31K/C31KP	AP-C33K/C33KP
Main pressure range	Unit	Negative pressure	Positive pressure	Compound pressure
	kPa	0 to -101.3	0 to 100.0	101.3 to -101.3
	kgf/cm <sup>2</sup>	0 to -1.033	0 to 1.020	1.033 to -1.033
	mmHg	0 to -760	0 to 750	760 to -760
	inHg	0 to -29.9	0 to 29.5	29.9 to -29.9
Pressure resistance	psi	0 to -14.69	0 to 14.50	14.69 to -14.69
	bar	0 to -1.013	0 to 1.000	1.013 to -1.013
	500kPa		500kPa	
	Air, non-corrosive gasses		5MPa	
	Gauge pressure		1.5MPa	
Adaptive fluids	Air, non-corrosive gasses			
Pressure type	Gauge pressure			
Power supply voltage	12 to 24 VDC $\pm 10\%$ Ripple (P-P) 10% max.			
Current consumption	12 V operation(NPN/PNP) 24 V operation(NPN/PNP)			
	Normal		Eco mode	
	720 mW/60 mA/900 mW/75 mA max.	960 mW/40 mA/1320 mW/55 mA max.	720 mW/30 mA/960 mW/40 mA max.	
Display method	3.5 digit two-color 7 segment LED (11 mm character height) Display cycle: 10 times/second			
Configuration/display range	-10 to +110% of F.S. -15 to +110% of F.S.			
Operative status indicators	Red LED x 2 (supports control output 1 / control output 2)		Red LED x 2 (supports control output 1 / control output 2)	
	Unit	Negative pressure	Positive pressure	Compound pressure
Multi-range	kPa	0.1	0.1	0.2
	kgf/cm <sup>2</sup>	0.001	0.001	0.002
	mmHg	1	1	2
	inHg	0.1	0.1	0.1
	psi	0.02	0.02	0.04
	bar	0.001	0.001	0.002
	Standard mode	kPa	0.1 0.001MPa	
kgf/cm <sup>2</sup>		0.01		
mmHg		1		
inHg		0.1		
psi		0.02 0.2		
bar		0.001 0.01		
Focus mode		kPa	0.01 0.1	
	kgf/cm <sup>2</sup>	0.001		
	mmHg	0.1		
	inHg	0.01		
	psi	0.002 0.02		
	bar	0.1mbar 0.001		
	Repeatability	$\pm 0.2\%$ of F.S.		
Hysteresis *2	Variable (standard 0.5% of F.S.)			
Display temperature characteristics	$\pm 1\%$ of F.S. max.			
Response (under pressure hold)	Selectable from 2.5, 5, 100, 500 ms			
Zero shift input	No-voltage input (without contacts) Input time 2 ms or greater (Switchable with analog output.)			
Control output *3	NPN open collector Max. 100 mA (40 V max.) residual voltage 1 V max., 2 outputs (NO/NC switchable)			
	PNP open collector Max. 100 mA (30 V max.) residual voltage 1 V max., 2 outputs (NO/NC switchable)			
Analog output	1 to 5 V Output impedance 1 k $\Omega$ max. (Switchable with zero shift input.)			
Ambient temperature	0 to +50 °C (No freezing)			
Relative humidity	35 to 85 % RH (No condensation)			
Vibration	10 to 55 Hz, compound amplitude 1.5 mm, 2 hours for each of XYZ axes			
Pressure port	NPT 1/8" Bidirectional rotating type			
Housing material	Front case: polycarbonate, Rear case: PBT, Front sheet: polycarbonate, Pressure port: die-cast zinc			
Weight	30 g (not including cables) / 78 g (including 2-m cable)			
Accessories	Power cord (2-m, connector type) Units sticker			

\*1 During focus mode operation, restricted to focus range.  
 \*2 During focus mode operation, standard 0.2% of F.S.  
 \*3 The AP-C30K(P), C31K(P), and C33K(P) use PNP output.

**14. Error Displays and Corrective Actions**

**Error displays during normal operation**

Display	Cause	Solution
----	No difference in sensitivity (during 2 point tuning/active tuning).	Adjust the air pressure device so that there will be a difference in sensitivity.
ErL	There is an applied pressure of 45 % of F.S. during ambient pressure compensation.	(Return to atmospheric pressure.) Repeat atmospheric compensation.
ErL	An excess current is flowing to the control output.	Check the load and return it to the rated range.
-FFF	Reading is falling below (exceeding) configuration/display pressure range.	Return the pressure to the rated pressure range.
FFF	Reading is exceeding (falling below) configuration/display pressure range.	Return the pressure to the rated pressure range.
ErL	When there were not at least 2 shift inputs during active 2 point tuning.	Repeat the active tuning procedure so that there are at least 2 shift inputs.

\* Contact KEYENCE for information about error displays other than those described above.

**15. Default Mode Settings (Initialization)**

The sensor ships with the following configuration.

	AP-C30K	AP-C31K(P)/C33K(P)	AP-C30K	AP-C31K(P)/C33K(P)
Detection range	---	---	in	in
Units	Pa	Pa	25	25
Detection mode	F-I	F-I	ran	ran
Operating mode	---	St-d	nor	nor
N.O./N.C. switching	noo	noo	nor	nor

\* Press  $\square$  button 5 times while holding down the  $\square$  button to return the sensor to its default configuration.

**WARRANTIES AND DISCLAIMERS**

(1) KEYENCE warrants the Products to be free of defects in materials and workmanship for a period of one (1) year from the date of shipment. If any models or samples were shown to Buyer, such models or samples were used merely to illustrate the general type and quality of the Products and not to represent that the Products would necessarily conform to said models or samples. Any Products found to be defective must be shipped to KEYENCE with all shipping costs paid by Buyer or offered to KEYENCE for inspection and examination. Upon examination by KEYENCE, KEYENCE, at its sole option, will refund the purchase price of, or repair or replace at no charge any Products found to be defective. This warranty does not apply to any defects resulting from any action of Buyer, including but not limited to improper installation, improper interfacing, improper repair, unauthorized modification, misapplication and mishandling, such as exposure to excessive current, heat, coldness, moisture, vibration or outdoors air. Components which wear are not warranted.

(2) KEYENCE is pleased to offer suggestions on the use of its various Products. They are only suggestions, and it is Buyer's responsibility to ascertain the fitness of the Products for Buyer's intended use. KEYENCE will not be responsible for any damages that may result from the use of the Products.

(3) The Products and any samples ("Products/Samples") supplied to Buyer are not to be used internally in humans, for human transportation, as safety devices or fail-safe systems, unless their written specifications state otherwise. Should any Products/Samples be used in such a manner or misused in any way, KEYENCE assumes no responsibility, and additionally Buyer will indemnify KEYENCE and hold KEYENCE harmless from any liability or damage whatsoever arising out of any misuse of the Products/Samples.

