



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EXTENSIÓN LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA AUTOMÁTICO DE RECOLECCIÓN Y
TRANSPORTE DE ENVASES PLÁSTICOS DE POLIETILENO
FABRICADOS EN LA EMPRESA “INPLÁSTICO NARANJO
HERNÁNDEZ”**

GUISHCASHO TERCERO WILSON ROBERTO

PILAMONTA PANCHI EDISON JAVIER

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL GRADO DE:**

INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

Latacunga, Octubre del 2013

**UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICADO

ING. MIGUEL CARVAJAL (DIRECTOR)

ING. MARIO JIMÉNEZ (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE ENVASES PLÁSTICOS DE POLIETILENO FABRICADOS EN LA EMPRESA “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ”**, realizado por los señores: GUSHCASHO TERCERO WILSON ROBERTO y PILAMONTA PANCHI EDISON JAVIER, como requisito parcial para la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el reglamento de estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que ayudará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendan su publicación.

Latacunga, Octubre del 2013

Ing. Miguel Carvajal

DIRECTOR

Ing. Mario Jiménez

CODIRECTOR

**UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros: GUSHCASHO TERCERO WILSON ROBERTO.

PILAMONTA PANCHI EDISON JAVIER.

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE ENVASES PLÁSTICOS DE POLIETILENO FABRICADOS EN LA EMPRESA “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ”** 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.

En virtud, declaramos la autenticidad de este contenido y para los efectos legales y académicos que se desprenden del presente proyecto de grado, es y será de nuestra autoría, responsabilidad legal y académica.

Latacunga, Octubre del 2013.

Wilson Guishcasho T.

Edison Pilamonta P.

CI: 050237605-6

CI: 050249975-9

**UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros:

GUISHCASHO TERCERO WILSON ROBERTO.

PILAMONTA PANCHI EDISON JAVIER.

AUTORIZAMOS:

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE ENVASES PLÁSTICOS DE POLIETILENO FABRICADOS EN LA EMPRESA “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ”** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Octubre del 2013.

Wilson Guishcasho T.

CI: 050237605-6

Edison Pilamonta P.

CI: 050249975-9

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro sincero agradecimiento al personal de INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ Y COMPAÑÍA por la confianza y el apoyo que se nos han brindado durante el desarrollo de éste proyecto principalmente al Ingeniero Freddy Naranjo quien nos colaboró moral y económicamente.

A la Escuela Superior Politécnica del Ejército, por los conocimientos adquiridos en nuestra formación profesional, y a los Ingenieros Miguel Carvajal y Mario Jiménez, por su acertada dirección y recomendaciones durante el desarrollo del proyecto.

WILSON Y JAVIER

DEDICATORIA

A tí Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

Con mucho amor a mis queridos padres, Segundo y María, que siempre me han dado su apoyo y amor incondicional, y a quienes debo este triunfo profesional, por darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual.

WILSON.

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen de Baños por iluminarme todos los días con sus bendiciones.

Con mucho amor a mí madre María y a mí padre Manuel, por las enseñanzas que me inculcaron cada día, los cuales han sido el pilar de cada uno de mis éxitos, a mis bellas hermanas que son un ente más para seguir adelante, a mi enamorada Diana por su apoyo incondicional y a mi abuelita Adelaida por la alegría de compartir bellos momentos de mi vida.

JAVIER.

RESUMEN

La presente tesis lleva como título **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE ENVASES PLÁSTICOS DE POLIETILENO FABRICADOS EN LA EMPRESA INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ”**; el objetivo es coger los envases salientes de la máquina sopladora hasta 4 envases por lado y enviar por el transportador al sistema de fajillado, y obtener una producción rápida y satisfactoria.

La principal cualidad es que el sistema de recolección y transporte va a tener un método de regulación automática en la salida del producto terminado la cual estará controlada por medio de un PLC, la forma de operación es por medio de un panel de control, LOGO!TD, que visualizará el número de envases y regulará la velocidad del transportador.

Mediante el software Solid Works, Fluidsim neumática, se realizaron estudios de elaboración y simulación para dispositivos, elementos o piezas, permitiendo comprobar, calcular y seleccionar mientras se ejecuta el diseño.

ABSTRACT

This thesis is entitled "**DESIGN, CONSTRUCTION AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATIC SYSTEM AND TRANSPORT OF POLYETHYLENE PLASTIC PACKAGING IN NARANJO HERNANDEZ INPLASTIC COMPANY**"; the goal is to catch outgoing containers blow the machine for 4 containers per side and sent by conveyor belt system, and get a quick and satisfactory production.

The main quality is that the collection and transportation system will have an automatic control method at the output of the finished product which will be controlled by a PLC, the manner of operation is by means of a control panel, LOGO! TD, which show the number of packages and regulate the speed of the conveyor.

Using Solid Works software, fluidsim pneumatics, studies and simulation processing devices, elements or parts, allowing you to check, calculate and select while running design.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar, construir e implementar un sistema automático de recolección y transporte de envases plásticos de polietileno fabricados en la empresa “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la estructura y operación de la máquina sopladora de polietileno **Jonh Huah TPH-550FX-2**.
- Diseñar el sistema mecánico, eléctrico y el sistema de control.
- Desarrollar los planos del sistema de transporte acorde a las necesidades específicas.
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para el sistema eléctrico, mecánico y de control.
- Construir e implementar el sistema mecánico neumático y eléctrico de la máquina
- Construir el módulo de control, generando pruebas mecánicas, eléctricas e integración de sus componentes.
- Documentar las experiencias de eventos vividos en el proyecto que aporten conocimientos y recomendaciones, considerando a proyectos similares.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-------|
| CARÁTULA | I |
| CERTIFICADO | II |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD | III |
| AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN | IV |
| AGRADECIMIENTO | V |
| DEDICATORIA | VI |
| RESUMEN | VII |
| ABSTRACT | VIII |
| OBJETIVO GENERAL | IX |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | IX |
| ÍNDICE GENERAL | X |
| ÍNDICE DE FIGURAS | XVII |
| ÍNDICE DE TABLAS | XXII |
| ÍNDICE DE ANEXOS | XXIII |
| | |
| CAPÍTULO I | 1 |
| FUNDAMENTO TEÓRICO | 1 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2 ANTECEDENTES DE LA MÁQUINA DE INYECCIÓN | 1 |
| 1.3 TIPOS DE MÁQUINAS DE INYECCIÓN..... | 2 |
| 1.3.1 MÁQUINAS DE INYECCIÓN SIMPLES (PISTÓN O ÉMBOLO)..... | 2 |
| 1.3.2 MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE HUSILLO RECIPROCANTE..... | 3 |
| 1.4 PRINCIPIO DE MANIOBRA DE LAS MÁQUINAS DE INYECCIÓN. ... | 4 |
| 1.4.1 PROCESO DE EXTRUSIÓN-SOPLO. | 5 |
| 1.5 SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN DE ENVASES..... | 6 |

| | | |
|-------|--|-----------|
| 1.5.1 | TIPOS DE SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN..... | 6 |
| a. | SISTEMAS CON RODILLOS | 6 |
| b. | SISTEMAS CON RUEDAS | 7 |
| c. | SISTEMAS PLANOS..... | 8 |
| d. | SISTEMAS CON CADENAS | 8 |
| e. | SISTEMAS CON LISTONES..... | 9 |
| f. | SISTEMAS AÉREOS CON CARROS (OVERHEAD)..... | 10 |
| g. | SISTEMAS POR CABLE ENTERRADO | 10 |
| h. | SISTEMAS DE CARRO SOBRE RIELES | 11 |
| 1.6. | DISPOSITIVOS DE CONTROL | 12 |
| 1.6.1 | ACCIONAMIENTOS NEUMÁTICOS | 12 |
| a. | CILINDROS NEUMÁTICOS..... | 12 |
| 1.6.2 | DISPOSITIVOS DE MANDO..... | 14 |
| a. | ELEMENTOS DE MANDO DE DIRECCIÓN | 14 |
| b. | ELEMENTOS DE MANDO DE VELOCIDAD | 15 |
| c. | ELEMENTO DE MANDO DE FUERZA. | 15 |
| 1.6.3 | EL CONTACTOR | 16 |
| a. | CONTACTOS ELÉCTRICOS..... | 16 |
| b. | EL BREAKER..... | 17 |
| c. | EL RELÉ..... | 18 |
| c.1. | CLASIFICACIÓN DE LOS RELÉS:..... | 18 |
| c.1.1 | RELÉS ELECTROMECAÑICOS:..... | 19 |
| c.1.2 | RELÉS DE ESTADO SÓLIDO | 19 |
| d. | FINALES DE CARRERA O INTERRUPTORES DE POSICIÓN. | 20 |
| 1.7. | PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE) | 21 |
| 1.7.1 | FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC..... | 22 |
| 1.8 | VARIADOR DE FRECUENCIA | 22 |
| | CAPÍTULO II..... | 24 |
| | DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES | 24 |
| 2.1. | PARÁMETROS DE DISEÑO | 24 |
| 2.2 | MEMORIA DE DISEÑO. | 25 |

| | |
|---|----|
| 2.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA JONH HUAH PLASTIC MACHINERY FACTORY CD, LTD. | 25 |
| 2.2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. | 26 |
| 2.2.3 COMPONENTES ELÉCTRICOS. | 28 |
| 2.2.4 COMPONENTES ADICIONALES. | 28 |
| 2.3. DISEÑO MECÁNICO. | 28 |
| 2.3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN. | 28 |
| a. DISEÑO DE LA PLACA PARA ALINEACIÓN DE ENVASES. | 28 |
| b. DISEÑO DE LA PLACA DE SUJECIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO. | 39 |
| c. DISEÑO DEL BRAZO DEL SOPORTE. | 45 |
| d. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA ENVASES DE 185 cc (15 gr). | 53 |
| e. DISEÑO DE GUÍAS. | 59 |
| f. DISEÑO DEL BUJE | 63 |
| 2.4 SELECCIÓN DE COMPONENTES. | 71 |
| 2.4.1. ESTRUCTURA HORIZONTAL SOPORTE DEL ACRÍLICO. | 71 |
| a. CÁLCULO DEL MOMENTO MÁXIMO. | 71 |
| b. CONDICIÓN DE ESFUERZO. | 71 |
| c. CÁLCULO DEL MÓDULO DE SECCIÓN. | 72 |
| 2.4.2. SELECCIÓN DEL PERFIL VERTICAL SOPORTE DEL ACRÍLICO. | 74 |
| a. CÁLCULO DEL MOMENTO MÁXIMO (MÉTODO DE ÁREAS) | 74 |
| b. CONDICIÓN DE ESFUERZO. | 76 |
| c. CÁLCULO DEL MÓDULO DE SECCIÓN. | 77 |
| 2.4.3. SELECCIÓN DE LA LÁMINA DE ACRÍLICO | 78 |
| 2.5. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BANDA TRANSPORTADORA | 83 |
| a. CÁLCULO DEL PESO DEL PRODUCTO | 85 |
| 2.5.1 SELECCIÓN DE LA CADENA | 86 |
| a. PESO DE LA CADENA | 86 |
| b. CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE LA CADENA. | 88 |
| b.1. FRICCIÓN ENTRE LA CADENA CARGADA Y LAS GUÍAS DE DESLIZAMIENTO. | 88 |

| | | |
|---------|--|-----|
| b.2. | FRICCIÓN ADICIONAL EN CURVAS PLANAS | 90 |
| c. | CÁLCULO DE LA TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE | 91 |
| 2.5.2. | SELECCIÓN DEL TIPO DE CADENA..... | 91 |
| a. | CÁLCULO DE LA VELOCIDAD MÁXIMA DEL TRANSPORTADOR..... | 92 |
| b. | CÁLCULO DE LA POTENCIA MECÁNICA REQUERIDA..... | 93 |
| 2.5.3. | CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE COLUMNAS | 95 |
| a. | CONDICIÓN DE ESFUERZO | 97 |
| b. | CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN MÁXIMA..... | 99 |
| 2.5.4. | ACCESORIOS DEL SISTEMA DE LA BANDA TRANSPORTADORA. | 102 |
| 2.5.5. | CÁLCULO DE LA ALTURA DEL PERFIL DE SOPORTE SIMPLE-X85..... | 104 |
| 2.5.6. | MODELACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE. | 105 |
| 2.6. | DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO..... | 108 |
| 2.6.1. | DIAGRAMA DE CONTROL | 108 |
| 2.6.2. | DIAGRAMA DE FUERZA. | 108 |
| 2.6.3. | SELECCIÓN DEL TIPO DE MOTOR ELÉCTRICO..... | 109 |
| a. | CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO | 109 |
| b. | CAJA REDUCTORA | 109 |
| 2.6.4. | SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA..... | 110 |
| 2.6.5. | SELECCIÓN DE CONDUCTORES..... | 111 |
| a. | CONDUCTOR ELÉCTRICO DEL CIRCUITO DE CONTROL..... | 111 |
| b. | CONDUCTOR ELÉCTRICO DEL MOTOR | 111 |
| 2.6.6. | SELECCIÓN DEL CONTACTOR DE POTENCIA | 112 |
| 2.6.7. | SELECCIÓN DEL RELÉ | 113 |
| 2.6.8. | SELECCIÓN DE LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS (BREAKER)..... | 113 |
| 2.6.9. | SELECCIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA | 114 |
| 2.6.10. | SELECCIÓN DE LOS SENSORES | 115 |
| a. | SELECCIÓN DE FINALES DE CARRERA. | 115 |

| | | |
|---------|--|------------|
| b. | SELECCIÓN DEL SENSOR FOTOELÉCTRICO REFLECTIVO.... | 115 |
| 2.6.11. | SELECCIÓN DE LA FUENTE DE CORRIENTE CONTINUA | 116 |
| 2.6.12. | SELECCIÓN DEL MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGICAS..... | 116 |
| 2.6.13. | SELECCIÓN DE ACCESORIOS ELÉCTRICOS..... | 117 |
| a. | PARADA DE EMERGENCIA | 117 |
| b. | SELECTOR DE DOS POSICIONES..... | 117 |
| c. | SELECTOR DE TRES POSICIONES. | 118 |
| d. | LUCES INDICADORAS | 118 |
| 2.7. | SELECCIÓN DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS..... | 119 |
| a. | CILINDRO NEUMÁTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN. | 119 |
| b. | CILINDRO NEUMÁTICO DE PARADA DE ENVASES | 120 |
| c. | SELECCIÓN DE ACCESORIOS DE NEUMÁTICA..... | 123 |
| 2.8. | DISEÑO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y PARADA DE ENVASES | 130 |
| 2.9. | SELECCIÓN DEL PLC | 130 |
| 2.10. | SELECCIÓN DEL LOGO TD | 131 |
| 2.11. | FLUJOGRAMA BÁSICO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE..... | 132 |
| 2.11.1. | DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE ENVASES..... | 132 |
| 2.11.2. | DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE ENVASES. | 133 |
| 2.11.3. | DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE PARADA DE ENVASES..... | 134 |
| 2.12. | PROGRAMACIÓN EN EL LOGO! SOFT CONFORT V7.0. | 135 |
| 2.12.2. | DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA..... | 137 |
| | CAPÍTULO III..... | 138 |
| | CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO..... | 138 |
| 3.1 | CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS | 138 |
| 3.1.1. | SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y ALINEACIÓN. | 138 |

| | | |
|----------|---|-----|
| a. | BRAZO DE SOPORTE..... | 138 |
| b. | PERFIL DE SOPORTE DEL SISTEMA RECOLECCIÓN..... | 139 |
| c. | PLACA DE SUJECIÓN DEL CILINDRO..... | 139 |
| d. | CILINDRO NEUMÁTICO..... | 139 |
| e. | GUÍAS DE SOPORTE..... | 140 |
| f. | PLACA DE ALINEACIÓN..... | 140 |
| g. | BUJE DE FIJACIÓN..... | 140 |
| h. | SISTEMA RECOLECCIÓN DE ENVASE DE 15 gr..... | 141 |
| i. | EL ACRÍLICO..... | 141 |
| 3.1.2. | SISTEMA DE TRANSPORTE..... | 142 |
| 3.1.2.1. | MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE..... | 142 |
| a. | PIES REGULABLES..... | 142 |
| b. | PERFIL DE SOPORTE PARA LA BANDA..... | 143 |
| c. | MONTAJE DE BRIDAS PARA PERFILES DEL TRANSPORTADOR..... | 143 |
| 3.1.2.2. | MONTAJE DE PERFILES DEL TRANSPORTADOR..... | 143 |
| a. | MONTAJE RIEL DE DESLIZAMIENTO..... | 144 |
| b. | MONTAJE DE CURVA ANTI-FRICCIÓN DE 90° y 45°..... | 145 |
| 3.1.2.3. | MONTAJE DE LA UNIDAD DE TRACCIÓN Y UNIDAD DE REENVÍO..... | 145 |
| a. | MONTAJE DE LA UNIDAD DE TRACCIÓN Y MOTOR..... | 146 |
| b. | MONTAJE DE LA UNIDAD DE REENVÍO..... | 146 |
| 3.1.2.4. | MONTAJE DE LA CADENA..... | 147 |
| 3.2. | MONTAJE E IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS..... | 147 |
| 3.3. | MONTAJE DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS..... | 147 |
| 3.3.1. | IMPLEMENTACIÓN DEL CIRCUITO DE MANDO Y CONTROL.. | 149 |
| 3.3.2. | MONTAJE DE LOS FINALES DE CARRERA Y SENSORES FOTOELÉCTRICOS..... | 149 |
| 3.4. | CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO..... | 150 |
| 3.4.1. | CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN..... | 150 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 3.4.2. | CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE PARADA DE ENVASES..... | 151 |
| 3.4.3. | CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE..... | 151 |
| 3.5. | PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO..... | 151 |
| 3.5.1. | PRUEBAS MECÁNICAS..... | 151 |
| a. | SISTEMA DE ALINEACIÓN Y RECOLECCIÓN DE ENVASES. | 151 |
| b. | PRUEBAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE..... | 152 |
| 3.5.2. | PRUEBAS NEUMÁTICAS. | 153 |
| a. | CILINDRO NEUMÁTICO DE ALINEACIÓN Y RECOLECCIÓN. | 153 |
| b. | CILINDRO NEUMÁTICO DE PARADA Y SENSOR FOTOELÉCTRICO | 153 |
| 3.5.3. | PRUEBAS ELÉCTRICAS | 153 |
| 3.5.4. | PRUEBAS DE CONTROL EN EL LOGO TD..... | 154 |
| 3.6. | RESULTADOS..... | 154 |
| 3.7. | ANÁLISIS ECONÓMICO. | 154 |
| 3.7.1. | GASTOS DE FUNCIONAMIENTO | 157 |
| 3.7.2. | FLUJO DE CAJA. | 160 |
| a. | PROYECCIÓN DE INVERSIÓN EN UN AÑO..... | 160 |
| b. | CÁLCULO DE FLUJOS DE CAJA..... | 161 |
| 3.7.3. | VALOR PRESENTE NETO (VPN o VAN)..... | 162 |
| 3.7.4. | TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)..... | 164 |
| 3.7.5. | PERÍODO REAL DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)..... | 164 |
| 3.7.6 | ANÁLISIS COSTO BENEFICIO..... | 165 |
| 3.8. | MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. (ANEXO I) | 154 |
| | CAPÍTULO IV | 168 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 168 |
| 4.1 | CONCLUSIONES. | 168 |
| 4.2. | RECOMENDACIONES..... | 169 |

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 Esquema de una máquina de inyección con pistón | 3 |
| Figura 1.2 Esquema de una máquina de inyección de husillo recíprocante..... | 4 |
| Figura 1.3 Ciclo de inyección de plásticos | 4 |
| Figura 1.4 Máquina de inyección de plásticos. | 5 |
| Figura 1.5 Proceso básico de extrusión-soplo | 6 |
| Figura 1.6 Sistema con rodillos..... | 7 |
| Figura 1.7 Sistema con ruedas | 7 |
| Figura 1.8 Sistemas planos | 8 |
| Figura 1.9 Sistemas con cadenas..... | 9 |
| Figura 1.10 Sistemas con listones | 9 |
| Figura 1.11 Sistemas aéreos con carros | 10 |
| Figura 1.12 Sistemas por cable enterrado | 11 |
| Figura 1.13 Sistemas de carro sobre rieles | 12 |
| Figura 1.14 Clasificación de los actuadores neumáticos | 13 |
| Figura 1.15 Cilindro de simple efecto..... | 13 |
| Figura 1.16 Cilindro de doble efecto | 14 |
| Figura 1.17 Elementos de mando de dirección..... | 14 |
| Figura 1.18 Electroválvula | 15 |
| Figura 1.19 Elementos de mando de velocidad..... | 15 |
| Figura 1.20 Elementos de mando de fuerza | 16 |
| Figura 1.21 Tipos de contacto..... | 17 |
| Figura 1.22 Clasificación de los relés | 19 |
| Figura 1.23 Relé electromecánico | 19 |
| Figura 1.24 Relé de estado sólido | 20 |
| Figura 1.25 Partes de sensores | 21 |
| Figura 1.26 PLC (Controlador Lógico Programable)..... | 21 |
| Figura 1.27 Diagrama de un sistema VFD | 23 |

CAPÍTULO II

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 Componentes de la máquina | 26 |
| Figura 2.2 Rango de dimensión de salida de envases del brazo..... | 29 |
| Figura 2.3 Separación entre envases | 30 |
| Figura 2.4 Diagrama del ancho de la placa | 31 |
| Figura 2.5 Diagrama de cuerpo libre..... | 32 |
| Figura 2.6 Diagrama de fuerzas cortantes..... | 33 |
| Figura 2.7 Diagrama de momentos flectores | 34 |
| Figura 2.8 Sección transversal de la placa | 36 |
| Figura 2.9 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes de placa para alineación | 38 |
| Figura 2.10 Placa para alineación de envases | 39 |
| Figura 2.11 Dimensiones de la placa de sujeción del cilindro..... | 39 |
| Figura 2.12 Fuerza de carga..... | 40 |
| Figura 2.13 Diagrama de fuerzas cortantes..... | 41 |
| Figura 2.14 Diagrama de momentos flectores | 41 |
| Figura 2.15 Sección transversal de la placa | 42 |
| Figura 2.16 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes de la placa que sujeta al cilindro neumático..... | 44 |
| Figura 2.17 Placa de sujeción del cilindro neumático | 45 |
| Figura 2.18 Peso acumulado de todos los componentes del sistema..... | 46 |
| Figura 2.19 Diagrama de cuerpo libre del brazo de soporte | 47 |
| Figura 2.20 Sección transversal del brazo..... | 48 |
| Figura 2.21 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes del brazo de soporte del sistema | 49 |
| Figura 2.22 Brazo de soporte | 51 |
| Figura 2.23 Perfil estructural tipo L | 51 |
| Figura 2.24 Estructura y placa a soldar | 52 |
| Figura 2.25 Tensión de von mises | 54 |
| Figura 2.26 Desplazamiento resultante | 55 |

| | |
|---|----|
| Figura 2.27 Factor de seguridad | 56 |
| Figura 2.28 Proceso de soldadura TIG | 57 |
| Figura 2.29 Cálculo de centroide | 58 |
| Figura 2.30 Centroide para fijar cilindro | 58 |
| Figura 2.31 Peso del sistema de recolección 185 cc | 59 |
| Figura 2.32 Diagrama del cuerpo libre | 59 |
| Figura 2.33 Diagrama del momento flectores y de esfuerzos cortantes de la guía | 61 |
| Figura 2.34 Guía de soporte | 63 |
| Figura 2.35 Diagrama de cuerpo libre | 63 |
| Figura 2.36 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes del buje | 64 |
| Figura 2.37 Dimensiones del eje hueco | 66 |
| Figura 2.38 Forma de rosca estándar ISO | 69 |
| Figura 2.39 Buje de fijación | 71 |
| Figura 2.40 Diagrama de cuerpo libre | 71 |
| Figura 2.41 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes del perfil horizontal soporte del acrílico | 72 |
| Figura 2.42 Condición crítica del perfil horizontal soporte del acrílico | 73 |
| Figura 2.43 Perfil horizontal soporte del acrílico | 74 |
| Figura 2.44 Diagrama de cuerpo libre | 74 |
| Figura 2.45 Diagrama de fuerzas cortantes | 75 |
| Figura 2.46 Diagrama de momentos flectores | 76 |
| Figura 2.47 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes del perfil soporte del acrílico | 77 |
| Figura 2.48 Perfil vertical soporte del acrílico | 78 |
| Figura 2.49 Medidas de la lámina del acrílico | 79 |
| Figura 2.50 Diagrama de cuerpo libre | 79 |
| Figura 2.51 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes de la lámina de acrílico | 80 |
| Figura 2.52 Placa de acrílico | 82 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 2.53 | Ensamble de recolección..... | 82 |
| Figura 2.54 | Longitudes del sistema de transportación..... | 84 |
| Figura 2.55 | Peso del producto | 85 |
| Figura 2.56 | Fricción entre la cadena cargada y las guías de deslizamiento . | 88 |
| Figura 2.57 | Diagrama de cuerpo libre..... | 89 |
| Figura 2.58 | Fricción adicional en curvas planas | 90 |
| Figura 2.59 | Cadena X85..... | 92 |
| Figura 2.60 | Velocidad máxima del transportador..... | 93 |
| Figura 2.61 | Potencia de entrada y salida del motor..... | 95 |
| Figura 2.62 | Propiedades de la sección..... | 96 |
| Figura 2.63 | Separación máxima entre columnas..... | 96 |
| Figura 2.64 | Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes de columna de aluminio..... | 99 |
| Figura 2.65 | Perfil del transportador..... | 101 |
| Figura 2.66 | Longitud de corte del perfil..... | 105 |
| Figura 2.67 | Conjunto armado del sistema de recolección, aliniación y trasporte..... | 107 |
| Figura 2.68 | Caja reductora engranaje tipo tornillo sin fin..... | 110 |
| Figura 2.69 | Electroválvula distribuida 5/2 | 114 |
| Figura 2.70 | Diagrama de cuerpo libre..... | 121 |
| Figura 2.71 | Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes del vastago del cilindro | 123 |
| Figura 2.72 | Nomograma para el cálculo del diámetro de la tubería..... | 127 |
| Figura 2.73 | Tubo de poliuretano | 127 |
| Figura 2.74 | Acopladores en T..... | 128 |
| Figura 2.75 | Acopladores rectos | 128 |
| Figura 2.76 | Controlador de flujo..... | 130 |
| Figura 2.77 | Esquema neumático del sistema | 130 |
| Figura 2.78 | Nombre del proyecto y programación en KOP | 135 |
| Figura 2.79 | Programar en OBA6 estándar. | 136 |

CAPITULO III

| | |
|---|-----|
| Figura 3.1 Montaje de los elementos | 139 |
| Figura 3.2 Montaje de la placa de alineación y buje de fijación | 140 |
| Figura 3.3 Montaje del sistema de recolección | 141 |
| Figura 3.4 Montaje del acrílico | 141 |
| Figura 3.5 Montaje del pie regulable..... | 142 |
| Figura 3.6 Montaje del perfil del transportador | 143 |
| Figura 3.7 Montaje de regletas, conexión y tornillos de ajuste | 144 |
| Figura 3.8 Apriete de tornillos de ajuste..... | 144 |
| Figura 3.9 Riel de deslizamiento..... | 145 |
| Figura 3.10 Montaje de la curva anti-fricción de 90° y 45° | 145 |
| Figura 3.11 Montaje de la unidad de tracción y motor | 146 |
| Figura 3.12 Montaje de la unidad de reenvío..... | 146 |
| Figura 3.13 Montaje de elementos neumáticos | 147 |
| Figura 3.14 Tablero eléctrico de fuerza | 148 |
| Figura 3.15 Tablero de control..... | 149 |
| Figura 3.16 Finales de carrera y sensor fotoeléctrico | 150 |
| Figura 3.17 Alineación de envases de 37 gr..... | 152 |
| Figura 3.18 Recolección de envases de 15 gr..... | 152 |
| Figura 3.19 Prueba de variación de frecuencia con la TD | 154 |

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

| | |
|--|-----|
| Tabla 2.1 Especificaciones básicas de la máquina Jonh Huah Plastic Machinery Factory Cd, Ltd, | 27 |
| Tabla 2.2 Propiedades del aluminio | 30 |
| Tabla 2.3 Clases de carga y factor de seguridad..... | 35 |
| Tabla 2.4 Propiedades de aceros estructurales..... | 46 |
| Tabla 2.5 Propiedades de los aceros inoxidables..... | 54 |
| Tabla 2.6. Propiedades del acrílico..... | 78 |
| Tabla 2.7. Distribución de los elementos en el ensamble | 83 |
| Tabla 2.8. Factor de curva | 90 |
| Tabla 2.9 Tipos de cadenas..... | 92 |
| Tabla 2.10 Propiedades de los materiales..... | 99 |
| Tabla 2.11 Límites de deflexión recomendados | 100 |
| Tabla 2.12 Elementos del sistema de recolección y transporte | 106 |
| Tabla 2.13 Datos del motor de potencia | 109 |
| Tabla 2.14 Características de la caja reductora..... | 110 |
| Tabla 2.15 Características del variador | 111 |
| Tabla 2.16 Características del contactor..... | 112 |
| Tabla 2.17 Características de los relés..... | 113 |
| Tabla 2.18 Potencia instalada del sistema..... | 113 |
| Tabla 2.19 Características de la electroválvula | 115 |
| Tabla 2.20 Características del microrruptores | 115 |
| Tabla 2.21 Características del sensor fotoeléctrico reflectivo | 116 |
| Tabla 2.22 Características de la fuente de CD | 116 |
| Tabla 2.23 Características del módulo de salidas analógicas | 117 |
| Tabla 2.24 Características del interruptor | 117 |
| Tabla 2.25 Características del selector..... | 118 |
| Tabla 2.26 Características del selector de tres posiciones | 118 |
| Tabla 2.27 Características de luces piloto | 119 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 2.28 Selección del cilindro neumático | 120 |
| Tabla 2.29 Control de procesos | 131 |
| Tabla 2.30 Características del LOGO!230 RC | 131 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----|
| Tabla 3.1 Lista de elementos eléctricos y electrónicos | 148 |
| Tabla 3.2 Lista de precios de elementos mecánicos y neumático | 155 |
| Tabla 3.3 Lista de precios de elementos eléctricos | 156 |
| Tabla 3.4 Costo total de los materiales utilizados | 156 |
| Tabla 3.5 Inversión inicial del proyecto | 160 |
| Tabla 3.6 Proyección de consumo de polietileno en un año | 160 |
| Tabla 3.7 Proyección de inversión para un año | 160 |
| Tabla 3.8 Tasa de interés activas efectivas vigentes | 161 |
| Tabla 3.9. Amortización de préstamo | 162 |
| Tabla 3.10 Proyección de flujo de caja para 5 años, VAN y TIR | 162 |
| Tabla 3.11 Rango de valores límites para que el proyecto sea económicamente viable | 166 |
| Tabla 3.12 Rango de valores obtenidos en el análisis financiero | 167 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---------------|-----|
| ANEXOS A..... | 172 |
| ANEXOS B..... | 175 |
| ANEXOS C..... | 179 |
| ANEXOS D..... | 192 |
| ANEXOS E..... | 193 |
| ANEXOS F..... | 196 |
| ANEXOS G..... | 197 |
| ANEXOS H..... | 210 |
| ANEXOS I..... | 213 |

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

En el campo de la Industria al transcurrir los años, la tecnología va evolucionando, dando paso a adoptar nuevas técnicas y métodos para aumentar la productividad en la misma.

La automatización dentro del campo de la producción industrial, hoy en día es una herramienta indispensable para tener un mejor rendimiento por medio de la utilización de dispositivos, eléctricos, mecánicos, electrónicos y digitales para competir en este mercado de la industria.

Por lo cual la empresa “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ” que se caracteriza por ser uno de los mejores de la provincia de Cotopaxi, brindando buenos productos a la ciudadanía, ha implementado un Sistema Automático de Recolección y Transporte de Envases Plásticos de Polietileno, con el propósito de elevar sus niveles de producción.

1.2 ANTECEDENTES DE LA MÁQUINA DE INYECCIÓN

En la empresa “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ” se fabrica toda clase de envases de acuerdo a la demanda del cliente, es una de las empresas emprendedoras de la provincia de Cotopaxi dado que la materia utilizada para la fabricación de los envases es polietileno¹ de alta densidad virgen aprobado por la administración médica y de alimentos de EEUU art. 21 CFR 177.1520 apto para piezas o partes que se encuentra en contacto directo con alimentos.

Actualmente en la empresa “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ” existe máquinas sopladoras totalmente automáticas que no requieren

¹Polímero preparado a partir de etileno. Se emplea en fabricación de envases, tuberías

ninguna intervención del operador, para mayor producción se ve la necesidad de implementar mecanismos que mejore la calidad y producción.

El propósito de esta tesis es implementar un mecanismo que va efectuar la recolección y transporte de envases plásticos con un método que permita hacerlo de manera sistemática, sumando las experiencias vividas en este campo y dejar un conocimiento escrito que sirva a las nuevas generaciones permitiendo tener una visión más amplia.

1.3 TIPOS DE MÁQUINAS DE INYECCIÓN.

1.3.1 MÁQUINAS DE INYECCIÓN SIMPLES (PISTÓN O ÉMBOLO)

En las máquinas de inyección simples como se ilustra en la figura 1.1, la fase de fusión se realiza en una cámara cilíndrica de calefacción, donde el material entra en forma de gránulos o granza a través de la tolva de alimentación situada en la parte posterior del cilindro.

El material se calienta y funde en el cilindro de calefacción al mismo tiempo que circula hacia la parte anterior de éste, empujando en veces sucesivas por las emboladas de un pistón que se mueve ajustadamente en el cilindro de calefacción.

Éste émbolo actúa de pistón de inyección y obliga al material fundido a pasar desde el cilindro de calefacción a las cavidades del molde, realizando así la segunda fase del proceso. Por tanto, en estas máquinas, tanto la inyección como la fusión (fundirse) se realizan en un único cilindro diseñado para cumplir estos dos fines.

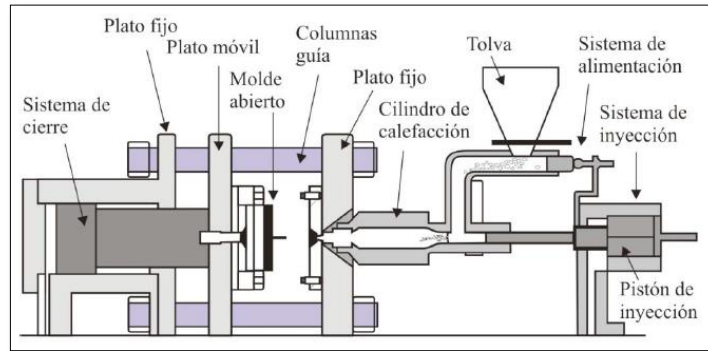


Figura 1.1 Esquema de una máquina de inyección con pistón
Fuente: <http://iq.ua.es/TPO/Tema5.pdf>.

1.3.2 MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE HUSILLO RECIPROCANTE.

En la actualidad las máquinas de inyección más utilizadas son las de un husillo (figura 1.2) capaz de desplazarse axialmente². Acoplado al husillo una cabeza de embolo, estas máquinas combinan la gran capacidad plastificadora de una extrusora de husillo con la elevada presión de inyección común a las de émbolo.

La máquina de husillo proporciona un calentamiento uniforme del material así como un mezclado homogéneo. En estas máquinas la inyección del material se realiza desde la cámara de plastificación, que está provista de un husillo similar al de las máquinas de extrusión, la rotación del tornillo transforma parte de la energía mecánica en calor por fricción, y además las paredes calientes del cilindro contribuyen a aumentar la temperatura por conducción.

La eficiencia en la transmisión de calor de estas máquinas resulta muy elevada frente a las máquinas con pistón. Sin embargo aquí, a diferencia de lo que ocurre en las máquinas de extrusión (proceso de crear objetos), el tornillo además se mueve axialmente para realizar la inyección.

²Relativo a un eje.

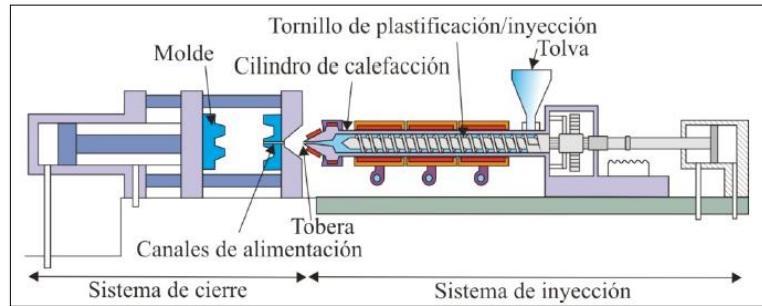


Figura 1.2 Esquema de una máquina de inyección de husillo recíprocante
 Fuente: <http://iq.ua.es/TPO/Tema5.pdf>

1.4 PRINCIPIO DE MANIOBRA DE LAS MÁQUINAS DE INYECCIÓN.

El proceso de moldeo por inyección consiste esencialmente en: calentar el material termoplástico que viene en forma de polvo o gránulos para transformarlo en una masa plástica en un cilindro apropiado llamado cilindro de plastificación y así inyectarlo en la cavidad del molde del cual tomará la forma.

El orden, conocido como ciclo de inyección, se puede dividir en las siguientes etapas. (Figura 1.3)

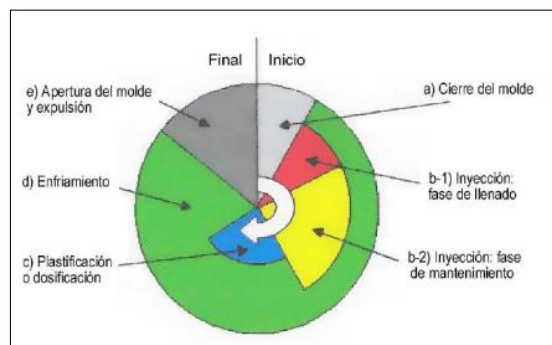


Figura 1.3 Ciclo de inyección de plásticos
 Fuente: <http://es.scribd.com/doc/30320450/Capitulo-2-Máquinas-de-Inyeccion-de-Plasticos>.

Las máquinas de moldeo por inyección (Figura 1.4) tienen tres módulos principales:

- La unidad de inyección o plastificación

- La unidad de cierre
- La unidad de control

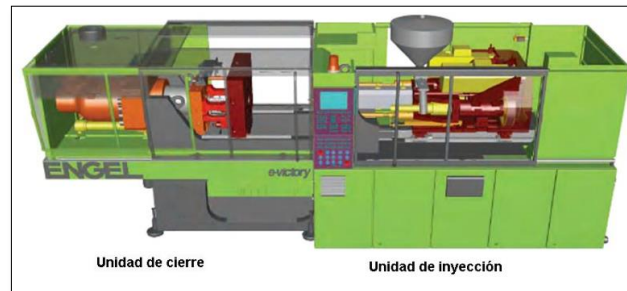


Figura 1.4 Máquina de inyección de plásticos.

Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

1.4.1 PROCESO DE EXTRUSIÓN-SOPLO.

El proceso inicia cuando se alimenta el plástico a la máquina. En forma de pellets. En la figura 1.5 se especifica los pasos que sigue el sistema.

- **Paso 1.** Éste pasa por el sistema de extrusión, el cual se va encargar de fundir el plástico y generar el parison, que tiene la forma de un tubo.
- **Paso 2.** El parison es tomado por el molde y después pasa a la estación de soplado donde se le inyecta aire a presión, lo cual hace que el plástico adquiere la forma del molde. Los elementos que componen el proceso de extrusión-soplo son la elaboración del parison, el posicionamiento del molde y sujeción del parison, la introducción de aire u otro medio para que el parison tome la forma de la cavidad del molde, o conocido como soplado del parison.
- **Paso 3.** Finalmente el enfriamiento del molde y la expulsión del componente terminado.

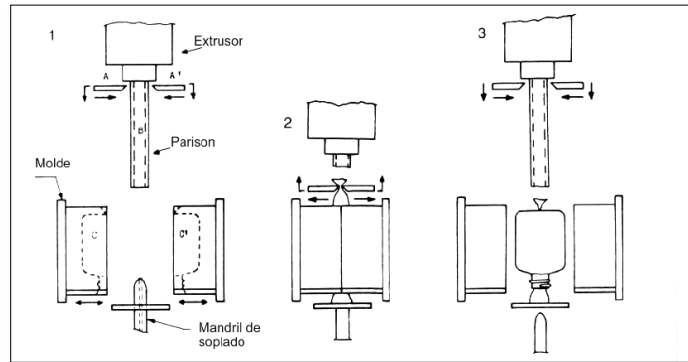


Figura 1.5 Proceso básico de extrusión-soplo

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/tello_c_vr/capitulo2.pdf

1.5 SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN DE ENVASES

El sistema de transporte de envases consiste básicamente, en enviar el producto de un lugar a otro con el propósito indispensable de ganar mayor eficiencia con el mínimo requerimiento de esfuerzo del personal de trabajo.

1.5.1 TIPOS DE SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN.

El diseño de un sistema de transportación depende mucho del tipo de producto y del proceso que se quiera seguir. Existen varios tipos de sistemas transportadores, aquí se describe las más comunes:

a. SISTEMAS CON RODILLOS

Uno de los métodos más eficientes para el transporte de materiales es el uso de rodillos transportadores, ya que son muy sencillos y necesitan muy poco mantenimiento.

Características:

Los rodillos transportadores (Figura 1.6) son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto. Son elementos que funcionan de un modo autónomo, intercalados en las líneas de

proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.



Figura 1.6 Sistema con rodillos

Fuente:http://www.bama.es/v2/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid

b. SISTEMAS CON RUEDAS

Operativamente son similares a los rodillos. Sin embargo en lugar de rodillos, pequeñas ruedas como las de los “patines” montadas sobre ejes rotatorios conectados al armazón se emplean para desplazar el pallet, bandeja, u otro contenedor a lo largo de la ruta. Las aplicaciones de este tipo de sistemas son similares a las de los rodillos, excepto que las cargas deben ser en general más ligeras al estar los contactos entre carga y la banda mucho más concentrados. (Figura 1.7)



Figura 1.7 Sistema con ruedas

Fuente:<http://www.logismarket.cl/rollex-foerderelemente/carriles-de-ruedas/2110967079-1441916059-p.html>

c. SISTEMAS PLANOS

Este tipo está disponible en dos formatos comunes: sistemas planos para pallets, piezas o incluso ciertos tipos de materiales en masa y sistemas huecos para materiales en masa. Los materiales se sitúan en la superficie y viajan a lo largo del recorrido de la misma. La banda forma un lazo continuo de manera que una mitad de su longitud puede emplearse para el reparto del material y la otra mitad para el retorno. La banda se soporta con un armazón con rodillos u otros soportes espaciados entre sí varios decímetros. A cada extremo de la banda están los rodillos que impulsan la misma. (Figura 1.8)



Figura 1.8 Sistemas planos
Fuente: <http://www.esi2.us.es/~fabio/cintas.pdf>

d. SISTEMAS CON CADENAS

Están formados por lazos de cadena sin fin en una configuración arriba abajo alrededor de ruedas dentadas motorizadas, en los extremos del camino puede haber una o más cadenas operando en paralelo para formar la banda como se observa en la (Figura 1.9). Las cadenas viajan a lo largo de canales que proporcionan soporte para las secciones flexibles de la cadena. Las cargas generalmente se montan sobre las cadenas.

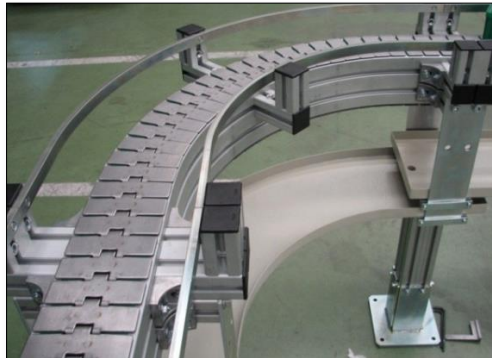


Figura 1.9 Sistemas con cadenas

Fuente: http://img.alibaba.com/photo/100236624/Slat_Chain_Conveyors.jp

e. SISTEMAS CON LISTONES

Este sistema emplea plataformas individuales, llamadas listones o tablillas, conectadas a una cadena continua en movimiento. Aunque el mecanismo impulsor es la cadena, funciona en gran medida como una banda plana. Las cargas se sitúan sobre la superficie plana de las tablillas y se desplazan con ellas.

Los caminos son generalmente en línea recta, pero al ser movidas por cadenas y la posibilidad de introducir curvas en el camino mediante ruedas dentadas, las bandas con listones pueden tener giros en su lazo continuo. (Figura 1.10)



Figura 1.10 Sistemas con listones

Fuente: <http://www.esi2.us.es/~fabio/cintas.pdf>

f. SISTEMAS AÉREOS CON CARROS (OVERHEAD)

Cuando hablamos de movimiento del material, un carro es un soporte con ruedas moviéndose en un riel elevado del que puede colgar la carga. Un sistema aéreo es una serie de múltiples galeras igualmente espaciados a lo largo de los rieles mediante una cadena sin fin o cable. La cadena o cable está unida a una rueda que proporciona energía al sistema.

El camino está determinado por el sistema de rieles, tiene giros y cambios en elevación formando un lazo sin fin. En los carros se suspenden ganchos, cestas u otros receptáculos para la carga. Los sistemas de carros aéreos se emplean a menudo en fábricas para mover piezas y conjuntos de ensamblaje entre los principales departamentos de producción. (Figura 1.11)³

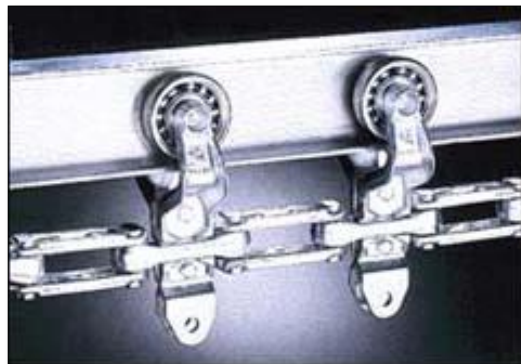


Figura 1.11 Sistemas aéreos con carros
Fuente: <http://www.esi2.us.es/~fabio/cintas.pdf>

g. SISTEMAS POR CABLE ENTERRADO

Estos sistemas emplean vehículos con ruedas impulsados por medio de cadenas o cables en movimiento situados en cunetas en el suelo. Las rutas están definidas por las canalillas y cables. Es posible el cambio desde un segmento impulsado a otro diferente, proporcionando cierta

³Un sistema colgante e innovador de transporte para distintos procedimientos de producción

flexibilidad en el rutado. Los carros emplean clavijas reforzadas de acero para acoplarse a la cadena.

Dichas clavijas se pueden extraer de la cuneta para liberar al carro del avance de la cadena y realizar las operaciones de carga/descarga. (Figura 1.12)



Figura 1.12 Sistemas por cable enterrado
Fuente: <http://www.esi2.us.es/~fabio/cintas.pdf>

h. SISTEMAS DE CARRO SOBRE RIELES

Estos sistemas emplean carros individuales montados en una pista de dos rieles en una estructura que sitúa la banda unos decímetros sobre el suelo. Los carros no son impulsados individualmente; avanzan mediante un tubo rotatorio entre los dos rieles.

Una rueda motriz, en la parte inferior del carro y formando un ángulo con el tubo, se apoya en él y convierte el giro del tubo en avance del carro. La velocidad del carro es controlada regulando el ángulo de contacto entre la rueda motriz y el tubo. (Figura 1.13)

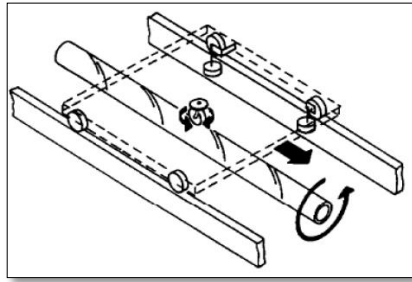


Figura 1.13 Sistemas de carro sobre rieles
Fuente: <http://www.esi2.us.es/~fabio/cintas.pdf>

1.6. DISPOSITIVOS DE CONTROL

Los dispositivos de control son aparatos eléctricos y electrónicos que sirven para transmitir órdenes de control a los aparatos que lo soporten. La utilización de accionamientos neumáticos en la mayoría de los movimientos simplifica el mantenimiento, ya que reduce al mínimo la cantidad de mecanismos que sufren desgaste.

La producción y algunas exigencias de seguridad son tales, que es necesario hacer que las máquinas se detengan tan rápidamente como sea posible. Por ejemplo el método más eficiente de controlar la velocidad de un motor eléctrico es por medio de un variador electrónico de frecuencia.

1.6.1 ACCIONAMIENTOS NEUMÁTICOS

Los accionamientos neumáticos son aquellos componentes capaces de transformar la energía potencial latente en el aire comprimido en trabajo mecánico, para el accionamiento de máquinas o mecanismos. Los accionamientos neumáticos a estudiar son los cilindros.

a. CILINDROS NEUMÁTICOS.

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

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

$$F = p \cdot A$$

Dónde:

F = Fuerza

p = Presión manométrica

A = Área del émbolo o pistón

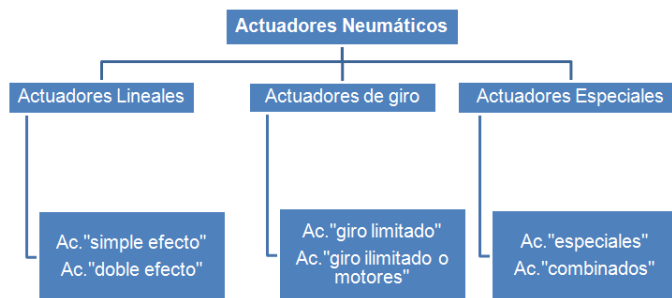


Figura 1.14 Clasificación de los actuadores neumáticos

Fuente: Autores

Actuadores lineales.

Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva, representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos. Existen dos tipos fundamentales de los cuales derivan construcciones especiales.

- Cilindros de simple efecto (figura 1.15), con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.

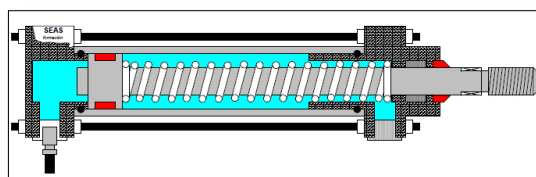


Figura 1.15 Cilindro de simple efecto.

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

- Cilindros de doble efecto (figura 1.16), con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso.

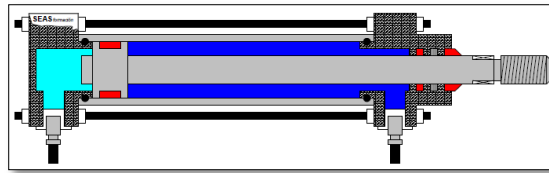


Figura 1.16 Cilindro de doble efecto

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

1.6.2 DISPOSITIVOS DE MANDO

Los elementos de mando corresponde a los elementos de trabajo neumático o hidráulico, convencionales, se clasifican en tres grupos:

a. ELEMENTOS DE MANDO DE DIRECCIÓN

Son válvulas direccionales (figura 1.17) que permiten enviar fluido a un puerto u otro de los elementos de trabajo cambiando su sentido de trabajo.

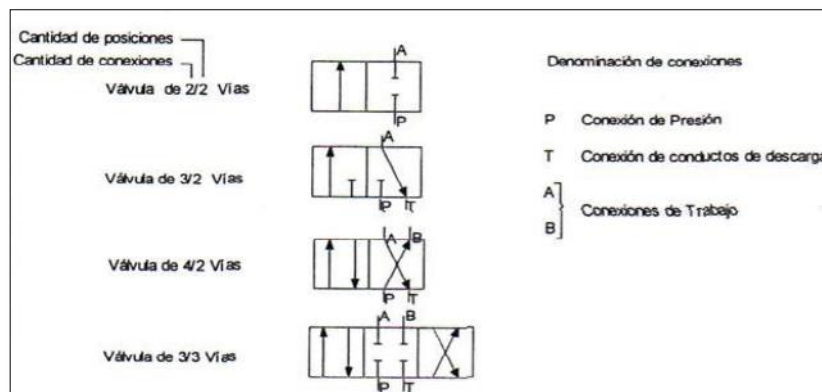


Figura 1.17 Elementos de mando de dirección

Fuente: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/5038/1/im%20143>.

Electroválvula.

Una electroválvula (Figura 1.18) es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a

través de una bobina solenoidal. Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

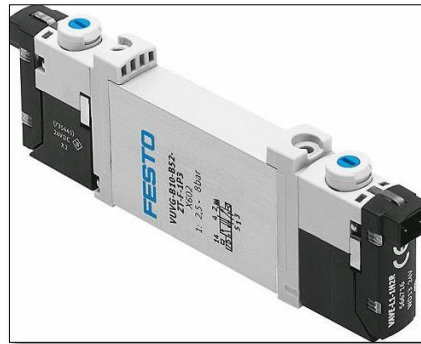


Figura 1.18 Electroválvula

Fuente: <http://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P79454.jpg>

b. ELEMENTOS DE MANDO DE VELOCIDAD

Son aquellos que restringen o regulan el fluido de aire o líquido al elemento de trabajo regulando con ello su velocidad. (Figura 1.19)

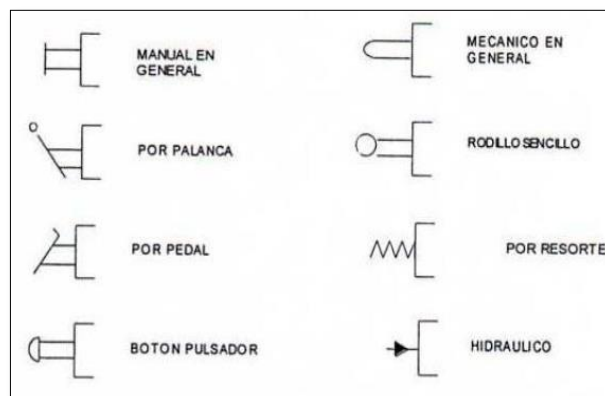


Figura 1.19 Elementos de mando de velocidad

Fuente: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/5038/1/im%20143>.

c. ELEMENTO DE MANDO DE FUERZA.

Son los que limitan o regulan la presión del fluido para tener mando sobre la fuerza del elemento de trabajo. (Figura 1.20)

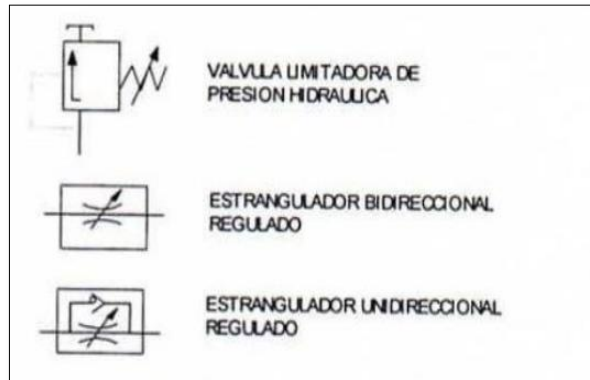


Figura 1.20 Elementos de mando de fuerza
Fuente: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/5038/1/im%20143.pdf>

1.6.3 EL CONTACTOR

Según la norma DIN (0660/52), el contactor “es un interruptor mandado a distancia que regresa a la posición de reposo cuando la fuerza de accionamiento deja de actuar sobre él. El contactor se utiliza para la conexión de elementos de potencia y permitirá la automatización de maniobras. Básicamente es un interruptor trifásico que en lugar de accionarlo manualmente él puede hacer a distancia, con menor esfuerzo físico y mayor seguridad a través de una bobina.

a. CONTACTOS ELÉCTRICOS

Los contactos eléctricos son los elementos de mando que conectarán o desconectarán a los receptores. Dichos contactos están alojados en las cámaras de contactos y son accionados por diversos sistemas, pulsadores, interruptores, relés. En cada cámara de contactos puede haber uno o varios contactos. Básicamente existen dos tipos de contactos. (Figura 1.21)



| Normalmente Abierto (N.A.) | Normalmente Cerrado (N.C.) |
|---|---|
|  |  |

Figura 1.21 Tipos de contacto

Fuente:http://edu.jccm.es/ies/donbosco/fabmec/attachments/081_AUTOMATISMOS%20EL%C3%89CTRICOS.pdf

El normalmente abierto (N.A.) no deja pasar la corriente hasta que no es accionado. El normalmente cerrado (N.C.) sí deja pasar la corriente. Ambos contactos vuelven a la posición inicial una vez finalizado el accionamiento. Estos dispositivos manejan elevadas corrientes dependiendo de la capacidad para la que hayan sido construidos, es así que encontramos desde uno hasta miles de amperios.

