

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería Mecatrónica



Diseño de sistema para automatización de reacomodo de producto en línea de llenado de Fábrica *Nestlé* Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Trabajo de graduación presentado por Juan de Dios Chivalán Rojas
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Mecatrónica.

Guatemala,
2016

Diseño de sistema para automatización de reacomodo de producto en línea de llenado de Fábrica *Nestlé* Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería Mecatrónica

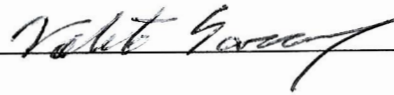


Diseño de sistema para automatización de reacomodo de producto en línea de llenado de Fábrica *Nestlé* Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Trabajo de graduación presentado por Juan de Dios Chivalán Rojas
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Mecatrónica.

Guatemala,
2016

Vo.Bo.:

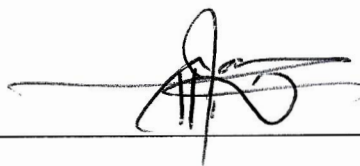
(f) _____ 

(Ing. Roberto Enrique Saravia Fernández)

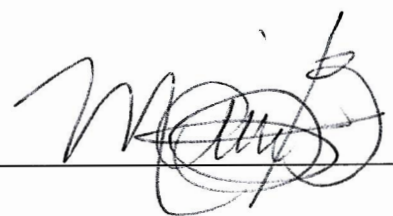
Tribunal Examinador:

(f) _____ 

(Ing. Roberto Enrique Saravia Fernández)

(f) _____ 

(Ing. Carlos Esquit)

(f) _____ 

(Ing. Mario Burbano)

Fecha de aprobación: Guatemala, 6 de diciembre del 2016

PREFACIO

El presente trabajo de graduación se encuentra limitado bajo condiciones de confidencialidad razón por la cual no se dan tiempos y datos específicos. Dentro de las limitaciones se tiene la capacidad de poder tener alcance de implementación del sistema ya que esto tiene una demanda económica sumamente alta y *Nestlé* no tiene completa disponibilidad de construcción del sistema. Se agradece a Fábrica *Nestlé* Antigua Guatemala, sector de Producción y sector Técnico ya que sin su colaboración no hubiera sido posible el presente trabajo de graduación. Adicionalmente se agradece a el sector de Ayuda financiera de la Universidad del Valle por su apoyo incondicional, se agradece el departamento de Matemáticas por su apoyo incondicional, se agradece a la Fundación Juan Bautista Gutiérrez por el apoyo incondicional, se agradece a departamento DTI de la Universidad del Valle de Guatemala, se agradece a mi familia y a mi novia por el apoyo cotidiano, se agradece a los encargados del departamento de ingeniería Electrónica/Mecatrónica y a al asesor del presente trabajo de graduación. De suma importancia se le agradece a Dios por no quitar su mano sobre mi cabeza.

ÍNDICE

PREFACIO.....	v
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
A. GENERAL.....	2
B. ESPECÍFICO.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
A. AUTOMATIZACIÓN.....	4
1. Funciones y objetivos de una automatización.	4
2. Estrategia para la automatización.	5
B. BANDAS TRANSPORTADORAS.....	6
C. ACTUADOR ELÉCTRICO	9
1. Tipos de actuadores eléctricos.....	9
a. Motores de corriente alterna.	9
1) Monofásico.....	9
2) Trifásico.	10
b. Motores de corriente continua.	11
1) Bobina de derivación.....	11
c. Motores de paso a paso.	12
d. Servo motor.....	12
e. Motores lineales.	13
2. Variador de frecuencia	13
3. Guarda motor.....	14
D. SENSOR CAPACITIVO.....	14
1. Funcionalidad de sensor capacitivo.....	15
E. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	17

1.	CPU.....	17
2.	Fuentes de alimentación.....	17
3.	Puerto de entradas y salidas	17
	a. Dispositivos de entrada.....	18
	b. Dispositivos de salida.....	18
4.	Comunicación PROFIBUS.....	18
5.	Lenguajes de programación	19
	a. Diagrama de contactos o lógica de escalera.....	19
	b. Lista de instrucciones.....	19
	c. Diagrama de funciones.....	19
	d. Texto estructurado.....	19
	e. Grafcet.....	20
F.	MOVIMIENTO CON ACELERACIÓN CONSTANTE.....	20
G.	IMPULSO.....	20
	1. Conservación de la energía y de la cantidad de movimiento en soluciones.....	20
V.	METODOLOGÍA.....	21
A.	PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	21
	1. UBICACIÓN DE MAQUINARIA.....	23
	2. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	23
B.	DISEÑO MECÁNICO-ELÉCTRICO.....	23
	1. PROPUESTAS Y BOCETOS.....	24
	a. Propuesta # 1.....	24
	1) Complicaciones.....	24
	2) Boceto en Inventor.....	25
	3) Link de YouTube	25
	b. Propuestas # 2.....	26
	1) Complicaciones.....	26
	2) Boceto en Inventor.....	27
	3) Link de YouTube	27
	2. RESULTADOS.....	28
	a. ITERACIONES.....	28
	1) Iteración #1.....	28
	a) Propuesta #1.1	29

b)	Propuesta # 2.1.	31
2)	Iteración # 2.....	33
a)	Propuesta #2.2	33
b)	Propuesta # 3.	36
b.	SELECCIÓN DE DISEÑO.....	39
c.	ANÁLISIS DINÁMICO.....	40
1)	Sección 1).....	40
a)	RPM promedio actual.....	40
b)	El tiempo promedio de tardanza en máquina “M1” para entregar secuencia de ocho productos. Para la obtención del tiempo nuevamente se realizó un.....	40
c)	Separación entre producto-producto en secuencia de ocho.....	40
d)	Velocidad lineal/tangencial necesaria para entrega constante.....	40
e)	RPM nuevo.....	42
2)	Sección 2).....	42
a)	Frecuencia de producto.....	42
b)	Caso 1.	43
c)	Caso 2.	44
3)	Sección 3).....	45
4)	Sección 4).....	45
d.	SELECCIÓN DE IMPLEMENTOS.....	45
1)	Sección 1).....	45
2)	Sección 2).....	45
3)	Sección 3).....	46
4)	Sección 4).....	46
3)	DISCUSIÓN.....	47
C.	DISEÑO DE CONTROL	488
1.	RESULTADOS.....	49
a.	SELECCIÓN DE CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC).....	49
1)	Controlador Lógico Programable (PLC) seleccionado.	49
b.	LISTA DE IMPLEMENTOS ELECTRICOS.....	49
1)	Bandas transportadoras.	49
2)	Actuador lineal.	50
3)	Sensores capacitivos de proximidad.	50
4)	Alimentación 24 V.	50

5) Interacción humano computadora.....	51
c. PLANOS ELÉCTRICOS Y PANEL DE CONTROL.....	51
d. DIAGRAMA DE FLUJO (LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO SISTEMA).....	51
2. DISCUSIÓN.....	54
D. PROPUESTA ECONÓMICA.....	54
1. RESULTADOS.....	55
a. COTIZACIONES DE IMPLEMENTOS.....	55
2. DISCUSIÓN.....	56
E. PROTOTIPO DE FUNCIONALIDAD.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES.....	59
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	60
IX. ANEXOS.....	62
A. CONTRATO DE CONFIDENCIALIDAD.....	62
B. PLANOS PRODUCTO Y SUS DIMENSIONES.....	63
C. PLANOS DE UBICACIÓN DE MAQUINARIA.....	64
D. PLANOS DE BANDAS TRANSPORTADORAS.....	65
E. PLANOS ELÉCTRICOS Y PANEL DE CONTROL.....	66
F. COTIZACIÓN DE IMPLEMENTOS DE AUTOMATIZACIÓN.....	67

LISTA DE CUADROS

1. Tabla 1. Tipos de rodamientos generalizados, tabla obtenida de libro " <i>Montaje instalación de sistemas de transporte por cinta continua</i> "	7
2. Tabla 2. Interpretación de simbología de escalera en PLC.....	19
3. Tabla 3. Tabla para selección de propuestas de diseño.	40
4. Tabla 4. Velocidad angular actual y velocidad angular nueva para banda transportadora azul.	43
5. Tabla 5. Actuador eléctrico que cumple especificaciones para sección 2	47
6. Tabla 6. Masa posible que cumple especificaciones para sección 2.....	47
7. Tabla 7. Sensor que cumple especificaciones para sección 2.....	47
8. Tabla 8. Especificaciones más Relevantes a la hora de seleccionar un PLC; tomado del curso Electrónica Industrial de la Universidad del Valle de Guatemala	49
9. Tabla 9. Delimitación de las necesidades que se considera pertinentes para seleccionar el PLC.	50
10. Tabla 10. Controlador lógico programable que se utilizara en automatización.....	50
11. Tabla 11. Implementos seleccionados para el manejo de las bandas transportadoras.	51
12. Tabla 12. Implementos seleccionados para el manejo de motores lineales.	51
13. Tabla 13. Implementos seleccionados para comunicar sensores con PLC.	51
14. Tabla 14. Fuente seleccionada para alimentar 24V DC a sistemas de control.	52
15. Tabla 15. Implementos seleccionados para interacción humano computadora.	52
16. Tabla 16. Se encuentra las variables que se utilizarán en el diagrama de flujo Figura 49.....	53
17. Tabla 17. Precios aproximados de implementos necesarios para sistemas de automatización, para ver cotizaciones e investigaciones de precios en la web ver anexo F.....	56

LISTA DE FIGURAS

1. Figura 0. Relaciones existentes en sistema de automatización.....	4
2. Figura 1. Principio USA para poder afrontar una automatización.....	5
3. Figura 2. Tipos de motores utilizados en aplicaciones de bandas transportadoras.....	8
4. Figura 3. Principales partes que construyen a una cinta transportadora, tomado de la página web de empresa innova, ver bibliografía.	8
5. Figura 4. Curva de par-velocidad de motores síncronos.	10
6. Figura 5. Curva de par-velocidad de motores Asíncronos.....	10
7. Figura 6. Representación de motor con escobillas. Eje del motor (1), Conmutador (2) y Escobillas (3).....	11
8. Figura 7. Curva de par-velocidad de motores Corriente continua.	11
9. Figura 8. Representación de motores paso a paso.	12
10. Figura 9. Representación de servomotor industrial.	12
11. Figura 10. Representación de motor lineal.	13
12. Figura 11. Representación del sistema de control para la regulación de velocidad.....	14
13. Figura 12. Guarda motores marca WEG.	14
14. Figura 13. Parte de un sensor capacitivo.	15
15. Figura 14. Condensador abierto con electrodos A y B conectados en línea. Finalmente, con un electrodo C al centro, de capacidad cero.....	15
16. Figura 15. Reacción de campo eléctrico para materiales conductores y no conductores en condensador de sensor capacitivo.	16
17. Figura 16. Campo eléctrico de los sensores capacitivos convencionales.	16
18. Figura 17. Módulo de entradas digitales <i>Siemens</i>	17
19. Figura 18. Representación gráfica de la maquinaria y área de trabajo. “M1” máquina	21
20. Figura 19. Dimensiones del producto a entregado por máquina “M1”, en la sección de	21
21. Figura 20. Representación gráfica de colocación de producto.	22
22. Figura 21. Secuencia de entrega de producto de banda transportadora azul de la máquina “M1”.	22
23. Figura 22. Traslado de producto de la máquina “M1” a “M2”.....	23
24. Figura 23. Entrega de producto de forma constante. Producto de color amarillo y color azul banda transportadora donde se desplazan y el desplazamiento es de derecha a izquierda (vista de planta).....	24
25. Figura 24. Boceto representativo de la propuesta # 1. Producto que se moviliza (1), línea color azul es la trayectoria de producto (2), actuador eléctrico (3) y lugar donde estarán los carriles (4)	25
26. Figura 25. Se indica la sección donde se busca interrumpir la banda transportadora azul; producto color amarillo y máquina “M2” color gris con blanco.	26
27. Figura 26. Boceto representativo de la propuesta # 2. Producto que se moviliza (1), línea color azul es la trayectoria de producto (2), actuador eléctrico (3) y plancha para direccionar el producto (4).....	27
28. Figura 27. Mapa gráfico del seccionamiento de las propuestas. Sección 1: entrega de producto máquina”M1”, sección 2: desvió de producto, sección 3: traslado de producto y sección 4: entrega de producto a máquina “M2”	28

29. Figura 28. Posibles implementos que se consideran necesarios en las iteraciones, pero siempre están sujetos a modificaciones.....	29
30. Figura 29. Representación gráfica propuesta #1.1. donde el círculo rojo denota la entrega directa explicada en la sección 4).....	31
31. Figura 30. Representación gráfica propuesta #2.1. donde el círculo rojo denota la entrega lateral explicada en la sección 4).....	32
32. Figura 31. Secuencia gráfica del empuje del formato que se busca, lectura de gráfico de izquierda a derecha. Flechas verdes marcan la secuencia y las flechas rojas el movimiento del producto.	33
33. Figura 32. Representación gráfica de la sección 2), señalando posibles implementos a utilizar.....	34
34. Figura 33. Representación gráfica de la sección 3); flechas rojas muestran movimiento del producto en vista de planta.	34
35. Figura 34. Secuencia gráfica de colocación del producto, lectura de gráfico de izquierda a derecha. Flechas verdes marcan la secuencia y las flechas rojas el movimiento del producto.	35
36. Figura 35. Sistemas de emergencia en el caso que la máquina “M2” se detenga, flechas indican desfogado de producto y contenedor o canasta de color verde donde se acumula el producto desfogado.	35
37. Figura 36. Sección 2) de propuesta #3. Bocetaje diseñado en inventor para representación gráfica, adicionalmente se señalan posibles implementos a utilizar.....	36
38. Figura 37. Sección 3) de propuesta #3. Boceto diseñado en inventor para representación gráfica, adicionalmente se señalan posibles implementos a utilizar.....	37
39. Figura 38. Representación de secuencia del traslado de producto en la sección 3), parte 1; flechas rojas denotan movimiento del producto y flechas verdes secuencia del sistema.....	37
40. Figura 39. Representación de secuencia del traslado de producto en la sección 3), parte 2; flechas rojas denotan movimiento del producto y flechas verdes secuencia del sistema.....	37
41. Figura 40. Sección 4) de propuesta #3. Boceto diseñado en inventor para representación gráfica, adicionalmente se señalan posibles implementos a utilizar.....	38
42. Figura 41. Representación de secuencia del traslado de producto en la sección 4); flechas rojas denotan movimiento del producto y flechas verdes secuencia del sistema.	38
43. Figura 42. Representación gráfica del sistema de emergencia en propuestas #3. Flechas rojas señalan trayectoria del producto.	39
44. Figura 43. Secuencia de ocho productos, círculo rojo señala separación producto-producto.	40
45. Figura 44. Secuencia para poder tener una entrega constante; flechas rojas denotan movimiento del producto y flechas verdes secuencia del sistema.	41
46. Figura 45. Secuencia de ocho productos, se indica distancia “D” con doble flecha color rojo.	41
47. Figura 46. Diagrama de sistemas M.R.U.A que será analizado para el desvío de producto.....	43
48. Figura 47. Sistema para estudio de teorema de impulso. Actuador lineal de lado izquierdo y producto lado derecho, color amarillo.	44
49. Figura 48. Diagrama representativo guía donde se señalan implementos de sistema e automatización,	

para ejemplificar lógica de funcionamiento en Figura 49.	52
50. Figura 49. Diagrama de flujo para ejemplificar la lógica del funcionamiento del sistema en general, se aclara que no se tomo en cuenta el sistemas de emergencia.....	53
51. Figura 50. Prototipo que se implementará.....	56
52. Figura 51. Prototipo que se implementará.....	57

RESUMEN

Actualmente la línea de producción de embolsado y empaquetado del producto alimenticio deshidratado de la Fabrica *Nestlé* Antigua Guatemala pasa por dos máquinas. La primera se encarga del embolsado del producto en distintos formatos y la segunda máquina tiene a cargo el empaquetado con plástico polipropileno. Para aclarar un poco el proceso, actualmente se tiene la siguiente secuencia; primero el producto es embolsado y sellado. Este producto finaliza en una banda transportadora con una secuencia irregular, con esto nos referimos que no es constante la salida del producto. Enseguida el producto es tomado por embaladores y de forma manual es trasladado hacia el proceso de empaquetado en plástico polipropileno. La problemática en este traslado se debe a que ambas máquinas son arquitecturas totalmente independientes una de la otra. El trabajo de graduación busca hacer el diseño del sistema de automatización que realice el traslado o colocación del producto entre las máquinas anteriormente mencionadas.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo demuestra el diseño de automatización en este caso de una línea de producción de Fábrica *Nestlé* Antigua Guatemala, Sacatepéquez. Es importante decir que este trabajo de graduación se encuentra sujeto a un contrato de confidencialidad de parte de la empresa *Nestlé*. (ver Anexo A.) Lo que se busca obtener es un diseño que cumpla las especificaciones que se encontraron en la línea y adicionalmente con las restricciones dentro de la Fabrica *Nestlé*. Durante el trabajo se utilizaron sobre nombres para las maquinas debido que no es posible revelar la marca. Adicionalmente duran el siguiente trabajo el producto es considerado una caja, ya que por cuestiones de confidencialidad no es posible revelar el producto real.