(4) OTHER THAN AS STATED HEREIN, THE PRODUCTS/SAMPLES ARE PROVIDED WITH NO OTHER WARRANTIES WHATSOEVER. ALL EXPRESS, IMPLIED, AND STATUTORY WARRANTIES, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, AND NON-INFRINGEMENT OF PROPRIETARY RIGHTS, ARE EXPRESSLY DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL KEYENCE AND ITS AFFILIATED ENTITIES BE LIABLE TO ANY PERSON OR ENTITY FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, PUNITIVE, SPECIAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, ANY DAMAGES RESULTING FROM LOSS OF USE, BUSINESS INTERRUPTION, LOSS OF INFORMATION, LOSS OR INACCURACY OF DATA, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, THE COST OF PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS, SERVICES OR TECHNOLOGIES, OR FOR ANY MATTER ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR INABILITY TO USE THE PRODUCTS, EVEN IF KEYENCE OR ONE OF ITS AFFILIATED ENTITIES WAS ADVISED OF A POSSIBLE THIRD PARTY CLAIM FOR DAMAGES OR ANY OTHER CLAIM AGAINST BUYER. In some jurisdictions, some of the foregoing warranty disclaimers or damage limitations may not apply.

**KEYENCE**

**KEYENCE CORPORATION**  
 1-3-14, Higashi-Nakajima, Higashi-Yodogawa-ku,  
 Osaka, 533-8555, Japan  
 PHONE: +81-6-6379-2211 FAX: +81-6-6379-2131

**AFFILIATED COMPANIES**

- KEYENCE CORPORATION OF AMERICA**  
 PHONE: 201-930-0100  
 FAX: 201-930-0369
- KEYENCE (MALAYSIA) SDN BHD**  
 PHONE: 03-292-2211  
 FAX: 03-292-2131
- KEYENCE DEUTSCHLAND GmbH**  
 PHONE: 06102-36 89-0  
 FAX: 06102-36 89-100
- KEYENCE (THAILAND) CO., LTD.**  
 PHONE: 02-369-2777  
 FAX: 02-369-2775
- KEYENCE (UK) LIMITED**  
 PHONE: 01908-696900  
 FAX: 01908-696777
- KEYENCE TAIWAN CO., LTD.**  
 PHONE: 02-2718-5700  
 FAX: 02-2718-8711
- KEYENCE FRANCE S.A.**  
 PHONE: 01 56 37 78 00  
 FAX: 01 56 37 78 01
- KEYENCE (HONG KONG) CO., LTD.**  
 PHONE: 3104-1010 FAX: 3104-1080
- KEYENCE INTERNATIONAL TRADING (SHANGHAI) CO., LTD.**  
 PHONE: 021-68757500  
 FAX: 021-68757550
- KEYENCE ITALIA S.p.A.**  
 PHONE: 02-668-8220  
 FAX: 02-668-25099
- KEYENCE SINGAPORE PTE. LTD.**  
 PHONE: 6392-1011  
 FAX: 6392-5055
- KOREA KEYENCE CO., LTD.**  
 PHONE: 31-642-1270  
 FAX: 31-642-1271

IS-D10V/25/05  
1/01

**ARROW PNEUMATICS, INC.**  
**DESICCANT DRYER INSTRUCTION SHEET**  
**SERIES D05, D10, D25**

BOWL	MAX. PRESSURE	TEMPERATURE RANGE
Metal	250 psi	40deg F to 175deg F
W/Sight Glass	250 psi	40deg F to 160deg F

**WARNING!** For compressed air service only. Not to be used on life support systems or breathing air systems. Metal Bowl Sight is made of polycarbonate resin that will crack if exposed to solvents or oils containing ethyl acetate, methylenedichloride, methylethylketone, phenol, 1,1,2-trichloroethane, xylene, benzyl, alcohol, dichlorobenzene or any partially halogenated or aromatic hydrocarbons. For any additional information regarding chemical compatibility please contact: General Electric Plastics, One Plastic Av., Pittsfield MA

**INSTALLATION:** Install dryer so that air flow is in the direction "IN-OUT" as indicated on the head of the unit. A prefilter combination is an absolute necessity ahead of the dryer. The first stage (our F3 style Particulate Filter) will remove heavy liquid water and solid particulates down to 40 microns. The second stage (our F5 Coalescer) will remove oil and water particles down to .03 microns.

**Note:** Used desiccant material can be regenerated by spreading desiccant material in a thin layer in a shallow pan, heating in a circulating furnace at 275deg F until complete color transformation occurs, in approx. three hours. Caution should be used in heating the desiccant DO NOT exceed 20deg F per minute on heat up and 350deg F on bake out.

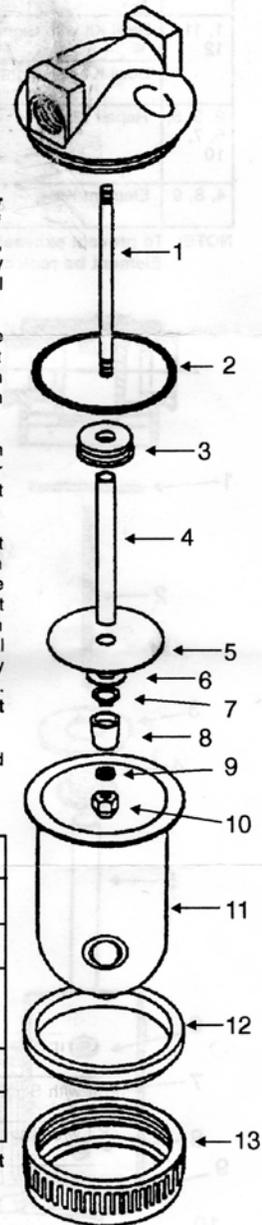
**MAINTENANCE:** Care must be taken to change the dryer's desiccant material or regenerate it whenever it appears completely pink in color. Following are the steps to be taken when recharging dryer: 1) Shut off air supply and bleed system. 2) Unscrew ring nut, remove bowl assembly. 3) Remove used desiccant. 4) Check, and clean if necessary, the Exhaust Tube of dust particles by removing acorn nut, gasket seal and nut. 5) Before filling bowl with desiccant, remove Sight Retainer, O ring and used desiccant. 6) Fill Sight Body to O ring seal level with new or recharged desiccant beads. 7) Secure Sight Retainer, Sight, and O ring by hand-tightening. 8) Fill bowl with new or recharged desiccant (3 1/2 cups, 1 1/4 lbs., or 1 Qt.). 9) Replace bowl assembly and tighten ring nut hand-tight. **CAUTION: Do not remove Sight Retainer while bowl is under pressure.**

**STORAGE:** Store replacement desiccant in a dry area making certain that jar is tightly sealed and shelf life noted.

**Series D10**

Item	Kit Description	Kit Part Number		Contents
		D10	D10XL	
2, 11 12, 13	Bowl Kit	BKD10V	BKD10XLV	O- Ring, Bowl Assy. w/Sight, Adapter, Bowl Ring
		BKD10M	BKD10XLM	O-Ring, Bowl Assy. w/o Sight, Adapter, Bowl Ring
1, 3, 4, 6, 7, 10	Repair Kit	RKD10	RKD10XL	Threaded Rod, Exhaust Tube, Exhaust Tube Adapter Assy., Washer, Retaining Ring, Cap Nut
5, 8, 9	Element Kit	EKD10	EKD10XL	Exhaust Element, Gasket, Dispersion Filter
Not Shown	Sight Kit	SKD10	SKD10	Sight, O-Ring

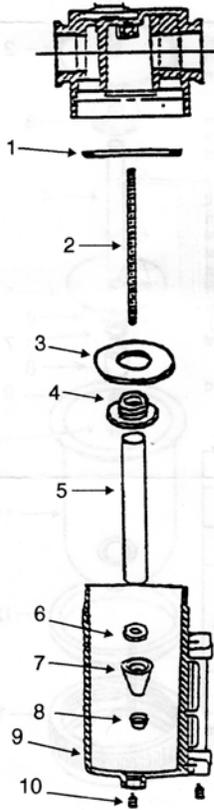
**NOTE:** To prevent excessive pressure drop, it is recommended that the Exhaust Element be replaced whenever the desiccant is replaced or recharged.