Los elementos que lo constituyen son:

- Circuito magnético
- Núcleo (martillo, yunque)
- Bobinado de excitación
- Elementos mecánicos
- Muelle de contactos
- Elementos eléctricos
- Contactos de fuerza y auxiliares

b. EL BREAKER

Es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos.⁴ Los parámetros más importantes que definen un disyuntor o breaker son:

⁴<http://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor>

- **Calibre o corriente nominal:**

Corriente de trabajo para la cual está diseñado el dispositivo. Existen desde 5 A hasta 64 A.

- **Tensión de trabajo:**

Tensión para la cual está diseñado el disyuntor. Existen monofásico (220 V) o trifásico (380 V).

- **Poder de corte:**

Intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impedirían la apertura del circuito.

- **Poder de cierre:**

Intensidad máxima que puede circular por el dispositivo en el momento de cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.

- **Número de polos:**

Número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático. Existen de uno, dos, tres y cuatro polos.

c. EL RELÉ

Un relé es un dispositivo diseñado para control remoto de otros dispositivos, un relé usa bajo voltaje y poca corriente para causar la conmutación de dispositivos de alto voltaje o alta corriente, usualmente se coloca a distancias remotas de estos.

c.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RELÉS:

Se clasifican comúnmente en dos clases. (Figura 1.22)

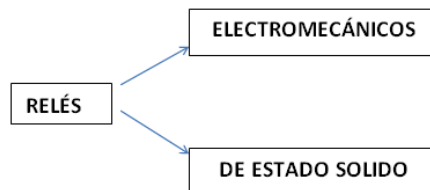


Figura 1.22 Clasificación de los relés
 Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

c.1.1 RELÉS ELECTROMECAÑICOS:

Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. (Figura 1.23)

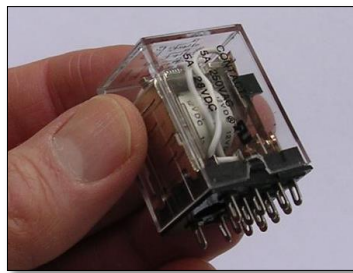


Figura 1.23 Relé electromecánico
 Fuente: file:///E:/relays.html.

c.1.2 RELÉS DE ESTADO SÓLIDO

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un optoacoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia. Este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los contactos del relé, además de poder conmutar altos amperajes. Estos relés permiten una velocidad de conmutación muy superior a la de los relés electromecánicos. (Figura 1.24)



Figura 1.24 Relé de estado sólido
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

d. FINALES DE CARRERA O INTERRUPTORES DE POSICIÓN.

Son interruptores que detectan la posición de un elemento móvil mediante accionamiento mecánico.

Estos interruptores pueden ser mecánicos, magnéticos, neumáticos y electrónicos accionados bien mecánicamente o bien por un campo magnético creado por un imán montado en el pistón. Se montan en los cilindros para determinar la posición del final de carrera del pistón o bien la posición en un punto intermedio de la carrera del pistón.⁵

Son muy habituales en la industria para detectar la llegada de un elemento móvil a una determinada posición. Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes; un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento, (figura 1.25). Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots.

⁵ Creus Sole, Antonio. Libro Neumática e hidráulica 2a.

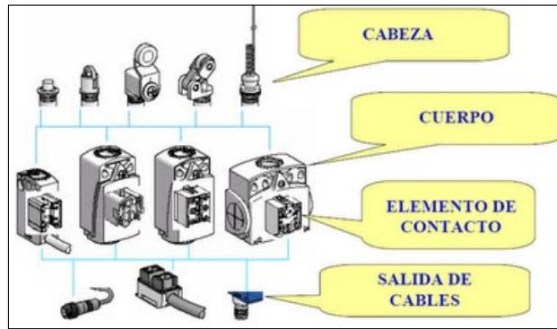


Figura 1.25 Partes de sensores

Fuente: <http://empresadetrabajo.blogspot.com/2011/08/finales-de-carrera.html>

1.7. PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE)

Un controlador lógico programable es un dispositivo que controla una máquina o proceso y puede considerarse simplemente como una caja de control con dos filas de terminales: una para salida y la otra para entrada. Los terminales de salida proporcionan comandos para conectar a dispositivos como válvulas selenoides, motores, lámparas indicadoras, indicadores acústicos y otros dispositivos de salida.

Los terminales de entrada reciben señales de realimentación para conexión a dispositivos como interruptores de lámina, disyuntores de seguridad, sensores de proximidad, sensores fotoeléctricos, pulsadores e interruptores manuales, y otros dispositivos de entrada. (Figura 1.26).

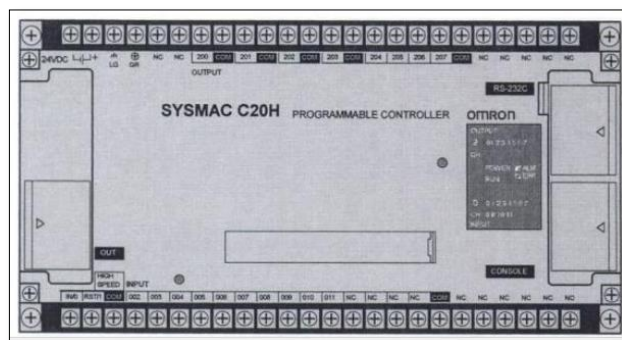


Figura 1.26 PLC (Controlador Lógico Programable)

Fuente: Libro Control Electroneumática y Electrónico. John, Josep Regué, Albert Cuspinera

Un PLC posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar.

1.7.1 FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC

- **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 y pre-accionadores.

- **Programación**

Para encajar, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómatas. El diálogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómatas controlando la máquina.

1.8 VARIADOR DE FRECUENCIA

Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Adjustable Frequency Drive), es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC), por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, micro drivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

Principio de funcionamiento.

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA), está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = (120 * f) / p$$

Dónde

RPM = Revoluciones por minuto

f = frecuencia de suministro CA (Hercio)

p = Número de polos (adimensional)

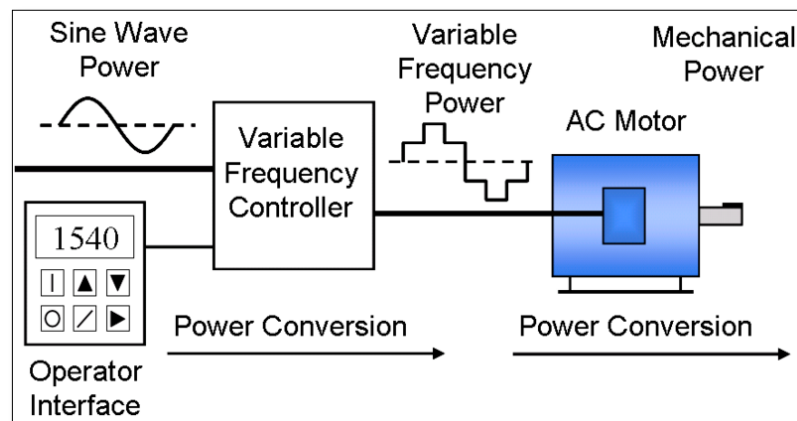


Figura 1.27 Diagrama de un sistema VFD
Fuente. http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia.

CAPÍTULO II

DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

En la empresa “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ” se pretende implementar un sistema automático de recolección y transporte de envases plásticos de polietileno, con el propósito de elevar sus niveles de producción. Tomando en cuenta capacidades de producción y especificaciones que tienen la máquina sopladora industrial marca Jonh Huah TPH-550FX-2.

El sistema de recolección a implementar estará construido de perfiles de aluminio de tipo horizontal, para realizar ajustes, y los soportes del sistema tendrán rieles para el ajuste vertical y de esta manera lograr una calibración de acuerdo a las necesidades de los envases que se producirá ya sea envases de 185 cc ó 950 cc.

El sistema mecánico, que efectúa al sistema de recolección es el brazo de soporte donde soportará todo el peso y el ajuste fijo se utilizará al eje de la máquina Jonh Huah TPH-550FX-2, como apoyo sobre la base del sistema.

Para el sistema de transporte de envases plásticos de polietileno, se tomará como referencia los pesos y números de envases que es de 37 gr, que es el más crítico para realizar los respectivos cálculos y de esa manera se procede a seleccionar los componentes de acuerdo a los parámetros establecidos.

El sistema de control automático del sistema de transporte de envases plásticos de polietileno, se realizará mediante un PLC (Controlador lógico programable) para controlar que los envases no se apilen mediante

sensores de precisión, de esa manera mejorando la productividad y ahorrando tiempo en el desarrollo.

El sistema eléctrico y electrónico se dimensionará con el PLC, para proporcionar un buen funcionamiento y rendimiento del sistema de recolección y transporte. El sistema eléctrico poseerá las protecciones necesarias contra las fallas eléctricas.

Por lo tanto teniendo estas características como referencias y una vez definido el análisis de diseño, se puede empezar a diseñar y seleccionar las diferentes partes del proyecto a construirse, es importante mencionar que el diseño y selección son primordiales, puesto que, de ellos depende el buen funcionamiento del sistema a implementar.

2.2 MEMORIA DE DISEÑO.

La memoria de diseño facilita a empezar un diseño de manera clara y precisa con los datos obtenidos de la máquina.

2.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA JONH HUAH PLASTIC MACHINERY FACTORY CD, LTD.

En este capítulo se detalla como operará la máquina sopladora, lo cual se necesita para el mecanismo que va a implementar para la recolección y transporte de envases plásticos.

La máquina Jonh Huah Plastic Machinery Factory cd, ltd, produce envases de plásticos de polietileno de 300 cc hasta 1000 cc en dos direcciones, a lado derecho como a lado izquierdo (de cuatro cavidades), el sistema de control avanzado de PLC (Simatic S7-1200), con un panel amigable, que es de control preciso que trabaja con un voltaje de 380,

basta con una persona para el funcionamiento de la máquina, en la figura 2.1 se observa los componentes esenciales.

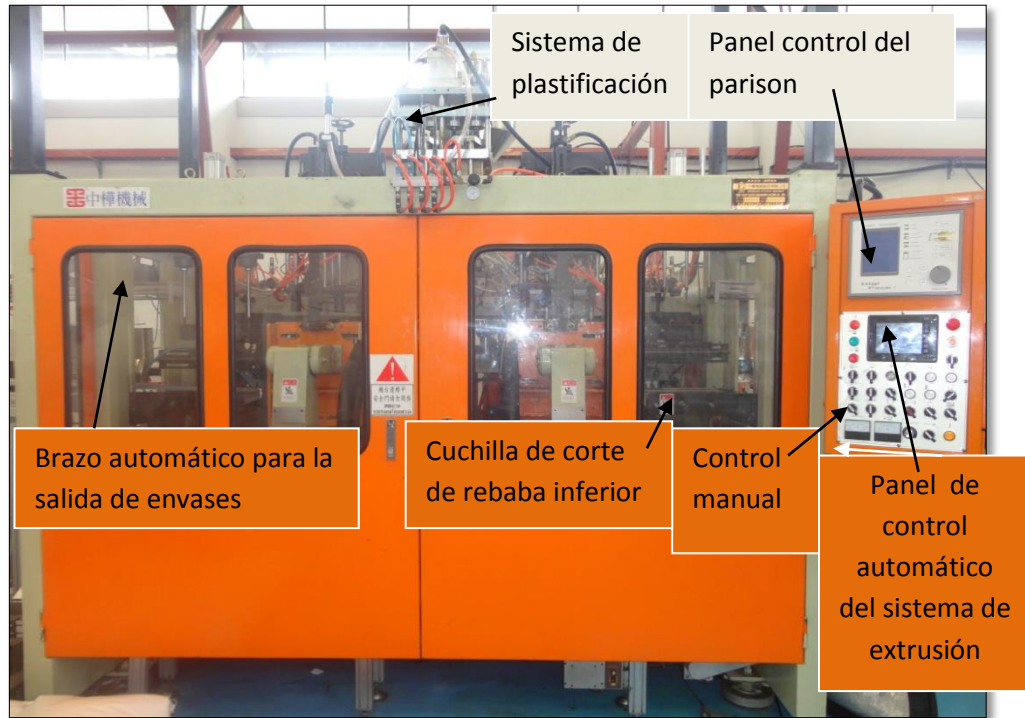


Figura 2.1 Componentes de la máquina
Fuente: Empresa “Inplástico Naranjo Hernández y Compañía”

2.2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

La máquina Jonh Huah Plastic Machinery Factory cd, ltd, se usa en el soplado de varios tipos de botellas, el equipo fabrica envases para yogurt, agua purificada, refrescos, aceites, productos médicos, cosméticos, y otros muchos productos, de una gran variedad de formas y colores. En la tabla 2.1 se observa una breve síntesis de especificaciones de la máquina.

| | |
|------------------------|---|
| LOCALIZACIÓN | LATACUNGA - ECUADOR |
| Nombre. | “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ Y COMPAÑIA” |
| Domicilio | Km. 2 PANAMERICANA SUR |
| Tel | (593)2812-812 |
| E-mail. | nsindustrias@gmail.com |
| Fax | 2805-900 |
| Persona de Contacto | Ing Fredy Naranjo GERENTE GENERAL |
| DATOS GENERALES | |
| Nombre de la sopladora | Jonh Huah Plastic Machinery Factory Cd, Ltd, |

TABLA 2.1 Especificaciones básicas de la máquina Jonh Huah Plastic Machinery Factory Cd, Ltd,

| | |
|--|--|
| Fuerza con que sujeta el molde | 10 Ton, 90211,37 N |
| Capacidad de Producción | (4 botellas a la vez) 300- 1000 cc |
| Máxima capacidad de moldes | 4 |
| Presión de aire de trabajo de la máquina principal | 60 PSI |
| Tamaño de la botella máximo | (4 botellas a la vez) 119-246 mm de L. |
| Capacidad de Extrusión | 140 kg. |
| Distancia entre los cuatro centros de los moldes | 100 mm |
| Dimensiones de la máquina | 2790 mm x 4460 mm |

- **SISTEMA DE EXTRUSIÓN**

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Diámetro del tornillo | 9 cm |
| Velocidad de giro del tornillo | 20-75 R.P.M. |
| Manejo del motor | 50 HP. |
| Capacidad calorífica del barril | 20.8 Kw. |

- **SISTEMA HIDRÁULICO.**

| | |
|----------------------------------|--------------|
| Poder bomba hidráulica | 15 HP. |
| Compresor de aire | 5 HP |
| Presión de aire | 70 PSI |
| Capacidad de aceite en el tanque | 150 Galones. |
| Consumo eléctrico | 105 Kw |

2.2.3 COMPONENTES ELÉCTRICOS.

- Tablero de distribución 380 V
- Caja de control eléctrico
- Aire acondicionado para caja control eléctrico de 220 V ,2.5 A. modelo DA-150 FA.

2.2.4 COMPONENTES ADICIONALES.

- Chiller (enfriador)

2.3. DISEÑO MECÁNICO.

El diseño mecánico se realiza con el estudio previo y con los materiales disponibles en el mercado.

2.3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN.

El diseño del sistema de recolección se realiza para los envases más grandes que son de 950 cc (37 gr), éstas características se observa en el ANEXO A1, datos esenciales que será importante para los cálculos deseados.

a. DISEÑO DE LA PLACA PARA ALINEACIÓN DE ENVASES.

Para diseñar la placa de alineación de cuatro envases se comienza por la parte que constituye el más pesado es decir el envase de 950 cc, con un

peso de 37 gr, la placa de alineación tendrá como objetivo alinear los cuatro envases.

Para realizar los cálculos se diseña la placa que esté en los rangos del brazo de salida de los envases de la máquina que es de 400 mm de longitud. (Figura 2.2)

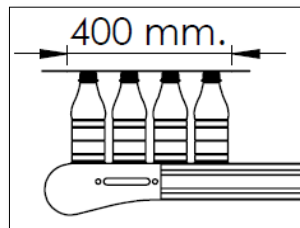


Figura 2.2 Rango de dimensión de salida de envases del brazo.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Las medidas y el peso del envase de 950 cc se obtienen del ANEXO A1.

$$WE1 = 37 \text{ gr}$$

$$\varnothing E1 = 80\text{mm}$$

a.1 Longitud de la placa

La longitud mínima de la placa se estima en función del número de envases que debe empujar. Por lo tanto, para trabajar con cuatro envases a la vez, la longitud mínima viene dado por:

$$L_p = (\varnothing E1 * \# \text{ env}) + (\Sigma \text{ de espacios entre envases}) \quad E_c (2.1)$$

$$L_p = (80\text{mm} * 4) + (10 + 20 + 20 + 20 + 10)\text{mm}$$

$$L_p = 320\text{mm} + 80\text{mm}$$

$$L_p = 400 \text{ mm.}$$

Dónde:

L_p = Longitud de la placa

$\varnothing E1$ = Diámetro del envase.

Se considera una separación entre envases de 20 mm. (Figura 2.3)

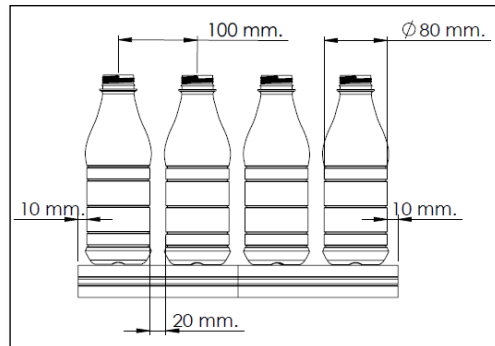


Figura 2.3 Separación entre envases.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

a.2 Material de la placa.

Debido a los requerimientos de que los envases no se contaminen con óxido (esenciales para alimentos) y la necesidad de bajo peso, para los componentes del sistema de recolección se utiliza aleación de aluminio 1060⁶. (Tabla. 2.2)

Tabla. 2.2 Propiedades del aluminio

| PROPIEDADES TÍPICAS DEL ALUMINIO | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|----|--|----|---|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Aleación y tratamiento | Resistencia a la Tensión. (Ksi) (MPa) | | Resistencia de Fluencia (Sy) (Ksi) (MPa) | | Ductilidad (porcentaje de elongación en 2 pulgadas) | Resistencia al corte. (Ksi) (MPa) | Resistencia a la fatiga. (Ksi) (MPa) |
| 1060-0 | 10 | 69 | 4 | 28 | 43 | 7 48 | 3 21 |

a.3 Cálculo de esfuerzos

Para el cálculo de esfuerzos, con la longitud de la placa de 400 mm se selecciona un ancho de 1/8 de la longitud como se indica en la figura 2.4, es decir:

⁶ Mott, Robert L. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. México, D. F: Prentice-Hall Hispano, Cuarta Edición, Apéndice A-15

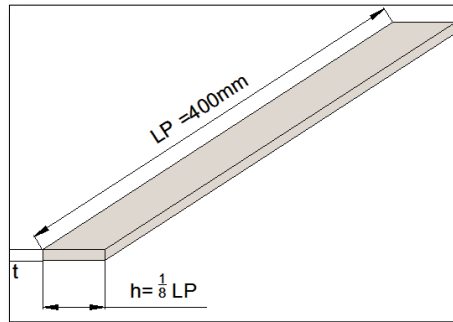


Figura 2.4 Diagrama del ancho de la placa .
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

$$h = \frac{1}{8} Lp \quad \text{Ec (2.2)}$$

$$h = \frac{1}{8} 400 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

Las cargas que actúan sobre la placa son:

$$Fp = \mu_2 * WE1 * \# \text{ env} \quad \text{Ec (2.3)}^7$$

Dónde:

FP = Fuerza aplicada a la placa.

μ_2 = Coeficiente de fricción del polietileno (ANEXO B1)

$WE1$ = Peso del envase de 950cc

env = 4 envases

$$FP = \mu_2 * WE1 * \# \text{ env}$$

$$FP = 0.50 * 37(\text{gr}) * 4 = 74 \text{ gr} = 0.726 \text{ N}$$

$$FP = W \times 0.3 \text{ m}$$

$$W = \frac{0.726 \text{ N}}{0.3 \text{ m}} = 2.42 \text{ N/m}$$

⁷Beer, Ferdinand P. (1997). Fuerzas, Mecánica Vectorial para Ingenieros, Estática. México, D.F.Ms.Graw.Hill. Mazurek, Cuarta Edición. Pag 413

Para la placa de la figura 2.5 se tiene una carga distribuida $W = 2.42 \text{ N/m}$.

a.4. Cálculo de momento máximo (método de áreas)

En la figura 2.5, se observa el diagrama de cuerpo libre en el plano.

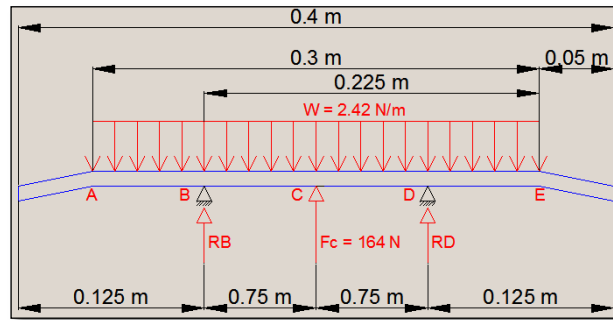


Figura 2.5 Diagrama de cuerpo libre
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

Para el cálculo se especifica que se toma en cuenta la fuerza del cilindro neumático seleccionado que tiene una fuerza máxima de 164 N. (ANEXO C2)

Dónde:

F_c = Fuerza del cilindro

F_v = Fuerza del corte

M_f = Momento flector

$$\sum F_y = 0 \quad E_c (2.4)^8$$

$$R_B - \left(2.42 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times 0.3 \text{ m}\right) + 164 \text{ N} + R_D = 0$$

$$R_B + R_D = -164 \text{ N} + 0.726 \text{ N}$$

$$(1) \quad R_B + R_D = -163.274 \text{ N}$$

⁸ Singer, Ferdinand L. y Pytel, Andrew (1982.) Resistencia de Materiales. México, D.F: Harla Tercera edición, Pag. 89

$$\Sigma MB + \downarrow = 0$$

$$(2.42 \frac{N}{m} \times 0.225 \text{ m})(0.1125 \text{ m}) - (164 \text{ N} \times 0.075 \text{ m}) - (RD \times 0.15 \text{ m}) = 0$$

$$RD = - \frac{12.2387 \text{ N/m}}{0.15 \text{ m}}$$

$$(2) \quad RD = - 81.591 \text{ N}$$

Reemplazando (2) en (1)

$$RB = - 163.274 \text{ N} - RD$$

$$RB = - 163.274 \text{ N} - (- 81.591 \text{ N})$$

$$RB = - 81.683 \text{ N}$$

En la figura 2.6, se observa el diagrama de fuerzas cortantes.

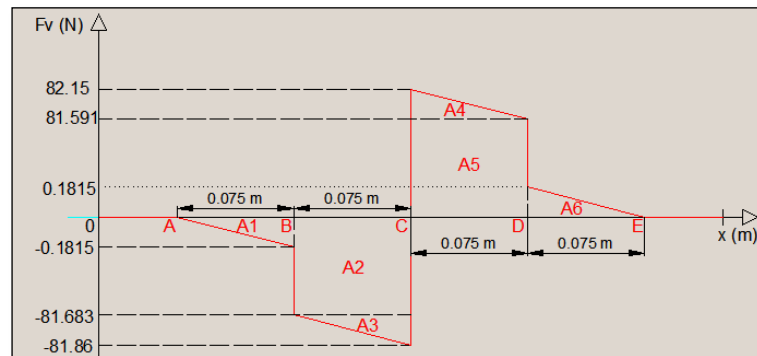


Figura 2.6 Diagrama de fuerzas cortantes
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

$$A = b \times h \quad (\text{Área rectangular})$$

$$Ec (2.5)^9$$

$$A = \frac{b \times h}{2} \quad (\text{Área triangular})$$

$$A1 = \frac{b \times h1}{2} = \frac{(0.075 \text{ m}) \times (- 0.1815 \text{ N})}{2} = - 6.8 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$A2 = b \times h2 = (0.075 \text{ m}) \times (- 81.68 \text{ N}) = - 6.126 \text{ N} \cdot \text{m}$$

⁹ Singer, Ferdinand L. y Pytel, Andrew (1982.) Resistencia de Materiales. México, D,F: Harla Tercera edición, Pag. 181

$$A3 = \frac{b \times h3}{2} = \frac{(0.075 \text{ m}) \times (-0.18 \text{ N})}{2} = -6.75 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$A4 = \frac{b \times h4}{2} = \frac{(0.075 \text{ m}) \times (0.559 \text{ N})}{2} = 0.0209625 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$A5 = b \times h5 = (0.075 \text{ m}) \times (81.591 \text{ N}) = 6.11932 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$A6 = \frac{b \times h6}{2} = \frac{(0.075 \text{ m}) \times (0.1815 \text{ N})}{2} = 6.8 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M \text{ máx} = A1 + A2 + A3$$

$$M \text{ máx} = (-6.8 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}) + (-6.126 \text{ N} \cdot \text{m}) + (-6.75 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m})$$

$$M \text{ máx} = -6.15 \text{ N} \cdot \text{m}$$

En la figura 2.7, se observa el diagrama de momentos flectores.

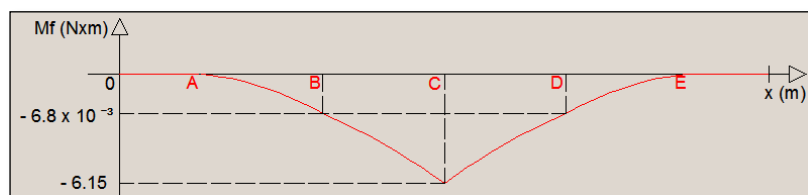


Figura 2.7 Diagrama de momentos flectores.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

El valor del momento flector o momento máximo es: $M_{\text{máx}} = 6.15 \text{ N} \cdot \text{m}$

a.5 Condición de esfuerzo.

Se toma en cuenta que cuando se aplican cargas perpendiculares a la placa de alineación (figura 2.5) se producen momentos flexionantes en su interior que hacen que la placa se flexione, por lo tanto el esfuerzo (σ) que soporta la placa tiene que ser menor que el esfuerzo de diseño o resistencia (σ_d) del material con un factor de diseño (N) de 3, basado en la clases de carga repetida (choque suave). (Tabla 2.3), Con la ecuación (2.6) se determina la condición.

Tabla 2.3 Clases de carga y factor de seguridad¹⁰

| CLASE DE CARGA | ACERO METALES DÚTILES | |
|---|---------------------------------|---|
| | Basado en la resistencia máxima | Basado en la resistencia de la fluencia |
| Carga permanente, N= | 3-4 | 1.5-2 |
| Repetida, una dirección gradual (choque suave) N= | 6 | <u>3</u> |
| Repetida, invertida, gradual (choque suave) N= | 8 | 4 |
| Choque N= | 10-15 | 5-7 |

$$\sigma \leq \sigma_d \leq \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}^{11}$$

Dónde:

σ =Esfuerzo de la placa.

S_y = Resistencia de fluencia del material (Tabla 2.2)

N = Factor de seguridad o diseño.

$$\sigma \leq \frac{28 \text{ MPa}}{3}$$

$$\sigma \leq 9.33 \text{ MPa}$$

$$\sigma \leq 9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2.$$

a.6. Cálculo del espesor de la placa.

Con la fórmula del esfuerzo máximo ecuación (2.7), se determina el espesor de la placa requerida al reemplazar las variables. (Figura 2.8)

¹⁰ Faires, V.M. (1982.) Diseño de Elementos de Máquinas. México, D. F: UTHA. Séptima Edición, Pag. 24

¹¹ Mott, Robert L. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. México ,D. F: Prentice-Hall Hispano ,Cuarta Edición pág. 188

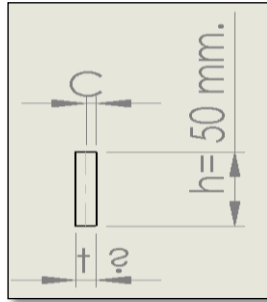


Figura 2.8 Sección transversal de la placa.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * C}{I} \quad \text{Ec. (2.7)}^{12}$$

Dónde:

σ =Esfuerzo máximo.

M = Momento Flexionante.

C = Distancia del eje centroidal de la viga a las fibras externas.

I = Momento de inercia.

Para el estudio de resistencia de materiales, su resistencia tiende a flexionarse cuando se somete a cargas, con la ecuación (2.8), se calcula la inercia de la placa.

$$I = \frac{h * t^3}{12} \quad \text{En función de Y;} \quad \text{Ec. (2.8)}^{13}$$

Dónde:

I = Momento de inercia.

h= Ancho de la placa

¹² Mott, Robert L. (1999) Resistencia de Materiales Aplicada, México, D. F: Prentice-HALL. TERCERA EDICIÓN pág. 276

¹³Mott, Robert L. (1999) Resistencia de Materiales Aplicada, México, D. F: Prentice-HALL. TERCERA EDICIÓN pág. 245

t = Espesor de la placa.

Al reemplazar los valores en la ecuación 2.7 se obtiene:

$$9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = \frac{M_{\text{máx}} * \frac{t}{2}}{\frac{ht^3}{12}}$$

$$9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = \frac{6 * M_{\text{máx}}}{ht^2}$$

Despejando t:

$$t_1 = \sqrt[2]{\frac{6 * M_{\text{máx}}}{9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 * h}}$$

$$t_1 = \sqrt[2]{\frac{6 * 6.15 \text{ N} * \text{m}}{9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 * 0.05 \text{ m}}}$$

$$t_1 = 8.893 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$t_1 = 8.89 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm} \approx 0.01 \text{ m}$$

Mediante el Software MDSOLIDS 2.6, se verifica los resultados de los momentos flectores y de esfuerzos cortantes de la placa para alineación de envases. (Figura 2.9)

Valor calculado = 6.15 N * m

Valor obtenido del Software MDSOLIDS = 6.15 N * m.

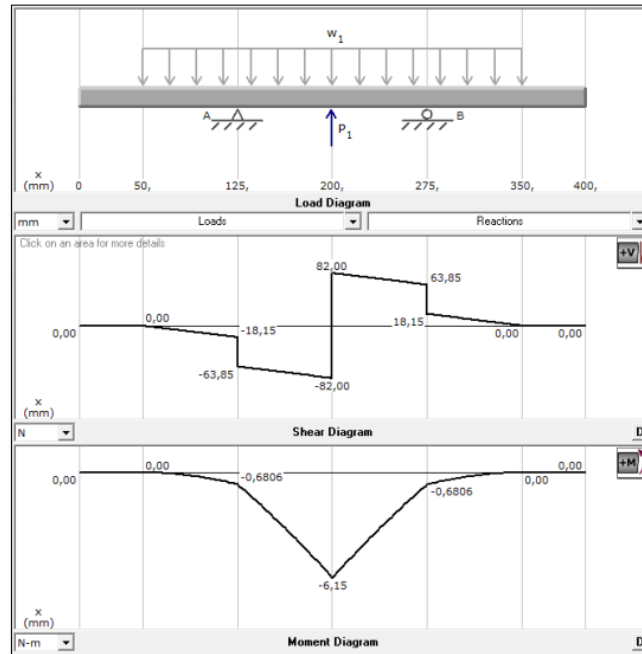


Figura 2.9 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes de placa para alineación
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

a.7. Cálculo de esfuerzo máximo

Con la ecuación (2.7), y reemplazando los valores se obtiene los resultados.

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * C}{I} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * \frac{t}{2}}{\frac{ht^3}{12}}$$

$$\sigma = \frac{6 * M_{\text{máx}}}{ht^2} = \frac{6 * 6.15 \text{ N} * \text{m}}{0,05 \text{ m} * (0.01 \text{ m})^2} = 7380000 \text{ Pa} = 7.38 \text{ MPa}$$

a.8 Cálculo del factor de diseño (N):

$$\sigma = \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$N = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$N = \frac{28 \text{ MPa}}{7.38 \text{ MPa}}$$

$$N = 3.7 \approx 4.$$

El factor de diseño $N = 4$ es comparado con el factor de diseño establecido (choque suave) $N = 3$ dando un valor superior, que asegura que la placa va soportar cargas mayores a las calculadas, con este análisis se procede a su construcción. (Figura 2.10) (ANEXO D1)

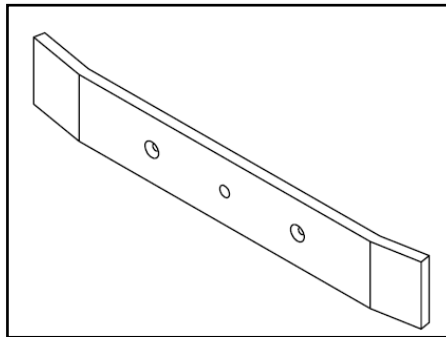


Figura 2.10 Placa para alineación de envases.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

b. DISEÑO DE LA PLACA DE SUJECIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO.

Se comienza por dimensionar la placa de sujeción del cilindro en base a la fuerza máxima y fuerza de tracción del cilindro neumático, en la figura 2.11, se observa las dimensiones de 300 mm de longitud y un ancho de 45 mm. El material de la placa es de aluminio. (Tabla 2.2)

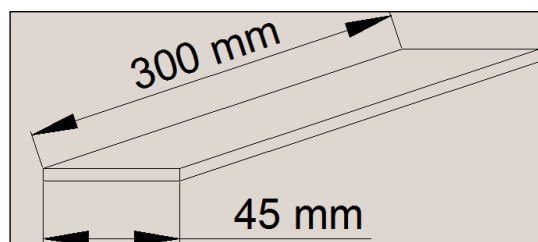


Figura 2.11 Dimensiones de la placa de sujeción del cilindro.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

b.1 Cálculo de momento máximo (método de áreas)

Para el cálculo del momento máximo se toma el valor de empuje de 164 N y de tracción de 137 N del cilindro (ANEXO C2). En la figura 2.12, se observa el diagrama de cuerpo libre para el cálculo del momento máximo.

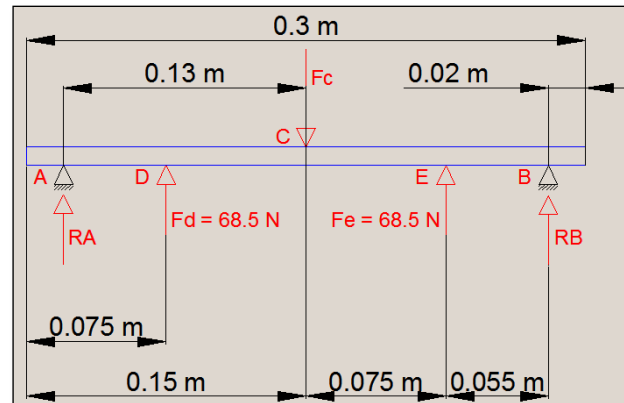


Figura 2.12 Fuerza de la carga.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

$$\Sigma Fy = 0 \quad \text{Ec (2.4)}$$

$$RA + Fd - Fc + Fe + RB = 0$$

$$RA + RB = Fc - Fd - Fe$$

$$RA + RB = 164 \text{ N} - 68.5 \text{ N} - 68.5 \text{ N}$$

$$(1) \quad RA + RB = 27 \text{ N}$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$(-68.5 \text{ N} \times 0.055 \text{ m}) + (164 \text{ N} \times 0.13 \text{ m}) - (68.5 \text{ N} \times 0.205 \text{ m}) - (RB \times 0.26 \text{ m}) = 0$$

$$RB = \frac{3.51 \text{ N/m}}{0.26 \text{ m}}$$

$$(2) \quad RB = 13.5 \text{ N}$$

Reemplazando (2) en (1)

$$RA = 27 \text{ N} - RB$$

$$R_A = 27 \text{ N} - 13.5 \text{ N}$$

$$R_A = 13.5 \text{ N}$$

En la figura 2.13, se observa el diagrama de fuerzas cortantes.

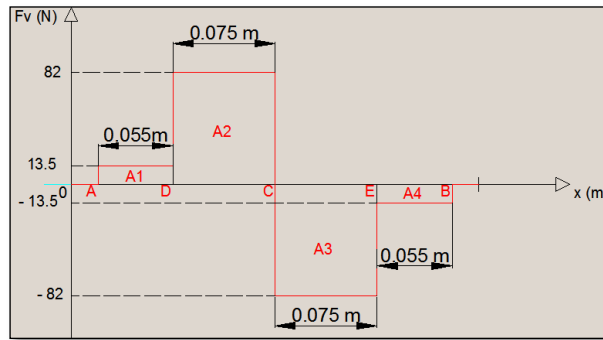


Figura 2.13 Diagrama de fuerzas cortantes
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

$$A = b \times h$$

$$Ec (2.5)$$

$$A1 = 0.055 \text{ m} \times 13.5 \text{ N} = \mathbf{0.7425 \text{ N/m}}$$

$$A2 = b \times h2 = 0.075 \text{ m} \times 82 \text{ N} = \mathbf{6.15 \text{ N/m}}$$

$$A3 = b \times h3 = 0.075 \text{ m} \times (-82 \text{ N}) = \mathbf{-6.15 \text{ N/m}}$$

$$A4 = b \times h4 = 0.055 \text{ m} \times (-13.5 \text{ N}) = \mathbf{-0.7425 \text{ N/m}}$$

$$M \text{ máx.} = A1 + A2 = 6.8925 \text{ N} \times \text{m}$$

En la figura 2.14, se observa el diagrama de momentos flectores.

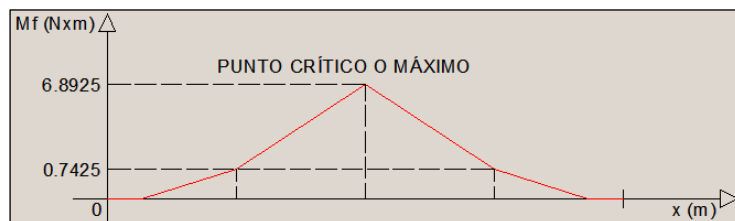


Figura 2.14 Diagrama de momentos flectores
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

El valor del momento flector o momento máximo es:

$$M_{\text{máx}} = 6.8925 \text{ N} \times \text{m}$$

b.2 Condición de esfuerzo

El esfuerzo que soporta la placa tiene que ser menor que el esfuerzo de diseño del material con un factor de diseño de 3. Con la ecuación (2.6), se determina la condición.

$$\sigma \leq \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$\sigma \leq \frac{28}{3}$$

$$\sigma \leq 9.34 \text{ MPa}$$

$$\sigma \leq 9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2.$$

b.3 Cálculo del espesor de la placa.

Con la fórmula del esfuerzo máximo ecuación (2.7), se determina el espesor de la placa requerida al reemplazar las variables, como se observa en la figura 2.15.

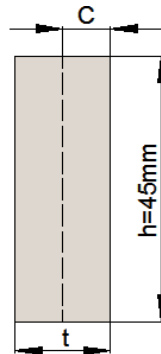


Figura 2.15 Sección transversal de la placa.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * C}{I} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

Con la ecuación (2.8), se calcula la inercia de la placa.

$$I = \frac{h * t^3}{12} \quad \text{En función de Y;} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

$$C = \frac{t}{2}$$

Al reemplazar los valores en la ecuación 2.7 se obtiene:

$$9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = \frac{M_{\text{máx}} * \frac{t}{2}}{\frac{ht^3}{12}}$$

$$9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = \frac{6 * M_{\text{máx}}}{ht^2}$$

Despejando t:

$$t^2 = \sqrt[2]{\frac{6 * M_{\text{máx}}}{9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 * h}} = \sqrt[2]{\frac{6 * 6.8925 \text{ N} * \text{m}}{9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 * 0.045 \text{ m}}}$$

$$t^2 = 9.91 \times 10^{-3} \text{ m} = 9.91 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

Por lo tanto el espesor mínimo que debe tener la placa es de 10 mm, debido a la tercera ley de Newton de acción y reacción.

Mediante el Software MDSOLIDS 2.6, se verifica los resultados de los momentos flectores y de esfuerzos cortantes de la placa que sujeta al cilindro neumático. (Figura 2.16)

Valor calculado = 6.8925 N * m

Valor obtenido del Software MDSOLIDS = 6.89 N * m

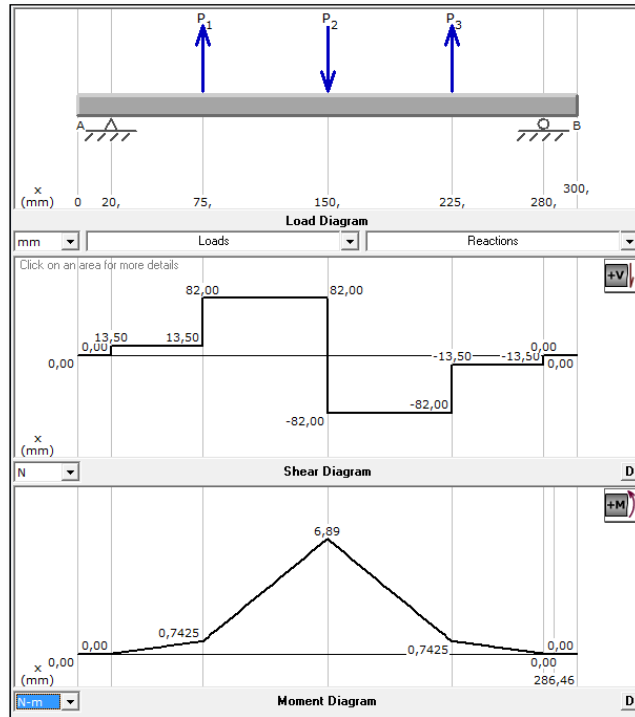


Figura 2.16 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes de la placa que sujeta al cilindro neumático
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

b.4 Cálculo del factor de diseño (N).

Con la ecuación (2.6), condición de esfuerzo se calcula el factor de diseño.

$$\sigma \leq \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

Con los datos obtenidos anteriormente se calcula el esfuerzo máximo con la ecuación (2.7).

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} \cdot C}{I} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

Seguido con la ecuación (2.8), se calcula la inercia de la placa.

$$I = \frac{h \cdot t^3}{12} \quad \text{En función de Y ;} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

$$C = \frac{t}{2}$$

Al reemplazar los valores en la ecuación (2.7) se obtiene:

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * \frac{t}{2}}{\frac{ht^3}{12}}$$

$$\sigma = \frac{6 * M_{\text{máx}}}{ht^2} = \frac{6 * 6.89 \text{ N} * \text{m}}{0.045 \text{ m} * (0.01 \text{ m})^2} = 9186666.667 \text{ Pa}$$

$$\sigma = 9.18 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{S_y}{N}$$

$$N = \frac{28 \text{ MPa}}{9.18 \text{ MPa}} = 3.05$$

El factor de diseño $N = 3.05$ es comparado con el factor de diseño establecido (choque suave) $N = 3$ dando un valor superior, que asegura que la placa de sujeción del cilindro neumático va soportar cargas mayores a las calculadas, con este análisis se procede a su construcción. (Figura 2.17) (ANEXO D2).

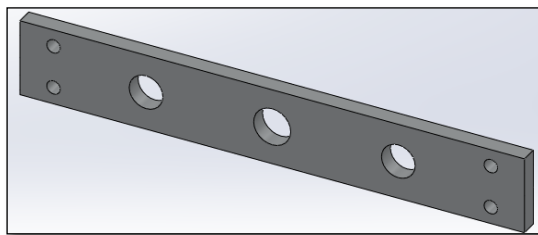


Figura 2.17 Placa de sujeción del cilindro neumático.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

c. DISEÑO DEL BRAZO DEL SOPORTE

El brazo del sistema debe soportar el peso de todos los componentes del sistema de recolección de envases. Se diseña con un material de acero ASTM-A36 (aleaciones de acero al carbono) como se ve en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Propiedades de aceros estructurales.¹⁴

| Designación del material (número ASTM) | Grado producto o espesor | Resistencia a la tensión (ksi) | Resistencia a la tensión (MPa) | Resistencia de fluencia (ksi) | Resistencia de fluencia (MPa) | Ductilidad (porcentaje de elongación en 2 pulgadas) |
|--|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| A 36 | t ≤ 8 pulg. | 58 | 400 | 36 | <u>250</u> | 21 |

Del software solidworks se obtiene el peso acumulado de todos los componentes de 8.95 kg, cómo se ilustra en la figura 2.18.

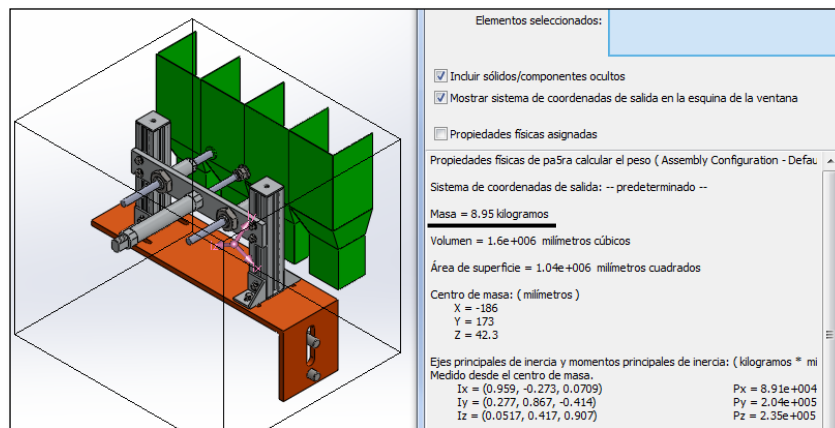


Figura 2.18 Peso acumulado de todos los componentes del sistema
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

$$W_{sc} = 8.95 \text{ kg} = 87.79 \text{ N.}$$

Dónde:

W_{sc} = Peso acumulado de todo el sistema.

c.1 Cálculos de momento máximo.

Con el valor obtenido del software y con las medidas del sistema como se observa en el diagrama de cuerpo libre (figura 2.19), se efectúa los cálculos del momento máximo.

¹⁴ Mott, Robert L. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. México, D. F: Prentice-Hall Hispano. Cuarta Edición. APÉNDICE. A-13

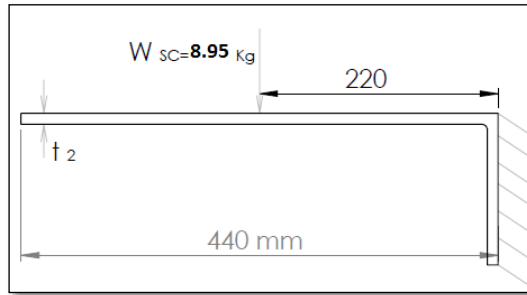


Figura 2.19 Diagrama de cuerpo libre del brazo de soporte
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

Cálculos:

$$M_{\text{máx}} = \frac{W_{sc} \cdot L}{2} \quad (\text{Ec. 2.9})^{15}$$

$$M_{\text{máx}} = \frac{87.79 \text{ N} \cdot 0.44 \text{ m}}{2} = 19.3138 \text{ N} \cdot \text{m}$$

c.2 Condición de esfuerzo

El esfuerzo que soporta la placa tiene que ser menor que el esfuerzo de diseño del material, con un factor de diseño la clase de carga repetida, una dirección gradual (choque suave) $N=3$. (Tabla 2.3)

Con la ecuación (2.6), se determina la condición de esfuerzo.

$$\sigma \leq \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$\sigma \leq \frac{250}{3}$$

$$\sigma \leq 83.33 \text{ MPa}$$

$$\sigma \leq 83.3 \times 10^6 \text{ N/m}^2.$$

¹⁵ Singer, Ferdinand L. y Pytel, Andrew (1982.) Resistencia de Materiales. México, D.F: Harla Tercera edición, Pag. 219

c.3. Cálculo del espesor del brazo de soporte del sistema.

Con la fórmula del esfuerzo máximo ecuación (2.7), se determina el espesor del brazo de soporte requerido, como se observa en la figura 2.20.

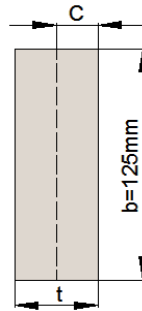


Figura 2.20 Sección transversal del brazo.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

Cálculo:

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * C}{I} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

Con la ecuación (2.8), se calcula la inercia del brazo de soporte.

$$I = \frac{b * t^3}{12} \quad \text{En función de Y ;} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

$$C = \frac{t}{2}$$

Al reemplazar los valores en la ecuación (2.7), se obtiene:

$$83.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = \frac{M_{\text{máx}} * \frac{t}{2}}{\frac{bt^3}{12}}$$

$$83.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = \frac{6 * M_{\text{máx}}}{bt^2}$$

Despejando t:

$$t = \sqrt[2]{\frac{6 * M_{\text{máx}}}{9.34 \times 10^6 \text{ N/m}^2 * b}} = \sqrt[2]{\frac{6 * 19.3138 \text{ Nm.}}{83.3 \times 10^6 \text{ N/m}^2 * 0.125 \text{ m}}} = 3.33 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$t = 3.33 \text{ mm} \approx 4.76 \text{ mm}$$

El espesor mínimo del brazo de soporte debe ser 3/16 pulg que equivale a 4.76 mm que es el estándar disponible en el mercado.

Mediante el Software MDSOLIDS 2.6, se comprueba los resultados de los momentos flectores y de esfuerzos cortantes del brazo de soporte del sistema. (Figura 2.21)

Valor calculado = 19.3138 Nm.

Valor obtenido del Software MDSOLIDS = 19.31 Nm.

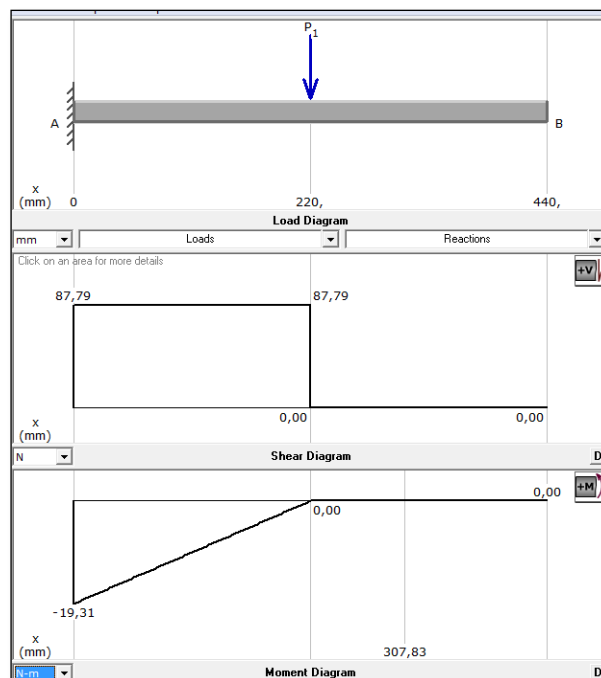


Figura 2.21 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes del brazo de soporte del sistema.

Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

c.4 Cálculo del factor de diseño (N).

Con la ecuación de esfuerzo se calcula el factor de diseño, ecuación (2.6).

$$\sigma \leq \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

Con los datos obtenidos anteriormente se calcula el esfuerzo máximo con la ecuación (2.7).

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * C}{I} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

Seguido con la ecuación (2.8), se calcula la inercia de la placa.

$$I = \frac{b * t^3}{12} \quad \text{En función de Y;} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

$$C = \frac{t}{2}$$

Al reemplazar los valores en la ecuación (2.7), se obtiene:

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * \frac{t}{2}}{\frac{bt^3}{12}}$$

$$\sigma = \frac{6 * M_{\text{máx}}}{bt^2} = \frac{6 * 19.31 \text{ Nm.}}{0.125 \text{ m} * (4.76 \times 10^{-3} \text{ m})^2} = 40908127.96 \text{ Pa}$$

$$\sigma = 40.90 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{S_y}{N}$$

$$N = \frac{280 \text{ MPa}}{40.90 \text{ MPa}} = 6.84$$

El factor de diseño $N = 6.84$ es comparado con el factor de diseño establecido (choque suave) $N = 3$ dando un valor superior, que asegura

que el brazo va soportar cargas mayores a las calculadas, con este análisis se procede a su construcción. (Figura 2.22) (ANEXO D3).

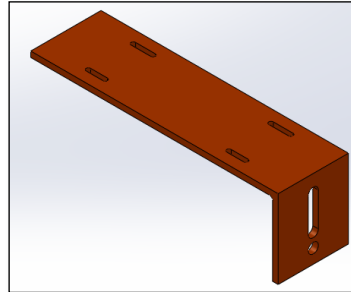


Figura 2.22 Brazo de soporte
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

En la construcción del brazo de soporte se acopla mediante soldadura SMAW un perfil estructural tipo L4 x 4 x $\frac{1}{4}$ (ANEXO B3) de acero ASTM A36, el brazo se construye acorde al espesor del perfil estructural. (Figura 2.23)

Dónde:

L = Indica el perfil angular L

4 = es la longitud del lado mayor (pulg.)

4 = es la longitud del lado menor (pulg.)

$\frac{1}{4}$ = es el espesor de los lados (pulg.)

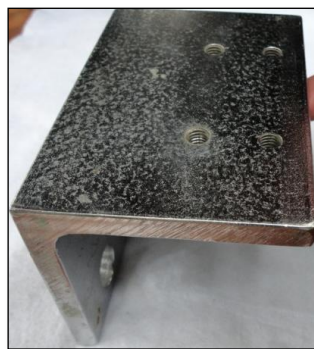


Figura 2.23 Perfil estructural tipo L
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

c.5 CÁLCULO DE LA SOLDADURA PARA EL BRAZO DE SOPORTE.

La soldadura es la unión de metales por el calor, en la estructura tipo L se usa la soldadura en media en V, bisel sencillo a 45°. Los procedimientos de soldadura ver ANEXO E1. En la figura 2.24, se observa la estructura tipo L y unión de la placa.

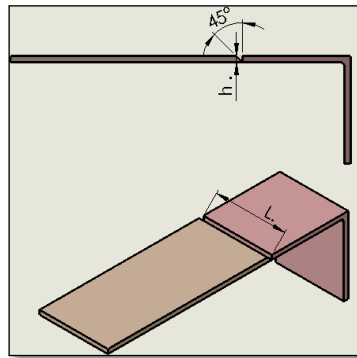


Figura 2.24 Estructura y placa a soldar
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Los cálculos se desarrollan con la ecuación 2.10¹⁶.

$$\tau = \frac{F}{A_S} \quad \text{Ec. (2.10)}$$

$$A_S = h * \cos 45^\circ * l \quad \text{Ec. (2.11)}$$

Dónde:

L= Longitud de la pieza

h = Altura de la suelda

A_S = Área de cobertura de la suelda

τ = Esfuerzo cortante

¹⁶ Shigley, Joseph Edward. (1985). Diseño en ingeniería mecánica, editorial McGraw-Hill, pág. 440

La fuerza que se tiene en la estructura es de $F = 8.94$ Kgf, reemplazando en la ecuación (2.10) se calcula:

$$\tau = \frac{F}{A_s}$$

$$\tau = \frac{8.94 \text{ Kgf.}}{h * \cos 45^\circ * l} = \frac{8.94 \text{ Kgf.}}{8 \text{ mm} * \cos 45^\circ * 125 \text{ mm}} = 0.013 \text{ Kgf/mm}^2$$

Obteniendo el valor calculado del esfuerzo cortante $\tau = 0.013$ Kgf/mm², es comparado con la resistencia que posee el material que es de 25.49 Kgf/mm², esto equivale a 250 Mpa, (Tabla 2.4) y se observa que se cumple la regla.

$$\tau_{\text{calculado}} \leq \tau_{\text{material}}$$

$$0.013 \text{ Kgf/mm}^2 \leq 25.49 \text{ Kgf/mm}^2$$

d. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA ENVASES DE 185 cc (15 gr).