El tema del que se trata es automatización de una línea de producción. Dentro esto se tiene diseño mecánico-eléctrico y adicionalmente el diseño de control. Cuando se habla del diseño mecánico-eléctrico se trata de planear el problema, realizar bocetaje o simulaciones (Dentro del documento encontraran links de la página web YouTube que enseñaran los bocetos o simulaciones), iteraciones, análisis dinámico, selección de implementos, etc. Por otro lado, se tiene el diseño de control; a este le podemos decir el cerebro y venas del sistema, haciendo la analogía el diseño mecánico-eléctrico son las extremidades del cuerpo como brazos y pies; mientras que el sistema de control es el cerebro que les da las indicaciones a las extremidades. El sistema de control está estrechamente ligado con el diseño mecánico-eléctrico y adicionalmente se utilizó el criterio de potencia. Finalmente se tiene una sección de propuesta económica donde se estima el precio de inversión para el sistema de automatización. Dentro de lo más importantes que se pudo concluir es el precio de la automatización, donde se presenta un reto totalmente nuevo, debido que no es óptimo en este caso.

II. OBJETIVOS

A. GENERAL

Diseñar un sistema de automatización, integrando piezas o sistemas actuales ya existentes así también el diseño de piezas nuevas de ser necesario, para el traslado de producto entre fajas de entrega de producto en máquina embolsadora y faja de solicitud de producto de empaquetado en polímero polipropileno en la línea de Fábrica Antigua Guatemala, Sacatepéquez; ejemplificando el sistema y su funcionamiento con la construcción de un prototipo físico.

B. ESPECÍFICO

1. Diseñar un sistema mecánico-eléctrico para el traslado de producto alimenticio deshidratado embolsado.
2. Diseñar un sistema de control del sistema de automatización.
3. Construir prototipo con elementos micro que ejemplifique funcionamiento del sistema.
4. Escribir código en lenguaje de alto nivel que ejemplifique la lógica y su estructura.
5. Realizar una propuesta económica del costo del sistema de automatización.

III. JUSTIFICACIÓN

La razón por la cual se considera que el presente trabajo de graduación generará impacto, se debe a que la carrera de Ingeniería Mecatrónica tiene como rama de aplicación la automatización. Por lo que se consideró que es una buena oportunidad para empezar a abrir el campo tan amplio que abarca dicha profesión. Adicionalmente dicha automatización es necesaria ya que beneficiará la ergonomía del trabajador en la actual línea de producción, debido que el traslado del producto de una máquina a otra ha causado efectos de riesgo en la salud de los embaladores. La realización de dicha automatización ha sido solicitada por *Nestlé* para generar un ahorro de dos plazas para el departamento de producción o bien una reubicación del personal para poder aprovechar la mano de obra de una manera eficiente

IV. MARCO TEÓRICO

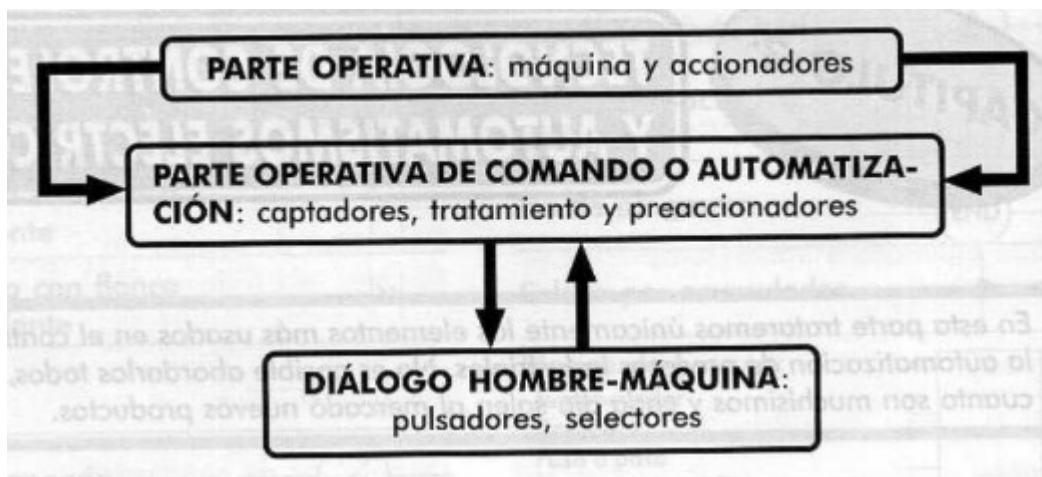
A. AUTOMATIZACIÓN

Automatismo o automatización es la integración de dispositivos que sustituyen las operaciones secuenciales y repetitivas realizadas manualmente por fuerza humana, por otras acciones automáticas que no dependerán de operarios con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de una máquina. La técnica de la automatización da inicio cuando se empezó a utilizar la máquina de vapor de James Watt en el año 1769, durante este evento fue la primera vez que la intervención humana o animal fue sustituida por una máquina.

En todo proceso automático encontramos parte operativa, de comando o automatización y dialogo hombre-máquina;

- La parte operativa se refiere a la máquina y accionadores,
- la parte de comando o automatización es la adquisición y tratamiento de datos, y los preaccionadores.
- El dialogo hombre-máquina es donde el operario vigila y aporta datos a los recolectados por el sistema.

Figura 0. Relaciones existentes en sistema de automatización.



1. Funciones y objetivos de una automatización. A continuación, se enlistarán algunas funciones y objetivos para automatizar un proceso industrial.

- Mejorar la productividad
- Disminuir costes de producción
- Eliminar labores repetitivas y rutinaria

- Mejorar la seguridad de los empleados.
- Mejorar la calidad de productos
- Aumentar tiempos de producción
- Operaciones de alta precisión, miniaturización, complejidad geométrica, circuitos integrados, etc.

Así mismo existen procesos para los cuales la automatización es una tarea de suma dificultad o en algunos casos imposible, por lo cual se debe mantener la producción manual. Algunas características indicadoras a tomar en cuenta.

- Procesos o tareas tecnológicamente difíciles de automatizar.
- Productos cono cortos periodos de vida.
- Producto con formas sofisticadas.
- Productos con variaciones según mercado de demanda.
- Reducir perdidas la baja demanda de un producto.

Por otro lado, se encuentran las tareas que los sistemas automatizados no pueden realizar, por lo cual serán atendidas por operarios o personal cualificado, algunos ejemplos de estas tareas son:

- Mantenimiento de equipos.
- Programación de accionamientos y funcionamiento.
- Dirección y supervisión de planta.

2. Estrategia para la automatización. De una forma esquematizada podemos tomar el diseño de un sistema automatizado utilizando el principio USA, ver Figura 1.

Figura 1. Principio USA para poder afrontar una automatización.

- Principio USA**
- "Entender, simplificar y Automatizar"**
- Entender los detalles del proceso
 - Entradas y salidas
 - Función en el proceso
 - Orden de las operaciones y justificación
 - Modelo matemático del proceso
 - Simplificar
 - Eliminar pasos innecesarios
 - Emplear tecnología adecuada
 - Automatizar

B. BANDAS TRANSPORTADORAS

Las Bandas transportadoras son máquinas complejas con el objetivo de ofrecer un movimiento entre dos puntos de una carga o producto determinado. Este transporte se puede realizar de dos formas, utilizando gravedad o mediante el uso de tecnología motorizada. Conociendo las dos formas generales del transporte en las bandas, se pueden desarrollar infinidad de máquinas industriales que se pueden adaptar al criterio del diseñador.

Una característica que se encuentra presente en todos estos dispositivos es la implementación de la sencillez o simplicidad. Las cintas transportadoras están formadas básicamente por tres partes esenciales:

- Estructura de soporte
- Elemento móvil
- Motorización

Para poder llevar a cabo el diseño e implementación de estos elementos, se necesita desarrollar el conocimiento de técnicas generalistas.

- Mecánica básica
 - Las partes más importantes en la cinta, encontramos que para el elemento estructural que constituye el soporte de la cinta se conocen dos tipos de montajes el primero por soldadura y el segundo por tonillos. Por otra parte, tenemos elementos mecánicos más utilizados son
 - Engranajes
 - Cadenas
 - Correas
- Sistema de rodadura
 - Se entiende como sistemas de rodadura a los dispositivos utilizados para posibilitar el movimiento de giro de los ejes o cargas guiado y motorización de cintas transportadoras. Para poder manejar la gran cantidad de desplazamientos surgen distintas configuraciones de rodaduras algunos de los sistemas utilizados se pueden ver en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos de rodamientos generalizados, tabla obtenida de libro "Montaje instalación de sistemas de transporte por cinta continua".

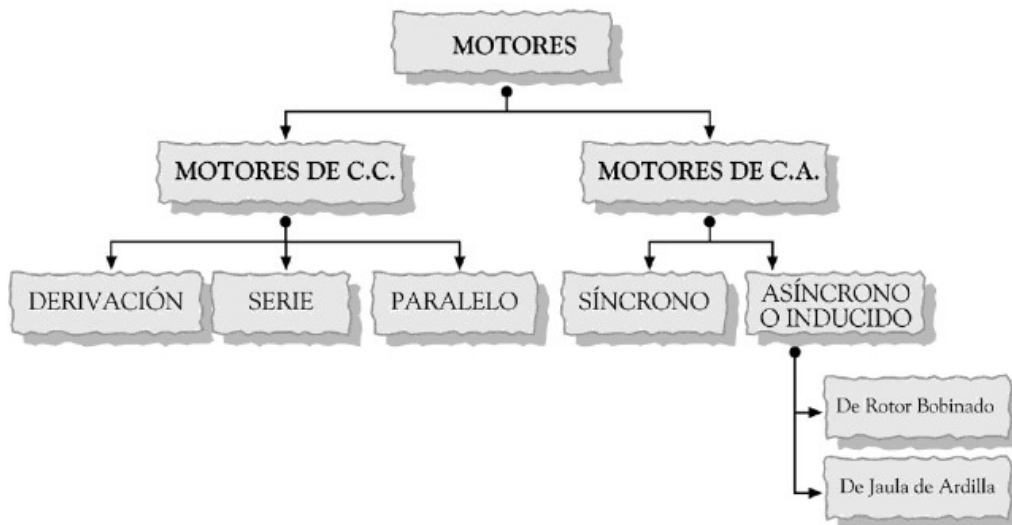
Denominación	Utilización	Representación
Rígido a bolas.	Normalmente montado en los extremos de los rodillos, se utiliza para aplicaciones de alta velocidad y gran precisión de giro. Soporta tanto cargas axiales como radiales. Presenta el problema de que no es autoalineable, con lo que el asiento de soporte y el eje deben estar perfectamente alineados.	
Rodillos guía.	Son similares a los rodamientos rígidos a bolas. Tienen anillos exteriores de gran espesor que se adaptan especialmente a la transmisión de elevadas cargas radiales. La superficie abombada exterior reduce la carga en los cantos cuando existen errores de alineación. Los elementos rodantes (bolas) son guiados mediante una jaula de plástico.	
Soporte de rodamiento o chumacera.	Es una estructura previamente preparada para albergar en su interior un rodamiento según especificaciones o constituir un rodamiento en sí. Existen diferentes disposiciones exteriores en función del método de amarre a la cinta.	

Tabla tomada [Comesaña, 2005]

- Electricidad básica
 - El montaje eléctrico de un sistema de cinta continua está formado por dos sistemas diferenciados:
 - Sistema de mando.
 - El sistema de mando es el encargado de llevar a cabo los procesos de activación y puesta en marcha, regulación de velocidades, paradas/paradas de emergencia. Por lo general, los sistemas de mando son pulsadores para poner en marcha y un variador de frecuencia para regular las velocidades de los motores en la banda transportadora.

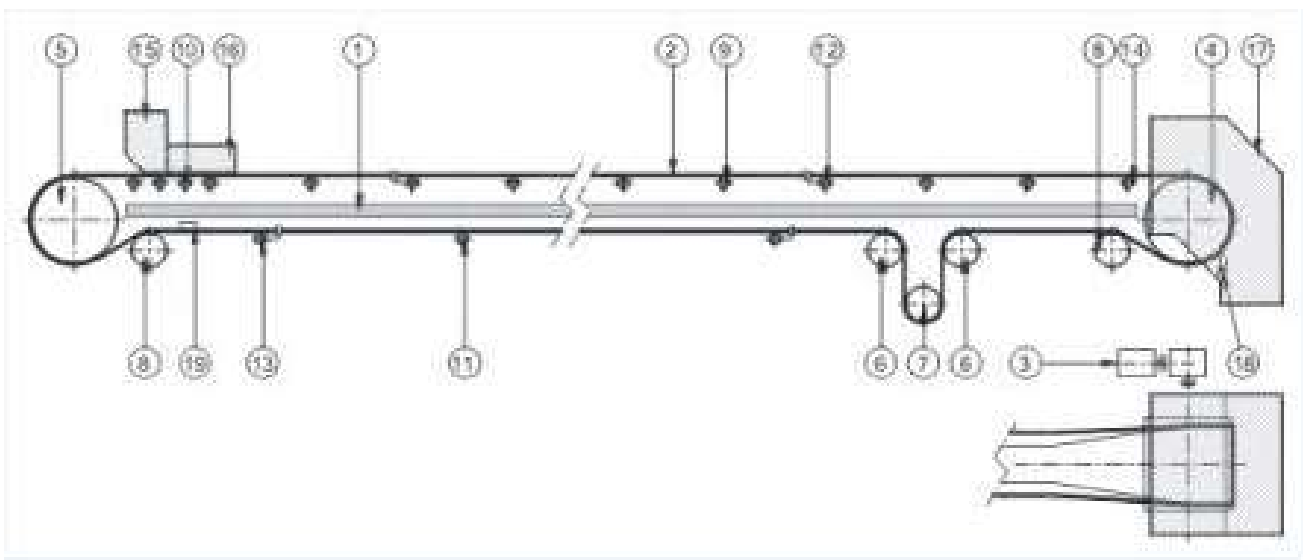
- Actuador (motor reductor).
 - Por otro lado, el sistema de actuadores tiene una presencia total en estas aplicaciones, por ejemplo, los motores eléctricos que puede utilizar las bandas transportadoras, ver tipos de motores en Figura 2.

