



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA  
Organismo Público Descentralizado del Gobierno de Puebla



INGENIERÍA MECATRÓNICA  
Trabajo Práctico como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Mecatrónica

SISTEMA DE TRANSPORTE CON RODILLOS

Presenta:  
Miriam Dolores Benitez Pérez

Asesor en la universidad:  
Dr. Salvador Antonio Arroyo Díaz

Asesor en la empresa:  
Ing. Alberto Carrera Bazaldua

Juan C. Bonilla, Puebla a 21 de Agosto de 2018.

**DIRECCIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA  
MECATRÓNICA**

**ACTA DE EXAMEN**

En el Municipio Juan C. Bonilla, Puebla a 14 de diciembre del año 2018 siendo las 15:00 horas, se reunieron en el aula D3-206 de esta Universidad, los integrantes del jurado:

Presidente: Dr. José Pedro Sánchez Santana  
 Secretario: M.T. María Elbeth Morales Illasras  
 Vocal: M.G.I.T. Mariana Tepax Cruz

Y de acuerdo a las disposiciones reglamentarias en vigor se procedió a efectuar el examen que para obtener el título de Ingeniero(a) Mecatrónico(a) presenta el/la C. Miriam Dolores Benítez Pérez con matrícula número 131900196.

Tomando en cuenta el contenido del trabajo cuyo título es: Diseño de un sistema de transporte de cajas

que fue dirigido por Dr. José Pedro Sánchez Santana y codirigido por M.T. María Elbeth Morales Illasras, una vez concluida la presentación oral se decidió que fuera: Aprobada.

El/La presidente del jurado hizo saber al sustentante el resultado obtenido, el código de ética y le tomó la protesta de ley, dándose por terminado el acto a las 16:14 horas y una vez leída y aprobada la presente fue firmada por las personas que en el acto intervinieron.



## Carta de Presentación para Realizar Estadía

Juan C. Bonilla, Puebla a 16 de mayo de 2018

**Ing. Julio Carrera Bazaldua**  
**Gerente de Operaciones y Proyectos**  
**Grupo Mastrotto México**  
**Presente:**

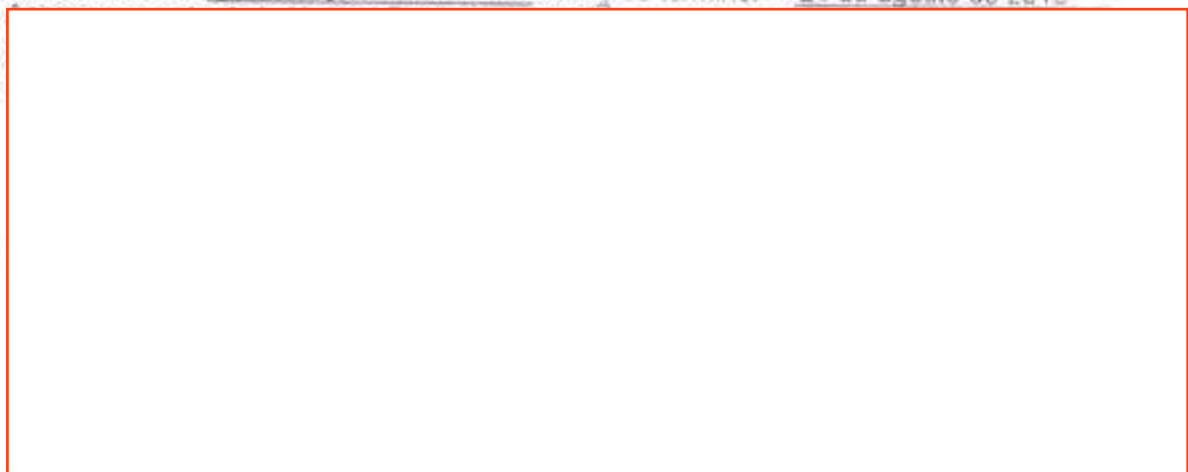
Los estudiantes de la Universidad Politécnica de Puebla, como parte de su formación académica y profesional, deben realizar de manera obligatoria su Estadía dentro de una empresa o institución relacionada con algún área de especialización de sus estudios respectivos, con la intención de adquirir pertinencia y experiencia laboral en cada ciclo formativo.

Estas actividades se desarrollarán durante un cuatrimestre, que comprende 600 horas de trabajo, distribuidas de acuerdo al convenio al que se llegue con la empresa.

Es importante destacar que los estudiantes tienen la obligación de mantener la confidencialidad de la información derivada de la Estancia/Estadía, y además, durante el desarrollo de ésta, no generarán relación laboral alguna con la Unidad Productiva o Social, ya que ellos cuentan con seguro social facultativo que les cubre la atención médica.

Agradecemos las facilidades brindadas al estudiante:

Nombre: **Benítez Pérez Miriam Dolores**  
Número de matrícula: **131400196**  
Programa académico: **Ingeniería en Mecatrónica**  
Actividades a desarrollar: **Estadía en mecatrónica.**  
Duración: **600 Horas.**  
Fecha de inicio: **21 de mayo de 2018** Fecha de término: **21 de agosto de 2018**



**UPPue**

Universidad Politécnica de Puebla

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA**

"Generamos Ciencia y Tecnología"

Tercer Carril del Ejido Serrano S/N San Mateo Cuahala, Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, Méx.

C.P. 72640 Tels. (222) 774 66 4111

Carta de Aceptación para Realizar Estadia  
Huejotzingo, Puebla a 23 de mayo de 2018

Dr. Rita Marina Aceves Pérez  
Directora del P.A. de Ingeniería en Mecatrónica  
Universidad Politécnica de Puebla  
Presente:

Por este medio me permito informarte que la **C. Miriam Dolores Benitez Pérez**, estudiante de Ingeniería en **Mecatrónica**, con matrícula **131400196**, ha sido aceptada para realizar en **Gruppo Mastrotto México** su Estadia profesional, con el proyecto **Sistema de transporte de rodillos**. En el lapso comprometido del **21 de mayo de 2018 al 21 de agosto de 2018**.

Con la finalidad de contribuir con su formación académica y profesional, estará bajo la supervisión del **Ing. Alberto Carrera Bazaldúa** quien fungirá como su "asesor laboral", debiendo liberar un total de **600 horas** que su programa educativo requiere.

Sin otro particular por el momento, agradezco la atención brindada a la presente.





# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA

Organismo Público Descentralizado del Estado de Puebla

## ENCUESTA DE SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN DEL EMPLEADOR Y LIBERACIÓN DE ESTANCIA/ESTADIA.

|                         |  |   |                     |                               |         |
|-------------------------|--|---|---------------------|-------------------------------|---------|
| Nombre de la Empresa:   | GRUPPO MASTROTTO MEXICO S. de R.L. de C.V. |   | Fecha:              | 21/8/2018                     |         |
| Tamaño de la Empresa:   | Micro(1-10)                                |   | Pequeña(11-50)      |                               |         |
|                         | Mediana (51-250)                           | X | Grande (Más de 251) |                               |         |
| Sector de la Empresa:   | Público                                    |   | Privado             | X                             |         |
| Nombre del Evaluador:   | ALBERTO CARRERA BAZALDUA                   |   |                     |                               |         |
| Teléfono del Evaluador: | 2228127485                                 |   | E-mail:             | a.carrera@mastrottomexico.com |         |
| Nombre del Estudiante:  | MIRIAM DOLORES BENITEZ PÉREZ               |   |                     |                               |         |
| Programa Académico:     | MECATRÓNICA                                |   | Área asignada:      | MANTENIMIENTO                 |         |
|                         | Estancia 1                                 |   | Estancia 2          |                               | Estadía |
|                         | Seguimiento                                | X | Evaluación          |                               | X       |

Favor de evaluar el nivel de satisfacción de 1 a 5, de acuerdo al desempeño del estudiante, con base en la siguiente escala de valores:

1 Insatisfecho = 0%,      2 Poco satisfecho 25%,    3 Regular satisfacción 50%,  
4 Buena satisfacción 75%,      5 Muy satisfecho 100%

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | ¿Aplica razonamiento lógico y analítico?                              | 5  |
| 2     | ¿Es puntual y asiste?   | 4  |
| 3     | ¿Asume responsabilidades?   | 4  |
| 4     | ¿Domina alguna lengua extranjera?                                     | 3  |
| 5     | ¿Es hábil para relacionarse?  | 5  |
| 6     | ¿Su presentación personal es adecuada?                                | 5  |
| 7     | ¿Desarrolla habilidad para trabajar en equipo?                        | 5  |
| 8     | ¿Muestra habilidad de dirección y liderazgo?                          | 4  |
| 9     | ¿Se interesa por la búsqueda de información pertinente y actualizada? | 5  |
| 10    | ¿Manifiesta disposición para aprender constantemente?                 | 5  |
| 11    | ¿Adquirió competencias durante el proyecto asignado?                  | 5  |
| Total |   | 50 |



|                         |  |   |                     |                               |         |
|-------------------------|--|---|---------------------|-------------------------------|---------|
| Nombre de la Empresa:   | GRUPPO MASTROTTO MEXICO S. de R.L. de C.V. |   | Fecha:              | 21/10/2018                    |         |
| Tamaño de la Empresa:   | Micro(1-10)                                |   | Pequeña(11-50)      |                               |         |
|                         | Mediana (51-250)                           | X | Grande (Más de 251) |                               |         |
| Sector de la Empresa:   | Público                                    |   | Privado             | X                             |         |
| Nombre del Evaluador:   | ALBERTO CARRERA BAZALDUA                   |   |                     |                               |         |
| Teléfono del Evaluador: | 2228127485                                 |   | E-mail:             | a.carrera@mastrottomexico.com |         |
| Nombre del Estudiante:  | MIRIAM DOLORES BENITEZ PÉREZ               |   |                     |                               |         |
| Programa Académico:     | MECATRÓNICA                                |   | Área asignada:      | MANTENIMIENTO                 |         |
|                         | Estancia 1                                 |   | Estancia 2          |                               | Estadía |
|                         | Seguimiento                                |   | Evaluación          | X                             | X       |

Favor de evaluar el nivel de satisfacción de 1 a 5, de acuerdo al desempeño del estudiante, con base en la siguiente escala de valores:

1 Insatisfecho = 0%,      2 Poco satisfecho 25%,    3 Regular satisfacción 50%,  
4 Buena satisfacción 75%,      5 Muy satisfecho 100%

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 1  | ¿Aplica razonamiento lógico y analítico?                              | 5         |
| 2  | ¿Es puntual y asiste?   | 4         |
| 3  | ¿Asume responsabilidades?   | 4         |
| 4  | ¿Domina alguna lengua extranjera?                                     | 3         |
| 5  | ¿Es hábil para relacionarse?  | 5         |
| 6  | ¿Su presentación personal es adecuada?                                | 5         |
| 7  | ¿Desarrolla habilidad para trabajar en equipo?                        | 5         |
| 8  | ¿Muestra habilidad de dirección y liderazgo?                          | 4         |
| 9  | ¿Se interesa por la búsqueda de información pertinente y actualizada? | 5         |
| 10 | ¿Manifiesta disposición para aprender constantemente?                 | 5         |
| 11 | ¿Adquirió competencias durante el proyecto asignado?                  | 5         |
|    | <b>Total</b>  | <b>50</b> |

¿Considera liberar?

¿Qué aspectos su

Huejotzingo, Puebla a 21 de Octubre de 2018.

Dr. Rita Marina Aceves Pérez  
Directora del P.A. de Ingeniería en Mecatrónica  
Universidad Politécnica de Puebla  
PRESENTE:

ASUNTO: CARTA DE LIBERACIÓN.

El que suscribe Ing. Alberto Carrera Bazaldúa Coordinador de Mantenimiento en la empresa Gruppo Mastrotto México, hace constar por este medio que la C. Miriam Dolores Benítez Pérez, estudiante de Ingeniería en Mecatrónica, con matrícula 131400196, ha Finalizado su estadía profesional, con el proyecto Sistema de transporte de rodillos.

En el lapso comprometido del 21 de mayo de 2018 al 21 de octubre de 2018, cubriendo un total de 600 horas que su programa educativo requiere.

Sin más por el momento y agradeciéndole su atención, me despido no sin antes enviarle un cordial saludo



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA



### ACTA DE REVISIÓN DE DOCUMENTO DE ESTADÍA

En el Mpio. de Juan C. Bonilla, Puebla, a 29 de noviembre de 2018, se designó a los miembros de la Comisión Revisora de la Estadía por parte de la Academia de Profesores de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Puebla para examinar el documento del proyecto de Estadía intitulado:

*Diseño de un sistema de transporte de cajas*



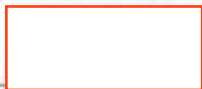


Presentado por la alumna:

**Miriam Dolores Benítez Pérez**

con número de matrícula 131400196, aspirante al grado de

**Licenciado en Ingeniería en Mecatrónica**

Después de satisfacer los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** el documento del proyecto de Estadía.

|  |   |
|--|---|
| <b>LA COMISIÓN REVISORA</b>  |   |
|   |  |
| Dr. José Pedro Sánchez Santana<br>Asesor de Estadía                                  | Dr. José Pedro Sánchez Santana<br>Presidente  |
|   |  |
| Mtra. María Elibeth Morales Illescas<br>Secretario                                   | Mariana Tepox Cruz<br>Vocal   |
|  |   |
| Dr. José Pedro Sánchez Santana<br>Director   |   |



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA**  
"Generamos Ciencia y Tecnología"  
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N. San Mateo Cuanaña,  
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México -  
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46



Certificado en ISO 9001:2015 - Emitido en el Mes de Noviembre por CITEES - Contiene en total 6,925,500 SF - 2015 en cantidad limitada y no disponible en el momento de la impresión.



## **DEDICATORIA**

Le dedico mi tesis con todo mi amor y cariño a mis padres que me brindaron su apoyo para que pudieran culminar mis estudios. Por confiar en mi y ayudarme a hacer este sueño realidad.

Les dedico este triunfo a mi familia, amigos y maestros que me guiaron hasta aquí y me apoyaron durante este proceso.

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente quisiera agradecer a mis padres por todo el apoyo que me han dado, por estar conmigo en todo momento. Les agradezco por formar parte de mi vida y guiarme hasta aquí con sus buenos consejos.

Agradezco su amor, amistad y apoyo.

## **RESUMEN**

El presente proyecto propone un diseño de transporte que ayude a trasladar cajas en menor tiempo y esfuerzo, clasificándolas de acuerdo al color y las envíe a la sección que le corresponde dentro del área de producción. El proyecto se concentra en 3 puntos importantes, Planificación, Diseño y Control que se mostrarán más a fondo a lo largo del documento.

## **ABSTRACT**

The present project proposes a transport design that helps to move the boxes in the shortest time and effort, classifying them according to color and environment to the corresponding section within the production area. The project focuses on 3 important points, Planning, Design and Control.

# ÍNDICE

|   |          |
|---|----------|
| DEDICATORIA .....                                     | I        |
| AGRADECIMIENTOS .....                                 | II       |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                | VIII     |
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                          | <b>1</b> |
| 1.1. Introducción .....                               | 1        |
| 1.2. Antecedentes .....                               | 2        |
| 1.3. Planteamiento del problema .....                 | 4        |
| 1.4. Justificación .....                              | 4        |
| 1.5. Objetivos .....                                  | 5        |
| Objetivo general .....                                | 5        |
| Objetivo específico .....                             | 5        |
| <b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>                         | <b>6</b> |
| 2.1. Sistemas de transporte .....                     | 6        |
| Definición .....                                      | 6        |
| 2.2. Tipos de sistemas de transporte .....            | 6        |
| Transportadores de rodillos por gravedad .....        | 7        |
| Transportadores por banda deslizante .....            | 8        |
| Transportador de Banda con Cama de Rodillos .....     | 8        |
| <b>3. DESARROLLO .....</b>                            | <b>9</b> |
| 3.1. Descripción del Proceso .....                    | 9        |
| 3.2. Planificación del diseño .....                   | 10       |
| Elección del transporte .....                         | 10       |
| Parámetros .....                                      | 10       |
| Especificación de materiales .....                    | 17       |
| Plataformas .....                                     | 17       |
| 3.3. Planificación de control .....                   | 18       |
| Selección de componentes para la automatización ..... | 18       |
| Diseño SolidWorks .....                               | 27       |
| Diagrama de Flujo .....                               | 34       |
| Software FESTO .....                                  | 35       |



|  |              |
|--|--------------|
| Software de programación SOMACHINE .....   | 37           |
| <b>4. MODELADO .....</b>   | <b>42</b>    |
| 4.1. Simulación en software validando el funcionamiento de la programación ..... | 42           |
| 4.3. Conclusiones .....  | 54           |
| <b>FUENTES DE REFERENCIA .....</b>   | <b>VII</b>   |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>IX</b>    |
| <b>PLANOS DE REFERENCIA .....</b>  | <b>IX</b>    |
| <b>HOJAS DE CARACTERÍSTICAS .....</b>  | <b>XVIII</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 CINTA TRANSPORTADORA DISEÑADA POR LOPATINE .....                      | 3  |
| FIGURA 2 TRANSPORTADOR DE RODILLOS DE CAPACIDAD ESTRUCTURAL Y CARGA VIVA ..... | 6  |
| FIGURA 3 TRANSPORTADOR DE RODILLOS POR GRAVEDAD .....                          | 7  |
| FIGURA 4 TRANSPORTADOR DE RODILLOS MOTORIZADO .....                            | 7  |
| FIGURA 5 TRANSPORTADORES POR BANDA DESLIZANTE .....                            | 8  |
| FIGURA 6 TRANSPORTADOR DE BANDA CON CAMA DE RODILLOS .....                     | 8  |
| FIGURA 7 ESTACIONES A TRASLADAR .....  | 9  |
| FIGURA 8 SISTEMA ESTRUCTURAL DE RODILLOS .....                                 | 10 |
| FIGURA 9 DIMENSIONES DE LA CARGA .....   | 11 |
| FIGURA 10 CORTE DE PIEL .....  | 12 |
| FIGURA 11 CAJA DE PLÁSTICO .....   | 12 |
| FIGURA 12 TRAYECTO DEL SISTEMA .....   | 13 |
| FIGURA 13 ANCHO DEL TRANSPORTE .....   | 13 |
| FIGURA 14 INCLINACIONES DEL TRANSPORTE EN MM .....                             | 15 |
| FIGURA 15 DISTANCIA ENTRE CENTROS .....  | 15 |
| FIGURA 16 TRANSFERENCIA PERPENDICULAR (90°) .....                              | 16 |
| FIGURA 17 PLATAFORMA DE RODILLOS .....   | 17 |
| FIGURA 18 DIMENSIONES DEL RODILLO .....  | 18 |
| FIGURA 19 DIAGRAMA DE BLOQUES PLC (BOLTON, 2009) .....                         | 18 |
| FIGURA 20 TM221C16T CONTROLADOR M221 16 E/S TRANSISTOR PNP .....               | 20 |
| FIGURA 21 SENSOR FOTOELÉCTRICO .....   | 22 |
| FIGURA 22 XUK8LAPPNM12 SENSOR FOTOELÉCTRICO LÁSER –XUK .....                   | 24 |
| FIGURA 23 SENSORES DE COLOR BFS 26K-PS-L01-S115 .....                          | 24 |
| FIGURA 24 SENSOR DE DETECCIÓN DE COLORES .....                                 | 24 |
| FIGURA 25 RODAMIENTO SKF 61805 .....   | 27 |
| FIGURA 26 ANILLO DE RETENCIÓN EXTERIOR NA2- 145 .....                          | 27 |
| FIGURA 27 ANILLO DE RETENCIÓN INTERNO NA1-106 .....                            | 27 |
| FIGURA 28 FLECHA .....   | 27 |
| FIGURA 29 TUBO .....   | 27 |
| FIGURA 30 TAPA .....   | 27 |
| FIGURA 31 ENSAMBLE DE LA TAPA .....  | 27 |
| FIGURA 32 FLANCO DEL RODILLO .....   | 27 |
| FIGURA 33 RODILLO RS19U37-6 .....  | 28 |
| FIGURA 34 PERFIL ACERO GALVANIZADO TIPO C .....                                | 28 |
| FIGURA 35 SOLERA ACERO 1018 .....  | 28 |
| FIGURA 36 CUADRADO DE ACERO .....  | 28 |
| FIGURA 37 CAMA DE RODILLOS 1100 .....  | 28 |
| FIGURA 38 COLOCACIÓN DE LOS RODILLOS .....                                     | 28 |
| FIGURA 39 SOPORTE DELANTERO DEL PISTÓN .....                                   | 29 |
| FIGURA 40 SOPORTE TRASERO DEL PISTÓN .....                                     | 29 |
| FIGURA 41 PLACA DE ACERO .....   | 29 |
| FIGURA 42 CUADRADO DE ACERO .....  | 29 |
| FIGURA 43 PISTÓN .....   | 29 |
| FIGURA 44 ENSAMBLE DEL MECANISMO DE EMPUJE .....                               | 29 |