Para el diseño, con la ayuda del programa SolidWorks, se realiza un diseño para la recolección de envases de 15 gr. En el ANEXO A2 se especifica las dimensiones.

El propósito de usar este programa es la complejidad en calcular los esfuerzos por las distorsiones que tiene el sistema, de esta manera se calcula y se simula obteniendo valores reales.

Para la realización de este diseño se selecciona un acero inoxidable ANSI 316, como se observa en la tabla 2.5¹⁷.

¹⁷Mott, Robert L. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. México, D. F.: Prentice-Hall Hispano. Cuarta Edición. APÉNDICE. A-12

Tabla 2.5 Propiedades de los aceros inoxidables.

| Designación del material | | Condición | Resistencia a la tensión | | Resistencia de fluencia | | Módulo de elasticidad |
|--------------------------|--------|-----------|--------------------------|-------|-------------------------|-------|-----------------------|
| Número ANSI | UNS | | (Su) | | (Sy) | | E |
| | | Recocido | (ksi) | (MPa) | (ksi) | (MPa) | (GPa) |
| 316 | S31600 | | 80 | 552 | 30 | 207 | 200 |

A continuación se realiza un breve estudio del diseño del sistema, se toma en cuenta el peso (8.95 Kg) para el cálculo, dando una fuerza mínima entre las paredes verticales al momento que bajan los envases de 15 gr.

Seguido se calcula con el programa la tensión, desplazamiento y el factor de seguridad.

d.1 Tensión de von mises.

La tensión es el esfuerzo máximo que se tiene en un punto del componente, el análisis se presenta en la parte roja que es la zona más crítica. El esfuerzo máximo en este caso es de 22.952 MPa. (Figura 2.25)

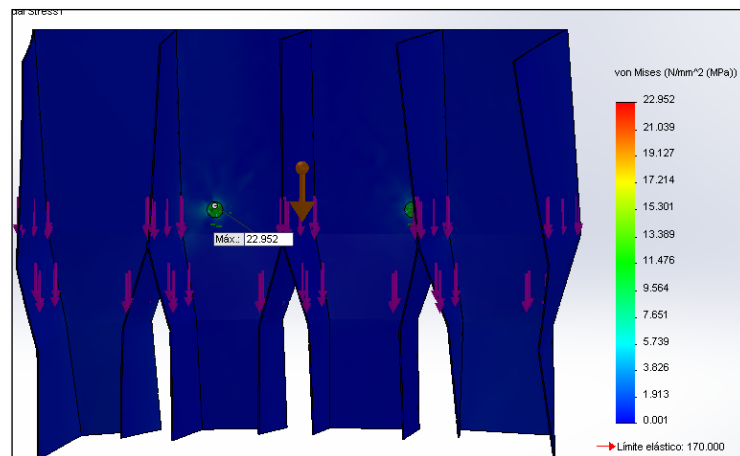


Figura 2.25 Tensión de von mises.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

d.2 Desplazamiento resultante

El desplazamiento es la deflexión que sufre el componente al aplicar una carga, al igual que en todos los análisis de solidworks se representa con una escala de colores donde el color rojo es la zona más crítica. Para este caso la deformación es 0.0956 mm dando un valor muy bajo y por ende se considera que el diseño de este elemento cumple las atenciones. (Figura 2.26)

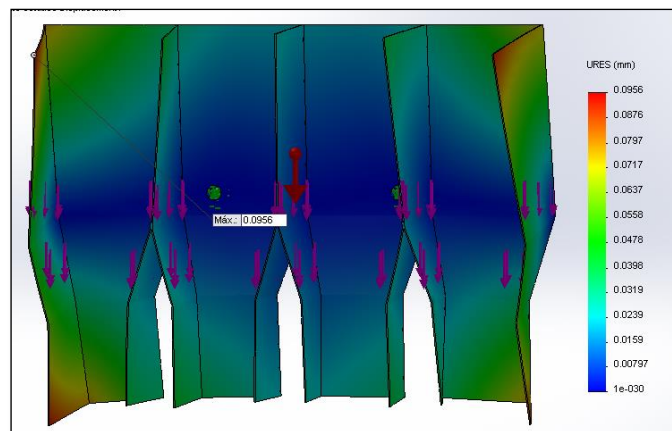


Figura 2.26 Desplazamiento resultante.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

d.3 Factor de seguridad

Este siguiente análisis asegura que el elemento no va a tener fallas al momento de su instalación, las zonas rojas muestran las zonas que tienen el factor de seguridad más bajo y por ende son las más críticas, el factor de seguridad es de 6.87, con este análisis el sistema de recolección es tolerable. (Figura 2.27)

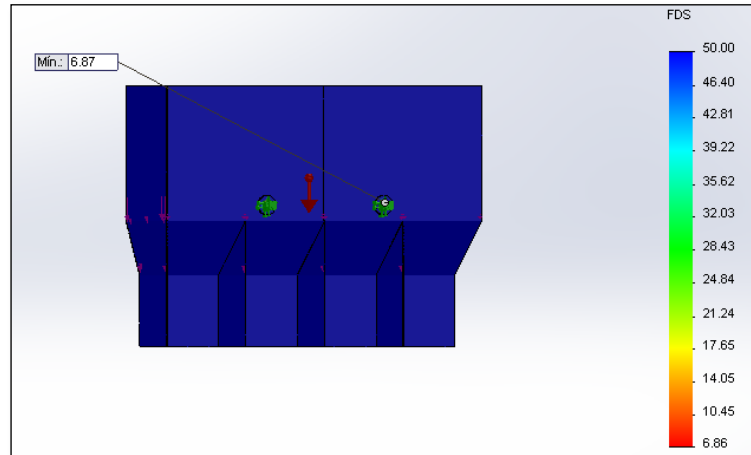


Figura 2.27 Factor de seguridad.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Se especifica que el sistema de recolección de envases para 185 cc, se diseña con las medidas acorde a los envases y dirección de caída que se asimilan a un embudo con el propósito de que los envases al bajarse tomen la alineación adecuada y de esa manera evitar la desalineación al asentarse en la banda transportadora. Con este análisis se concluye que los cálculos son más versátiles y su diseño es favorable y se procede a construir. (ANEXO D5)

d.3.1. Tipo de soldadura para el sistema de recolección.

Para realizar la soldadura del sistema de recolección que es de acero inoxidable AISI 316, se utiliza una soldadura Tig¹⁸, con el propósito de evitar la oxidación.

En la figura 2.28, se observa el proceso de soldadura a utilizar que es la junta en “T”.

¹⁸ <http://masann.es/TIG.htm>

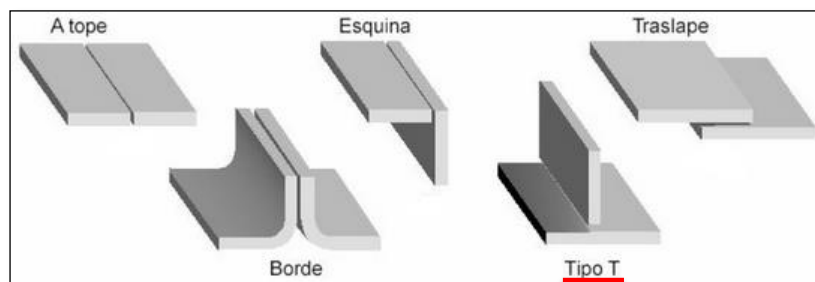
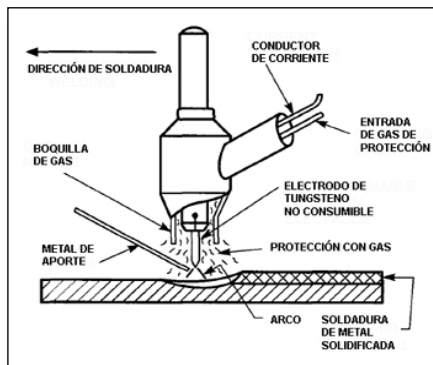


Figura 2.28 Proceso de soldadura TIG.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

Los procedimientos de soldadura y las características se observa en el ANEXO E1.

d.4. CÁLCULO DEL CENTROIDE DEL SISTEMA PARA ENVASES DE 15 gr.

Con el programa SolidWorks, se realiza los cálculos del centroide para el sistema de recolección de envases de 185 cc (15 gr), con el propósito de fijar el cilindro neumático para desplazar el sistema. Como se observa en la figura 2.29.

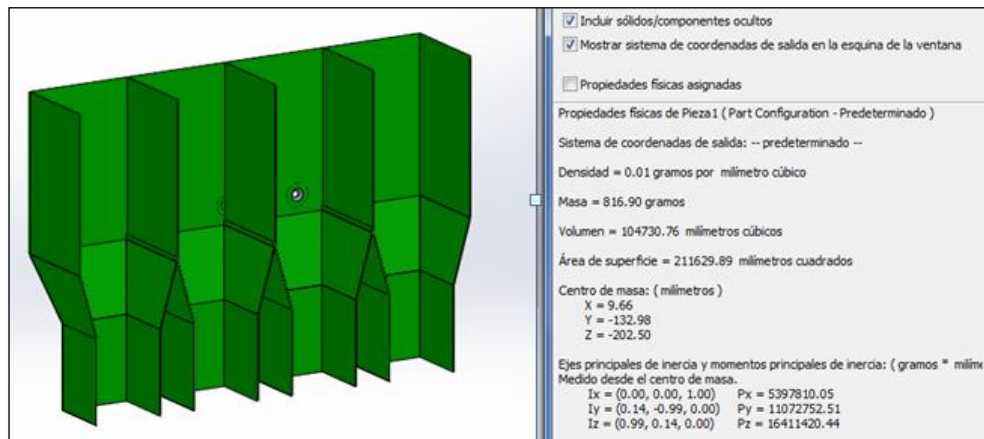


Figura 2.29 Cálculos del centroide
 Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Valores obtenidos del programa, las centroides:

$$Cz = -202.5 \text{ mm.}$$

$$Cy = -132.98 \text{ mm.}$$

Con estos valores se procede a fijar una tuerca M8, con el propósito de ajustar el vástago de 8 mm de diámetro del cilindro neumático que será soldado en estos puntos calculados. (Figura 2.30)

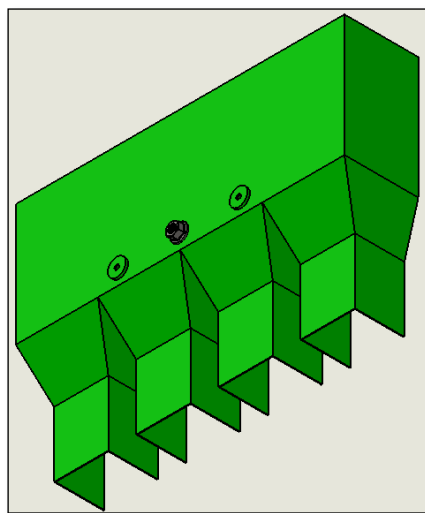


Figura 2.30 Centroides para fijar cilindro.
 Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

e. DISEÑO DE GUÍAS.

Para el diseño de las guías se va tomar en cuenta el peso total necesario que va soportar, en este caso el más crítico es el sistema de recolección de 15 gr, se utiliza un material de acero inoxidable AISI 316 ver (tabla 2.3), con el programa SolidWorks se calcula el peso del sistema como se observa en la figura 2.31.

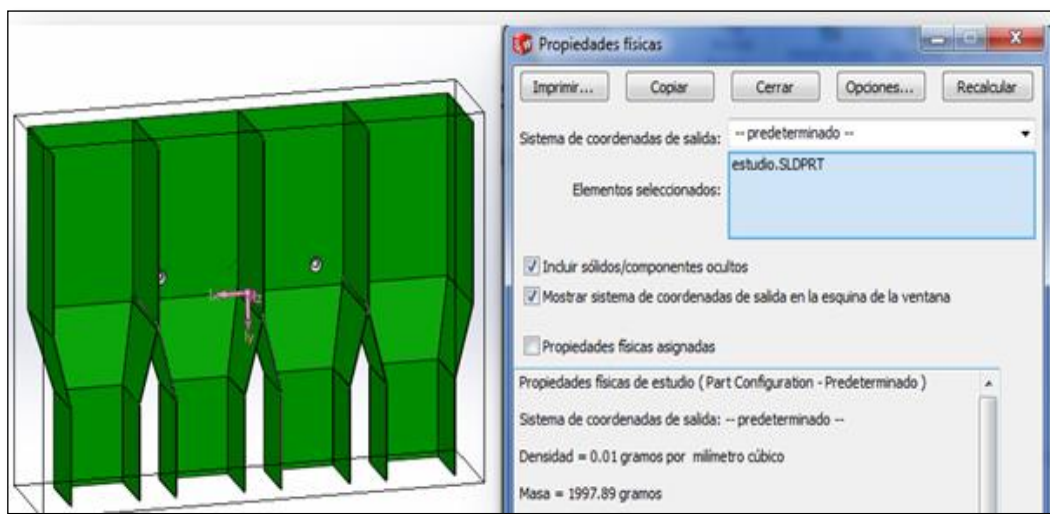


Figura 2.31 Peso del sistema de recolección 185 cc
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

$$\text{Masa} = 1997.89 \text{ grf.} = 19.59 \text{ N}$$

e.1 Cálculo de momento máximo

Con este dato obtenido se calcula el momento máximo que va tener la guía, en la figura 2.32, se ilustra el diagrama de cuerpo libre.

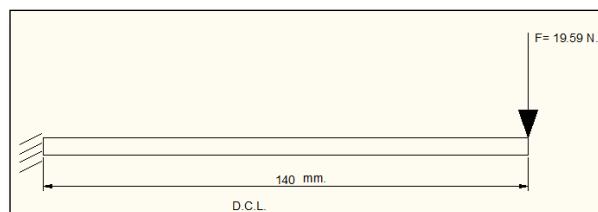


Figura 2.32 Diagrama de cuerpo libre
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

Cálculos:

Cabe recalcar como hay dos guías las fuerzas se dividen, entonces:

$$M = F/2 * d$$

$$M = 9.8 \text{ N} * 0.14 \text{ m} = 1.372 \text{ N} * \text{ m}$$

e.2 Cálculos del diámetro de la guía.

Para el diseño de guías se selecciona un acero inoxidable ANSI 316, con la Ec 2.6 se determina la condición de esfuerzo con una resistencia de fluencia $S_y = 207 \text{ Mpa}$ (tabla 2.5), con un factor de diseño la clase de carga repetida, dirección gradual (choque suave) $N = 3$. (Tabla 2.3)

$$\sigma = \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$\sigma = \frac{207 \text{ MPa}}{3} = 69 \text{ MPa} = 69 \times 10^6 \text{ Pa.}$$

Con los datos obtenidos anteriormente se calcula el esfuerzo máximo con la ecuación 2.12.

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{s} \quad \text{Ec. 2.12}^{19}$$

Dónde:

s = Módulo de sección del cilindro

$$s = \frac{\pi D^3}{32} \quad \text{Ec. 2.13}^{20}$$

Reemplazando los valores en la ecuación 2.12 se obtiene:

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{\frac{\pi D^3}{32}}$$

¹⁹Mott, Robert L. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. México ,D. F: Prentice-Hall Hispano. Cuarta Edición. Pag. 205

²⁰Mott, Robert L. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. México ,D. F: Prentice-Hall Hispano. Cuarta Edición. Apéndices A-1

$$D^3 = \frac{M_{\text{máx}} * 32}{\pi * \sigma}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{1.372 \text{ N} * \text{ m} * 32}{\pi * 69 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}}$$

$$D = 5.87 \times 10^{-3} \text{ m} = 6 \text{ mm}$$

$$D = 6 \text{ mm}$$

Se debe escoger una guía que tenga un diámetro mínimo de 6 mm, mediante el Software MDSOLIDS, se comprueba los resultados de los momentos flectores y de esfuerzos cortantes de la guía, (Figura 2.33)

Valor del momento calculado = 1.372 Nm.

Valor obtenido del momento en el Software MDSOLIDS = 1.37 Nm.

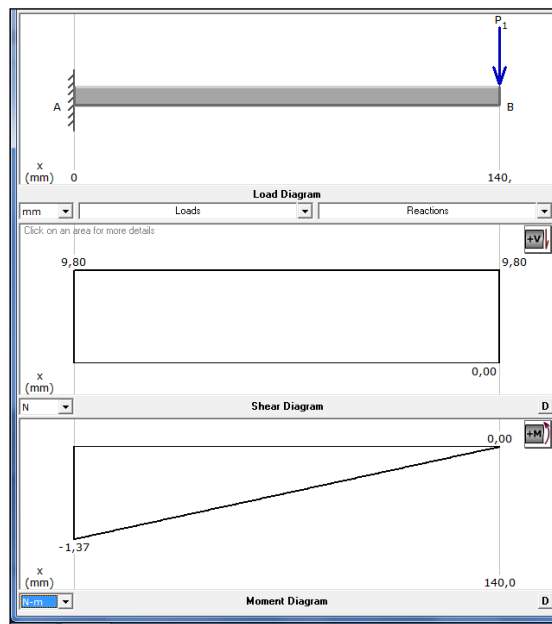


Figura 2.33 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes de la guía
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

e.3 Cálculo del factor de seguridad.

Con la ecuación 2.6, y con los valores ya obtenidos se calcula el factor de seguridad.

$$\sigma = \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

Seguido con la ecuación 2.12, se calcula el esfuerzo máximo.

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{s} \quad \text{Ec. (2.12)}$$

Con la ecuación 2.13, se calcula el módulo de sección del cilindro.

$$s = \frac{\pi D^3}{32} \quad \text{Ec. (2.13)}$$

Reemplazando valores en la ecuación 2.13 se tiene:

$$s = \frac{\pi D^3}{32}$$

$$s = \frac{\pi(6 \times 10^{-3} \text{ m})^3}{32} = 2.12 \times 10^{-8} \text{ m}^3$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{s}$$

$$\sigma = \frac{1.372 \text{ N} \cdot \text{m}}{2.12 \times 10^{-8} \text{ m}^3} = 64699431.68 \text{ Pa} = 64.6 \text{ MPa.}$$

$$\sigma = \frac{S_y}{N}$$

$$N = \frac{207 \text{ MPa.}}{64.6 \text{ MPa.}} = 3.2$$

El factor de diseño $N = 3.2$ es comparado con el factor de diseño establecido (choque suave) $N = 3$ dando un valor superior, que asegura que la guía va soportar cargas mayores a las calculadas. (Figura 2.34)

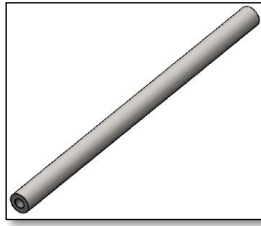


Figura 2.34 Guía de soporte
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

En los cálculos de diseño de guías el espesor es de 6 mm mínimo, se especifica que se necesita fijar las guías con el sistema de recolección y alineación, tornillos de cabeza hexagonal embutidos de 6 mm de diámetro y buje de fijación de 12 mm de diámetro interior, por la cual se escoge la varilla de acero inoxidable disponible en el mercado de ½ plg, y se procede a construir con un diámetro de 12 mm. (ANEXO D7)

f. DISEÑO DEL BUJE

Se implementa un buje de rosca métrica M16 que se utiliza para el desplazamiento lineal de las guías del sistema de alineación y recolección. Para el diseño de bujes se establece cierto estudio de ejes huecos para lo cual se da conocer ciertos parámetros:

f.1 CÁLCULO DEL MOMENTO MÁXIMO.

Para el cálculo del momento máximo se toma en cuenta el peso del sistema de recolección y guía de deslizamiento. (Figura 2.35)

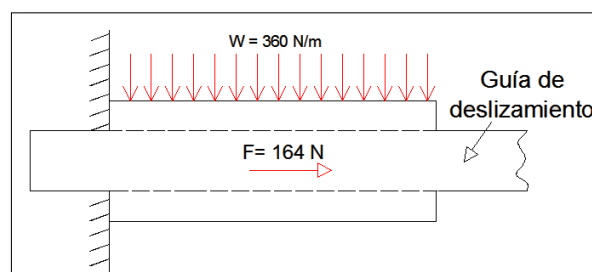


Figura 2.35 Diagrama de cuerpo libre
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

$$W = F/L = 19.8 \text{ N} / 0.055 \text{ m} = 360 \text{ N/m}$$

$$M_{\text{máx}} = F * L \quad \text{Ec. (2.14)}$$

$$M_{\text{máx}} = \left(360 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times 0.055 \text{ m} \right) * 0.0275 \text{ m}$$

$$M_{\text{máx}} = 0.5445 \text{ Nm.}$$

Con el Software MDSOLIDS, se comprueba los resultados. (Figura 2.36)

Valor del momento calculado = 0.5445 N * m.

Valor del momento calculado con el Software MDSOLIDS = 0.5445 N * m.

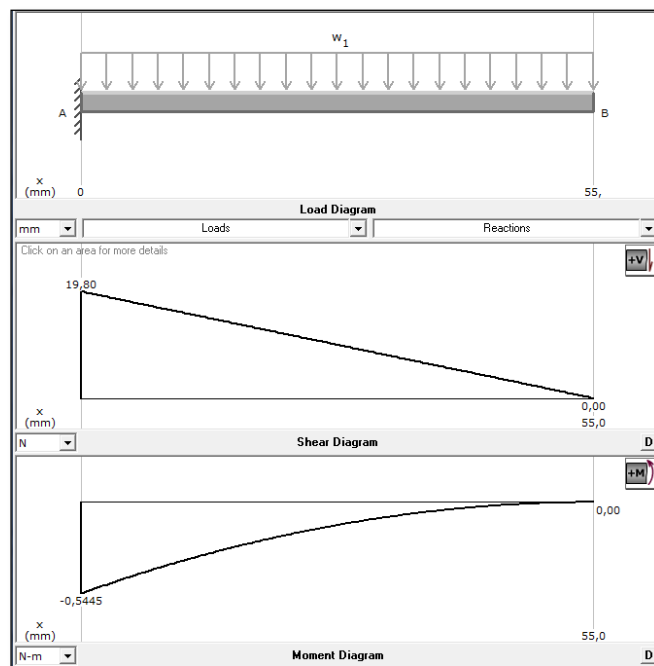


Figura 2.36 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes del buje.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

f.2 Cálculo del diámetro exterior.

Para el cálculo del diámetro exterior se calcula el esfuerzo normal con una fuerza 164 N, factor de diseño (choque) $N = 7$. (Tabla 2.3) y resistencia de fluencia del aluminio $S_y = 28 \text{ Mpa}$. (Tabla 2.2).

Con la ecuación (2.15) se calcula el diámetro mínimo exterior:

Cálculos:

$$\sigma_{\text{Normal}} = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. (2.15)}$$

Dónde:

σ_{Normal} = Esfuerzo Normal

F = Fuerza de tensión (Figura 2.35)

A = Area de la sección transversal del cilindro hueco

$$\sigma = \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$\sigma = \frac{28 \text{ MPa}}{7} = 4 \text{ MPa} = 4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Reemplazando valores en la ecuación (2.15) se obtiene:

$$\sigma_{\text{Normal}} = \frac{F}{\frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}}$$
$$4 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = \frac{4 * (164 \text{ N})}{\pi(D^2 - (0.012 \text{ m})^2)}$$

Despejando D:

$$D = \sqrt{\frac{4 * (164 \text{ N})}{\pi * (4 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})} + (0.012 \text{ m})^2}$$

$$D = 0.014 \text{ m} = 14 \text{ mm} \approx 19.05 \text{ mm (Estandar)}$$

El diámetro exterior mínimo que debe tener el eje es de 3/4 pulgadas que equivale a 19.05 mm que es el estándar disponible en el mercado.

Los diámetros establecidos para el diseño se ilustran en la figura 2.37.

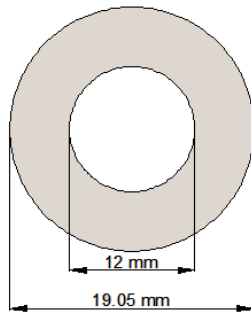


Figura 2.37 Dimensiones del eje hueco

Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

f,3 Cálculo del esfuerzo normal

El esfuerzo normal al que puede estar sometida el buje, se lo calcula con la ecuación (2.15) de la siguiente manera:

$$\sigma_{\text{Normal}} = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. (2.15)}$$

Con la ecuación (2.16), se calcula el área del buje.

$$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \quad \text{Ec. (2.16)}^{21}$$

Reemplazando valores en la ecuación (2.16) se tiene:

$$A = \frac{\pi((19.05 \text{ mm})^2 - (12 \text{ mm})^2)}{4}$$

$$A = 171.92 \text{ mm}^2 = 1.719 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Reemplazando valores en la ecuación (2.15) se tiene:

$$\sigma_{\text{Normal}} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{\text{Normal}} = \frac{164 \text{ N}}{1.719 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

²¹ Mott, Robert L. (1999). Diseño de Elementos de Máquinas. México, D.F.: Prentice-Hall. Cuarta Edición. APÉNDICE. A-2

$$\sigma_{\text{Normal}} = 953898.64 \text{ Pa} = 0.953 \text{ MPa}$$

f.4 Cálculo del esfuerzo por flexión

El momento máximo del esfuerzo por flexión, se lo obtiene del proceso ya realizado.

Datos:

$$M_{\text{máx}} = 0.5445 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{\text{Flex}} = ?$$

El esfuerzo por flexión al que puede estar sometida el buje, se lo calcula con la ecuación (2.12) de la siguiente manera:

$$\sigma_{\text{Flex}} = \frac{M_{\text{máx}}}{S} \quad \text{Ec. (2.12)}$$

Con la ecuación (2.17), se calcula el módulo de sección del buje.

$$S = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 \cdot D} \quad \text{Ec. (2.17)}^{22}$$

Reemplazando valores en la ecuación (2.17) se tiene:

$$S = \frac{\pi \cdot [(19.05 \text{ mm})^4 - (12 \text{ mm})^4]}{32 \cdot (19.05 \text{ mm})}$$

$$S = 571.85 \text{ mm}^3 = 5.718 \times 10^{-7} \text{ m}^3$$

Reemplazando valores en la ecuación 2.12 se tiene:

$$\sigma_{\text{Flex}} = \frac{M_{\text{máx}}}{S}$$

$$\sigma_{\text{Flex}} = \frac{0.5445 \text{ N} \cdot \text{m}}{5.718 \times 10^{-7} \text{ m}^3}$$

²² Mott, Robert L. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. México, D.F.: Prentice-Hall. Cuarta Edición. APÉNDICE. A-2

$$\sigma_{\text{Flex}} = 952175.05 \text{ Pa} = 0.952 \text{ MPa}$$

f.5 Cálculo del esfuerzo total.

$$\sigma_T = \sigma_{\text{Flex}} + \sigma_{\text{Normal}}$$

$$\sigma_T = 0.952 \text{ MPa} + 0.953 \text{ MPa} = 1.9 \text{ MPa}$$

Para obtener un factor de seguridad adecuado, se utiliza el esfuerzo total y la resistencia a la fluencia del aluminio $S_y = 28 \text{ MPa}$. (Tabla 2.2)

Reemplazando valores en la ecuación 2.6 se tiene:

$$N = \frac{S_y}{\sigma_T} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$N = \frac{28 \text{ MP}_a}{1.9 \text{ MP}_a}$$

$$N = 14.68$$

El factor de seguridad $N = 14.68$, se compara con el factor de diseño (choque) $N = 7$ establecido, dando un valor superior, que asegura que el buje va a soportar las cargas actuantes en los sistemas de alineación y de recolección de envases, con este análisis se procede a la construcción.

f.6 Rosca del Buje:

Para el cálculo de las variables de una rosca viene ya definida por estándares tanto las roscas UNS como las ISO(Figura 2.38), ambas normas manejan un ángulo de 60° y definen el tamaño de la rosca por el diámetro exterior nominal y el paso (p) de la rosca que es la distancia entre hilos adyacentes.

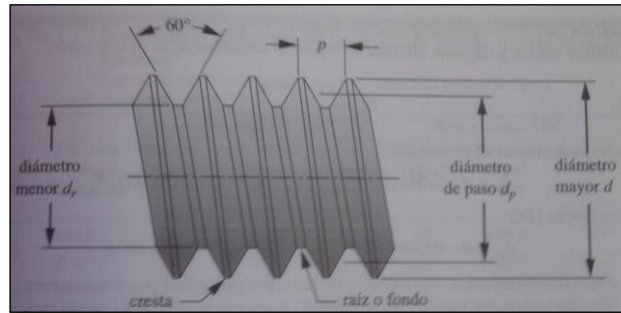


Figura 2.38 Forma de rosca estándar ISO
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

- **Esfuerzo nominal en la rosca.**

Para el cálculo del esfuerzo nominal en la rosca debido a que están sujetos a esfuerzos de tensión se toma la fuerza de 164 N (P) ejercida en la placa de sujeción con el buje y el diámetro menor (d_r) de la rosca el cual se calcula con un diámetro exterior de 16 mm y un paso de 1.5 mm. Con la ecuación (2.18), se calcula el esfuerzo nominal.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{Ec. (2.18)}$$

$$\sigma = \frac{4 * P}{\pi * d_r^2}$$

Dónde:

σ = Esfuerzo nominal actuante sobre la rosca.

P = Fuerza de tensión

A = Área de la sección mínima de la rosca

d_r = Diámetro menor de la rosca

Con los datos del diámetro exterior y el paso de la rosca se calcula el diámetro menor con la ecuación (2.19)²³.

$$d_r = d - 1.226869p \quad \text{Ec. (2.19)}$$

²³ Norton, Robert L. (1999). Diseño de Máquinas. México, : Prentice-Hall. Pag. 894.

$$d_r = (16 \text{ mm}) - 1.226869(1.5 \text{ mm})$$

$$d_r = 14.15 \text{ mm} = 0.01415 \text{ m}$$

Al reemplazar los valores en la ecuación (2.18) se obtiene el esfuerzo nominal:

$$\sigma = \frac{4 * (160 \text{ N})}{\pi * (0.0145 \text{ m})^2}$$

$$\sigma = 0.9689 \times 10^6 \text{ Pa} = 0.96 \text{ MPa}$$

- **Esfuerzo admisible.**

Con la ecuación (2.6) se calcula el esfuerzo admisible en base a la resistencia de fluencia $S_y = 28 \text{ MPa}$ (Tabla 2.2), y un factor de diseño (clase de carga choque) $N = 7$ (Tabla 2.3).

$$\sigma_{adm} = \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{28 \text{ MPa}}{7}$$

$$\sigma_{adm} = 4 \text{ MPa}$$

Obteniendo el valor calculado del esfuerzo nominal en la rosca $\sigma = 0.96 \text{ MPa}$, es comparado con el esfuerzo admisible que es de $\sigma_{adm} = 4 \text{ MPa}$ y se observa que se cumple la regla, (En base a uniones sujetos a esfuerzos)²⁴

$$\sigma_{Nominal} \leq \sigma_{admissible}$$

$$0.96 \text{ MPa} \leq 4 \text{ MPa}$$

En la figura 2.39 se muestra el buje diseñado, para más especificaciones revisar los planos, anexo D8.

²⁴ http://www3.fi.mdp.edu.ar/emaquinas/files/tornillo_fijacion.pdf

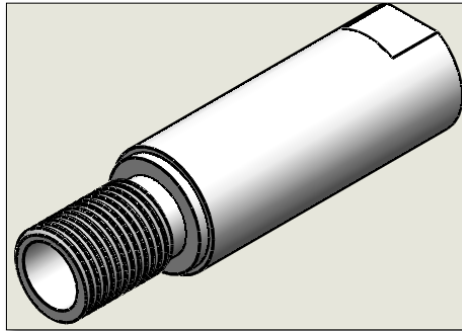


Figura 2.39 Buje de fijación.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

2.4 SELECCIÓN DE COMPONENTES.

Los componentes se seleccionan de acuerdo a las medidas necesarias para la implementación.

2.4.1. ESTRUCTURA HORIZONTAL SOPORTE DEL ACRÍLICO

a. CÁLCULO DEL MOMENTO MÁXIMO.

Para el cálculo del momento máximo se toma en cuenta la fuerza del vástago del cilindro con un empuje de 164 N, en la figura 2.40 se observa el diagrama del cuerpo libre.

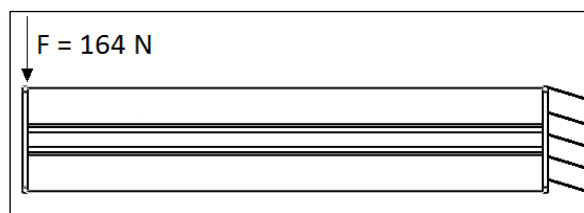


Figura 2.40 Diagrama de cuerpo libre
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

$$M_{\text{máx}} = W_A * L \quad \text{Ec. (2.14)}$$

$$M_{\text{máx}} = 164 \text{ N} * 0.25\text{m} = 41 \text{ N} * \text{m}$$

b. CONDICIÓN DE ESFUERZO.

El esfuerzo que soporta el perfil tiene que ser menor que el esfuerzo de diseño del material con un factor de carga repetida, dirección gradual

(choque suave) $N = 3$. (Tabla 2.3), con una resistencia de fluencia del aluminio $S_y=28$ Mpa, (Tabla 2.2), con la ecuación (2.6), se determina la condición.

$$\sigma \leq \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$\sigma \leq \frac{28 \text{ Mpa}}{3} \leq 9.33 \text{ MPa} \leq 9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Estableciendo de esta manera que la condición si es favorable.

Con el Software MDSOLIDS, se comprueba resultados. (Figura 2.41)

Valor del momento calculado = 41 Nm.

Valor del momento calculado con el Software MDSOLIDS = 41 Nm.

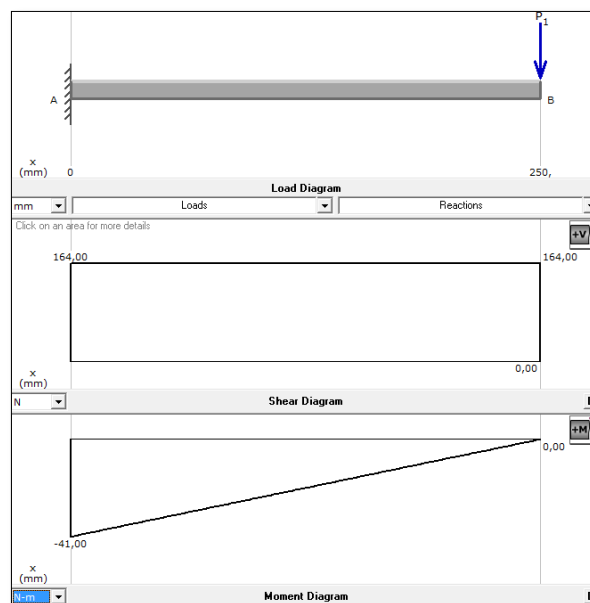


Figura 2.41 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes del perfil horizontal soporte del acrílico.

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

c. CÁLCULO DEL MÓDULO DE SECCIÓN

Con la ecuación 2.12, se calcula el módulo de sección del perfil de aluminio.

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{S} \quad \text{Ec. (2.12)}$$

Dónde:

$M_{\text{máx}}$ = Momento máximo.

S = Módulo de la sección

$$9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = \frac{M_{\text{máx}}}{S}$$

$$S = \frac{M_{\text{máx}}}{9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2} = \frac{41 \text{ Nm}}{9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2} = 4.394 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$S = 4.39 \text{ cm}^3 = 4394.42 \text{ mm}^3$$

Es necesario utilizar un perfil de aluminio que tenga por lo menos un módulo de sección $S = 4394.42 \text{ mm}^3 \approx 4.39 \times 10^3 \text{ mm}^3$. El elemento crítico de la estructura es el perfil horizontal largo enmarcado con rojo como se observa en la figura 2.42, y la condición crítica se presenta cuando el perfil vertical está en el extremo.

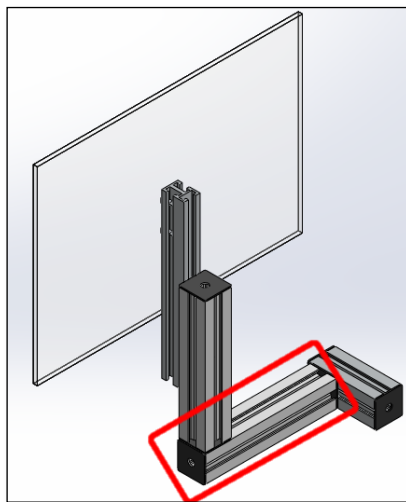


Figura 2.42 Condición crítica del perfil horizontal soporte del acrílico
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Se selecciona el perfil XCBL 3/Lx44, con un módulo de sección $W_x = 5.8 \times 10^3 \text{ mm}^3$. Ver ANEXO C1 de perfiles XC, en la figura 2.43, se observa el perfil seleccionado.

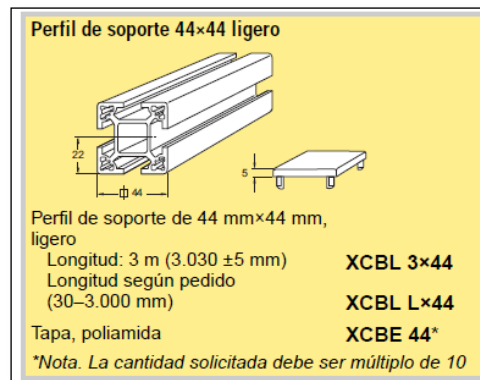


Figura 2.43 Perfil horizontal soporte del acrílico.

2.4.2. SELECCIÓN DEL PERFIL VERTICAL SOPORTE DEL ACRÍLICO.

Este perfil ira fijado con la lámina de acrílico que soporta la fuerza del vástago del cilindro con un empuje de 164 N, esta fuerza se utiliza para el cálculo.

a. CÁLCULO DEL MOMENTO MÁXIMO (MÉTODO DE ÁREAS)

En la figura 2.44, se observa el diagrama de cuerpo libre en el plano.

$$W = F/L = 164 \text{ N} / 0.165 \text{ m} = 993.939 \text{ N/m}$$

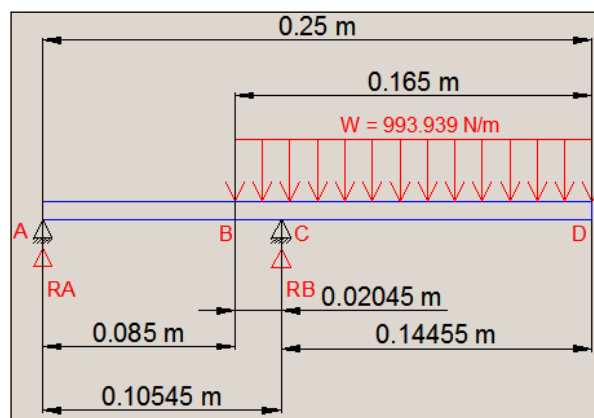


Figura 2.44 Diagrama de cuerpo libre
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

$$\Sigma F_y = 0 \quad \text{Ec (2.4)}$$

$$RA + RC - \left(993.93 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times 0.165\text{m}\right) = 0$$

$$(1) \quad RA + RB = 164 \text{ N}$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$\left(993.93 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times 0.02045\text{m}\right)(0.095225\text{m}) - (RC \times 0.10545 \text{ m}) + \left(993.93 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times 0.14455\text{m}\right)(0.177725\text{m}) = 0$$

$$(1.9349 \text{ N} \cdot \text{m}) - (RC \times 0.10545 \text{ m}) + (25.53 \text{ N} \cdot \text{m}) = 0$$

$$RC = \frac{27.46 \text{ N/m}}{0.10545 \text{ m}}$$

$$(2) \quad RB = 260.40 \text{ N}$$

Reemplazando (2) en (1)

$$RA = 164 \text{ N} - RB$$

$$RA = 164 \text{ N} - 260.40 \text{ N} = -96.4 \text{ N}$$

En la figura 2.45, se observa el diagrama de fuerzas cortantes.

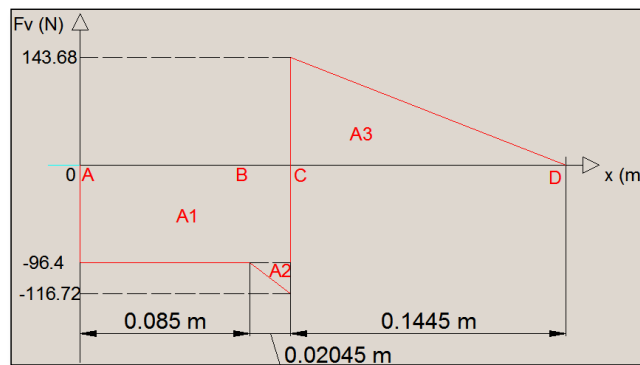


Figura 2.45 Diagrama de fuerzas cortantes
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

$$A1 = b \times h1 = (0.085\text{m} + 0.02045\text{m}) \times (-96.4 \text{ N}) = -10.165 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$A2 = \frac{b \times h2}{2} = \frac{(0.02045 \text{ m}) \times (-20.32 \text{ N})}{2} = -0.207772 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$A3 = \frac{b \times h^3}{2} = \frac{(0.1445 \text{ m}) \times (143.68 \text{ N})}{2} = 10.38088 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M \text{ máx.} = A1 + A2 = -10.38 \text{ N} \cdot \text{m}$$

En la figura 2.46, se observa el diagrama de momentos flectores.

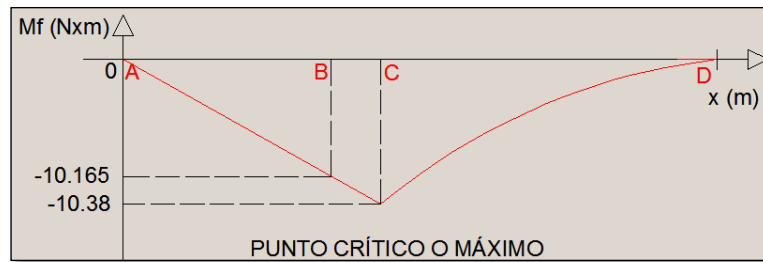


Figura 2.46 Diagrama de momentos flectores
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

El valor del momento flector o momento máximo es:

$$M_{\text{máx}} = 10.38 \text{ N} \cdot \text{m}$$

b. CONDICIÓN DE ESFUERZO.

El esfuerzo que soporta el perfil tiene que ser menor que el esfuerzo de diseño del material con un factor de carga repetida, dirección gradual (choque suave) $N = 3$. (Tabla 2.3), con una resistencia de fluencia del aluminio $S_y = 28 \text{ Mpa}$. (Tabla 2.2), con la ecuación (2.6), se determina la condición.

$$\sigma \leq \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$\sigma \leq \frac{28 \text{ Mpa}}{3}$$

$$\sigma \leq 9.33 \text{ MPa}$$

$$\sigma \leq 9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Estableciendo de esta manera que la condición si es favorable.

Con el Software MDSOLIDS, se comprueba resultados. (Figura 2.47)

Valor del momento calculado = 10.38 Nm.

Valor del momento calculado con el Software MDSOLIDS = 10.38Nm.

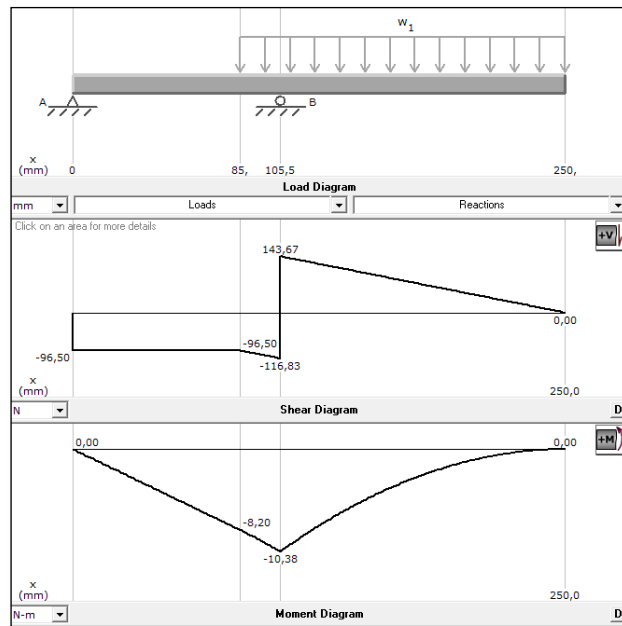


Figura 2.47 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes del perfil vertical soporte del acrílico.

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

c. CÁLCULO DEL MÓDULO DE SECCIÓN

Con la ecuación 2.12, se calcula el módulo de sección del perfil de aluminio.

$$\sigma = \frac{Mm_{\text{máx}}}{S} \quad \text{Ec. (2.12)}$$

Dónde:

$Mm_{\text{máx}}$ = Momento máximo.

S = Módulo de la sección

$$9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = \frac{Mm_{\text{máx}}}{S}$$

$$S = \frac{M_{\text{máx}}}{9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2} = \frac{10.38 \text{ Nm}}{9.33 \times 10^6 \text{ N/m}^2} = 1.112 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$S = 1.112 \text{ cm}^3 = 1112.5 \text{ mm}^3$$

Es necesario utilizar un perfil de aluminio que tenga por lo menos un módulo de sección $S = 1112.5 \text{ mm}^3 \approx 1.11 \times 10^3 \text{ mm}^3$. Se selecciona el perfil XCBB x24x34, con un módulo de sección $W_x = 2.14 \times 10^3 \text{ mm}^3$. Ver ANEXO C1 de perfiles XC, en la figura 2.48, se observa el perfil seleccionado.

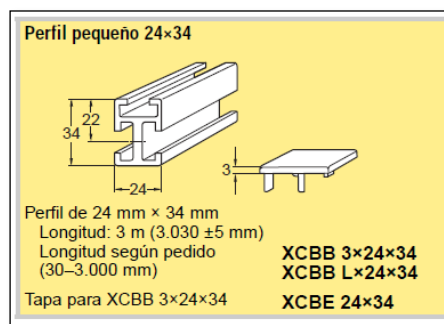


Figura 2.48 Perfil vertical soporte del acrílico.

2.4.3. SELECCIÓN DE LA LÁMINA DE ACRÍLICO

Para la selección del acrílico se realizó un breve estudio de termoplásticos que es resistente al impacto y se fabrica con excelente transparencia o translúcidos u opacos con colores, sus propiedades típicas se ven en la tabla 2.6.

Tabla 2.6 Propiedades del acrílico.²⁵

| Materia | Tipo | Resistencia de tensión | | Módulo de tensión | | Resistencia a la flexión | | Módulo de flexión | |
|----------|----------|------------------------|-------|-------------------|-------|--------------------------|------------|-------------------|-------|
| | | (ksi) | (MPa) | (ksi) | (MPa) | (ksi) | (MPa) | (ksi) | (MPa) |
| Acrílico | Estandar | 10.5 | 72 | 430 | 2960 | 16.0 | <u>110</u> | 460 | 3170 |

²⁵ Mott, Robert L. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. México, D. F: Prentice-Hall Hispano. Cuarta Edición, Apéndice 13

Para el diseño se toma en cuenta la fuerza del vástago del cilindro con un empuje de 164 N, esta fuerza se utiliza para el cálculo.

El propósito de la lámina del acrílico es alinear los envases al otro extremo y ajustar al sistema de recolección y alineación, se justifica que el acrílico estará estático (carga permanente), para el diseño se toma medidas en base al sistema de recolección de envases de 37 gr, de 400 mm de longitud y 290 mm de altura. (Figura 2.49)

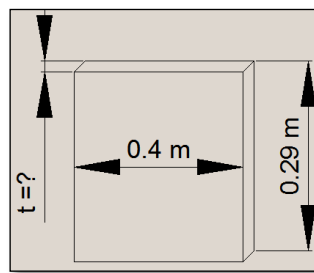


Figura 2.49 Medidas de la lámina de acrílico
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

$$W = F/L = 164 \text{ N} / 0.4 \text{ m} = 410 \text{ N/m}$$

a. Cálculo de momento máximo

En la figura 2.50, se observa el diagrama de cuerpo libre en el plano.

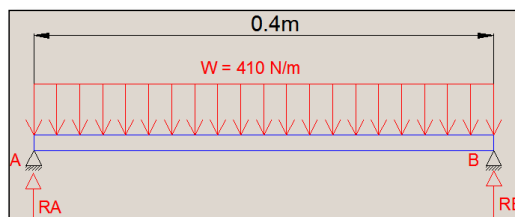


Figura 2.50 Diagrama de cuerpo libre
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

$$M_{\text{máx}} = \frac{W \times L^2}{8} \qquad \text{Ec. (2.20)}^{26}$$

²⁶ Singer, Ferdinand L. y Pytel, Andrew (1987). Resistencia de Materiales. Editorial McGraw-Hill. Cuarta Edición, Pag: 219

$$M_{\text{máx}} = \frac{410 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times (0.4 \text{ m})^2}{8} = 8.2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Mediante el Software MDSOLIDS 2.6, se comprueba los resultados de los momentos flectores y de esfuerzos cortantes de la lámina de acrílico. (Figura 2.51)

Valor calculado = 8.2 N * m

Valor obtenido del Software MDSOLIDS = 8.2 N * m

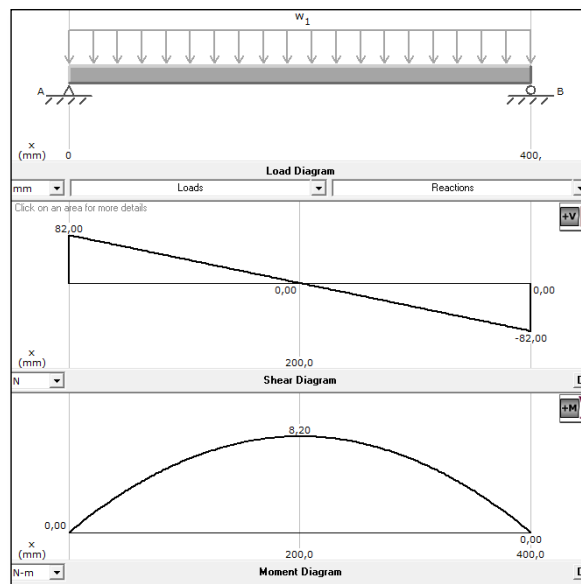


Figura 2.51 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes de la lámina de acrílico.

Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

b. Condición de esfuerzo

El esfuerzo que soporta la lámina de acrílico tiene que ser menor que el esfuerzo de diseño del material, con un factor de diseño la clase de carga permanente $N= 2$, con una resistencia a la flexión del acrílico de 110. (Tabla 2.7)

Con la ecuación (2.6), se determina la condición de esfuerzo.

$$\sigma \leq \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$\sigma \leq \frac{110}{2}$$

$$\sigma \leq 55 \text{ MPa}$$

$$\sigma \leq 0.055 \times 10^9 \text{ N/m}^2$$

c. Cálculo del espesor de la lámina del acrílico.

Con la fórmula del esfuerzo máximo ecuación (2.7), se determina el espesor de la lámina requerido.

Cálculo:

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * C}{I} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

Con la ecuación (2.8), se calcula la inercia de la lámina del acrílico.

$$I = \frac{b * t^3}{12} \quad \text{En función de Y ;} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

$$C = \frac{t}{2}$$

Al reemplazar los valores en la ecuación (2.7), se obtiene:

$$0.055 \times 10^9 \text{ N/m}^2 = \frac{M_{\text{máx}} * \frac{t}{2}}{\frac{bt^3}{12}}$$

$$0.055 \times 10^9 \text{ N/m}^2 = \frac{6 * M_{\text{máx}}}{bt^2}$$

Despejando t:

$$t = \sqrt[2]{\frac{6 * M_{\text{máx}}}{0.055 \times 10^9 \text{ N/m}^2 * b}} = \sqrt[2]{\frac{6 * 8.2 \text{ N} * \text{m} .}{0.055 \times 10^9 \text{ N/m}^2 * 0.29 \text{ m}}} = 1.75 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$t = 1.75 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}$$

El espesor mínimo de la lámina de acrílico debe ser de 1.75 mm, los estándares disponible en el mercado van desde 1.5 mm hasta 6 mm, se selecciona un acrílico de 6 mm de espesor translúcido que se encuentra disponible en la empresa, en la figura 2.52 se observa el acrílico y en el ANEXO B2 sus propiedades, estándares.²⁷

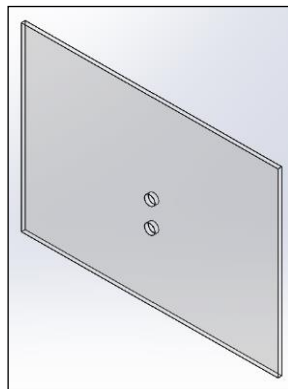


Figura 2.52 Placa de acrílico.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Al finalizar el diseño y selección de componentes, se presenta el sistema de recolección completo tanto para envases de 37 gr y 15 gr, ver figura 2.53, y tabla 2.7.

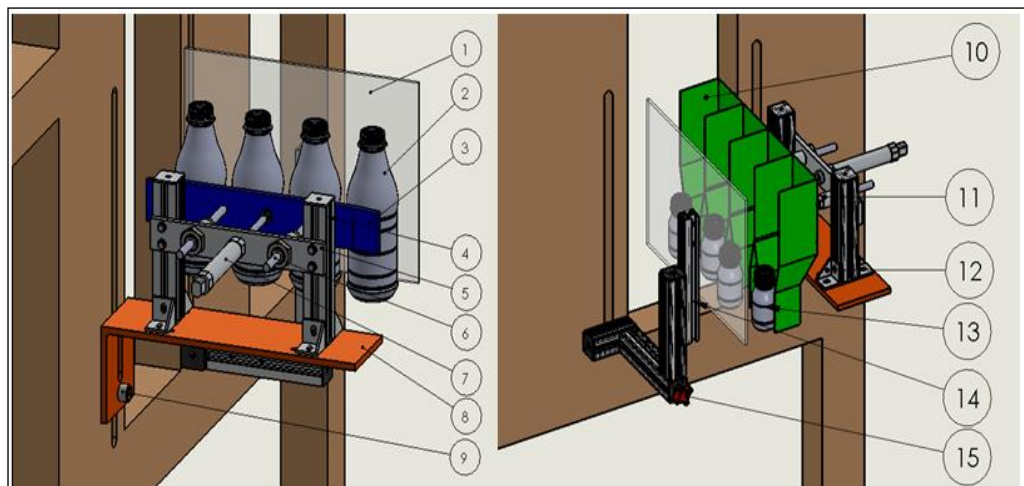


Figura 2.53 Ensamble de recolección.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

²⁷<http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico-propiedades.html>

Tabla 2.7. Distribución de los elementos en el ensamble

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1.- Placa de acrílico | 8.- Brazo de soporte. |
| 2.- Envase de 37 gr. | 9.- Perno de sujeción. |
| 3.- Placa alineación envases 37 gr. | 10.- Sistema recolección de 15 gr. |
| 4.- Perfil de sujeción | 11.- Buje de fijación. |
| 5.- Perfil de sujeción del cilindro | 12.- Conectores. |
| 6.- Guías de soporte. | 13.- Envase de 15 gr. |
| 7.- Cilindro neumático | 14.- Placa sujeción del acrílico |
| 15.- Pomo de ajuste en estrella. | |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

En los planos mecánicos (ANEXO D9.10.11.), se observa los sistemas y componentes esquemáticos de simulación del sistema de recolección.