Figura 2. Tipos de motores utilizados en aplicaciones de bandas transportadoras.



Finalmente, se presentarán las partes esenciales de una banda transportadora donde podrán ver la Figura 3. Luego en el texto encontrarán el nombre de cada parte. Es importante que se indique que las bandas transportadoras pueden ser más complejas o más simples.

Figura 3. Principales partes que construyen a una cinta transportadora, tomado de la página web de empresa innova, ver bibliografía.



1- Estructura	10- Rodillo de impacto	11- Rodillo de retorno
2- Cinta transportadora	12- Rodillo de carga autoalineante	
3- Grupo motriz	13- Rodillo de retorno autoalineante	
4- Rolo motriz	14- Transición	
5- Rolo de cola	15- Tolva de carga	
6- Rolo de desvío	16- Cargador	
7- Contrapeso	17- Tolva de descarga	
8- Rolo de abrace	18- Rascador	
9- Rodillo de carga	19- Rascador de retorno	

[S/A, innova]

C. ACTUADOR ELÉCTRICO

Se entiende por accionamiento o actuador a los elementos de una máquina, que tiene el papel de suministrar energía mecánica para que la máquina funcione. Este elemento debe ser capaz de utilizar la energía de tipo eléctrica, neumática o hidráulica, entre otros, y pasarlo a energía mecánica.

Los actuadores eléctricos son bastantes comunes en la industria y los que poseen un mayor campo de aplicación o implementación, todo debido a la fácil disponibilidad de energía eléctrica en los medios. Adicionalmente son totalmente versátiles.

1. Tipos de actuadores eléctricos

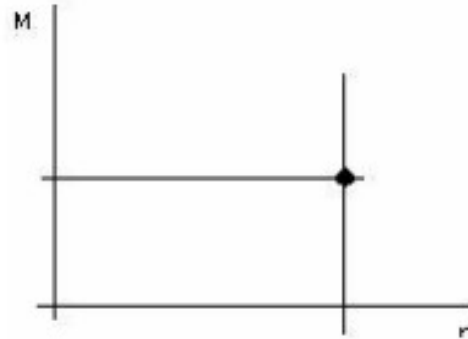
a. Motores de corriente alterna. Estos son generalmente motores de gran capacidad, robustos, sencillos, seguros, compactos y que no requieren mucho mantenimiento. Otra ventaja es que suelen ser más baratos que los motores de corriente continua. Este motor es conocido como el motor de industrial por excelencia.

1) Monofásico. Estos motores poseen una única fase y un neutro. Su funcionalidad es enfocada exclusivamente para potencias pequeñas o medias, menores a 3kw.

- Síncronos:

Este tipo de motores trabaja a velocidad constante, sin importar si varía la carga a movilizar y su curva de par-vector se puede ver en la Figura 4.

Figura 4. Curva de par-velocidad de motores síncronos.

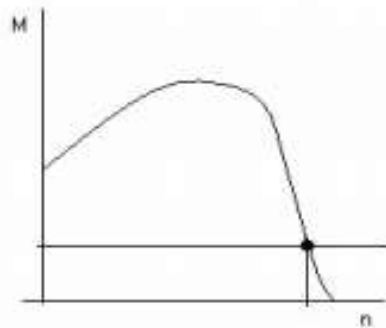


La velocidad de estos motores está determinada por la frecuencia de la tensión de la red eléctrica y el número de polos del motor, considerando esta velocidad como velocidad de sincronismo. Finalmente es importante recordar que estos motores requieren un arrancador.

- Asíncronos:

Estos motores trabajan a una velocidad aproximadamente fija, aunque varíe la carga. Estos son motores más ampliamente utilizados. La curva de funcionamiento par -velocidad se ve en la Figura 5.

Figura 5. Curva de par-velocidad de motores Asíncronos.



2) Trifásico. Los motores trifásicos están constituidos por tres fases eléctricas y un neutro, estos prestan las mismas características que los monofásico, solamente que esta configuración no utiliza arrancador por lo se puede poner en marcha en cualquier momento. Estos motores surgen por la demanda de potencias en procesos y dando como resultado mayores capacidades.

b. Motores de corriente continua. Estos tipos de motores son considerados pesado, precios elevados y requieren bastante mantenimiento. Pero son la mejor opción en las aplicaciones que es requerido manejar o controlar la velocidad, adicionalmente la torsión. Otro de los ambientes de trabajo donde se desarrollan es donde la alimentación proviene de una batería, debido que la velocidad es fácilmente controlada al colocar una resistencia variable en el inductor y para cambiar el sentido de rotación se invierte la polaridad del motor. Este tipo de motor ha dejado de ser utilizado debido a la aparición del variador de frecuencia.

1) Bobina de derivación. Estos motores son accionados al sufrir una activación eléctrica en la bobina en paralelo, esto causa que la caída de tensión se igual a la del motor. Esta activación puede ser con escobillas y sin escobillas. En el caso de activación con escobillas generan un mantenimiento continuo debido que las escobillas de desgastan en tiempos cortos y, por otro lado, tenemos las que no utiliza escobillas que es un tanto menor frecuente el mantenimiento (costo de mantenimiento menor).

Figura 6. Representación de motor con escobillas. Eje del motor (1), Conmutador (2) y Escobillas (3).

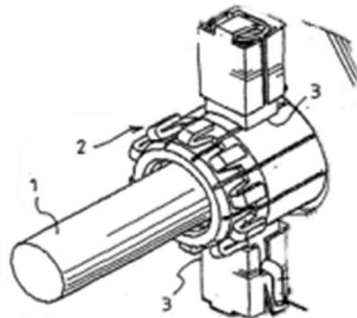
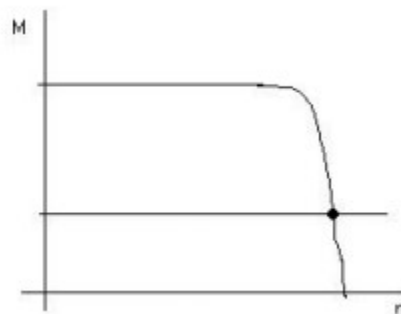


Figura 7. Curva de par-velocidad de motores Corriente continua.



c. Motores de paso a paso. Esto son dispositivos electromagnéticos, de rotación y utilizan pulsos digitales para generar rotación mecánica. Para el manejo de estos motores el número de pulsos es directamente proporcional a la rotación y la velocidad que este maneja es relativa a la frecuencia de los pulsos de control. Generalmente para el manejo de estos motores se utiliza dispositivos programables que generan los impulsos. Estos motores proporcionan un dispositivo para el manejo de posición de bajo costo, pero siempre y cuando los sistemas trabajan a velocidades y aceleración bajas. Normalmente utilizado en impresoras y similares.

Figura 8. Representación de motores paso a paso.



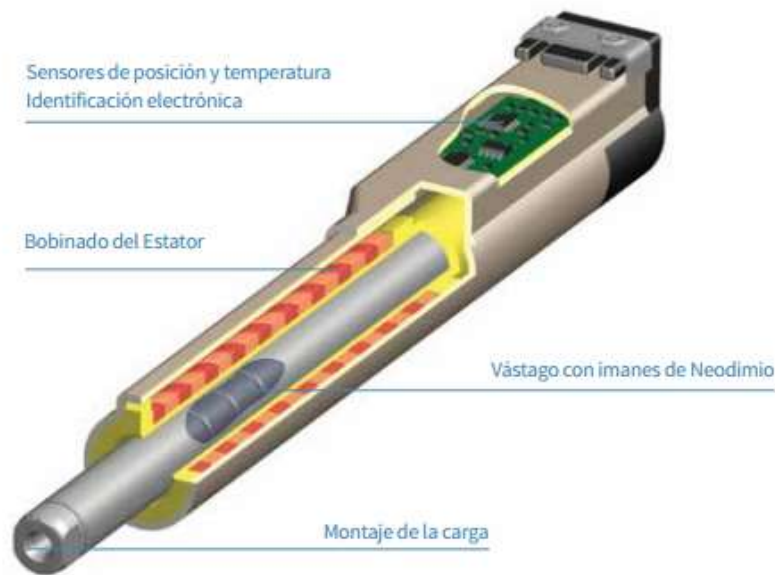
d. Servo motor. Estos son motores de corriente continua, con la capacidad de ubicar una posición indicada por el usuario y mantener dicha posición. La estructura general está compuesta por un motor DC, una caja reductora y un circuito de control. El uso de estos motores es bastante amplio y en la industria ha sido bastante aprobado. El control de la posición se realiza a lazo cerrado. Además, los requisitos de mantenimiento son mínimos. Es utilizado en maquinaria de precisión ya que ofrece momentos de torsión elevados, con estructura compacta y relativamente ligera y reduce el esfuerzo de manejo computacional.

Figura 9. Representación de servomotor industrial



e. **Motores lineales.** Los motores lineales son basados en el principio electromagnético. Las fuerzas de los campos electromagnéticos proporcionan un movimiento lineal evitando el uso de levas, engranes, entre otros. Estos motores constan de dos partes el vástago y el estator. Los vástagos están formados por imanes de neodimio dentro de un tubo de acero inoxidable. Por otro lado, el estator está devanados del motor, el casquillo de rozamiento para el vástago. Finalmente, la posición es detectada por un sensor y la temperatura igual para el manejo térmico del motor.

Figura 10. Representación de motor lineal.

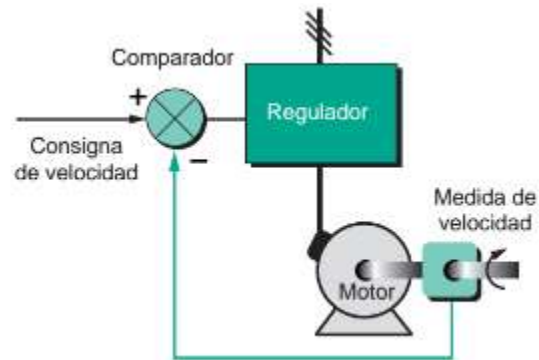


2. **Variador de frecuencia.** Un variador de frecuencia o arrancador electrónico tiene la misión de controlar la energía que se le proporciona al motor trifásico. Estos están destinados solamente para los motores asíncronos. Los variadores de frecuencia aseguran una aceleración y desaceleración constante, permitiendo ajustar velocidades bastante exactas. Adicionalmente, estos son muy parecidos a los rectificadores de corriente continua. Las principales funciones son:

- Aceleración controlada
- Variación de velocidad
- Regulación de velocidad
- Desaceleración controlada
- Inversión de giro
- Frenado
- Protecciones integradas

Dentro de los principales modos de funcionamiento tenemos primero los que pueden hacer girar el motor en un solo sentido, estos son llamados unidireccionales y luego tenemos lo que pueden hacer girar el motor en dos direcciones, llamados bidireccionales.

Figura 11. Representación del sistema de control para la regulación de velocidad.



3. **Guarda motor.** El guarda motor es un conjunto de contactos encargados de cortar la conexión en la línea de alimentación del motor trifásicos, en caso este demande mayor corriente de la delimitada por el usuario; debido que al guarda motor se le puede modificar el máximo de corriente permisible para el motor.

Figura 12. Guarda motores marca WEG.

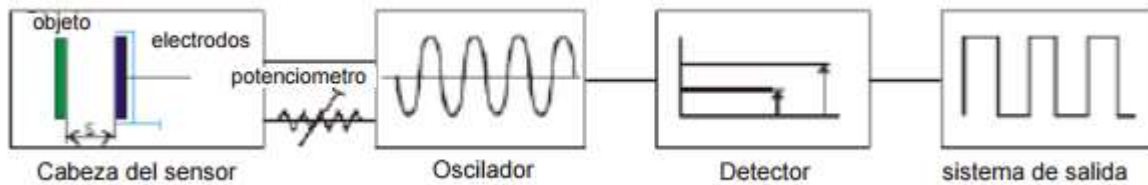


D. SENSOR CAPACITIVO

Los sensores capacitivos utilizan un campo eléctrico para la detección de objetos, estos pueden ser metálicos como no conductores (plásticos). Estos sensores tienen capacidades de detectar objetos situados detrás de una capa de material no conductor, lo cual la da aplicaciones para censar líquidos o granulado dentro de silo o tanques. Estos sensores generan una señal proporcional a la distancia entre el objeto y el sensor. Las distancias comunes a los cuales

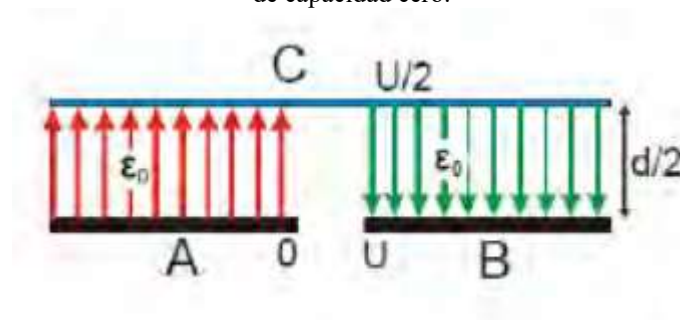
el sensor puede detectar un objeto que mide de 30 mm, pero siempre es referente al diseño y construcción del mismo. Los sensores capacitivos comúnmente están compuestos por una cabeza de electrodos, un potenciómetro, un oscilador, un detector y un sistema de salida, como se puede ver en la Figura 13.

Figura 13. Parte de un sensor capacitivo.