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 45 ENSAMBLE EN EL TRANSPORTADOR .....                        | 29 |
| FIGURA 46 SOPORTE SUPERIOR PARA EL PISTÓN .....                     | 30 |
| FIGURA 47 SOPORTE INFERIOR PARA EL PISTÓN.....                      | 30 |
| FIGURA 48 PLACA .....   | 30 |
| FIGURA 49 PISTÓN .....  | 30 |
| FIGURA 50 ENSAMBLE DEL MECANISMO PARA TOPE.....                     | 30 |
| FIGURA 51 ENSAMBLE EN EL SISTEMA .....                              | 30 |
| FIGURA 52 SENSOR FOTOELÉCTRICO XUK8LAPPNM12.....                    | 31 |
| FIGURA 53 SENSOR DE COLOR BFS 26K-PS-L01-S115.....                  | 31 |
| FIGURA 54 DISEÑO FINAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR GRAVEDAD ..... | 31 |
| FIGURA 55 DIAGRAMA DE FLUJO.....                                    | 34 |
| FIGURA 56 COMPONENTES DEL CIRCUITO ELECTRONEUMÁTICO.....            | 35 |
| FIGURA 57 PLANO NEUMÁTICO "SISTEMA DE TRANSPORTE" .....             | 36 |
| FIGURA 58 CIRCUITO ELÉCTRICO "SISTEMA DE TRANSPORTE" .....          | 36 |
| FIGURA 59 PLC DIGITAL - LENGUAJE FBD .....                          | 37 |
| FIGURA 60 VARIABLES DE PROGRAMACIÓN .....                           | 38 |
| FIGURA 61 CÓDIGO PARTE 1 .....                                      | 39 |
| FIGURA 62 CÓDIGO PARTE 2 .....                                      | 40 |
| FIGURA 63 CÓDIGO PARTE 3 .....                                      | 41 |
| FIGURA 64 INICIO DE SIMULACIÓN.....                                 | 42 |
| FIGURA 65 ACTUADORES ABIERTOS .....                                 | 42 |
| FIGURA 66 INICIALIZACIÓN DEL PROGRAMA.....                          | 43 |
| FIGURA 67 ARRANQUE DEL SISTEMA.....                                 | 43 |
| FIGURA 68 SENSOR 1 Y 2 EN BAJO.....                                 | 44 |
| FIGURA 69 SENSOR DE PRESENCIA 1 ACTIVADO.....                       | 44 |
| FIGURA 70 GRÁFICO DEL PRIMER SENSOR ACTIVO.....                     | 44 |
| FIGURA 71 DETECCIÓN DE UN OBJETO EN EL SENSOR 2 .....               | 45 |
| FIGURA 72 GRÁFICO AL DETECTAR UN OBJETO EN EL SENSOR 2 .....        | 45 |
| FIGURA 73 ACTIVACIÓN DEL PISTÓN 2.....                              | 46 |
| FIGURA 74 ACTIVACIÓN DEL PISTÓN 2, PARTE 1.....                     | 46 |
| FIGURA 75 ACTIVACIÓN DEL SENSOR AZUL .....                          | 46 |
| FIGURA 76 ACTIVACIÓN DEL TEMPORIZADOR.....                          | 47 |
| FIGURA 77 GRÁFICO ACTIVACIÓN DEL PISTÓN 2 .....                     | 47 |
| FIGURA 78 ACTIVACIÓN DEL PISTÓN 3.....                              | 48 |
| FIGURA 79 ACTIVACIÓN DEL PISTÓN 3, PARTE.....                       | 48 |
| FIGURA 80 ACTIVACIÓN DEL SENSOR DE COLOR ROJO .....                 | 48 |
| FIGURA 81 PISTÓN 3 ACTIVADO .....                                   | 49 |
| FIGURA 82 GRÁFICO ACTIVACIÓN DEL PISTÓN 3 .....                     | 49 |
| FIGURA 83 ACTIVACIÓN DEL PISTÓN 4.....                              | 50 |
| FIGURA 84 ACTIVACIÓN DEL PISTÓN 3, PARTE 2.....                     | 50 |
| FIGURA 85 PISTÓN 4 ACTIVADO.....                                    | 51 |
| FIGURA 86 GRAFICO ACTIVACIÓN DEL SENSOR 4.....                      | 51 |
| FIGURA 87 ACTIVACIÓN DEL PISTÓN 5.....                              | 52 |
| FIGURA 88 ACTIVACIÓN DEL PISTÓN, PARTE 2.....                       | 52 |
| FIGURA 89 PISTÓN 5 ACTIVADO.....                                    | 53 |
| FIGURA 90 GRAFICO PISTÓN 5 ACTIVADO .....                           | 53 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| TABLA 1 CAPACIDAD DE CARGA MÁXIMA .....                            | 11 |
| TABLA 2 GRADO DE DECLINACIÓN PARA EL TRASPORTADOR DE GRAVEDAD..... | 14 |
| TABLA 3 CÁLCULOS PARA EL ÁNGULO DE INCLINACIÓN.....                | 15 |
| TABLA 4 PISTÓN ÖNG25 PARA MECANISMO DE EMPUJE .....                | 21 |
| TABLA 5 PISTÓN AEN PARA MECANISMO DE TOPE .....                    | 21 |
| TABLA 6 SENSOR OsiSense XU .....                                   | 23 |



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Introducción

Grupo Mastrotto México, es una empresa dedicada a la transformación de piel bovina para el sector automotriz, actualmente la planta ubicada en Huejotzingo, Puebla, se dedica a producir sets de tapicería para interiores de autos y venta de piel.

El proceso de producción para los sets dentro de la empresa es mayormente manual, se empieza marcando daños en la piel para poder desecharlos en el área de corte y crear piezas de calidad uniformes, una vez creados los segmentos son separados en diferentes cajas de acuerdo al set correspondiente.

Posteriormente son enviadas a 3 áreas diferentes acorde a la confección del set. Los procesos son: Desbaste total, laminado o empaque. Cabe mencionar que hay sets que no necesitan desbaste, ni laminado y tendrán que ir directamente al área de empaque.

La etapa de traslado lo llevan a cabo los mismos trabajadores, es un proceso repetitivo y cabe mencionar que el peso de las cajas va de 15 kg a 40 kg cada una.

Dada esta situación, se generó el interés por realizar una propuesta para mejorar el transporte de las cajas en menor tiempo y de forma segura, requiriendo un esfuerzo mínimo del operador para trasladar los sets de forma lógica a la sección que le corresponde sin que el personal tenga que separarse de su área de trabajo.

El presente proyecto se desarrolló en 4 capítulos diferentes.

- ✓ El primer Capítulo aborda el planteamiento del problema que origina la necesidad de mejora el traslado de cajas mediante un sistema de transporte.

- ✓ En el segundo Capítulo se realizó una investigación de los diferentes tipos de sistema de transporte industrial con la finalidad de obtener información y poder elegir el que mejor se adapte a las necesidades de la empresa.
- ✓ El tercer Capítulo aborda la metodología a seguir para realizar el diseño de este sistema, este mismo se desarrolla en dos apartados diferentes. El primero trata sobre la planificación del diseño y el segundo sobre la planificación del control.
- ✓ En el cuarto y último capítulo muestra las simulaciones del diseño y control que se ocuparon en la creación de este proyecto, mostrando que este sistema es adecuado y apto para su implementación.

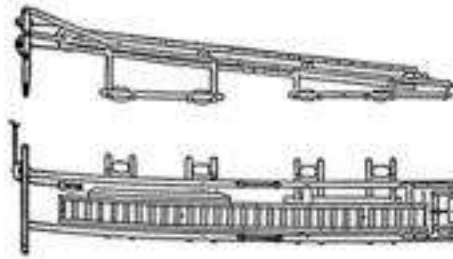
## **1.2. Antecedentes**

El transporte de materiales, ha sido un problema que los seres humanos tuvieron que resolver desde el mismo momento en que empezaron a recolectar o cazar. Las soluciones han sido variadas e ingeniosas. Un principio sencillo y primitivo que han proporcionado múltiples soluciones es el arrastre. Y un invento que revolucionó los medios de transporte fue la rueda. Las cintas transportadoras combinan el principio de arrastre de materiales y la rueda. Dos rodillos arrastran una pieza de material elástico, que llamamos cinta, que al estar unida en sus extremos forma una estructura sin fin. [Ministerio, 1996]

Una de las primeras menciones que aparece en la literatura técnica es la de Olivier Evans, de Filadelfia, que indica en 1775, en la "Miller's Guide", la existencia de una banda continua de cuero acoplada a dos tambores. Fue en 1860 cuando se puso en servicio una de las primeras cintas transportadoras en minería, cuyo diseñador fue Lopatine, y que se utilizó en una explotación de aluviones auríferos en Siberia. El sistema incluía las partes esenciales de una cinta: banda sin fin,



tambores de accionamiento y reenvío, transmisión, bastidores y rodillos (figura 1). [Gómez, 1995]



*Figura 1 Cinta transportadora diseñada por Lopatine*

El primer sistema de cinta transportadora era muy primitivo y consistía en una cinta de cuero, lona, o cinta de goma que se deslizaba por una tabla de madera plana o cóncava. Este tipo de sistema no fue calificado como exitoso, pero proporcionó un incentivo a los ingenieros para considerar los transportadores como un rápido, económico y seguro método para mover grandes volúmenes de material de un lugar a otro. Durante los años 20, las instalaciones de la compañía H. C. Frick, demostraron que los transportadores de cinta podían trabajar sin ningún problema en largas distancias.

La cinta transportadora consistía de múltiples pliegues de algodón de pato recubierta de goma natural, que eran los únicos materiales utilizados en esos tiempos para su fabricación.

A principios del Siglo XX, las aplicaciones de las cintas transportadoras se hicieron más amplias. Hymle Goddard de Logan fue la primera compañía en recibir la patente para el transportador de rodillos, pero el transportador de rodillos no prosperó. Unos años más tarde, en 1919, se comenzó a utilizar el transportador automotriz, y con ello, la cinta transportadora se convierte en una herramienta popular para el transporte de mercancías pesadas y grandes, dentro de las fábricas. [Salinero, 2013]

### **1.3. Planteamiento del problema**

En el transcurso de una jornada laboral el personal traslada varias cajas a diferentes secciones dentro del área de producción, el tiempo que el operador ocupa para hacer este proceso aumenta conforme pasan las horas, puesto que su constante traslado llega a ocasionar pequeñas lesiones y fatigas para el trabajador ocasionando una disminución significativa en la producción.

Ante esta problemática se propone un sistema automatizado que realice el traslado repetitivo de cajas y clasificación conforme al color.

### **1.4. Justificación**

Considerando el entorno del proceso se planea lograr un traslado de cajas de forma repetitiva y rápida hacia las 3 diferentes secciones dentro del área de producción incluyendo la clasificación de las mismas.

Se visualiza la incursión de un Sistema de rodillos donde el operador no se desprende de su área de trabajo y solo colocara la caja al extremo de la banda para mantener la producción siempre activa y las cajas lleguen a su destino.



## 1.5. Objetivos

### **Objetivo general**

Diseñar un sistema de transporte logístico que permita enviar cada caja en la estación que le corresponde de manera repetitiva. Cada caja mide 87 cm de largo por 80 cm de ancho y un peso min de 15 kg.

### **Objetivo específico**

1. Definir parámetros que se requieren para implementar una banda de rodillos en el área de producción.
2. Diseñar el sistema de transporte longitudinal por banda constituido por rodillos que facilite el traslado de cajas.
3. Automatizar la selección de las cajas de forma logística a base del color de la caja para ubicarlas correctamente en su estación correspondiente.
4. Validar con simulaciones.

## 2. MARCO TEÓRICO

Para diseñar el sistema adecuado, primero se deben conocer los sistemas de transporte existentes en el mercado y así elegir el que resulte más conveniente a las necesidades de la empresa, es por ello que a continuación describiremos algunos de los sistemas más factibles para nuestro interés.

### 2.1. Sistemas de transporte

#### Definición

Un sistema de transporte es un dispositivo por lo general eléctrico-mecánico que en su mayoría consta de una cinta o de rodillos movidos por un motor, su función principal es trasladar material de un punto "A" al punto "B". De igual forma un sistema de transporte es aquel que se utiliza para retirar los residuos que son generados en las estaciones de trabajo. [Romero, 2018]

### 2.2. Tipos de sistemas de transporte

#### Transportadores de rodillo

Existen dos tipos de transportador de rodillos, los de carga estructural y los de carga viva de acuerdo a su capacidad de desplazamiento, uno de estos es accionado por un motor mientras que el otro utiliza la fuerza de gravedad para deslizar los objetos (figura 2). Su uso es principalmente para transportar cargas unitarias (por ejemplo, cajas de cartón, cajas de plásticos, llantas, sacos, etc.). Estos tipos de transportadores están formados por una serie de bastidores metálicos. [Hytrol, 2008]



Figura 2 Transportador de rodillos de capacidad estructural y carga viva

### Transportadores de rodillos por gravedad

Los transportadores de rodillos por gravedad (Figura 3) cuentan con una pequeña inclinación respecto al eje horizontal. El funcionamiento de éste tipo de transportador se considera sencillo ya que al llegar la carga a un rodillo se produce el efecto de rozamiento entre ambos lo cual genera una fuerza sobre el rodillo y al mismo tiempo se genera un par que hace girar el rodillo sobre su propio eje. La velocidad de la carga depende de las especificaciones técnicas tanto del material como del rodillo.



Figura 3 Transportador de rodillos por gravedad

### Transportadores de rodillos motorizado

Por otra parte, están los transportadores accionados por motor (Figura 4), su accionamiento puede ser con una cinta, correa o cadena. En estos sistemas el bastidor puede ser totalmente horizontal, es decir, no necesita tener inclinación. Inclusive pueden tener pendiente ascendente.

En algunas ocasiones de acuerdo a las necesidades del proceso ambos sistemas se combinan, utilizando los rodillos de accionamiento por gravedad para los recorridos descendentes y los de accionamiento por motor para recorridos horizontales y ascendentes.



Figura 4 Transportador de rodillos motorizado



### **Transportadores por banda deslizante**

Este tipo de transportador motorizado (Figura 5) es talvez el más utilizado para manejo de material. La construcción de la cama en acero sólido es barata, simple, silenciosa y fácil de instalar. Este tipo de transportador es frecuentemente utilizado en operaciones de ensamble y en la transportación general de productos.

La capacidad motriz del transportador con cama deslizante es limitada debido a la fricción generada entre la cama y la banda.



*Figura 5 Transportadores por banda deslizante*

### **Transportador de Banda con Cama de Rodillos**

Este transportador permite que se trasladen paquetes más pesados. En dicho transportador la banda viaja sobre rodillos los cuales tienen un bajo coeficiente de fricción en la figura 6 se muestra el transportador con cama de rodillos.



*Figura 6 Transportador de Banda con Cama de Rodillos*



### 3. DESARROLLO

La planificación para diseñar el sistema se divide en dos: Diseño y Control.

La planificación del Diseño del sistema es importante para la elección del transportador y componentes. Es por ello que esta sección se desarrollara en 4 etapas, la primera será la elección del sistema adecuado, la segunda es obtener parámetros a partir de las bases de planificación, en la tercera se muestran las consideraciones técnicas que se debe tener en cuenta a partir de las bases de construcción, y por último se especifican los materiales que se ocuparan en el transportador de rodillos por gravedad.

La planificación del control del sistema se desarrollara en tres partes: Elección de componentes, elaboración del diagrama de flujo y programación en software: Festo y SoMachine.

#### 3.1. Descripción del Proceso

El sistema de Transporte deberá trasladar cajas a 3 secciones diferentes del área de producción como se observa en la figura 7.

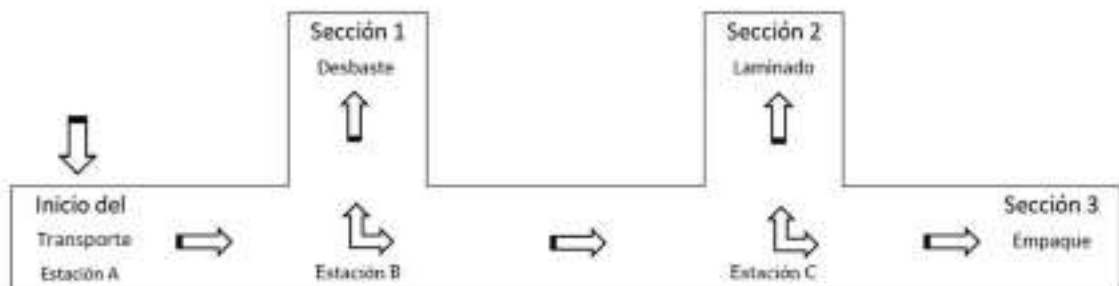


Figura 7 Estaciones a trasladar

Si el set lleva el proceso de desbaste se mandara a la Sección número 1, en caso de que se tenga que laminar deberá ir a la sección 2 y si solo es para empaquetar se mandara a la sección número 3.

### 3.2. Planificación del diseño

#### Elección del transporte

Los transportadores son elementos auxiliares de las instalaciones industriales, cuya tarea es transportar material de un área a otra.

Como se vio en el marco teórico existen diferentes tipos de sistemas de transporte muy parecidos entre si y elegir el correcto no es nada fácil, es por ello, que se analizó cuidadosamente cada uno de los sistemas y se llegó a la conclusión de que los transportadores de capacidad estructural (figura 8) cubren perfectamente los requerimientos, debido a que las cargas no son tan pesadas además de que este tipo de transporte es más resistente al choque de impacto cuando depositan una carga en él.

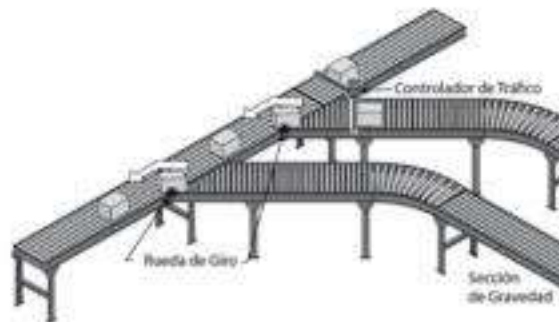


Figura 8 Sistema estructural de Rodillos

#### Parámetros

Los parámetros que a continuación mencionaremos son las propiedades de la carga a transportar, estas propiedades son fundamentales para un diseño óptimo del sistema.

##### 1 Dimensiones de carga

¿Qué longitud, ancho y altura tiene la carga a transportar?

La dimensión de la caja es de 87 cm de ancho por 80 cm de largo y 10 de alto (figura 9) estos datos son muy importantes puesto que influyen directamente en la longitud que tendrán los rodillos, además de conocer la distancia que los

separara. En el caso de que la caja fuera más alta tendría un alto riesgo de volcarse fuera del transporte pero en nuestro caso la carga no tiene mucha altura así que no tenemos ningún problema de descarrilamiento de la misma.

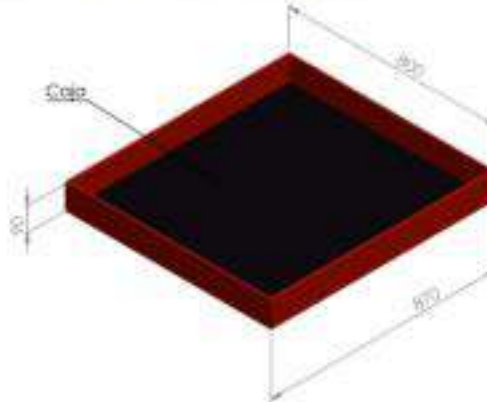


Figura 9 Dimensiones de la carga

## 2 Peso de carga

¿Qué peso tiene la carga?

El peso de la carga va de los 15 kg a los 40 kg.

El peso influye especialmente en la capacidad de carga, ésta debe distribuirse de manera uniforme entre los rodillos para hacer más viable su transporte y no deberán sobrepasarse de su carga máxima.

En la tabla 1 se muestran los cálculos para obtener la carga máxima de nuestro sistema en toneladas por hora, exponiendo un máximo de 7 cajas en el transportador.

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Capacidad de Carga Máxima | $7 \text{ paquetes} \cdot 40 \text{ kg} = 280 \text{ kg}$ $280 \text{ kg} = 0.28 \text{ ton}$ $\frac{0.28 \text{ ton}}{15 \text{ min}} = \frac{1.12 \text{ ton}}{\text{hr}}$ |
|---------------------------|--|

Tabla 1 Capacidad de carga máxima



### 3 Material de carga

¿De qué material se compone la carga?

El materia a transportar son cortes de piel bovina como se muestran en la figura 12, los cortes son colocados en cajas de plástico para un mejor traslado. Por lo tanto el material que influye en el sistema no es el de la piel si no el de la caja ya que éste mantiene contacto con los rodillos.

En nuestro caso por ser un material duro presentan menor resistencia al arranque, y no es necesario un accionamiento.



Figura 11 Caja de Plástico

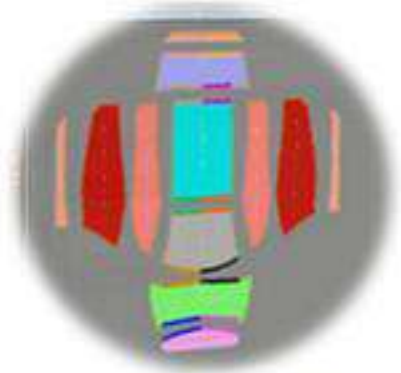


Figura 10 Corte de Piel

#### Base de construcción

Las bases que se mencionaran son los requerimientos que debe cumplir el sistema de transporte.

#### Trayecto

¿Qué longitud debe tener su instalación?

El transportador de rodillos tendrá una longitud total de 11m y a partir de cada 3 metros deberá ir una intersección, cada una de ellas con 3 metros de longitud como se muestra en la figura 12.



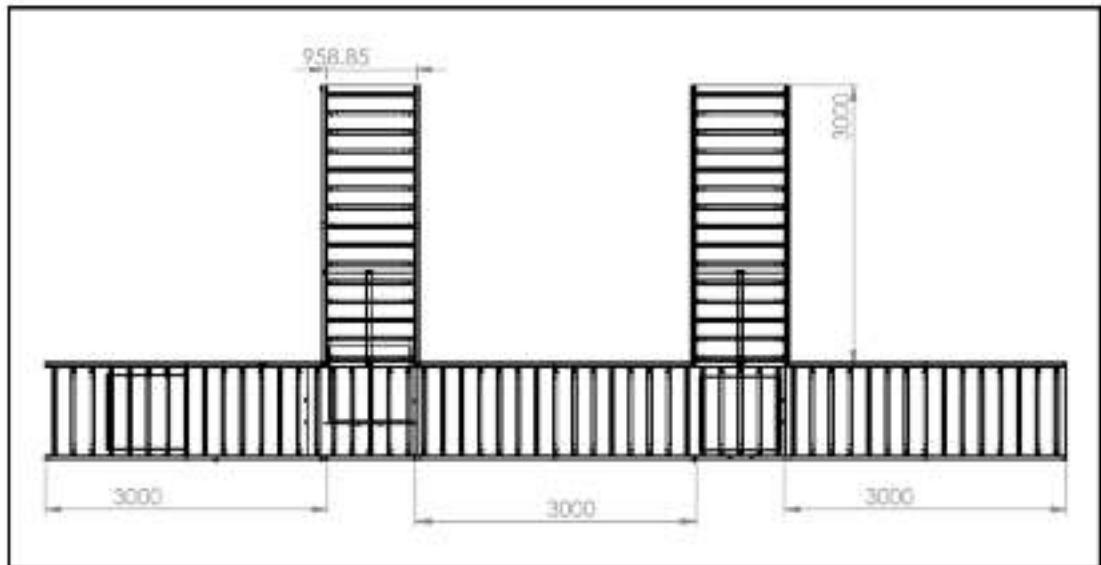


Figura 12 Trayecto del sistema

### Ancho del transporte

Para conocer la longitud que tendrán los rodillos del transportador tenemos que tener en cuenta el ancho de la caja, y aumentarle mínimo 1 pulgada por lado como se muestra en la siguiente figura 13.