2.5. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BANDA TRANSPORTADORA

Para la selección de la banda transportadora se toma en cuenta las medidas que se va necesitar para el sistema de transportación, desde la máquina sopladora industrial marca Jonh Huah TPH-550FX-2, hacia la máquina fajilladora. De esta manera se especifica las longitudes como se observa en la figura 2.54.

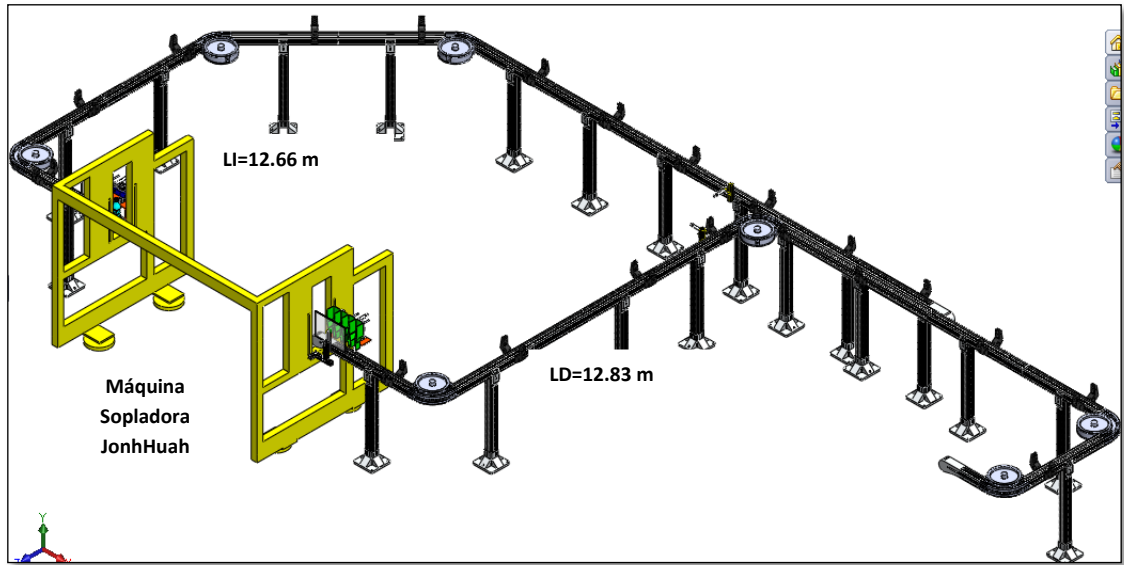


Figura 2.54 Longitudes del sistema de transportación
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

Para la selección se considera el sistema de transportación FlexLink, ya que estos sistemas de transportadores multiflexibles usan cadenas de plástico en muchas configuraciones. Se especifica que la cadena permite cambios de dirección horizontal y vertical.

Longitud total de la banda.

$$LT = LI + LD = 25,49 \text{ m.}$$

Dónde:

L_I = Lado izquierdo

L_D = Lado derecho

Capacidad de la unidad de tracción:

$$P(W) = \frac{1}{60} \times F(N) \times V \text{ (m/min)}. \quad \text{Ec. (2.21)}^{28}$$

²⁸ Chapman, Stephen J. (2005). MÁQUINAS ELÉCTRICAS. Editorial McGraw-Hill. Cuarta Edición.
Pag 7

Dónde:

F = Fuerza de tracción

V = velocidad de la cadena.

a. CÁLCULO DEL PESO DEL PRODUCTO

Con la ecuación 2.22 se calcula el número de envases acumulados cada un metro de longitud de banda transportadora en un caso de acumulación, como se observa en la figura 2.55.

Dónde:

W_{E1} = Peso del envase de 950 cc = 37 gr

\emptyset_{E1} = \emptyset Envase de 950 cc

\emptyset_{E1} = 80 mm

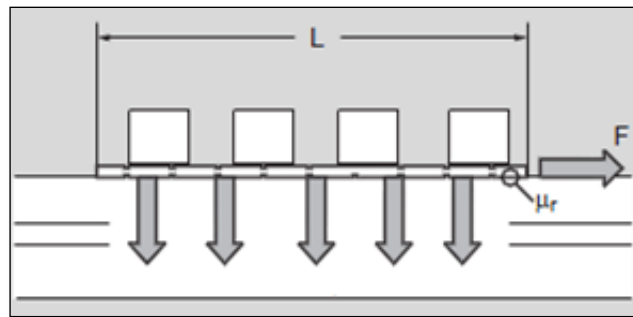


Figura 2.55 Peso del producto
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

$$\# \text{ Envases} = \frac{1000 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} \quad \text{Ec. (2.22)}$$

$$\# \text{ Envases} = 12.5 \text{ envases / m.}$$

El peso acumulado de los envases en 1 m de longitud de banda se tiene:

$$W_{EA} = \# \text{ Envases} \times W_{E1}.$$

Dónde:

W_{EA} = Peso de los envases acumulados

$$W_{EA} = 37 \text{ gr} \times 12.5 \text{ envases/m}$$

$$W_{EA} = 462.5 \text{ gr/m}$$

2.5.1 SELECCIÓN DE LA CADENA

Para transportar los envases de 950 cc, (lo más crítico) se requiere una banda con un ancho \geq que el diámetro de envases.

Ancho de banda \geq 80mm

Del catálogo FlexLink²⁹, se selecciona la cadena X85, que tiene un ancho de banda de 83 mm. (ANEXO C1)

a. PESO DE LA CADENA

La cadena X85, tiene las siguientes características. (ANEXO C1)

Paso de cadena: 33.5 mm

Peso del eslabón plástico: 26 gr

Peso del bulón plástico: 2 gr

Peso del pasador de acero: 10 gr

Con la ecuación 2.23 se calcula el número de eslabones en 1 m de longitud:

$$\# \text{ Eslabones} = \frac{1000}{\text{paso}} \quad \text{EC (2.23)}$$

²⁹ Catalogo Flexlink Accesorios para transportadores Pag. 11

<http://www.flexlink.com/es/Images/01PO.pdf>

$$\# \text{ Eslabones} = \frac{1000}{33.5}$$

$$\# \text{ Eslabones} = 29.85 \approx 30 \text{ Eslabones/m}$$

$$\# \text{ Eslabones} = \# \text{ Bulones} = \# \text{ Pasadores.}$$

Con la ecuación 2.24 se calcula el peso de los eslabones en 1 m de longitud:

$$W_{EL} = \# \text{ eslabones} \times W \text{ eslabón} \quad \text{EC. (2.24)}$$

$$W_{EL} = 30 \times 26 \text{ gr} = 780 \text{ gr/m}$$

Con la ecuación 2.25 se calcula el peso del bulón en 1 m de longitud:

$$W_{BL} = \# \text{ bulones} \times W \text{ bulón} \quad \text{EC. (2.25)}$$

$$W_{BL} = 30 \times 2 \text{ gr} = 60 \text{ gr/m}$$

Con la ecuación 2.26 se calcula el peso de los pasadores en 1 m de longitud:

$$W_{PL} = \# \text{ pasadores} \times W \text{ pasador} \quad \text{EC. (2.26)}$$

$$W_{PL} = 30 \times 10 \text{ gr} = 300 \text{ gr/m}$$

Dónde:

W_{EL} = Peso del eslabón total.

W_{BL} = Peso del bulón total.

W_{PL} = Peso del pasador total.

a.1. PESO TOTAL DE LA CADENA (W_{TC})

Debido a que en la banda transportadora la cadena circula por la parte superior e inferior del sistema el peso total de la cadena por metro de longitud es el doble del valor calculado, con la ecuación 2.27 se calcula:

$$W_{TC} = 2(W_{EL} + W_{BL} + W_{PL}) \quad \text{EC. (2.27)}$$

$$W_{TC} = 2(780 + 60 + 300) \text{ gr/m}$$

$$W_{TC} = 2280 \text{ gr/m}$$

b. CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE LA CADENA

La tensión acumulada en la cadena viene dado por los siguientes parámetros:

b.1. FRICCIÓN ENTRE LA CADENA CARGADA Y LAS GUÍAS DE DESLIZAMIENTO.³⁰

En la figura 2.56, se ilustra la fricción entre la cadena cargada y las guías de deslizamiento.

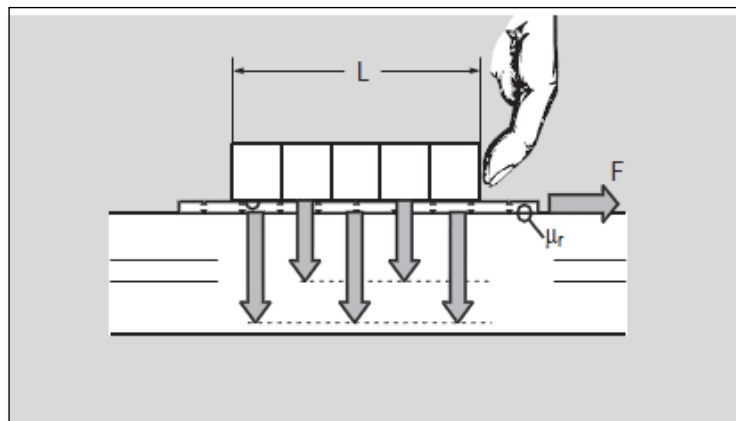


Figura 2.56 Fricción entre la cadena cargada y las guías de deslizamiento
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Cálculos:

Longitud de la cadena lado derecho.

$$LD = 0.32 + 0.88 + 3.875 + 4.995 + 0.92 + 0.71 + 1.13$$

$$LD = 12.83 \text{ m}$$

³⁰<http://www.flexlink.com/es/Images/01PO.pdf>

Longitud de la cadena lado izquierdo

$$LI = 0.31+0.915+2.31+2.16+5.9+0.5+0.565$$

$$LI = 12.66 \text{ m}$$

(ANEXO B1), el coeficiente de fricción para plástico aluminio es $\mu = 0.4$ y 0.5.

Para el cálculo se trabaja con la banda más crítica que es la más larga, en la figura 2.57 se observa el diagrama de cuerpo libre.

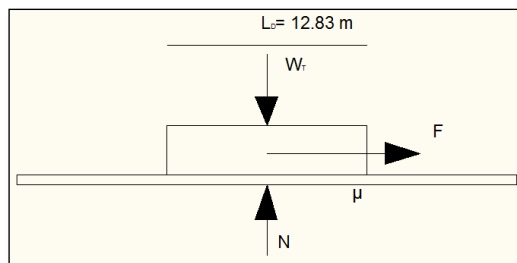


Figura 2.57 Diagrama de cuerpo libre.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Dónde:

W_T = Peso total sobre el sistema.

F_{f_1} = Fricción entre la cadena y la guía de deslizamiento.

$$W_T = W_{EA} + W_{TC}$$

Con la ecuación 2.28 se calcula la fricción entre la cadena y la guía de deslizamiento:

$$F_{f_1} = \mu * W_T * L_D \quad \text{Ec. (2.28)}^{31}$$

$$F_{f_1} = 0.45 \times (462.5 + 2280) \text{ gr/m} \times 12.83 \text{ m}$$

$$F_{f_1} = 15.83 \text{ kg} \times \frac{9.8067 \text{ N}}{1 \text{ kg}}$$

$$F_{f_1} = 155.24 \text{ N}$$

³¹ Meriam, J.L. y Kraige, L.G. (1999). Mecánica para Ingenieros. Estática. BARCELONA: REVERTE. 3^{ra} Edición. Pag. 280

b.2. FRICCIÓN ADICIONAL EN CURVAS PLANAS

La fricción es proporcional a la tensión de la cadena en el lado de baja tensión de la curva. Esto significa que la fricción real depende de la posición de la curva en el transportador como se ilustra en la figura 2.58.

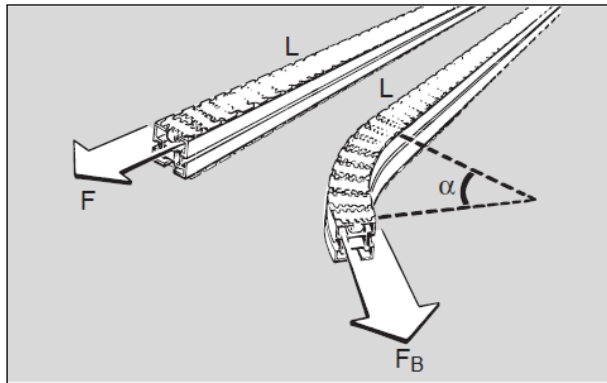


Figura 2.58 Fricción adicional en curvas planas.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

Para tomar en cuenta la fricción en curvas se multiplica la fuerza de fricción por el factor de curva la cual se observa en la tabla 2.8³²

Tabla 2.8. Factor de curva.

Las curvas planas solamente deben usarse en casos excepcionales. Para aplicaciones normales, use las curvas anti-fricción.

| | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|
| Tipo de curva (curva plana o vertical) | 30° | 45° | 60° | 90° |
| Factor de curva α | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,6 |

En el sistema de transporte lado derecho se incorpora 4 curvas de 90°, con la ecuación 2.29 se calcula la fricción adicional en curvas:

$$F_{f2} = (1.6 \times 1.6 \times 1.6 \times 1.6) \times (155.24) \text{ N} \quad \text{Ec. (2.29)}$$

$$F_{f2} = T = 993.53 \text{ N}$$

³²Catálogo Flexlink Cadenas – cadena de caracteres de configuración. Pag. 23

Para que la banda se mueva, la tensión en la cadena tiene que ser igual o mayor que la fuerza de fricción total.

$$T \geq F_f$$

$$T = 993.53 \text{ N.}$$

c. CÁLCULO DE LA TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

Dependiendo del número de paradas, arranques por hora del transportador y la tensión de la cadena el factor de servicio se observa en el ANEXO C1.

Dónde:

T = Tensión.

Fs = Factor de servicio para 10 arranques por parada por hora

$$F_s = 1.2$$

Con la ecuación 2.30 se calcula la tensión máxima admisible:

$$T_{\text{máx}} = T \times F_s \quad \text{EC. (2.30)}$$

$$T_{\text{máx}} = 993.53 \text{ N} \times 1.2$$

$$T_{\text{máx}} = 1192.23 \text{ N}$$

2.5.2. SELECCIÓN DEL TIPO DE CADENA

De la tabla 2.9, se determina que la cadena que soporta una tensión \geq que 1192.23 N es la de X85 Tipo H, que soporta una fuerza máxima de tracción de 1250 N.

En el ANEXO C1, se observa las plataformas a las que están sometidas las cargas de tipo X85 y varios transportadores³³

³³ <http://www.flexlink.com/es/Images/01PO.pdf>

Tabla 2.9 Tipos de cadenas.

| Especificaciones de la unidad de tracción | | | | | | |
|---|------|-------------------------|-----------------------|-------|-------|---------------|
| Unidad de tracción terminal | | | | | | |
| | XS | XL | X85 | XH | XK | X180/ X300 |
| Número de dientes de la rueda motriz | 16 | C: 11 M: 11 H: 16 | C: 9 M: 9 H: 12 | 12 | 11 | 12 |
| Paso de la cadena (mm) | 25,4 | 25,4 | 33,5 | 35,5 | 38,1 | 33,5 |
| Fuerza máxima de tracción (N) | | | | | | |
| Tipo CN_P | | 300 | 300 | | | |
| Tipo MN_P | | 500 | 800 | | | |
| Tipo H, H_P, HN_P Estándar | 500 | 500 | 1.250 | 1,250 | 2.500 | 1.250 |
| | | | | 0 | 1.250 | |

De ésta manera se selecciona la cadena tipo X85, que está diseñada para que se desplace suavemente, tenga el mínimo desgaste y el nivel de ruido sea bajo a velocidad normal, el material es de POM-A (resina acetálica con aditivo de silicona), las siglas de los materiales se detalla en el ANEXO C1, la cadena seleccionada se observa en la figura 2.59.

Cabe recalcar que esta cadena tiene sus accesorios, el bulón y el pasador, las características de estos se aprecian en el ANEXO C1.³⁴

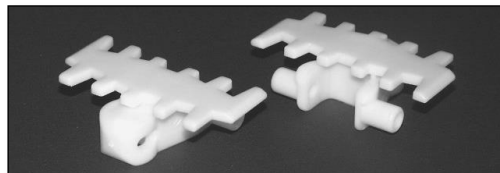


Figura 2.59 Cadena X85
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

a. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD MÁXIMA DEL TRANSPORTADOR³⁵

De la figura 2.60, se determina que para la cada cadena X85H, que soporta una tensión de 1192.23 N, la velocidad máxima admitida del transportador es:

$$V = 10 \text{ m/min} = 166.67 \text{ mm/s}$$

³⁴<http://www.flexlink.com/es/Images/2X85CNV.pdf>

³⁵<http://www.flexlink.com/es/Images/01PO.pdf>

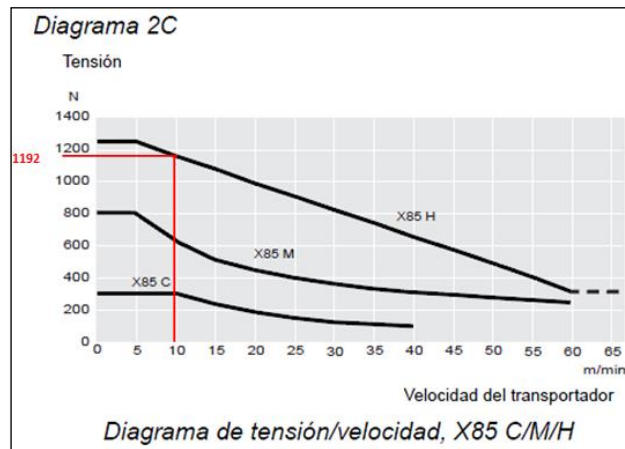


Figura 2.60 Velocidad máxima del transportador.

b. CÁLCULO DE LA POTENCIA MECÁNICA REQUERIDA.

Se utilice un motor lo suficientemente fuerte para soportar la fuerza máxima de tracción que resiste la cadena, la fuerza máxima de tracción= 1250 N como se observa en la tabla 2.10.

Con la ecuación 2.31 se calcula la potencia mecánica requerida:

$$\text{Pot} = F \times V \quad \text{Ec. (2.31)}^{36}$$

$$\text{Pot} = 1250 \text{ N} \times 10 \frac{\text{m}}{\text{min}} \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \right)$$

$$P_{\text{Salida}} = 208.33 \text{ W}$$

$$P = 0.27 \text{ hp}$$

Para tomar en cuenta las pérdidas eléctricas y las mecánicas en los acoples y caja reductora se debe considerar que para los motores de 0 hasta 1 HP el rendimiento (η), es de 75%, y para la caja reductora el rendimiento (η), es de 40% a 90%, por lo tanto:

Con la ecuación 2.32 se calcula la potencia de entrada que necesita en la caja reductora con un rendimiento de 70%.

³⁶ Chapman, Stephen J. (2005). MÁQUINAS ELÉCTRICAS. Editorial McGraw-Hill. Cuarta Edición. Pag 7

$$\eta = \frac{P_{\text{Salida}}}{P_{\text{Entrada}}} \quad \text{Ec. (2.32)}^{37}$$

$$\eta = \frac{208.33W}{P_{\text{Entrada}}}$$

$$P_{\text{Entrada}} = \frac{208.33 W}{\eta}$$

$$P_{\text{Entrada}} = \frac{208.33 W}{0.70}$$

$$P_{\text{Entrada}} = 297.61 W$$

Seguido se calcula la potencia de entrada del motor, se toma en cuenta que la potencia de salida del motor va ser la potencia de entrada a la caja de 297.61 W, con un rendimiento de 75%

$$\eta = \frac{P_{\text{Salida}}}{P_{\text{Entrada}}} \quad \text{Ec. (2.32)}$$

$$\eta = \frac{297.61 W}{P_{\text{Entrada}}}$$

$$P_{\text{Entrada}} = \frac{297.61 W}{\eta}$$

$$P_{\text{Entrada}} = \frac{297.61 W}{0.75}$$

$$P_{\text{Entrada}} = 396.81 W$$

$$P_{\text{Entrada}} = 0.53 \text{ HP.}$$

Se selecciona un motor de ½ Hp, asíncrono trifásico de rotor en cortocircuito, también llamados jaula de ardilla, este tipo de motor funciona a una velocidad que en efectos prácticos puede considerarse constante, hay que tomar en cuenta que los motores normalizados son de 230 a 440V, si un motor está diseñado para aplicar 230V, a cada fase, se

³⁷ Vélez, Rodrigo Robledo. (1992). Motores de Corriente Alterna y Controles. Medellín: Compuedición. Pag.35

conecta a la red 230V en triángulo y a la red de 440V en estrella, en la figura 2.61 se ilustra las potencias de entrada y salida calculadas.

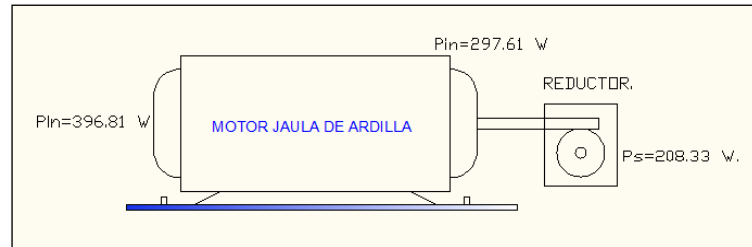


Figura 2.61 Potencia de entrada y salida del motor
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

2.5.3. CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE COLUMNAS

Los sistemas de bandas para cadenas tipo X85, se suministra con un perfil de deslizamiento como se muestra en la figura 2.51, fabricados de aluminio.³⁸

Mediante el software solidworks se determina las propiedades de la sección de dicho perfil como se ilustrar en la figura 2.62.

Dónde:

I= Momento de inercia.

$$I_{xx} = 279.45 \text{ cm}^4 = 2.7945 \times 10^6 \text{ mm}^4 = 2.7945 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_{yy} = 109.74 \text{ cm}^4 = 1.0974 \times 10^6 \text{ mm}^4 = 1.0974 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

³⁸<http://www.flexlink.com/es/Images/2X85CNV.pdf>

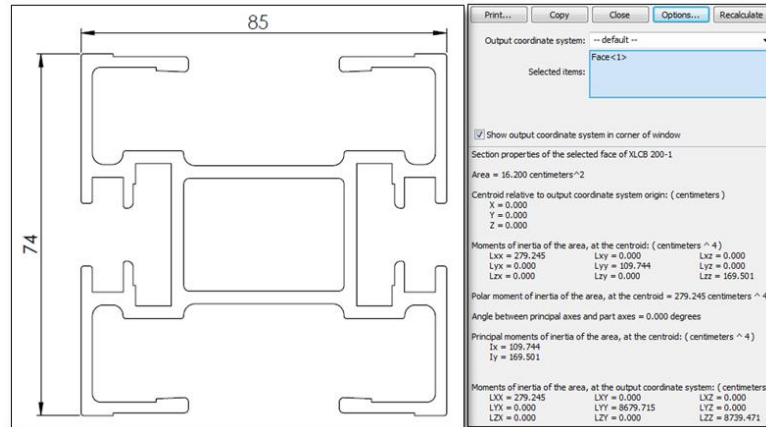


Figura 2.62 Propiedades de la sección
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Para determinar la separación máxima entre columnas se utiliza la formula, de flexión, la separación L se puede ver en la figura 2.63.

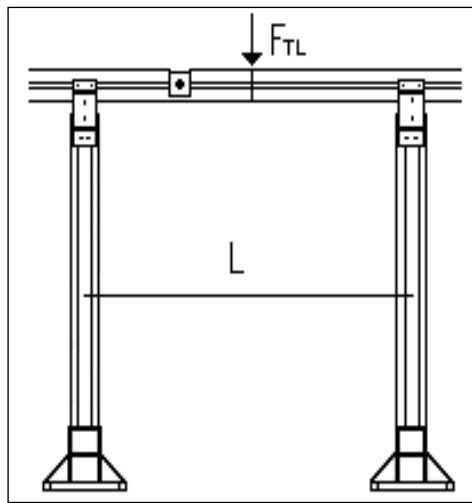


Figura 2.63 Separación máxima entre columnas
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

$$F_{TL} = W_T * L_D.$$

$$F_{TL} = (462.5+2280) \text{ gr/m} * 12.83 \text{ m.}$$

$$F_{TL} = 35186.28 \text{ gr} = 35.19 \text{ Kg} = 345.22 \text{ N}$$

Dónde:

N = Factor de diseño

c = Distancia del centro de gravedad a la fibra exterior. (Figura 2.62)

F_{TL} = Fuerza total en la longitud determinada.

Sy aluminio = 28 MPa

N = 3

$$c = \frac{85 \text{ mm}}{2}$$

$$c = 42.5 \text{ mm}$$

a. CONDICIÓN DE ESFUERZO

$$\sigma_{\text{flex}} \leq \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$\sigma_{\text{flex}} \leq \frac{28}{3}$$

$$\sigma_{\text{flex}} \leq 9.34 \text{ MPa}$$

Se cumple la condición que σ es $\leq S_y$.

De la figura 2.64, se determina que el perfil está sometida a un esfuerzo de flexión debido a que la distancia entre apoyos es de $L = 2.74 \text{ m}$, el momento de flexión máximo se calcula con la ecuación 2.33.

$$M_{\text{máx.}} = \frac{F_x L}{4} \quad \text{Ec. (2.33)}$$

$$M_{\text{máx.}} = \frac{345.22 \times L}{4}$$

$$M_{\text{máx.}} = 86.305 L \text{ (N)}$$

$$\sigma_{\text{flex}} = \frac{M_{\text{máx.}} \times C}{I} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

$$\sigma_{flex} = \frac{345.22 L(N) \times 42.5 (mm)}{1097400 (mm^4)}$$

$$\sigma_{flex} = 3.3424 \times 10^{-3} \times L (N/mm^3)$$

Reemplazando valores en la resultante de la ecuación 2.7 se obtiene la longitud:

$$\sigma_{flex} \leq 9.17(N/mm^2)$$

$$3.3424 \times 10^{-3} \times L (N/mm^3) \leq 9.17 (N/mm^2)$$

$$L = 2743.53 \text{ mm}$$

$$L = 2.74 \text{ m}$$

Reemplazando L en la ecuación 2.33 el momento máximo es:

$$M_{\text{máx.}} = \frac{345.22 \times L (N)}{4}$$

$$M_{\text{máx.}} = \frac{345.22 \times 2.74 (N)}{4}$$

$$M_{\text{máx.}} = 236.47 (N \cdot m)$$

Con el Software MDSOLIDS 2.6, se comprueba los resultados de los momentos flectores y de esfuerzos cortantes de las columnas para el sistema de transporte. (Figura 2.64)

Valor calculado = 236.47 (N* m)

Valor obtenido del Software MDSOLIDS = 236.78 (N* m)

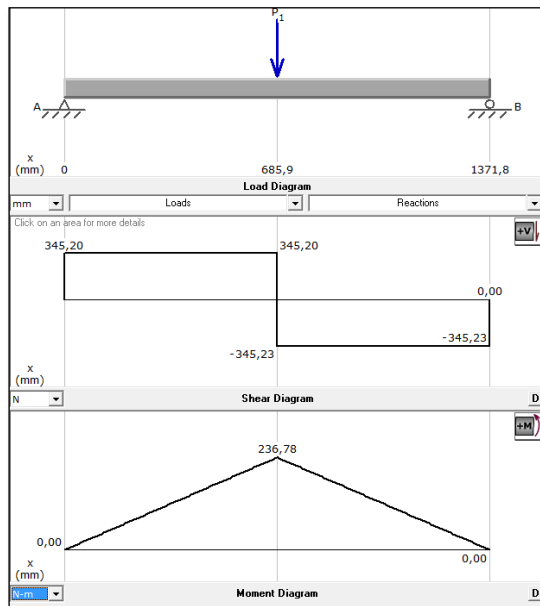


Figura 2.64 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes de columna de aluminio

Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

b. CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN MÁXIMA.

Dónde:

E = Módulo de elasticidad del aluminio.

Las propiedades de los materiales se observa en la tabla 2.10³⁹.

Tabla 2.10 Propiedades de los materiales.

| Propiedades de materiales no ferrosos | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--|------------------------------------|-------------------------------|------------------|--|---|
| Material | Densidad, Kg/[M] ³ | Módulo de elasticidad, psi X [10] ⁶ (GPa) | Resistencia a la rotura, kpi (MPa) | Ductibilidad, % AL en 2 pulg. | Razón de Poisson | Conductividad Térmica, W/m ² °C | Coficiente de dilatación térmica, (°C) ⁻¹ X 10 ⁻⁶ |
| Aluminio (>99.5%) | 2710 | 10 (69) | 8 (55) | 25 | 0.33 | 231 | 23.6 |
| Aleación de aluminio | 2800 | 10.5 (72) | 27 (186) | 18 | 0.33 | 192 | 22.5 |

$$E = 72 \text{ GPa} = 72 \times 10^9 (\text{N/m}^2)$$

Y = Deflexión máxima

³⁹ Hamrock, Bernard J. (1999). Elementos de Máquinas. D. F.: Ms. GRAW GIR. Tabla A.2 Pag 900.

Dónde:

F = Fuerza

L = Longitud

E = Módulo de elasticidad

I = Momento de inercia

Con la ecuación 2.34 se calcula deflexión máxima:

$$Y = \frac{F_{TL} * L^3}{48 * E * I} \quad \text{Ec. (2.34)}^{40}$$

$$Y = \frac{F_{TL} * L^3}{48 * E * I}$$

$$Y = \frac{345.22 \text{ (N)} * 2.74^3 \text{ (m}^3\text{)}}{48 * 72 * 10^9 \text{ (N/m}^2\text{)} * 1.0974 * 10^{-6} \text{ m}^4} = 1.8724 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$Y = 1.872 \text{ mm}$$

Debido a que la banda no requiere de elevada precisión para su adecuado funcionamiento se toma los rangos para pieza general de máquina (tabla 2.11⁴¹).

Tabla 2.11 Límites de deflexión recomendados.

| | |
|---|--|
| Límites de deflexión recomendados. Es responsabilidad del diseñador especificar la máxima deflexión permisible de una viga de máquina, chasis o estructura. El conocimiento de la aplicación debe servir de guía. En ausencia de esta guía, en las referencias 2 y 3 se sugieren los límites siguientes: | |
| <u>Pieza general de máquina:</u> | $y_{\text{máx}} = 0.0005$ a 0.003 plg/plg o mm/mm de longitud de viga. |
| Precisión moderada: | $y_{\text{máx}} = 0.00001$ a 0.0005 plg/plg o mm/mm de longitud de viga. |
| Alta precisión: | $y_{\text{máx}} = 0.000001$ a 0.00001 plg/plg o mm/mm de longitud de viga. |

⁴⁰ Mott, Robert L. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. D. F: Prentice-Hall Hispano, Cuarta Edición, A-18

⁴¹ Mott, Robert L. (1999). Resistencia de Materiales Aplicada. D. F: Prentice-Hall Hispano Tercera Edición, Pag. 431

Y máx1 = 0.0005 mm/mm de longitud de viga

$$Y \text{ máx1} = \frac{0.0005 \text{ mm}}{\text{mm}} \times 2743.53 \text{ mm}$$

$$Y \text{ máx1} = 1.371 \text{ mm}$$

Y máx2 = 0.0005 mm/mm de longitud de viga

$$Y \text{ máx2} = \frac{0.003 \text{ mm}}{\text{mm}} \times 2743.53 \text{ mm}$$

$$Y \text{ máx2} = 8.23 \text{ mm}$$

Como se observa la deflexión calculada de 1.872 mm está dentro del rango recomendado y se aproxima más al límite inferior de 1.371 mm, se concluye que el diseño es correcto.

(Y máx1 = 1.371 | y = 1.872 mm | Y máx2 = 8.23)

Con este análisis se selecciona los perfiles X85H, que cuentan con un diseño rígido y que se desplaza con suavidad y a altas velocidades sin emitir mucho ruido. Entre las características se incluye una superficie superior plana y ranuras en T para servicio pesado. Las ranuras en T aseguran la colocación firme. En la figura 2.65, se observa el perfil seleccionado.

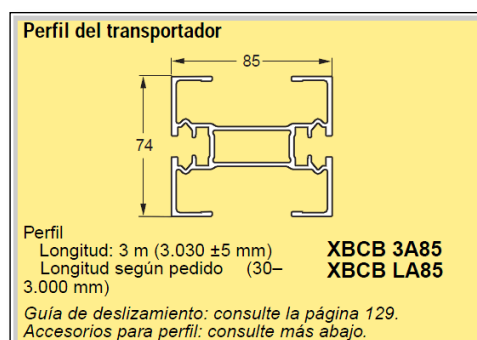


Figura 2.65 Perfil del transportador.

2.5.4. ACCESORIOS DEL SISTEMA DE LA BANDA TRANSPORTADORA.⁴²

En base a la selección de perfiles X85H FlexLink cuenta con los accesorios que se incorporan en la banda. A continuación se detalla los componentes a utilizar:

- **Riel de deslizamiento para el perfil del transportador**

Las rieles de deslizamiento están diseñadas para ofrecer una larga duración, un desplazamiento suave y un mínimo riesgo de fallos. (ANEXO C1)

- **Soporte de brida para perfil guía tipo A35**

Este accesorio tiene como propósito fijar a los perfiles guías. El soporte de brida tiene incluido, mordaza para perfil guía y el pomo de estrella para el ajuste. (ANEXO C1)

- **Perfil guía de 15 mm**

El perfil guía es un accesorio para alinear los envases. (ANEXO C1)

- **Cubierta para perfil guía de aluminio de 15 mm**

El perfil guía de 15 mm viene cubierto con polietileno que se utilizan en numerosas aplicaciones; equipos industriales, maquinaria, engranajes, soportes, para que no sufran desgaste. (ANEXO C1)

- **Regleta de conexión con tornillo sin cabeza**

Este elemento es un accesorio necesario para unir los perfiles de la banda. (ANEXO C1)

⁴² <http://www.flexlink.com/es/Images/2X85CNV.pdf>

- **Curva antifricción de 45° y 90°**

La curva antifricción de 45° y 90° son accesorio que brinda FlexLink necesario para unir perfiles angulares. (ANEXO C1)

- **Brida para el soporte de perfil vertical de 88 mm**

La brida para el soporte de perfil vertical de 88 mm, es un accesorio exacto para fijar los perfiles con el sistema de transporte. (ANEXO C1)

- **Unidad de reenvío**

Las unidades de reenvío se utilizan para guiar la cadena del transportador en el lado de retorno del mismo. Las regletas de conexión ya vienen acopladas a la unidad. (ANEXO C1)

- **Unidad de tracción terminal**

El sistema X85, incluye unidades de tracción compacta (**C**), medianas (**M**), y pesadas (**H**). Las capacidades de la unidad de tracción tienen un rango que oscila entre un máximo de 1.250 N para el tipo H hasta un máximo de 300 N para el tipo C. La capacidad real depende de la velocidad y del tipo de la unidad de tracción. (ANEXO C1)

- **Perfiles de soporte simple-X85**

FlexLink dispone de perfiles adecuados para el soporte del transportador de la línea de producto XC del sistema estructural. (ANEXO C1)

- **Pies regulables**

El perfil de soporte simple X85 viene incluido los pies regulables para regular la altura necesaria. (ANEXO C1)

- **Fijaciones**

FlexLink dispone de una gama de fijaciones que se utiliza en el montaje del sistema de transporte como: pernos, escuadras para fijar perfiles, tuercas, arandelas, tornillo con cabeza en T para perfiles del transportador, tuercas de ranuras en T para sistemas X85, tuercas cuadradas para ranuras T del sistemas X85. (ANEXO C1)

2.5.5. CÁLCULO DE LA ALTURA DEL PERFIL DE SOPORTE SIMPLE-X85.

Para el cálculo de la longitud del perfil requerido, para obtener la altura H del transportador depende del tamaño del transportador, el tipo de pie y la brida para los perfiles, con la ecuación 2.35, se calcula.

$$L = H - h1 - h2. \quad \text{Ec. (2.35)}$$

Dónde:

L = Longitud del perfil requerido.

H = Altura desde el piso hasta la parte superior de la cadena (dato que se establece)

h2 = Altura de la brida XL

h1= Altura neta del pie.

$$H= 1190 \text{ mm}$$

En la figura 2.66 se observa el sistema de longitud de corte.

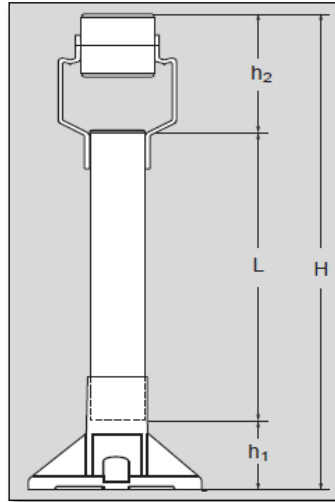


Figura 2.66 Longitud de corte del perfil.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

En el ANEXO C1, se observa los datos de la brida y del pie.

$$L = H - h_1 - h_2.$$

$$L = 1190 \text{ mm} - 155 \text{ mm} - 50 \text{ mm} = 1035 \text{ mm} = 1.035 \text{ m}$$

El valor de 1.035 m es la altura que se requiere para el sistema de transporte que se utiliza.

2.5.6. MODELACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.

Una vez concluido el diseño mecánico del sistema de recolección y selección del sistema de transporte se acoplan todos los componentes con sus respectivas piezas mecánicas, el sistema simulado se muestra en la figura 2.67 y tabla 2.12.

Tabla 2.12 Elementos del sistema de recolección y transporte

| ELEMENTOS DEL SISTEMA | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Sistema recolección 15 gr. | Figura 2.40 |
| Sistema de alineación 37 gr. | Figura 2.40 |
| 1.- Curva antifricción 45° | 10.- Unidad de reenvío |
| 2.- Curva antifricción 90° | 11.- Perfil guía |
| 3-4.- Cilindro de parada de envases. | 12.- Perfil de transportador |
| 5-6.- Motor. | 13.- Cadena |
| 7.- Pie regulable. | 14.- Brida. |
| 8.- Perfil soporte de cadena. | 15.- Soporte de brida. |
| 9.- Tracción de cadena | |

Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

Los planos del sistema completo se detallan en el ANEXO D12 - D13, de los planos mecánicos.

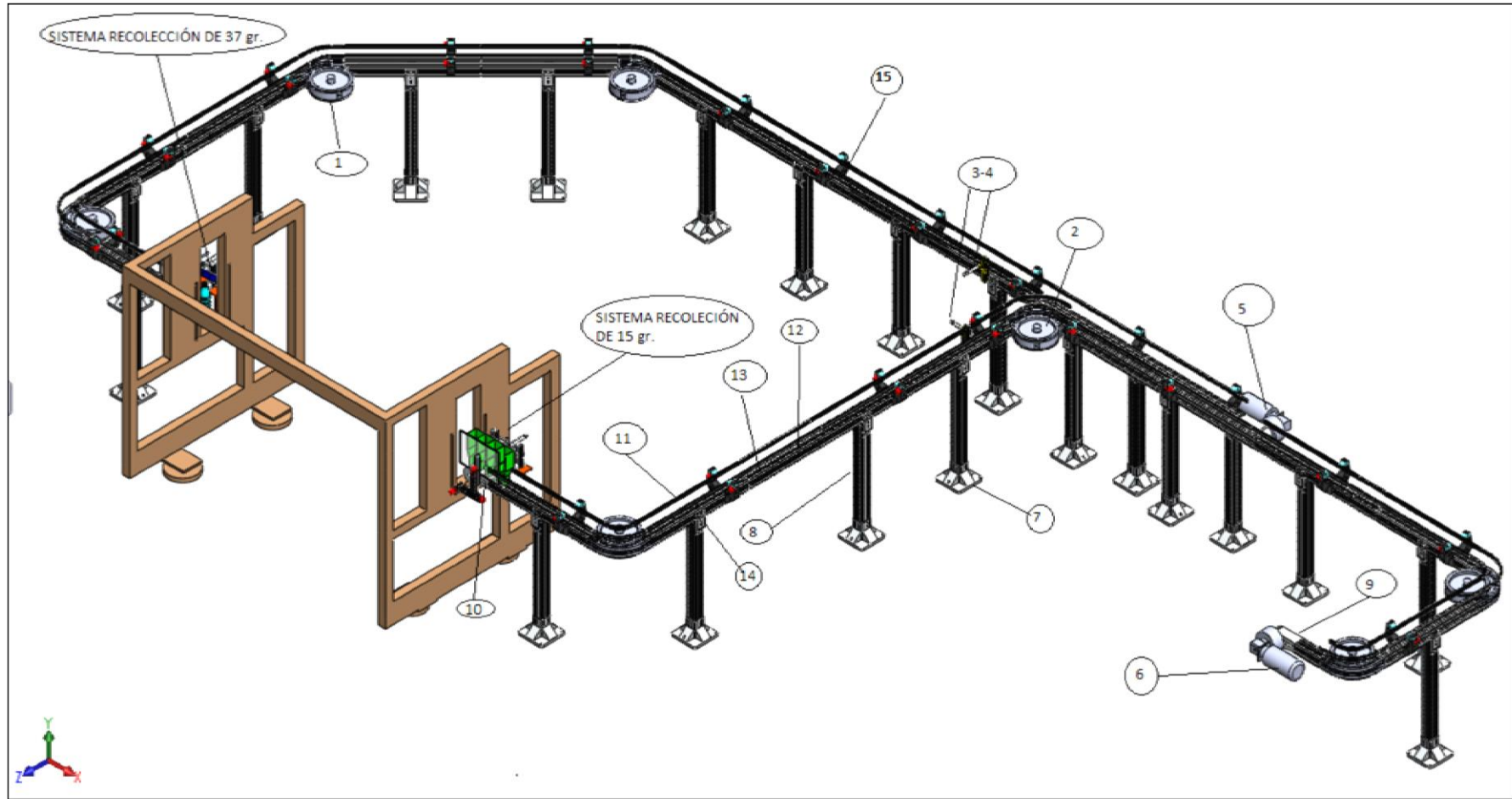


Figura 2.67 Conjunto armado del sistema de recolección, alineación y transporte
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

2.6. DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO.

Para el diseño eléctrico y electrónico del sistema de recolección y transporte de envases plásticos de polietileno así como para su automatización se toma en cuenta una serie de parámetros, los cuales deben funcionar en conjunto para obtener un excelente funcionamiento.

Acorde al funcionamiento requerido del sistema de transporte por cadenas, se necesita dos motores de potencia que se conectan en paralelo, estos motores constaran con sus debidas protecciones en caso de fallas.

Parte muy importante de este proyecto es la instalación de un tablero de control eléctrico, su función principal es la maniobra y las protecciones instaladas de todo el sistema. El tablero está compuesto por un diagrama de control y de fuerza, del diseño correcto dependerá su excelente función del sistema.

2.6.1. DIAGRAMA DE CONTROL

El diagrama de control está desarrollado entre dos líneas horizontal que representa la alimentación, los símbolos y elementos de operación como contactores, relés y más aparatos accionados eléctricamente están uno seguido de otros. (ANEXO F)

2.6.2. DIAGRAMA DE FUERZA.

Está representado en un ajuste multipolar, las líneas horizontales que factualmente van en la parte superior de los circuitos de potencia representa la red, con la finalidad de permitir al usuario determinar las características eléctricas de cada receptor.

Para el diseño del diagrama de control se tomarán en cuenta las siguientes características:

- Tipo de motor
- Fuente de alimentación
- Tipo de arranque
- Tipo de ambiente.

Al cumplir estos requerimientos, el diagrama de fuerza se observa en el ANEXO F de los planos eléctricos.

2.6.3. SELECCIÓN DEL TIPO DE MOTOR ELÉCTRICO.

Se selecciona un motor de inducción para CA, las dos partes activas de este tipo de motor es el estator o elemento estacionario y el rotor o elemento giratorio, este tipo de motor trifásico emplea el rotor sólido de tipo jaula de ardilla por lo que no tiene conexión eléctrica con el rotor.

En la selección del tipo de motor que se va a elegir se toma como referencia los cálculos realizados, dando la potencia del motor de 380.9 Watt ó ½ Hp.

a. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO

La fábrica dispone de un motor trifásico de inducción marca Bruschsals con las siguientes características, (Tabla 2.13 y ANEXO G1).

Tabla 2.13 Datos del motor de potencia.

| | |
|---------------------|--------------|
| MARCA | Bruschsals |
| FRECUENCIA | 60 Hz |
| POTENCIA | 1/2 Hp |
| VOLTAJE | 220/440 V |
| RPM | 1400 |
| ARRANQUE | Y/Δ |
| V. OPERACIÓN | 220 – 380 V. |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

b. CAJA REDUCTORA

El motor marca Bruschsals, viene adaptado un reductor de velocidades o caja reductora, el cual constituye un engrane tipo tornillo sin fin y rueda

helicoidal, este mecanismo es muy conveniente como reductor de velocidad en un solo paso, de esta forma se reduce la velocidad de giro, aprovechando el movimiento de la cadena de la banda transportadora. (Figura 2.68).



Figura 2.68. Caja reductora engranaje tipo tornillo sin fin.

En la tabla 2.14, se especifica algunas características de la caja reductora implementada.

Tabla 2.14 Características de la caja reductora.

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| MARCA | SAE EURODRIVE |
| MODELO | SA37 |
| ESFUERZO DE TORSIÓN SALIDA | Max 4200N-m |
| VELOCIDAD DE ENTRADA | 1400 rpm |
| VELOCIDAD DE SALIDA | 0.12.....375 rpm |
| RELACIÓN | 7.57-1332 |
| ARREGLO DEL ENGRANE | Gusano |
| ENERGÍA CLASIFICADA | 0.12 kw – 22kw |
| POSICIÓN DE MONTAJE | m1.....m6 |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

2.6.4. SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Para el control de la velocidad de los motores, se selecciona un variador de frecuencia marca Delta VFD-L, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Entradas y salidas.
- Rangos de funcionamiento.
- Consideraciones de la red.
- Consideraciones de la aplicación.

En la tabla 2.15, se detalla las características del variador. Las conexión del variador ver ANEXO G5.

Tabla 2.15 Características del variador.

| | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| MARCA | DELTA |
| MODELO | VFD015-L 23A |
| VOLTAJE DE RED | 220 V |
| RANGO DE FRECUENCIA | 1 - 400 Hz |
| POTENCIA DEL VARIADOR | 1.5 KW |
| SPEC. ENTRADA | 3 ϕ / 220-240 V 50/60Hz 9.0 A |
| SPEC. SALIDA | 3 ϕ / 0-240 V 7.0 A 2.7 KVA 2HP |
| TIPO DE MONTAJE | RIEL DIN |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

2.6.5. SELECCIÓN DE CONDUCTORES

a. CONDUCTOR ELÉCTRICO DEL CIRCUITO DE CONTROL

Según las especificaciones del PLC Logo! 230RC, se recomienda utilizar cables con una sección de 2.5 mm², máximo, con esta información se selecciona un conductor # 18, para los elementos que conforman el circuito de control.

b. CONDUCTOR ELÉCTRICO DEL MOTOR

Para la selección del conductor adecuado para el motor eléctrico se toma en cuenta la corriente nominal, con la ecuación 2.36, se calcula.

$$I_n = \frac{P}{f_p * \sqrt{3} * V * \eta} \quad \text{Ec. (2.36)}^{43}$$

$$I_n = \frac{\frac{1}{2} * 746}{0.76 * \sqrt{3} * 220 * 0.75} = 1.7 \text{ A} \cong 2 \text{ Amperios}$$

El valor de la corriente nominal es de 2 (A) de un motor, se justifica que se conecta otro motor en paralelo dando un valor total de intensidad de 4 (A).

⁴³ Harper, Gilberto Enríquez. (2002). Elementos de Diseño de las Instalaciones Eléctricas Industriales. 2da. Edición. Mexico, D.F.:limusa. Pag. 68.

Con el cálculo determinado, el conductor adecuado para los motores es el numero # 18, pero por seguridad se selecciona un conductor # 14 AWG, según la tabla de intensidad de corriente admisible para conductores de cobre secciones AWG. En el ANEXO G1, se puede observar las características de los conductores seleccionados.

2.6.6. SELECCIÓN DEL CONTACTOR DE POTENCIA

Para la selección del contactor del sistema de potencia por criterio de seguridad se toma el 25%, de la intensidad nominal a plena carga el cual se tiene:

$$I_{motores} = 4 A$$

Calculando:

$$I_{contactor} = (In + 25\% * In) A$$

$$I_{contactor} = (4 + 1) A = 5 A$$

Para la selección del contactor debe cumplir con las siguientes características:

- Voltaje de red: 220/240 Vac, Corriente nominal $\geq 5 A$
- Tipo de accionamiento: Electromecánico.

Se selecciona un contactor disponible en el mercado de 9 amperios, sus características se puede ver en la tabla 2.16. Para más especificaciones revisar ANEXO G2.

Tabla 2.16 Características del contactor.

| | |
|-------------------------------|------------------|
| MARCA | METAL-MEC |
| TIPO DE ACCIONAMIENTO | ELECTROMECAÁNICO |
| VOLTAJE DE BOBINA | 220 VAC |
| VOLTAJE DE OPERACIÓN | 220 VAC |
| INTENSIDAD NOMINAL | 9 A |
| POTENCIA DEL CONTACTOR | 4 KW |
| FRECUENCIA | 60HZ |
| TIPO DE MONTAJE | RIEL DIN |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

2.6.7. SELECCIÓN DEL RELÉ

Para el proyecto se necesita controlar cilindros y sensores fotoeléctricos, en base a esto se selecciona los relés electromecánicos que facilitan la conexión y desconexión.

Se selecciona los relés electromecánicos de corriente alterna y continua, las características se observa en la tabla 2.17. Sus especificaciones revisar ANEXO G3

Tabla 2.17 Características de los relés.

| MARCA | Camsco | Telemecanique |
|---------------------------|---------|---------------|
| VOLTAJE NOMINAL | 220 VAC | 24 VCC |
| INTENSIDAD NOMINAL | 6 A | 8 A |
| FRECUENCIA | 50/60HZ | 50/60HZ |

Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

2.6.8. SELECCIÓN DE LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS (BREAKER)

Para dimensionar el breaker de protección se considera la carga instalada total del sistema, los componentes se visualizar en la tabla 2.18.

Tabla 2.18 Potencia instalada del sistema.

| EQUIPO | # ELEMENTOS | P _N | S (VA) |
|------------------------|-------------|----------------|--------|
| LOGO SIEMENS RC230 | 1 | 6 | 6 |
| ELECTROVÁLVULAS | 4 | 3.6 | 14.4 |
| VARIADOR DE FRECUENCIA | 1 | 1500 | 3449 |

S_T= 3469.4

Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

Dónde:

P_N = Potencia nominal (vatios)

S = Potencia aparente (VA)

S_T = Potencia total

Para el cálculo de la corriente total consumida del sistema se calcula con la ecuación 2.37:

$$I_n = \frac{P_t}{\sqrt{3} * V * \cos \theta} \quad \text{Ec. (2.37)}$$

$$I_n = \frac{3469.4}{\sqrt{3} * 220 * 0.98} = 9 \text{ A}$$

Por criterio de seguridad se calcula el 25%, de la corriente nominal para la protección.

$$I_{\text{BREAKER}} = 1.25 * 9 \text{ A}$$

$$I_{\text{BREAKER}} = 11 \text{ A}$$

Se selecciona un Breaker disponible en el mercado marca Merlin Gerin de 16 amperios. (ANEXO G4)

Para el sistema de control con el objetivo de proteger los elementos, se selecciona un breaker de 6 amperios existente en el mercado. (ANEXO G4)

2.6.9. SELECCIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA

En base a la presión, arranque o parada de los cilindros neumáticos de doble efecto se selecciona la electroválvula distribuida 5/2, cuyo accionamiento es solenoide y retorno por resorte (figura 2.69).



Figura 2.69 Electroválvula distribuida 5/2
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

En la tabla 2.19, se describe los datos técnicos de una electroválvula distribuida 5/2.

Tabla 2.19 Características de la electroválvula.

| | |
|-----------------|-----------|
| Marca | CHELIC |
| Marca de bobina | AMISCO |
| Potencia | 3.6 VA |
| Voltaje | 220 VAC |
| Presión máxima | 135 PSI |
| Tipo | SV – 6102 |
| Bobina | 220 V |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

2.6.10. SELECCIÓN DE LOS SENSORES

Para la selección de los sensores se fundamenta en las variables del proceso requerido como, detectar posiciones.

a. SELECCIÓN DE FINALES DE CARRERA.

Se selecciona los finales de carrera marca Comsco que funciona como un pulsador, cuyo empleo consiste en determinar la posición o el estado de un proceso automático.

La tabla 2.20, se indica las características del microinterruptores o finales de carrera.

Tabla 2.20 Características del microinterruptores.

| | |
|-----------|-------------|
| Tipo | SUNS |
| Modelo | V-15G4 |
| Corriente | 15 A ½ HP |
| Contactos | 1NA/1NC |
| Voltaje | 125/250 Vac |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

b. SELECCIÓN DEL SENSOR FOTOELÉCTRICO REFLECTIVO.

Se selecciona los sensores fotoeléctricos marca ifm Electronic cuyo objetivo es determinar la posición de envases para que no exista una

colisión en la unión de las bandas, las características se detalla en la tabla 2.21, para mayor información revisar ANEXO G9.

Tabla 2.21 Características del sensor fotoeléctrico reflectivo.

| | |
|--------------------------|----------------|
| Marca | Ifm Electronic |
| Modelo | OTP-FPKG |
| Rango | 1.5 m |
| Voltaje | 10...536 V DC |
| Temperatura de operación | 5 – 60 °C |
| IP | 67 |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

2.6.11. SELECCIÓN DE LA FUENTE DE CORRIENTE CONTINUA

Para la selección de la fuente se tomara en cuenta los elementos como sensores fotoeléctricos, LOGO! TD y relés que son alimentados con corriente continua, con estos parámetros se selecciona un módulo marca Siemens de ± 24 Vcc, sus principales características se muestran en la tabla 2.22, para más especificaciones del módulo revisar ANEXO G10.

Tabla 2.22 Características de la fuente de CD.

| Fuente de voltaje | Características |
|----------------------------|-----------------|
| Marca | SIEMENS |
| Referencias | 6EP1 332-1SH42 |
| Tensión nominal entrada | 100-240V AC |
| Tensión nominal salida | 24V DC |
| Intensidad nominal entrada | 1,22-0.66A |
| Intensidad nominal salida | 2,5A |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

2.6.12. SELECCIÓN DEL MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGICAS

Se selecciona un módulo de salidas análogas a relé AM 2 AQ, con el propósito de transmitir una señal análoga desde el PLC al variador con una impedancia de 0 a 10 voltios para controlar la frecuencia, sus principales características se observa en la tabla 2.23, las especificaciones del módulo se muestran en el ANEXO G7.

Tabla 2.23 Características del módulo de salidas analógicas.

| Fuente de voltaje | Características |
|--------------------------|-----------------------|
| Marca | SIEMENS |
| Salidas analógicas | 2 |
| Rango admisible | 20,4...28,8 V DC |
| Rango de entrada /salida | 0...10V O 0/4...20 mA |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

2.6.13. SELECCIÓN DE ACCESORIOS ELÉCTRICOS.

a. PARADA DE EMERGENCIA

En casos de fallas y emergencia para la desconexión rápida, se selecciona un Interruptor pulsar-tirar marca SIEMENS, desconectando todo el circuito de mando y control, sus características se indica en la tabla 2.24.

Tabla 2.24 Características del interruptor

| INTERRUPTOR | CARACTERÍSTICAS |
|--------------|-----------------|
| Modelo | 3SB3 01-1CA21 |
| Colores | Rojo |
| Tipo | Pulsar-tirar |
| Equipamiento | 1 NA + 1 NC |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

b. SELECTOR DE DOS POSICIONES.