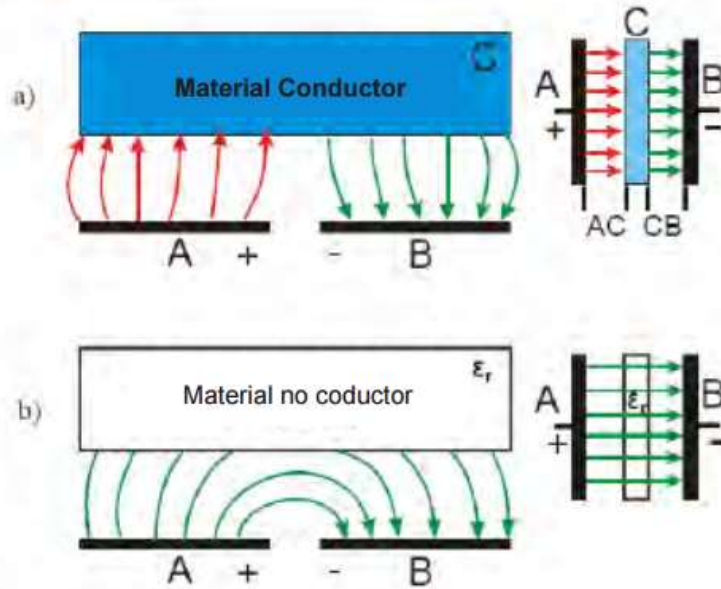
Los componentes activos en el sensor son dos electrodos metálicos para formar un condensador abierto. Este condensador abierto se le introduce un electrodo C cero entre los electrodos del condensador abierto que están conectados en una línea como se ve en la Figura 14.

Figura 14. Condensador abierto con electrodos A y B conectados en línea. Finalmente, con un electrodo C al centro de capacidad cero.



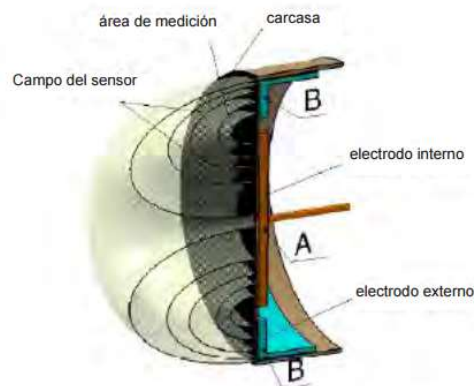
1. **Funcionalidad de sensor capacitivo.** La razón por la cual este sensor es capaz de captar materiales conductores y dieléctricos, es debido a que al momento de situar un objeto en el electrodo C, hacen que la capacidad de los condensadores aumente debido a que la constante dieléctrica de medios líquidos o sólidos es siempre mayor que la constante dieléctrica del aire. Dando como resultado tanto para materiales conductores como para no conductores que el condensador cierre el circuito como se ve en la Figura 15.

Figura 15. Reacción de campo eléctrico para materiales conductores y no conductores en condensador de sensor capacitivo.



Los sensores comerciales tienen una construcción especializada debido que lo que se busca es que el campo que se busca genera en A es un campo cilíndrico y B un campo en forma de anillo, Figura 16. El encargado para delimitar la distancia a la que se detecta el producto o electrodo C, es el campo B que se toma como la superficie activa del sensor. Estos sensores al momento de detectar un producto cambian su estado de OFF (apagado) a un estado ON (encendido), esto es de forma digital.

Figura 16. Campo eléctrico de los sensores capacitivos convencionales.



E. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Un PLC según la Asociación Nacional de Fabricantes USA es un dispositivo digital electrónico con memoria programable que puede almacenar instrucciones, y permite la implementación de funciones programadas como: lógica, secuenciales, temporizadas, contadores y ecuaciones aritméticas; con el objetivo de controlar máquinas y procesos. Los PLC son utilizados donde se requieren tanto de controladores lógicos como secuenciales o en algunos casos ambos.

1. CPU. La CPU es el elemento inteligente el cual está dotado para leer e interpretar las instrucciones que se cargan en la memoria del PLC y también sobre la base de los estados de las entradas para poder tomar decisiones en las salidas. Las unidades de procesamiento de los PLC están basadas en microprocesadores de 8, 16 o 32 bit.

2. Fuentes de alimentación. Los suministros de voltaje para los PLC pueden requerir fuentes de poder AC y también DC, los requerimientos más comunes son fuentes de 120 VAC o 220 VAC mientras existen otros que aceptan 24 VDC.

3. Puerto de entradas y salidas. Estos dispositivos pueden venir integrados al PLC o bien pueden ser de forma modular y existen de dos tipos analógicos y digitales. En la Figura 17. Se ejemplifica un puerto de entradas.

Figura 17. Módulo de entradas digitales *Siemens*.



a. Dispositivos de entrada. Los dispositivos de entrada son equipos que recibe las señales del PLC. Los dispositivos de entrada tienen la función conocer una condición de su entorno, como por ejemplo presión, posición, entre otras. Algunos ejemplos de sensores que se conectan a los dispositivos de entrada son:

- Sensor inductivo
- Sensor óptico
- Pulsadores
- Encoders

b. Dispositivos de salida. Los dispositivos de salida tienen como función responder a las señales que se reciben en el dispositivo de entradas del PLC, para poder tomar decisiones y modificar su entorno. Algunos ejemplos de los dispositivos de salida están:

- Electroválvulas
- Relés
- Contactares de motor

4. Comunicación PROFIBUS. PROFIBUS es un estándar de red de campo abierto e independiente de proveedores. Este estándar es garantizado según los estándares EN 50170 y EN 50254. Actualmente PROFIBUS está establecido como el IEC 61158, a lado de otros 7 field-buses. La arquitectura PROFIBUS se divide en tres:

a. PROFIBUS DP: Configuración de alta velocidad de PROFIBUS, utilizado normalmente en la industria y en sistemas de automatización. Requiere menos de 2 ms para transmitir 1 Kilobyte de entrada y salida.



b. PROFIBUS-FMS: Configuración de comunicación universal, pero tiene como objetivo la transferencia de datos y también de lógica de comunicación entre dos controladores.

c. PROFIBUS-PA: Esta configuración satisface la integración entre automatización y sensores de campo como, por ejemplo: transmisores de presión, temperatura, convertidores, posicionados res. Finalmente, también se puede utilizar para reemplazar el estándar 4 a 20 mA.

5. Lenguajes de programación

a. Diagrama de contactos o lógica de escalera. Los diagramas de lógica de escalera están representados por dos líneas verticales que representan las líneas de alimentación, mientras que entre las dos líneas existen renglones que contienen los cableados, arreglos de contactos y bobinas de relés. Esta forma de programar es una de las formas fáciles de programar. Una de las ventajas es que los símbolos están normalizados según NEMA y son implementados por los fabricantes. En la Tabla 2. Se pueden ver de qué manera el PLC comprende la simbología de escalera.

Tabla 2. Interpretación de simbología de escalera en PLC.

Comparación de los diagramas Ladder		
Simbología	Conexión Física de Relé	Programación por PC
Líneas Verticales	Bus Principal	Comienzo y Fin del renglón
Renglones o Peldaños	Ramas del Circuito	Conjunto de Instrucciones
	Contactos	Dirección de dispositivos de entradas y salida
	Bobinas de Relés	Dirección en registros de salida
Implementación	Conexión de cables siguiendo el esquema.	Entrada de símbolos con el dispositivo de programación

b. Lista de instrucciones. La programación por medio de lista de instrucciones deriva de las operaciones del álgebra Boole que se combinan para permitir representar funciones tales como temporizadores, contadores, movimiento de datos en memoria y cálculos. Cada instrucción está formada por un código y varios argumentos.

c. Diagrama de funciones. El diagrama de funciones es un lenguaje gráfico que permite que la programación se con elementos que aparecen como bloques que serán cableados entre sí de forma análoga al esquema de circuitos. Esta programación es para sistemas donde existirá mucho flujo de datos entre componentes de control.

d. Texto estructurado. Es un lenguaje de alto nivel nuevamente estructurado en bloques donde la sintaxis es parecida al PASCAL. Esta programación puede ser utilizado para realizar sentencias complejas de forma rápida para el manejo de variables de amplio rango de tipos de datos, tanto analógicos como digitales. Adicionalmente se pueden manejar datos de tipo hora, fecha y temporizadores.

e. Grafcet. También conocido como gráfico secuencial de funciones, este es un lenguaje gráfico que entrega una representación en forma de diagrama de las secuencias del programa. Soporta selecciones alternativas de secuencias y secuencias paralelas. Los elementos con los que se trabajan son pasos y transiciones. Los pasos son piezas de programas que son aisladas que una transición las utiliza. Este lenguaje lo utilizan las industrias debido que esta funciona en formas de pasos.

F. MOVIMIENTO CON ACELERACIÓN CONSTANTE

Frecuentemente se presentan situaciones en las que la aceleración es constante o casi constante. Tenemos casos como cuando la aceleración es constante y el movimiento es en línea recta, en casos como estos la aceleración instantánea y promedio son iguales. Para poder analizar estas situaciones se tendrán cuatro ecuaciones que relacionan posición, velocidad, aceleración y tiempo, cuando la aceleración es constante. A continuación se presentaran las ecuaciones donde v (es velocidad final), v_0 (es velocidad inicial), a (aceleración), t (tiempo), x (posición inicial) y x_0 (posición final).

- $v = v_0 + at$ (i)
- $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ (ii)
- $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$ (iii)
- $v^- = \frac{v+v_0}{2}$ (iv)

G. IMPULSO

1. Conservación de la energía y de la cantidad de movimiento en soluciones. Por lo general al momento que existen colisiones no se tiene conocimiento como varía la fuerza de colisión en el tiempo, dejando que la segunda ley de Newton se vuelva difícil o imposible. Surgen la aplicación de leyes de conservación de la cantidad de movimiento y la energía, nos da la posibilidad para determinar información acerca del momento de choque o colisión. Las colisiones en las que se conserva la energía cinética total se llama colisión elástica y se utiliza la siguiente ecuación.

$$\frac{1}{2}m_A V_A^2 + \frac{1}{2}m_B V_B^2 = \frac{1}{2}m_A V_A'^2 + \frac{1}{2}m_B V_B'^2$$

Nota: Las cantidades prima (') son los valores después de la colisión

V. METODOLOGÍA

A. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Se tiene dos máquinas dentro de un espacio delimitado donde no se puede movilizar debido a normas de seguridad de la empresa, para poder ver la ubicación de las máquinas ver Figura 18. Donde las maquinas esta identificadas como “M1” y “M2”. La máquina “M1” es la encargada de entregar el producto sellado y en tiras ya doblado con dimensiones de 8.3X6.9X3.4 CM (ver Figura 19.) y con un peso máximo de 60 gramos. La máquina “M2” es la selladora que entrega el producto recubierto de papel polipropileno que tiene impresa el código de barra y si poder ser entarimado.

Figura 18. Representación gráfica de la maquinaria y área de trabajo. “M1” máquina de color celeste y banda transportadora azul; “M2” máquina de color gris.

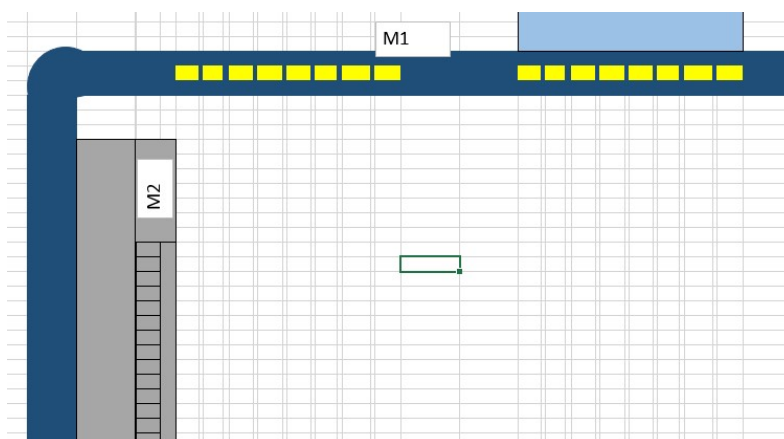
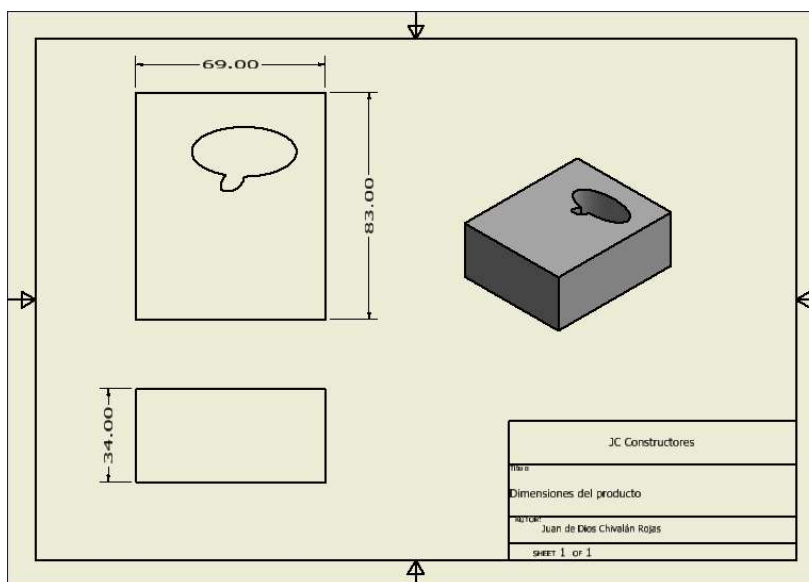
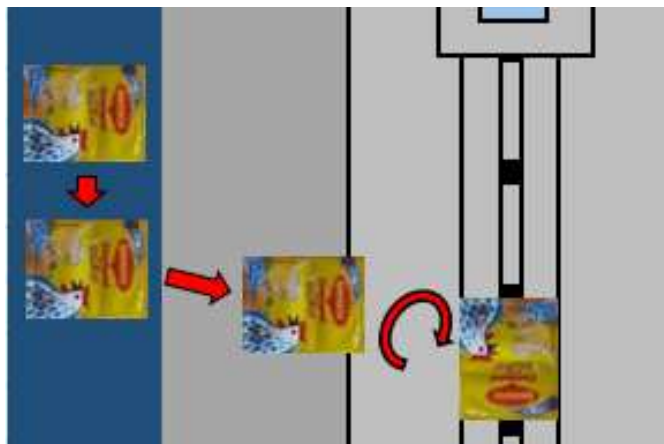


Figura 19. Dimensiones del producto a entregado por máquina “M1”, en la sección de Anexo B. Se encuentra el plano original.



El traslado que existe entre la máquina “M1” y “M2” es un movimiento manual, dicho movimiento es realizado por dos embaladores, movimiento representado en la Figura 20. Este traslado manual es repetido durante las 24 horas del día.

Figura 20. Representación gráfica de colocación de producto.



Se identificó que es un movimiento repetitivo por lo cual dicha tarea es foco de automatización. Dentro de los datos a tomar en cuenta tenemos que la línea de producción es continua con la menor cantidad de paros durante todo el año, la cantidad de producto que es reubicada se encuentra entre 135 a 140 productos por minuto. Adicionalmente la banda transportadora azul de la máquina “M1” trabaja a una velocidad de 38 a 40 RPM teniendo como resultado que el producto no se entregue de forma constante sino de forma irregular, la secuencia es de 8 productos y luego un espacio muerto de forma repetitiva como se puede ver en la Figura 21.

Figura 21. Secuencia de entrega de producto de banda transportadora azul de la máquina “M1”.