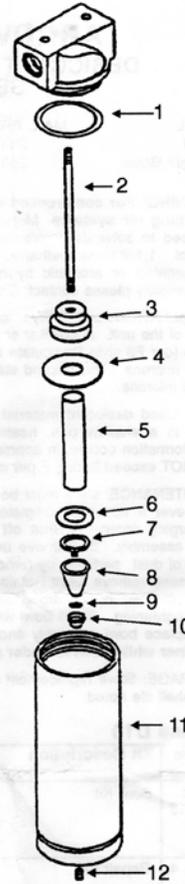
**Series D25-06**

Item	Kit Description	Kit Part Number	Contents
1, 11, 12	Bowl Kit with Sight	BKD25	O- Ring, Bowl Assy. with Sight, Pipe Plug
	Bowl Kit w/o Sight	BKD25M	O-Ring, Bowl Assy., Pipe Plug
2, 3, 5, 6, 7, 10	Repair Kit	RKD25	Threaded Rod, Exhaust Tube, Exhaust Tube Adapter Assy., Washer, Retaining Ring, Cap Nut
4, 8, 9	Element Kit	EKD25	Exhaust Element, Gasket, Dispersion filter

**NOTE:** To prevent excessive pressure drop, it is recommended that the Exhaust Element be replaced whenever the desiccant is replaced or recharged.



IS-D10V/25/05  
1/01



**D05-03 MAINTENANCE:** When filling Sight Glass Tube with new desiccant, remove Sight Glass Pipe Plug, empty out used pink desiccant, and fill with new or recharged blue desiccant. Reinstall Pipe Plugs with new thread sealant.

**Series D05-03**

Item	Kit Description	Kit Part Number	Contents
1, 9, 10	Bowl Kit with Sight	BKD05W-1	O- Ring, Bowl Assy. with Sight, Pipe Plug
2, 4, 5, 8	Repair Kit	RKD05-1	Threaded Rod, Exhaust Tube, Exhaust Tube Adapter Assy., Washer, Retaining Ring, Cap Nut
3, 6, 7	Element Kit	EKD05	Exhaust Element, Gasket, Dispersion Filter
Not Shown	Sight Kit	SKD05	Sight, O-Ring

**NOTE:** To prevent excessive pressure drop, it is recommended that the Exhaust Element be replaced whenever the desiccant is replaced or recharged.

## **FR80 FILTER-REGULATOR SET**

### 1. Installation:

- a. The assembly of all calibration shall meet the maximum flow requirement.
- b. Maximum pressure of 9.9kgf/cm<sup>2</sup>.
- c. Direction-air flow in the triangle “▶” on the primary unit.
- d. Position-water discharge, the triangle“▼” downward.
- e. Site-as close to the unit to be protected as possible.
- f. Place-free of direct sun shine, hot area, and hazardous chemicals.
- g. The water drainage shall be deployed beneath the water discharge for outlet of water into proper area.

### 2. Regulation:

#### I .Regulation of pressure

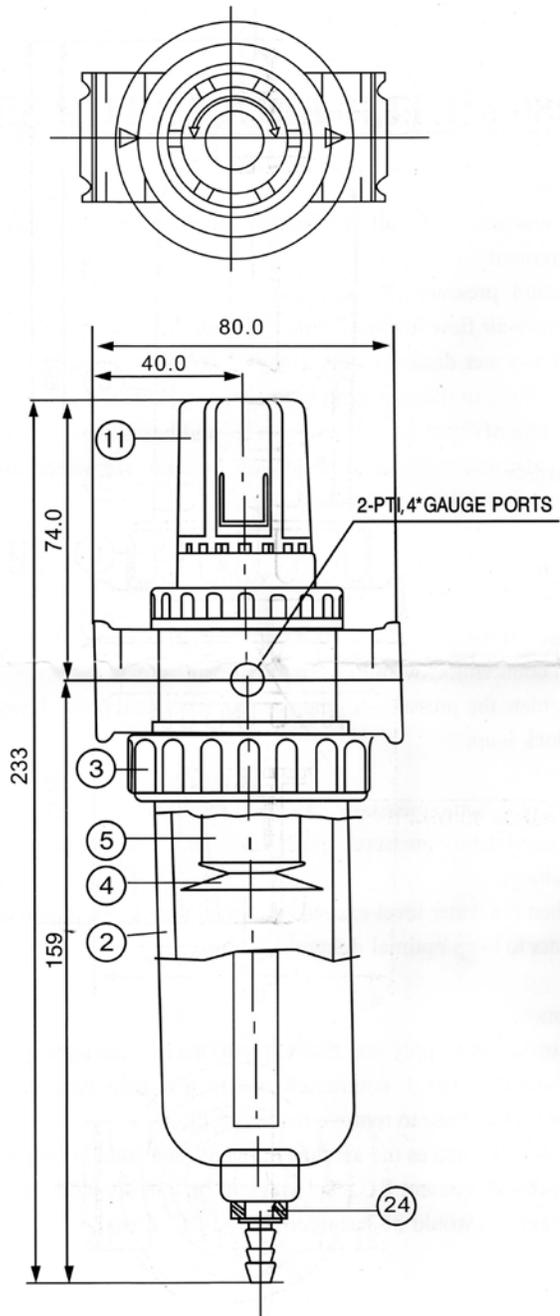
- a. Raise off the part 11 and turn it clockwise to have the pressure up and counterclockwise to have the pressure down.
- b. Regulate the pressure to the desired level and press down the part 11 to lock it up.

#### II.Drainage

- a. If no pneumatic pressure, water will discharge.
- b. If pneumatic pressure, push the part 24 to down, water will discharge.
- c. When the water level exceeds the maximum limit, please drain off the water to keep optimal dehumidification.

### 3. Maintenance:

- a. Shut off the air supply and discharge the air into the atmosphere.
- b. Turn off the part 3 counter-clockwise and then turn off the part 4 counter-clockwise to remove the part 5 filter.
- c. The filter that makes the air flow outward, is available for repeated use.
- d. Clean the transparent P.C. cup with a clean and dry cloth, do not use any chemical that would be hazardous to the P.C. material.



STU-A019

REL: 06-06

**For Installation Instruction Stuffers please contact your  
Authorized Local Distributor or call Master Pneumatic at  
(586) 254-1000**

These Installation Instruction Stuffers can be obtained by fax, email, Cd-Rom (*which contains a complete set of stuffers*) or by visiting [www.masterpneumatic.com](http://www.masterpneumatic.com). They are available under the "Product Information" Selection on the web site.



### POLYCARBONATE WARNING



These products are intended for industrial compressed air systems only. Do not use where pressures or temperatures can exceed those listed on the label. Except as otherwise specified by the manufacturer, this product is specifically designed for compressed air service and use with any other fluid (liquid or air) is a misapplication. For example, use with or injection of certain hazardous liquids or gases in the system (such as alcohol or liquid petroleum gas) could be harmful to the unit or result in a combustible condition or hazardous external leakage.

Before using for non-industrial applications, life support systems, with fluids other than those specified, or other applications not within published specifications, consult the manufacturer for written approval.