Para el funcionamiento del sistema y la banda de transporte se selecciona selectores de dos posiciones, cuyas características se detallan en la tabla 2.25.

Tabla 2.25 Características del selector

| SELECTOR | CARACTERÍSTICAS |
|-----------------|------------------------|
| Marca | CAMSCO |
| Modelo | SKOS-ED33 |
| # de posiciones | 1 |
| Tipo | Maneta corta |
| Equipamiento | 1 NA |
| Diámetro | 22 mm |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

c. SELECTOR DE TRES POSICIONES.

Para una óptima operación el sistema debe funcionar en manual o automático, se selecciona un selector de tres posiciones cuyas características se detallan en la tabla 2.26

Tabla 2.26 Características del selector de tres posiciones.

| SELECTOR | CARACTERÍSTICAS |
|-----------------|------------------------|
| Marca | CAMSCO |
| Modelo | SKOS-ED33 |
| # de posiciones | 3 |
| Tipo | Maneta corta |
| Equipamiento | 2 NA |
| Diámetro | 22 mm |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

d. LUCES INDICADORAS

Para visualizar la marcha o paro del sistema, se selecciona las luces indicadoras, cuyas características se detallan en la tabla 2.27.

Tabla 2.27 Características de luces piloto.

| LUCES PILOTO | CARACTERÍSTICAS |
|--------------|-----------------|
| Marca | COMSCO |
| Tipo | AD16-22D/s |
| Voltaje | AC 220V |
| Color | Verde y Rojo |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

2.7. SELECCIÓN DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS.

a. CILINDRO NEUMÁTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN.

Para seleccionar el cilindro neumático del sistema de recolección se considera la fuerza de empuje de los envases (F_p) calculado en el nivel 2.3.1 del diseño de recolección, la presión mínima de la red neumática de la empresa (P_{min}) y considerando 100 mm el cual es el desplazamiento a utilizar en el sistema.

Datos:

$$F_p = 0.726 \text{ N}$$

$$P_{min} = \text{La presión mínima } 60 \text{ psi} = 412400 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) = 414 \text{ kPa} = 4.14 \text{ bar}$$

Desplazamiento axial = 100 mm

D_1 = Diámetro del cilindro

Cálculos:

$$F = P_{min} * \frac{\pi * D_1^2}{40} \quad \text{Ec. (2.38)}^{44}$$

$$P_{min} = \frac{40 * F_p}{\pi * D_1^2}$$

⁴⁴ Millán Teja, Salvador (1998), Automatización Neumática y Electroneumática. México, D. F: Alfaomega, pág. 107

Despejando el diámetro mínimo en la ecuación 2.38 se tiene:

$$D_1^2 = \frac{40 * F_p}{\pi * P_{\min}}$$

$$D_1 = \sqrt[2]{\frac{40 * F_p}{\pi * P_{\min}}}$$

Para vencer el coeficiente estático se establece un factor de dos multiplicado a la fuerza debido a que al coeficiente estático debe ser mayor al coeficiente dinámico de rozamiento.

$$D_1 = \sqrt[2]{\frac{40 * (0.726 * 2) \text{ N}}{\pi * 412400(\text{N/m}^2)}}$$

$$D_1 = 6.69 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$D_1 = 6.69 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm. estándar. (Anexo C2)}$$

Tabla 2.28 Selección del cilindro neumático

| | Diámetro del cilindro | Diámetro del vástago |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Calculado | 8 mm | 6 mm |
| Disponibile en el mercado | 20 mm | 8 mm |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Se selecciona un cilindro ISO 6432 de doble efecto disponible en el mercado con un diámetro de vástago de 8 mm, diámetro del cilindro de 20 mm y carrera de 100 mm. (ANEXO C2)

Se justifica que para el cálculo del sistema de recolección y alineación se utiliza la fuerza de empuje de 164 (N) y la fuerza de tracción de 137 (N) del cilindro ISO 6432 seleccionado.

b. CILINDRO NEUMÁTICO DE PARADA DE ENVASES

Las cargas que actúan sobre el vástago del cilindro son:

$$F = \mu_2 * W * \# \text{ env} \quad \text{Ec (2.3)}$$

Dónde:

F = Fuerza aplicada al vástago del cilindro.

μ_2 = Coeficiente de fricción del polietileno (ANEXO B1)

W = Peso del envase de 950cc

env = 100 envases en los 8 m de banda lado izquierdo acumulado en caso extremo.

D_2 = diametro del envase de 37 gr = 80 mm

$$\# \text{ env} = \frac{8 \text{ m}}{D_2} = \frac{8 \text{ m}}{0.08 \text{ m}} = 100 \text{ env}$$

$$F = \mu_2 * WE1 * \# \text{ env}$$

$$F = 0.50 * 37(\text{gr}) * 100 = 1850 \text{ gr} = 18.14 \text{ N}$$

- **Cálculo de momento máximo**

Con el dato obtenido se calcula el momento máximo que va tener el vástago del cilindro con una carrera de 50 mm, en la figura 2.70 se ilustra el diagrama de cuerpo libre.

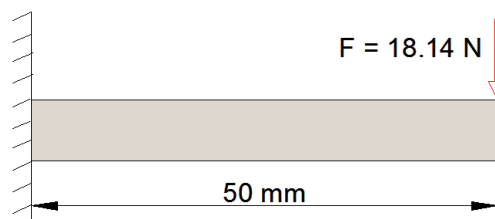


Figura 2.70 Diagrama de cuerpo libre
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Cálculos:

Con la ecuación 2.14 se calcula:

$$M = F * d \quad \text{Ec (2.14)}$$

$$M = 18.14 \text{ N} * 0.05 \text{ m} = 0.907 \text{ N} * \text{ m}$$

- **Cálculos del diámetro del vástago.**

El vástago del cilindro es de acero inoxidable, con la Ec 2.6 se determina la condición de esfuerzo con una resistencia de fluencia $S_y = 207 \text{ Mpa}$ (Tabla 2.5), con un factor de diseño la clase de carga repetida, dirección gradual (choque suave) $N = 3$. (Tabla 2.3)

$$\sigma = \frac{S_y}{N} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

$$\sigma = \frac{207 \text{ MPa}}{3} = 69 \text{ MPa} = 69 \times 10^6 \text{ Pa.}$$

Con los datos obtenidos anteriormente se calcula el esfuerzo máximo con la ecuación 2.12.

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{s} \quad \text{Ec. (2.12)}$$

Dónde:

s = Módulo de sección del vástago del cilindro

d_2 = Diametro del vástago del cilindro

$$s = \frac{\pi * (d_2)^3}{32} \quad \text{Ec. (2.13)}$$

Reemplazando los valores en la ecuación 2.12 se obtiene:

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{(\pi * (d_2)^3 / 32)}$$

$$(d_2)^3 = \frac{M_{\text{máx}} * 32}{\pi * \sigma}$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{(0.907 \text{ N} * \text{ m}) * 32}{\pi * (69 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2)}}$$

$$d_2 = 5.11 \times 10^{-3} \text{ m} = 5.11 \text{ mm}$$

$$d_2 = 6 \text{ mm (estandar)}$$

Se debe escoger un cilindro con un diámetro de vástago de 6 mm mínimo. Mediante el Software MDSOLIDS, se comprueba los resultados de los momentos flectores y de esfuerzos cortantes del vástago del cilindro. (Figura 2.71)

Valor del momento calculado = 0.907 Nm.

Valor obtenido del momento en el Software MDSOLIDS = 0.907 Nm.

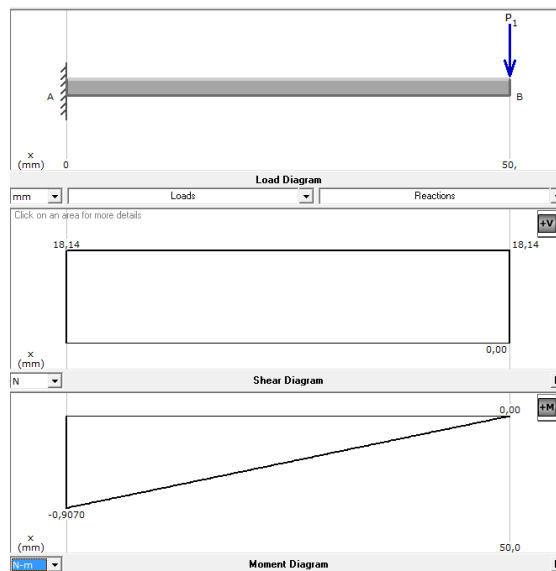


Figura 2.71 Diagrama de momentos flectores y de esfuerzos cortantes del vástago del cilindro

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Se selecciona un cilindro ISO 6432 de doble efecto disponible en el mercado con un diámetro de vástago de 10 mm, diámetro del cilindro de 25 mm y carrera de 50 mm. (ANEXO C2)

c. SELECCIÓN DE ACCESORIOS DE NEUMÁTICA

Para seleccionar accesorios como acopladores en T, acopladores rectos, controladores y tubería, hay que tomar en cuenta el caudal máximo de aire de los cilindros de doble efecto, el caudal se define como:

$$Q = \left[S * \frac{D^2 * \pi}{4} + S * \frac{(D^2 - d^2) * \pi}{4} \right] * n * (\text{Relacion de compresión}) \quad \text{Ec. (2.39)}^{45}$$

Dónde:

Q = Caudal Máximo (l/min)

D = Diámetro del cilindro (cm)

d = Diámetro del vástago (cm)

S = Longitud de carrera (cm)

P = Presión de trabajo (kPa)

V = Volumen (cm³)

- **Cálculo de la relación de compresión**

$$\left[\frac{101.3 + P_{\text{trabajo}}}{101.3} \right] \quad \text{Ec. (2.40)}$$

$$\left[\frac{101.3 \text{ (kPa)} + 414 \text{ (kPa)}}{101.3 \text{ (kPa)}} \right] = 4.9$$

- **Cálculo del caudal máximo del cilindro del sistema de recolección**

Datos:

D₁ = 20 mm

d = 8 mm

S = 100 mm

El cilindro trabaja con 6 ciclos por minuto.

Cálculos:

$$Q_1 = \left[10 \text{ cm} * \frac{(2 \text{ cm})^2 * \pi}{4} + 10 \text{ cm} * \frac{[(2 \text{ cm})^2 - (0.8 \text{ cm})^2] * \pi}{4} \right] * \frac{6}{\text{min}} * 4.9$$

⁴⁵ http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2_apartado2.htm

$$Q_1 = [31.41 \text{ cm}^3 + 26.38 \text{ cm}^3] * \frac{29.4}{\text{min}}$$

$$Q_1 = 1699.02 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 28.31 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}$$

Se multiplica por dos, puesto que son dos cilindros iguales en el sistema de recolección.

$$Q_1 = 1699.02 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} * 2$$

$$Q_1 = 3398.04 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 0.000056 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

- **Cálculo del caudal máximo del cilindro de parada de envases**

Datos:

$$D_2 = 25 \text{ mm}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$S = 50 \text{ mm}$$

El cilindro trabaja con 15 ciclos por minuto.

Cálculos:

$$Q_2 = \left[5 \text{ cm} * \frac{(2.5 \text{ cm})^2 * \pi}{4} + 5 \text{ cm} * \frac{[(2.5 \text{ cm})^2 - (1 \text{ cm})^2] * \pi}{4} \right] * \frac{15}{\text{min}} * 4.9$$

$$Q_2 = [24.54 \text{ cm}^3 + 20.61 \text{ cm}^3] * \frac{73.5}{\text{min}}$$

$$Q_2 = 3319.02 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$$

Se multiplica por dos, puesto que son dos cilindros iguales para la parada de envases.

$$Q_2 = 3319.02 \frac{cm^3}{min} * 2$$

$$Q_2 = 6638.04 \frac{cm^3}{min} = 110.63 \frac{cm^3}{seg} = 0.00011 \frac{m^3}{seg}$$

Cálculo del caudal total:

$$Q_{Total} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{Total} = 0.000056 \frac{m^3}{seg} + 0.00011 \frac{m^3}{seg}$$

$$Q_{Total} = 0.00016 \frac{m^3}{seg}$$

Para calcular la caída de presión (Δ_p) la variación debe estar entre 5% - 10 % de la presión de trabajo:

$$\Delta_p = 4.14 \text{ (bar)} * 10 \%$$

$$\Delta_p = 0.41$$

Con los datos de la presión de trabajo, caída de presión y caudal, en la figura 2.72 se selecciona el diámetro de la tubería de 6 mm de poliuretano.

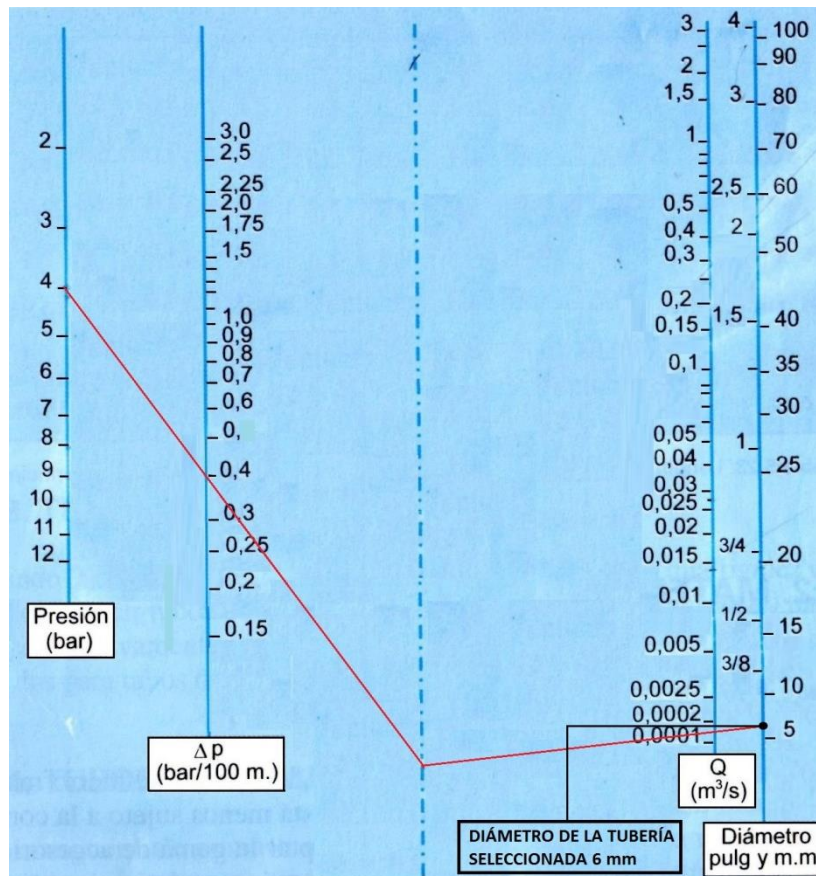


Figura 2.72 Nomograma para el cálculo del diámetro de la tubería.
Fuente: Thomson Learnig (2005). Neumática, capítulo 5.11, Pag. 59

- **TUBO DE POLIURETANO**

Se selecciona un tubo de poliuretano con diámetro de 6 mm, es utilizado en aplicaciones generales dado que admite pequeños radios de curvatura y es resistente a la luz, la humedad y el desgaste, cuyas características se detallan en la Figura 2.73.

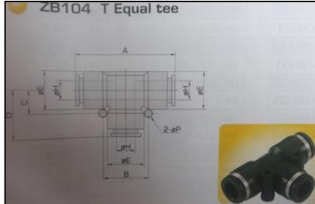
| Model | o.d. tube mm | i.d. tube mm | Length meter/roll | Operating pressure kg/cm ² | Proof pressure kg/cm ² |
|---------|--------------|--------------|-------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| ZU-0425 | 4 | 2.5 | 200 | 7 | 20 |
| ZU-0604 | 6 | 4 | 200 | 7 | 24 |
| ZU-0805 | 8 | 5 | 100 | 7 | 24 |
| ZU-0806 | 8 | 6 | 100 | 6 | 20 |
| ZU-1065 | 10 | 6.5 | 100 | 7 | 24 |
| ZU-1208 | 12 | 8 | 100 | 7 | 24 |
| ZU-1612 | 16 | 12 | 100 | 7 | 24 |

Color displaying
 Transparent
 Black
 Blue

Figura 2.73 Tubo de poliuretano.

- **ACOPLADORES DE CONEXIONES EN T.**

Tomando en cuenta el diámetro de 6 mm del tubo de poliuretano se selecciona acopladores en T serie ZB 104-06 que facilita la conexión de mangueras. (Figura 2.74)

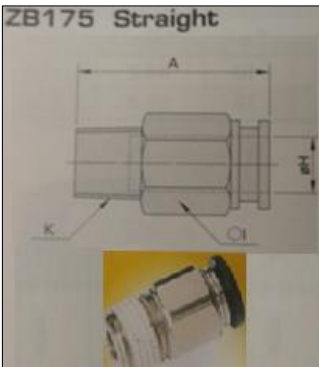


| Model | øH | A | B | C | D | øE | øP |
|----------|----|------|------|-----|------|------|-----|
| ZB104-04 | 4 | 26.6 | 11.2 | 5.6 | 13.3 | 8.5 | 3.2 |
| ZB104-06 | 6 | 30.4 | 13.2 | 6.6 | 15.2 | 10.9 | 3.2 |
| ZB104-08 | 8 | 44.8 | 18 | 9 | 22.4 | 15 | 3.2 |
| ZB104-10 | 10 | 51 | 24 | 12 | 25.5 | 17.5 | 4.2 |
| ZB104-12 | 12 | 57.2 | 28 | 14 | 28.6 | 21 | 4.2 |

Figura 2.74 Acopladores en T

- **ACOPLADORES DE CONEXIÓN RECTO.**

Para la alimentación de presión en cilindros neumáticos se selecciona los acoples rectos de acuerdo al tubo de 6 mm de diámetro ya dimensionado, se opta por acopladores rectos serie ZB175-06-01, ya que son fáciles de conectar, su presión de trabajo es de 0 a 150 psi, posee alta resistencia al desgaste y la corrosión. (Figura 2.75)



| Model | øH | K | A | I |
|-------------|----|-----|------|----|
| ZB175-04-M5 | 4 | M5 | 15.9 | 8 |
| ZB175-04-01 | | 1/8 | 15.8 | 10 |
| ZB175-04-02 | | 1/4 | 21 | 14 |
| ZB175-06-M5 | 6 | M5 | 17.1 | 10 |
| ZB175-06-01 | | 1/8 | 17.8 | 14 |
| ZB175-06-02 | | 1/4 | 24.6 | 17 |
| ZB175-06-03 | 8 | 3/8 | 23.6 | 17 |
| ZB175-08-01 | | 1/8 | 27.9 | 14 |
| ZB175-08-02 | | 1/4 | 26.6 | 14 |
| ZB175-08-03 | 8 | 3/8 | 24 | 17 |
| ZB175-10-01 | | 1/8 | 30.3 | |

Figura 2.75 Acopladores rectos

- **CONTROLADORES DE FLUJO.**

Para la selección de los controladores de flujo se toma en cuenta el caudal y el volumen en los cilindros de parada de envases que viene definido por:

$$V = \frac{\pi}{4} * (D^2 - d^2) * S \quad \text{Ec. (2.41)}^{46}$$

Con la ecuación 2.41 se calcula el volumen del cilindro.

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * ((2.5 \text{ cm})^2 - (1 \text{ cm})^2) * 5 \text{ cm}$$

$$V_1 = 20.61 \text{ cm}^3$$

El valor del caudal del cilindro es de:

$$Q_2 = 3319.02 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 55.31 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}$$

Es decir que:

$$1 \text{ segundo} \quad 55.31 \text{ cm}^3$$

$$t = ? \quad 20.61 \text{ cm}^3$$

$$t = \frac{20.61 \text{ cm}^3}{55.31 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}} = 0.3 \text{ seg}$$


Por lo tanto 0.3 segundos implica que el vástago del cilindro salga muy rápido por lo que se necesita implementar un regulador para mantener constante el flujo en el conductor.

Para los controladores de flujo implementados, se necesita tomar valores entre 1 y 2 segundos para ello es necesario obtener la tercera parte del caudal, el cálculo se indica a continuación:

$$t = \frac{20.61 \text{ cm}^3}{\frac{55.31 \text{ cm}^3}{3 \text{ seg}}} = 1.1 \text{ seg}$$

⁴⁶ Millán, Salvador (1998), Automatización Neumática y Electroneumática. México D.F: Alfaomega, pág. 107

Este es el tiempo necesario para que el cilindro actúe de manera adecuada y evitar así choques innecesarios. Con este análisis se selecciona reguladores serie ZB668-06-01 de 6X1/8. (Figura 2.76)



| Model | øH | K | A | | D | øE | F | G | I |
|-------------|----|-----|------|------|------|------|-----|------|----|
| | | | Max. | Min. | | | | | |
| ZB668-04-M5 | 4 | M5 | 29.9 | 27.1 | 20.2 | 10 | 4.9 | 14.9 | 8 |
| ZB668-04-01 | | 1/8 | 40 | 34 | 21.7 | | 7.2 | | 10 |
| ZB668-06-M5 | 6 | M5 | 29.9 | 27.1 | 24.2 | 12.9 | 4.9 | 17 | 8 |
| ZB668-06-01 | | 1/8 | 40 | 34 | 23.7 | | 7.2 | | 10 |
| ZB668-06-02 | | 1/4 | 47.8 | 41.8 | 25.7 | | 9.2 | | 14 |
| ZB668-06-03 | | 3/8 | - | - | - | | - | | - |

Figura 2.76 Controlador de flujo

2.8. DISEÑO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y PARADA DE ENVASES

En la implementación del sistema de recolección y parada de envases, su función es mejorar la producción de la empresa, se implementa el circuito neumático el cual estará formado con los elementos que se muestran en la figura 2.77.

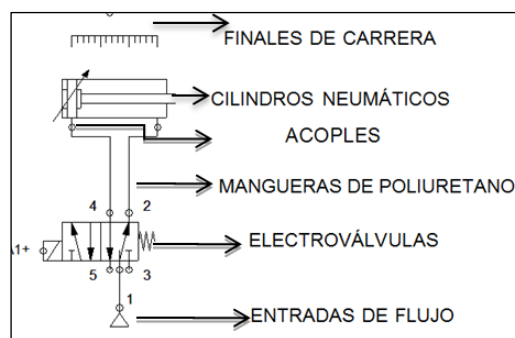


Figura 2.77 Esquema neumático del sistema .
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta.

2.9. SELECCIÓN DEL PLC

Para la selección del PLC, se toma en cuenta las características de los procesos que se va implementar. En la tabla 2.29, se muestra el control de procesos.

Tabla 2.29. Control de procesos

| Entradas del PLC | | |
|-------------------------|---|---------------------|
| Cant. | Descripción | Tipo de dato |
| 1 | Selección físico manual | Digital |
| 1 | Selección físico automático | Digital |
| 1 | Final de carrera cilindro derecho | Digital |
| 1 | Final de carrera cilindro izquierdo | Digital |
| 1 | Sensor fotocelda derecha | Digital |
| 1 | Sensor fotocelda izquierda | Digital |
| Salidas del PLC | | |
| Cant. | Descripción | Tipo de dato |
| 1 | Válvula 5/2 del cilindro recolector derecho | Digital |
| 1 | Válvula 5/2 del cilindro recolector izquierdo | Digital |
| 1 | Válvula 5/2 del cilindro parada derecho | Digital |
| 1 | Válvula 5/2 del cilindro parada izquierdo | Digital |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

En base a lo estructurado se ve la necesidad de seleccionar un PLC que tenga 6 entradas digitales y 4 salidas. Se selecciona un PLC LOGO!230 RC, 0BA6 de la clase 2 de 240 VCA, de la versión con display de 8 entradas y 4 salidas.

En la tabla 2.30, se detalla las características del PLC. Para más información ver ANEXO G6.

Tabla 2.30 Características del LOGO!230 RC

| | |
|------------------------------------|--|
| Tensión de entrada | 115/230Vc.a. |
| Frecuencia de red admisible | 47...63 Hz |
| # entradas digitales | 8(I1...I8) |
| # salidas digitales | 4(Q1...Q4) |
| Tensión de entrada L1 | Señal 0 <40V c.a. Señal 1 >79V c.a. |
| Intensidad de entrada para | Señal 0 >0.03mA Señal 1 <0.08mA |
| Tipos de las salidas | Salidas a relé |
| Lenguaje de programación | Compuertas lógicas |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

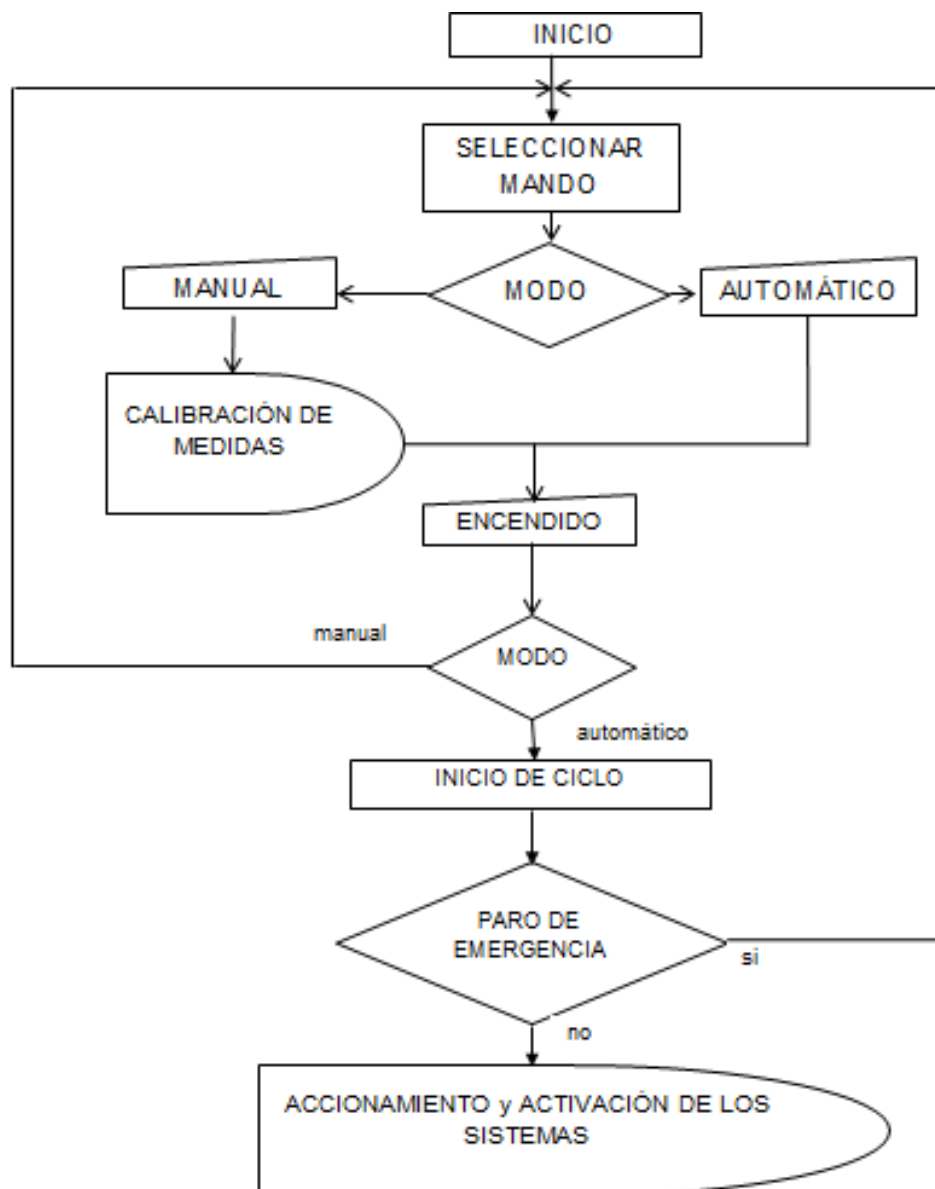
2.10. SELECCIÓN DEL LOGO TD

Se selecciona un LOGO TD con el propósito de controlar el sistema de transporte y recolección. (ANEXO G8)

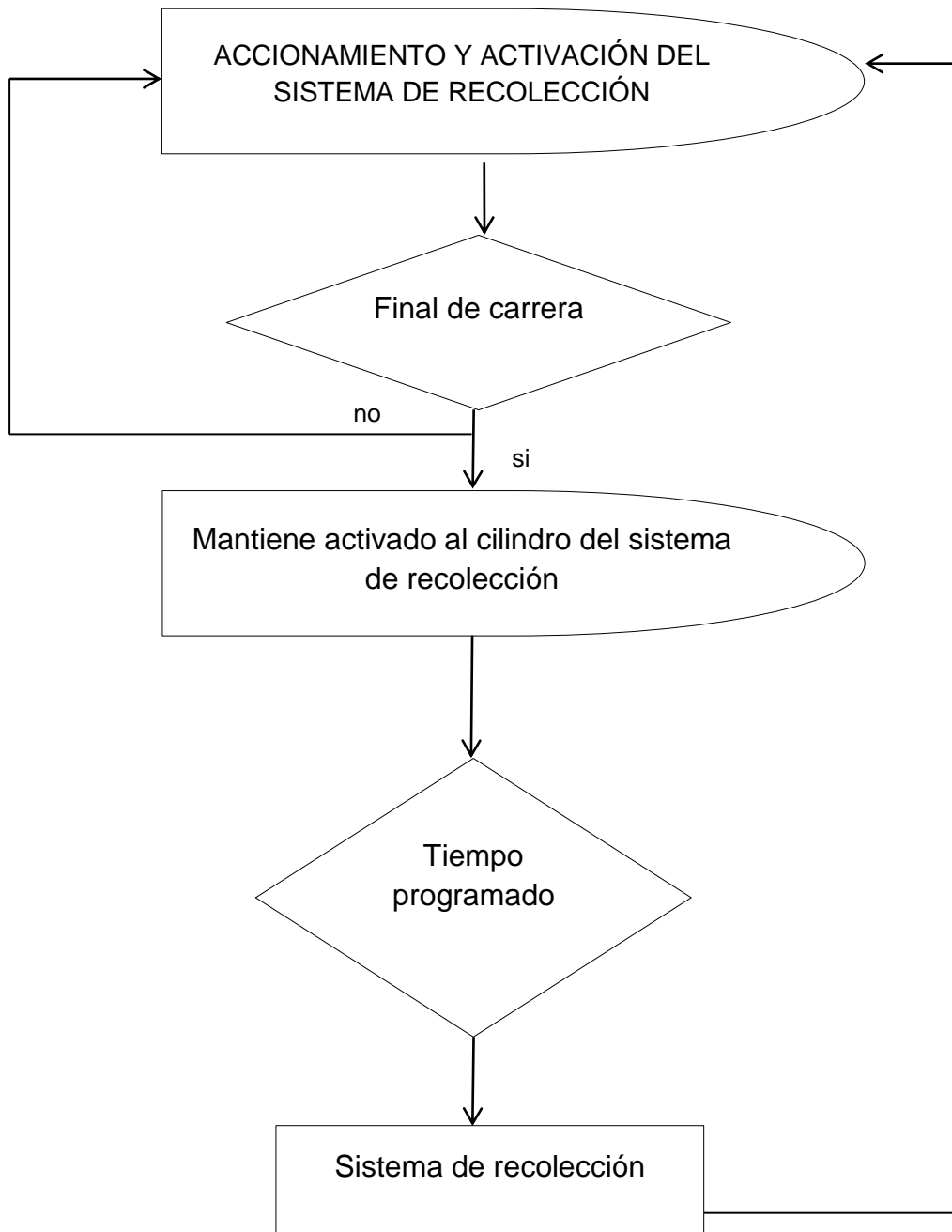
2.11. FLUJOGRAMA BÁSICO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE.

Este flujograma se diseñó con todos los parámetros que tiene tanto en la recolección como en la transportación para evitar daños en su funcionamiento.

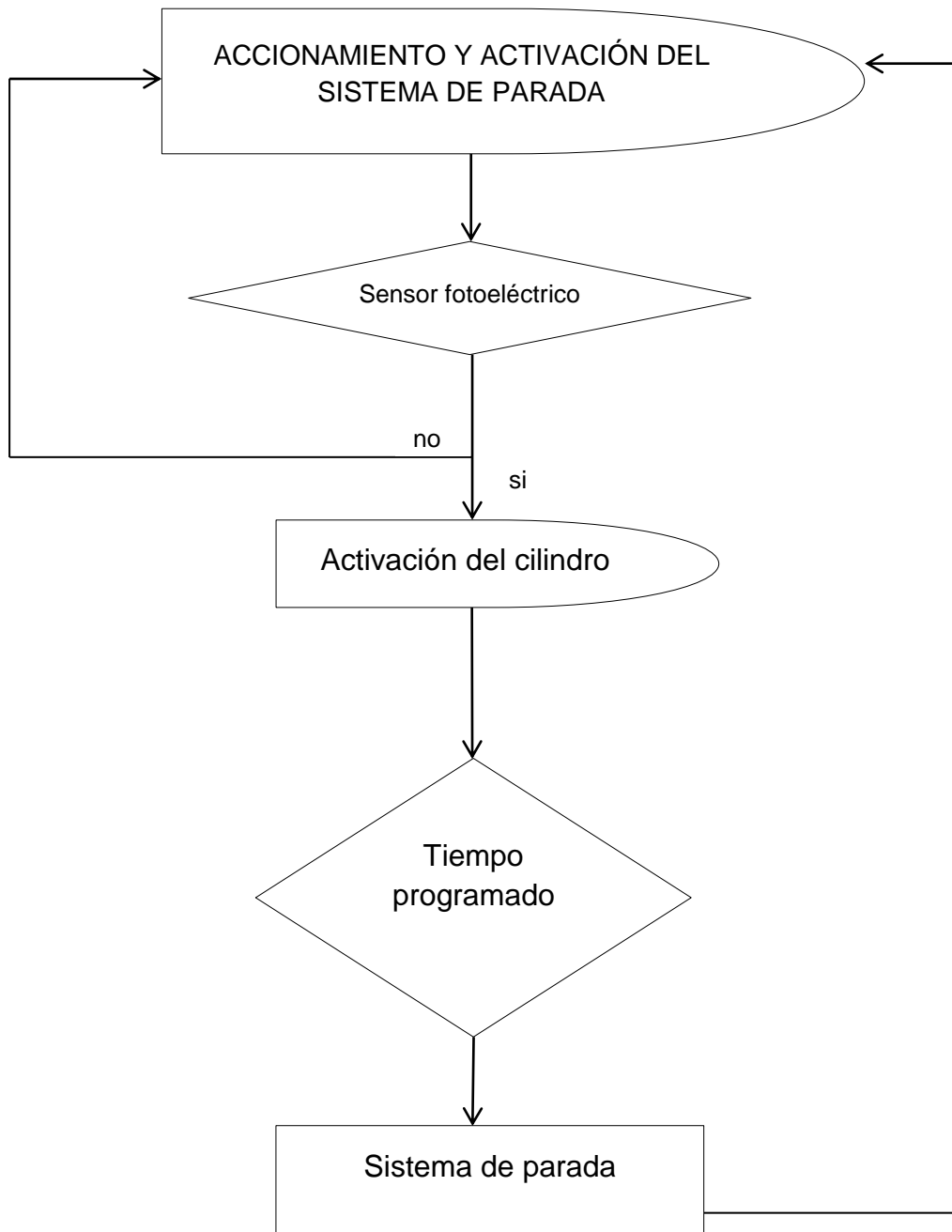
2.11.1. DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE ENVASES.



2.11.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE ENVASES.



2.11.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE PARADA DE ENVASES.



2.12. PROGRAMACIÓN EN EL LOGO! SOFT CONFORT V7.0.

El software Logo soft confort V7.0, es una plataforma para realizar circuitos de programación y simulación. Con estos parámetros se transfiere la información de la PC al PLC.

Pasos de la programación realizada:

- Dar un clic en el icono “nuevo”, aparece una ventana la cual se llena con los datos del proyecto escogiendo la tarea de esquema de contactos (KOP). (Figura 2.78).

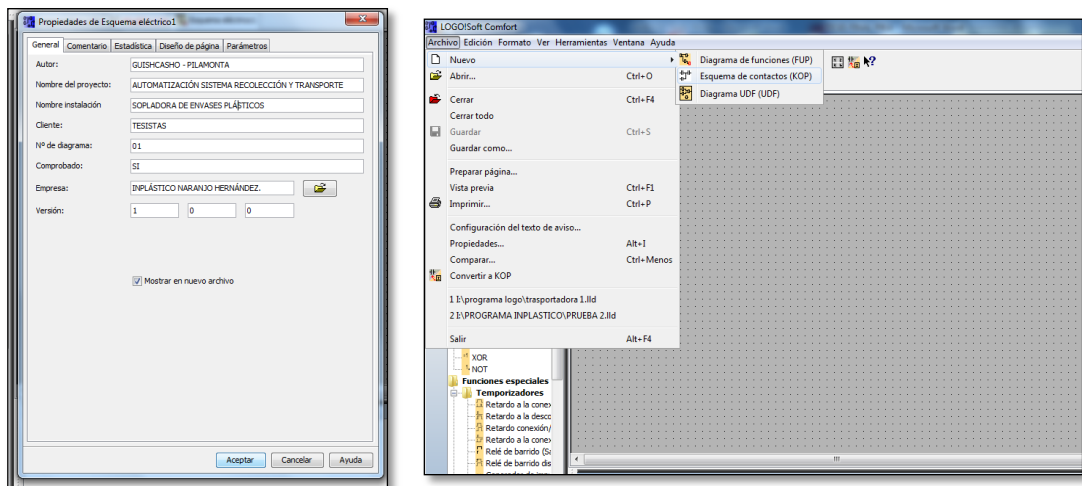


Figura 2.78 Nombre del proyecto y programación en KOP.

Fuente: Autores

- Se selecciona el dispositivo para proceder a programar, en la parte inferior derecha un doble clic en Hardware y se opta por versión OBA6, estándar y aceptar. (Figura 2.79)

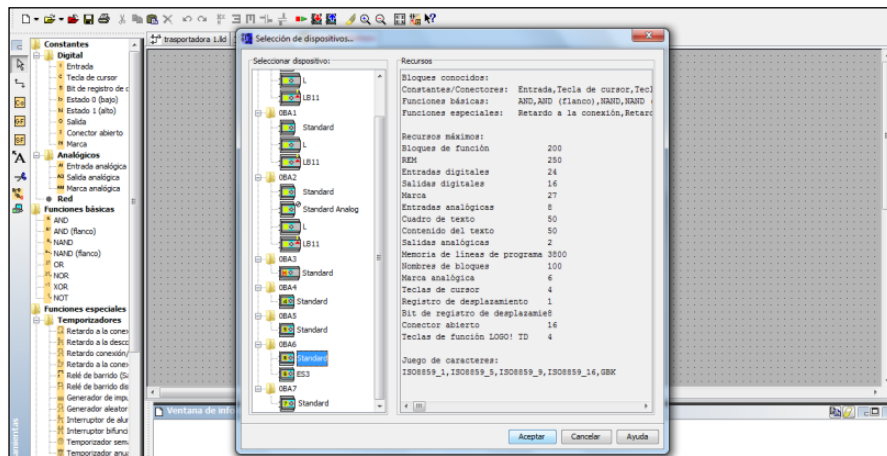


Figura 2.79 Programar en OBA6 estándar.

Fuente: Autores

- De acuerdo a las necesidades del proyecto se dirige al panel de trabajo y se escoge elementos de entradas, salidas, contactos, temporizadores etc., y se procede a realizar el esquema del sistema a implementar.

2.12.1. Descripción de los elementos.

| ENTRADAS | SALIDAS |
|---|--|
| I1: Selector físico en la posición manual | Q1: Válvula 5/2 del cilindro recolector derecho |
| I2: Selector físico en la posición automático | Q2: Válvula 5/2 del cilindro recolector izquierdo |
| I3: Final de carrera del cilindro recolector derecho | Q3: Válvula 5/2 del cilindro de detención de envases de la banda derecha |
| I4: Final de carrera del cilindro recolector izquierdo | Q4: Válvula 5/2 del cilindro de detención de envases de la banda izquierda |
| I5: Sensor fotoeléctrico banda derecha | AW0: Salida analógica, se utiliza para variar la frecuencia del variador de velocidad |
| I6: Sensor fotoeléctrico banda izquierda | |
| MARCAS DE BOBINAS | TEMPORIZADORES |
| M1 : Condición manual | T004: Tiempo de activación del cilindro recolector derecho (default 10 seg) |
| M2 : Condición automático | T002: Tiempo de activación del cilindro recolector izquierdo (default 10 seg) |
| M9 : Condición de retraso al bloqueo de paso de envases banda derecha | T009: Tiempo de demora para la desactivación del bloqueo de los envases de la banda derecha (default 4 seg) |
| M10 : Condición de retraso al bloqueo de paso de envases banda izquierda | |
| M15 : Condición de funcionamiento de paso de la banda derecha | T009: Tiempo de demora para la desactivación del bloqueo de los envases de la banda izquierda (default 4 seg) |
| M15 : Condición de funcionamiento de paso de la banda izquierda | |

| CONTADORES | BOTONES EXTRAS |
|--|--|
| C006: Contador de pulsos de incremento y decremento de la velocidad de la banda transportadora (default hasta 60Hz) | F1: Botón del LOGO TD, que activa el cilindro recolector derecho en manual |
| C007: Número de envases que pasan por la banda transportadora derecha. | F2: Botón del LOGO TD, que activa el cilindro recolector izquierdo en manual |
| C008: Número de envases que pasan por la banda transportadora izquierda | F3: Botón del LOGO TD, que decremento la velocidad de la banda transportadora |
| C010: Conteo de envases que pasan por la banda derecha para su bloqueo (default 4) | F3: Botón del LOGO TD, que incrementa la velocidad de la banda transportadora |
| C012: Conteo de envases que pasan por la banda izquierda para su bloqueo (default 4) | |
| FUNCIONES ESPECIALES | |
| SF001: Texto de aviso, permite visualizar lo programado en el LOGO directamente a la pantalla LOGO TD. | |
| SF005: Función aritmética, permite recoger el valor del contador de incrementos y decrementos C006 y multiplicarlo por un valor para direccionarlo a la salida analógica AW0. | |

2.12.2. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.

Las líneas de programación del sistema esta estimulado a seguir pasos como: condiciones en las posición manual o automático, tiempo de demora, activación del cilindro neumático, visualización en el LOGO TD, parámetros del contador y conteo de envases, parámetros de parada de envases en un cierto tiempo, estas líneas de programación en el PLC LOGO 230RC se observa en el ANEXO H.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO

La construcción es el proceso de armado del sistema que se diseñó, tanto mecánico como eléctrico, los elementos que componen el sistema de recolección y transporte se construye en base a planos de taller. También se toma en cuenta que exista en el mercado las diferentes partes seleccionadas y materia prima que conforman el sistema.

La parte mecánica, eléctrica y su selección se detallan en el capítulo II.

3.1 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS

3.1.1. SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y ALINEACIÓN.

El sistema de recolección, donde llegan los envases cuádruplex consta de partes móviles y fijas, las piezas mecánicas se diseñaron con el programa Solidwork para garantizar su diseño.

De la misma manera se seleccionó componentes y accesorios FlexLink para la implementación del sistema, a continuación se detalla el montaje de los elementos.

a. BRAZO DE SOPORTE.

Luego del análisis realizado con SolidWorks se selecciona el acero estructural ASTM A36, como el material más idóneo para la fabricación del brazo de soporte, donde van a estar acoplados los elementos del sistema de recolección. En la figura 3.1 se muestra el montaje.

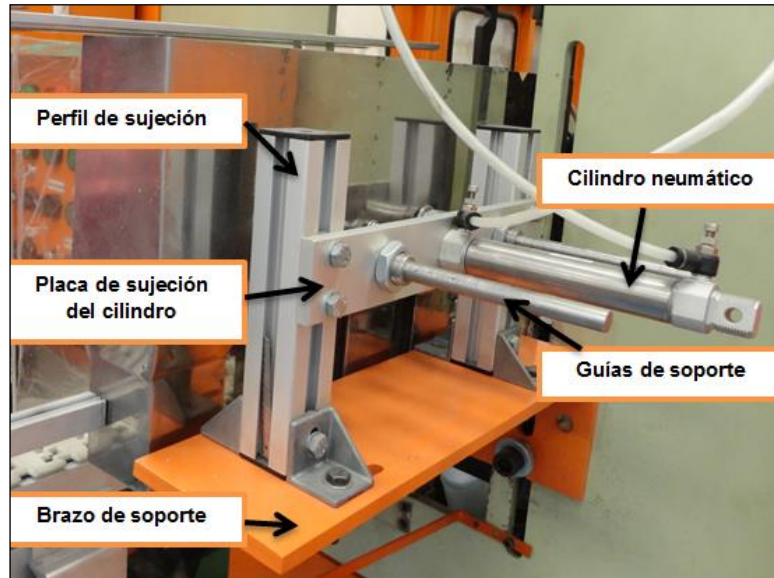


Figura 3.1 Montaje de los elementos.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

b. PERFIL DE SOPORTE DEL SISTEMA RECOLECCIÓN.

Los perfiles que sujeta al sistema están fijos con el brazo de soporte con el objetivo de mantener estable, el elemento implementado se aprecia en la figura 3.1.

c. PLACA DE SUJECIÓN DEL CILINDRO.

Ésta placa mantiene fijo el cilindro neumático y los rodamientos, será de fácil maniobra para calibrar la distancia vertical del sistema. En la figura 3.1 se observa el montaje.

d. CILINDRO NEUMÁTICO.

El cilindro neumático tendrá como finalidad mover en forma horizontal a la placa de alineación y al sistema de recolección de envases, estará calibrado de acuerdo a los parámetros programados en el PLC. (Figura 3.1)

e. GUÍAS DE SOPORTE.

Luego del análisis de diseño, se selecciona el acero inoxidable AISI 316 para la fabricación de las guías donde van acoplados los sistemas de recolección y alineación de envases, este elemento guía y soporta el peso del sistema. En la figura 3.1, se muestra el montaje.

f. PLACA DE ALINEACIÓN.

Luego del análisis realizado con SolidWorks se selecciona el material de aluminio 1060, para la elaboración de la placa de alineación, este componente consiste en alinear envases de 37 gr, para que siga el orden de envío en la banda transportadora, en la figura 3.2, se puede apreciar el montaje.

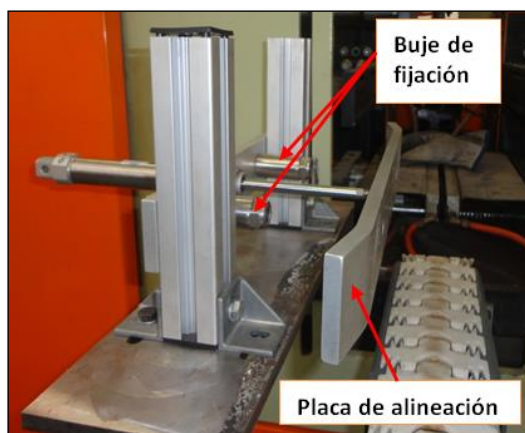


Figura 3.2 Montaje de la placa de alineación y buje de fijación
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

g. BUJE DE FIJACIÓN.

Luego del diseño con el software solidwork se selecciona el acero inoxidable AISI 316 para la elaboración de los bujes, estos componentes tendrán como objetivo encaminar linealmente las guías de soporte. (Figura 3.2)

h. SISTEMA RECOLECCIÓN DE ENVASE DE 15 gr.

Este sistema tipo embudo se construye con una plancha de acero inoxidable AISI 316, la finalidad es recolectar los envases pequeños que bajan a la banda transportadora y envíe de una manera suave y versátil para evitar caídas innecesarias, en la figura 3.3, se observa el montaje del sistema construido.



Figura 3.3 Montaje del sistema de recolección
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

i. EL ACRÍLICO.

El propósito del acrílico es evitar la caída de los envases al otro extremo y cada perfil sostendrá a la misma, en la figura 3.4 se muestra el montaje del acrílico.

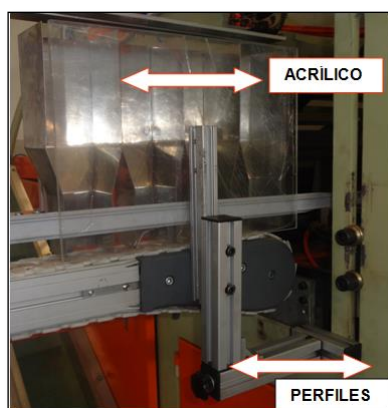


Figura 3.4 Montaje del acrílico.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

3.1.2. SISTEMA DE TRANSPORTE

La estructura básica de los transportadores FlexLink consta de cinco grupos de componentes:

- Estructura de soporte
- Perfiles del transportador, secciones rectas y curvas.
- Unidades de tracción y de reenvío
- Cadena
- Otros accesorios (perfil guía, etc.)

3.1.2.1. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE

La primera etapa del proceso de montaje consiste en montar la estructura de soporte que está formada por pies, perfiles de soporte y conectores de perfiles.

a. PIES REGULABLES.

Se introduce los tornillos de cabeza hexagonal y las arandelas en los orificios practicados en el lateral de los pies, luego se desliza las regletas de conexión dentro de las ranuras en T de los perfiles estructurales, seguido se levanta el perfil desde la parte inferior del pie 50 mm aproximadamente, para dejar un margen y poder regular la altura, y al final se aprieta los tornillos. En la figura 3.5, se muestra el montaje.

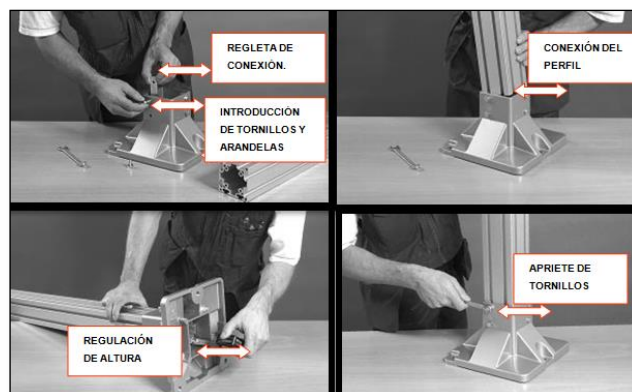


Figura 3.5 Montaje del pie regulable.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

b. PERFIL DE SOPORTE PARA LA BANDA.

Los perfiles de soporte van montados con la estructura de la banda por medio de bridas, este perfil soportará los pesos del sistema de transporte, en la figura 3.6, se visualiza los perfiles seleccionados.

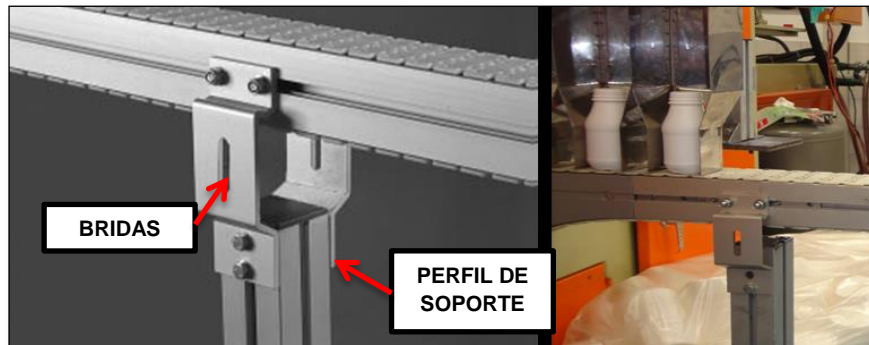


Figura 3.6 Montaje del perfil del transportador.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

c. MONTAJE DE BRIDAS PARA PERFILES DEL TRANSPORTADOR

Se comienza armando los perfiles estructurales por medio de bridas con el objetivo de unir el sistema de transporte. (Figura 3.6)

3.1.2.2. MONTAJE DE PERFILES DEL TRANSPORTADOR

Esta etapa consiste en conectar perfiles tantos tramos rectos y curvas. A continuación se detalla los pasos para el montaje.

- Se conecta dos extremos de perfiles del transportador introduciendo regletas de conexión en las ranuras en T de los perfiles. Asegúrese de introducir dos regletas de conexión por cada unión de los perfiles. (Figura 3.7)

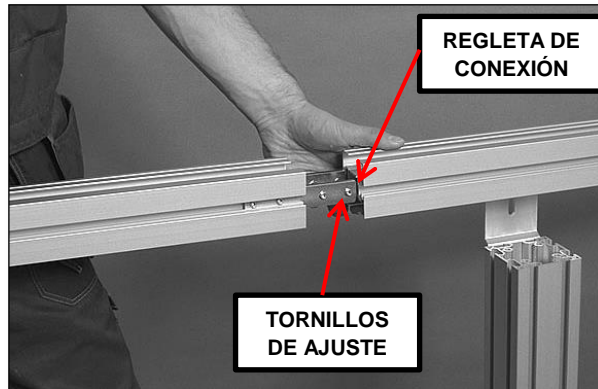


Figura 3.7 Montaje de regletas, conexión y tornillos de ajuste.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

- Se toma en cuenta de que los tornillos de ajuste no impidan el deslizamiento de las regletas de conexión hasta ocupar su posición. (Figura 3.7)
- Utilizando una llave allen se aprieta los tornillos de ajuste. Al culminar estos pasos se procede a montar la estructura completa de perfiles del transportador siguiendo el mismo procedimiento. (Figura 3.8)



Figura 3.8 Apriete de tornillos de ajuste.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

a. MONTAJE RIEL DE DESLIZAMIENTO.

El riel de deslizamiento se acopla a los laterales del perfil del transportador con el propósito de reducir la fricción de la cadena en los lugares en que, ésta estaría en contacto directo con el contorno del perfil. Es muy importante que el riel de deslizamiento se instale correctamente

para que la cadena pueda moverse sin interrupción al momento de su accionamiento. (Figura 3.9)

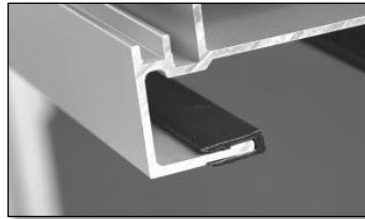


Figura 3.9 Riel de deslizamiento.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

b. MONTAJE DE CURVA ANTI-FRICCIÓN DE 90° y 45°.

Las curvas anti-fricción son componentes utilizados para guiar a las cadenas en un cierto ángulo. En la figura 3.10, se observa las curvas implementadas.

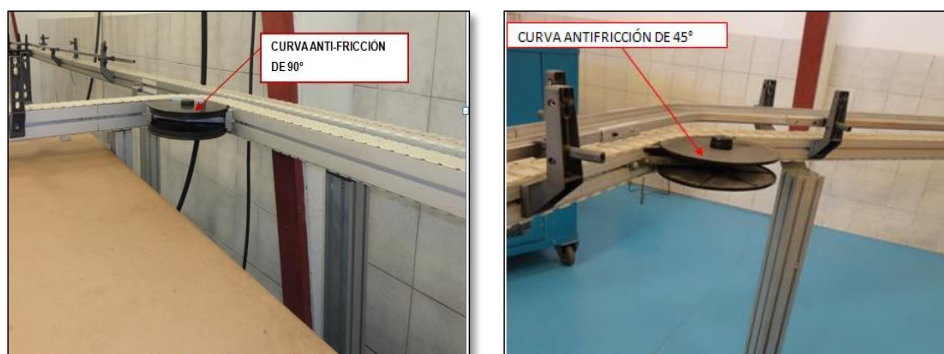


Figura 3.10 Montaje de la curva anti-fricción de 90° y 45°.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

3.1.2.3. MONTAJE DE LA UNIDAD DE TRACCIÓN Y UNIDAD DE REENVÍO.

La tercera etapa consiste en montar la unidad de tracción y unidades de reenvío en la estructura. Se debe recordar que las unidades de tracción no deben empujar las cadenas de los transportadores, sino “tirar”.

a. MONTAJE DE LA UNIDAD DE TRACCIÓN Y MOTOR.