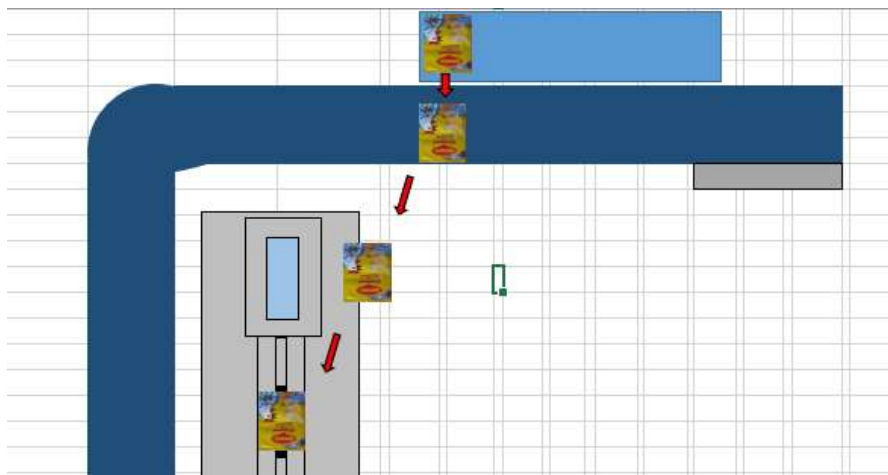


Toda la instrumentaría en la línea de producción es fabricada con acero inoxidable ya que tiene contacto con productos alimenticios. Adicionalmente como ya fue mencionado con anterioridad la ubicación de las máquinas “M1” y “M2” no pueden ser reubicadas, la única pieza móvil es la banda transportadora azul de la máquina “M1” que se puede ver en la Figura 18. Esta banda transportadora azul es una adaptación que puede ser retirada en su totalidad. Finalmente, la altura a la que el producto es siendo movilizado respecto del suelo es de 90 ± 10 cm.

1. **UBICACIÓN DE MAQUINARIA.** La ubicación de la maquinaria es un punto clave debido que el análisis de dicha información nos delimita área de trabajo. A continuación, en los anexos C. tenemos un plano del área de trabajo donde denotan las distancias a tomar en cuenta en la problemática, el plano fue echo utilizando la vista de planta del área de trabajo.

2. **ANÁLISIS Y RESULTADOS.** Los datos recolectados nos dan un guía para poder analizar y poder delimitar nuestras posibles propuestas. Inicialmente, analizando la orientación en que la máquina “M1” entrega el producto y también analizando la orientación que el producto debe ser posicionado en la máquina “M2”, tenemos como resultado que el diseño debe trasladar el producto de forma directa como se puede ver en la Figura 22.

Figura 22. Traslado de producto de la máquina “M1” a “M2”.



Otro resultado debido al traslado directo del producto es que evitaríamos el giro manual que actualmente los embaladores realizar para poder colocar el producto en la máquina “M2”. Es importante notar que la banda transportadora azul que se menciona anterior mente que puede ser movilizada no es necesario dismantelar ni movilizar, solamente se pudiera empezar a pensar en alguna modificación o desvío del producto antes de llegar a la curva.

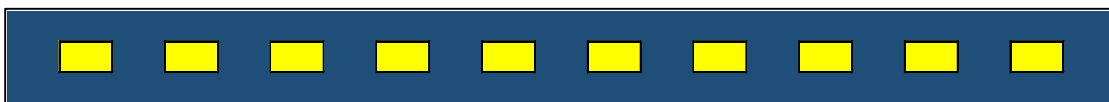
B. DISEÑO MECÁNICO-ELÉCTRICO

En la siguiente sección entraremos al diseño, pero todo diseño tiene un proceso de creación. Una vez ya hemos delimitado cada una de los aspectos importantes podemos empezar a inventar, dibujar, simular y encontrar soluciones que cubran cada uno de las complicaciones y puedan dar un resultado satisfactorio al momento del traslado del producto de la maquina “M1” a “M2”.

1. PROPUESTAS Y BOCETOS. Inicialmente se comenzó con dos propuestas para cada una de ellas primero se hizo un análisis de posibles mejoras o metas que se buscan lograr y así también se delimitaron complicaciones para cada uno de dichas propuestas.

a. Propuesta # 1. Actualmente “M1” entrega entre 130 a 140 productos/minuto, la forma de entrega de los formatos es de 8 -tiempo muerto -8 - tiempo muerto y de esa forma repetidamente, el tiempo muerto es aproximadamente de 1.41 segundos se tiene una entrega como la Figura 21. Y se busca llegar a una entrega como la Figura 23.

Figura 23. Entrega de producto de forma constante. Producto de color amarillo y color azul banda transportadora donde se desplazan y el desplazamiento es de derecha a izquierda (vista de planta).



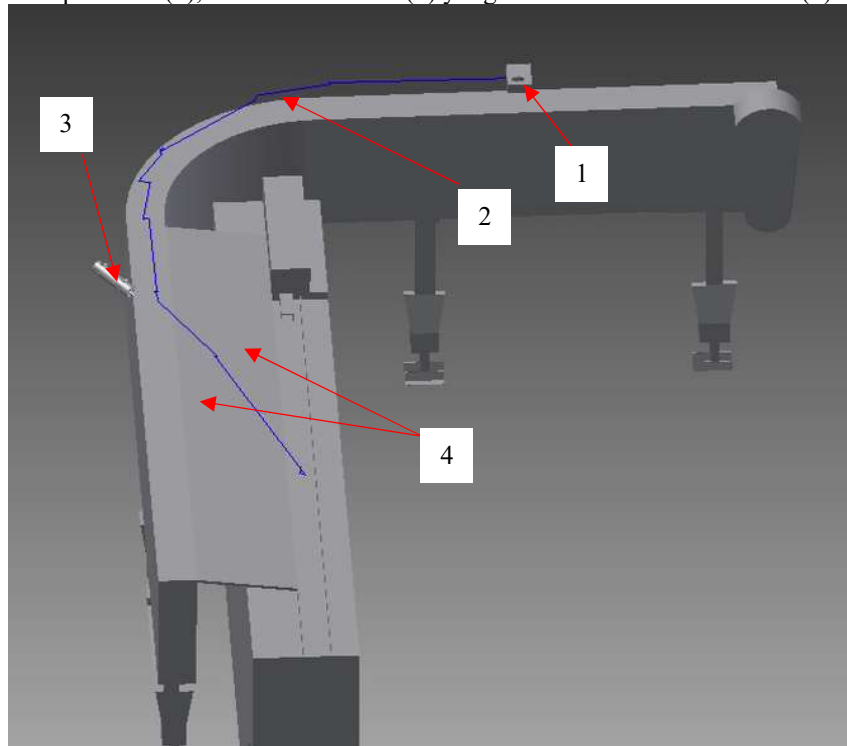
Como podemos ver e la Figura 23. Es una entrega más limpia y de forma constante. Esto es requerido para poder pasar a un sistema neumático, eléctrico, mecánico-eléctrico, etc. El cual empujará los formatos de una banda transportadora a otra durante el empuje se guiará el formato con dos carriles y de esta forma se colocará en la siguiente banda transportadora.

1) Complicaciones

- Sistema para poder hacer la entrega de la Figura 23. Ya que el producto es liviano (60 gramos máximo).
- Probar si los sensores capacitivos reconocen el producto.
- Estandarizar velocidades para manejo claro del producto.
- Existe productos que se pegan, proponer una segunda fase para verificar que los formatos van totalmente separados uno del otro.

2) Boceto en Inventor. A continuación, tendremos una imagen donde se señalarán la secuencia para poder comprender de forma gráfica como funcionaria el sistema, el boceto fue construido en Inventor 2014.

Figura 24. Boceto representativo de la propuesta # 1. Producto que se moviliza (1), línea color azul es la trayectoria de producto (2), actuador eléctrico (3) y lugar donde estarán los carriles (4)



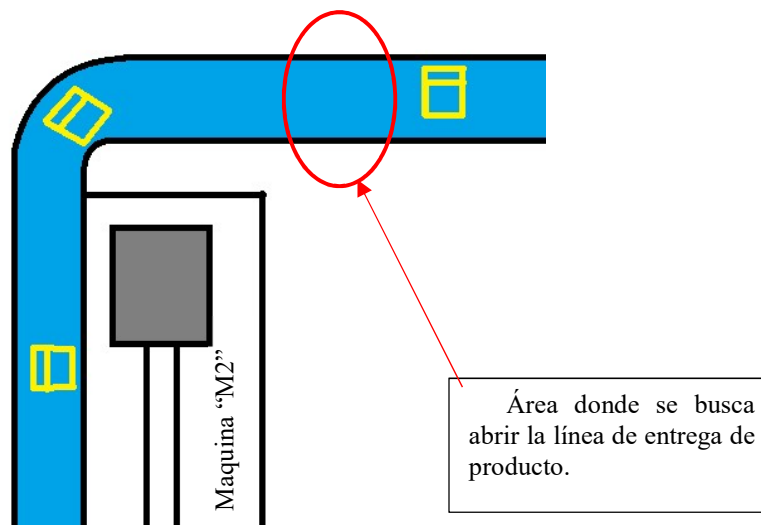
En la Figura 24. Notamos el boceto de la propuesta #1 donde el producto se moviliza por la trayectoria de color azul y llega al punto donde el actuador eléctrico o mecánico, en este caso se piensa en un actuador lineal o un cilindro eléctrico o neumático. Al ser golpeado por el cilindro se deslizará y caerá en la máquina “M2”.

3) Link de YouTube: En el siguiente link encontraran un video que se encuentra privado para el público, pero con el link podrá ingresar y ver la animación del boceto.

- <https://youtu.be/LHDKey5Ft-M>

b. Propuestas # 2. En esta segunda propuesta lo que se busca es desviar el producto de banda transportadora azul de la máquina “M1”, este desvío se hará antes del que el producto llegue a la curva de la banda mencionada con anterioridad, la razón debido que si el producto es tomado después de la curva esta sufre un giro y como se obtuvo en la sub-sección de A.2. Análisis y Resultados, no existe problema si se elimina el giro del producto. En la Figura 25. Indicamos donde se desea interrumpir la banda transportadora azul de la máquina” M1”.

Figura 25. Se indica la sección donde se busca interrumpir la banda transportadora azul; producto color amarillo y máquina “M2” color gris con blanco.



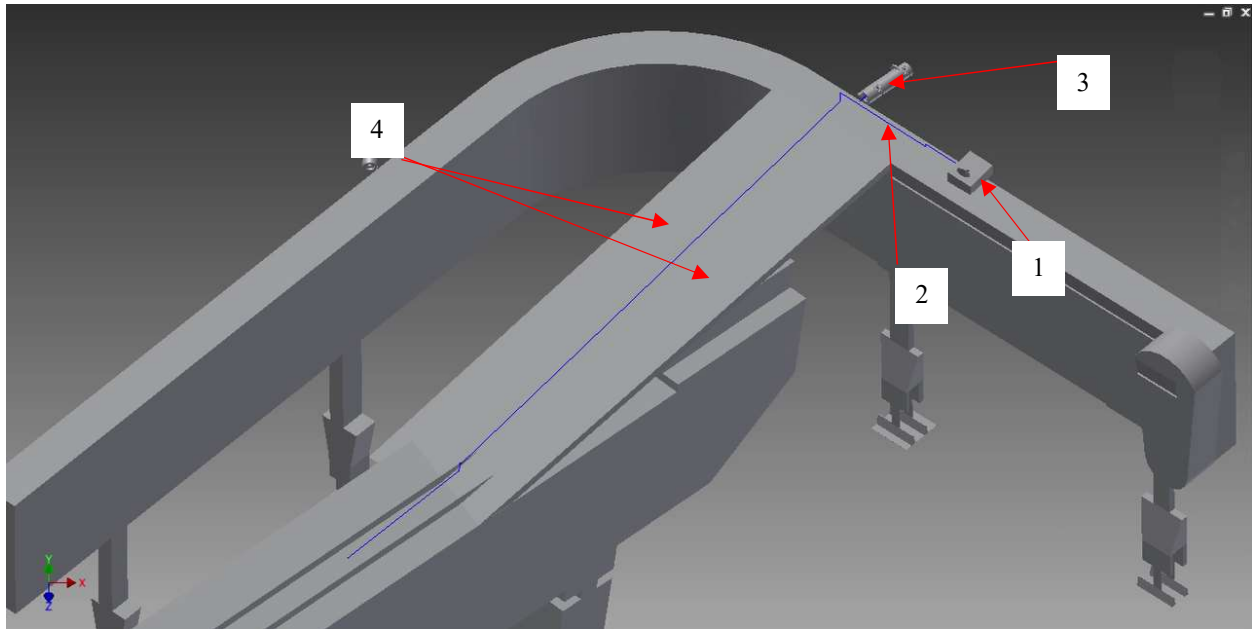
Una vez identificado le sección donde se interrumpirá, dicha sección se deberá reposicionar la máquina “M2” para que se puede diseñar una bandeja de acumulación de sobres que ira directo hacia la alimentación de producto de la máquina “M2”, sin ningún tipo de giro. Nuevamente al igual que la propuesta #1 se pondrá un actuador para poder desviar el producto de la banda transportadora azul. Finalmente se tendrá que contactar a los encargados técnicos para verificar si existen PLC tanto en “M1” como en “M2” para considerar realizar protocolos de comunicación entre ellas y tener un mejor control del sistema.

1) Complicaciones

- Sistema para poder hacer la entrega de la Figura 23. Ya que el producto es liviano (60 gramos máximo).
- Probar si los sensores capacitivos reconocen el producto.
- Estandarizar velocidades para manejo claro del producto.
- Existe productos que se pegan, proponer una segunda fase para verificar que los formatos van totalmente separados uno del otro.

2) Boceto en Inventor. Nuevamente tendremos una imagen donde se señalarán la secuencia para poder comprender de forma gráfica como funcionaria el sistema, el boceto fue construido en Inventor 2014.

Figura 26. Boceto representativo de la propuesta # 2. Producto que se moviliza (1), línea color azul es la trayectoria de producto (2), actuador eléctrico (3) y plancha para direccionar el producto (4)



En la Figura 26. Notamos el boceto de la propuesta #2 donde el producto se moviliza por la trayectoria de color azul sin llegar a la curva y un actuador eléctrico o mecánico, en este caso se piensa en un actuador lineal o un cilindro eléctrico o neumático, sacara de la banda transportadora el producto y lo empujara para que por gravedad este se deslice y llegue a la alimentación de la máquina “M2”.

3) Link de YouTube: En el siguiente link encontraran un video que se encuentra privado para el público, pero con el link podrá ingresar y ver la animación del boceto.

- <https://youtu.be/WMEieMkoZJc>

2. RESULTADOS

a. ITERACIONES. En la siguiente sección lo que se encontrarán serán dos iteraciones. Es preciso mencionar que todo diseño se encuentra sujeto a cambios y mejoras o como el título lo dice a una fase de iteraciones. A continuación, se tomaron las propuestas 1 y 2 de la sección anterior. Estas propuestas fueron mejoradas para tener en mente una secuencia de funcionamiento y así poder analizar variables de estudio o analizar casos de la dinámica del sistema.

1) Iteración #1. Las mejores que se tomaron en cuenta a diferencia de la propuesta 1 y 2 se encuentra primero, los movimientos que sufrirá el producto, estos serán más cercanos a la realidad y movimientos donde el diseñador puede analizar o manejar. A continuación, se presentará un análisis de cada una de las secciones que presentan las propuestas 1.1 y 2.1.