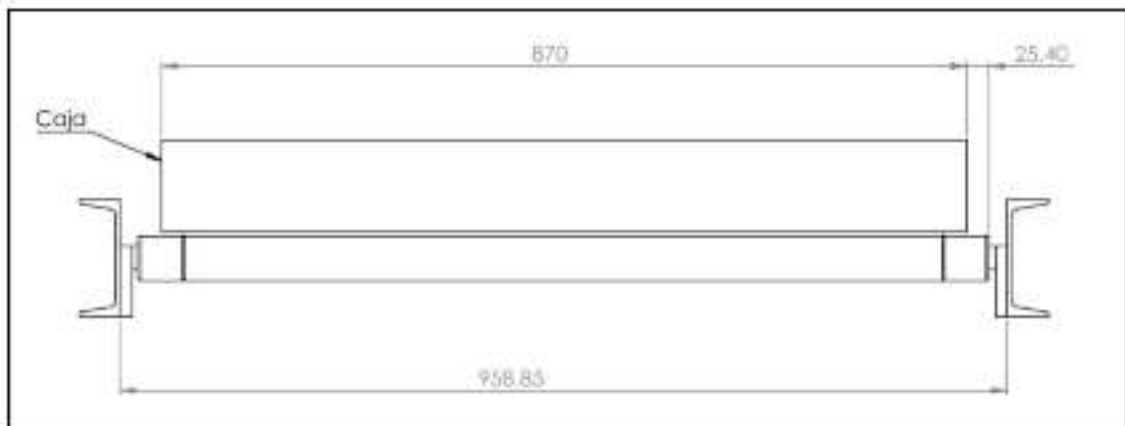


Figura 13 Ancho del transporte

## Ángulo de inclinación

Básicamente es la diferencia de elevación entre los puntos de carga y los puntos de descarga, Hay que tener en cuenta que la altura mínima para el transportador deberá ser de 60 cm a partir del suelo a la altura de la cama de Rodillos, puesto que una altura menor no es funcional.

Para los cálculos nos guiamos de la tabla 2 Donde nos muestra una idea general del grado de declinación que requiere el transportador de gravedad de acuerdo al peso y la firmeza del paquete. [Hytrol, 2008]

| ARTICULO              | PESO APROXIMADO (EN LIBRAS) | PENDIENTE DEL TRANSPORTADOR (PULGADAS POR 10 PIES) |
|-----------------------|-----------------------------|--|
| BARRILES              | -                           | 5 in.  |
| CANASTAS              | -                           | 5 in.  |
| CAJAS, MADERA         | 15-25                       | 6-1/4 in.  |
| CAJAS, MADERA         | 25-50                       | 5 in.  |
| CAJAS, MADERA         | 50-100                      | 3-3/4 in.  |
| CAJAS, MADERA         | 100-250                     | 3-1/8 in.  |
| LADRILLOS             | -                           | 5 in.  |
| LATAS, LECHE (LLENAS) | -                           | 5 in.  |
| LATAS, LECHE (VACIAS) | -                           | 6-1/4 in.  |
| CAJAS DE CARTON       | 3-6                         | 8-3/4 in.  |
| CAJAS DE CARTON       | 6-12                        | 7-1/2 in.  |
| CAJAS DE CARTON       | 12-25                       | 6-1/4 in.  |
| CAJAS DE CARTON       | 25-30                       | 5 in.  |
| PALETAS               | -                           | 5 in - 6-1/4 in.                                   |
| TAMBORES              | 150-300                     | 2-1/2 in. - 3-3/4 in.                              |
| MADERA                | -                           | 5 in.  |
| BANDEJAS, TOTES       | -                           | 2-1/2 in. - 5 in.                                  |

Tabla 2 Grado de declinación para el transportador de gravedad

En la tabla 3 se muestran los cálculos para obtener la inclinación del sistema en milímetros, De modo que si la altura mínima es de 60 cm y teniendo una pendiente de 45.9 cm, la altura máxima del transportador será de 105.9 cm. Como se muestra en la figura 14.

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Peso mínimo en lb   | $1\text{ kg} = 2.204\text{ lb}$      |
|   | $15\text{ kg} = 33.069\text{ lb}$    |
| Peso máximo en lb   | $40\text{ kg} = 88.184\text{ lb}$    |
| De acuerdo a la tabla de Relación Peso-Material si el peso mínimo aproximado en libras es de 25-50 , la pendiente será de 5 in por cada 10 ft |                                      |
| $3\text{m} = 300\text{ cm}$   | $10\text{ ft} = 5\text{ in}$         |
| $300\text{cm} = 9.842\text{ ft}$  | $9.842\text{ft} = 12.7\text{in}$     |
| $1100\text{ cm} = 36.089\text{ft}$  | $10\text{ft} = 5\text{ in}$          |
|   | $36.089\text{ft} = 18.0446\text{in}$ |
| $18.0446\text{ in equivale aproximadamente a }459\text{mm}$   |                                      |

Tabla 3 Cálculos para el ángulo de inclinación

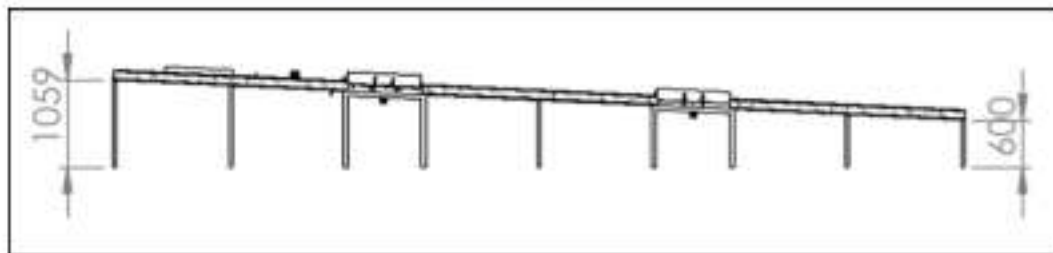


Figura 14 Inclinaciones del transporte en mm

### Distancia entre centros

De acuerdo al catálogo Conveyor, para poder trasladar las cajas sin ninguna interferencia y con mayor equilibrio, la distancia entre los centros de los rodillos deberá calcularse de manera que siempre haya un mínimo de 4 rodillos por debajo de la caja como se muestra en la figura 15. Es por esto que dividimos la longitud de la caja 80 cm entre 4 para darnos la distancia máxima de 20 cm entre cada centro.

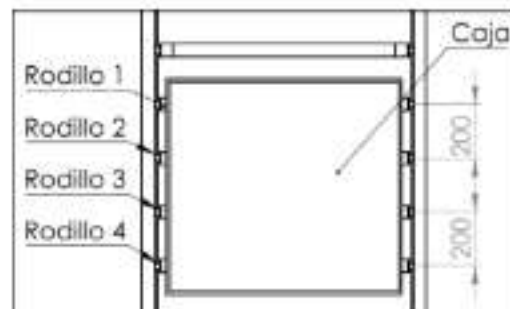


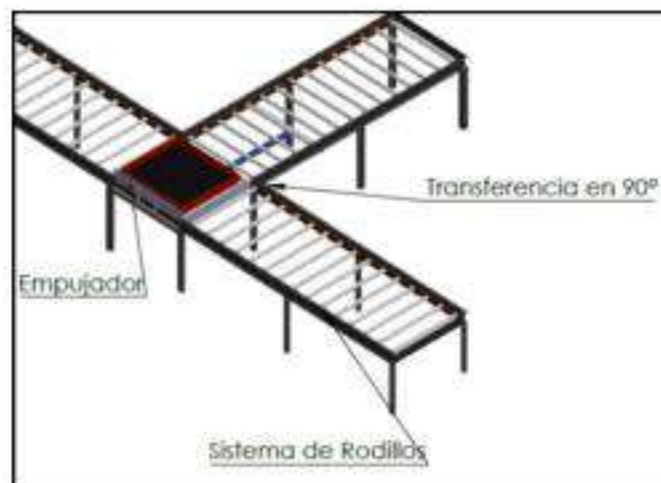
Figura 15 Distancia entre centros

## Transferencia

Por lo general, en los procesos industriales los sistemas de transporte son totalmente rectos, es decir, que van en una sola dirección, sin embargo, existen algunos casos en los que el material a transportar debe ir a otras direcciones, dichas direcciones toman el nombre de transferencias y existen 5 casos:

- Recta
- Diagonal
- perpendicular
- Alta velocidad
- Combinación en línea

Para nuestro sistema se eligió la transferencia perpendicular. Este sistema requiere de un empujador para transferir los paquetes a otra dirección como se muestra en la figura 16.



*Figura 16 Transferencia perpendicular (90°)*

Una consideración importante para esta transferencia es colocar una guarda en el canal al que se van a transportar las cajas al igual que es necesario poner algún dispositivo de frenado para detener el empaque y activar la transferencia.



## Especificación de materiales

### Plataformas

Para la elección de la plataforma se consultó el catálogo Interroll y se eligió la plataforma 1100 (figura 17) para transportadores no accionados, las características de esta plataforma son:



Figura 17 Plataforma de rodillos

- ✓ Para aplicaciones de gravedad
- ✓ Marcha suave y silenciosa de los rodillos
- ✓ Para cargas ligeras y semipesados
- ✓ Se ocupa en temperaturas de ambiente normales
- ✓ la capacidad de carga Max es de 350 N
- ✓ Rango de temperatura de  $-5 +40^{\circ}\text{C}$
- ✓ Velocidad Max con 50 mm de diámetro es de 0.3 m/s

### Rodillos

Los rodillos a utilizar no son accionados por un motor, puesto que la inclinación del mismo hace que la carga se deslice en el momento que se coloque en los rodillos por la fuerza de gravedad.

Para hacer la selección apropiada de rodillos se consultó el catálogo SPEC SHEET, ULTIMATION y se eligieron los RS19U37-6, rodillos de gravedad con marcha suave y diámetro de 1.9 in (figura 18) ya que estos que son ideales para transportar paquetes ligeros o semipesados,

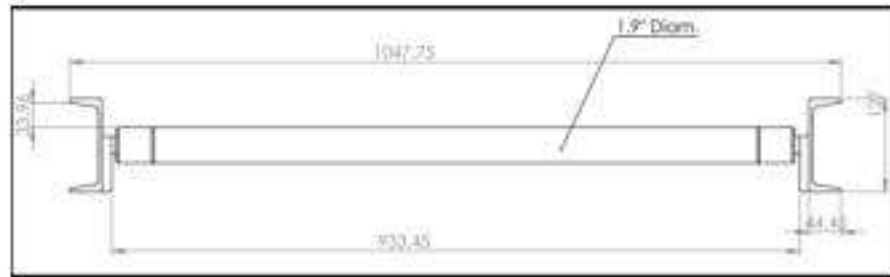


Figura 18 Dimensiones del rodillo

El cuerpo de los rodillos es de acero debido a que soporta una carga mayor a comparación a los de plástico y no tendrá problemas con descargas eléctricas como lo haría un tubo de aluminio y al mismo tiempo es resistente a impactos.

### 3.3. Planificación de control

#### Selección de componentes para la automatización

Los elementos que a continuación se mencionan han sido previamente analizados y elegidos en catálogos puesto que cumplen con las características requeridas para automatizar el transportador.

### PLC

#### Definición

Un Controlador Lógico Programable (PLC) entabla una relación de datos de entrada con una unidad lógica para obtener datos de salida como se muestra en la figura 19, Básicamente es un tipo de controlador basado en un microprocesador que utiliza una memoria programable en la cual almacena las instrucciones para después ejecutarlas. [Bolton, 2009]

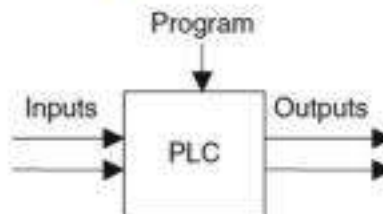


Figura 19 Diagrama de bloques PLC (Bolton, 2009)

La mejor manera para automatizar un sistema de transporte, es utilizando un PLC que ofrezca robustez industrial y confiabilidad, este ayuda a supervisar que las cajas lleguen correctamente a su destino.

Después de buscar y analizar diversas marcas y modelos de PLC existentes en el mercado se tomó la decisión de utilizar el PLC TM221C16T (figura 19), dicha decisión fue tomada en base a las características del mismo que a continuación se mencionan.

### **Características y especificaciones eléctricas**

- ✓ Salida digital tipo transistor
- ✓ 16 E/S digitales
- ✓ Corriente de entrada de 35 A
- ✓ Consumo de energía (10W con módulo de expansión y 3.9 W sin expansión)
- ✓ Tensión de entrada digital de 24V
- ✓ Voltaje de entrada en CC
- ✓ Resolución de entrada analógica de 10 bits
- ✓ Datos de RAM con 100000 instrucciones
- ✓ Resistencia a las descargas electrostáticas 20
- ✓ Resistencia a los campos electromagnéticos
- ✓ Resistencia a transitorios rápidos

### **Puertos de comunicación**

En cuanto a los puertos de comunicación éste PLC trabaja con comunicación serial. El usuario tiene la opción de elegir la configuración del puerto serie en 3 diferentes maneras:



PORTA USB con conector USB 2.0

- ✓ Enlace serie sin aislar, conector RJ45 e interfaz RS485
- ✓ Enlace serie sin aislar, conector Rj45 e interfaz RS232/RS485
- ✓ Encontraras la información completa del PLC en el apartado de anexos.



*Figura 20 TM221C16T Controlador M221 16 E/S transistor PNP*

## **Neumática**

### **Definición**

La neumática es la utilización del aire comprimido para la realización de un trabajo y control de un proceso. La palabra neumática proviene del griego [pneuma] que significa “aire”.

La neumática industrial ha adquirido una gran importancia para la automatización de procesos, en los cuales se pueda utilizar equipos capaces de sustituir parcial o totalmente la mano de obra, su óptimo funcionamiento y eficiencia resultan útiles para el trasportador de rodillos.

La elección de pistones se basó en la distancia que debe recorrer el vástago, se consultó el catálogo de Festo para poder decir cuál era el más apropiado y se optó por Cilindros normalizados DNC, ISO 15552 junto con su respectiva válvula.




La siguiente tabla muestra las características del pistón ONG25 de Festo. Un pistón de simple efecto normalmente abierto, con un camino para el vástago de 0 a 1100mm.

| Cilindro normalizado ONG25   |
|--|
|  |
| Montaje compacto en bloque   |
| Diámetro 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 mm   |
| Carrera 1 ... 1000 mm  |
| Fuerza de 104 ... 1870 N   |
| Simple efecto  |
| Detección de posiciones  |
| Amortiguación regulable  |

*Tabla 4 Pistón ONG25 para mecanismo de empuje*

A continuación se muestra el pistón AEN de Festo (tabla 5) un pistón simple efecto la diferencia que este recorre de 0 a 25mm.

| Cilindro compacto AEN  |
|--|
|  |
| De simple efecto, compresión/tracción  |
| Diámetro: 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 mm                                 |
| Carrera: 1 ... 25 mm   |
| Fuerza: 59 ... 4 510 N   |
| De simple efecto, compresión/tracción  |
| Amortiguación fija   |

*Tabla 5 Pistón AEN para mecanismo de tope*

## Sensores

### Definición

Los sensores son dispositivos internos y externos que sirven para que la tarea o el proceso se realicen con la adecuada precisión, velocidad e inteligencia. La información relacionada con el estado de la maquina se consigue con los sensores internos y la que se refiere al entorno se consigue con los sensores externos. [Barrientos, 2007]

Uno de los aspectos más importantes en todo sistema automatizado son los sensores, estos juegan un papel importante en el control puesto que son los órganos sensoriales de cualquier máquina. La elección correcta y su adecuada aplicación hacen la combinación perfecta para una buena automatización, a continuación se enlistan los sensores que se ocuparon para controlar el traslado de las cajas.

### Sensor Fotoeléctrico

Estos tipos de sensores responden a la variación de la intensidad de luz y sirven para detectar la presencia o la ausencia de cualquier objeto sin la necesidad de que esté haciendo contacto físicamente con el objeto, se conforman de un emisor que se encarga de generar la luz (puede ser visible o infrarroja) y un receptor que percibe la luz generada por el emisor, (figura 21). [Lab-Volt, 2000]

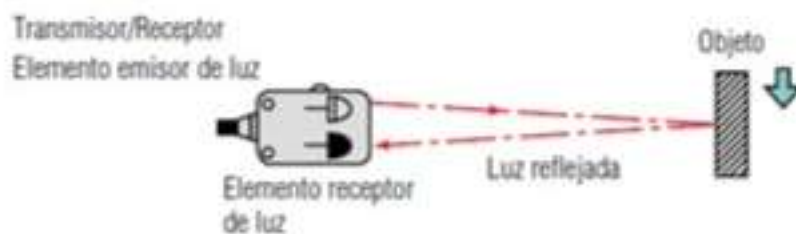


Figura 21 Sensor Fotoeléctrico

Se eligió este sensor puesto que a comparación de otros sensores detectan objetos que van desde menos 2.5 cm a más de 100 metros, otros sensores solo llegan a detectar 4 cm y para nuestro sistema esto es muy poco.

### Características

El sensor que ocuparemos es de la gama OsiSense XU de Schneider es de tipo difuso reflexivo, es el sensor que su emisor y receptor se encuentran del mismo lado y la detección del objeto se realiza cuando la luz se refleja sobre el objeto, este sensor detecta cualquier tipo de objeto no importando forma, color, tamaño o material, las características más sobresalientes se muestran en la (tabla 6) y podrás ver a más detalle la hoja de instrucciones en los anexos.

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| tipo de sensores electrónico   | Sensores fotoeléctrico                                     |
| nombre de detector             | XUK  |
| diseño del detector            | Compacto 50 x 50   |
| sistema de detección           | Difuso con supresión de fondo                              |
| Material                       | Plástico   |
| tipo de salida digital         | PNP  |
| distancia de detección nominal | 0.8 m difuso con supresión de fondo                        |
| función de salida digital      | 1 a o 1 NF programable                                     |
| Emisión                        | Laser rojo difuso con supresión de fondo<br>(class 1 (**)) |

Tabla 6 Sensor OsiSense XU

Cuando no hay un objeto en nuestro sistema, el emisor del infrarrojo se mantendrá en estado bajo (cero lógico), cuando una caja pase por el sensor rebotará la luz haciendo que este cambie a un estado alto (1 lógico) mostrando la presencia de un objeto. La señal de salida de este sensor va a activar un relé como entrada para el PLC para activar el siguiente proceso. En la figura 22 se muestra el sensor fotoeléctrico que se ocupara en el sistema.



Figura 22 XUKBLAPPNM12 sensor fotoeléctrico láser–XUK

### Sensores de color

Los sensores de color como su nombre lo indica sirven para detectar colores de un objeto cualquiera. [Leuze, 2010]. Estos deben de tener la capacidad para realizar una medición precisa de color, comparación del mismo y que tome la decisión en fracciones de segundo. El sensor que ocuparemos es un BFS 26K-PS-L01-S115 (figura 23).

Estos sensores emiten una luz roja, verde y azul (RGB, por sus siglas en inglés) sobre los objetos a los cuales se están analizando, básicamente hacen una comparación de los valores cromáticos que se encuentran guardados como referencia con los valores cromáticos del objeto como se observa en la figura 24.



Figura 23 Sensores de color BFS 26K-PS-L01-S115



Figura 24 Sensor de detección de colores



## Diseño SolidWorks

A Continuación se muestran los componentes en SolidWorks diseñados con las medidas reales.

De la figura 25 a la figura 30 se muestran los componentes del rodillo; Flecha, Tubo, anillo de retención interno y externo, rodamiento y la tapa.



Figura 25 Rodamiento SKF 61805



Figura 26 Anillo de retención exterior NA2-145



Figura 27 Anillo de retención interno NA1-106



Figura 28 Flecha



Figura 29 Tubo



Figura 30 Tapa

La tapa funciona como coplee entre la flecha y el tubo, por medio de baleros que están sujetos con anillos de retención a la tapa (figura 31) permitiendo que giren con facilidad. A la vez la flecha sirve como soporte en la plataforma donde se colocaran lo rodillos (figura 32).

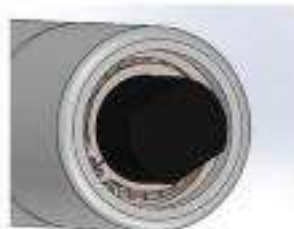


Figura 31 Ensamble de la tapa



Figura 32 Flanca del Rodillo

A continuación se muestra el diseño final del rodillo.



Figura 33 Rodillo RS19U37-6

Los componentes para la plataforma de rodillos son mostrados desde la figura 34 a la figura 36 además de usar el rodillo de la figura 33.



Figura 34 Perfil Acero Galvanizado tipo C



Figura 35 Solera acero 1018



Figura 36 Cuadrado de acero

Para diseñar la plataforma 1100 (figura 37) para transportadores no accionados, el perfil tipo C servirá como guarda y en la solera se colocaran los rodillos de acuerdo a los cálculos que se tomaron anteriormente en la planificación (figura 38), el cuadrado es para las patas de la plataforma y estas son cortadas a diferentes alturas ya que estas darán el Angulo de inclinación en el sistema.



Figura 37 Cama de rodillos 1100



Figura 38 Colocación de los rodillos

De la figura 39 a la figura 43 se muestran los componentes que se ocuparon para el mecanismo que empujara las cajas a otra sección a otra.



Figura 39 Soporte delantero del pistón



Figura 40 Soporte trasero del pistón



Figura 41 Placa de acero



Figura 42 Cuadrado de acero



Figura 43 Pistón

Para el mecanismo de empuje se ensamblaron todas las piezas como se muestra en la figura 44 y fue colocado por debajo de la cama de rodillos como se muestra en la figura 45.



Figura 44 Ensamble del mecanismo de empuje



Figura 45 Ensamble en el transportador

De la figura 46 a la figura 49 se muestran los componentes para el mecanismo que detendrá las cajas en el sistema de transporte.



Figura 46 Soporte superior para el pistón



Figura 47 Soporte inferior para el pistón



Figura 48 Placa



Figura 49 Pistón

Para el mecanismo de paro de cajas se ensamblaron los componentes como se muestra en la figura 50, y este fue colocado por debajo de la mesa como se muestra en la figura 51.



Figura 50 Ensamble del mecanismo para tope



Figura 51 Ensamble en el sistema



El sensor foto-eléctrico se muestra en la figura 52 mientras que la figura 53 muestra el sensor a color, Cada uno de estos sensores están ubicados en lugares estratégicos para mandar señales a los módulos de entradas del PLC.



Figura 52 Sensor fotoeléctrico XUKBLAPPNM12



Figura 53 Sensor de color BFS 26K-PS-101-S11

En seguida se muestra el diseño final del sistema donde garantizamos su funcionalidad.