De acuerdo a los cálculos y selección del motor se implementa los motores disponibles en la empresa marca **BRUCHSAL** que son motores con reductores incluidos con embrague directo la cual se conecta junto con la unidad de tracción, el montaje se observa en la figura 3.11.

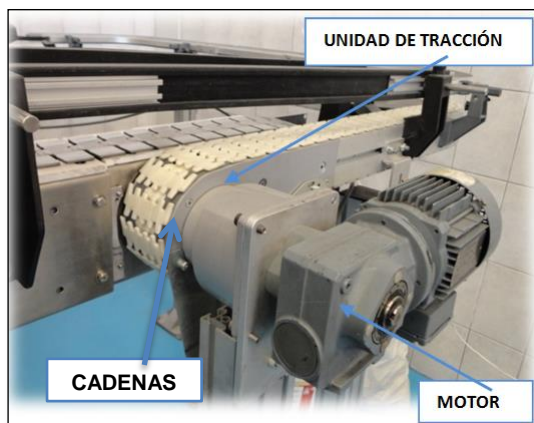


Figura 3.11 Montaje de la unidad de tracción y motor.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

b. MONTAJE DE LA UNIDAD DE REENVÍO.

Las unidades de reenvío se utilizan para guiar la cadena del transportador en el lado de retorno. En la figura 3.12, se visualiza el montaje.



Figura 3.12 Montaje de la unidad de reenvío.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

3.1.2.4. MONTAJE DE LA CADENA.

El montaje de la cadena se realiza retirando la cubierta protectora de la transmisión de la unidad de tracción y se debe dejar libre el embrague para desplazarse la cadena a lo largo del transportador. En la figura 3.11 se visualiza el montaje.

3.2. MONTAJE E IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS

Se montan pistones neumáticos de doble efecto, mangueras, conectores etc, con el propósito de mover mecanismos utilizando aire comprimido para la transmisión de energía, en la figura 3.13, se observa.



Figura 3.13 Montaje de elementos neumáticos.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

3.3. MONTAJE DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Para el montaje del régimen eléctrico se opta por tomar en cuenta los diagramas de control y de fuerza para cablear y conectar de una manera clara y eficaz en el tablero de control. (Tabla 3.1)

Tabla 3.1 Lista de elementos eléctricos y electrónicos.

| CANT. | DESCRIPCIÓN | CANT. | DESCRIPCIÓN |
|-------|---|-------|--|
| 1 | Tablero de control 40 x 40 x 20 (cm) | 1 | Tablero de control 25 x 50 x 20 (cm) |
| 1 | PLC Siemens LOGO! | 1 | Contactador Metal-Mec de 10 A |
| 1 | Módulo de salidas análogas | 2 | Selectores de 2 posiciones |
| 1 | LOGO! TD, 24 Vdc | 1 | Selectores de 3 posiciones |
| 1 | Fuente de Corriente 24 Vdc | 200 | Mtrs. Cable # 18 AWG negro |
| 4 | Relé auxiliares 220VAC | 100 | Mtrs. Cable # 20 AWG blanco |
| 2 | Relé auxiliares 24VDC | 2 | Electroválvulas 5/2, 220 Vac |
| 1 | Riel DIN de 35mm x 1m | 2 | Sensores Fotoeléctrico |
| 2 | Paquetes de maquillas plásticas | 2 | Luces indicadoras color verde y rojo, 220 Vac |
| 2 | Breaker de 16A y 6A | | |

Con estos parámetros estimulados se procedió a cablear cada uno de los elementos desde la línea principal de 220 VCA al tablero eléctrico de fuerza. (Figura 3.14)

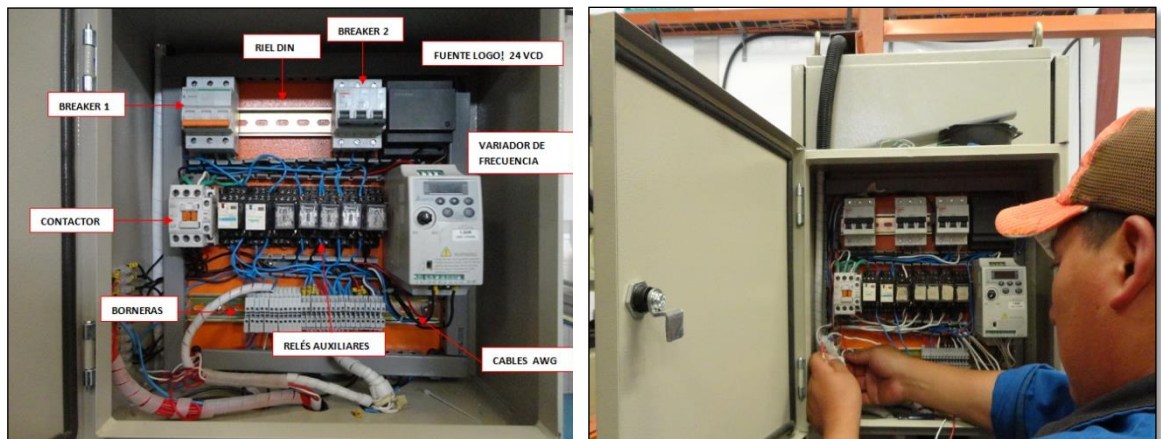


Figura 3.14 Tablero eléctrico de fuerza.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

3.3.1. IMPLEMENTACIÓN DEL CIRCUITO DE MANDO Y CONTROL.

Se realizó el cableado del tablero de control, con el uso de conductores AWG # 18 e implementación de circuito electrónico LOGO!230RC, módulo análogo y el LOGO TD!, en la figura 3.15, se observa.



Figura 3.15 Tablero de control.
Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

3.3.2. MONTAJE DE LOS FINALES DE CARRERA Y SENSORES FOTOELÉCTRICOS.

Los finales de carrera se montaron sobre el brazo de salida de envases de la máquina sopladora, con el objetivo de controlar la señal del sistema de recolección y alineación. Los sensores fotoeléctricos se adaptaron en el sistema de transporte, en la figura 3.16, se observa el montaje.



Figura 3.16 Finales de carrera y sensor fotoeléctrico.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

3.4. CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO.

Este procedimiento consiste en presentar la comparación de un estándar de medición del sistema de recolección y transporte, establecer funciones sincronizados para que no exista fallas al momentos de puesta en marcha.

3.4.1. CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN.

- **Final de carrera.-** En este proceso los finales de carrera son sincronizados alternamente de acuerdo al funcionamiento de los brazos de la máquina sopladora que son activados por la misma, el cual envía la señal al PLC para que se ejecute el control de la electroválvula 5/2.
- **Electroválvula 5/2.-** Este elemento tiene la función de controlar el flujo del sistema de recolección, aliniación y parada de envases.

- **Cilindro neumático para alineación y recolección.-** Este elemento consiste en producir carreras de trabajo de salida y retroceso del émbolo calibrado en 100mm.

3.4.2. CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE PARADA DE ENVASES.

- **Sensor fotoeléctrico.-** La calibración de este dispositivo consiste en enviar señales de conteo (número de envases) y calibrar tiempos por medio del PLC para que los envases no se apilen, de esa manera sigan la secuencia lineal a la banda.

3.4.3. CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.

- **Banda transportadora.-** Este sistema consiste en calibrar la velocidad por medio del variador de frecuencia, para que los envases se transporten en forma lineal hacia la fajilladora.

3.5. PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO.

Al cumplir los requerimientos del diseño, construcción y montaje de los elementos se realiza las pruebas de cada uno de ellos con el objetivo de obtener resultados.

3.5.1. PRUEBAS MECÁNICAS.

a. SISTEMA DE ALINEACIÓN Y RECOLECCIÓN DE ENVASES.

En este parámetro se realizaron dos pruebas , la alineación para envases de 37 gr y recolección de envases de 15 gr.

- **PRUEBAS DE ALINEACIÓN DE ENVASES PARA 37 gr.**

Esta prueba se realizó para que los envases de 37 gr no se desplieguen al otro extremo y transportar en forma lineal en la banda. (figura 3.17)



Figura 3.17 Alineación de envases de 37 gr.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

- **PRUEBAS DE RECOLECCIÓN DE ENVASES PARA 15 gr.**

Esta prueba se realizó de manera manual debido a que la máquina sopladora no se encuentra en funcionamiento, razón por la cual se opta por colocar envases manualmente en el brazo de salida de envases de la máquina sopladora y se procede a realizar las pruebas de recolección. (Figura 3.18)

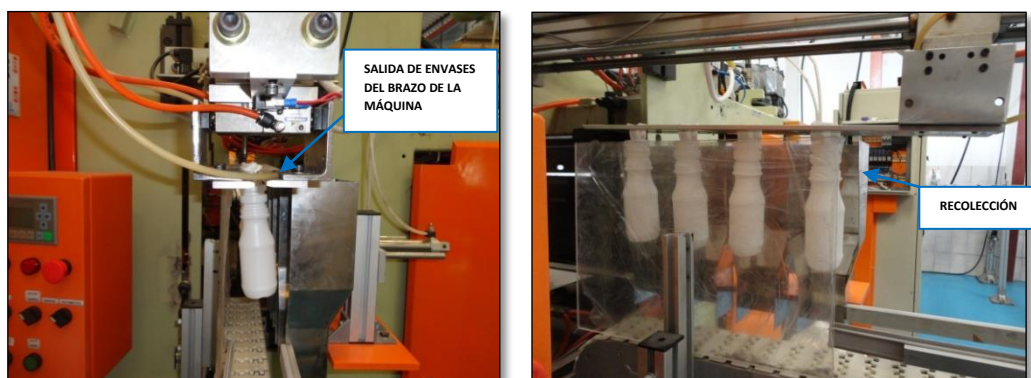


Figura 3.18 Recolección de envases de 15 gr.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

b. PRUEBAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.

Las pruebas se realizaron transportando envases de diversos tamaños y generando un control de velocidad con el variador de frecuencia, estableciendo de esta manera un lineamiento eficaz.

3.5.2. PRUEBAS NEUMÁTICAS.

a. CILINDRO NEUMÁTICO DE ALINEACIÓN Y RECOLECCIÓN.

Estas pruebas se realizaron con una apertura acorde al tiempo de salida del brazo de la máquina sopladora cumpliendo el objetivo de abrir el vástago para alinear y recolectar en un tiempo de espera de 10 segundos.

b. CILINDRO NEUMÁTICO DE PARADA Y SENSOR FOTOELÉCTRICO

Estas pruebas se realizó enviando envases de un extremo al otro, parametrizando señales con el sensor fotoeléctrico obteniendo de esta manera señales de conteo de envases cuádruplex y tiempos de demora para abrir y cerrar los pistones de parada tanto del lado derecho como izquierdo.

3.5.3. PRUEBAS ELÉCTRICAS

a. PRUEBA DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE.

Para la alimentación de todo el sistema se selecciona el selector general en modo de encendido dando paso a la energía eléctrica de 220 VAC, posee un paro de emergencia para desconectar todo el sistema en caso de fallas. Para establecer el funcionamiento en modo manual o automático se selecciona un selector de tres posiciones.

b. PRUEBA DE LUCES INDICADORAS.

Estos elementos son de mucha importancia para el funcionamiento, con esto se visualiza al momento de poner en marcha el sistema indicando una luz de color verde, de la misma manera con la luz roja se establece un parámetro de falla. (Figura 3.15)

3.5.4. PRUEBAS DE CONTROL EN EL LOGO TD.

En el LOGO TD se observa el conteo de envases. Al pulsar F1 y F2, del panel se comprobó la salida de los sistemas de recolección del lado derecho e izquierdo en modo manual. Al pulsar F3 y F4 se verifica el decremento o incremento de la frecuencia del motor. (Figura 3.19)



Figura 3.19 Prueba de variación de frecuencia con la TD.
Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

3.6. RESULTADOS.

Los resultados generales se realizará por cuenta de la empresa Naranja Hernández, al momento de construir moldes cuadruplex tanto de 37 gr, como de 15 gr, y obtener resultados favorables para la empresa.

3.7. ANÁLISIS ECONÓMICO.

El análisis económico pretende conocer en cuanto tiempo se recuperará el dinero invertido en el proyecto, en las siguientes (tablas 3.2 - 3.3), se mostrarán los precios de construcción, implementación tanto mecánicos y eléctricos.

Tabla 3.2 Lista de precios de elementos mecánicos y neumáticos.

| Elemento | Unid. | Precio | Total |
|---|--------------|---------------|-----------------|
| Plancha de acero inoxidable. | 1 | 120 | 120 |
| Plancha de acero 260x125x8 mm | 2 | 45 | 90 |
| Perfiles de aluminio de transporte (3 m) : 3.030 ±5 mm | 9 | 525 | 4725 |
| Perfiles de soporte 88x88 ligero (3 m)(3.030 ±5 mm) | 10 | 645 | 6450 |
| Cadenas X85 incluye (Bulón y pasador) | 1560 | 1,87 | 2917,2 |
| Pies regulables para perfil de soporte de 88 mm | 17 | 57,24 | 937,08 |
| Regletas de conexión con tornillos sin cabeza XSCJ 6X160 | 40 | 0,85 | 34 |
| Brida para los perfiles-aluminio, para el perfil de soporte vertical de 88 mm. | 20 | 6,33 | 126,6 |
| Tracción directa ,embrague deslizante | 2 | 145 | 290 |
| Unidad de reenvío terminal | 2 | 56 | 112 |
| Perfil guía de 15 mm de aluminio. (3 m) | 10 | 12 | 120 |
| Cubierta para perfil guía de 15 mm de aluminio. (3m) | 10 | 8 | 80 |
| Guías de deslizamiento de plásticos, estrechas de 25 m. | 4 | 33.4 | 133,6 |
| Pomo en estrella (10 unidades) | 2 | 47,25 | 94,5 |
| Soporte de brida para perfil guía | 30 | 12.23 | 366,9 |
| Mordaza para soporte de guías | 30 | 4,45 | 133,5 |
| Curva anti-fricción de 90 °C | 5 | 85,94 | 429,7 |
| Curva anti-fricción de 45 °C | 2 | 86 | 172 |
| Escuadra, fundida a presión 42x42x38 | 15 | 0,64 | 9,6 |
| Fijaciones. (pernos, tuercas arandela) | 100 | 0,46 | 46 |
| Electroválvulas 5/2 | 4 | 30 | 120 |
| Cilindro neumático | 2 | 120 | 240 |
| Mangueras de poliuretano de 6 mm (30 m) | 1 | 60 | 60 |
| Mangueras de poliuretano de 10 mm (30 m) | 1 | 75 | 75 |
| Acoples rectos y en T | 20 | 1,50 | 30 |
| Controlador de flujo | 8 | 4,20 | 33,60 |
| Gastos varios | 1 | 400 | 400 |
| | | Total | 18316,28 |

Elaborado por: Roberto Guishcacho y Javier Pilamonta

Tabla 3.3 Lista de precios de elementos eléctricos

| Elemento | Unidades | Precio | Total |
|------------------------------|-----------------|---------------|---------------|
| Cable #18 AWG | 200 m | 35 | 70 |
| Cable #20 gemelo | 100 | 60 | 60 |
| Marquillas plásticas | 2 cajas | 30 | 60 |
| Canaletas ranuradas 40x60 mm | 2 m | 1.5 | 3 |
| Tablero de (40*40*20) mm | 1 | 50 | 50 |
| Tablero de (25*50*20) mm | 1 | 40 | 40 |
| LOGO!230 RC | 1 | 280 | 280 |
| Módulo de análogos | 1 | 90 | 90 |
| Fuente de poder SIEMENS | 1 | 87 | 87 |
| Pantalla LOGO!TD | 1 | 90 | 90 |
| Relés Auxiliares AC | 4 | 3 | 12 |
| Breaker | 2 | 35 | 70 |
| Borneras | 24 | 0,97 | 23,28 |
| Contactador | 1 | 30 | 30 |
| Relé LRD07 | 2 | 20 | 40 |
| Selector(1NA+NC) | 1 | 2,50 | 2,50 |
| Selector de 3 posiciones | 2 | 3,50 | 7 |
| Pulsador tipo hongo | 1 | 2,50 | 2,50 |
| Sensor Fotoeléctrico. | 2 | 250 | 500 |
| Variador de frecuencia VFD-L | 1 | 350 | 350 |
| Luces indicadoras | 2 | 1,50 | 3 |
| Relés auxiliares 24VDC | 2 | 8 | 16 |
| Motor BRUCHSAL ½ HP | 2 | 457 | 914 |
| | | Total | 2800,2 |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta

Con estas tablas se calculará el gasto total que es la suma de todos los elementos tanto mecánicos como eléctricos y otros materiales, como se detalla en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Costo total de los materiales utilizados.

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Materiales mecánicos | 18316,2 |
| Materiales eléctricos | 2800,2 |
| Total | 21116,5 \$ |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

3.7.1. GASTOS DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de la máquina sopladora tendrá un costo adicional, debido a la energía eléctrica utilizada y a la mano de obra de los operarios, ciertos gastos se calcula:

$$P = \frac{1/2 \text{ HP} * 746 \text{ W}}{0,8} = 446,25 \text{ W} \cong 0,44 \text{ kw}$$

Como se conecta dos motores en cada hora de trabajo será $= \frac{0,89 \text{ kw}}{\text{h}}$

Cada hora está estimado kw/h con un promedio de 0,092ctv es decir que cada hora de trabajo va a costar $0,08211 \text{ \$/h}$, la máquina va a trabajar 8 horas diarias entonces el costo de trabajo diario será:

$$\text{Costo diaria} = 0,08211 \frac{\$}{\text{h}} * 8 \text{ h} = 0,65 \$$$

$$\text{Costo mensual} = 0,65688 \frac{\$}{\text{día}} * 30 \text{ días} = 19,70 \$$$

$$\text{Costo anual} = 19,7064 \frac{\$}{\text{mes}} * 12 \text{ meses} = 236,47 \$$$

Este costo se debe adicionar por motivo de funcionamiento, e incluso se suma el salario de los operarios, se va a requerir un operario, el sueldo es de 300 dólares mensuales.

Se deberá calcular los gastos del aporte al IESS, décimo tercero y décimo cuarto sueldo, según el código laboral ecuatoriano⁴⁷, entonces:

Aporte al IESS: El aporte al IESS será de un 12,15% mensual entonces:

⁴⁷<http://codigo-laboral-ecuatoriano.html>

$$\text{IESS} = 318 \$ * 0,12\% = 38,637$$

$$\text{IESS} = 356,637 \$$$

- **Décimo Tercero:** Este pago se realiza hasta el 24 de diciembre de cada año que equivale a la doceava parte por el empleado durante el período comprendido entre el 1 de diciembre del año anterior y el 30 de noviembre del año en curso.

$$\text{Décimo tercer} = \frac{356,6 * 12}{12} = 356,6$$

- **Décimo cuarto:** Se cancela hasta el 15 de agosto de cada año, en la regiones Sierra y Oriente, y hasta el 15 de marzo en las regiones Costa e Insular, y corresponde a un valor equivalente a un salario mínimo. De acuerdo al salario mínimo vigente actualmente equivale a \$318,00.

$$\text{Décimo cuarto} = 318 \$$$

Por tanto el sueldo anual del trabajador será la suma de todos los valores ya mencionados:

$$\text{Sueldo operario anual} = 356,63 \$ * 12 + 356,67 \$ + 318 \$$$

$$\text{Sueldo operario anual} = 4954,28 \$$$

Costos de funcionamiento de la máquina:

$$P = \frac{75 \text{ HP} * 746 \text{ W}}{0,8} = 69937,5 \text{ W} \cong 69,9 \text{ kw}$$

Cada hora está estimado kw/h con un promedio de 0,1 ctv es decir que cada hora de trabajo va a costar $6,9 \text{ \$/h}$, la máquina va a trabajar 8 horas diarias entonces el costo de trabajo diario será:

$$\text{Costo diaria} = 6,9 \frac{\$}{\text{h}} * 8 \text{ h} = 55,2 \$$$

$$\text{Costo mensual} = 55,2 \frac{\$}{\text{dia}} * 30 \text{ días} = 1656 \$$$

$$\text{Costo anual} = 1656 \frac{\$}{\text{mes}} * 12 \text{ meses} = 19872 \$$$

Entonces el gasto de funcionamiento es de:

$$\text{G. F. anual} = 236,4 \$ + 4954,2 + 19872 \$$$

$$\text{Gastos de funcionamiento} = 25062,6 \$$$

- **Ingreso anual.**-Según la producción cada envase de 37 gr de 1 litro está en un valor de ocho centavos y medio de dólares, a continuación se obtendrá el valor de ingreso anual, primero se calculará el número de envases anuales esto se lo realiza sabiendo que en cada hora se obtendrá 600 envases y la máquina funcionara las 8 horas.

$$\text{Env. diarias: } 600 \frac{\text{Env}}{\text{hora}} * 8 \text{ horas} = 4.800 \text{ Envases.}$$

$$\text{Env mensuales: } 4.800 \frac{\text{Env}}{\text{dias}} * 30 \text{ días} = 144.000 \text{ Envases.}$$

$$\text{Env. anuales: } 144.000 \frac{\text{Env}}{\text{mes}} * 12 \text{ meses} = 1'728.000 \text{ Envases.}$$

Para calcular los ingresos se multiplica el número de envases por el precio de venta que es 0.08 centavos de dólar.

$$\text{Ingreso mensual} = 144.000 * 0,085 \frac{\$}{\text{Env}} = 12240 \$$$

$$\text{Ingreso anual} = 1'728.000 * 0,085 \frac{\$}{\text{Env}} = 146880 \$$$

3.7.2. FLUJO DE CAJA.

Se considera como la cantidad de dinero que fluye dentro y hacia afuera de una empresa, esto se realiza con una proyección estimada de 5 años, y se considera los siguientes parámetros. (Tabla 3.5)

Tabla 3.5 Inversión inicial del proyecto

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Inversión inicial total | 21116,56 \$ |
|--------------------------------|--------------------|

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

a. PROYECCIÓN DE INVERSIÓN EN UN AÑO.

Esta proyección se realiza tomando en cuenta el pago a los trabajadores, costos indirectos y el material de fabricación que es polietileno granulado (tabla 3.6). En la tabla 3.7, se muestra la proyección.

Tabla 3.6 Proyección de consumo de polietileno en un año.

| Precio anual del polietileno granulado | | |
|---|--------------------------|-----------------|
| Cantidad | Tiempo de consumo | Precio |
| 125 Kg | 1 Día (8 horas) | 212,50 \$ |
| | 30 Días | 6375 \$ |
| | 1 Año | 76500 \$ |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

Tabla 3.7 Proyección de inversión para un año.

| | |
|---|---------------------|
| Material para fabricación (polietileno) | 76500 \$ |
| Mano de obra directa | 4954,28 \$ |
| Consumo eléctrico | 20108,4 \$ |
| Gasto del proyecto | 21116,56 |
| Otros costos (mantenimiento, reparación, etc) | 4704 \$ |
| Inversión del año 1 | 127383,88 \$ |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

b. CÁLCULO DE FLUJOS DE CAJA.

Para los cálculos se estima los siguientes puntos.

- El precio del producto con un costo de ocho centavos y medio de dólar y la ganancia estimada en un año que es de \$146.880.
- La tasa de interés para el producto empresarial viene dado por el BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. (tabla 3.8)

Tabla 3.8 Tasa de interés activas efectivas vigentes.

| ABRIL 2013 (*) | | | |
|--|---------|---|---------|
| 1. TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS VIGENTES | | | |
| Tasas Referenciales | | Tasas Máximas | |
| Tasa Activa Efectiva Referencial para el segmento: | % anual | Tasa Activa Efectiva Máxima para el segmento: | % anual |
| Productivo Corporativo | 8.17 | Productivo Corporativo | 9.33 |
| Productivo Empresarial | 9.53 | Productivo Empresarial | 10.21 |
| Productivo PYMES | 11.2 | Productivo PYMES | 13.83 |
| Consumo | 15.91 | Consumo | 16.3 |
| Vivienda | 10.64 | Vivienda | 11.33 |
| Microcrédito Acumulación Ampliada | 22.44 | Microcrédito Acumulación Ampliada | 25.5 |
| Microcrédito Acumulación Simple | 25.2 | Microcrédito Acumulación Simple | 27.5 |
| Microcrédito Minorista | 28.82 | Microcrédito Minorista | 30.5 |
| 2. TASAS DE INTERÉS PASIVAS EFECTIVAS PROMEDIO POR INSTRUMENTO | | | |
| Tasas Referenciales | | Tasas Referenciales | |
| | % anual | | % anual |
| Depósitos a plazo | 4.53 | Depósitos de Ahorro | 1.41 |
| Depósitos monetarios | 0.6 | Depósitos de Tarjetahabientes | 0.63 |
| Operaciones de Reporto | 0.24 | | |

Fuente: BANCO CENTRAL DEL ECUADOR.

La amortización es la reducción parcial de los montos de una deuda en un plazo determinado de tiempo. Considerando la inversión inicial de 21116,56 \$, y un interés de producto empresarial de 9.53 % anual las cuotas a pagar se observa en la tabla 3.9.

Tabla 3.9. Amortización de préstamos.

| CUADRO DE AMORTIZACIÓN DE PRÉSTAMOS | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------|--|--|------------|-----------|---------------|--|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------|--------------|------------------|
| importe | 21.117 | | | | | | | | | | | | | | |
| años | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| comisión de apertura | 0,00% | | | | | | | | | | | | | | |
| interés nominal | 9,53% | | | | | | | | | | | | | | |
| periodo de pago | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| tipo amortización | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| cuotas constantes | | | | | | | | | | | | | | | |
| coste efectivo | | 9,53% | www.economia-excel.com | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PAGOS TOTALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRINCIPAL</td> <td>21.116,56</td> </tr> <tr> <td>INTERESES</td> <td>6.037,22</td> </tr> <tr> <td>COMISIÓN</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>27.153,78</td> </tr> </tbody> </table> | | | | PAGOS TOTALES | | PRINCIPAL | 21.116,56 | INTERESES | 6.037,22 | COMISIÓN | 0,00 | TOTAL | 27.153,78 |
| PAGOS TOTALES | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRINCIPAL | 21.116,56 | | | | | | | | | | | | | | |
| INTERESES | 6.037,22 | | | | | | | | | | | | | | |
| COMISIÓN | 0,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 27.153,78 | | | | | | | | | | | | | | |
| años | cuota | intereses | amortización | amortizado | pendiente | | | | | | | | | | |
| 0 | | | | | 21.116,56 | | | | | | | | | | |
| 1 | 6.235,72 | 2.012,41 | 4223,31 | 4.223,31 | 16.893,25 | | | | | | | | | | |
| 2 | 5.833,24 | 1.609,93 | 4223,31 | 8.446,62 | 12.669,94 | | | | | | | | | | |
| 3 | 5.430,76 | 1.207,44 | 4223,31 | 12.669,94 | 8.446,62 | | | | | | | | | | |
| 4 | 5.028,28 | 804,96 | 4223,31 | 16.893,25 | 4.223,31 | | | | | | | | | | |
| 5 | 4.625,79 | 402,48 | 4223,31 | 21.116,56 | 0,00 | | | | | | | | | | |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

En una hoja de cálculos de Excel se elaboraron los flujos y se obtuvo el TIR, y el VAN. (Tabla 3.10)

Tabla 3.10 Proyección de flujo de caja para 5 años, VAN y TIR.

| RUBROS | ANOS | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| INGRESOS: | (21.116,50) | | | | | |
| INGRESOR POR VENTA DE ENVASES | | 146.880,00 | 147.614,40 | 148.352,40 | 149.094,10 | 149.839,50 |
| EGRESOS: | | | | | | |
| INTERES PRÉSTAMO (9,53%) | | (2.012,40) | (1.609,90) | (1.207,40) | (804,96) | (402,48) |
| AMORTIZACIÓN DEUDA | | (4.223,31) | (4.223,31) | (4.223,31) | (4.223,31) | (4.223,31) |
| Costos de operación | | (127.383,88) | (127.383,88) | (127.383,88) | (127.383,88) | (127.383,88) |
| FLUJO DE CAJA | (21.116,50) | 13.260,41 | 14.397,31 | 15.537,81 | 16.681,95 | 17.829,83 |

CALCULO DEL VALOR PRESENTE NETO

| Concepto | Inversion Inicial | Flujo de fondos |
|-------------------|-------------------|-----------------|
| Inversion Inicial | | -21116,50 |
| FLUJO AÑO 1 | | 13260,41 |
| FLUJO AÑO 2 | | 14397,31 |
| FLUJO AÑO 3 | | 15537,81 |
| FLUJO AÑO 4 | | 16681,95 |
| FLUJO AÑO 5 | | 17829,83 |
| TOTALES | | 321.416,64 |

| | |
|-----|--------------|
| VAN | \$ 37.717,12 |
| TIR | 62,79% |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

3.7.3. VALOR PRESENTE NETO (VPN o VAN).

El Valor Presente Neto (VPN), es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Es el valor presente neto de

los flujos de caja proyectados para todos los años durante el período de evaluación del proyecto, son las ganancias con un valor positivo si el saldo entre beneficios y gastos va a ser favorable, y con un valor negativo en el caso inverso.

$$VPN = -k_0 + \sum_{i=1}^n \frac{fc_i}{(1 + D)^i}$$

Dónde:

k_0 = Inversión o capital

fc_i = flujo de caja del año i

D = Tasa de descuento real utilizada

i = número de períodos de vida de proyecto.

Para el cálculo del VPN se recurre a una hoja de Excel como se observa en la tabla 3.10. El VAN del proyecto representa el valor adicional restada la tasa de rendimiento requerida, es decir que el proyecto es factible ejecutarlo en este momento, ya que, generará una ganancia de \$ 37717,12

d. TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RETORNO. (TMAR)⁴⁸

La tasa mínima aceptable de retorno, es un límite inferior para la aceptación de la inversión establecida por las organizaciones o personas, la tasa fue tomada en base al riesgo país, inflación y tasa de interés pasiva, en todas las anteriores se debe utilizar el valor anual.

$$TMA = \text{tasa de interés del país} + \% \text{riesgo país} + \% \text{inflación}$$

$$TMAR = (4,53 + 6,68 + 3,32)\%$$

⁴⁸Bedworth, Riggs. (2008). Ingeniería Económica. Cuarta edición. Pag. 150

$$D = \text{TMAR} = 14.53\%$$

3.7.4. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

La TIR es el método de tasa de retorno mejor conocido y más utilizado. También se le conoce como el método de tasa de retorno verdadera y el método de flujo de efectivo descontado. Es la estimación de los flujos de caja que tenga la empresa (simplificando, ingresos menos gastos netos). Se define como aquella tasa de descuento que reduce a cero el valor presente neto. La TIR representa el porcentaje máximo de ganancia que se aspira obtener. Analíticamente se determina:

$$0 = -k_0 + \sum_{i=1}^n \frac{fc_i}{(1 + \text{TIR})^i}$$

Para el cálculo de la TIR se va utilizar el valor total de la inversión y los flujos netos de efectivo. (Tabla 3.10)

$$0 = -21116,50 + \frac{13260,41}{(1 + D)^1} + \frac{14397,3}{(1 + D)^2} + \frac{15537,8}{(1 + D)^3} + \frac{16681,9}{(1 + D)^4} + \frac{17829,8}{(1 + D)^5}$$

$$\text{TIR} = 62,79 \%$$

La tasa interna de retorno es del 62,79 %, dando un porcentaje máximo de ganancia que se desea obtener en las mejores condiciones. El TIR es mayor que la tasa de rendimiento requerida (TMAR), de la inversión, y por esta razón se considera que el proyecto es fiable.

3.7.5. PERÍODO REAL DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI).

Es el tiempo en que se recupera la inversión inicial para una tasa de descuento (D) considerada. Se calcula como el momento para el cual el VPN se hace cero.

$$0 = -k_0 + \sum_{i=1}^{PRI} \frac{fc_i}{(1 + \text{TIR})^i}$$

Para obtener el valor del PRI se le van adicionando gradualmente a la inversión inicial los flujos de caja anuales hasta que el resultado sea cero, en ese momento se ha recuperado la inversión.

a. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

Debido a que la ganancia del primer año que es mayor que la inversión se puede realizar el cálculo que indica en cuanto tiempo se recupera la inversión:

$$\text{Recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ganancia}}$$

$$\text{Recuperación} = \frac{21116,50}{13260,41}$$

$$\text{Recuperación} = 1,6$$

El valor se multiplica por 12 para expresar en meses:

$$\text{Recuperación} = 1,6 * 12 = 19,2 \text{ meses.}$$

De acuerdo al flujo de caja proyectado anteriormente se puede concluir que la empresa Naranjo Hernández recuperará su inversión inicial en un periodo de **“1 año 7 meses”**

3.7.6 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad, para el análisis se utiliza la ecuación.

$$R C/B = \frac{\sum FCNA}{I} = \frac{VPNB}{I}$$

Dónde:

FCN = Flujo de caja neto

Σ FCNA = Sumatoria de flujo de caja neto actual

R C/B = Relación costo beneficio

VPNB= Valor presente neto al final de los 5 años

| AÑOS | FCN | FCNA |
|------|---------|----------------|
| 1 | 13260,4 | 12106,6 |
| 2 | 14397,3 | 12000,9 |
| 3 | 15537,8 | 11824,7 |
| 4 | 16681,9 | 11590,7 |
| 5 | 17829,8 | 11310,4 |
| | | 48833,3 |

$$R C/B = \frac{48833,3}{21116,50} = 2.3$$

Se concluye que en cada dos dólares invertido gano 0,30 centavos, y con la ecuación de relación costo beneficio se verifica el análisis.

En la tabla 3.11, se muestra los valores límites para que un proyecto sea económicamente factible.

Tabla 3.11. Rango de valores límites para que el proyecto sea económicamente viable⁴⁹

| TÉCNICA DE EVALUACIÓN | RANGO |
|-----------------------|---------|
| VPN,\$ | VPN > 0 |
| TIR,% | TIR > D |
| PRI, AÑOS | PRI < n |
| RBC | RBC > 1 |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

⁴⁹ Van Home, James C. Administración Financiera, 9na Edición, Págs. 148-152

En la tabla 3.12 se muestra los valores obtenidos en el análisis financiero realizado al proyecto, determinando que es económicamente fiable.

Tabla 3.12 Rango de valores obtenidos en el análisis financiero

| TÉCNICA DE EVALUACIÓN | RANGO |
|------------------------------|--------------------|
| VPN,\$ | \$ 37717,12 > 0 |
| TIR,% | 62,79 %> 14,53 % |
| PRI, AÑOS | 19,2 meses< 5 años |
| RBC | 2,3> 1 |

Elaborado por: Roberto Guishcasho y Javier Pilamonta.

3.7.7. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FINANCIERO

El VAN obtenido es de \$ 37717,12 y se concluye que es fiable el proyecto; teniendo una TIR del 62,79 %, que esa su vez mayor que el TMAR = 14,53%. El periodo de recuperación es de 19,2 meses, esto permite asegurar que se recuperará la inversión a corto plazo, por lo que se considera que el proyecto es factible para la empresa Naranjo Hernández y Compañía.

3.8. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. (ANEXO I)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

- El diseño, construcción e implementación de un sistema automático de recolección y transporte de envases cumple los requerimientos de la empresa “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ”
- Se determinó que la máquina consta de un sistema de extrusión de soplado de 4 envases, 2 brazos automáticos para la salida de envases; los modos de operación son manual y automático. En base a las características operacionales de estos sistemas se implementó los sistemas automáticos de recolección y transporte de envases para mejorar las condiciones del proceso dado que los envases eran liberados en un depósito para posteriormente ser transportado manualmente a la fajilladora.
- Se obtuvo el desarrollo óptimo del sistema de control el cual influía en el sistema mecánico y eléctrico permitiendo un proceso de manera sencilla.
- Se desarrollaron los planos del sistema de recolección, parada y transporte de envases, los cuales fueron importantes para la construcción e implementación que son la mira de este proyecto.
- Se implementó una pantalla de visualización mediante un interfaz hombre máquina de fácil acceso y en tiempo real.
- Se elaboró los planos eléctricos, mecánicos y electroneumáticos de los sistemas, los cuales fueron entregados a la empresa “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ” para el montaje o mantenimiento en el caso de quedar fuera de servicio temporalmente.

- Mediante la construcción del módulo de control y potencia, se logró cumplir con todos los parámetros establecidos para el funcionamiento de todo el sistema.
- Con la realización de este proyecto se logró eliminar el transporte de envases manualmente, de esta manera con la implementación y construcción de estos sistemas en forma automática se optimizaron todos estos parámetros para una mayor producción.
- Según el análisis financiero de acuerdo al flujo de caja proyectado se concluye que la empresa “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ” recuperará su inversión inicial en un periodo de “1 años y 7 meses”.

4.2. RECOMENDACIONES.

- Antes de poner en marcha todos los sistemas implementados verificar cada uno de los equipos o componentes que estén dentro de los parámetros establecidos, se recomienda hacer una prueba manual de cada elemento que se encuentre en el sistema para asegurar su correcto funcionamiento.
- Tener un conocimiento básico de la máquina sopladora industrial marca Jonh Huah el cual es muy importante porque el sistema fue implementado en la misma.
- Capacitar al personal de mantenimiento y operarios involucrados en la utilización de los sistemas de recolección, parada y transporte de envases, con el fin de que se pueda realizar correctas acciones de los sistemas ya mencionados, al igual que la utilización del manual de operación y mantenimiento para una mayor comprensión del funcionamiento de todo el sistema.
- Tener conocimientos en seguridad industrial los cuales son muy importantes en toda área industrial, por ende estos conocimientos aplicados correctamente evitan riesgos en el lugar de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA.

- [7] Beer, Ferdinand P. (1997). Fuerzas, Mecánica Vectorial para Ingenieros, Estática. México, D.F.Ms.Graw.HILL. Mazurek, Cuarta Edición.
- [48] Bedworth, David D. y Randhawa, Sabah U. (2008). Ingeniería Económica. Cuarta edición.
- [28][36] Chapman, Stephen J. (2005). MÁQUINAS ELÉCTRICAS. Editorial McGraw-Hill. Cuarta Edición.
- [10] Faires, V. M. (1982). Diseño de Elementos de Máquinas. México, D.F.: UTHA. Séptima Edición.
- [39] Hamrock, Bernard J., Jacobson, Bo.O. y Schmid, Steven R. (1999).Elementos de Máquinas. México, D.F.: Ms. GRAW GIR.
- [43] Harper, Gilberto Enríquez. (2002). Elementos de Diseño de las Instalaciones Eléctricas Industriales. 2da. Edición. Mexico, D.F:limusa.
- [23] Norton, Robert L. (1999). Diseño de máquinas. México,: Prentice-Hall.
- [31] Meriam, J.L. y Kraige, L.G. (1999).Mecánica para Ingenieros, Estática. BARCELONA: REVERTÉ .3^{ra} Edición
- [44][46] Millán Teja, Salvador. (1998). Automatización Neumática y Electroneumática. México,D.F:Alfaomega.
- [6][11][14][17][19][20][25][40] Mott, Robert L. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. México,D.F: Prentice-Hall Hispano. Cuarta Edición.
- [12][13][21][22][41] Mott, Robert L. (1999.) Resistencia de Materiales Aplicada. México,D.F: Prentice-Hall. Tercera Edición.
- [16] Shigley, Joseph Edward (1985). Diseño en ingeniería mecánica. Editorial McGraw-Hill.
- [8] [9] [15] Singer, Ferdinand L. y Pytel Andrew. (1982.) Resistencia de Materiales. México, D,F: Harla Tercera Edición.

- [26] Singer, Ferdinand L. y Pytel Andrew. (1987.) Resistencia de Materiales. México, D.F: Harla Cuarta Edición.
- [49] Van Horne, James C. Administración Financiera, 9na Edición.
- [37] Vélez, Rodrigo Robledo. (1992). Motores de Corriente Alterna y Controles. Medellín: Compuedición.

LINKOGRAFÍA.

- [33][35][38][42] Accesorios de cadena. Disponible en URL: <http://www.flexlink.com/es/Images/2X85CNV.pdf>.
- [5] Creus Sole, Antonio. Libro Neumática e hidráulica 2a. Pistón neumático. Disponible en URL: <http://empresadetrabajo.blogspot.com/2011/08/finales-de-carrera.html>
- [29][30][32][34] Catalogo Flexlink. Accesorios para transportadores. Disponible en URL <http://www.flexlink.com/es/Images/01PO.pdf>
- [45] Caudal de cilindros. http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2_apartado2.htm
- [24] Uniones sujetos a esfuerzos. http://www3.fi.mdp.edu.ar/emaquinas/files/tornillo_fijacion.pdf
- [47] Código laboral Ecuatoriano URL: <http://codigo-laboral-ecuadoriano.html>
- [4] Equipos eléctricos. Disponible en URL: <http://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor>.
- [27] Propiedades del acrílico. Disponible en URL: <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico-propiedades.html>.
- [1] Real Academia Española. Polímero. Disponible en URL:<http://www.rae.es/rae.html>.
- [3] Sistema overead. Disponible en URL: <http://www.esi2.us.es/~fabio/cintas.pdf>.
- [18] Soldadura TIG. Disponible en URL:<http://masann.es/TIG.htm>.

ANEXO A

ESPECIFICACIONES DE ENVASES.

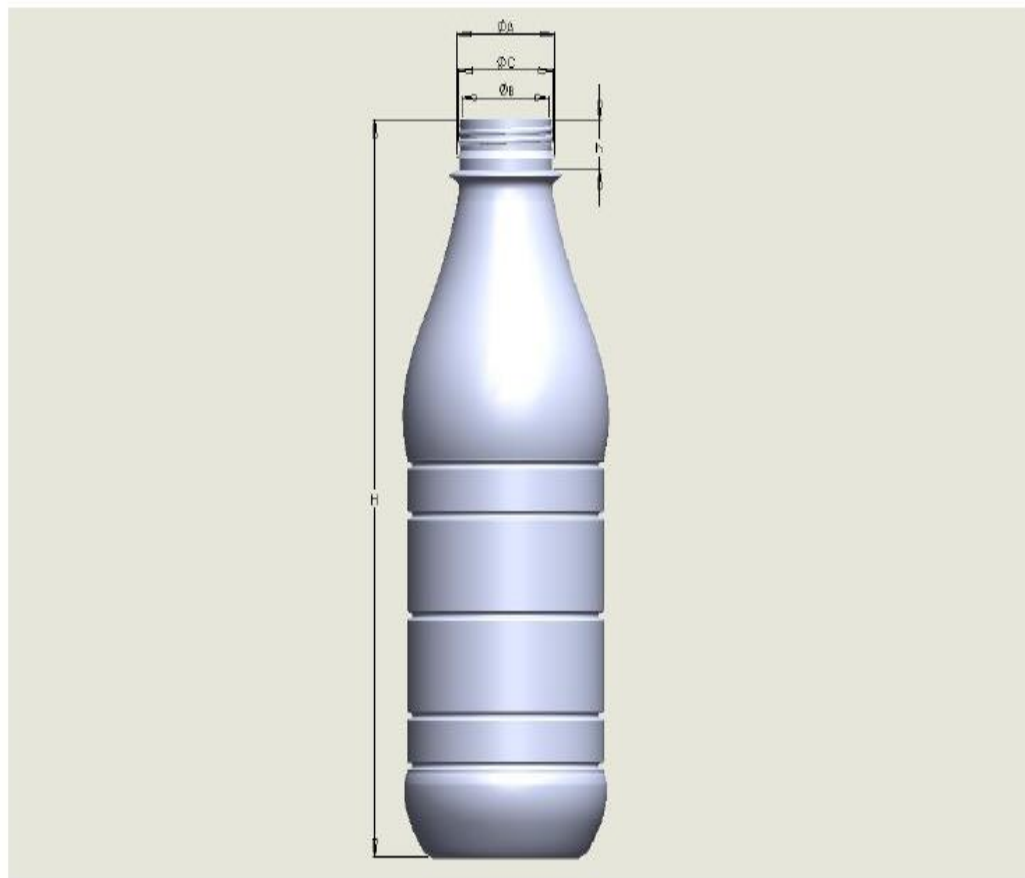
**NEXO:
A1**

**ESPECIFICACIONES DEL ENVASE
DE 37 gr.**

**Pág.
1-1**

| DESCRIPCION | UNIDAD | TOLERANCIA | VALOR | DETERMINACION |
|--------------------------|--------|-------------------|----------|------------------|
| VOLUMEN | cc. | (+ -) 10 | 950 | Ensayo |
| PESO | gr. | (+ -) 2 | 37 | Medicion Digital |
| ALTURA TOTAL (H) | mm. | (+ -) 2 | 246 | Medicion Digital |
| ALTURA DE CUELLO (h) | mm. | (+ -) 0,5 | 16,5 | Medicion Digital |
| DIAMETRO EXT. ANILLO (A) | mm. | (+ -) 1 | 41,75 | Medicion Digital |
| DIAMETRO EXT. CUELLO (B) | mm. | (+ -) 0,5 | 36,6 | Medicion Digital |
| DIAMETRO DE ROSCA | mm. | (+ -) 0,5 | 39,6 | Medicion Digital |
| PRUEBA DE IMPACTO | m. | 0,6 m. sin rotura | APROBADO | Ensayo |
| APARIENCIA | | Sin Extraños | | Visual |

VISTA FRONTAL



La materia prima utilizada para la fabricación de este envase es Polietileno de Alta densidad

**ANEXO:
A2**

**ESPECIFICACIONES DEL
ENVASE DE 15 gr.**

**Pág.
1-1**

INPLASTICO
INDUSTRIAS PLASTICAS ROTONDALES

Panamericana Sr km 2,5 Sector Tiobam
Latacunga- Ecuador
Telf. 593 32 812812 - 593 32 802732, Email nsindustri

FICHA TECNICA

| | |
|----------|------------------------------|
| PRODUCTO | 200 A |
| MATERIAL | POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD |
| COLOR | BLANCO |

| DESCRIPCION | UNIDAD | TOLERANCIA | VALOR | |
|----------------------|--------|-------------------|----------|----|
| VOLUMEN | cc. | (+ -) 5 | 185 | Er |
| PESO | gr. | (+ -) 2 | 15,1 | M |
| ALTURA TOTAL (H) | mm. | (+ -) 1 | 119 | M |
| ALTURA DE CUELLO (h) | mm. | (+ -) 0,2 | 21 | M |
| DIAMETRO EXT. ANILLO | mm. | (+ -) 0,5 | 40 | M |
| DIAMETRO EXT. CUELLO | mm. | (+ -) 0,5 | 39 | M |
| PRUEBA DE IMPACTO | m. | 0,6 m. sin rotura | APROBADO | Er |
| APARIENCIA | | Sin Extraños | | Vi |

VISTA FRONTAL

The technical drawing shows a perspective view of the container neck. It includes dimension lines for the diameter of the top flange (labeled ϕA), the diameter of the neck (labeled ϕB), and the height of the neck (labeled h). The total height of the container body is labeled H .

ANEXO B

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

| Material 1 | Material 2 | Coefficient of Friction | | | | Test method |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|---------|-----------|-----------|-------------|
| | | DRY | | Gressy | | |
| | | Static | Sliding | Static | Sliding | |
| Aluminum | Aluminum | 1,05-1,35 | 1,4 | 0,3 | | |
| Aluminum | Mild Steel | 0,61 | 0,47 | | | |
| Brake Material | Cast Iron | 0,4 | | | | |
| Brake Material | Cast Iron(Wet) | 0,2 | | | | |
| Brass | Cast Iron | | 0,3 | | | |
| Brick | Wood | 0,6 | | | | |
| Bronze | Cast Iron | | 0,22 | | | |
| Bronze | Steel | | | 0,16 | | |
| Cadmium | Cadmium | 0,5 | | 0,05 | | |
| Cadmium | Mild Steel | | 0,46 | | | |
| Cast Iron | Cast Iron | 1,1 | 0,15 | | 0,07 | |
| Cast Iron | Oak | | 0,49 | | 0,076 | |
| Chromium | Chromium | 0,41 | | 0,34 | | |
| Copper | Cast Iron | 1,05 | 0,29 | | | |
| Copper | Copper | 1 | | 0,08 | | |
| Copper | Mild Steel | 0,53 | 0,36 | | 0,18 | |
| Copper | Steel | | 0,8 | | | SPOF |
| Copper | Steel (304 Stainiess) | 0,23 | 0,21 | | | FOF |
| Copper-Lead Alloy | Steel | 0,22 | | | | |
| Diamond | Diamond | 0,1 | | 0,05-0,1 | | |
| Diamond | Metal | 0,1-0,15 | | 0,1 | | |
| Glass | Glass | 0,9-1,0 | 0,4 | 0,1-0,6 | 0,09-0,12 | |
| Glass | Metal | 0,5-0,7 | | 0,2-0,3 | | |
| Glass | Nickel | 0,78 | 0,56 | | | |
| Graphite | Graphite | 0,1 | | 0,1 | | |
| Graphite | Steel | 0,1 | | 0,1 | | |
| Graphite(In vacuum) | Graphite(In vacuum) | 0,5-0,8 | | | | |
| Hard Carbon | Hard Carbon | 0,16 | | 0,12-0,14 | | |
| Hard Carbon | Steel | 0,14 | | 0,11-0,14 | | |
| Iron | Iron | 1 | | 0,15-0,2 | | |
| Lead | Cast Iron | | 0,43 | | | |
| Lead | Steel | | 1,4 | | | SPOF |
| Leather | Wood | 0,3-0,4 | | | | |
| Leather | Metal(Clear) | 0,6 | | 0,2 | | |
| Leather | Metal(Wet) | 0,4 | | | | |
| Leather | Oak(Parallel grain) | 0,61 | 0,52 | | | |
| Magnesium | Magnesium | 0,6 | | 0,08 | | |
| Nickel | Nickel | 0,7.1,1 | 0,53 | 0,28 | 0,12 | |
| Nickel | Mild Steel | | 0,64 | | 0,178 | |
| Nylon | Nylon | 0,15-0,25 | | | | |
| Oak | Oak(Parallel grain) | 0,62 | 0,48 | | | |
| Oak | Oak(cross grain) | 0,54 | 0,32 | | 0,072 | |
| Platinum | Platinum | 1,2 | | 0,25 | | |
| Plexigias | Plexigias | 0,8 | | 0,8 | | |
| Plexigias | Aluminum | 0,4-0,5 | | 0,4-0,5 | | |
| Polystyrene | Polystyrene | 0,5 | | 0,5 | | |
| Polystyrene | Steel | 0,3-0,35 | | 0,3-0,35 | | |
| Polythene | Steel | 0,2 | | 0,2 | | |
| Rubber | Asphalt(Dry) | | 0,5-0,8 | | | |

Resistencia al Impacto

Como se aprecia en la siguiente tabla, la resistencia al impacto de la lámina de acrílico es superior a la del vidrio de diferentes especificaciones.

Resistencia al Impacto de Lámina de PMMA comparada con la de Vidrio de diferentes tipos

| Material | Espesor en mm | Peso de Bola de Acero en caída libre en kg | Energía necesaria para romper el material en libras-pies |
|---|----------------------|---|---|
| Lámina de Acrílico | 2.5 | 0.11 | 3.0 |
| | 3.0 | .91 | 4.7 |
| | 4.5 | .91 | 11.1 |
| | 6.0 | 2.27 | 18.1 |
| Cristal de Ventana | 2.5 | .11 | 0.8 |
| Cristal Doble Resistencia | 3.2 | | 1.8 |
| Cristal Flotado | 4.8 | | 2.0 |
| | 6.4 | | 1.0 |
| Vidrio de Seguridad Laminado | 6.4 | .11 | 1.1 |
| Rough Wire Glass, impacto sobre lado áspero | | | 2.2 |
| Rough Wire Glass, impacto sobre lado liso | | | 0.2 |
| Wireglass pulido | | | 0.4 |

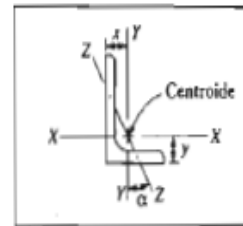
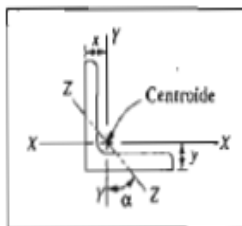


TABLA A16-1 Propiedades de los ángulos de acero de lados iguales y lados desiguales*

| Designación | Área (pulg ²) | Peso por pie (lb) | Eje X-X | | | Eje Y-Y | | | Eje Z-Z | |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | | | <i>I</i> (pulg ⁴) | <i>S</i> (pulg ³) | <i>y</i> (pulg) | <i>I</i> (pulg ⁴) | <i>S</i> (pulg ³) | <i>x</i> (pulg) | <i>r</i> (pulg) | <i>α</i> (deg) |
| L8 × 8 × 1 | 15.0 | 51.0 | 89.0 | 15.8 | 2.37 | 89.0 | 15.8 | 2.37 | 1.56 | 45.0 |
| L8 × 8 × 1/2 | 7.75 | 26.4 | 48.6 | 8.36 | 2.19 | 48.6 | 8.36 | 2.19 | 1.59 | 45.0 |
| L8 × 4 × 1 | 11.0 | 37.4 | 69.6 | 14.1 | 3.05 | 11.6 | 3.94 | 1.05 | 0.846 | 13.9 |
| L8 × 4 × 1/2 | 5.75 | 19.6 | 38.5 | 7.49 | 2.86 | 6.74 | 2.15 | 0.859 | 0.865 | 14.9 |
| L6 × 6 × 3/4 | 8.44 | 28.7 | 28.2 | 6.66 | 1.78 | 28.2 | 6.66 | 1.78 | 1.17 | 45.0 |
| L6 × 6 × 3/8 | 4.36 | 14.9 | 15.4 | 3.53 | 1.64 | 15.4 | 3.53 | 1.64 | 1.19 | 45.0 |
| L6 × 4 × 3/4 | 6.94 | 23.6 | 24.5 | 6.25 | 2.08 | 8.68 | 2.97 | 1.08 | 0.860 | 23.2 |
| L6 × 4 × 3/8 | 3.61 | 12.3 | 13.5 | 3.32 | 1.94 | 4.90 | 1.60 | 0.941 | 0.877 | 24.0 |
| L4 × 4 × 1/2 | 3.75 | 12.8 | 5.56 | 1.97 | 1.18 | 5.56 | 1.97 | 1.18 | 0.782 | 45.0 |
| <u>L4 × 4 × 1/4</u> | 1.94 | 6.6 | 3.04 | 1.05 | 1.09 | 3.04 | 1.05 | 1.09 | 0.795 | 45.0 |
| L4 × 3 × 1/2 | 3.25 | 11.1 | 5.05 | 1.89 | 1.33 | 2.42 | 1.12 | 0.827 | 0.639 | 28.5 |
| L4 × 3 × 1/4 | 1.69 | 5.8 | 2.77 | 1.00 | 1.24 | 1.36 | 0.599 | 0.896 | 0.651 | 29.2 |
| L3 × 3 × 1/2 | 2.75 | 9.4 | 2.22 | 1.07 | 0.932 | 2.22 | 1.07 | 0.932 | 0.584 | 45.0 |
| L3 × 3 × 1/4 | 1.44 | 4.9 | 1.24 | 0.577 | 0.842 | 1.24 | 0.577 | 0.842 | 0.592 | 45.0 |
| L2 × 2 × 3/8 | 1.36 | 4.7 | 0.479 | 0.351 | 0.636 | 0.479 | 0.351 | 0.636 | 0.389 | 45.0 |
| L2 × 2 × 1/4 | 0.938 | 3.19 | 0.348 | 0.247 | 0.592 | 0.348 | 0.247 | 0.592 | 0.391 | 45.0 |
| L2 × 2 × 1/8 | 0.484 | 1.65 | 0.190 | 0.131 | 0.546 | 0.190 | 0.131 | 0.546 | 0.398 | 45.0 |

*Los datos se tomaron de varias fuentes. Los tamaños mencionados representan una muestra pequeña de los tamaños disponibles.