Para poder dar paso a las iteraciones #1 se presentará la Figura 27. La cual es un mapa gráfico en las que se dividieron en cuatro grandes secciones para poder realizar un análisis de las propuestas. Adicionalmente se presenta la Figura 28. Donde se presenta la idea de los posibles implementos en los sistemas, producto de las iteraciones realizadas.

Figura 27. Mapa gráfico del seccionamiento de las propuestas. Sección 1: entrega de producto máquina "M1", sección 2: desvío de producto, sección 3: traslado de producto y sección 4: entrega de producto a máquina "M2".

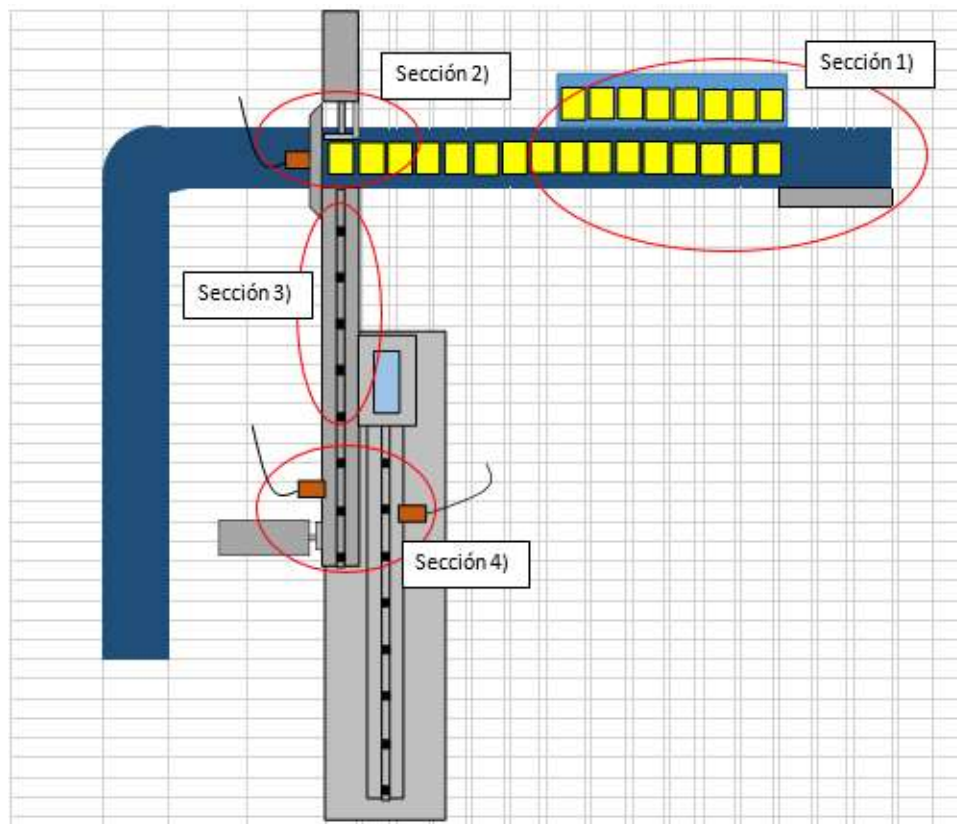
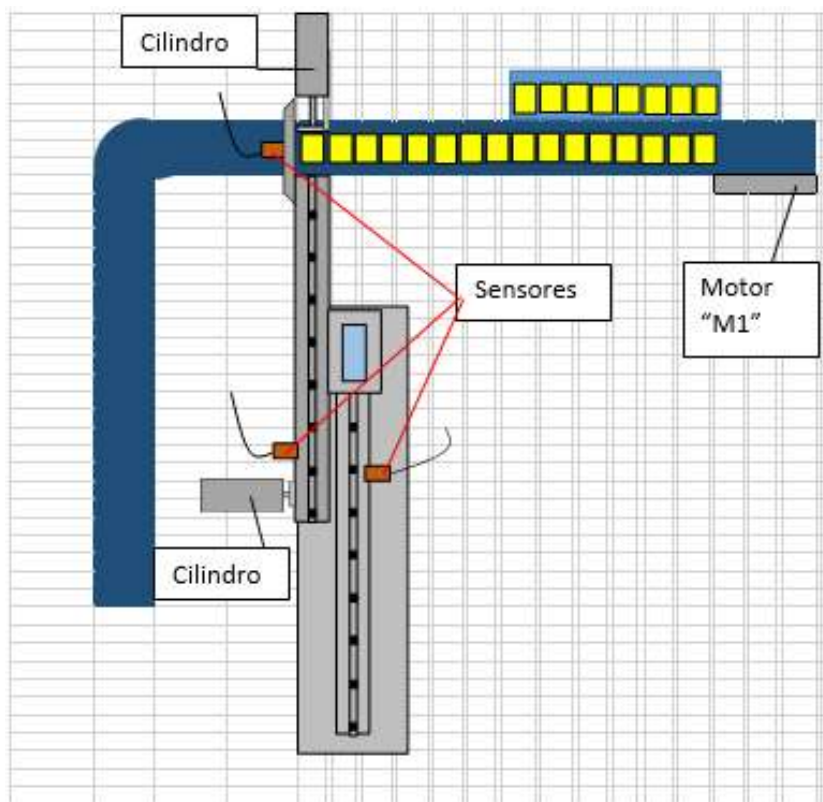


Figura 28. Posibles implementos que se consideran necesarios en las iteraciones, pero siempre están sujetos a modificaciones.



a) Propuesta #1.1

➤ Sección 1)

○ Pasos:

En esta sección tenemos dos pasos:

1. El primero paso modificará la velocidad del motor de la banda transportadora azul de la máquina "M1" que se puede ver en la Figura 27.
2. Segundo, la presencia de un sensor para poder verificar que el producto es entregado de forma constante.

○ Necesidades de sección:

- Posible presencia de sensor (sin definir el modelo aun).
- Tener dominio de velocidades de motor de máquina "M1"; esto para poder tener una entrega más limpia y constantes.

➤ Sección 2)

La banda es dominada por el motor de la máquina “M1”, estará avanzando poco a poco hasta llegar al sensor capacitivo o de distancia (ver Figura 28), para poder saber en qué momento se moverá el cilindro para desviar el producto.

- Pasos:
 1. El sensor capta la cercanía de un sobre o producto.
 2. Se activará el actuador o cilindro y el producto ser empujado fuera de la banda transportadora azul de la máquina “M1” y el producto pasará a la sección 3.

- Necesidades de sección:
 - Sensor capacitivo o de distancia (aún no está definido)
 - Cilindro neumático o eléctrico con una placa para empujar los formatos, diseño especializado.

➤ Sección 3)

- Pasos:
 1. La banda de transporte avanzara según producto vaya ingresando o saliendo de la sección 2).
 2. Alimentará la sección 4) y este proceso será repetitivo desde paso 1) y 2).

- Necesidades de sección:
 - Buscar opciones de colocar la banda tomando en cuenta áreas restringidas de movilidad, asuntos de seguridad y limpieza para resguardar la seguridad de los embaladores.
 - Banda trasportadora de velocidad variable y precisa de manejo con PLC.

➤ Sección 4)

Para la presente sección tendremos una colocación de producto, pero debido a la posición de la sección 3) le llamaremos una colocación directa, podemos ver la Figura 29. Para comprender de forma gráfica la colocación.

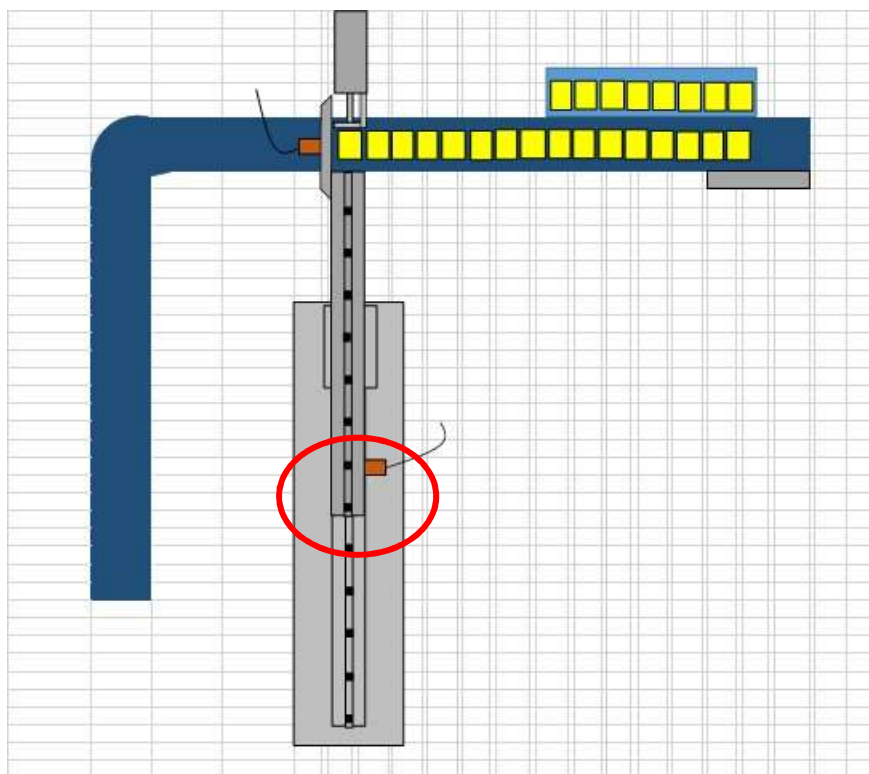
- Pasos:
 1. Colocación de producto. (Ver Figura 29)
 2. En esta colocación lo que se busca es que a través de un sensor que este colocado en la banda transportadora máquina “M2” se puede verificar en el momento que se necesita colocar un producto en su banda transportadora, de esta forma la banda transportadora colocada arriba de la máquina “M2” girando la banda dejara caer un producto y así causar una colocación por gravedad. Esto será repetitivo.

- Necesidades de sección:
 - Sensores para manejo de entrega de producto en máquina “M2” (sensor con respuesta rápida).
 - Existe la posibilidad de que no exista inclinación en la banda transportadora se la sección 3) por lo que se deja abierto a modificaciones futuras.
- Link YouTube:

Se han hecho un boceto animado del funcionamiento de la propuesta#1.1 y se puede encontrar en el siguiente link:

 - <https://youtu.be/Apl6rzhZZDI>

Figura 29. Representación gráfica propuesta #1.1. donde el círculo rojo denota la entrega directa explicada en la sección 4).



b) Propuesta # 2.1. Ahora dando paso a la propuesta #2.1 para no dar una explicación redundante, se delimitaron similitudes con la propuesta # 1.1. Donde las secciones 1), 2) y 3) son iguales en ambas propuestas, la única diferencia es la sección 4) la cual será la única que se explicará.

➤ Sección 4)

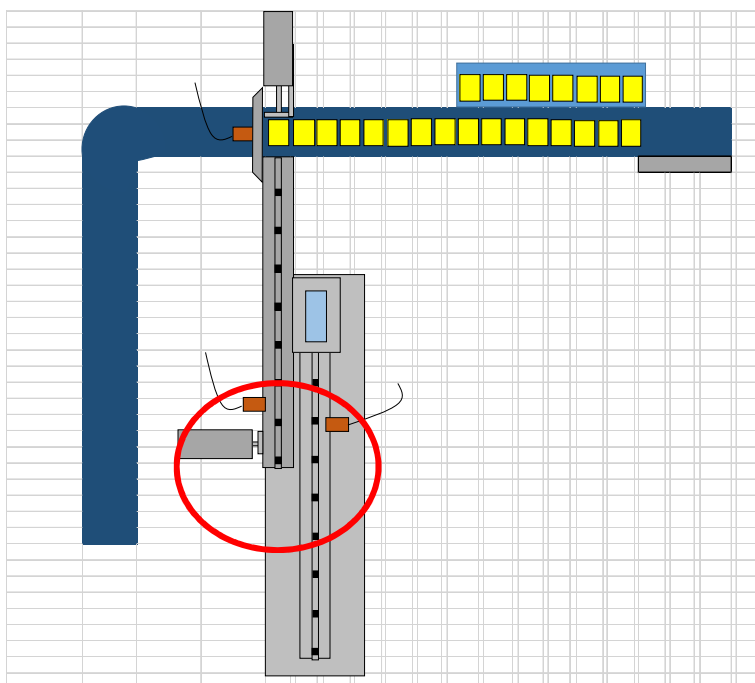
Esta colocación es llamada de tipo lateral. (Ver Figura 30. Donde se señala la colocación del producto).

- Pasos:
 1. La banda colocada en posición lateral y paralela a la máquina “M2” avanzara según ocurran pasos 2) y 3).
 2. Se identificará un estado anterior, si se aproxima un producto, haciendo un uso de un sensor (aún no se define el tipo del sensor).
 3. Si el paso 2. El sensor avisa que viene un producto el actuador lineal o cilindro se activara y empujara el producto para que se trasladado a la máquina “M2”.
- Solicitudes de sección:
 - Buscar opciones de colocar la banda tomando en cuenta áreas restringidas de movilidad, asuntos de seguridad y limpieza para resguardar la seguridad de los embaladores.
 - Banda transportadora de velocidad variable y precisa de manejo con PLC.
- Link YouTube:

Se han hecho un boceto animado del funcionamiento de la propuesta#2.1 y se puede encontrar en el siguiente link:

- <https://youtu.be/QNndfW3XC44>

Figura 30. Representación gráfica propuesta #2.1. donde el círculo rojo denota la entrega lateral explicada en la sección 4).



2) Iteración # 2. Durante esta segunda fase de iteraciones, se tuvo que descartar en su totalidad la propuesta# 1.1 debido que la máquina “M2” debía estar a una altura menos a los 90 ± 10 cm por lo cual generaba un conflicto con los términos de seguridad dentro de la planta y adicionalmente dicha maquina no podía disminuir más de 10 cm su altura debido que causaba un conflicto con su instalación.

Para continuar se presentará una nueva propuesta y una última iteración de la propuesta# 2.1. y nuevamente tendremos una breve explicaciones por cada una de las secciones, pero con datos un poco más específicos.

a) Propuesta #2.2

➤ Sección 1)

Esta sección llevará por nombre “Entrega constante de formato”; en esta sección se considera que es necesaria una entrega constante, debido que si no existe se piensa que el sistema puede llegar a trabajar por pausas. No se presentan gráficos de la sección debido que no existen modificaciones, sino que es similar a las secciones 1) de las iteraciones anteriores. Solamente algunos datos importantes a obtener del sistema son:

- Velocidad angular del motor de la banda transportadora azul de la máquina “M1”
- El tiempo en que se tarda en salir los 8 productos.

➤ Sección 2)

Esta sección llevará el nombre de “Empuje de formato”; principalmente a través de la Figura 31. Presentamos a lo que nos referimos con empuje de formato.

Figura 31. Secuencia gráfica del empuje del formato que se busca, lectura de gráfico de izquierda a derecha. Flechas verdes marcan la secuencia y las flechas rojas el movimiento del producto.