Components used on fluid power systems can fail in various modes through misuse, age, inadequate maintenance, or malfunction. The system designer is warned to consider failure modes of all component parts used in fluid power systems and to provide adequate safeguards to prevent personal injury or damage to equipment in the event of such failure.

System designers must provide a warning to end users in the instructions if protection against a failure mode cannot be adequately provided.

System designers and end users are cautioned to review specific warnings found on product labels and installation instruction sheets.

#### FOR UNITS WITH PLASTIC BOWLS & RESERVOIRS

**CAUTION** - Certain compressor oils, chemicals, household cleaners, solvents, paints, and fumes will attack plastic bowls & reservoirs and can cause failure. Do not use near these materials. When bowl or reservoir becomes dirty, replace it or wipe only with a clean dry cloth. Immediately replace any crazed, cracked, damaged, or deteriorated plastic bowl with a metal bowl. Plastic bowls and reservoirs should be protected from direct sun rays.

#### SOME OF THE MATERIALS THAT WILL ATTACK CLEAR TRANSPARENT POLYCARBONATE BOWLS & RESERVOIRS.

Acetaldehyde	Antifreeze	Carbon tetrachloride	Dimethyl formamide	Ether alcohol	Methyl chloride	Nitroethylene	Sodium sulfide
Acetylene chloride	Benzene	Caustic potash solution	Dimethyl phthalate (DEP)	Fluoric acid	Methylene chloride	Nitromethane	Styrene
Acetic acid (conc.)	Benzene hexachloride	Caustic soda solution	Diocetyl phthalate (DOP)	Formic acid (conc.)	Methylene salicylate	Oxalic acid	Sulfuric acid (conc.)
Acetone	Benzonitrile	Chlorobenzene	Diane	Freon (refrig. & propell)	Methyl ether	Phenol	Sulfate of soda
Acetonitrile	Benzoic acid	Chloroform	Ethane tetrachloride	Gasoline (high aromatic)	Methyl ethyl ether	Phosphoric acid	Sulphural chloride
Acetophenone	Benzyl alcohol	Chromic acid	Ethyl acetate	Glycolic acid	Methyl ketone	Phosphorous hydroxychloride	Tartaric acid
Acrylic acid	B.H.C.	Citric acid	Ethyl ether	Hydrazine	Milk of lime (CaOH)	Phosphorous trichloride	Tetrahydronaphthalene
Acrylonitril	Brake fluids	Cresol	Ethylamine	Hydrochloric acid (conc.)	Naptha	Phthalic acid	Thiophene
Ammonia	Bromobenzene	Cyclohexanol	Ethylbenzene	Lacquer thinner	Naphthol	Potassium bichromate	Toluene
Ammonium fluoride	Butyric acid	Cyclohexanone	Ethylene chloride	Lactic acid	Nitric acid (conc.)	Potassium nitrate	Turpentine
Ammonium hydroxide	Carbolic acid	Cyclohexene	Ethylene chlorohydrin	Malic acid	Nitrobenzene	Propionic acid	Xylene
Ammonium sulfide	Carbon disulfide	Dibutyl phthalate (DBT)	Ethylene dichloride	Methyl alcohol	Nitrocellulose lacquer	Pyridine	Perchloroethylene and others
Anaerobic adhesives & sealants	Carbon disulfide	Dichlorobenzene	Ethylene glycol	Methylamine	Nitroethane	Sodium carbonate	

#### TRADE NAMES OF SOME COMPRESSOR OILS, RUBBER COMPOUNDS, AND OTHER MATERIALS THAT WILL ATTACK POLYCARBONATE BOWLS.

Atlas "Perma-Guard"	* Garlock #98403 (polyurethane)	Kano Krail	Minnesota Rubber 366Y	Petron PD287	Stauffer Chemical FYRQUEL #150	Tenneco anderal #495 and #500 oils
Buna N	Haskel #568-023	Keystone penetrating oil #2	National Compound #N11	Prestone	Sillman #SR 269-75 (polyurethane)	Tion
Cellulube #150 and #220	Hilgard Co.'s hil phone	Loctite #271, #290, and #1055	Nylock VC-3	Pydraul AC	Sillman SR 513-70 (neoprene)	* Vibra-site
Crylex #5 cement	Houghton & Co. oil #1120, #1130 & #1055	* Loctite Teflon-Sealant	Parco #1306 Neoprene	Scars Regular Motor Oil	- Tannergas	Zerex
Eastman #910	Hotosafe 1000	* Marvel Mystery Oil	* Permabond #910	Sinclair Oil "Lily White"	Telar	

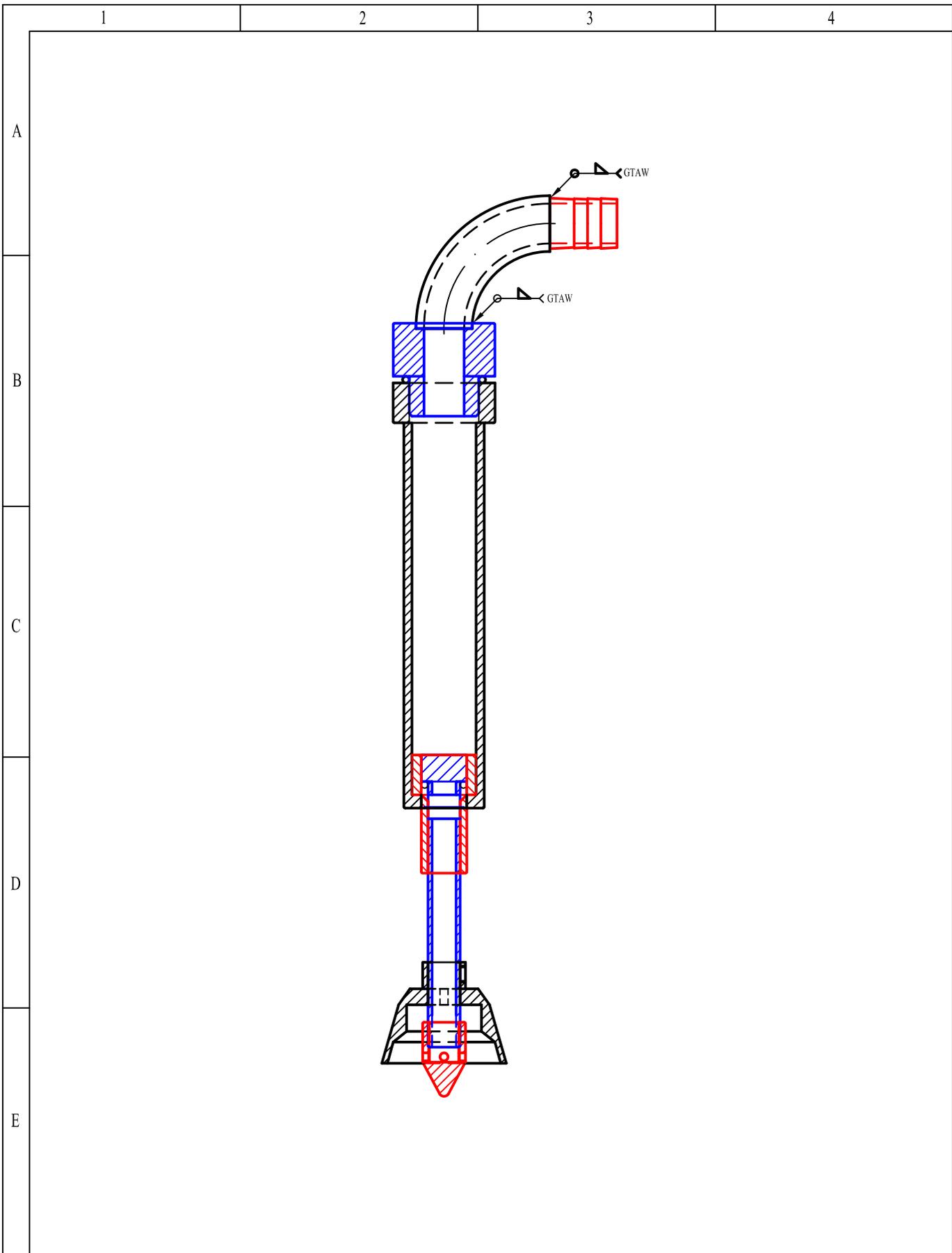
(\*) When in raw liquid form

We cannot possibly list all harmful substances. Check with your Bayer Chemical or General Electric office for further information on polycarbonate plastic.