Notas: Designación de ejemplo: L4 × 3 × 1/2.

4 = longitud del lado mayor (pulg); 3 = longitud del lado menor (pulg); 1/2 = espesor de los lados (pulg).

El eje Z-Z es el eje de momento de inercia (*I*) y radio de giro (*r*) mínimos.

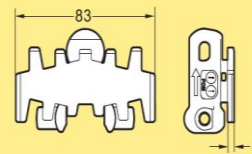
I = momento de inercia; *S* = módulo de sección; *r* = radio de giro.

ANEXO C

**SELECCIÓN DE ELEMENTOS
Y /O DISPOSITIVOS.**

| Dimensiones (mm) | Designación | Pie | Placa de pie |
|------------------|-------------|-----------------------------|--------------|
| 44x44 estándar | XCBM 3/Lx44 | XCOFF 44x130 | XCFB 44 F |
| 44x44 ligero | XCBL 3/Lx44 | XCOFF 44x130 | XCFB 44 F |
| 64x64 estándar | XCBM 3/Lx64 | XCOFF 64x210 XEFG 64 T/D | n.a. |
| 64x64 ligero | XCBL 3/Lx64 | XCOFF 64x210 XEFG 64 T/D | n.a. |
| 88x88 estándar | XCBM 3/Lx88 | XCOFF 88x260 | XCFB 88 F |
| 88x88 ligero | XCBL 3/Lx88 | XCOFF 88x260 | XCFB 88 F |

Cadena plana



Cadena plana

Longitud: 5 m
Material estándar
Material conductor
Desgaste ultra bajo

**XBTP 5A85
XBTP 5A85 E
XBTP 5A85 C**

Juego de eslabones planos*

Material estándar
Material conductor
Desgaste ultra bajo

**5110512
5110527
5110533**

*El juego contiene 10 eslabones, 10 bulones, 10 pasadores de acero
No utilice esta cadena con los palets tipo BR o R.

| Parámetro | Tipo de transportador | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|------|------|------|---------------|------|--------------------------|
| | XS XL | X85 | XH | XK | X180/ X300 | XT | XT com- pacto, X45 |
| Paso de la cadena, mm | 25,4 | 33,5 | 35,5 | 38,1 | 33,5 | 25,4 | 12,7 |
| Peso del bulón de plástico, g | 1 | 2 | 3 | 5 | 2 | 1 | n.a. |
| Peso del pasador de acero, g | 4 | 10 | 17 | 24 | 10 | 3 | 1 |
| Peso del eslabón gr. | 26 | | | | | | |

| Condiciones de funcionamiento | Factor de servicio |
|---|--------------------|
| Velocidad baja a moderada o máx. 1 arranque/parada por hora | 1,0 |
| Máx. 10 arranques/paradas por hora | { 1,2 } |
| Máx. 30 arranques/paradas por hora | 1,4 |
| Velocidad alta, carga pesada, o más de 30 arranques/paradas por hora | 1,6 |

Carga permitida por eslabón

| Plataforma de transportador | Ancho de cadena, mm | Carga máxima permitida por eslabón/kg |
|-----------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| X45 | 43 | 0,1 |
| XS | 44 | 0,5 |
| XT compacto | 35 | 0,5 |
| XT | 35 | 1 |
| XL | 63 | 1 |
| X85 | 83 | 2,5 |
| XH | 103 | 2 |
| XK | 103 | 5 |
| X180 | 175 | 2,5 |
| X300 | 295 | 2,5 |
| WL 322 | 304 | 2 |
| WL 424 | 406 | 2 |
| WL 626 | 608 | 2 |

| Abreviación del material | Material |
|--------------------------|---|
| POM* | Resina acetálica |
| POM* pulida | Resina acetálica, superficie pulida |
| POM*, bulón PVDF | Resina acetálica, bulón: PVDF |
| POM* GY | Resina acetálica, gris |
| POM* BK | Resina acetálica, negra |
| POM* COND | Resina acetálica, conductora |
| POM* ISD NAT | Resina acetálica ISD, color natural |
| POM* ISD GY | Resina acetálica ISD, gris |
| PBT | Poliéster |
| PVDF | Fluoruro de polivinilideno |
| PVDF, bulón PA66 | Fluoruro de polivinilideno, bulón: PA66 |
| POM* + acero | Resina acetálica, acero en la parte superior |
| POM* + SS | Resina acetálica, acero inoxidable en la parte superior |
| PA | Poliamida |

***Se utilizan dos tipos diferentes de resina acetálica:**

POM A: Resina acetálica con aditivo de silicona

POM B: Resina acetálica, libre de silicona

Riel de deslizamiento

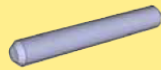
Accesorios para cadenas

Bulón de plástico para cadena

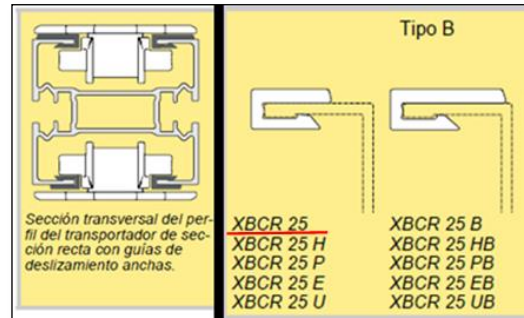


Juego de bulones de plástico **5111169**
Juego de piezas de repuesto, 25 unidades

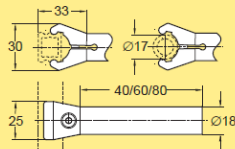
Pasador de acero para cadena



Juego de pasadores de acero **5111172**
Juego de piezas de repuesto, 25 unidades



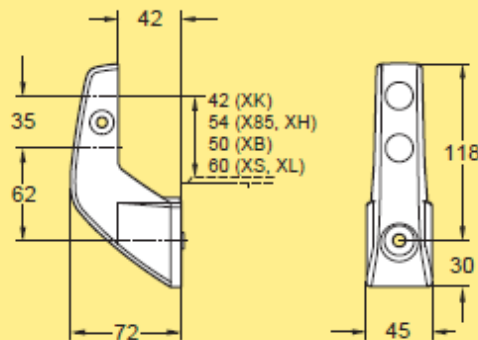
Mordaza para perfil guía 1



Mordaza para perfil guía 1
L=40 mm **XLRK 18×40 C**
L=60 mm **XLRK 18×60 C**
L=80 mm **XLRK 18×80 C**

Se incluye un tornillo y una tuerca
Para su uso con soportes de brida para perfil guía tipo A35/A110, soportes de mordaza para perfil guía tipo CA o conectores transversales XLRX 18 X.

Soporte de brida para perfil guía, tipo A35



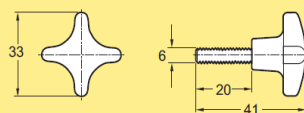
Soporte de brida para perfil guía XLRF 42×62 A35

Para su uso con la mordaza para perfil guía XLRK 18×40/60/80 C. Para 1-2 niveles de perfil guía. Se incluye tornillo y tuerca. El tornillo se puede sustituir por un pomo de estrella XLAR 6×20

Montaje en perfil: XLAT 17, XLAN 8, BRB 8,4×16. Utilice una llave de cubo con dado de 3/8". No apriete demasiado (par máx.: 10 Nm).

Nota. Coloque siempre tapones obturadores XLAK 18 (página 269) en las posiciones de las mordazas no utilizadas para asegurar el bloqueo positivo de la mordaza adyacente.

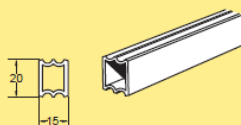
Pomo de estrella



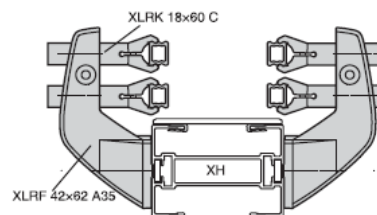
Pomo de estrella M6 (10 unidades) **XLAR 6×20**

Para su uso con XLRF 42×18 V, XLRF 42×62 A35/110, y XLRX 18 X.

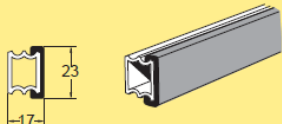
Perfil guía de 15 mm, aluminio



Perfil recto de 15 mm Aluminio, longitud: 3 m **XLRS 3×15**



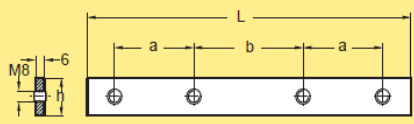
Cubierta para perfil guía de aluminio de 15 mm



Cubierta para perfil guía de 15 mm
Poliétileno, longitud: 3 m **XLRT 3×23**

Cubierta para perfil guía de 15 mm
UHMW-PE, longitud: 3 m **XLRT 3×23 U**

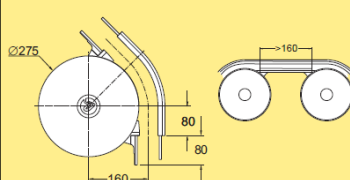
Regleta de conexión con tornillos sin cabeza



Regleta de conexión con tornillos sin
cabeza
h=20, a=30, b=50, L=130 **XSCJ 6×130**
h=20, a=44, b=44, L=160 **XSCJ 6×160**

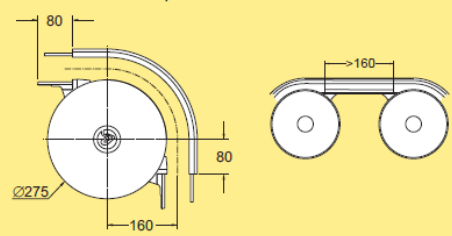
Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 10

Curva anti-fricción, 45°



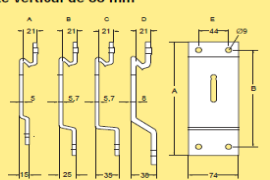
Curva anti-fricción, 45° **XBBH 45A85R160**
Longitud de cadena efectiva: 0,30 m sin retorno (0,60 m con retorno)

Curva anti-fricción, 90°



Curva anti-fricción, 90° **XBBH 90A85R160**
Longitud de cadena efectiva: 0,45 m sin retorno (0,85 m con retorno)

Brida para los perfiles – aluminio, para el perfil de soporte vertical de 88 mm



Brida para los perfiles, tipo CS

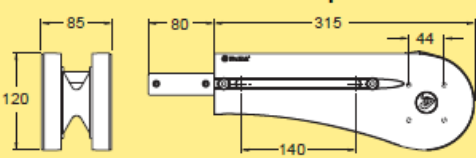
Para transportador XL. Fig. A, E
A=180 mm, B=151 mm **XLCS 88**

Para transportador X85. Fig. B, E
A=200 mm, B=171 mm **XMCS 88 B**

Para transportador XH. Fig. C, E
A=200 mm, B=171 mm **XHCS 88 B**

Para transportador XK. Fig. D, E
A=219 mm, B=190 mm **XKCS 88 R***

Unidad de reenvío terminal – Compacta



Unidad de reenvío terminal
Versión compacta **XBEJ A85 S**

Longitud de cadena efectiva: 0,70 m

Cada placa lateral tiene ranuras en T y cuatro orificios inacabados para la colocación de los accesorios. Requiere taladrar a través de la placa lateral. Hay disponible un útil de taladrado (5057144).

Unidad de tracción terminal H, tracción directa, embrague deslizante

Unidad de tracción terminal
Tracción directa. Embrague deslizante ajustable.
Fuerza de tracción máxima: hasta 1.250 N.
Velocidades fijas de hasta 60 m/min.
Velocidad variable de hasta 120 m/min.
Motor en el lado izquierdo:
Velocidad fija/variable* **XBEB A85**
Sin motor **XBEB 0A85HLP**
Motor en el lado derecho (no mostrado):
Velocidad fija/variable* **XBEB A85**
Sin motor **XBEB 0A85HRP**

*Utilice el configurador online al realizar el pedido.
Longitud de cadena efectiva: 0,80 m

Unidades de tracción terminal

| Tamaño | Tracción directa, sin embrague deslizante | Tracción directa, <u>embrague deslizante</u> | Motor suspendido, cadena de transmisión, embrague deslizante |
|-----------------------|---|--|--|
| Compacto | F | - | - |
| Mediano | F, V | - | - |
| Pesado | F, V | <u>F, V</u> | F |
| Pesado, guiado | F, V | F, V | - |

| Dimensiones (mm) | Designación | Pie | Placa de pie |
|------------------|-------------|----------------------------|--------------|
| 44x44 estándar | XCBL 3/Lx44 | XCFF 44x130 | XCFB 44 F |
| 44x44 ligero | XCBL 3/Lx44 | XCFF 44x130 | XCFB 44 F |
| 64x64 estándar | XCBL 3/Lx64 | XCFF 64x210 XEFG 64 T/D | n.a. |
| 64x64 ligero | XCBL 3/Lx64 | XCFF 64x210 XEFG 64 T/D | n.a. |
| 88x88 estándar | XCBL 3/Lx88 | XCFF 88x260 | XCFB 88 F |
| 88x88 ligero | XCBL 3/Lx88 | XCFF 88x260 | XCFB 88 F |

Perfil de soporte 88x88 ligero

Perfil de 88 mm x 88 mm
Diseño de bajo peso
Aluminio, anodizado
Longitud: 3 m (3.030 ±5 mm)
Longitud según pedido (30-3000 mm)
Tapa, poliamida **XCBE 88***
Peso de perfil: 3,18 kg/m
*Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 10

XCBL 3x88
XCBL Lx88

Soporte simple - X85x2

Pie 88x260

Pie para perfil XCBL/XCBL ..x88
Aluminio, fundido **XCFB 88x260**
Incluye el juego de fijación
Momento flexor máximo: 1.500 Nm

| Tipo de perfil | Vista transversal mm ² | Peso kg/m | I _x mm ⁴ ×10 ⁴ | I _y mm ⁴ ×10 ⁴ | W _x mm ³ ×10 ³ | W _y mm ³ ×10 ³ |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------|---|---|---|---|
| XCBM ...x88x176 | 3970 | 10,7 | 1244 | 369 | 141 | 83,9 |
| XCBM ...x44x176 | 2633 | 7,11 | 750 | 58,2 | 85,2 | 26,5 |
| XCBM ...x88x132 | 2966 | 8,01 | 530 | 259 | 80,3 | 58,9 |
| XCBM ...x44x132 | 2022 | 5,34 | 330 | 40,0 | 50,0 | 18,0 |
| XCBM ...x88 | 1952 | 5,27 | 173 | | 39,4 | |
| <u>XCBL ...x88</u> | <u>1180</u> | <u>3,18</u> | <u>126</u> | | <u>28,6</u> | |
| XCBM ...x44x88 | 1311 | 3,54 | 103 | 25,6 | 23,5 | 11,7 |
| XCBL ...x44x88 | 886 | 2,39 | 81,4 | 21,6 | 18,5 | 9,8 |
| XCBM ...x64 | 1493 | 4,27 | 70,2 | | 22,1 | |
| XCBL ...x64 | 848 | 2,29 | 44,5 | | 14,0 | |
| XCBM ...x44x64 | 1054 | 2,84 | 42,0 | 23,5 | 13,2 | 10,7 |
| XCBL ...x44x64 | 724 | 1,96 | 33,9 | 17,7 | 10,6 | 8,1 |
| XCBM ...x44 | 767 | 2,07 | 14,0 | | 6,3 | |
| <u>XCBL ...x44</u> | <u>588</u> | <u>1,59</u> | <u>12,7</u> | | <u>5,8</u> | |
| XCBL ...x44 T2 | 615 | 1,66 | 12,6 | 13,1 | 5,6 | 5,9 |
| XCBL ...x44 T2A | 598 | 1,61 | 12,9 | 12,4 | 5,8 | 5,6 |
| XCBL ...x44 T3 | 653 | 1,76 | 12,6 | 13,4 | 5,7 | 6,1 |
| XCBR ...x44 | 708 | 1,91 | 13,2 | 7,8 | 4,3 | 2,9 |
| XCBR ...x49 | | 1,77 | | | | |
| XCBA ...x44 | 572 | 1,55 | 9,47 | 9,47 | 3,65 | 3,65 |
| XCBL ...x15x44 | 327 | 0,88 | 6,8 | 0,83 | 3,10 | 1,10 |
| XCBB ...x24x44 | 375 | 1,02 | 5,55 | 2,41 | 2,52 | 2,00 |
| <u>XCBB ...x24x34</u> | <u>310</u> | <u>0,83</u> | <u>3,85</u> | <u>1,75</u> | <u>2,14</u> | <u>1,46</u> |
| XCBB ...x24 | 240 | 0,64 | 1,10 | | 0,92 | |

Altura neta del pie h_1

| Tipo de pie | h_1 mm |
|----------------------------------|-------------|
| Placa de pie XCFB 44 F/XCFB 88 F | 8 |
| Pie XCFF 44x130 | 0-30 |
| Pie XCFF 64x210 | 0-40 |
| <u>Pie XCFF 88x260</u> | <u>0-50</u> |

Tornillos, pernos, palanca de inmovilización tipo tornillo

Tornillos de cabeza hexagonal – ISO 4014/4017

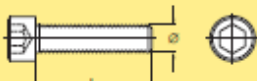


Tornillos de cabeza hexagonal – ISO 4014/4017

| | |
|--------------------|-----------------|
| M8, L=14 mm, 78 mm | M6S 8×14 |
| M8, L=16 mm, 78 mm | M6S 8×16 |
| M8, L=18 mm, 78 mm | M6S 8×18 |
| M8, L=30 mm, 78 mm | M6S 8×30 |

Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 50
**Acero Inoxidable*

Tornillo de cabeza hexagonal, ISO 4762

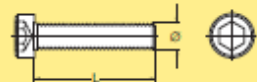


Tornillos de cabeza hexagonal, estándar – DIN 912, ISO 4762

| | |
|--------------------|------------------|
| M5, L=12 mm, 75 mm | MC6S 5×12 |
| M5, L=20 mm, 75 mm | MC6S 5×20 |
| M5, L=35 mm, 75 mm | MC6S 5×35 |
| M6, L=14 mm, 76 mm | MC6S 6×14 |
| M6, L=16 mm, 76 mm | MC6S 6×16 |
| M6, L=30 mm, 76 mm | MC6S 6×30 |
| M6, L=50 mm, 76 mm | MC6S 6×50 |
| M8, L=14 mm, 78 mm | MC6S 8×14 |
| M8, L=30 mm, 78 mm | MC6S 8×30 |

Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 50
**Acero Inoxidable*

Tornillo de cabeza hexagonal, perfil bajo DIN 7984

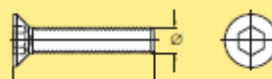


Tornillos de cabeza hexagonal, perfil bajo – DIN7984

| | |
|--------------------|-------------------|
| M5, L= 8 mm, 75 mm | MLC6S 5×8 |
| M5, L=10 mm, 75 mm | MLC6S 5×10 |
| M5, L=20 mm, 75 mm | MLC6S 5×20 |
| M6, L=12 mm, 76 mm | MLC6S 6×12 |
| M8, L=14 mm, 78 mm | MLC6S 8×14 |
| M8, L=30 mm, 78 mm | MLC6S 8×30 |
| M8, L=35 mm, 78 mm | MLC6S 8×35 |

Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 50

Tornillo de cabeza hexagonal, embutido ISO 10642

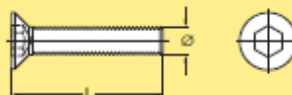


Tornillo de cabeza hexagonal, embutido – DIN EN ISO 10642

| | |
|--------------------|------------------|
| M6, L=12 mm, 76 mm | MF6S 6×12 |
| M6, L=14 mm, 76 mm | MF6S 6×14 |
| M6, L=16 mm, 76 mm | MF6S 6×16 |
| M6, L=30 mm, 76 mm | MF6S 6×30 |
| M8, L=18 mm, 78 mm | MF6S 8×18 |
| M8, L=30 mm, 78 mm | MF6S 8×30 |
| M8, L=40 mm, 78 mm | MF6S 8×40 |

Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 50

Tornillo autorroscante, embutido DIN 7500-ME

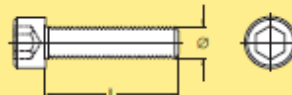


Tornillo autorroscante
M8, L=30 mm, 78 mm
Embutido

MF6S-TT 8×30

Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 50

Tornillo autorroscante, cabeza hexagonal DIN 7500-EE

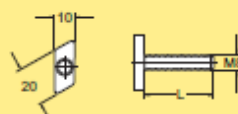


Tornillo autorroscante
M6, L=30 mm, 76 mm
Cabeza hexagonal

MC6S-TT 6×30

Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 50

Tornillo con cabeza en T para perfil del transportador



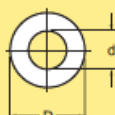
Tornillo con cabeza en T M8

| | |
|-------------|----------------|
| L = 17,8 mm | XLAT 17 |
| L = 24 mm | XLAT 24 |
| L = 35 mm | XLAT 35 |
| L = 53 mm | XLAT 53 |
| L = 71 mm | XLAT 71 |

Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 50

Arandelas

Arandelas



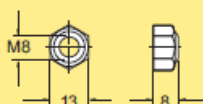
Arandela plana

Para M5, d=5,3 mm, D=10 mm **BRB 5,3×10**
 Para M6, d=6,4 mm, D=12 mm **BRB 6,4×12**
 Para M8, d=8,4 mm, D=16 mm **BRB 8,4×16**

Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 50

Tuercas, palanca de inmovilización tipo tuerca

**Tuerca para tornillo con cabeza en T DIN 985:1987
Clase 8**

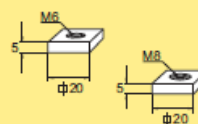


Tuerca autoblocantes M8 para tornillo con cabeza en T

XLAN 8

Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 50

Tuerca cuadrada para ranura en T del sistema XC



Tuerca cuadrada para XC
Rosca M8
Rosca M6

XLAQ 8
XLAQ 6

Tuerca – ISO 4032



Tuerca M6

M6M M6

Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 50

Tuerca de ranura en T para ranura en T del sistema XF

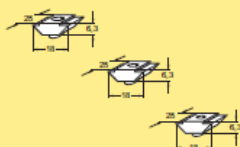


Tuerca de ranura en T para XF
Acero, cromada en cinc
M5
M5, multipack (500 unidades)
M6
M6, multipack (500 unidades)

XFAN 5*
5056131
XFAN 6*
5056130

**Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 10*

Tuerca de ranura en T para ranura en T del sistema XC

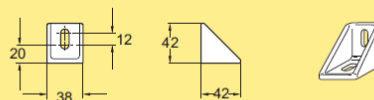


Tuerca de ranura en T para XC
Acero, cromada en cinc

M5 **XCAN 5***
M5, multipack (250 unidades) **5056129**
M6 **XCAN 6***
M6, multipack (250 unidades) **5056128**
M8 **XCAN 8***
M8, multipack (250 pzas) **5056127**

**Nota. La cantidad solicitada debe ser múltiplo de 10*

Escuadra, fundida a presión, 42×42×38

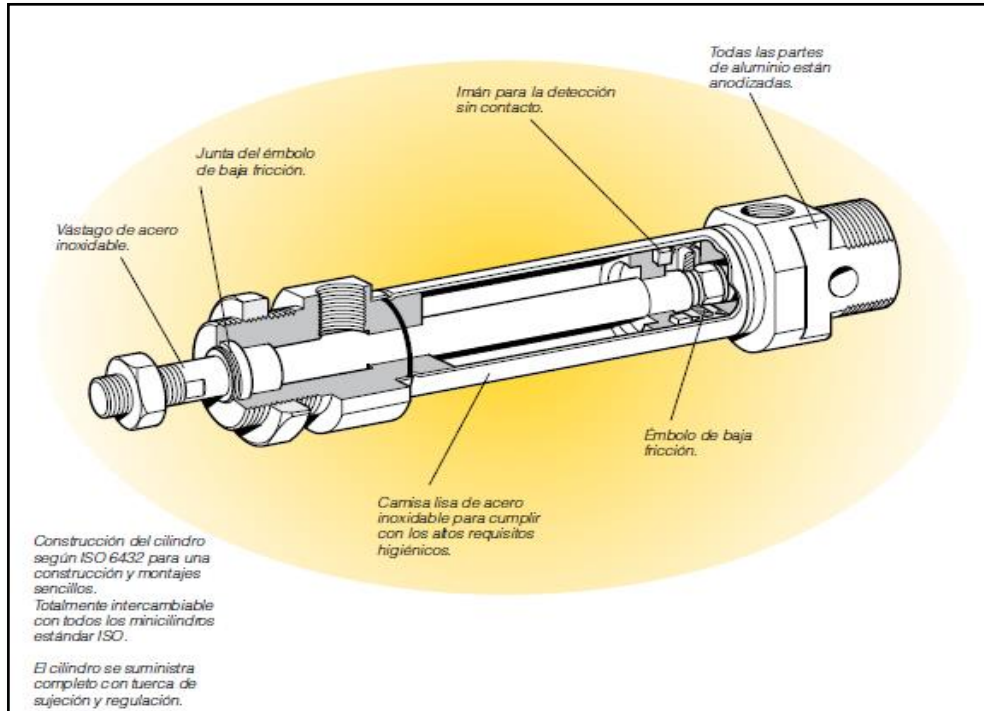


Escuadra
Aluminio, fundido

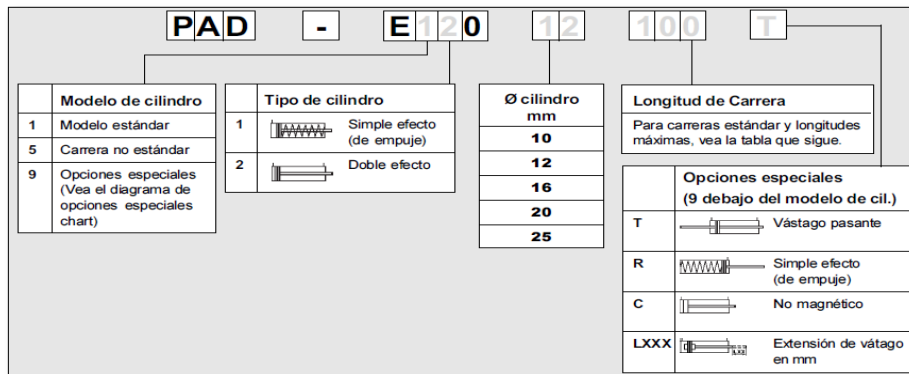
XCFA 44 B

Montaje: M6S 8×16 (2), BRB 8,4×16 (2), XCAN 8 (2)

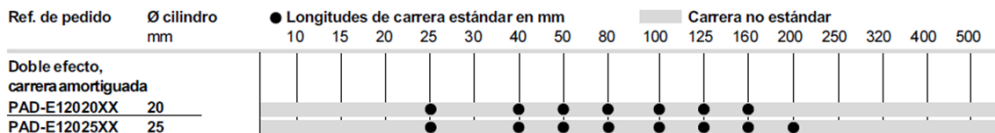
| ANEXO: C2 | | ELEMENTOS NEUMÁTICOS. | | Pág. 1-3 |
|--|-------------------------------------|--------------------------|---|--------------|
| CARACTERÍSTICAS DEL CILINDRO ISO 6432 | | | | |
| CILINDROS DE ACERO INOXIDABLE, ISO 6432 | | | | |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | | CARRERA ESTÁNDAR | |
| Vástago | Acero Inoxidable, Dimx10CrNis189 | | DOBLE EFECTO | |
| Pistón Completo | Máx 10 bar (Máx1MPa) | | Diámetro del vástago (mm) | Carrera (mm) |
| Muelle de retorno | Acero de Superficie Tratada | | 08 – 10 | 0 – 100 |
| Culatas | Aluminio anodizado | | 12 – 15 | 0 – 200 |
| S porte Imán | Elastómero Termoplástico | | 20 – 25 | 0 – 500 |
| Tubo | Acero Inoxidable, Dimx5CrN s1810 | | | |
| Jun a de Vástago | Caucho Fluorocarbono, FPM | | DOBLE EFECTO AMORTIGUADO | |
| Tornillo amortiguador | Acero Inoxidable, Dim 1 CrNis189 | | | |
| CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS | | | 08 – 25 | 0 – 50 |
| Presión de trabajo | Máx 10 bar (Máx 1 MPa) | | 20 – 25 | 0 – 500 |
| Temperatura de trabajo | Alta Tem . | -10°C hasta +150°C | SIMPLE EFECTO | |
| | Baja Temp | -40°C hasta +60°C | | |
| INFORMACIÓN TÉCNICA | | | 08 – 25 | 0 – 50 |
| Fuerza del émbolo teórica a 6 Bar del cilindro de Ø20 mm | | | Carrera máximas aconsejables, sobrepasar estos valore pueden causar problemas de funcionamiento | |
| Empuje | | 164 (N) | | |
| Tracción | | 137 (N) | | |
| FLUIDO | Aire comprimido, lubricado o no | | | |



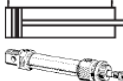

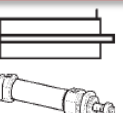
| Fuerza de empuje actuando el aire en toda el área del pistón | | | | | Fuerza a restar por el área del vástago del pistón en el retroceso | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|----------|----------|--|----------------------------------|--|---|-------|-------|---------|
| Diámetro del cilindro (mm) | Área del pistón (mm ²) | Fuerza de empuje en Newton a varias presiones (bar) | | | | Diámetro vástago del pistón (mm) | Área del vástago del pistón (mm ²) | Fuerza de retroceso a varias presiones (Newton) | | | |
| | | 1,0 | 5,0 | 7,0 | 10,0 | | | 1,0 | 5,0 | 7,0 | 10,0 |
| 6 | 28 | 2,8 | 14,1 | 19,8 | 28,3 | 4 | 13 | 1,3 | 6,3 | 8,8 | 12,6 |
| 8 | 50 | 5,0 | 25,1 | 35,2 | 50,2 | 6 | 28 | 2,8 | 14,1 | 19,8 | 28,3 |
| 10 | 79 | 7,9 | 39,3 | 55,0 | 78,5 | 8 | 50 | 5,0 | 25,1 | 35,2 | 50,2 |
| 12 | 113 | 11,3 | 56,5 | 79,1 | 113,0 | 10 | 79 | 7,9 | 39,3 | 55,0 | 78,5 |
| 14 | 154 | 15,4 | 76,9 | 107,7 | 153,9 | 12 | 113 | 11,3 | 56,5 | 79,1 | 113,0 |
| 16 | 201 | 20,1 | 100,5 | 140,7 | 201,0 | 16 | 201 | 20,1 | 100,5 | 140,7 | 201,0 |
| 20 | 314 | 31,4 | 157,0 | 219,8 | 314,0 | 20 | 314 | 31,4 | 157,0 | 219,8 | 314,0 |
| 25 | 491 | 49,1 | 245,3 | 343,4 | 490,6 | 25 | 491 | 49,1 | 245,3 | 343,4 | 490,6 |
| 32 | 804 | 80,4 | 401,9 | 562,7 | 803,8 | 32 | 804 | 80,4 | 401,9 | 562,7 | 803,8 |
| 40 | 1.257 | 125,6 | 628,0 | 879,2 | 1.256,0 | 40 | 1.257 | 125,6 | 628,0 | 879,2 | 1.256,0 |
| 50 | 1.963 | 196,3 | 981,3 | 1.373,8 | 1.962,5 | | | | | | |
| 63 | 3.117 | 311,6 | 1.557,8 | 2.181,0 | 3.115,7 | | | | | | |
| 80 | 5.027 | 502,4 | 2.512,0 | 3.516,8 | 5.024,0 | | | | | | |
| 100 | 7.854 | 785,0 | 3.925,0 | 5.495,0 | 7.850,0 | | | | | | |
| 125 | 12.272 | 1.226,6 | 6.132,8 | 8.585,9 | 12.265,6 | | | | | | |
| 160 | 20.106 | 2.009,6 | 10.048,0 | 14.067,2 | 20.096,0 | | | | | | |
| 200 | 31.416 | 3.140,0 | 15.700,0 | 21.980,0 | 31.400,0 | | | | | | |



Longitudes de carrera estándar



Doble efecto, amortiguación elástica

| Símbolo | Ø cilindro mm | Rosca de vástago mm | Orificio conexión | Carrera mm | Peso Kg | Ref. de pedido | D | | | | |
|---|---------------|---------------------|-------------------|---|-----------|-----------------|------|----|------|-----------------|---|
|  | 10 | 4/M4 | M5 | 10 | 0,04 | P1A-S010DS-0010 | 1 | | | | |
| | | | | 15 | 0,04 | P1A-S010DS-0015 | 1 | | | | |
| | | | | 20 | 0,06 | P1A-S010DS-0020 | 1 | | | | |
| | | | | 25 | 0,05 | P1A-S010DS-0025 | 1 | | | | |
| | | | | 30 | 0,05 | P1A-S010DS-0030 | 1 | | | | |
| | | | | 40 | 0,05 | P1A-S010DS-0040 | 1 | | | | |
| | | | | 50 | 0,06 | P1A-S010DS-0050 | 1 | | | | |
| | | | | <hr/> | | | | | | | |
| | | | |  | 20 | 8/M8 | G1/8 | 10 | 0,19 | P1A-S020DS-0010 | 1 |
| | | | | | | | | 15 | 0,19 | P1A-S020DS-0015 | 1 |
| 20 | 0,19 | P1A-S020DS-0020 | 1 | | | | | | | | |
| 25 | 0,19 | P1A-S020DS-0025 | 1 | | | | | | | | |
| 30 | 0,20 | P1A-S020DS-0030 | 1 | | | | | | | | |
| 40 | 0,21 | P1A-S020DS-0040 | 1 | | | | | | | | |
| 50 | 0,22 | P1A-S020DS-0050 | 1 | | | | | | | | |
| 80 | 0,24 | P1A-S020DS-0080 | 1 | | | | | | | | |
| 100 | 0,25 | P1A-S020DS-0100 | 1 | | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | | | | | |
|  | 25 | 10/M10x1,25 | G1/8 | 10 | 0,26 | P1S-S025DS-0010 | 1 | | | | |
| | | | | 15 | 0,27 | P1S-S025DS-0015 | 1 | | | | |
| | | | | 20 | 0,27 | P1S-S025DS-0020 | 1 | | | | |
| | | | | 25 | 0,27 | P1S-S025DS-0025 | 1 | | | | |
| | | | | 30 | 0,28 | P1S-S025DS-0030 | 1 | | | | |
| | | | | 40 | 0,29 | P1S-S025DS-0040 | 1 | | | | |
| 50 | 0,31 | P1S-S025DS-0050 | 1 | | | | | | | | |

ANEXO D

PLANOS MECÁNICOS.

ANEXO E

ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA (WPS)

**ANEXO:
E1**

**ESPECIFICACIÓN DE SOLDADURA
SMAW**

**Pág.
1- 2**

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---------------|--|--|--|--|--|
| <p>Nombre de la compañía INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ</p> <p>WPS N° 001</p> <p>Proceso de soldadura SMAW-MANUAL</p> <p>Según norma AWS D1.1</p> | | | | <p>Diseño de la junta</p> | | | | |
| Junta Utilizada | Tipo de junta | TOPE | | | Posición | Tope 1G | | |
| | Tipo de soldadura | MEDIA EN V | | | | Califica vertical | | |
| | Cordón de respaldo | si no <input checked="" type="checkbox"/> | | | Característica eléctrica | Corriente: | | |
| | Preparar junta | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | | | CA <input type="checkbox"/> DCEN <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | Método | Amolado | | | | DC+ <input type="checkbox"/> | | |
| | Angulo de la ranura | 45° | | | | Técnica de soldadura | Técnica un pase <input type="checkbox"/> | |
| | Cara de la raíz | 8mm | | | | | varios pases <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Abertura de la raíz | 1mm | | | Oscilación si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | | | |
| Limpieza | Limpiar las superficies antes de soldar | | | Limpieza entre Pases No | | | | |
| Especificación | ASTM A 36 | | | Otros pases: No | | | | |
| Metal base | Califica | Acero | | | Pre calen | Método de ensamble Apuntado | | |
| | Espesor | 8 mm | | | | Soldadura Un lado <input checked="" type="checkbox"/> Dos lados | | |
| | Califica | Desde 3.2 a 12 mm | | | | Temperatura N/A | | |
| Electrodo | Diámetro | 3.2 mm | | | Tiempo entre pases N/A | | | |
| | Clasificación | AWSE6011- E 7018 | | | <p>Aplicación de Soldadura de Estructuras.</p> | | | |
| | Especificación | AWS A5.1 | | | | | | |
| | Casa comercial | AGA | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| N° de pase | Metal de aporte | | | Tensión de trabajo | | | (Vel. De avance m/min) | |
| | Denominación AWS | Denominación Comercial | Diámetro (mm) | Pol | Voltaje (V) | Amperaje (A) | | |
| 1 | E 6011 | INFRA 16 | 3.2 mm | DC+ | 110-220 | 105 | 0.05-0.1 | |
| <p>Notas: Verificar alineación de la junta Asegurar la limpieza de las partes</p> | | | | | | | | |
| <p>REALIZADO POR: Wilson Guishcacho. Javier Pilamonta.</p> | | | | <p>APROBADO POR: Ing. Freddy Naranjo FECHA: 23/06/2013</p> | | | | |

| | | | | | | | |
|---|----------------------------|--|----------------------|--|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| <p>Nombre de la compañía INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ</p> <p>WPS N° 001</p> <p>Proceso de soldadura GTAW-MANUAL</p> <p>Según norma AWS D1.1</p> | | <p>Diseño de la junta</p> | | | | | |
| Junta Utilizada | Tipo de junta | TOPE | | | | | |
| | Tipo de soldadura | JUNTA EN "T" | | | | | |
| | Cordón de respaldo | si no <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | |
| | Preparar junta | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | Método | | | | | | |
| | Angulo de la ranura | 90° | | | | | |
| | Cara de la raíz | 1mm | | | | | |
| Metal base | Especificación | AISI316 | | | | | |
| | Califica | Acero Inoxidable. | | | | | |
| | Espesor | 1 mm | | | | | |
| Electrodo | Califica | Desde 0.5 a 1mm | | | | | |
| | Diámetro | 0.5 mm | | | | | |
| | Clasificación AWS | | | | | | |
| | Especificación | ER70S-3 | | | | | |
| | Casa comercial | AGA | | | | | |
| <p>Aplicación de Soldadura de Estructuras.</p> | | | | | | | |
| N° de pase | Metal de aporte | | | Tensión de trabajo | | | (Vel. De avance m/min) |
| | Denominación AWS | Denominación Comercial | Diámetro (mm) | Pol | Voltaje (V) | Amperaje (A) | |
| 1 | ER70S-3 | AGA | 0.05 mm | DC ⁺ | 110-220 | 160 | 8 |
| <p>Notas: Verificar alineación de la junta Asegurar la limpieza de las partes</p> | | | | | | | |
| <p>REALIZADO POR: Wilson Guishcasho. Javier Pilamonta.</p> | | | | <p>APROBADO POR: Ing. Freddy Naranjo FECHA: 23/06/2013</p> | | | |

ANEXO F

PLANOS ELÉCTRICOS.

ANEXO G

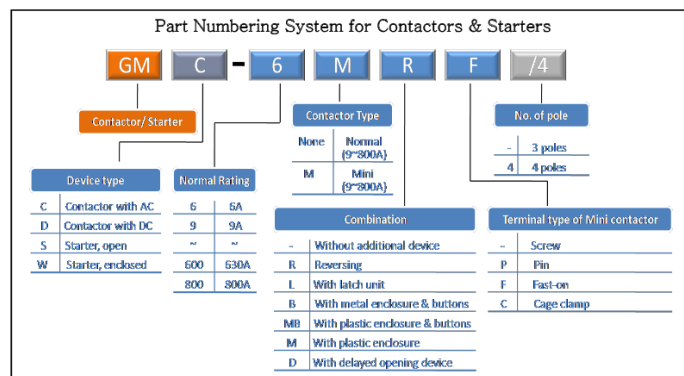
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE
LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS

**INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE PARA CONDUCTORES DE COBRE
(Secciones AWG)**

| AISLADOS TEMPERATURA DE SERVICIO: | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|-------------------------|------|------|-------------------------|------|------|---------|
| | | 60° | 75° | 90° | | | | |
| SECCION | SECCION | GRUPO A | | | GRUPO B | | | DESNUDO |
| | | TEMPERATURA DE SERVICIO | | | TEMPERATURA DE SERVICIO | | | |
| Nominal (mm) ² | AWG | 60°C | 75°C | 90°C | 60°C | 75°C | 90°C | |
| 0,32 | 22 | 3 | 3 | | | | | |
| 0,51 | 20 | 5 | 5 | | | | | |
| 0,82 | 18 | 7,5 | 7,5 | | | | | |
| 1,31 | 16 | 10 | 10 | | | | | |
| 2,08 | 14 | 15 | 15 | 25 | 20 | 20 | 30 | |
| 3,31 | 12 | 20 | 20 | 30 | 25 | 25 | 40 | |
| 5,26 | 10 | 30 | 30 | 40 | 40 | 40 | 55 | |
| 8,36 | 8 | 40 | 45 | 50 | 55 | 65 | 70 | 90 |
| 13,30 | 6 | 55 | 65 | 70 | 80 | 95 | 100 | 130 |
| 21,15 | 4 | 70 | 85 | 90 | 105 | 125 | 135 | 150 |
| 26,67 | 3 | 80 | 100 | 105 | 120 | 145 | 155 | 200 |
| 33,62 | 2 | 95 | 115 | 120 | 140 | 170 | 180 | 230 |
| 42,41 | 1 | 110 | 130 | 140 | 165 | 195 | 210 | 270 |
| 53,49 | 1/0 | 125 | 150 | 155 | 195 | 230 | 245 | 310 |
| 67,42 | 2/0 | 145 | 175 | 185 | 225 | 265 | 285 | 360 |
| 85,01 | 3/0 | 165 | 200 | 210 | 260 | 310 | 330 | 420 |
| 107,2 | 4/0 | 195 | 230 | 235 | 300 | 360 | 385 | 490 |
| 127 | 250 MCM | 215 | 255 | 270 | 340 | 405 | 425 | 540 |
| 152,0 | 300 MCM | 240 | 285 | 300 | 375 | 445 | 480 | 610 |
| 177,3 | 350 MCM | 260 | 310 | 325 | 420 | 505 | 530 | 670 |
| 202,7 | 400 MCM | 280 | 355 | 360 | 455 | 545 | 575 | 730 |
| 253,4 | 500 MCM | 320 | 380 | 405 | 515 | 620 | 660 | 840 |
| 304 | 600 MCM | 355 | 420 | 455 | 475 | 690 | 740 | |
| 354,7 | 700 MCM | 385 | 460 | | 630 | 755 | | |
| 380 | 750 MCM | 400 | 475 | 500 | 655 | 785 | 845 | |
| 405,4 | 800 MCM | 410 | 490 | | 680 | 815 | | |
| 456 | 900 MCM | 435 | 520 | | 730 | 870 | | |
| 506,7 | 1000 MCM | 455 | 545 | 585 | 780 | 925 | 1000 | |
| 633,4 | 1250 MCM | 495 | 590 | | 890 | 1065 | | |
| 760,1 | 1500 MCM | 520 | 625 | | 980 | 1175 | | |
| 886,7 | 1750 MCM | 545 | 650 | | 1070 | 1280 | | |
| 1013 | 2000 MCM | 560 | 665 | | 1155 | 1385 | | |

Grupo A: hasta 3 conductores en tubo o en cable o directamente enterrados. Grupo B: Conductor simple al aire libre.

| PLACA DE DATOS MOTOR DE 1/2 Hp | | |
|--|-------------------------|-----------------|
| SEW-EURODRIVE Bruchsal Germany | | |
| Typ : | SA37 DT 71 D4 | 3 ~ IEC 34 |
| NO. | 01.3334231601.0004X 03 | 1M: M2A |
| KW: | 0.37 / 0.37 / S1 | COS 0.76 |
| 50HZ V 220 - 240 Δ / 380 - 415 YA 2.15/ 1.24 | | |
| 60HZ V 240 - 266 Δ / 415 - 460 YA 1.95/ 1.12 | | |
| rpm | 1380 / 37.0 / 1680/45.0 | IP 55 Ins.cl.F |
| kg 12.580 | Ma 76/63 | Nm rectifier |
| | | Nm 37.66 : 1 |
| Lubricante CLP 6.80 Mmineral Gil/0.40 L | | made in Germany |

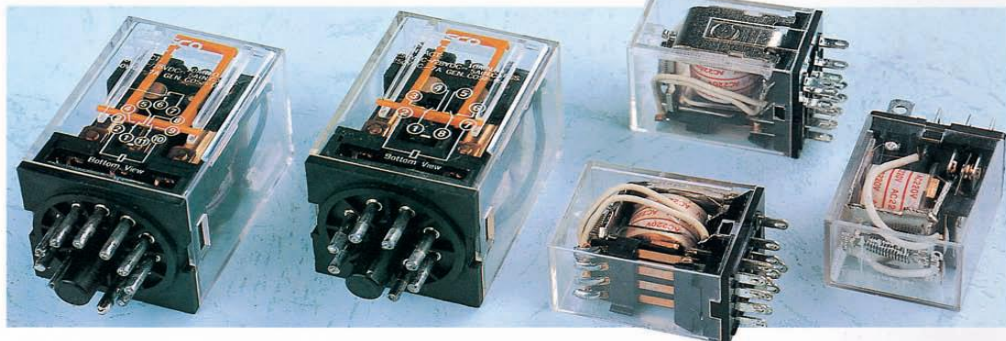


AC3 Rating Chart

| Meta-MEC Series Contactors: 9 - 800A | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|-----------|----------------------|--------------|------|-------------|------|------|---|---------|
| Frame Size | AC3 Rating @440V | Nema Size | Ratings / UL508 (HP) | | | | | | Corresponding Overload Relay (See p.11 for amp range) | |
| | | | Continuous current | Single phase | | Three phase | | | | |
| | | | | 115V | 230V | 200V | 230V | 460V | | 575V |
| 22AF | 9A | 00 | 20A | 0.5 | 1 | 2 | 2 | 5 | 7.5 | GTK-22 |
| | 12A | 00 | 25A | 0.5 | 2 | 3 | 3 | 7.5 | 10 | |
| | 18A | 0 | 30A | 1 | 3 | 5 | 5 | 10 | 15 | |
| | 22A | 0 | 32A | 2 | 3 | 7 | 7.5 | 10 | 15 | |
| 40AF | 32A | 1 | 45A | 2 | 5 | 7.5 | 10 | 20 | 20 | GTK-40 |
| | 40A | 1 | 50A | 3 | 5 | 10 | 10 | 25 | 25 | |
| | 50A | 2 | 70A | 3 | 7.5 | 10 | 15 | 30 | 30 | |
| 85AF | 65A | 2 | 80A | 5 | 10 | 15 | 20 | 40 | 40 | GTK-85 |
| | 75A | 2 | 90A | 5 | 15 | 20 | 25 | 50 | 50 | |
| | 85A | 3 | 100A | 7.5 | 15 | 25 | 30 | 50 | 50 | |
| | 100A | 3 | 160A | 7.5 | 15 | 30 | 30 | 60 | 60 | |
| 125AF | 125A | 3 | 160A | 10 | 20 | 40 | 40 | 75 | 75 | GTK-100 |
| 150AF | 150A | 4 | 210A | 15 | 25 | 40 | 50 | 100 | 100 | GTK-150 |
| 220AF | 180A | 4 | 230A | 15 | 30 | 60 | 60 | 125 | 125 | GTK-220 |
| | 220A | 4 | 275A | 15 | 40 | 60 | 75 | 150 | 150 | |
| | 300A | 5 | 350A | | | 100 | 100 | 200 | 200 | |
| 400AF | 400A | 5 | 450A | | | 125 | 150 | 300 | 300 | GTK-400 |
| | 600A | 6 | 660A | | | 150 | 200 | 400 | 400 | |
| | 800A | 7 | 900A | | | 250 | 300 | 600 | 600 | |

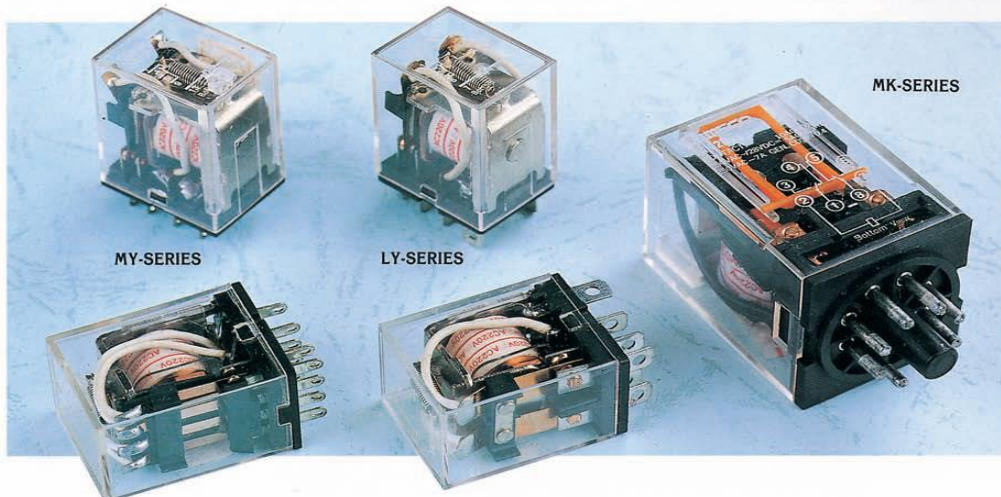


RELAY



specification

| MODEL | | MY SERIES | | | LY SERIES | | | MK SERIES | |
|-------------------------|------------|----------------------------------|------|------|----------------------------------|------|------|--------------------------------|--------|
| | | MY-2 | MY-3 | MY-4 | LY-2 | LY-3 | LY-4 | MK2P-I | MK3P-I |
| EXTERNAL DIMENSION (mm) | L | 27.6 | | | 27.6 | 27.6 | 27.6 | 34.7 | |
| | W | 21.5 | | | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 34.7 | |
| | | 34 | | | 36 | 36 | 36 | 52 | |
| CONTACT FORM | | 2A2B | 3A3B | 4A4B | 2A2B | 3A3B | 4A4B | 2A2B | 3A3B |
| CONTACT CAPACITY | | 28V DC 220V AC | | 3A | 15A10A | 10A | | 10A 5A | |
| COIL VOLTAGE | DC | 6,12,24,36,110 V | | | 6,12,24,36,48,110V | | | 6,12,24,48,60,110,220V | |
| | AC | 6,12,24,36,110,220V | | | 6,12,24,36,48,110,220V | | | 6,12,24,36,48,110,127,220,380V | |
| CONTACT RESISTANCE | | ≤ 50mΩ | | | ≤ 50mΩ | | | ≤ 50mΩ | |
| INSULATION RESISTANCE | | ≥ 1000MΩ | | | ≥ 1000MΩ | | | ≥ 500MΩ | |
| DIELECTRIC STRENGTH | | 1000V AC 50/60Hz | | | 1500 AC 50/60 Hz | | | 1500V AC 50/60Hz | |
| SERVICE LIFE | MECHANICAL | 10,000,000 | | | 10,000,000 | | | 10,000,000 | |
| | ELECTRICAL | 100,000 | | | 100,000 | | | 100,000 | |
| TERMINAL | | OUTLET AND PRINTED-CIRCUIT BOARD | | | OUTLET AND PRINTED-CIRCUIT BOARD | | | OUTLET SOLDER | |



Relés Telemecanique Zelio enchufables
RXM Relés miniatura

Características: 4/4
Referencias: 4/5
Dimensiones y esquemas: 4/13

Características

Características generales

| | | |
|--|-----------------------------|--|
| Conformidad con las normas | | IEC/EN 61810-1 (iss. 2), UL 508, CSA C22-2 n° 14 |
| Homologación | | UL, CSA |
| Temperatura Ambiente en el entorno del aparato | Almacenamiento | °C - 40... + 85 |
| | Operación | °C - 40... + 55 |
| Resistencia de las vibraciones | Conforme a IEC/EN 60068-2-6 | > 6 gn (10...50 Hz) |
| Grado de protección | Conforme a IEC/EN 60529 | IP 40 |
| Resistencia a los choques Conforme a IEC/EN 60068-2-27 | Apertura | 10 gn |
| | Cierre | 5 gn |

Características de Aislamiento

| | | |
|--|-------------------------|--------------------------|
| Tensión asignada de aislamiento (Ui) | V | 250 (IEC); 300 (UL, CSA) |
| Clase de aislamiento (Uimp) | kV | 3.6 (1.2/50 µs) |
| Rigidez dieléctrica (Tensión eficaz) | Entre bobina y contacto | C V 2500 |
| | Entre polos | C V 2500 |
| | Entre contactos | C V 1500 |

Relés Telemecanique Zelio enchufables
RXM Relés miniatura

Características: 4/4
Referencias: 4/5
Dimensiones y esquemas: 4/13

Referencias

Relé miniatura sin LED

| Tensión de control | Número de contactos - Corriente térmica (Ith) | | |
|--------------------|---|--------------------------|-------------------------|
| | 2 C/O - 12 A 8 Pines | 3 C/O - 10 A 11 Pines | 4 C/O - 6 A 14 Pines |
| | Referencia | Referencia | Referencia |
| V | | | |

Relé miniatura con LED

| | | | |
|-------|------------|------------|------------|
| A 12 | RXM 2AB2JD | RXM 3AB2JD | RXM 4AB2JD |
| A 24 | RXM 2AB2BD | RXM 3AB2BD | RXM 4AB2BD |
| A 48 | RXM 2AB2ED | RXM 3AB2ED | RXM 4AB2ED |
| A 110 | RXM 2AB2FD | RXM 3AB2FD | RXM 4AB2FD |
| A 125 | - | - | RXM 4AB2GD |
| C 24 | RXM 2AB2B7 | RXM 3AB2B7 | RXM 4AB2B7 |
| C 48 | RXM 2AB2E7 | RXM 3AB2E7 | RXM 4AB2E7 |
| C 120 | RXM 2AB2F7 | RXM 3AB2F7 | RXM 4AB2F7 |
| C 230 | RXM 2AB2P7 | RXM 3AB2P7 | RXM 4AB2P7 |



INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS STAB-LOK



Aplicación:

Los interruptores para usos residencial son del tipo termomagnético en caja moldeada. Están diseñados tanto para la protección automática de sobrecorriente como para la conexión y desconexión de cargas eléctricas. Pueden ser utilizados en circuitos alimentadores principales o en circuitos derivados.

Los Stab-lok que se instalan en gabinetes, ya sea en forma individual o agrupados para integrar tableros de alumbrado.

Descripción:

Los interruptores Stab-lok tipos NA y NC son del tipo de enchufar y los NB son del tipo atomillable es decir estos no tienen lengüeta de enchufe y en su lugar disponen de una terminal que se atornilla al conector fijo montado en el tablero.

Características:

- Fácilmente visible en la manija de operación, que indican (cerrado- Abierto) y la calibración en amperes.
- Restablecimiento automático. Cuando el interruptor se dispara, la manija se mueve a la posición de abierto, facilitando el restablecimiento a la posición de cerrado.
- Mecanismo de disparo libre: El interruptor dispara por sobrecorriente aun cuando la manija este retenida en la posición de cerrado. No podrá alterarse la calibración y dañarse el mecanismo mediante movimientos que se apliquen a la manija.
- Lengüeta de conexión o enchufe: Diseñada para aplicar presión en cuatro puntos de contacto con el conector fijo. Permite fácil montaje en campo y contacto positivo sin necesidad de mantenimiento.
- Caja moldeada: Con resina de alto impacto y características dieléctricas y térmicas adecuadas a condiciones extremas y con ventillas deflectoras para liberar sin peligro los gases que se forman eventualmente por arqueo.