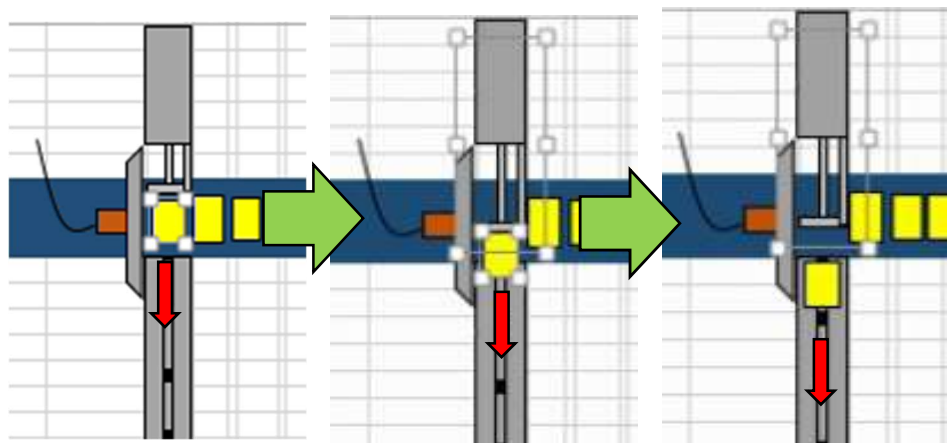
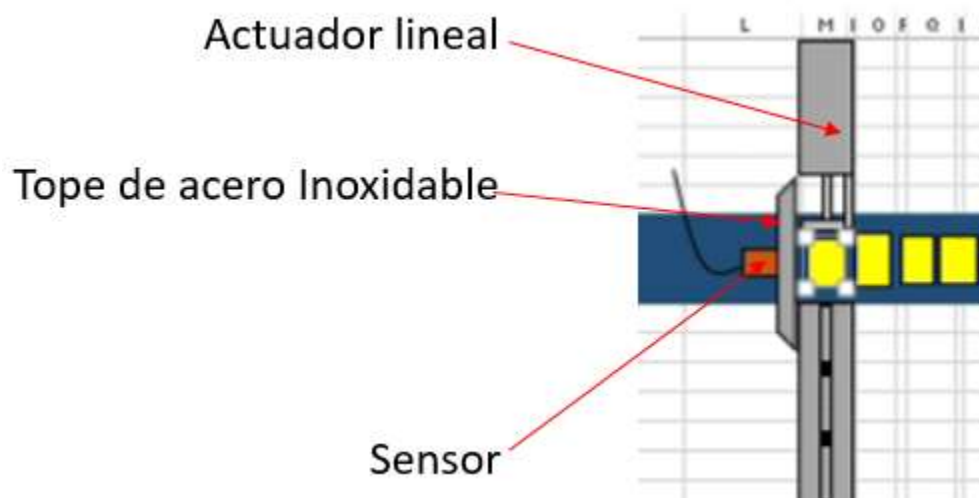


Figura 32. Representación gráfica de la sección 2), señalando posibles implementos a utilizar.



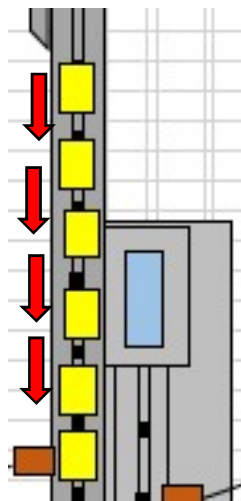
Adicionalmente tenemos la Figura 32. Donde se presenta gráficamente una visualización de planta de la sección 2) y se enlistan los implementos necesarios en dicha sección. Finalmente, algunos de los datos que se consideran importante conocer son:

- Separación entre producto después al obtener una entrega constante.
- Velocidad tangencial de la banda transportadora azul de la máquina “M1”.

➤ Sección 3)

Esta sección recibirá el nombre de “Traslado de formato”. Como el mismo nombre lo dice se encarga de trasladar el producto que es desviado en la sección 2) y es llevado en una banda transportadora que se considera que estará a la misma velocidad que este la banda azul de la máquina “M1”.

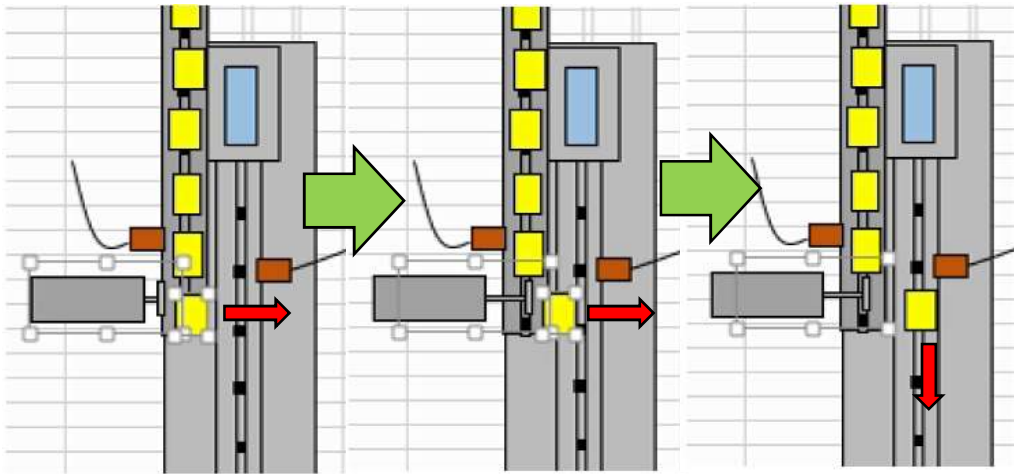
Figura 33. Representación gráfica de la sección 3); flechas rojas muestran movimiento del producto en vista de planta.



➤ Sección 4)

Es sección llevará por nombre “Colocación de Formato”. Esta sección nuevamente se tendrá un actuador lineal, el cual debe cumplir las mismas funciones del actuador lineal de la sección 2). La secuencia del movimiento que se realizará se puede observar en la Figura 34.

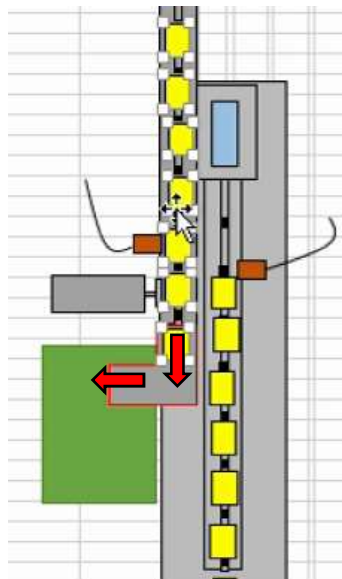
Figura 34. Secuencia gráfica de colocación del producto, lectura de gráfico de izquierda a derecha. Flechas verdes marcan la secuencia y las flechas rojas el movimiento del producto.



➤ Sistemas de Emergencia

Una sección que se le fue adicionado fue un sistema de emergencia ya que en casos pueden que los productos presenten defectos entonces se pararía la máquina “M2” y existirá un desfogue a canastas como se puede ver la Figura 35.

Figura 35. Sistemas de emergencia en el caso que la máquina “M2” se detenga, flechas indican desfogue de producto y contener o canasta de color verde donde se acumula el producto desfogado.



b) Propuesta # 3. A continuación, tenemos la una nueva propuesta, esta se encuentra basada en las propuestas anteriores, pero con variaciones de algunos implementos. Está de más decir que las secciones mantienen los nombres que se dieron en la propuesta # 2.2.

➤ Sección 1)

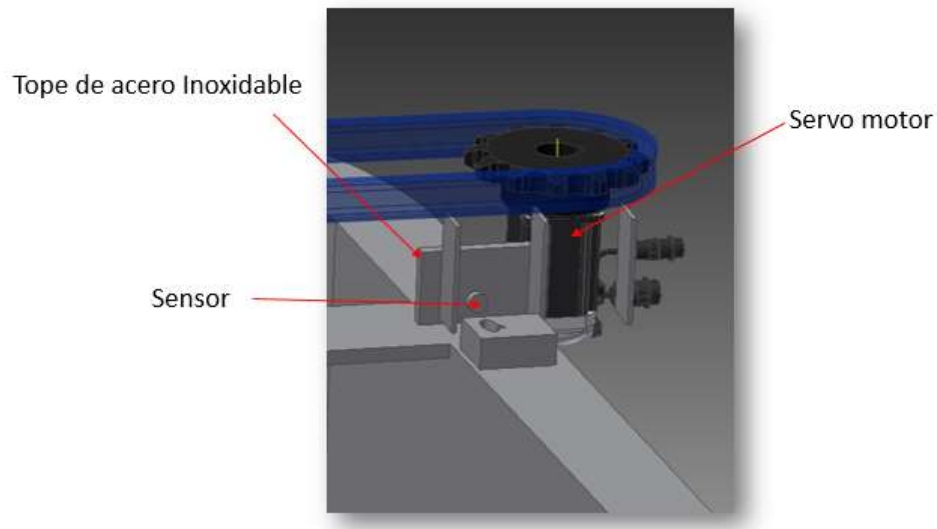
Esta sección se mantiene como se ha explicado en las propuestas 1, 2, 1.2 y 2.2.

➤ Sección 2)

En esta sección nuevamente tenemos el empuje o desvió del formato, pero en este caso se buscó otro tipo de sistema. Como se puede ver en la Figura 36. Tenemos un servo motor que está sujeto a un sistema de sprocket- cadena y cuando el servo motor gire la cadena tendrá paletas que movilizaran al producto fuera de la banda transportador. Nuevamente los datos que se piensa necesarios para el análisis del sistema serial:

- Separación entre producto después al obtener una entrega constante.
- Velocidad tangencial de la banda transportadora azul de la máquina “M1”.

Figura 36. Sección 2) de propuesta #3. Bocetaje diseñado en inventor para representación gráfica, adicionalmente se señalan posibles implementos a utilizar.



➤ Sección 3)

Para el traslado del producto debido al sistemas al que está sujeto el servomotor de la sección 2), el producto será movilizado por arrastre en la Figura 37. Notamos el sistema y algunas de los posibles implementos que se utilizarían. Para poder tener una mejor idea del funcionamiento de la sección las Figura 38 y 39. Indican la secuencia a la que se vería sujeto el producto a movilizar.

Figura 37. Sección 3) de propuesta #3. Boceto diseñado en inventor para representación gráfica, adicionalmente se señalan posibles implementos a utilizar.

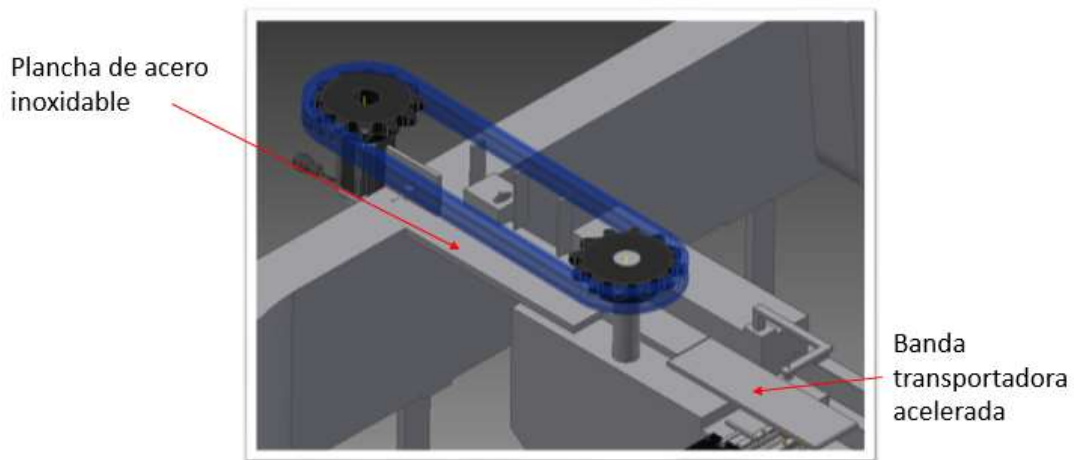


Figura 38. Representación de secuencia del traslado de producto en la sección 3), parte 1; flechas rojas denotan movimiento del producto y flechas verdes secuencia del sistema.

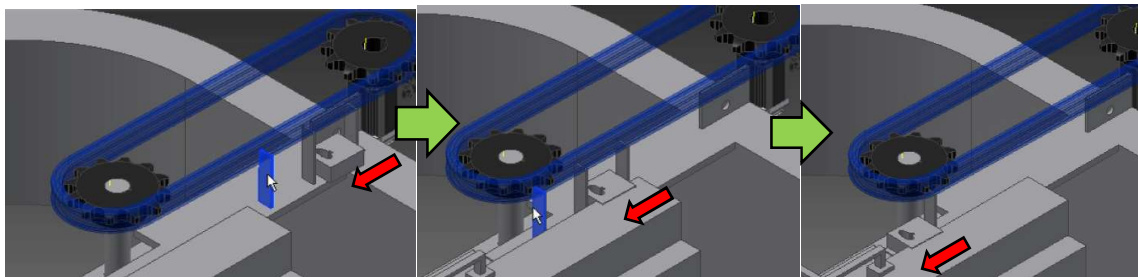
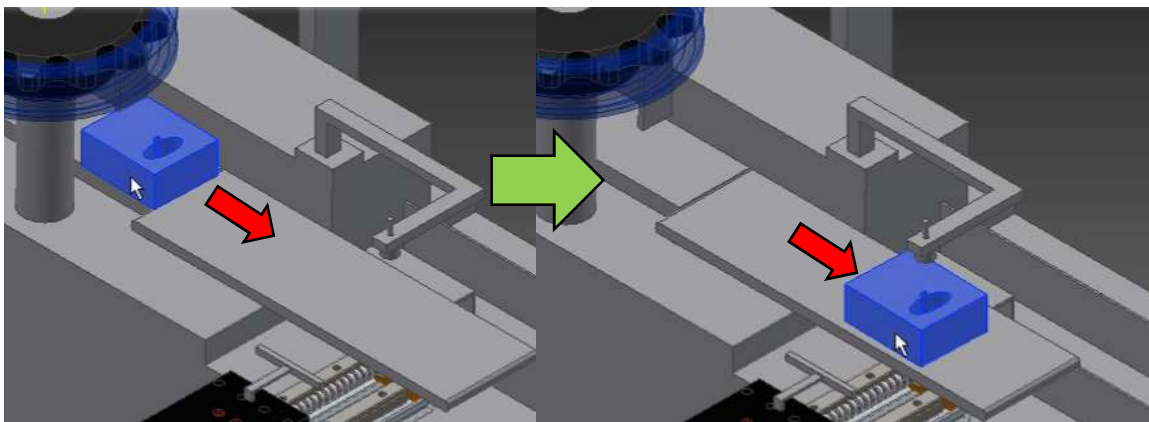


Figura 39. Representación de secuencia del traslado de producto en la sección 3), parte 2; flechas rojas denotan movimiento del producto y flechas verdes secuencia del sistema.



➤ Sección 4)

Para esta sección se tiene la idea utilizar algún tipo de actuador lineal para realizar el colocado del producto en la nueva máquina. En la Figura 40. Notamos un esquema de la sección y posibles componentes. Adicionalmente la secuencia de colocación del producto se presenta en la Figura 41.