## **ANEXO B**

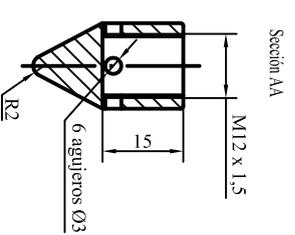
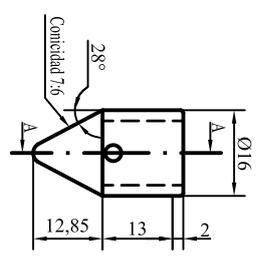
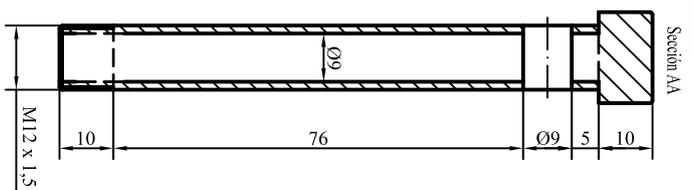
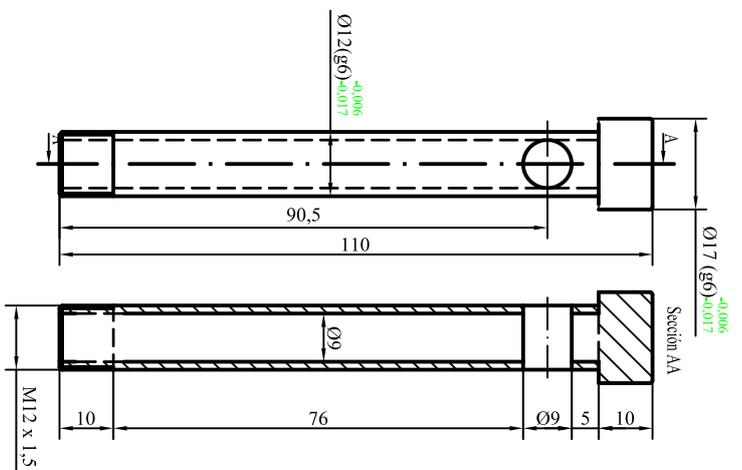
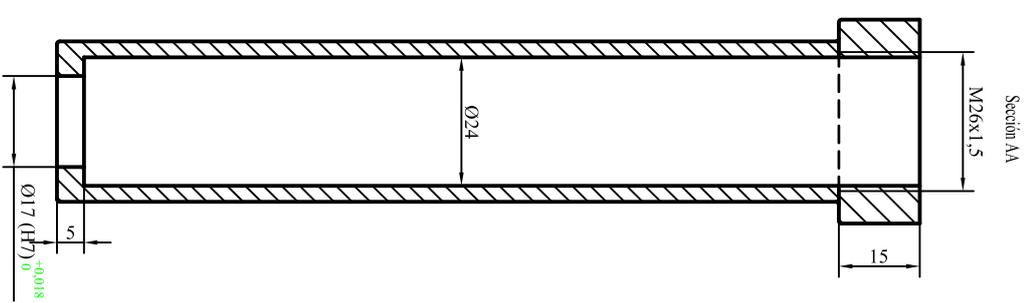
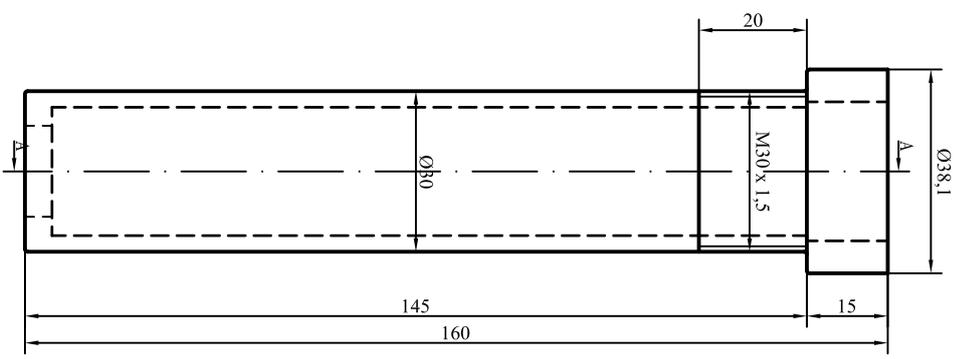
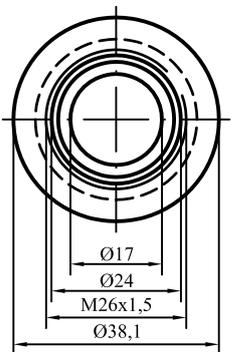
- B.1. PLANO: Ensamble del dosificador EM – 01 – 09
- B.2. PLANO: Dosificador EM – 02 – 09
- B.3. PLANO: Dosificador EM – 03 – 09
- B.4. PLANO: Ensamble del soporte de dosificadores EM – 04 – 09
- B.5. PLANO: Soporte de dosificadores EM – 05 – 09
- B.6. PLANO: Soporte de dosificadores EM – 06 – 09
- B.7. PLANO: Ensamble del soporte de envases EM – 07 – 09
- B.8. PLANO: Soporte de envases EM – 08 – 09
- B.9. PLANO: Banda transportadora EM – 09 – 09
- B.10. PLANO: Estructura metálica EM – 10 – 09
- B.11. PLANO: Tanque de almacenamiento EM – 11 – 09