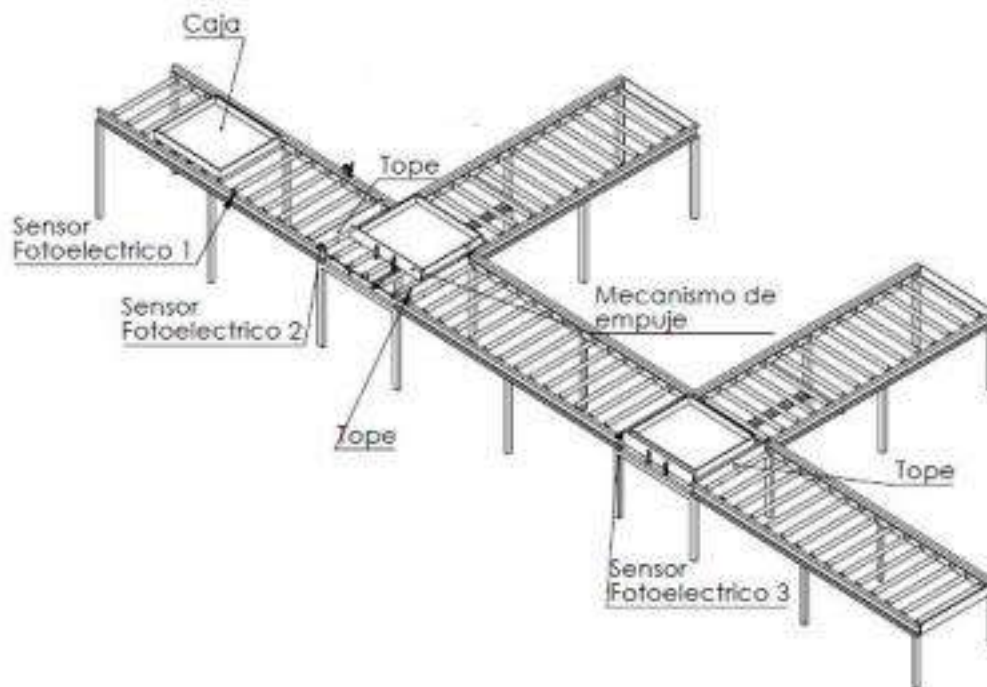


Figura 54 Diseño Final del sistema de Transporte por gravedad

El funcionamiento que debe realizar el sistema es el siguiente:

- 1) Un trabajador colocara una caja al inicio del transportador (estación A).
- 2) La caja se deslizará sobre los rodillos por la fuerza de gravedad ejercida en ella.
- 3) La caja llegará hasta nuestro primer tope, activando el primer sensor fotoeléctrico que mandará un pulso al PLC.
- 4) El controlador revisará si hay una caja en la estación B, de ser así la caja esperará su turno para pasar.
- 5) En caso contrario, y que no haya una caja en la estación B, el pistón uno se activará bajando el tope, permitiendo que la caja se deslice hasta esta estación.
- 6) Cuando el sensor 1 se desactive por la ausencia de nuestro objeto el pistón uno se desactivará haciendo que el tope vuelva a subir para detener las cajas que puedan llegar.
- 7) Una vez que la caja llegue al tope número 2, activará el segundo sensor fotoeléctrico avisando al PLC su presencia en la estación B.
- 8) en el momento que la caja pase se activará el sensor de color.
- 9) Este enviará el color al PLC para determinar la estación a la que se enviará la caja
- 10) Si el color fuera igual a azul el PLC activará el pistón cuatro haciendo que el empujador uno envíe la caja a la primera sección de trabajo.
- 11) Cuando el empujador llegue a su tope contará 3 segundos para que el pistón cuatro se desactive haciendo que el empujador regrese a su posición inicial dejando libre la estación B para una nueva caja.
- 12) Si el color fuera igual a rojo o verde y la estación C está vacía, el pistón dos se activará bajando el tope permitiendo pasar la caja a la sección C.

- 13) Cuando nuestro segundo sensor no detecte la presencia del objeto, desactivara el pistón dos haciendo que el tope vuelva a subir dejando la estación B.
- 14) en caso de que el segundo sensor de color sea rojo Cuando el sensor número 3 detecte un objeto activara el pistón 5 haciendo que el segundo empujador mande la caja a la segunda estación de trabajo.
- 15) Cuando el empujador llegue a su tope contara 3 segundos para que el pistón cinco se desactive haciendo que el empujador regrese a su posición inicial dejando libre la estación C para una nueva caja.
- 16) Cuando el sensor de color diga que es verde el pistón 3 se activará bajando el tope y permitiendo que la caja se deslice hasta la última sección de trabajo y dejando la estación C libre para una nueva caja.
- 17) Cuando el sensor tres deje de detectar la caja el pistón tres se desactivara haciendo subir nuevamente el tope.

## Diagrama de Flujo

Para poder hacer el control del sistema primero se realizó el diagrama de flujo que se muestra a continuación.

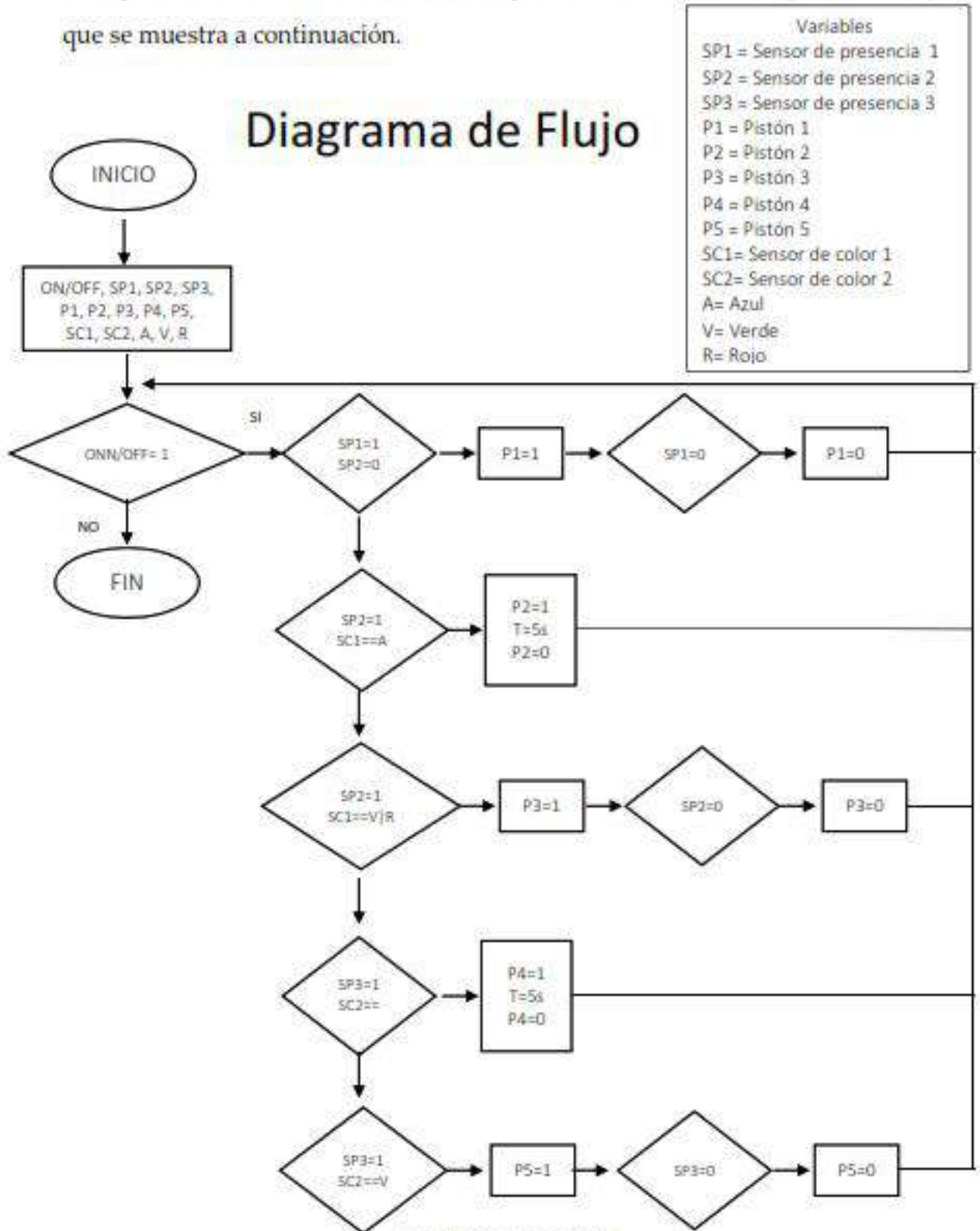


Figura 55 Diagrama de flujo



## Software FESTO

La instrumentación para el transportador se compone de un sistema electroneumático por lo que se eligió el Software FluidSim Creado por la empresa Festo para la programación y simulación del circuito puesto que nos permite mostrar la secuencia de este de forma animada.

Una característica importante de este programa es su concepto didáctico que te permite crear un circuito de manera fácil mediante el procedimiento clásico de arrastrar y soltar, también te muestra descripciones breves de cada elemento además de que puedes observar si el diagrama de flujo es el correcto mediante la simulación.

Enseguida se incluye la tabla con componentes que se utilizaron para el accionamiento de los pistones.








| Plano neumático   |   |  |
|---|---|--|
| Componente  | Símbolo   | Descripción  |
| Cilindro de acción simple con muelle de retorno en cámara de pistón |  | Tiene solo una conexión de aire, cuando el aire entra en la cámara empuja el cilindro metiendo el embolo |
| válvula de control de flujo de una vía                              |  | Regula el caudal permitiendo controlar la velocidad de avance o retroceso                                |
| válvula 3/2   |  | Valvula de control direccional de tres vias  |
| Unidad de servicio  |  | Caracterizan las unidades de mantenimiento   |
| Compresor   |  | Alimenta la presión de aire  |
| Plano eléctrico   |   |  |
| Sensor fotoeléctrico  |  | Sensor de presencia  |
| Switch  |  | Accionador   |
| PLC   |  | Controlador logico programable   |
| Válvulas de solenoide   |  | Controla el flujo de aire  |
| Fuente de alimentación  |  | Fuente de poder  |

Figura 56 Componentes del circuito electroneumático

Las siguientes imágenes muestran el circuito diseñado a partir del diagrama de flujo.

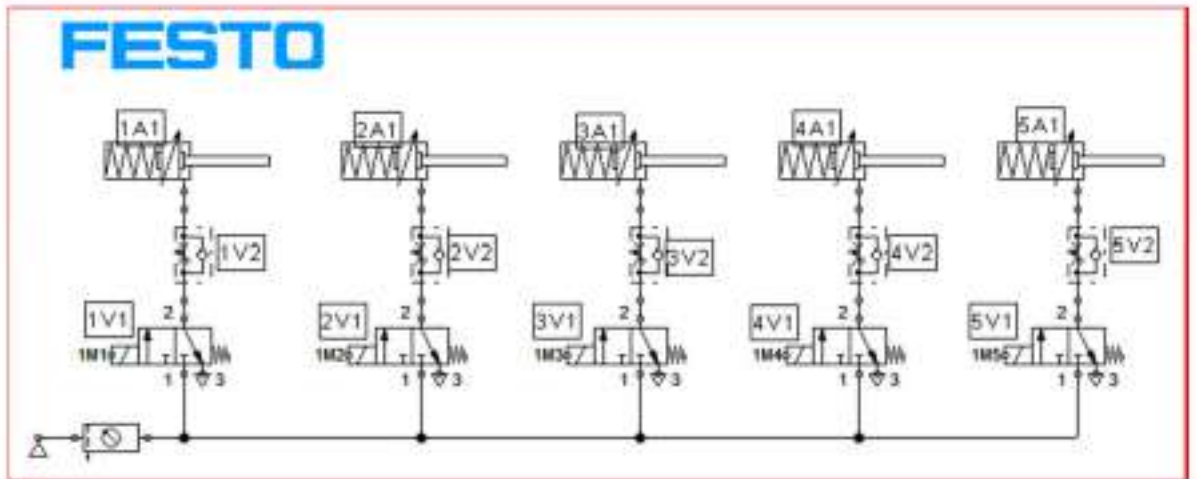


Figura 57 Plano Neumático "Sistema de transporte"

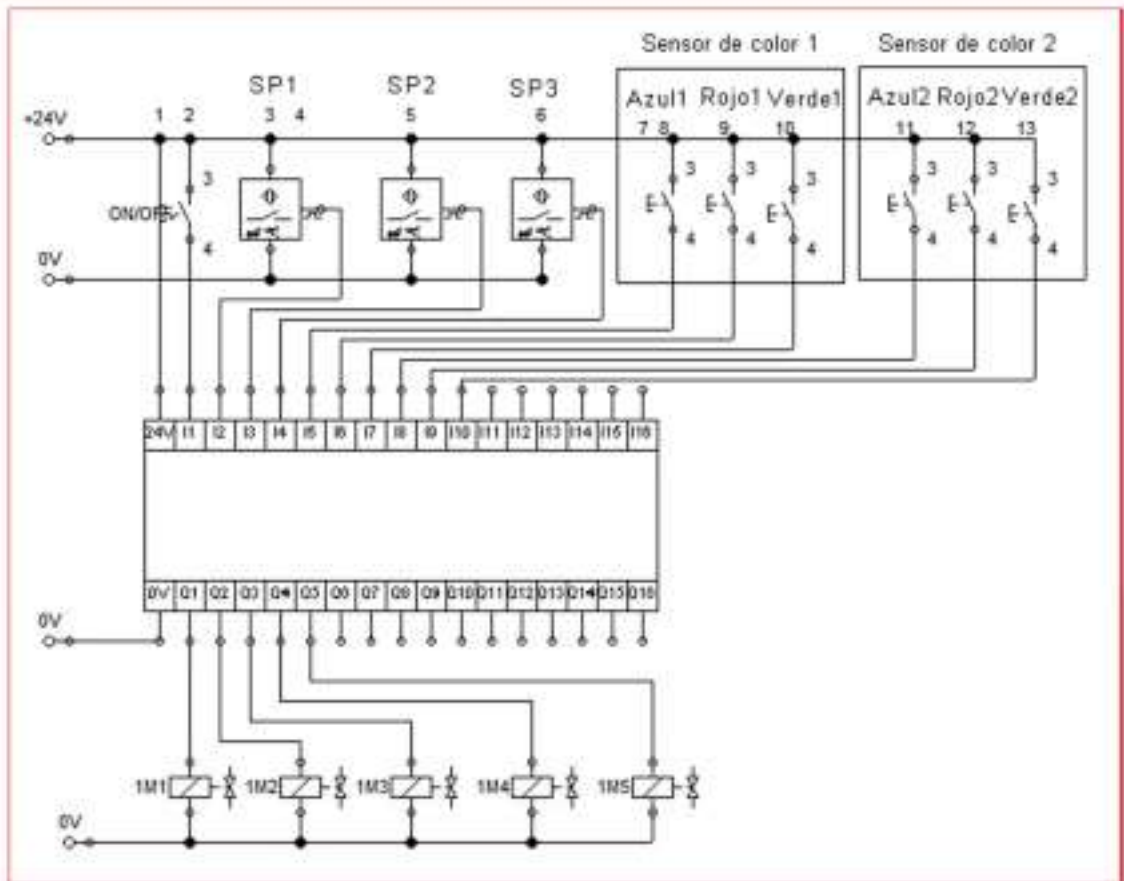


Figura 58 Circuito eléctrica "sistema de transporte"

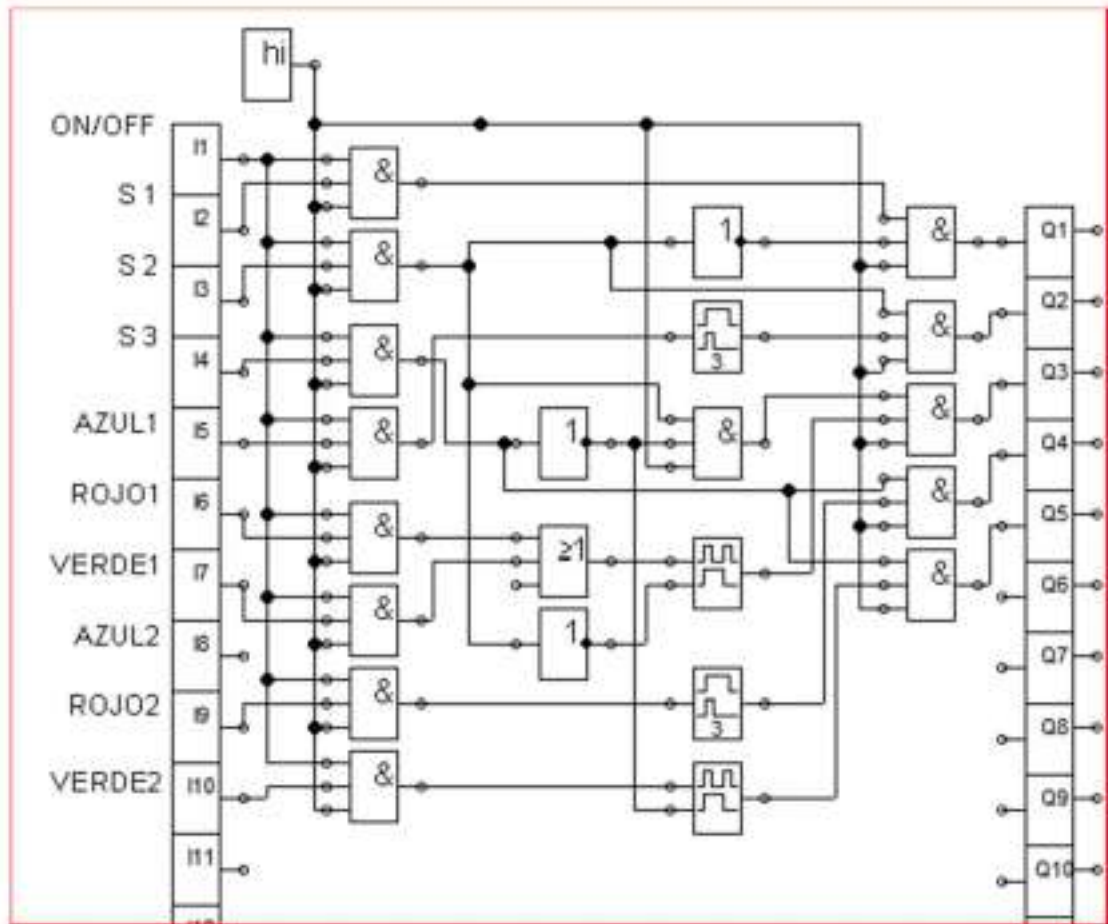


Figura 59 PLC Digital - Lenguaje FBD

La Simulación de nuestros diagramas se mostrara en el capítulo número 4 donde se podrá observar la secuencia de la programación.

Después de programar en FluidSim seguimos a convertir la programación de lenguaje FBD a lenguaje LEADDER en el Software SoMachine.

### Software de programación SOMACHINE

SoMachine es una plataforma de programación completa para la automatización que proporciona controladores escalables y flexibles, arquitecturas listas para usar, soluciones de ingeniería eficientes, así como servicios de personalización y asistencia técnica. [Schneider, 2017]

## Programación

A continuación se muestran las variables utilizadas así como las entradas y salidas que se ocuparon para la programación.

### SÍMBOLOS

| Utilizado | Dirección | Símbolo | Comentario            |
|-----------|-----------|---------|-----------------------|
| X         | %I0.0     | PARO    | BOTON DE ENCENDIDO    |
| X         | %I0.1     | ON_OFF  | BOTON DE PARO         |
| X         | %I0.2     | SP1     | SENSOR DE PRESENCIA 1 |
| X         | %I0.3     | SP2     | SENSOR DE PRESENCIA 2 |
| X         | %I0.4     | SP3     | SENSOR DE PRESENCIA 3 |
| X         | %I0.5     | AZUL    | SENSOR DE COLOR1      |
| X         | %I0.6     | ROJO    | SENSOR DE COLOR1      |
| X         | %I0.7     | VERDE   | SENSOR DE COLOR1      |
|           | %I0.8     | AZUL2   | SENSOR DE COLOR2      |
| X         | %I0.9     | ROJO2   | SENSOR DE COLOR2      |
| X         | %I0.10    | VERDE2  | SENSOR DE COLOR2      |
| X         | %M0       | ON      | ENCENDIDO             |
| X         | %M1       | A       | VARIABLE PISTON2      |
| X         | %M2       | B       | VARIABLE PISTON3      |
| X         | %M3       | C       | VARIABLE PISTON4      |
| X         | %M4       | X       | VARIABLE PISTON5      |
| X         | %Q0.0     | P1      | PISTON 1              |
| X         | %Q0.1     | P2      | PISTON 2              |
| X         | %Q0.2     | P3      | PISTON 3              |
| X         | %Q0.3     | P4      | PISTON 4              |
| X         | %Q0.4     | P5      | PISTON 5              |

Figura 60 Variables de programación



Una vez teniendo las variables a ocupar se crea la programación en LADDER que en seguida se muestra.