El color de la palanca indica la capacidad en amperes: Azul 15 Amps, Roja 20 Amps, Verde 30 Amps, Gris 40 Amps; y Negra 50 Amps.

| Polos | Tipo | 15 Amps | 20 Amps | 30 Amps | 40 Amps | 50 Amps | 70 Amps | 100 Amps |
|-----------------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 120 / 240 Voltios 10,000 Amps RMS | | | | | | | | |
| Un Polo | NA | NAM115 | NAM120 | NAM130 | NAM140 | NAM150 | NAM170 | NAM1100 |
| | NB | NBM115 | NBM120 | NBM130 | NBM140 | NBM150 | NBM170 | NBM1100 |
| | NC | NCM115 | NCM120 | NCM130 | | | | |
| Dos Polos | NA | NAM215 | NAM220 | NAM230 | NAM240 | NAM250 | NAM270 | NAM2100 |
| | NB | NBM215 | NBM220 | NBM230 | NBM240 | NBM250 | NBM270 | NBM2100 |
| | NC | NCM215 | NCM220 | NCM230 | | | | |
| Tres Polos | NA | NAM315 | NAM320 | NAM330 | NAM340 | NAM350 | NAM370 | NAM3100 |
| | NB | NBM315 | NBM320 | NBM330 | NBM340 | NBM350 | NBM370 | NBM3100 |
| | NC | NCM315 | NCM320 | NCM330 | | | | |

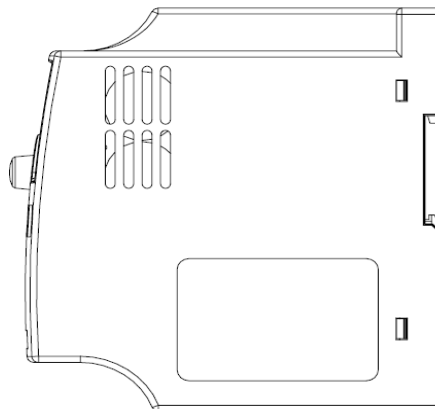
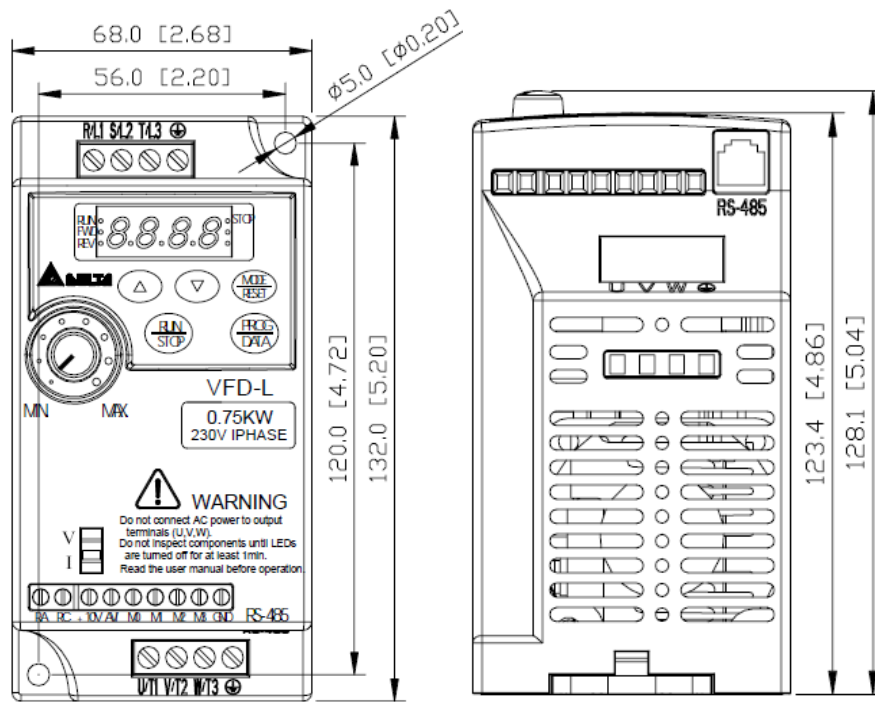
MULTI 9



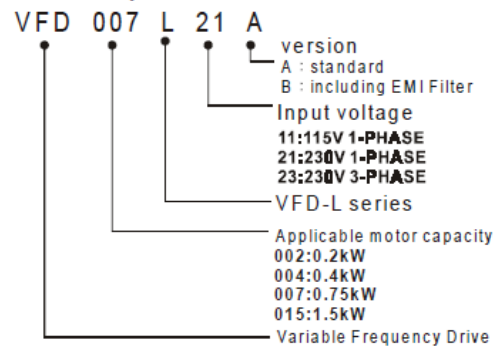
Interruptores montaje universal MULTI 9 de MERLIN GERIN pueden ser montados individualmente en gabinetes sobre riel Din agrupados o no según se requiera. La capacidad interruptiva es de 10,000 Amps. RMS.

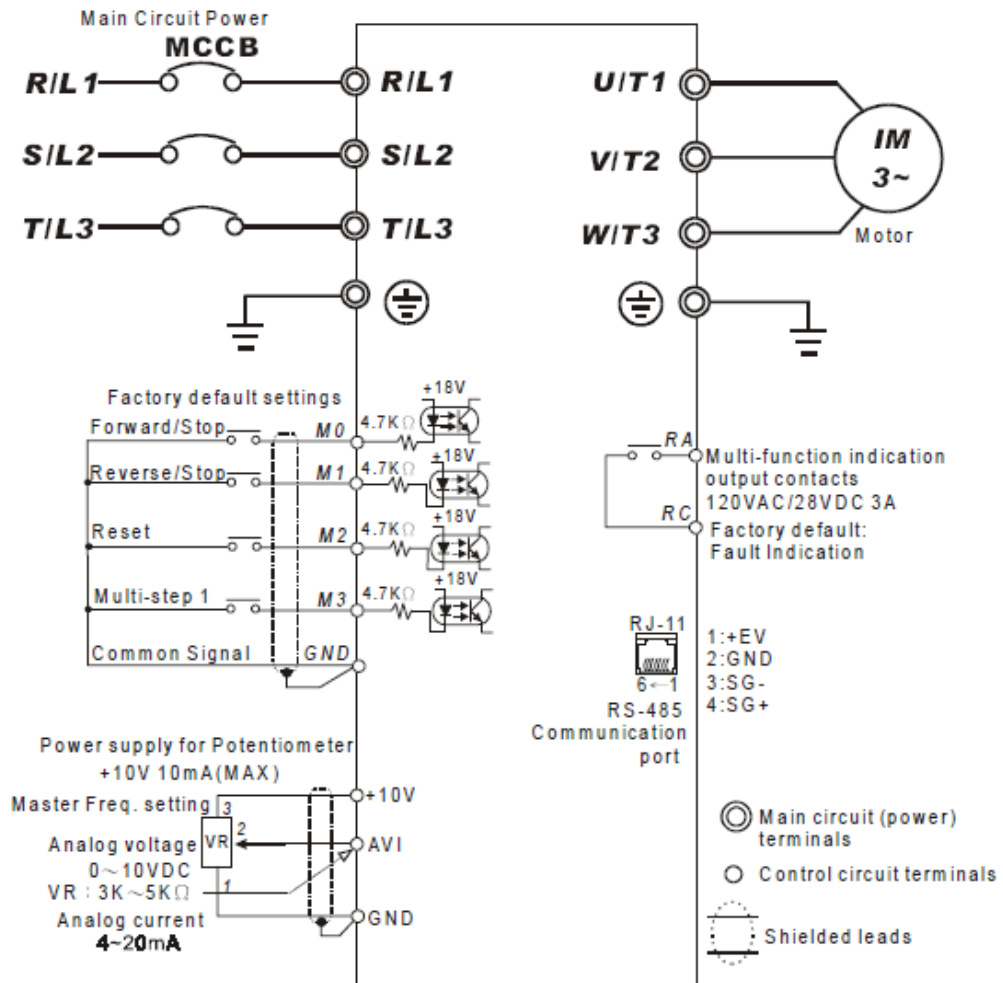
| Marco | Amps | Montaje | Un polo 120/240 VCA 10,000 Amps RMS | Dos polos 220/440 VCA 10,000 Amps RMS | Tres polos 220/440 VCA 10,000 Amps RMS | Tres polos + N 220/440 VCA 10,000 Amps RMS |
|-------|------|----------|---|---|--|--|
| k32 a | 6 | Riel Din | 12387 | 21859 | 12530 | 12540 |
| | 10 | | 12388 | 21860 | 12531 | 12541 |
| | 15 | | 12389 | 21861 | 12532 | 12542 |
| | 20 | | 12390 | 21862 | 12533 | 12543 |
| | 25 | | 12391 | 21863 | 12534 | 12544 |
| | 32 | | 12392 | 21864 | 12535 | 12545 |
| | 40 | | 12393 | 21865 | 12536 | 12546 |
| | 50 | | 12393 | 12395 | 12397 | |
| | 63 | | 12384 | 12386 | 12388 | |

Dimension

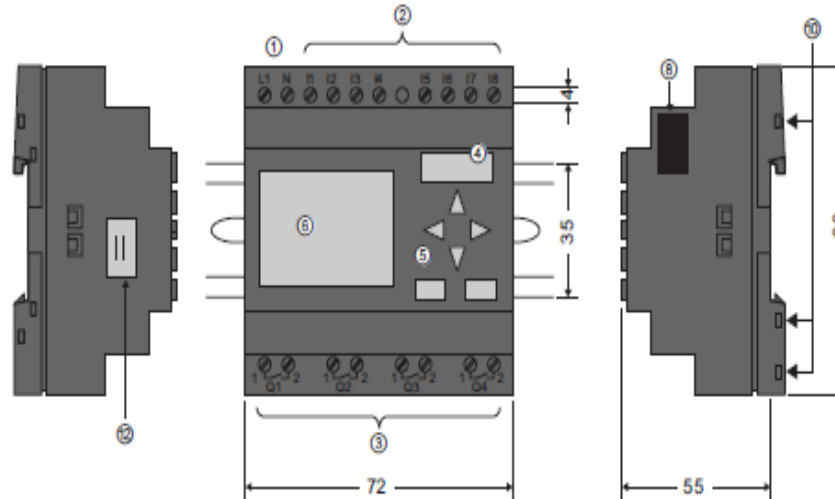


Model Explanation:





LOGO! Basic (p. ej. 230 RC)



- | | |
|----------------------------------|--|
| ① Fuente de alimentación | ⑦ Indicador RUN/STOP |
| ② Entradas | ⑧ Interfaz de ampliación |
| ③ Salidas | ⑨ Pines de codificación mecánica |
| ④ Ranura para módulos (con tapa) | ⑩ Conectores hembra de codificación mecánica |
| ⑤ Panel de control (no en RCo) | ⑪ Corredera |
| ⑥ LCD (no en RCo) | ⑫ Conector de cable del LOGO! TD |

Terminales de Alimentación

- Alimentaciones posibles:
DC 12 V
DC 24 V, AC 24 V
AC/DC 115 V ~ 230 V

Display LCD retroiluminado

- Cuando se edita un programa:
Muestra los bloques de función en el display
- En servicio:
Muestra el estado de las entradas/salidas; bits de memoria, hora y día de la semana; muestra los mensajes de texto y variables/valores actuales
- Cuando se parametriza:
Valores preconfigurados, (p.e. tiempos/valor actual)
- Valor ajustable

**Salidas digitales
(4, ampliable hasta 16)**

- Conexión de p.e. bombas, pequeños motores,
- Iluminación, ventiladores
- Versiones: Relé (hasta 10A, AC 230 V)
Transistor (0.3 A, DC 24 V)

**Entradas Digitales/Analógicas
(8 ampliable hasta 24 / 2 ampliable hasta 8)**

- Alimentaciones posibles:
DC 12 V DC 24 V, AC 24 V
AC/DC 115 ~ 230 V
- A DC 12 V y DC 24 V
versiones, 11, 12, 17 y 18: 0-10 V
Procesamiento señales analógicas

Interface para Módulos de ampliación

Interface PC/Cartucho

- Opcional**
- Como interface para PC:
subir/bajar programas,
test online
 - Como interface para cartucho:
duplicado de programas;
copias de seguridad;
protección de know-how

Teclado

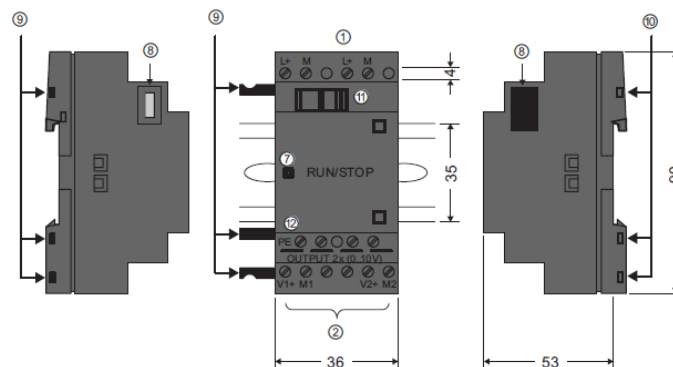
- Editar el programa de control directamente en el equipo
- Conexión de funciones
- Configurar/Modificar parámetros (p.e. tiempos, contadores)



LOGO! modular: datos técnicos

| Módulos analógicos | LOGO! AM2 ²⁾ | LOGO! AM2 RTD | LOGO! AM2 AQ ²⁾ |
|---|--------------------------------|--|------------------------------|
| Tensión de alimentación | 12/24 V DC | 12/24 V DC | 24 V DC |
| Rango admisible | 10,8 ... 28,8 V DC | 10,8 ... 28,8 V DC | 20,4 ... 28,8 V DC |
| Entradas/salidas analógicas | 2/0 | 2/0 x PT100 o PT1000 Conexión a 2 ó 3 hilos Detección automática de sensor | 0/2 |
| Rango de medida | | -50 °C ... +200 °C | - |
| Rango de entrada/salida | 0 ... 10 V o 0/4 ... 20 mA | - | 0 ... 10 V o 0/4 ... 20 mA |
| Resolución | 10 bits a 0-1000 normalizado | 0,25 °C | 10 bits a 0-1000 normalizado |
| Longitud del cable (apantallado y trenzado) | 10 m | 10 m | 10 m |
| Alimentación de sensores | Sin | 1,1 mA | - |
| Pérdidas a 12 V DC a 24 V DC | 0,3 ... 0,6 W 0,6 ... 1,2 W | 0,3 ... 0,6 W 0,6 ... 1,2 W | - 0,6 ... 1,2 W |
| Dimensiones (ancho x alto x prof.) | 36 (2 módulos) x 90 x 53 mm | 36 (2 módulos) x 90 x 53 mm | 36 (2 módulos) x 90 x 53 mm |

LOGO! AM 2 AQ (0 ... 10 V DC)



- | | |
|--------------------------|--|
| ① Fuente de alimentación | ⑨ Pines de codificación mecánica |
| ② Salidas | ⑩ Conectores hembra de codificación mecánica |
| ⑦ Indicador RUN/STOP | ⑪ Corredera |
| ⑧ Interfaz de ampliación | ⑫ Borne PE para la conexión a tierra |

SIEMENS

LOGO! ..0BA6 – Nuevo display externo LOGO! TD

LOGO! TD text display

LOGO! ..0BA6 posee un nuevo display externo.
El LOGO! TD amplía el display y las posibilidades de visualización de los nuevos módulos LOGO!.

LOGO! Soft Comfort V6.0 permite configurar las siguientes características de LOGO! TD:

- Encendido del display
- Teclas de función
- Mensajes de texto
- Retroiluminación



LOGO! ..0BA6 – Nuevo display externo LOGO! TD

LOGO! TD text display

Alimentación:

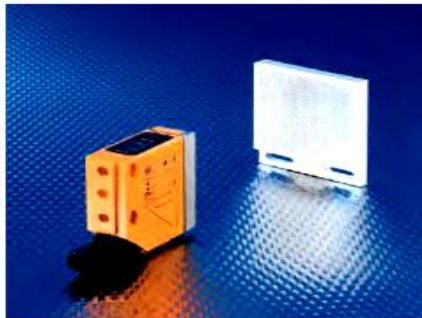
- 12V DC, 24V AC/DC
- conector para fuente de alimentación

Características:

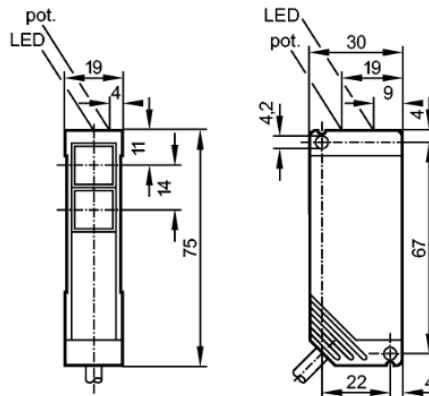
- 4 líneas de 12 caracteres
- conectable a cualquier LOGO! ..0BA6 a través de un nuevo puerto
- Clase de protección IP65
- 6 teclas estándar y 4 teclas adicionales de función (F1-F4)
- El cable de conexión de suministra conjuntamente con el LOGO! TD



Sensores fotoeléctricos



- Ajuste fácil con el nuevo modo teach.
- Ajuste del punto de conmutación con indicación de ensuciamiento.
- Alta frecuencia de conmutación de 2000 Hz para procesos rápidos.
- Fijación universal mediante componentes de fijación y accesorios de montaje.
- La luz roja visible facilita la alineación durante el montaje.



Sensores para la detección de objetos transparentes

| Tipo | Principio de funcionamiento | Alcance | Ø punto luminoso con alcance máx. [mm] | Salida H = modo luz D = modo oscuridad | U _b [V] | Nº de pedido |
|---|-----------------------------|---------|--|--|-----------------------|--------------|
| Tipo O5G · Conector M12 · plástico · DC · Grupos de conectores 6 | | | | | | |
| | Sistema réflex | 1,5 | 40 / 80 | H/D PNP/NPN | 10...36 | O5G500 |

LOGO!Power

LOGO!Power 24 V

Sinopsis



Campo de aplicación

Las LOGO!Power son fuentes de alimentación conmutadas que están óptimamente adaptadas, en términos de funciones y diseño, a los módulos lógicos LOGO!. Su entrada de rango amplio, 85 V a 264 V AC, su grado de antiparasitaje B y la posibilidad de montarlas en cuadros de distribución pequeños las convierten en la solución universal para diversos campos de aplicación de gama baja.

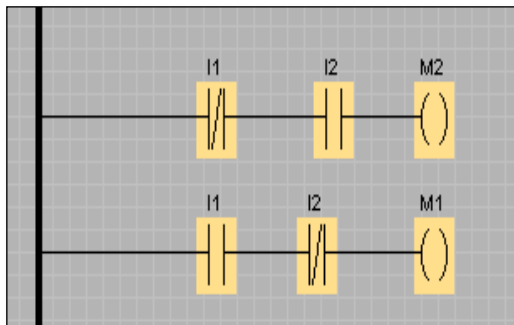
Datos técnicos

| Fuente de alimentación, tipo | 24 V/1,3 A | 24 V/2,5 A | 24 V/4 A |
|--|---|---|---|
| Referencia | 6EP1 331-1SH02 | 6EP1 332-1SH42 | 6EP1 332-1SH51 |
| Entrada | monofásica AC 100-240 V AC entrada de rango amplio | monofásica AC 100-240 V AC entrada de rango amplio | monofásica AC 100-240 V AC entrada de rango amplio |
| Tensión nominal V_E nom | 85 ... 264 V AC | 85 ... 264 V AC | 85 ... 264 V AC |
| Rango de tensión | | | |
| Resistencia a sobretensiones | $2,3 \times V_E$ nom/1,3 ms | $2,3 \times V_E$ nom/1,3 ms | $2,3 \times V_E$ nom/1,3 ms |
| Puenteo de fallos de red con I_E nom | > 40 ms con $V_E = 187$ V | > 40 ms con $V_E = 187$ V | > 40 ms con $V_E = 187$ V |
| Frecuencia nominal de red; rango | 50/60 Hz; 47 ... 63 Hz | 50/60 Hz; 47 ... 63 Hz | 50/60 Hz; 47 ... 63 Hz |
| Intensidad nominal I_E nom | 0,7-0,35 A | 1,22-0,66 A | 1,95-0,97 A |
| Limitación de intensidad de conexión (+25 °C) | < 15 A | < 30 A | < 30 A |
| I^2t | < 0,8 A ² s | < 3 A ² s | < 2,5 A ² s |
| Fusible de entrada incorporado | interno | interno | interno |
| Magnetotérmico (IEC 898) recomendado en la línea de alimentación | desde 16 A, curva B; desde 10 A, curva C | desde 16 A, curva B; desde 10 A, curva C | desde 16 A, curva B; desde 10 A, curva C |
| Salida | tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente 24 V DC | tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente 24 V DC | tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente 24 V DC |
| Tensión nominal V_S nom | 24 V DC | 24 V DC | 24 V DC |
| Tolerancia total, estática | ±3 % | ±3 % | ±3 % |
| • Comp. estática variación de red | aprox. 0,1 % | aprox. 0,1 % | aprox. 0,1 % |
| • Comp. estática variación de carga | aprox. 1,5 % | aprox. 1,5 % | aprox. 1,5 % |
| Ondulación residual | < 200 mV _{pp} (típ. 10 mV _{pp}) | < 200 mV _{pp} (típ. 10 mV _{pp}) | < 200 mV _{pp} (típ. 10 mV _{pp}) |
| Spikes (ancho de banda aprox. 20 MHz) | < 300 mV _{pp} (típ. 20 mV _{pp}) | < 300 mV _{pp} (típ. 40 mV _{pp}) | < 300 mV _{pp} (típ. 80 mV _{pp}) |
| Rango de ajuste | 22,2 ... 26,4 V | 22,2 ... 26,4 V | 22,2 ... 26,4 V |
| Indicador de funcionamiento | LED verde para tensión de salida o. k. | LED verde para tensión de salida o. k. | LED verde para tensión de salida o. k. |
| Comportamiento al conectar/desconectar | sin rebase transitorio de V_S (arranque suave) | sin rebase transitorio de V_S (arranque suave) | sin rebase transitorio de V_S (arranque suave) |
| Retardo/subida de tensión en arranque | < 0,5 s/típ. 15 ms | < 0,5 s/típ. 10 ms | < 0,5 s/típ. 35 ms |
| Intensidad nominal I_S nom | 1,3 A | 2,5 A | 4 A |
| Rango de intensidad ... +55 °C | 0 ... 1,3 A | 0 ... 2,5 A | 0 ... 4 A |
| Posibilidad de conex. en paralelo para aumento de potencia | sí | sí | sí |
| Dimensiones (An x Al x P) en mm | 54 x 90 x 55 | 72 x 90 x 55 | 90 x 90 x 55 |
| Peso, aprox. | 0,17 kg | 0,25 kg | 0,34 kg |
| Montaje | sobre perfil normalizado EN 60715 35x7,5/15 por abroche | sobre perfil normalizado EN 60715 35x7,5/15 por abroche | sobre perfil normalizado EN 60715 35x7,5/15 por abroche |

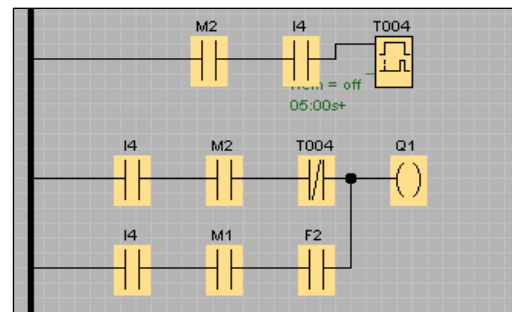
ANEXO H

PROGRAMACIÓN EN EL MICRO PLC LOGO!
230RC

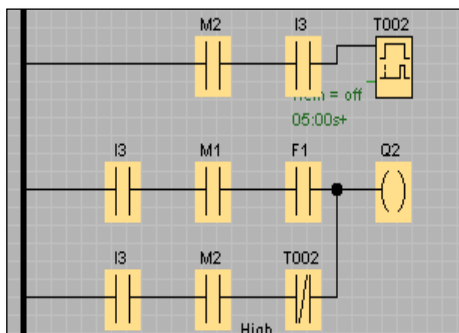
Programación manual y
automático



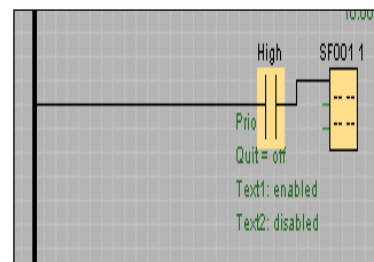
Programación manual o automatico
Y tiempo de demora



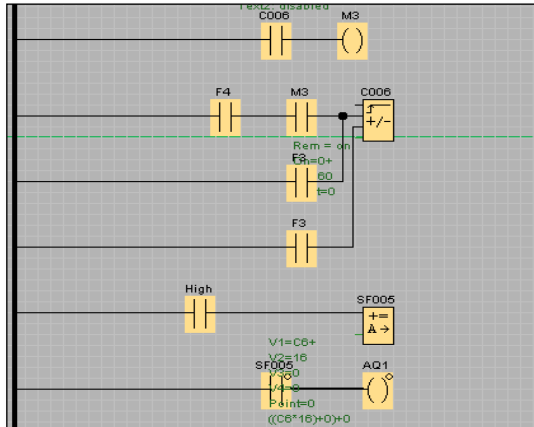
Programa activación del
cilindro recogedor



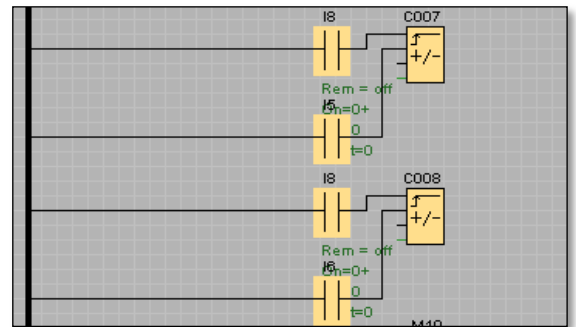
Programar visualizar TD



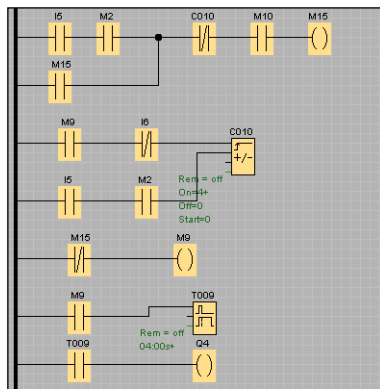
Parámetros del contador



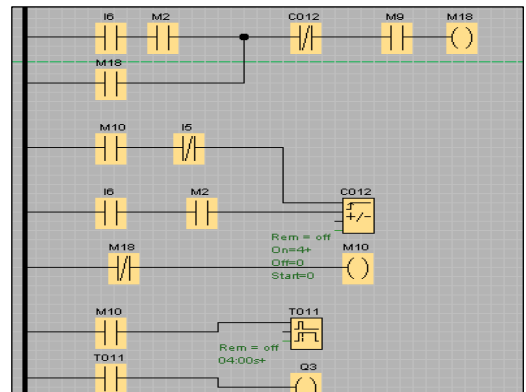
Programa de conteo de envases



Programa de conteo de envases



**Programa para detener envases en
cierto tiempo**



ANEXO I

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

MANUAL DE OPERACIÓN:



RESPONSABLES:

Guishcasho Tercero Wilson Roberto.

Pilamonta Panchi Edison Javier.

LATACUNGA-ECUADOR

Dirección: Panamericana Sur Km 2 Sector Tiobamba.

Email: nsindustrias@gmail.com

CONTENIDO:**Objetivo:****Introducción:****Especificaciones técnicas de los sistemas:**

- Límites para el funcionamiento
- Partes y medidas de los sistemas
- Características generales de los sistemas

Información de seguridad:

- Precauciones que se debe tomar en cuenta al momento de operar los sistemas de recolección para evitar riesgos físicos y mecánicos.

Parámetros de los sistemas de recolección y transporte de envases:

- Descripción

Modos de operación de los sistemas:

- Modo manual
- Modo automático.

Operación del PLC LOGO! 230RC:

- Introducción.

OBJETIVO:

Realizar el plan de operación de los sistemas de recolección y transporte de envases que proporciona la información necesaria y procedimientos de operación de estos sistemas.

INTRODUCCIÓN:

Este manual tiene como propósito proporcionar una guía para llevar a cabo los sistemas de recolección y transporte de envases. Además conocer límites de funcionamientos, partes del sistema, información de seguridad y modos de operación los cuales orientan de manera eficaz el funcionamiento de estos sistemas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS

- **Límites de funcionamiento:**

| PRESIÓN | Min. | Máx. | Unid. |
|---------------------------------------|------|------|-------|
| Presión del sistema de recolección | 60 | 100 | psi |
| Presión del sistema de parada envases | 60 | 100 | psi |

- **Partes de los sistemas:**

| | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 1.- Curva antifricción 45° | 10.- Unidad de reenvío |
| 2.- Curva antifricción 90° | 11.- Perfil guía |
| 3-4.- Cilindro de parada de envases. | 12.- Perfil de transportador |
| 5-6.- Motores. | 13.- Cadena |
| 7.- Pie regulable. | 14.- Brida. |
| 8.- Perfil soporte de cadena. | 15.- Soporte de brida. |
| 9.- Tracción de cadena | |
| Sistema recolección 15 gr. Figura. 2. | |
| Sistema recolección 37 gr. Figura. 2. | |

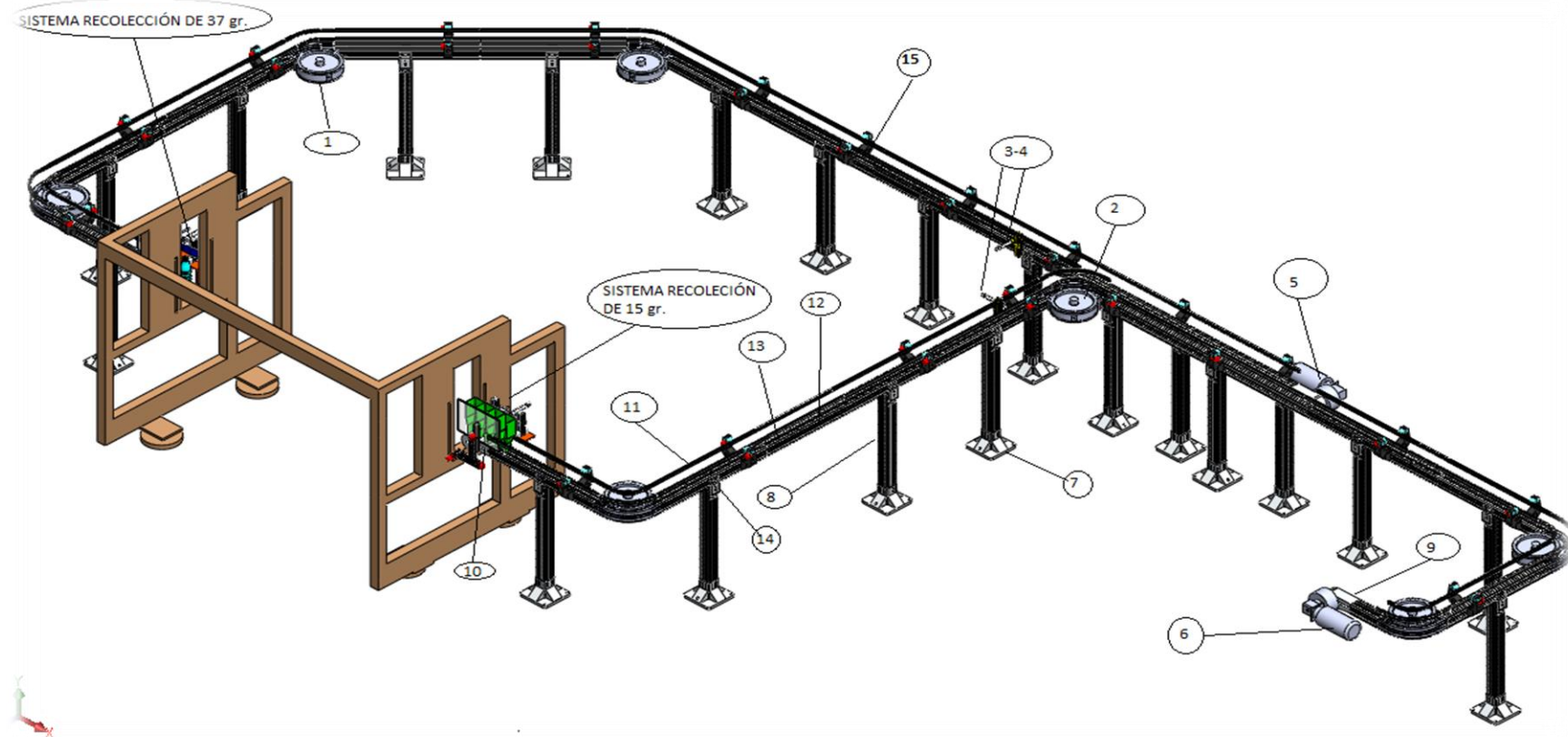


Figura 1.- Partes del sistema de recolección y transporte

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1.- Placa de acrílico | 8.- Brazo de soporte. |
| 2.- Envase de 37 gr. | 9.- Perno de sujeción. |
| 3.- Placa alineación envases 37 gr. | 10.- Sistema recolección de 15 gr. |
| 4.- Perfil de sujeción | 11.- Buje de Fijación |
| 5.-Perfil de sujeción del cilindro | 12.- Conectores. |
| 6.- Guías de soporte. | 13.- Envase de 15 gr. |
| 7.- Cilindro neumático | 14.-Placa sujeción del acrílico |
| 15.- Pomo de ajuste en estrella. | |

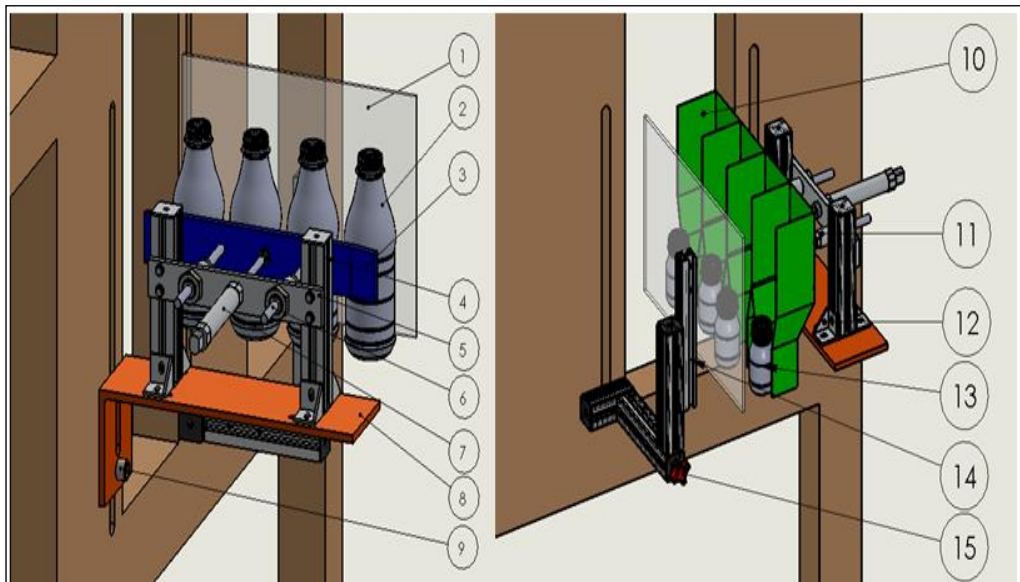


Figura. 2. Partes del sistema de recolección.

- **Medidas de los sistemas:**

- **Sistema de recolección para envases de 15 gr.**

- Largo = 405 mm

- Ancho = 91 mm

- Altura = 290 mm

- **Sistema de alineación para envases de 37 gr.**

- Largo = 400 mm

- Ancho = 10 mm

- Altura = 60 mm

- **Longitud de la banda**

- Lado izquierdo = 12.66 m

- Lado derecho = 12.83 m

- Altura de la banda transportadora = 1.19 m

- **Características generales:**

| Características | Descripción |
|-------------------------|--------------------|
| Tensión | 220 Vca |
| Potencia de los motores | ½ Hp o 373 Watt |
| Potencia del variador | 1500 Watt |
| Conexión del motor | Δ |
| Amperios en carga | 10 A |
| Cilindros | 4 unidades |
| Tipo de fluido | Aire comprimido |

Información de seguridad

Precauciones que se debe tomar en cuenta al momento de operar los sistemas de recolección y transporte de envases para evitar riesgos físicos y mecánicos.

1. Verificar la alimentación de la red trifásica a la caja de potencia de 220V.
2. Realizar la limpieza respectiva en los sistemas establecidos.
3. Utilizar la respetiva vestimenta de trabajo y equipos de protección personal como mandil, cofia, tapones auditivos, guantes, zapatos adecuados, gafas.
4. El personal encargado de operar los sistemas de recolección y transporte de envases, debe tener el conocimiento necesario para la operación de estos sistemas.
5. El personal encargado de todo el sistema debe supervisar que los empleados u otras personas no manipules los cilindros, ya que son ejercidos por una presión la cual puede causar accidentes con lesiones graves.
6. Al momento de realizar el mantenimiento o cambio de matriz se debe cerciorar que todo el sistema este desconectado incluido la máquina sopladora el cual conlleva al sistema implementado, con ello se minimiza algún accidente.
7. Al momento de montar el sistema de recolección o cambio de matriz verificar que estén bien ajustadas, para evitar daño y deterioro de las mismas.

Parámetros de los sistemas de recolección y transporte de envases

A continuación se indica los parámetros que se tiene que considerar antes de poner en funcionamiento el sistema de recolección y transporte de envases en caso de no arrancar normalmente.

- Verificar que la tensión de la red sea de 220V.
- Verificar la conexión de los motores en Δ (triangulo).
- Verificar que los interruptores o breaker estén en posición ON y que todas las fases estén conectadas.
- Verificar con un multímetro la continuidad de voltaje en cada uno de los elementos eléctricos de la caja principal.
- Verificar que el paro de emergencia no este activado.
- Verificar posibles fugas en los sistemas neumáticos.
- Verificar que en la banda transportadora no se encuentre desperdicios o algún elemento que puede afectar con el transporte de los envases.
- Verificar que el brazo de la máquina sopladora de salida de envases este en buen funcionamiento.

Modo de operación y pasos para la puesta en marcha de los sistemas de recolección y transporte de envases.

A continuación se indica los pasos para operar los sistemas de recolección y transporte de envases el cual se tiene mando manual o automático.

Instrucciones de operación mando manual:

- Para alimentar a todos los sistemas con el selector “**S1**”, se selecciona “**ON**”
- Para el mando “**MANUAL**” se selecciona el selector “**S3**”
- Del LOGO! TD al pulsar la tecla de función “**F1**”, el sistema de recolección del lado derecho se desplaza cierta distancia y al dejar de pulsar “**F1**”, el sistema regresa a su posición inicial.
- Del LOGO! TD al pulsar la tecla de función “**F2**”, el sistema de recolección lado izquierdo se desplaza una distancia, al dejar de pulsar “**F2**”, el sistema regresa a su posición inicial.
- Para el funcionamiento de la banda de transporte, se selecciona el selector “**S2**”, en modo “**ON**”.
- Del LOGO! TD, al pulsar la tecla de función “**F3**” o “**F4**”, decremento o incremento respectivamente la frecuencia de los motores.
- En el LOGO! TD, se visualiza el conteo de envases y la frecuencia que opera los motores que están conectados al variador de frecuencia.

Notas:

- a) Todos los elementos de mando, control y maniobra se encuentran emarquillados y etiquetados para evitar errores humanos.

Instrucciones de operación mando automático:

Para el mando automático de todos los sistemas viene dado en pasos cortos, siendo la automatización de los procesos mediante el uso de un PLC LOGO!230RC:

- Para el mando automático se selecciona el selector “**S3**” en modo “**AUTOMÁTICO**” y el sistema de recolección y parada de envases entran en funcionamiento.
- El inicio del proceso de los sistemas arrancan en el siguiente orden:
 - 1.- Las electroválvulas 1 y 2, conjuntamente con los cilindros neumáticos controlan la salida o entrada del embolo para el sistema de parada de envases, el cual es accionado por un sensor fotoeléctrico indistintamente.
 - 2.- Las electroválvulas 3 y 4, conjuntamente con los cilindros neumáticos controlan la salida o entrada de los sistemas de recolección, la cual es accionado por un final de carrera indistintamente.
 - 3.- El sistema de recolección conlleva un tiempo de 10 segundos en reposo para la caída de envases hacia la banda transportadora.

Notas:

- a) Para la banda transportadora, su funcionamiento es independiente para el mando manual o automático.
- b) Para más información del PLC LOGO!230RC consulte el manual en Siemens. Página web (<http://www.siemens.com/logo>)

Precaución:

En caso de una emergencia, para deshabilitar todo el sistema se presiona el paro de emergencia.

MANUAL DE MANTENIMIENTO:



RESPONSABLES:

Guishcasho Tercero Wilson Roberto.

Pilamonta Panchi Edison Javier.

LATACUNGA-ECUADOR

Dirección: Panamericana Sur Km 2 Sector Tiobamba.

Email: nsindustrias@gmail.com

CONTENIDO:**OBJETIVO:****INTRODUCCIÓN:****MANTENIMIENTO PREVENTIVO:**

- Cuadros de mantenimientos.

LEVANTAMIENTO DEL EQUIPO:

- Sistemas Eléctricos
- Sistemas Mecánicos
- Sistemas Neumático

PLAN DE MANTENIMIENTO A CADA EQUIPO:

- Frecuencia de revisión de los equipos

ANÁLISIS DE AVERÍAS:

- Síntomas o falla
- Posible causa
- Acción

OBJETIVO:

Realizar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos y elementos que conforman los sistemas de recolección y transporte de envases para un buen funcionamiento.

INTRODUCCIÓN:

Para el mantenimiento de los sistemas de recolección y transporte de envases se realiza limpiezas, ajustes, reparación y cambio de elementos, utilizando el concepto de vida útil, indicada por el fabricante de dichos elementos. Al no tomar en cuenta estos parámetros, el sistema se verá afectado cuando algún elemento o equipo falle generando la parada de la producción.

La ejecución del plan de mantenimiento preventivo permitirá que el sistema funcione sin pérdida de tiempo y una mayor producción.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Se basa a un conjunto de acciones que se realiza en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito que opere a su máxima eficiencia, evitando así paradas imprevistas o forzadas. Implicando la elaboración de un plan de inspección para los distintos equipos de los sistemas implementados, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias que posteriormente puedan ser causa de daños más graves.

CUADROS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

- **Características de un cuadro de mantenimiento:**
 - a) Es una buena referencia para que el personal de mantenimiento realice las actividades, detallando las actividades en el cuadro de mantenimiento.
 - b) Permite visualizar las actividades de mantenimiento en un tiempo determinado.
 - c) Las modalidades de secuencia pueden ser diarias, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual.
- **Detalles de los cuadros de mantenimiento:**
 1. Tarea.- Representación de la labor a realizar.
 2. Frecuencia.- Es el tiempo con lo que se da al mantenimiento:
D= Diario, S= Semanal, M= Mensual, BM= Bimestral, TM= Trimestral, SM= Semestral, A= Anual

SISTEMAS IMPLEMENTADOS:

- **SISTEMA ELÉCTRICO.**

Este sistema está comprendido por:

- a) PLC
- b) Finales de carreras
- c) Sensor fotoeléctrico
- d) Contactores y Relés auxiliares
- e) Fuente Vcc
- f) Variador de frecuencia
- g) Motor

- **SISTEMA MECÁNICO.**

Este sistema está comprendido por:

- Banda transportadora
- Caja reductora
- Unidad de tracción terminal
- Cadenas plana de los transportadores

- **SISTEMA NEUMÁTICO.**

Este sistema está comprendido por:

- Cilindros neumáticos

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS COMPONENTES:

| HOJA DE TRABAJO | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|------------------------|--------|--------|--------|---|-----------------|
| Sistema: | Componente: | | Realizado por: | | | | | |
| Eléctrico | PLC | | Pilamonta - Guishcasho | | | | | |
| Tarea Propuesta | FRECUENCIA DE CHEQUEO | | | | | | | A Realizar por: |
| | D | S | M | B M | T M | S M | A | |
| Verificar cables sueltos de entradas y salidas | | | | | | | X | Operador |
| Limpiar residuos de polvo y suciedad | | | X | | | | | Operador |
| Verificar la vida útil de la pila | | | | | | | X | Operador |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | Frecuencia de Chequeo | | | | | | | Realizado por: |
|---|-----------------------|-----------------------|---|---|--------|--------|--------|---|------------------------|
| | | D | S | M | B M | T M | S M | A | |
| Eléctrico | Finales de Carreras | | | | | | | | Pilamonta - Guishcasho |
| Tarea Propuesta | Frecuencia de Chequeo | A Realizar por: | | | | | | | |
| Verificación el estado de los contactos | | | | | | | X | | Operador |
| Limpiar los topes | | X | | | | | | | Operador |
| Verificación de los cables | | | | | | | | X | Operador |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | Frecuencia de Chequeo | | | | | | | Realizado por: |
|--|-----------------------|-----------------------|---|---|--------|--------|--------|---|------------------------|
| | | D | S | M | B M | T M | S M | A | |
| Eléctrico | Sensor Fotoeléctrico | | | | | | | | Pilamonta - Guishcasho |
| Tarea Propuesta | Frecuencia de Chequeo | A Realizar por: | | | | | | | |
| Verificar la calibración de la salida | | | | | | | X | | Operador |
| Inspeccionar las conexiones de los cables | | | | | | | X | | Operador |
| Verificar que el sensor tenga el comportamiento apropiado y que no haya fugas al realizar el proceso | | | X | | | | | | Operador |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | | | | | | | Realizado por: |
|--|-----------------------|---|---|--------|--------|--------|---|------------------------|
| | Eléctrico | | | | | | | Pilamonta - Guishcasho |
| Tarea Propuesta | FRECUENCIA DE CHEQUEO | | | | | | | A Realizar por: |
| | D | S | M | B M | T M | S M | A | |
| Verificación el estado de los contactos | | | | | | X | | Operador |
| Comprobar la alimentación | | | | X | | | | Operador |
| Verificación el estado de los terminales | | | | X | | | | Operador |
| Comprobar el apriete en los bornes | | | | X | | | | Operador |
| Verificación del estado de los cables | | | | X | | | | Operador |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | | | | | | | Realizado por: |
|---|-----------------------|---|---|--------|--------|--------|---|------------------------|
| | Eléctrico | | | | | | | Pilamonta - Guishcasho |
| Tarea Propuesta | FRECUENCIA DE CHEQUEO | | | | | | | A Realizar por: |
| | D | S | M | B M | T M | S M | A | |
| Verificar el estado de los terminales | | | | | X | | | Técnico |
| Medir el voltaje a la salida del módulo | | | | | | X | | Operador |
| Verificar el apriete en los bornes | | | | | X | | | Operador |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | Realizado por: | | | | | | |
|---|-----------------------|------------------------|---|--------|--------|--------|---|-----------------|
| | | Pilamonta - Guishcasho | | | | | | |
| Tarea Propuesta | FRECUENCIA DE CHEQUEO | | | | | | | A Realizar por: |
| | D | S | M | B M | T M | S M | A | |
| Revisar e inspeccionar las condiciones de operación | | | | | | X | | Técnico |
| Realizas las mediciones básicas con tensión de alimentación | | | | | | X | | Técnico |
| Probar su funcionamiento | | | | | X | | | Técnico |
| Reajustar contactos eléctricos y terminales de cables | | | | X | | | | Técnico |
| Compruebe la conexión de los cables entre el variador y el motor de posibles cortos | | | | | | X | | Técnico |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | Realizado por: | | | | | | |
|--|-----------------------|------------------------|---|--------|--------|--------|---|-----------------|
| | | Pilamonta - Guishcasho | | | | | | |
| Tarea Propuesta | FRECUENCIA DE CHEQUEO | | | | | | | A Realizar por: |
| | D | S | M | B M | T M | S M | A | |
| Inspección de ruido y vibración | | | | | X | | | Técnico |
| Verificar el grado de temperatura | | | | | X | | | Técnico |
| Comprobar el estado de los rodamientos | | | | | X | | | Técnico |
| Comprobar influencia de los agentes exteriores como polvo, aceite, gases, etc. | | | | X | | | | Técnico |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | | | | | | | | Realizado por: |
|--|-----------------------|---|---|--------|--------|--------|---|--|------------------------|
| | Banda Transportadora | | | | | | | | Pilamonta - Guishcasho |
| Tarea Propuesta | FRECUENCIA DE CHEQUEO | | | | | | | | A Realizar por: |
| | D | S | M | B M | T M | S M | A | | |
| Limpieza de la banda | | | X | | | | | | Operador |
| Verificar posibles desalineamientos | | | X | | | | | | Operador |
| Verificar que la correa no este tocando ningún punto fijo de la estructura | | | X | | | | | | Técnico |
| Verificar que la estructura este bien apoyada y nivelada | | | | X | | | | | Operador |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | | | | | | | | Realizado por: |
|--|-----------------------|---|---|--------|--------|--------|---|--|------------------------|
| | Caja Reductora | | | | | | | | Pilamonta - Guishcasho |
| Tarea Propuesta | FRECUENCIA DE CHEQUEO | | | | | | | | A Realizar por: |
| | D | S | M | B M | T M | S M | A | | |
| Revisar la alineación del grupo reductor-motor | | | | | X | | | | Técnico |
| Compruebe el ruido de funcionamiento por si el rodamiento presente daños | | | | | | X | | | Técnico |
| Revisar el nivel de aceite del reductor | | X | | | | | | | Técnico |
| Revisar posibles fugas de aceite | | X | | | | | | | Operador |
| Sustituya la grasa para rodamientos | | | | | | | X | | Técnico |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | | | | | | | | Realizado por: |
|--|-----------------------------|---|---|--------|--------|--------|---|--|------------------------|
| | Unidad de tracción terminal | | | | | | | | Pilamonta - Guishcasho |
| Tarea Propuesta | FRECUENCIA DE CHEQUEO | | | | | | | | A Realizar por: |
| | D | S | M | B M | T M | S M | A | | |
| Verificar que la catarina este en buen estado | | | X | | | | | | Operador |
| Lubricación del sistema de trasmisión de cadena | | | | X | | | | | Técnico |
| Verificar que las cubiertas protectoras de las cadenas estén completas y bien sujetas en su posición | | | X | | | | | | Operador |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | | | | | | | | Realizado por: |
|---|---------------------------------------|---|---|--------|--------|--------|---|--|------------------------|
| | Cadenas planas de los transportadores | | | | | | | | Pilamonta - Guishcasho |
| Tarea Propuesta | FRECUENCIA DE CHEQUEO | | | | | | | | A Realizar por: |
| | D | S | M | B M | T M | S M | A | | |
| Inspecciones de las cadenas de los transportadores | | X | | | | | | | Operador |
| Revisar, limpiar o sustituir sea el caso de los eslabones defectuosos | | | | X | | | | | Técnico |
| Verificar la tensión de la cadena y que no exista un bucle(desalineación) | | | X | | | | | | Operador |

HOJA DE TRABAJO

| Sistema: | Componente: | Realizado por: | | | | | | |
|---|-----------------------|------------------------|---|--------|--------|--------|---|-----------------|
| | | Pilamonta - Guishcasho | | | | | | |
| Tarea Propuesta | FRECUENCIA DE CHEQUEO | | | | | | | A Realizar por: |
| | D | S | M | B M | T M | S M | A | |
| Comprobar las presión de funcionamiento del circuito neumático para evitar sobrepresiones | | | X | | | | | Técnico |
| Comprobar el apriete de los conectores neumáticos del cilindro para evitar fugas | | | X | | | | | Técnico |
| Limpiar la suciedad del vástago | | | | X | | | | Operador |

ANÁLISIS DE AVERÍAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

| SÍNTOMA O FALLA | POSIBLE CAUSA | ACCIÓN |
|--|---|---|
| EL SISTEMA ELÉCTRICO DE TODOS LOS SISTEMAS NO FUNCIONA | Los sistemas no arrancan, los relés auxiliares no se accionan | Verificar sus contactos. Reemplazar los relés auxiliares |
| | Contactor del sistema no se enclava | Verificar el voltaje en las bobinas de ser el caso reemplazarlos |
| | Finales de carrera no funcionan | Verificar las conexiones y calibrar nuevamente los finales de carreras |
| | Sensores fotoeléctricos sin detectar | Verificar conexiones y el reflector al cual esta guiado la luz emisor receptor del sensor |
| | Selectores dañados | Reemplazarlos por otros nuevos |

ANÁLISIS DE AVERÍAS DE LA BANDA TRANSPORTADORA

| SÍNTOMA O FALLA | POSIBLE CAUSA | ACCIÓN |
|--|--|---|
| Movimientos irregulares | Transportador sucio | Limpie la cadena del transportador con agua caliente, añada jabón en caso necesario |
| | Raíl de deslizamiento montado incorrectamente | Compruebe o sustituya el raíl de deslizamiento |
| | Cadenas del transportador demasiado flojas o con demasiada tensión | Acortar o alargue la cadena del transportador |
| Sobrecalentamiento del motor de la unidad de accionamiento | Perfiles del transportador dañados | Compruebe los perfiles del transportador, los reenvíos y las curvas |
| | Sobrecarga del transportador | Reiré la carga de la cadena del transportador y compruebe su funcionamiento de la instalación |
| Ruido | Rodamientos de la unidad de tracción gastadas o dañadas | Sustituir los rodamientos |
| Desgaste de los componentes plásticos | Temperatura ambiente elevado | Compruebe la temperatura recomendada para la banda |

LINEAMIENTOS DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

El desarrollo incorrecto de los sistemas o descuidos pueden causar accidentes los cuales pueden ser muy graves como cortaduras, quemaduras, lesiones entre otras.

Acción de planificación previa:

- El previo al inicio de los sistemas o trabajos que se realiza se debe realizar un reconocimiento de los riesgos de seguridad industrial y ambiental asociada con los trabajos a ejecutarse.
- Para el área de trabajo donde se encuentran los sistemas a ejecutarse debe ser delimitada y en la misma se debe informar al personal cuales son los encargados para la manipulación de los mismos.

Acción durante la ejecución de los mismos

- Certificar que el área donde se encuentren los sistemas esté bien iluminada, con la respectiva ventilación de ser el caso y toda el área limpia el cual es muy esencial por el envase que se transporta.
- Llevar la ropa adecuada de trabajo el mismo que no esté rasgada o rota.
- Usar herramientas que estén en buen estado, los cuales pueden servir para una mejor utilización.
- Protección del medio ambiente. El uso de recipientes adecuados para cada tipo de desecho los mismos que pueden surgir al momento del mantenimiento, son muy esenciales para la no contaminación.
- En el trabajo de mantenimiento eléctrico se produce desechos que se debe depositar en un recipiente destinado para desechos sólidos.

Latacunga, Octubre 2013

El presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por:

SR. GUSHCASHO TERCERO WILSON ROBERTO.

C.I. 050237605-6

SR. PILAMONTA PANCHI EDISON JAVIER.

C.I. 050249975-9

APROBADO POR:

ING. WILSON SÁNCHEZ.

DIRECTOR CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICADO POR:

DR. RODRIGO VACA CORRALES

SECRETARIO ACADÉMICO