**B.1. PLANO: Ensamble del dosificador  
EM – 01 – 09**



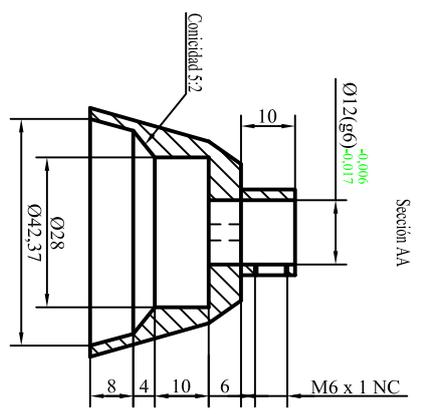
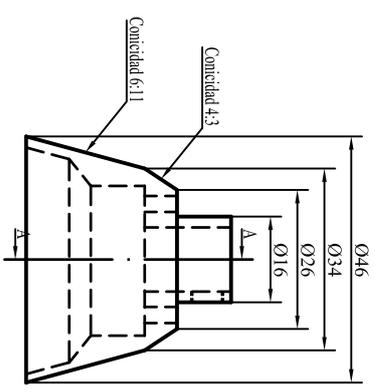
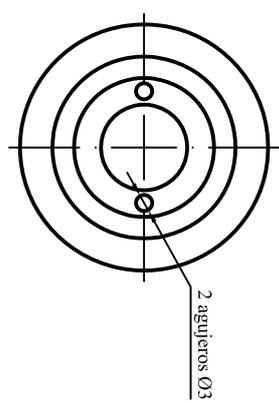
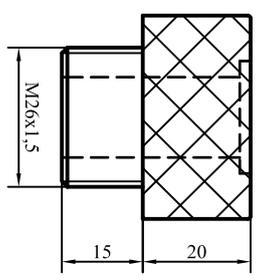
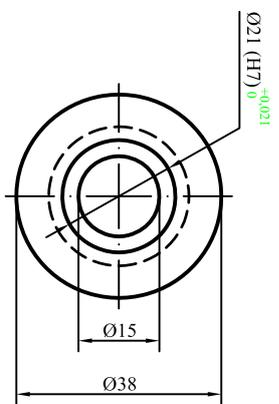
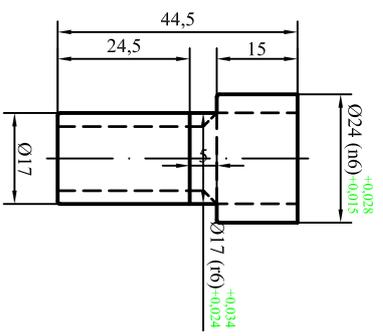
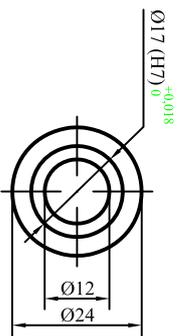
			Tolerancia ±0,01	Peso	Acero inoxidable AISI 316L	
					Ensamble del Dosificador	Escala 1:2
			Fecha	Nombre		
			Dibujó 23/11/09	S. Rivera - M. Rodriguez		
			Revisó 23/11/09	Ing. Terán - Ing. Trávez		
			Aprobó 23/11/09	Ing. Terán - Ing. Trávez		
			Espe/Electromecánica		EM - 01 - 09	
					(sustitución)	
	Fecha	Nombre				ISO A 

**B.2. PLANO: Dosificador**  
**EM – 02 – 09**

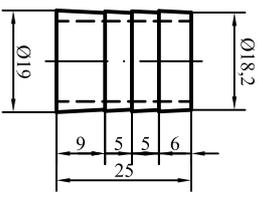
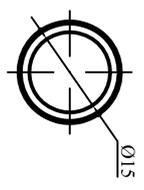
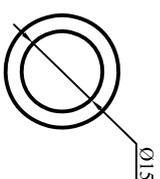
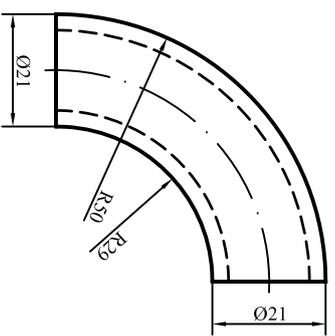


Tolerancia ±0,01		Peso		<b>Acero inoxidable AISI 316L</b>  <b>Dosificador</b>	Escala 1:1
Fecha	Nombre	Fecha	Nombre		
Dibujó 23/11/09	5 Rivera - M. Rodríguez	Revisó 23/11/09	Ing. Fernán - Ing. Trávez		
Aprobó 23/11/09	Ing. Fernán - Ing. Trávez				
Español/Electromecánica		EM - 02 - 09		(sustitución)	
Fecha		Nombre			
				ISO A	