1 - Nuevo POU

Tarea maestra

*Rung0*



Variables utilizadas:

|       |        |                    |
|-------|--------|--------------------|
| %I0.0 | PARO   | BOTON DE ENCENDIDO |
| %I0.1 | ON_OFF | BOTON DE PARO      |
| %M0   | ON     | ENCENDIDO          |

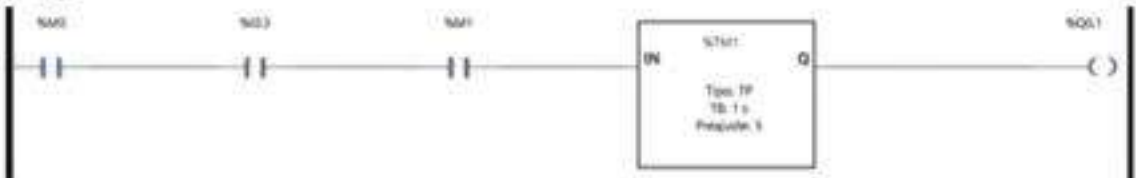
*Rung1*



Variables utilizadas:

|       |     |                       |
|-------|-----|-----------------------|
| %I0.2 | SP1 | SENSOR DE PRESENCIA 1 |
| %I0.3 | SP2 | SENSOR DE PRESENCIA 2 |
| %M0   | ON  | ENCENDIDO             |
| %Q0.0 | P1  | PISTON 1              |

*Rung2*



Variables utilizadas:

|       |     |                       |
|-------|-----|-----------------------|
| %I0.3 | SP2 | SENSOR DE PRESENCIA 2 |
| %M0   | ON  | ENCENDIDO             |
| %M1   | A   | VARIABLE PISTON2      |
| %Q0.1 | P2  | PISTON 2              |

Figura 61 Código parte 1

*Rung3*



Variables utilizadas:

|       |      |                       |
|-------|------|-----------------------|
| I10.3 | DP2  | SENSOR DE PRESENCIA 2 |
| I10.5 | AZUL | SENSOR DE COLOR1      |
| Q01   | A    | VARIABLE PISTON2      |

*Rung4*



Variables utilizadas:

|       |     |                       |
|-------|-----|-----------------------|
| I10.3 | DP2 | SENSOR DE PRESENCIA 2 |
| I10.4 | DP3 | SENSOR DE PRESENCIA 3 |
| Q00   | ON  | ENCENDIDO             |
| Q02   | B   | VARIABLE PISTON3      |
| Q00.2 | V3  | PISTON 3              |

*Rung5*

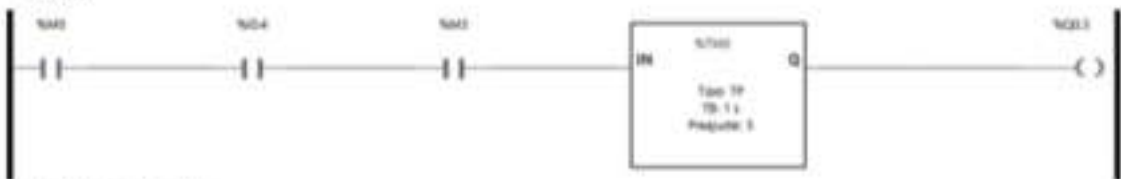


Variables utilizadas:

|       |       |                       |
|-------|-------|-----------------------|
| I10.3 | DP2   | SENSOR DE PRESENCIA 2 |
| I10.6 | ROJO  | SENSOR DE COLOR1      |
| I10.7 | VERDE | SENSOR DE COLOR1      |
| Q02   | B     | VARIABLE PISTON3      |

Figura 62 Código parte 2

### Rung6



#### Variables utilizadas:

|      |     |                       |
|------|-----|-----------------------|
| M0.4 | OP3 | SENSOR DE PRESENCIA 3 |
| M0   | ON  | ENCENDIDO             |
| M3   | C   | VARIABLE PISTON4      |
| M0.3 | P4  | PISTON 4              |
| M10  |     |                       |

### Rung7



#### Variables utilizadas:

|      |       |                       |
|------|-------|-----------------------|
| M0.4 | OP3   | SENSOR DE PRESENCIA 3 |
| M0.3 | ROJ02 | SENSOR DE COLOR2      |
| M3   | C     | VARIABLE PISTON4      |

### Rung8



#### Variables utilizadas:

|      |     |                       |
|------|-----|-----------------------|
| M0.4 | OP3 | SENSOR DE PRESENCIA 3 |
| M0   | ON  | ENCENDIDO             |
| M4   | X   | VARIABLE PISTON5      |
| M0.4 | P5  | PISTON 5              |

### Rung9



#### Variables utilizadas:

|       |        |                       |
|-------|--------|-----------------------|
| M0.4  | OP3    | SENSOR DE PRESENCIA 3 |
| M0.10 | VERDE2 | SENSOR DE COLOR2      |
| M4    | X      | VARIABLE PISTON5      |

Figura 63 Código parte 3

## 4. MODELADO

### 4.1. Simulación en software validando el funcionamiento de la programación

En éste capítulo se muestran los resultados obtenidos en los Programas SoMachine, FluidSim de Festo.

En el primer segmento el programa de control inicia con todas las variables en 0 (figura 64) y como se puede observar en la figura 65 los actuadores inician normalmente abiertos.



Figura 64 Inicio de simulación

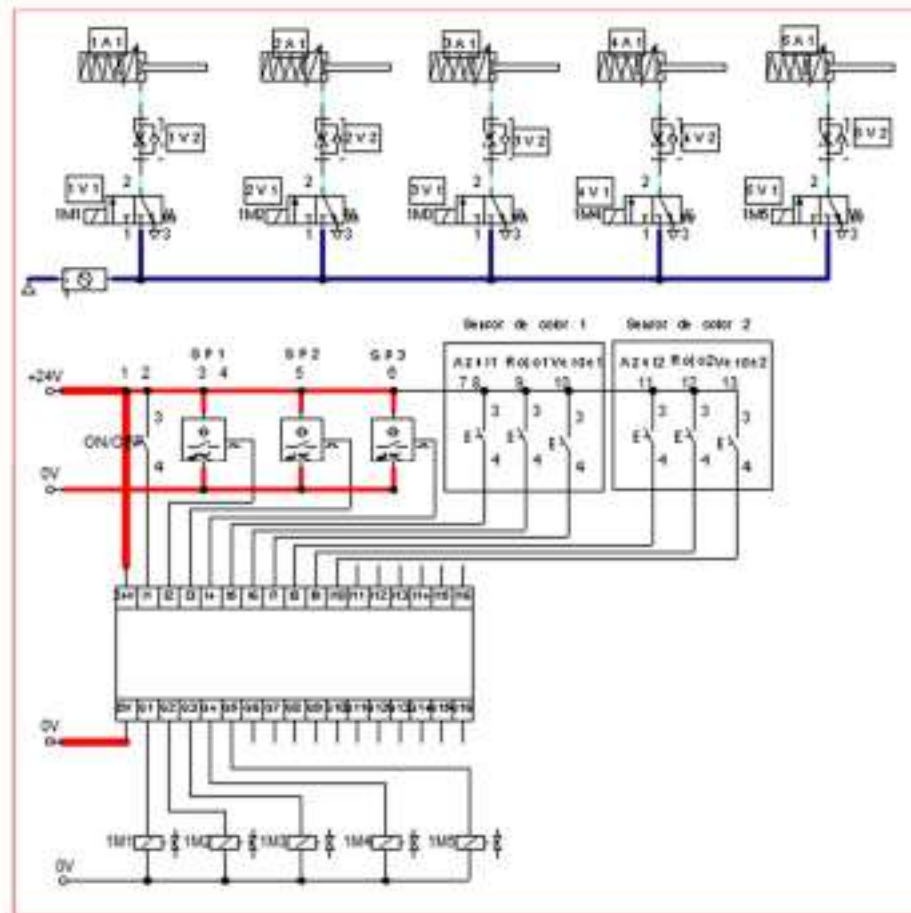


Figura 65 Actuadores abiertos



En el segundo segmento se muestra el arranque del sistema cuando pulsas el botón de encendido (figura 66) y la variable ON se activa, tal como se muestra en la figura 67.



Figura 66 Inicialización del programa

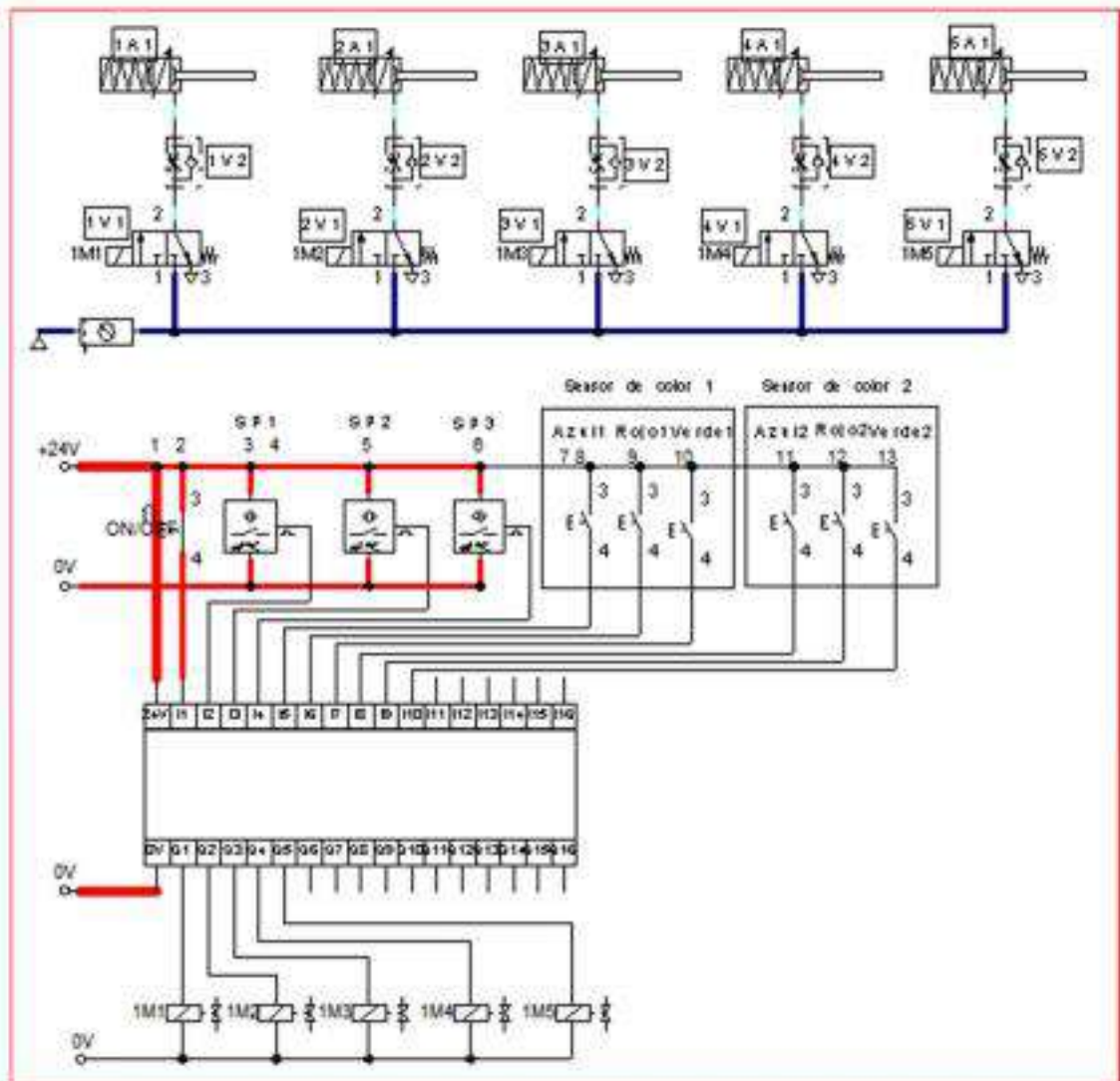


Figura 67 Arranque del sistema

Para el tercer segmento la imagen 68 nos muestra que los sensores de presencia 1 y 2 no detectan ningún objeto.



Figura 68 Sensor 1 y 2 en bajo

En la imagen 69 nos muestra la presencia de un objeto en el sensor 1 y en el sensor 2 no se detectan ningún objeto de manera que el pistón 1 se activa, haciendo que este se comprima como se observa en la figura número 70.



Figura 69 Sensor de presencia 1 activado

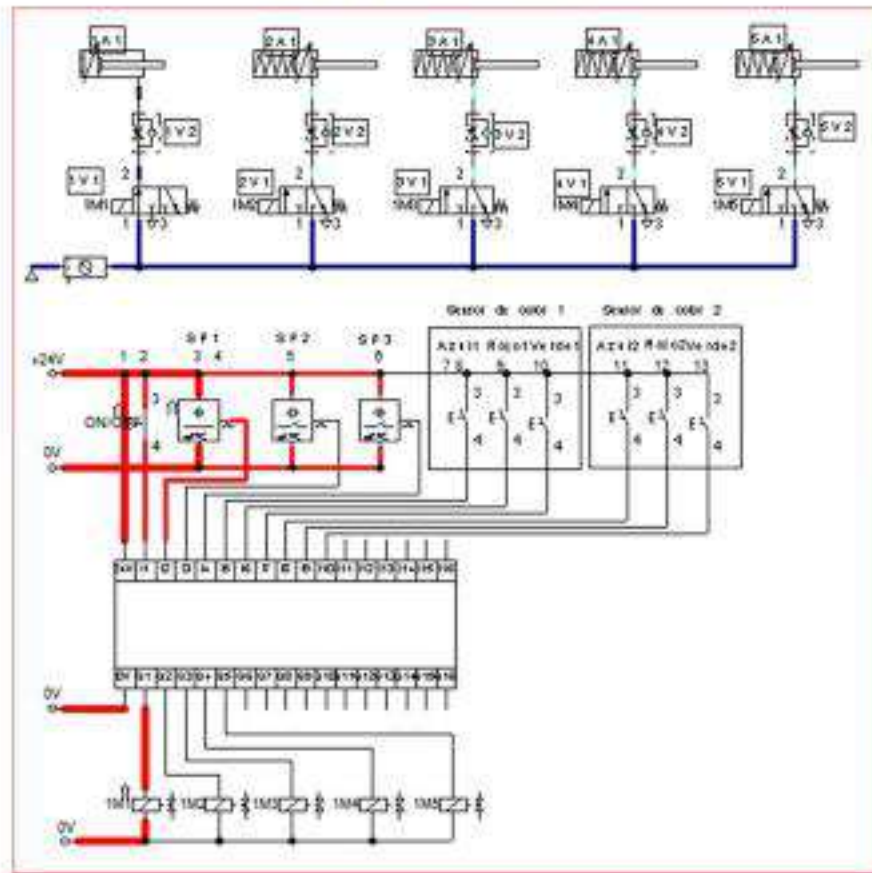


Figura 70 Gráfico del primer sensor activo

En el cuarto segmento que corresponde a las imágenes 71 y 72 nos muestra que si hay un objeto en el sensor dos, y después el sensor 1 detecta algo, no sucederá nada hasta que el sensor dos se desactive.



Figura 71 Detección de un objeto en el sensor 2

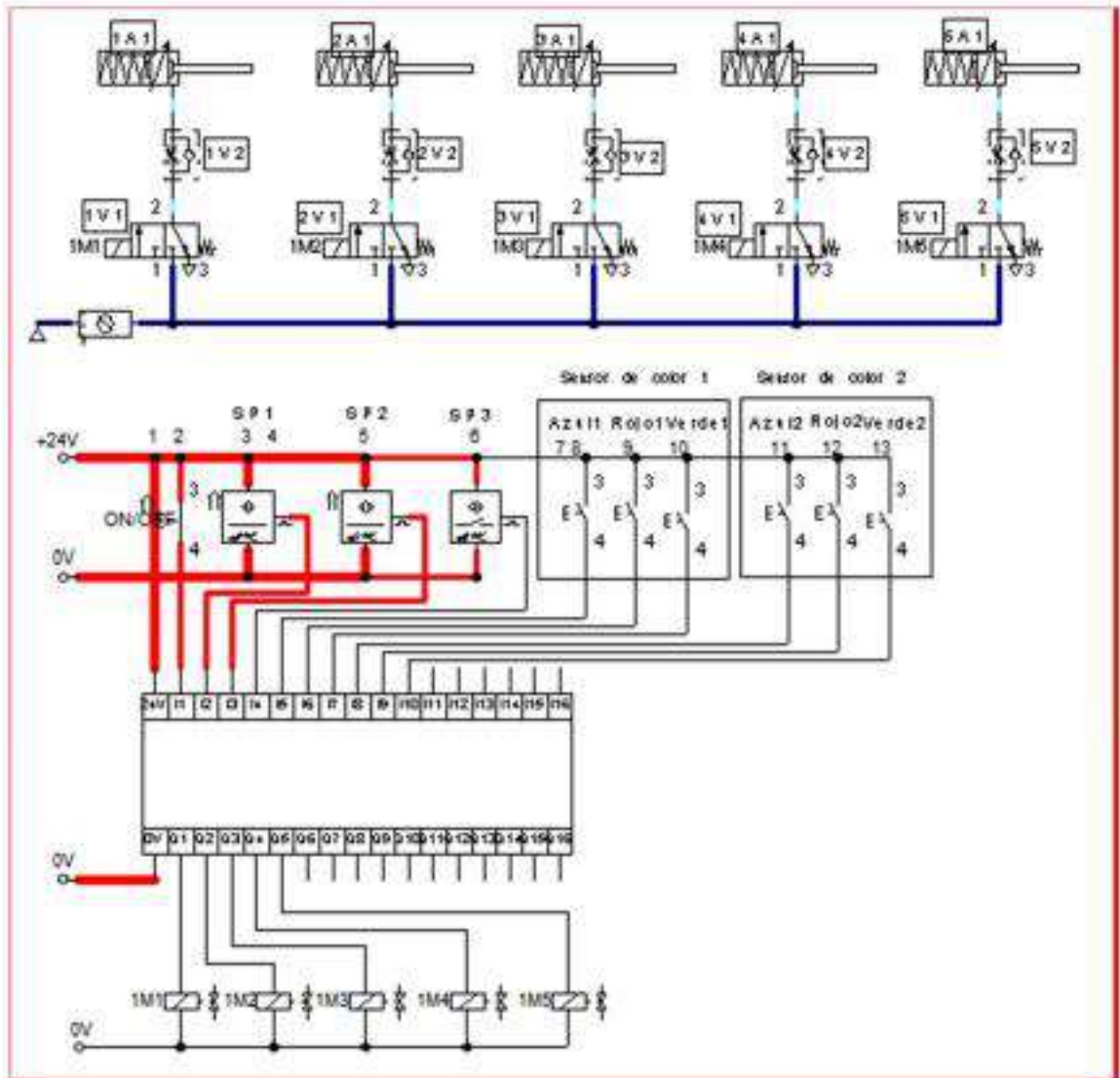


Figura 72 Gráfico al detectar un objeto en el sensor 2

En el quinto segmento tal como se puede apreciar en la imagen 73 es para activar el pistón 2.

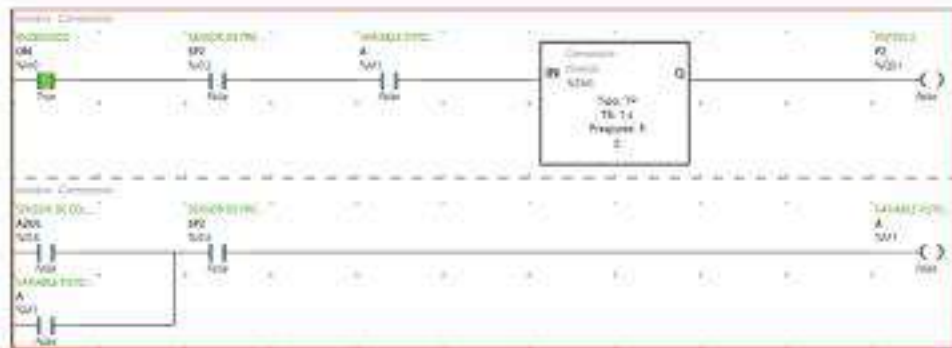


Figura 73 Activación del pistón 2

En seguida se muestra que el sensor dos ha detectado un objeto. Y está en espera de la señal del sensor de color.

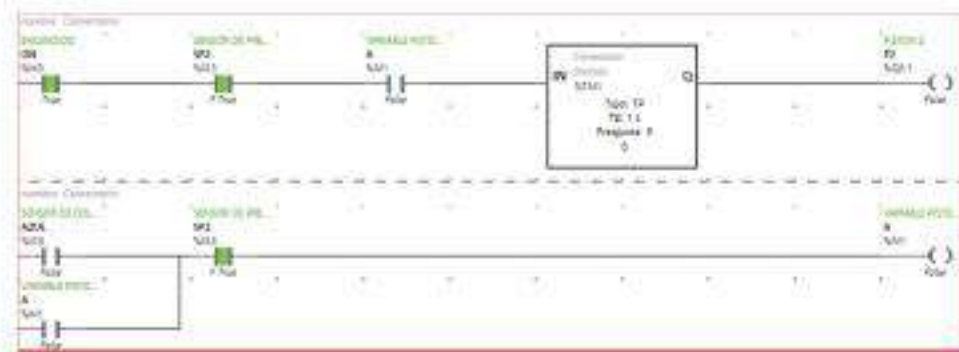


Figura 74 Activación del pistón 2, parte 1.

Para activar el pistón dos tiene que activarse el sensor de color azul como se muestra en la figura 75.



Figura 75 Activación del sensor azul



Al cumplirse estas condiciones se activa el pistón dos, al mismo tiempo que se activa un temporizador que lo desactivará a los 5 segundos como se muestra en la siguiente imagen.

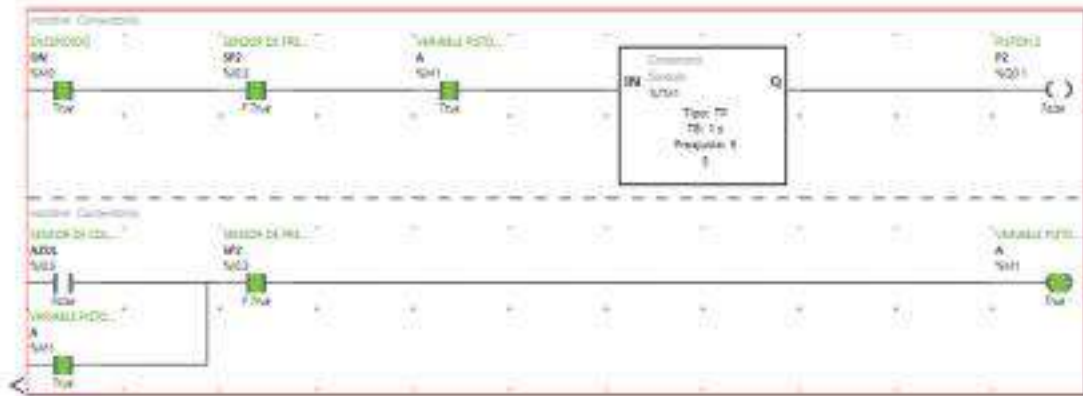


Figura 76 Activación del temporizador

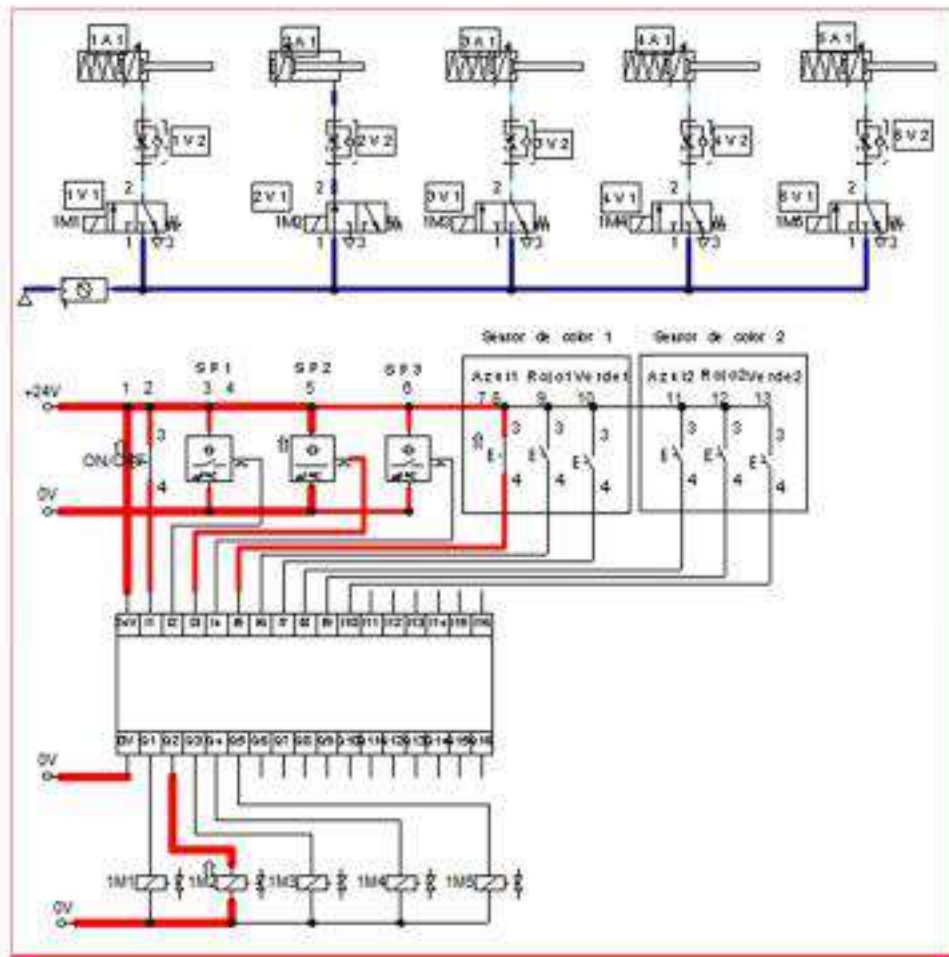


Figura 77 Gráfica activación del pistón 2

Para el sexto segmento como se aprecia en la figura 78 es para la activación del pistón 3.