**B.3. PLANO: Dosificador**  
**EM – 03 – 09**

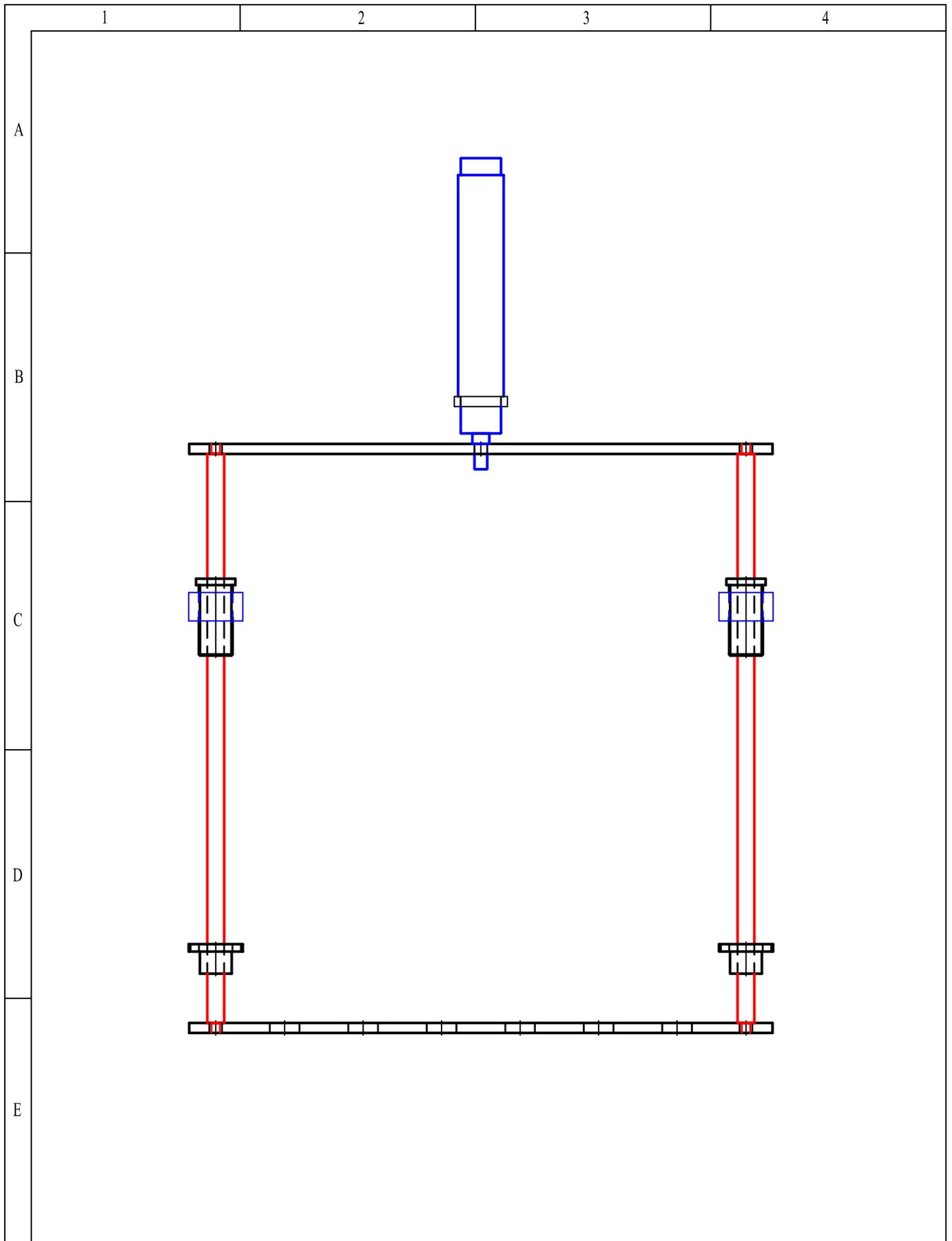


Teflón



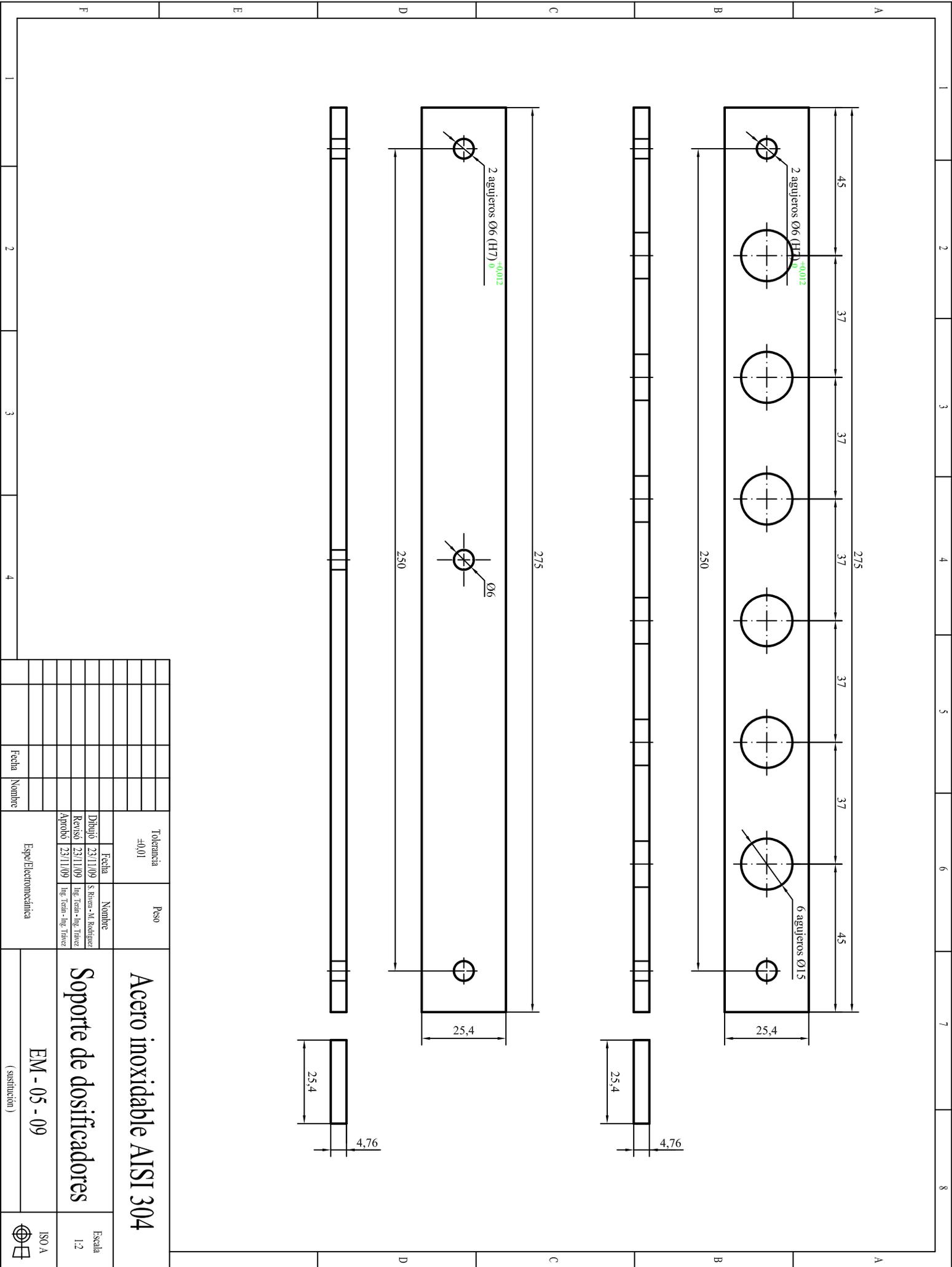
Tolerancia ±0.01		Peso		Acero inoxidable AISI 316L
Fecha	Nombre	Fecha	Nombre	
23/11/09	S. Rivera - M. Rodríguez	23/11/09	Ing. Teflon - Ing. Teflon	
23/11/09	Ing. Teflon - Ing. Teflon	23/11/09	Ing. Teflon - Ing. Teflon	
Aprobó		Espec/Electromecánica		EM - 03 - 09 (sustitución)
23/11/09		Escala 1:1		
Fecha		Nombre		ISO A

**B.4. PLANO: Ensamble del soporte de  
dosificadores EM – 04 – 09**



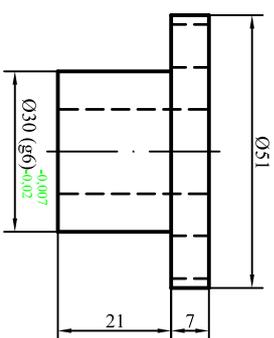
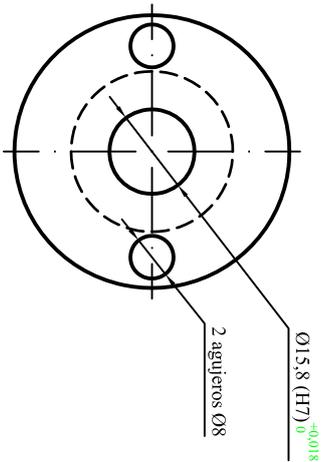
			Tolerancia ±0,01	Peso	<b>Acero inoxidable AISI 304</b>	
			Fecha	Nombre	<b>Ensamble del Soporte de Dosificadores</b>	Escala 1:5
			Dibujó 23/11/09	S. Rivera - M. Rodriguez		
			Revisó 23/11/09	Ing. Terán - Ing. Trávez		
			Aprobó 23/11/09	Ing. Terán - Ing. Trávez		
			Espe/Electromecánica		<b>EM - 04 - 09</b>	
					(sustitución)	
	Fecha	Nombre			ISO A 	

**B.5. PLANO: Soporte de dosificadores**  
**EM – 05 – 09**

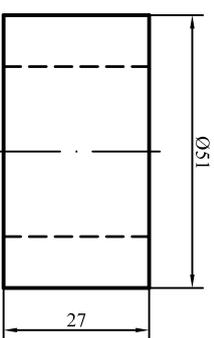
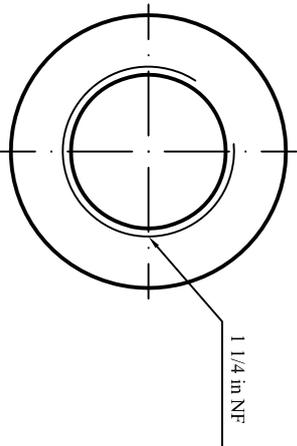


Tolerancia ±0.01		Peso		Acero inoxidable AISI 304	
Fecha		Nombre		Soporte de dosificadores	
Dibujó 23/11/09		S. Rivera - M. Rodríguez		EM - 05 - 09	
Revisó 23/11/09		Ing. Fernán - Ing. Trazo		(sustitución)	
Aprobó 23/11/09		Ing. Fernán - Ing. Trazo		Escala 1:2	
Fecha	Nombre	Espec. Electromecánica		ISO A	

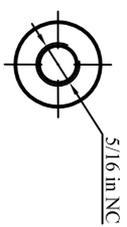
**B.6. PLANO: Soporte de dosificadores**  
**EM – 06 – 09**



Nylon

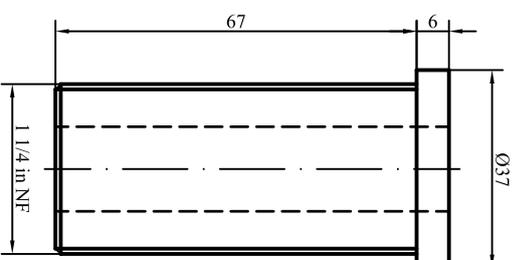
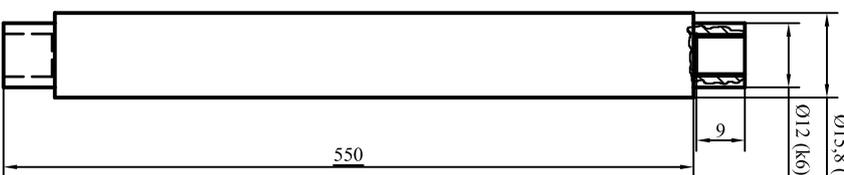


Nylon

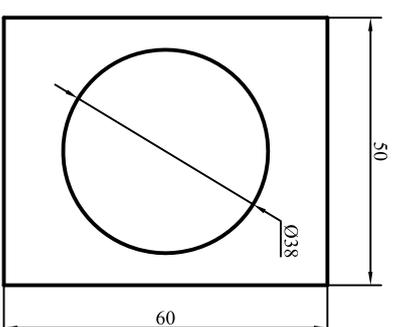
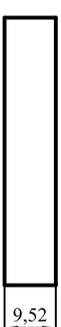
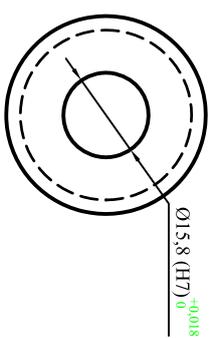


Ø15,8 (g6)  $+0,012^{-0,006}$

Ø12 (k6)  $+0,001$

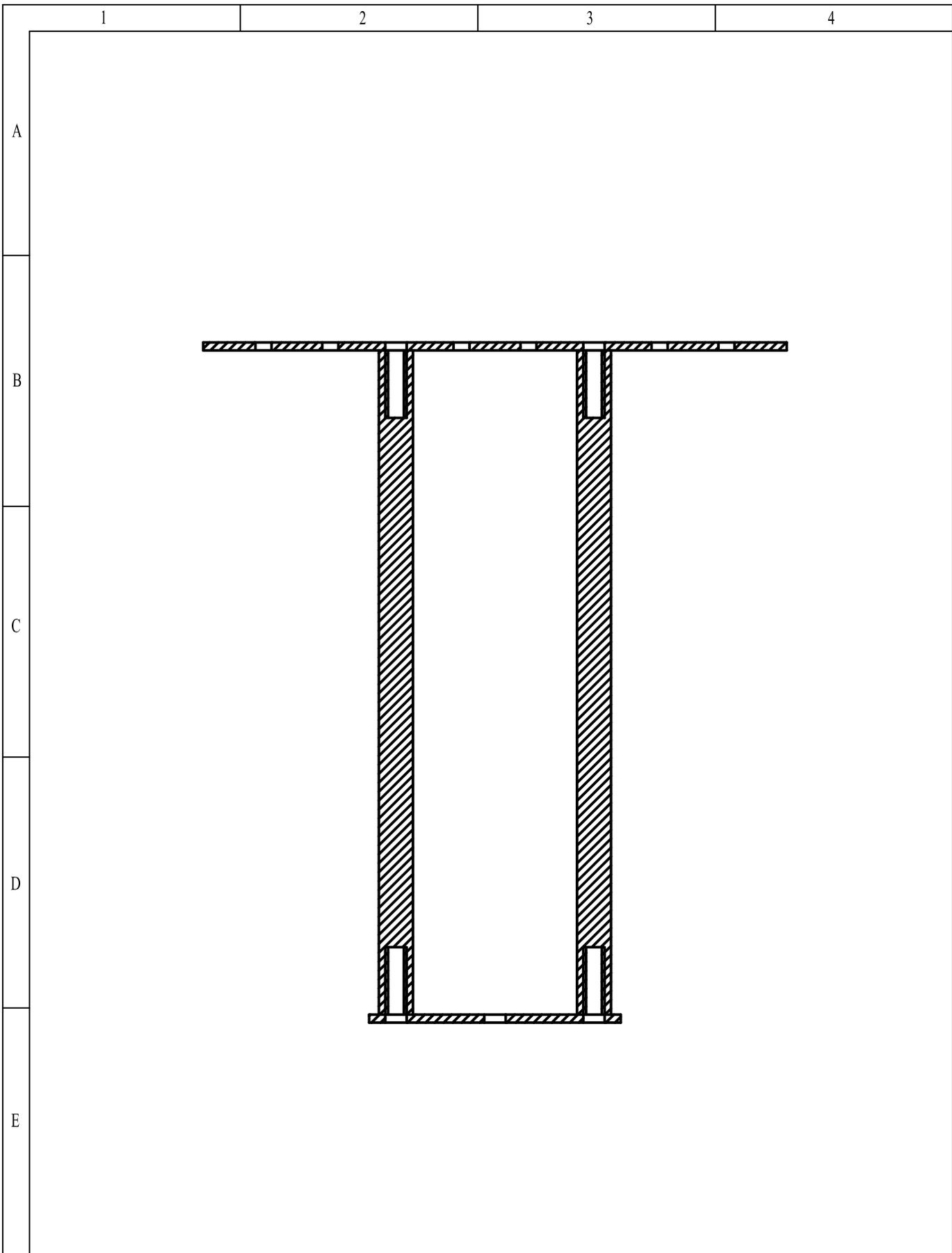


Nylon



Tolerancia ±0,01		Peso		Acero inoxidable AISI 304	
Fecha		Nombre		Escala 1:1	
Dibujó 23/11/09		S. Rivera - M. Rodríguez		Soporte de dosificadores	
Revisó 23/11/09		Ing. Fernán - Ing. Tatroz		EM - 06 - 09	
Aprobó 23/11/09		Ing. Fernán - Ing. Tatroz		(sustitución)	
Fecha		Nombre		ISO A	
				Espec/Electromecánica	

**B.7. PLANO: Ensamble del soporte de envases**  
**EM – 07 – 09**



			Tolerancia ±0,01	Peso	<b>Acero inoxidable AISI 304</b>	
					<b>Ensamble del Soporte de envases</b>	Escala 1:2
			Fecha	Nombre		
			Dibujó	23/11/09		S. Rivera - M. Rodriguez
			Revisó	23/11/09		Ing. Terán - Ing. Trávez
			Aprobó	23/11/09	Ing. Terán - Ing. Trávez	
			Espe/Electromecánica		<b>EM - 07 - 09</b>	
					(sustitución)	
	Fecha	Nombre			ISO A 	

**B.8. PLANO: Soporte de envases**  
**EM – 08 – 09**



**B.9. PLANO: Banda transportadora**  
**EM – 09 – 09**



**B.10. PLANO: Estructura metálica**  
**EM – 10 – 09**



**B.11. PLANO: Tanque de almacenamiento  
EM – 11 – 09**