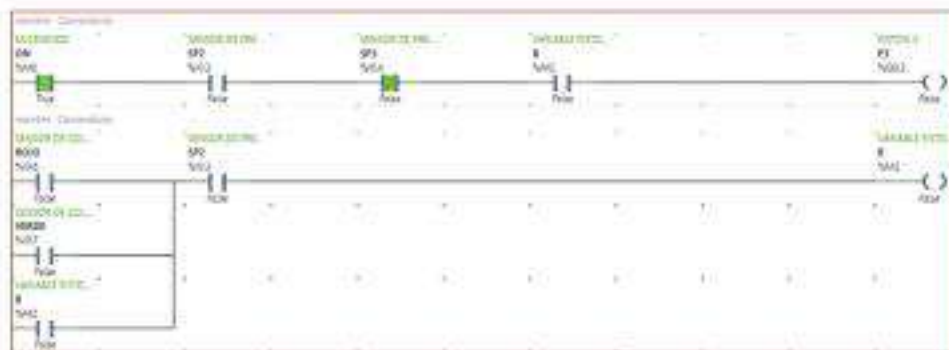


Figura 78 Activación del pistón 3

En la siguiente imagen muestra que el sensor de presencia 2 detecta algo y solo está en la espera de la señal del sensor de color.



Figura 79 Activación del pistón 3, parte.

En la imagen 80 nos muestra que el sensor de color se activó en rojo y activará el pistón 3 (el pistón se activara si el sensor detecta rojo o verde).



Figura 80 Activación del sensor de color rojo

Como se muestra en las figuras 81 y 82 el pistón 3 se ha activado y para desactivarlo es necesario que el sensor de presencia 2 deje de detectar un objeto.

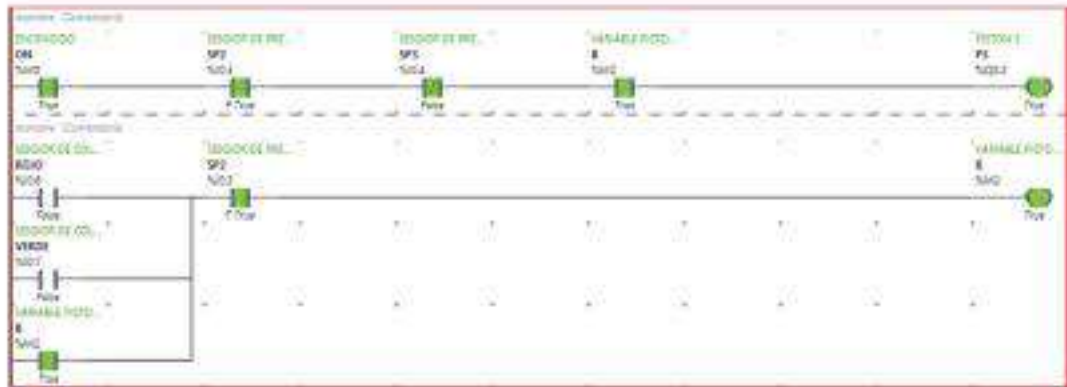


Figura 81 Pistón 3 Activado

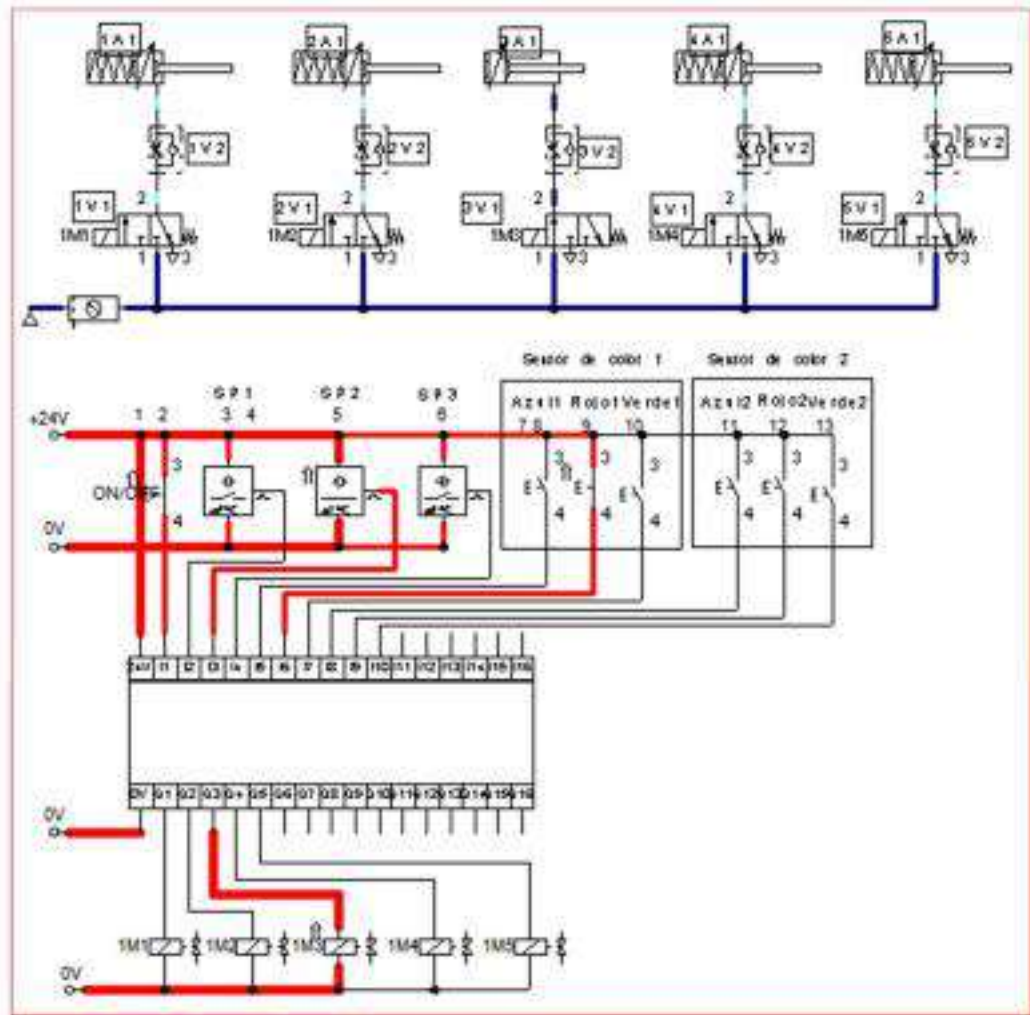


Figura 82 Gráfico activación del pistón 3

En el séptimo segmento que corresponde a las figura 83 muestra el código para activar el pistón 4.

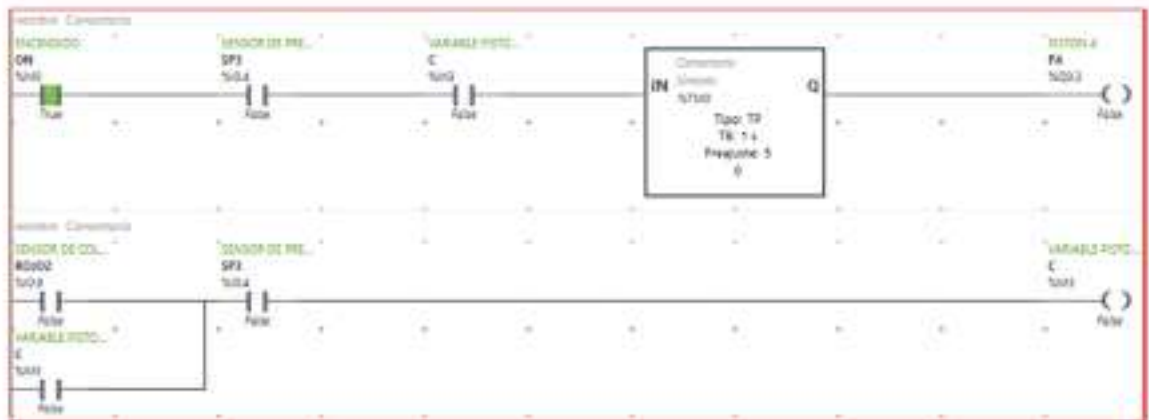


Figura 83 Activación del pistón 4

A continuación el código nos dice que el sensor 3 detecto un objeto y está en la espera de la señal del sensor de color.

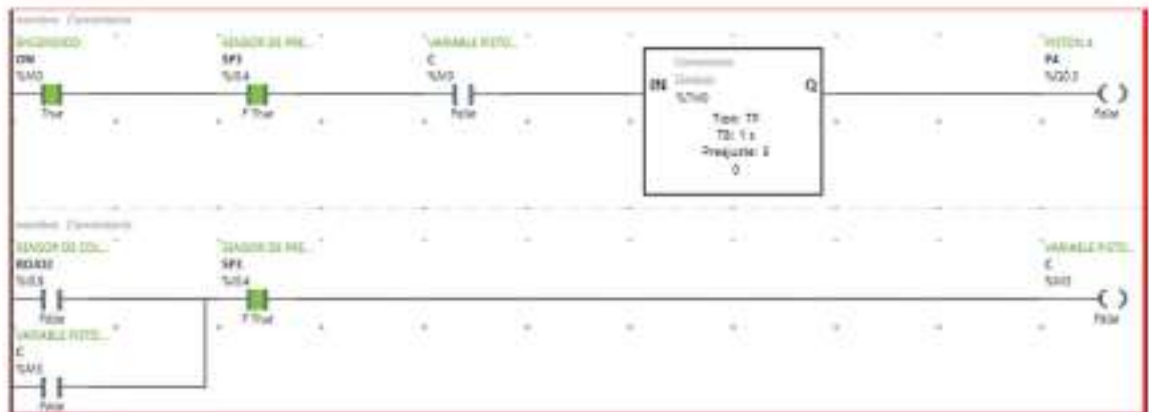


Figura 84 Activación del pistón 3, parte 2.



En la siguiente imagen nos dice que el sensor 3 detecta un objeto y el sensor de color marca que es rojo, al cumplirse esta condición el pistón 4 se activará al mismo tiempo que empezará a contar el temporizador para su desconexión.



Figura 85 Pistón 4 activado

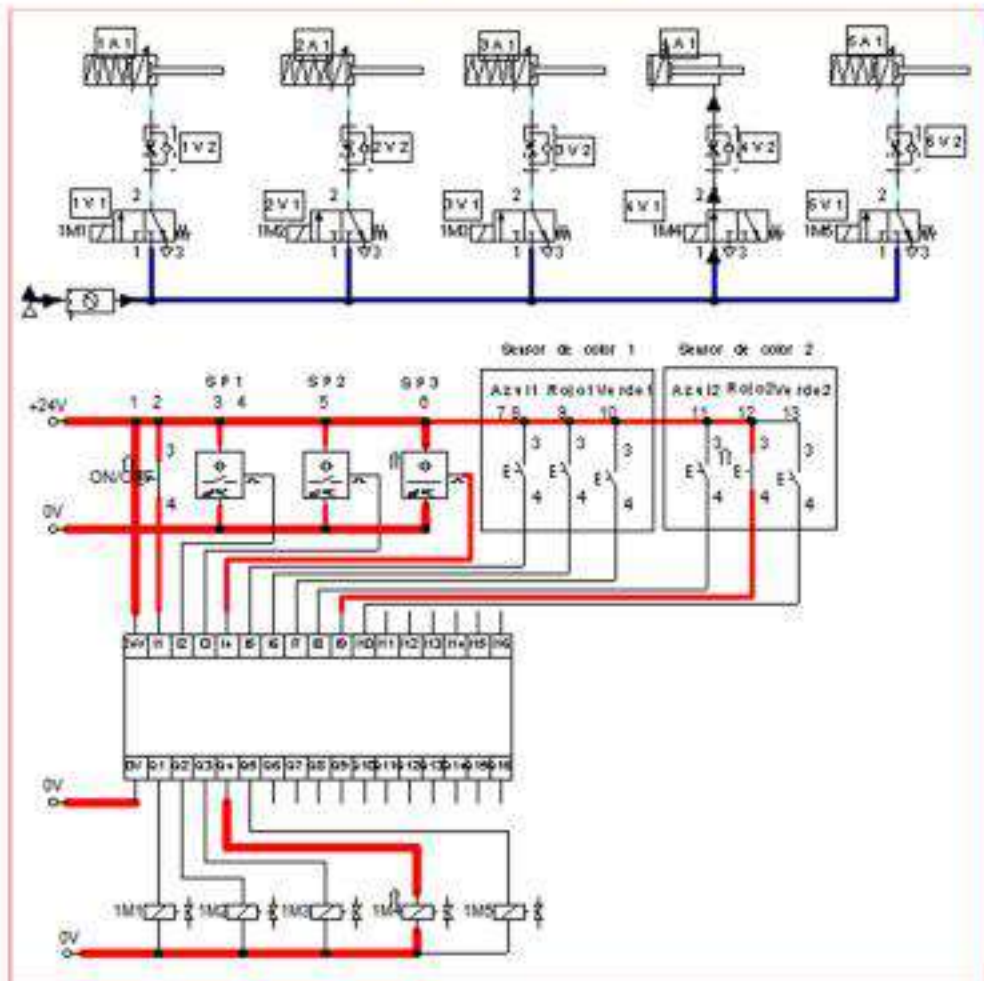


Figura 86 Grafica activación del sensor 4

En el último segmento nos mostrara la activación del pistón 5 como se aprecia en la figura 87, donde nos dice que para activar el sensor 5 necesita que el sensor de presencia 3 detecte un objeto y que este objeto sea de color verde.



Figura 87 Activación del pistón 5

Se puede observar en las figuras 88 que el sensor 3 ha detectado algo y solo está en espera de la señal que mandara el sensor de color.



Figura 88 Activación del pistón, parte 2.

Como se puede observar en las imágenes 89 y 90 el pistón 5 se activa cuando las condiciones se cumplen y para desactivarlo necesita que el sensor 3 deje de detectar un objeto.



Figura 89 Pistón 5 activado

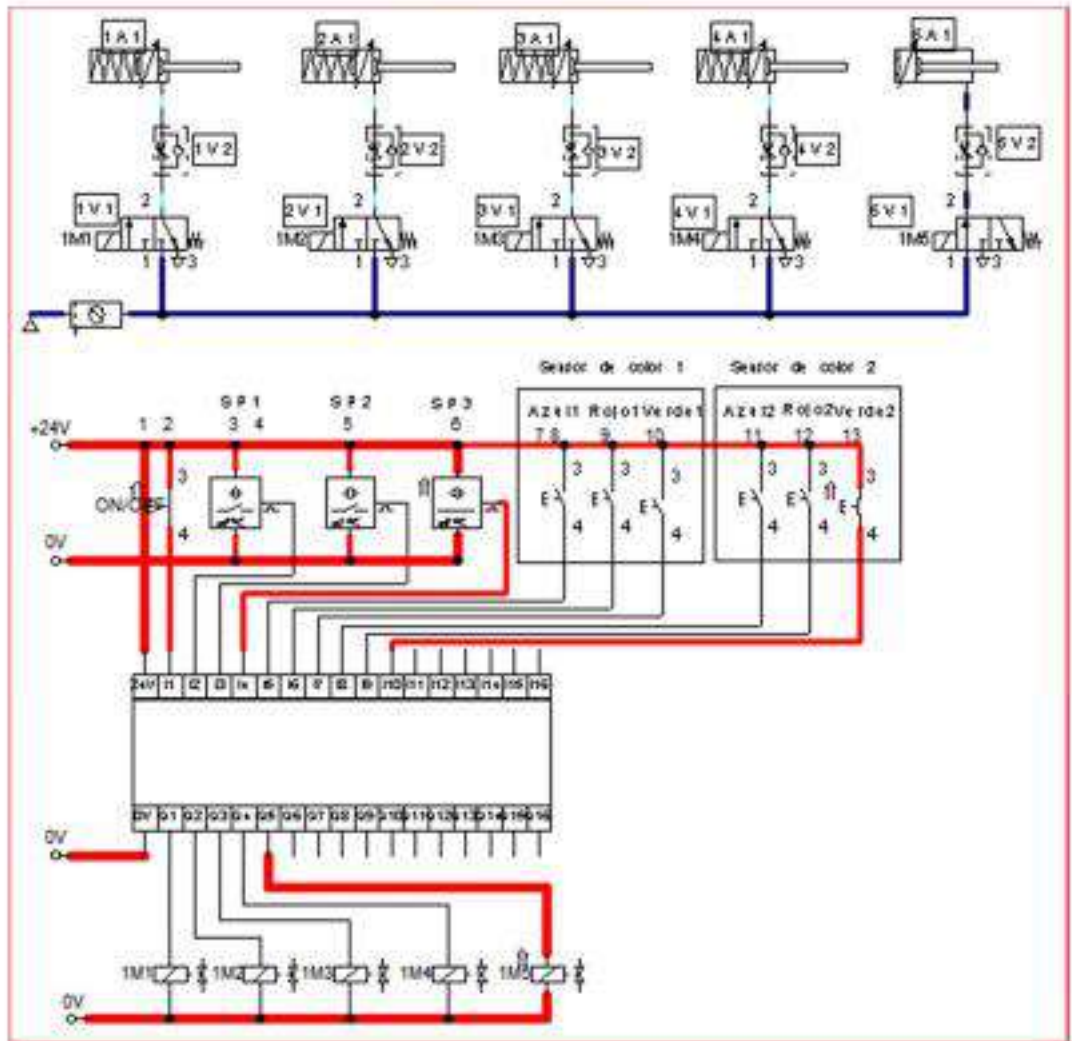


Figura 90 Grafico pistón 5 activado

### 4.3. Conclusiones.

Durante el proceso de diseño se encontraron varios puntos importantes los cuales el diseñador debe tener muy en cuenta antes de diseñar el sistema de transporte como son las características de los componentes de las cajas a transportar,

Esto con la intención de obtener parámetros que se ocuparon al calcular la longitud de la banda, ancho de la misma, tipo de transferencia, entre otras de acuerdo a las características tanto del área como del material a transportar.

Se investigaron los diferentes tipos sistema de transporte y se eligió el que cumplía con las condiciones de la empresa. De acuerdo a las necesidades se optó por diseñar una banda de rodillos giratorios por gravedad, lo cual fue una buena elección. Con los datos obtenidos se procedió a realizar el diseño, simulación y programación del sistema de transporte (todo mediante softwares de simulación).

Los resultados que se obtuvieron mediante los simuladores fueron muy satisfactorios, ya que, el transportara enviara de forma logística cada caja de forma repetitiva y si en un futuro se implementase dicho diseño, los resultados se verían reflejados en reducciones de tiempo muerto y eliminando posibles lesiones en el personal de producción.



## FUENTES DE REFERENCIA

[Ministerio, 1996] Ministerio de educación y cultura. (1996) Cintas transportadoras. La identificación de problemas técnicos. España: Secretaría General de Educación y Formación Profesional.

[Gómez, 1995] Gómez Jesús, López Jimeno Carlos, López Emilio, Manglano Santiago y Toledo José M., Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto. España: Instituto Tecnológico Geominero de España 1995.

[ITST, 2010] ITST (2010) Diseño y construcción de una banda transportadora. TecMagazine, 117-131.

[Salinero, 2013] Salinero M. y López E. (2013) Diseño de una banda transportadora mediante GUIDE de MATLAB. España: Universidad Carlos III de Madrid.

[Deutschman, 1987] Deutschman, Walter J. Michels, Charles E. Wilson, Diseño de máquinas, teoría y práctica. Segunda edición. Editorial Continental. México 1987. pp 687-702.

[Romero, 2018] Pablo E. Romero Carrillo. Montaje y mantenimiento de líneas automatizadas. Primera edición. Ed. Paraninfo. España 2018. pp 22-34.

[Contitech, 2001] Contitech. Manual de ingeniería, bandas transportadoras. Impreso por Hannover. México, 2001. pp. 2-40.

[Hytrol, 2008] Hytrol conveyer. Formas de implementar y reconocer soluciones para problemas potenciales en aplicaciones con trasportadores. Impreso por Grupo Master print. Estados unidos, 2008. pp. 3-35.

[Bolton, 2009] Willian Bolton. Programmable Logic Controllers. Quinta edición. Ed.

Newnes. USA, 2009. pp. 1-19. [Mateos, 2001] Felipe Mateos. Estandarización con autómatas programables, sistema automatizado PLC. Noviembre del 2001.

[Roberto, 2014] Roberto Ramírez Calderón (2014). Automatización en Neumática industrial. ICATEP.

[Venancio] Venancio Blanco. Circuitos hidráulicos y neumáticos. Departamento de tecnología.

[Art Systems, 2007] Art Systems (2007). FluidSIM Neumática. Manual de usuario.

[Barrientos, 2007] Antonio Barrientos Cruz. Fundamentos de robótica. Ed. McGrawHill. 2007.

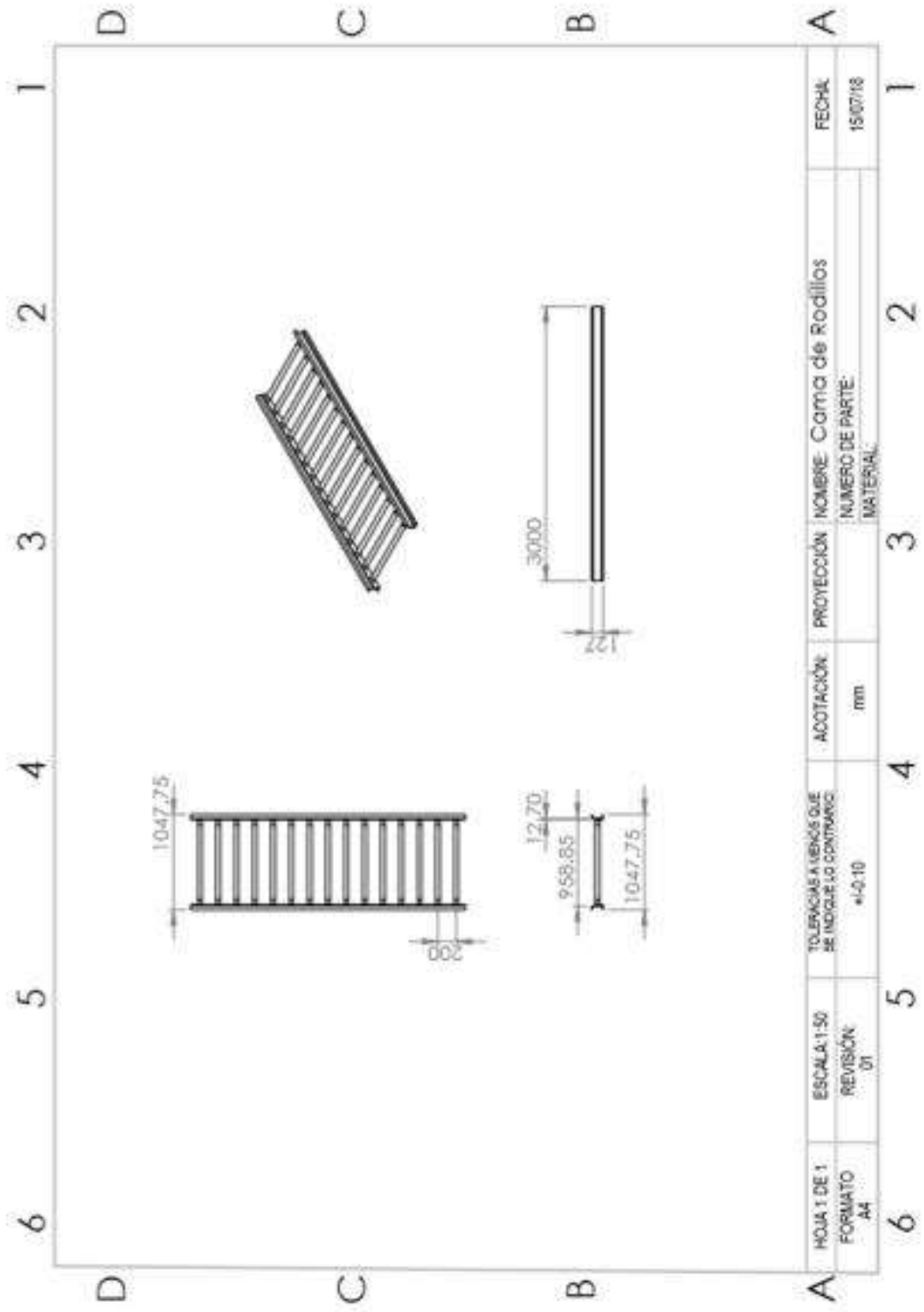
[Schneider, 2017] Schneider Electric. Guía de funcionamiento básico para el SoMachine. 2017.

[Lab-Volt, 2000] Lab-Volt Quebec Ltda. Fluidos y sensores, manual del estudiante, 2000.

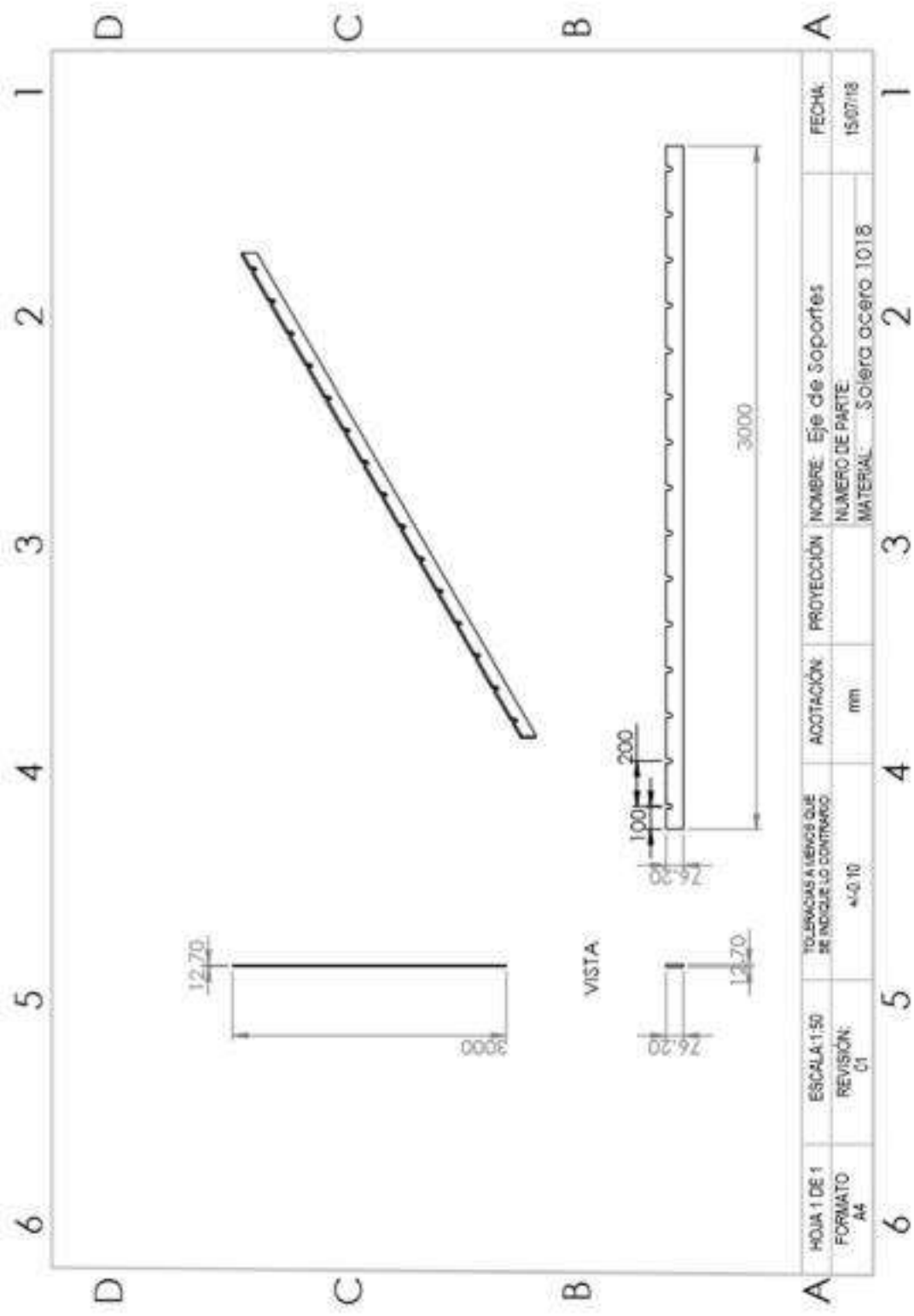
[Leuze, 2010] Leuze Electronic. Sensores de color, sensores de luminiscencia y sensores de contraste. Barcelona, España 2010.

# ANEXOS

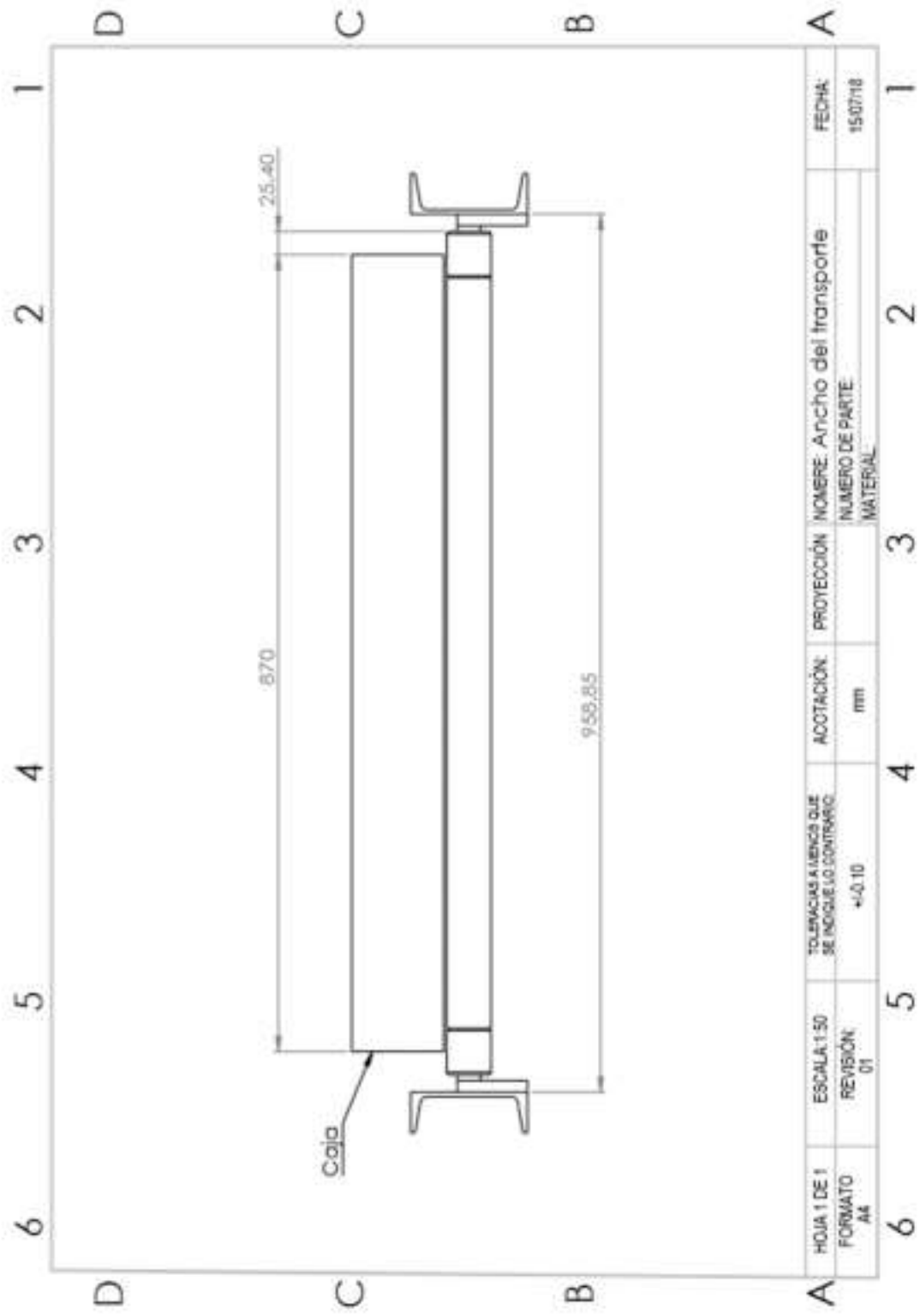
## PLANOS DE REFERENCIA

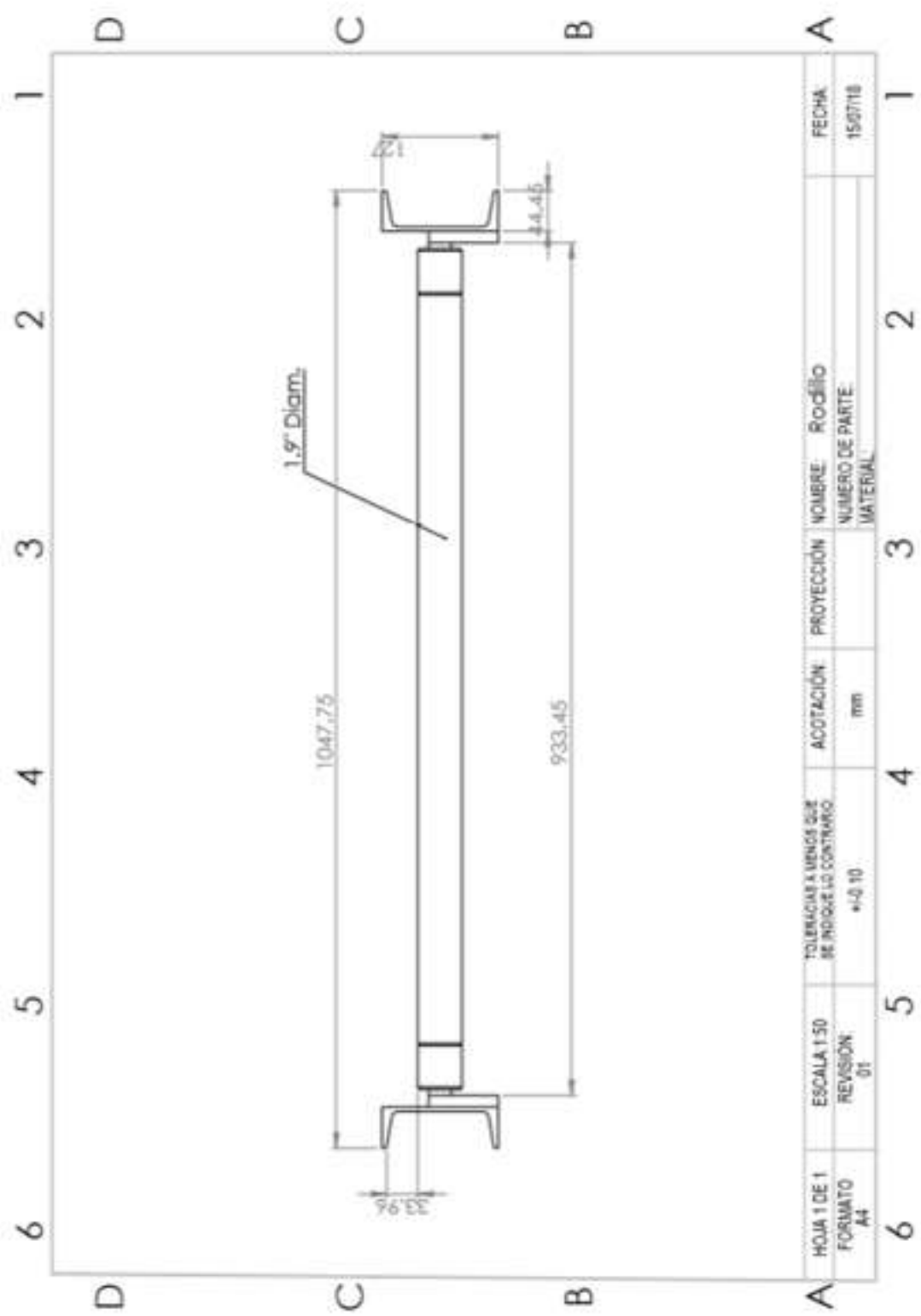


|             |              |   |            |             |                          |          |
|-------------|--------------|---|------------|-------------|--------------------------|----------|
| HOJA 1 DE 1 | ESCALA: 1:50 | TOLERANCIAS (EN CASO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO) | ADOTACIÓN: | PROYECCIÓN: | NOMBRE COMÚN DE RODILLOS | FECHA:   |
| FORMATO A4  | REVISIÓN: 01 | +/-0.10   | mm         |             | NÚMERO DE PARTE:         | 15/07/18 |
|             |              |   |            |             | MATERIAL:                |          |

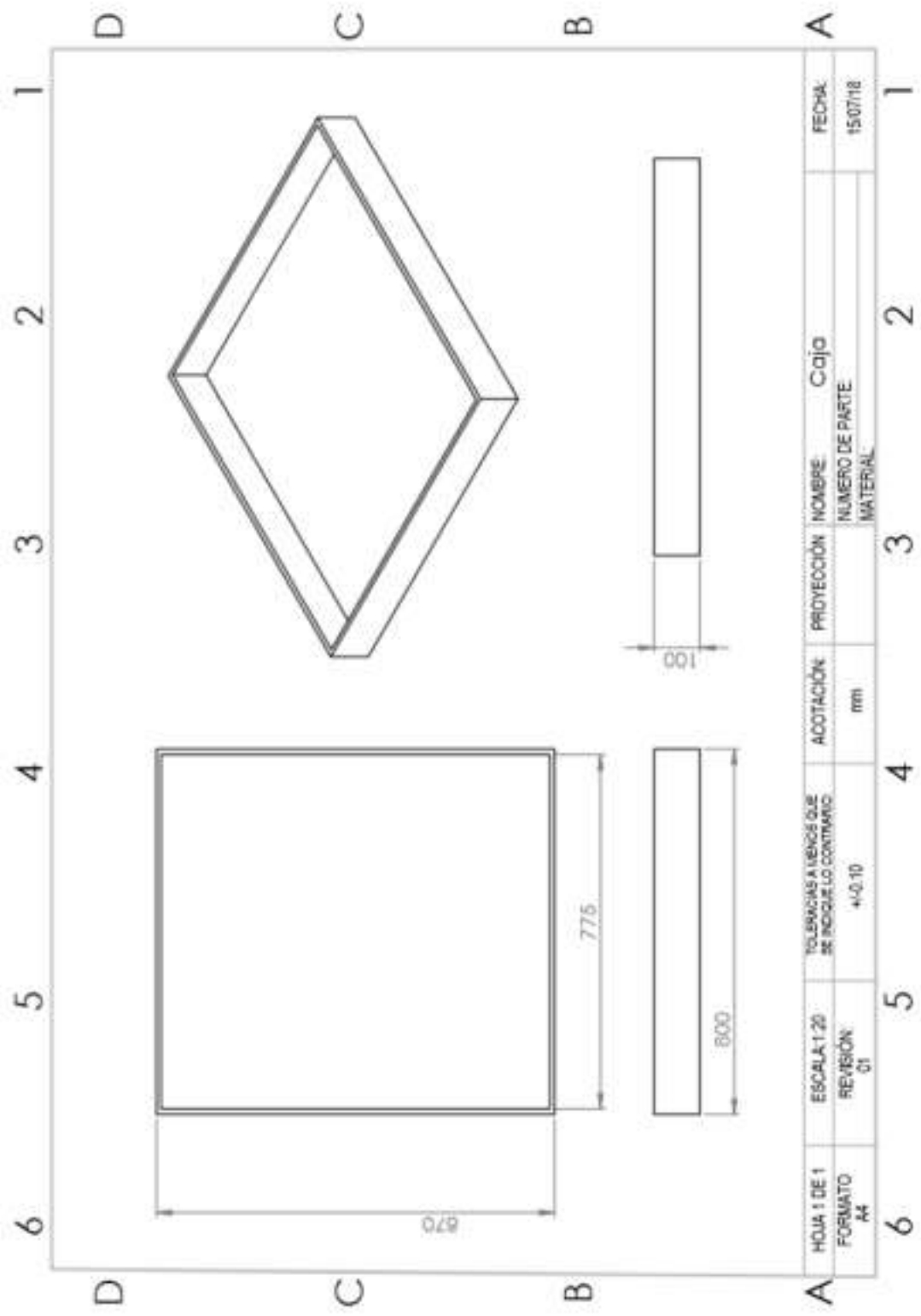


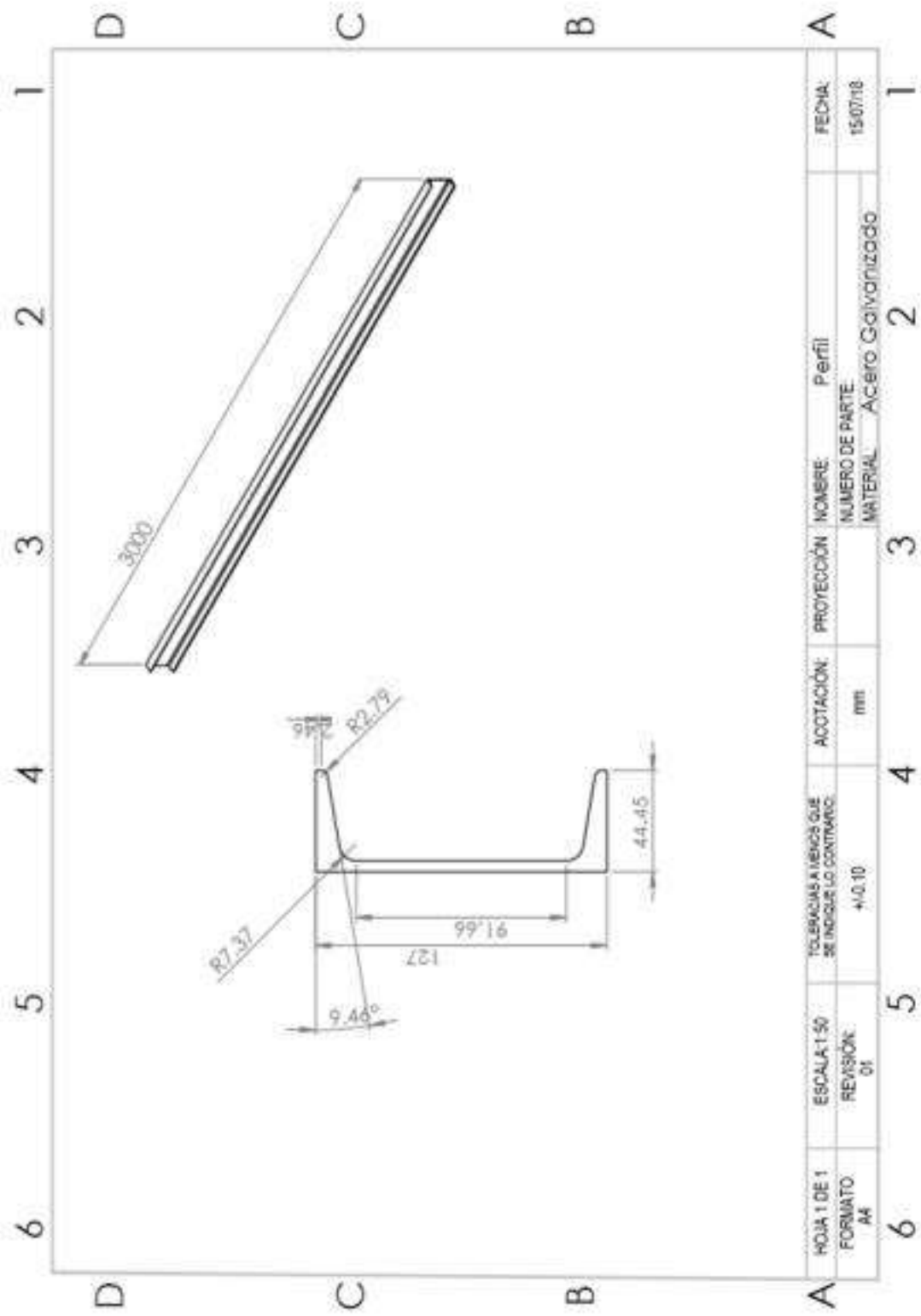






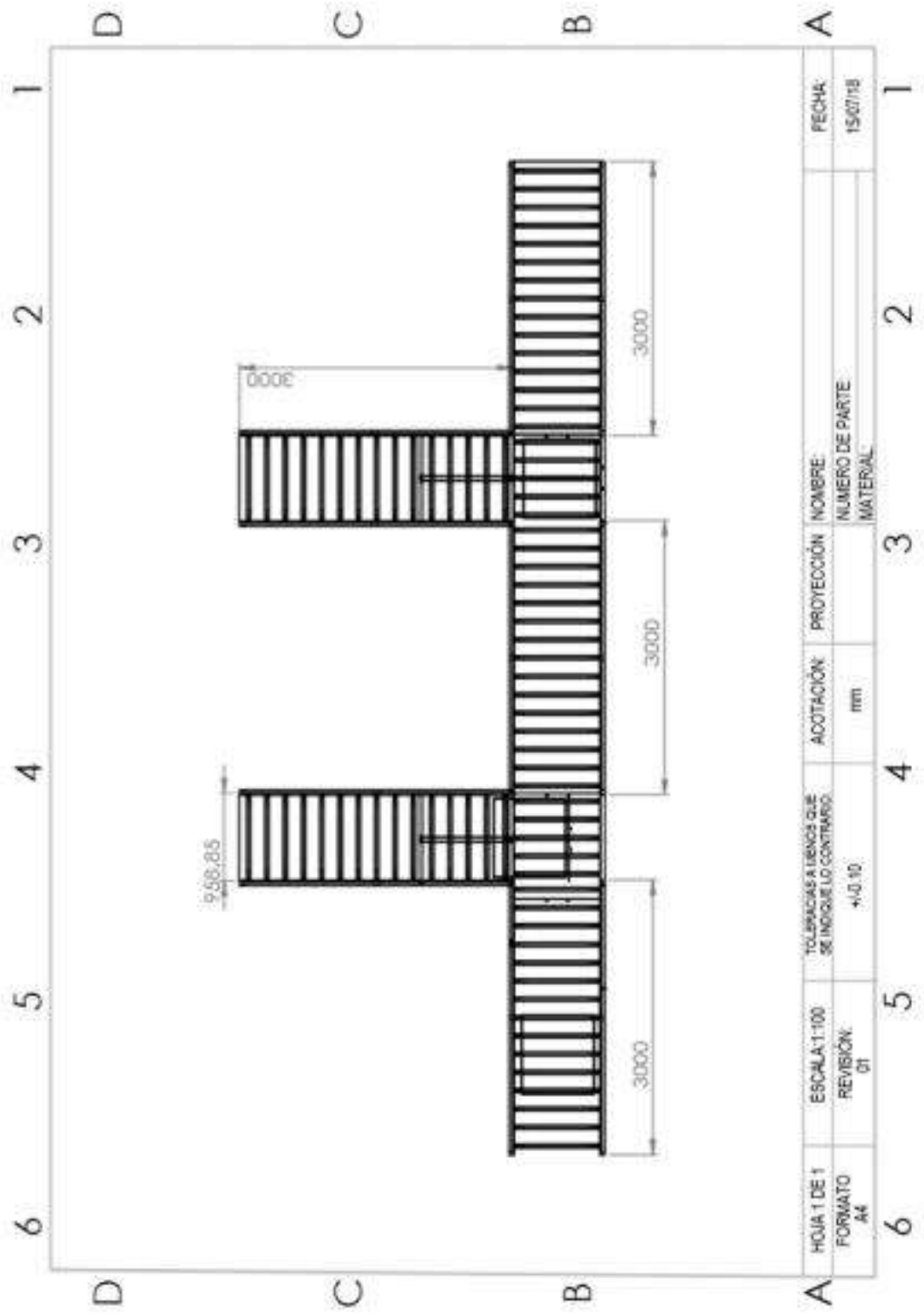
|             |              |  |           |            |                 |         |          |
|-------------|--------------|--|-----------|------------|-----------------|---------|----------|
| HOJA 1 DE 1 | ESCALA 1:50  | TOLERANCIA A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO | ACOTACIÓN | PROYECCIÓN | VOMBRE          | RODILLO | FECHA:   |
| FORMATO A4  | REVISIÓN: 01 | ±0.10  | mm        |            |                 |         | 15/07/18 |
|             |              |  |           |            | VUMERO DE PARTE |         |          |
|             |              |  |           |            | MATERIAL        |         |          |

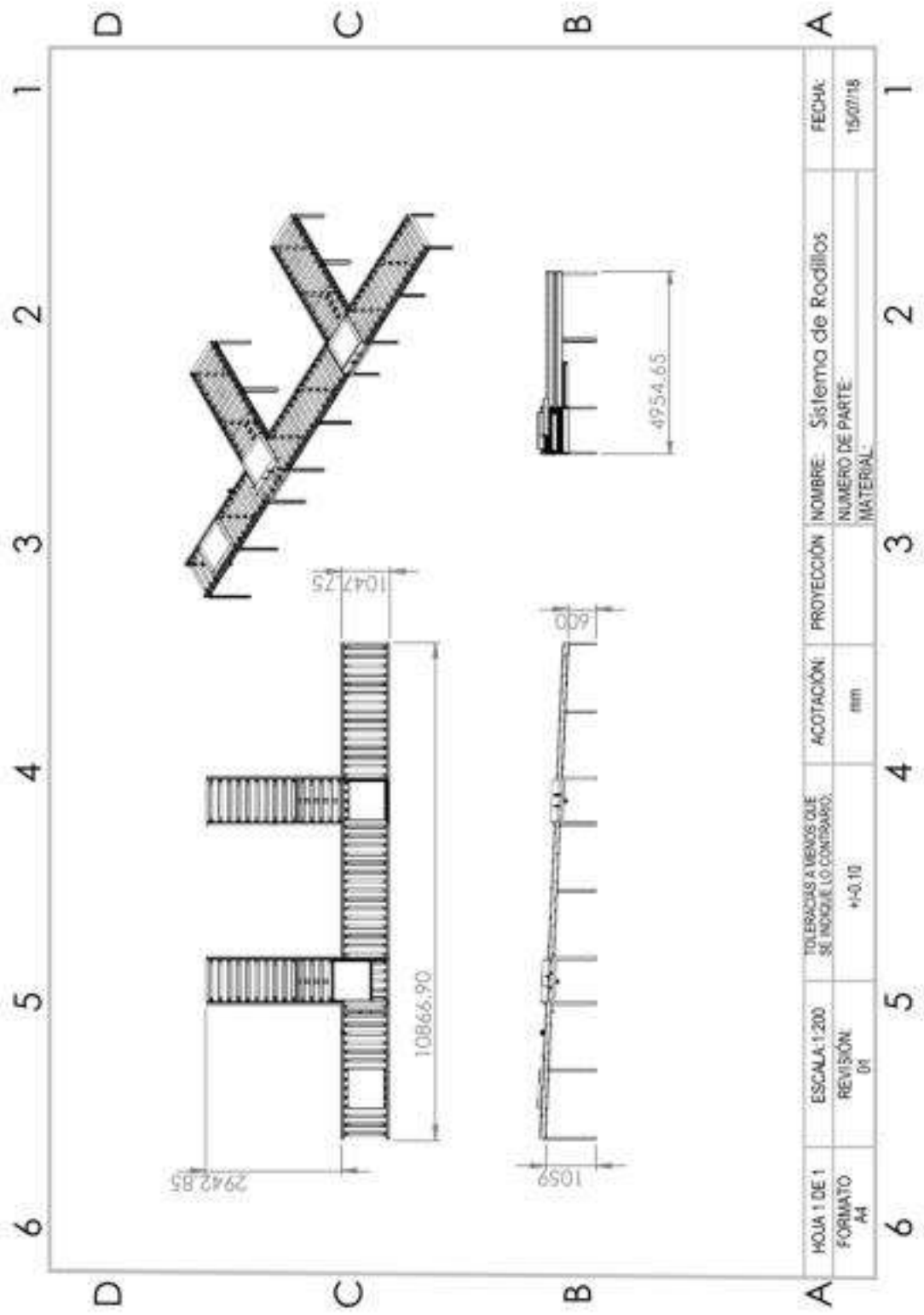


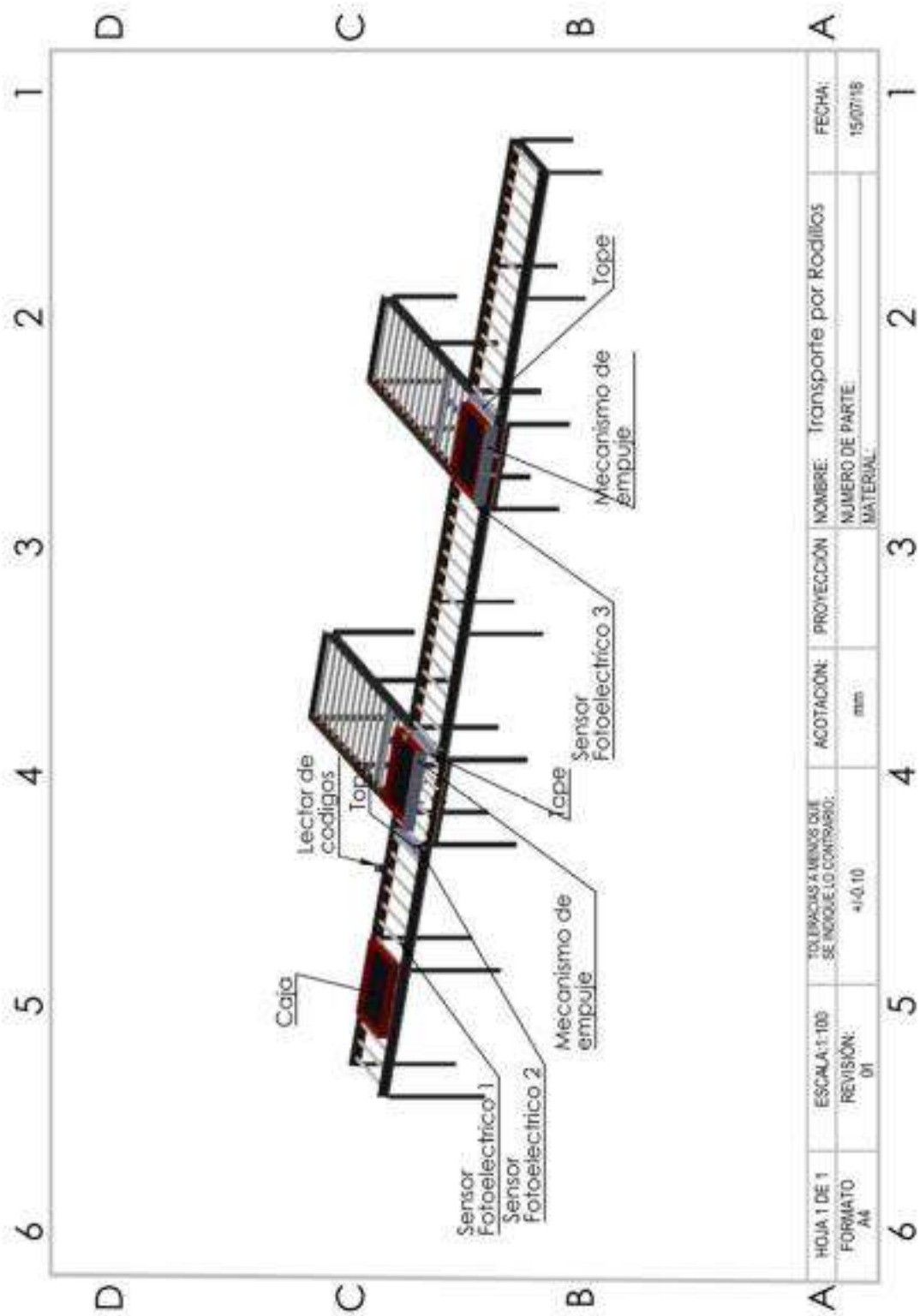


|             |              |  |            |             |                  |                   |          |
|-------------|--------------|--|------------|-------------|------------------|-------------------|----------|
| HOJA 1 DE 1 | ESCALA: 1:50 | TOLERANCIAS MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO: | ACOTACIÓN: | PROYECCIÓN: | NOMBRE:          | PERFIL:           | FECHA:   |
| FORMATO A4  | REVISIÓN: 01 | +0.10  | mm         |             | NUMERO DE PARTE: |                   | 15-07/18 |
|             |              |  |            |             | MATERIAL:        | Acero Galvanizado |          |









|               |                 |  |            |            |                         |          |
|---------------|-----------------|--|------------|------------|-------------------------|----------|
| HOJA 1 DE 1   | ESCALA: 1:100   | TOLERANCIAS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO: | ACOTACIÓN: | PROYECCIÓN | NOMBRE:                 | FECHA:   |
| FORMATO<br>A4 | REVISIÓN:<br>01 | ±0.10  | mm         |            | Transporte por Rodillos | 15/07/18 |
|               |                 |  |            |            | NUMERO DE PARTE         |          |
|               |                 |  |            |            | MATERIAL:               |          |

## HOJAS DE CARACTERÍSTICAS

### Hoja de características del producto Características

### TM221C16T

Controlador M221 16 E/S transistor PNP



#### Principal

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Gama de producto                      | Modicon M221   |
| Tipo de producto o componente         | Automata programable   |
| [Ua] tensión de alimentación asignada | 24 V DC  |
| De pie conductor                      | 8 entrada discreta de acuerdo con IEC 61131-2 tipo 1 incluyendo 4 entrada rápida |
| Número de entrada analógica           | 2 en el rango de entrada: 0...10 V   |
| Tipo de salida digital                | Transistor   |
| Número de salidas discretas           | 7 transistor incluyendo 2 salida rápida  |
| Tensión de salida                     | 24 V CC  |
| Montado en la pared del conductor     | 0,5 A  |

#### Complementario

|  |  |
|--|--|
| Número de E/S digitales                    | 16   |
| Número de E/S del módulo de expansión      | ≤ 4 para salida transistor<br>≤ 4 para salida del relé   |
| Límites tensión alimentación               | 20,4...28,8 V  |
| Corriente de entrada                       | ≤ 35 A   |
| Consumo de energía en W                    | ≤ 10 W en 24 V módulo de expansión con número máximo de E/S<br>≤ 3,9 W en 24 V sin módulo de expansión E/S |
| Corriente de salida fuente de alimentación | 0,325 A en 5 V para bus de expansión<br>0,15 A en 24 V para bus de expansión                               |
| Entrada lógica                             | Receptor o suministro (positivo/negativo)  |
| Tensión de entrada digital                 | 24 V   |
| Tipo de voltaje entrada discreta           | CC   |
| Resolución de entrada analógica            | 10 bits  |
| Valor LSB                                  | 10 mV  |
| Tiempo conversión                          | 1 ms por canal + 1 controlador del ciclo de tiempo para entrada analógica                                  |
| Sobrecarga permitida en entradas           | +/- 30 V CC para entrada analógica con 5 min máxima<br>+/- 13 V CC para entrada analógica permanente       |
| Estado de tensión 1 garantizado            | ≥ 15 V para entrada  |
| Estado de tensión 0 garantizado            | ≤ 5 V para entrada   |

TM221C16T

Nota: Legir esta documentación no pretende substituir la asociación y la relación de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.



Hoja de características del  
producto  
Características

## XUK8LAPPNM12

sensor fotoeléctrico láser -XUK -Sn 0,8m  
-10...30VCC-M12



### Principal

|   |  |
|---|--|
| Gama de producto                        | OsiSense XU  |
| Nombre de serie                         | Montaje de la aplicación<br>Manejo de materiales de la aplicación    |
| Tipo de sensores electrónico            | Sensores fotoeléctrico   |
| Nombre de detector                      | XUK  |
| Diseño del detector                     | Compacto 50 x 50   |
| Sistema de detección                    | Difuso con supresión de fondo  |
| Material                                | Plástico   |
| Tipo de señal de salida                 | Discreta   |
| Supply circuit type                     | DC   |
| Técnica de cableado de detector         | 4 hilos  |
| Tipo de salida digital                  | PNP  |
| Función de salida digital               | 1 a o 1 NF programable   |
| Consecutivo, seguido, continuo, adosado | 1 conector macho M12, 4 patillas                                     |
| Aplicación específica de producto       | -  |
| Emisión                                 | Láser rojo difuso con supresión de fondo (class 1 (I <sup>1</sup> )) |
| Distancia de detección nominal          | 0,8 m difuso con supresión de fondo                                  |

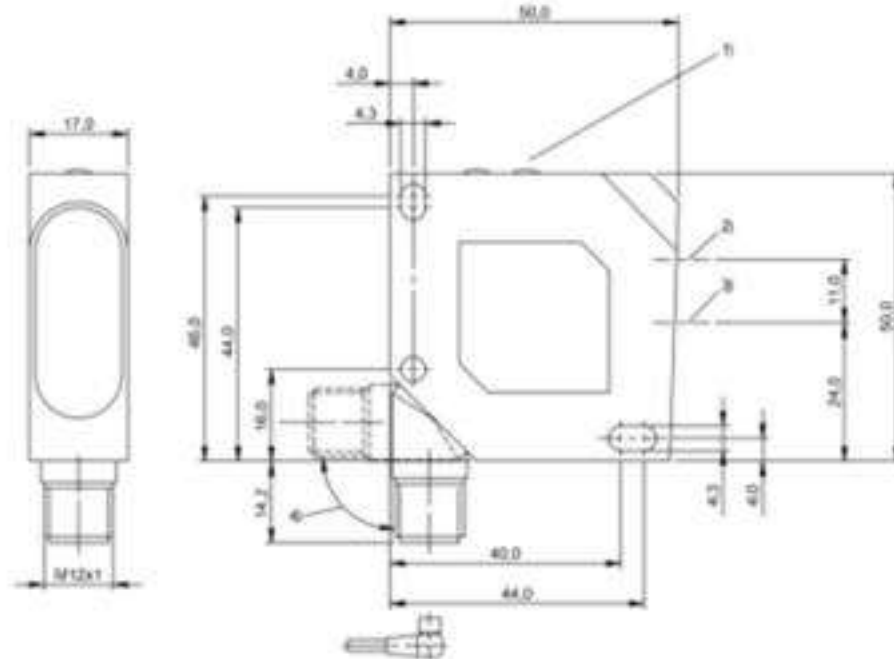
### Complementario

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Material del envoltorio              | ABS-PC   |
| Material de la lente                 | PMMA   |
| Distancia de detección máxima        | 0,8 m difuso con supresión de fondo  |
| Tipo de salida                       | Estado sólido  |
| Auxiliar de entrada                  | External teach (I <sup>1</sup> )   |
| LED de estado                        | 1 LED (amarillo) para código de fecha de fabricación estado de salida<br>1 LED (verde/amarillo) para código de fecha de fabricación supply on/output state (I <sup>1</sup> ) |
| [Us] Tensión nominal de alimentación | 24 V CC con protección de polaridad inversa  |
| Límites de tensión de alimentación   | 10...30 V CC   |
| Capacidad de conmutación en mA       | <= 100 mA (protección contra sobrecargas y cortos-circuitos)   |
| Frecuencia de conmutación            | <= 250 Hz  |
| Caída de tensión                     | <= 2 V   |

Aviso Legal: Este documento es propiedad de SICK AG y debe utilizarse para fines de información y no debe ser reproducido, distribuido o utilizado para fines comerciales sin el consentimiento escrito de SICK AG.

Sensores optoelectrónicos  
**BFS 26K-PS-L01-S115**  
 Código de pedido: BFS0001

**BALLUFF**



1) Frente de emisor y receptor; 2) Tipo lente de emisor; 3) Tipo lente de receptor; 4) Cable I/O



Display/Operation

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Ajustador             | Tecla (2x)   |
| Indicación            | Función de estado - LED amarillo (3x)<br>Diagnóstico - LED verde<br>Nivel de alarma - LED rojo (2x)  |
| Posibilidad de ajuste | Modo de funcionamiento normal/ET<br>Modo Programación de color/<br>encendido color<br>Color (punto de ajuste)<br>Canal de color (salida)<br>Nivel alarma color<br>Función de temporización con /<br>desc.<br>Ajuste de fábrica (reserva) |

Electrical connection

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Conexión                               | Conector M12x1-Conector, 8 pines |
| Protección contra corrosión            | SI                               |
| Protección contra polarización inversa | SI                               |

Electrical data

|   |      |
|---|------|
| Ciclo de servicio U <sub>01</sub> máx. con I <sub>e</sub> | 24 V |
|---|------|

Balluff  
 Balluff Germany  
 Balluff USA  
 Balluff China

www.balluff.com  
 +49 (0) 7158 175-0, (175-378)  
 1-800-543-8360  
 866 (0) 21-82-044131

|   |   |
|---|---|
| Categoría de empleo   | CC - I2   |
| Clase de protección   | E   |
| Corriente asignada de servicio I <sub>e</sub>               | 100 mA  |
| Corriente en vacío I <sub>0</sub> máx. para U <sub>01</sub> | 40 mA   |
| Frecuencia de conmutación                                   | 500 Hz  |
| Función de entrada  | Entrar con /desc.<br>Borreo de teclas con /desc.<br>Programación color (punto de<br>ajuste) |
| Distorsión residual máx. (% de U <sub>01</sub> )            | 10 %  |
| Retardo de conexión t <sub>on</sub> máx.                    | 1.0   |
| Retardo de desconexión t <sub>off</sub> máx.                | 1.0 ms  |
| Retardo de deposición t <sub>1</sub> máx.                   | 300 ms  |
| Tensión asignada de aislamiento U <sub>02</sub>             | 75 V DC   |
| Tensión asignada de servicio U <sub>01</sub> CC             | 24 V  |
| Tensión de servicio U <sub>01</sub>                         | 12...28 VDC   |

Environmental conditions

|                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| EN 60068-2-27, choque   | Sensibilizada, 50 gn, 11 ms,<br>3x3 |
| EN 60068-2-6, vibración | 55 Hz, amplitud 1 mm, 3x30 min      |
| Grado de protección     | IP67                                |
| Temperatura ambiente    | -10...55 °C                         |

For definitions of terms, see main catalog  
 Subject to change without notice (12/2008)

vCódigo 9.1: 27.09.07  
 ETM 6.0: DCO 1817  
 BFS0001\_0.14\_2016-09-09