Figura 40. Sección 4) de propuesta #3. Boceto diseñado en inventor para representación gráfica, adicionalmente se señalan posibles implementos a utilizar.

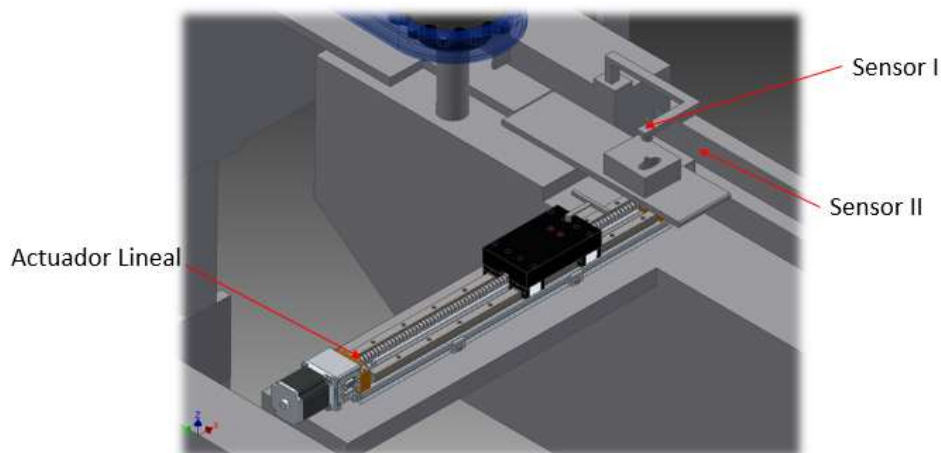
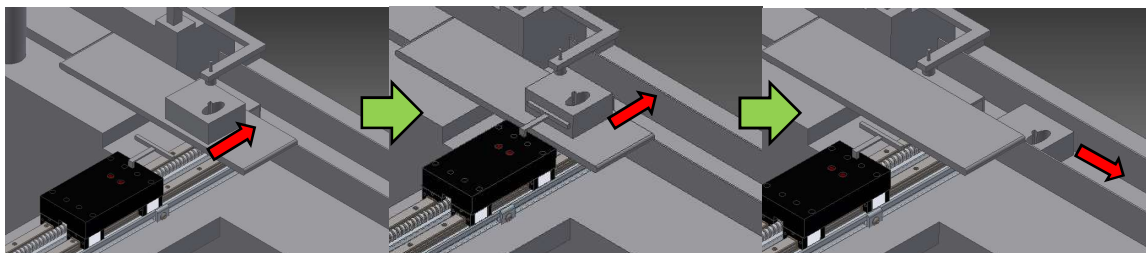


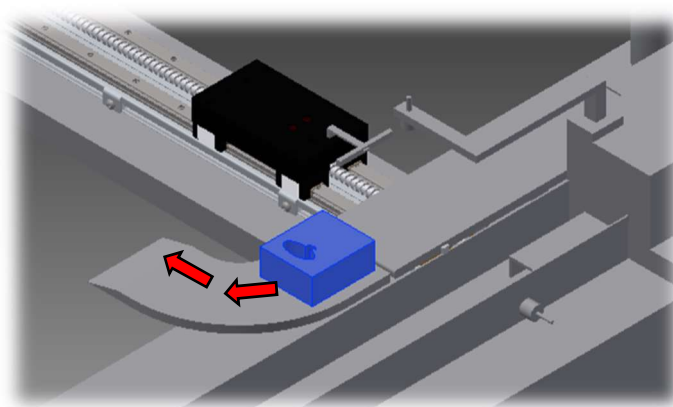
Figura 41. Representación de la secuencia del traslado de producto en la sección 4); flechas rojas denotan movimiento del producto y flechas verdes secuencia del sistema.



➤ Sistema de Emergencia

A igual que la propuesta #2.2 se tiene la una idea de sistema de emergencia y se encuentra similar. Ver Figura 42.

Figura 42. Representación gráfica del sistema de emergencia en propuestas #3. Flechas rojas señalan trayectoria del producto.



b. **SELECCIÓN DE DISEÑO.** Para la selección del diseño se tomaron en cuenta características claves de los diseños que pueden dar una idea del mejor diseño después de haber realizado distintas iteraciones. El criterio es la fase cinco del documento “*El Proceso de Diseño de Ingeniería*”, tomado del documento del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad del Valle de Guatemala.

El criterio toma en cuenta características claves de los diseño o propuestas a poner en comparación, en el presente trabajo se tomaron en cuenta costo, seguridad, complejidad y análisis (todo lo que se refiere a el análisis de tipo dinámico y físico). En la tabla de ponderar de 1 a 10; donde 1 es una mala puntuación y 10 una buena puntuación, por lo tanto, el diseño con mayor puntuación será lo propuestas más calificada para ser analizada a profundidad e iniciar la selección de implementos. Ver Tabla 3. Para conocer el diseño seleccionado.

Tabla 3. Tabla para selección de propuestas de diseño.

CRITERIO	PROPUESTA #2.2	PROPUESTA #3
Costo	5	3
Seguridad	3	2
Complejidad	8	5
Análisis	7	3
Total	23	13

Una vez realizado el análisis notamos que el diseño seleccionar es la “Propuesta 2.2” ya que presenta las mejores ventajas para poder ser desarrollada.

c. ANÁLISIS DINÁMICO. Cuando hacemos referencia al análisis dinámico no se referimos a parte de “*la mecánica que estudia y calcula el movimiento y las fuerzas*” según diccionario LAROUSSE. Se realizarán análisis de cada una de las secciones de la propuesta #2.2, para poder tener un criterio y de esta forma buscar los implementos electro-mecánicos.

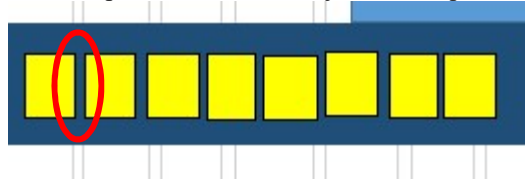
1) Sección 1). Dentro de esta sección tenemos la presencia de la banda transportadora azul de la máquina “M1”. Esta banda transportadora entrega producto de forma irregular no de forma constante; por lo tanto, el objetivo es poder modificar la velocidad de la banda transportadora y obtener una entrega de producto constante. Los datos a obtener fueron:

a) RPM promedio actual. Para poder obtener las RPM actual de la banda se realizó un procedimiento de forma experimental ya que de forma visual se tomaron la cantidad de vueltas que daba el eje del motor por 1 minuto y se repitió el procedimiento 10 veces más. Esto nos revelo que las RPM promedio actual son de 39 RPM.

b) El tiempo promedio de tardanza en máquina “M1” para entregar secuencia de ocho productos. Para la obtención del tiempo nuevamente se realizó un procedimiento de forma experimental, ya que se forma visual y con el uso de un cronometro se tomó el tiempo promedio y se obtuvo que el tiempo que se denotara como “T” fue de 3.20 segundos.

c) Separación entre producto-producto en secuencia de ocho

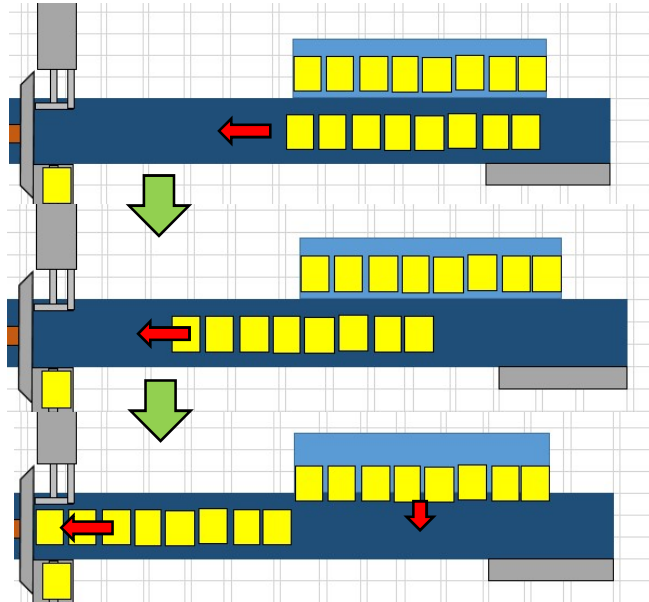
Figura 43. Secuencia de ocho productos, círculo rojo señala separación producto-producto.



Para poder obtener esta separación se tomaron fotos del producto en esta secuencia y utilizando software se analizó la separación existente y se obtuvo que la separación promedio es de 2 milímetros.

d) Velocidad lineal/tangencial necesaria para entrega constante. Para poder obtener esta velocidad primero se delimito la distancia que debía movilizarse el último producto en la secuencia de ocho productos para coincidir con el primero producto de la siguiente secuencia de ocho. En la Figura notaremos la secuencia que se explicó.

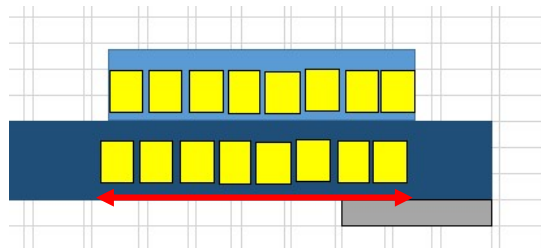
Figura 44. Secuencia para poder tener una entrega constante; flechas rojas denotan movimiento del producto y flechas verdes secuencia del sistema.



Para delimitar la distancia que tiene una secuencia de ocho productos conocemos las dimensiones del producto (sería de 69 mm como en Figura 19.) y se toma también se cuenta la separación entre producto-producto (como se ve en la Figura 43.). Hacemos la siguiente operación sencilla:

- $Distancia (D) = (69 * 8) + (2 * 7) = 566 \text{ mm} (0.566 \text{ m})$

Figura 45. Secuencia de ocho productos, se indica distancia “D” con doble flecha color rojo.



- Operatorio para obtener velocidad lineal/tangencial ($V_{T/L}$)

$$V_{T/L} = \frac{D}{T} = \frac{0.566 \text{ m}}{3.20 \text{ s}}$$

$$V_{T/L} = 0.1768 \frac{m}{s}$$

e) RPM nuevo. Una vez llegamos a este paso lo que deseamos es que a través de la velocidad lineal que se puede tomar como velocidad tangencial de la banda transportadora azul, se logre encontrar la RPM nuevas que necesitamos para poder tener una entrega de producto constante.

Para poder obtener este dato se utilizó la relación que existe entre velocidad tangencial con la velocidad angular y se realizó la siguiente operatorio:

- Ecuación de relación entre velocidad tangencial y velocidad angular.

$$V_{T/L} = \frac{n * \pi * d}{60}$$

$n =$ velocidad angular (RPM)

$d =$ diametro de sprocket sujeto al eje del motor

$V_{T/L} =$ velocidad tangencial

- Operatoria para obtener nuevos RPM.

Nota: Se obtuvo que el diámetro del sprocket es de 0.105 m.

$$n = \frac{V_{T/L} * 60}{\pi * d} = \frac{0.1768 \frac{m}{s} * 60}{\pi * 0.105 m}$$

$$n = 32.15 \text{ RPM}$$

Tabla 4. Velocidad angular actual y velocidad angular nueva para banda transportadora azul.

RPM Actual	39	RPM
RMP Nuevo	31.15	RPM

2) Sección 2). En esta sección tenemos presencia de un actuador eléctrico y un sensor. Para poder conocer datos específicos de estos sistemas necesitamos analizar frecuencia a la que se detectara el producto y por otro lado de plantean 2 casos; en el caso 1 tenemos un análisis M.R.U.A y el caso 2 tenemos un sistema sujeto al teorema de impulso.

a) Frecuencia de producto. Conocer la frecuencia del producto me servirá para conocer a la frecuencia minina que debería trabajar el sensor que se utilizaría para poder accionar el actuador eléctrico que desviara el producto de la banda transportadora azul de la máquina “M1”. Los cálculos realizados son bastantes simples. Se planteó un sistema de dos productos (producto A y producto B) con una separación entre ellos de 2 mm y se calculó el tiempo en que el producto B llega a la posición del producto A.

- Distancia a recorrer (D_1) = 0.071 m
- $V_{T/L} = 0.1768 \frac{m}{s}$

$$V_{T/L} = \frac{D}{T_1}$$

$$T_1 = \frac{D}{V_{T/L}} = \frac{0.071 \text{ m}}{0.1768 \frac{m}{s}}$$

$$T_1 = 0.4015 \text{ s}$$

- Frecuencia de trabajo: $f = \frac{1}{T_1}$

$$f = 2.49 \text{ Hz}$$

b) Caso 1. Para este caso se plantea un problema donde tenemos una caja ubicada en una posición inicial cero, una distancia final de 100 mm (0.1 m), una velocidad inicial desconocida y una velocidad final igual a cero. En la Figura 46. Se presenta una imagen del sistema planteado.

Figura 46. Diagrama de sistemas M.R.U.A que será analizado para el desvío de producto.



- El tiempo utilizado será el tiempo (t) que será el tiempo que tarda un producto en recorrer 2 mm, ya que esa es la separación promedio entre los productos, con la velocidad nueva tangencial o lineal de la banda transportadora azul de la máquina "M1".

$$t = \frac{0.002 \text{ m}}{0.1768 \frac{m}{s}} = 0.01131 \text{ s}$$

- La distancia (X_f) a recorrer será un mínimo de 100 mm (0.1 m)
- La velocidad final (V_f) será cero.
- Ecuaciones:

$$X = X_0 + V_0 * t + \frac{1}{2} * a * t^2 \quad (1)$$

$$V_f = V_0 + a * t \quad (2)$$

- Como se puede ver en la Figura 46. La posición inicial y la velocidad final son iguales a cero por lo tanto las ecuaciones quedarían:

$$X = V_0 * t + \frac{1}{2} * a * t^2 \quad (3)$$

$$0 = V_0 + a * t \quad (4)$$

- Despejando la ecuación (4) para obtener la aceleración y luego la sustituimos en la ecuación (3) obtenemos que la velocidad inicial se calcularía:

$$V_0 = \frac{X}{t - \frac{1}{2} * t} \quad (5)$$

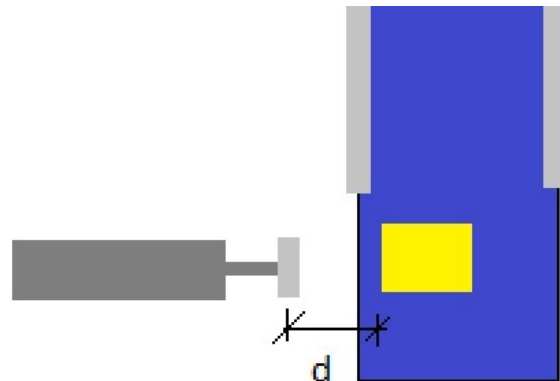
- Sustituyendo valores para encontrar la velocidad inicial, ecuación (5):

$$V_0 = \frac{0.1 \text{ m}}{0.01131 - \frac{1}{2} * 0.01131}$$

$$V_0 = 17.68 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

c) Caso 2. Durante las iteraciones de las propuestas se puede contemplar que se tendrá un actuador eléctrico que desviará el producto fuera de la banda transportadora de la máquina “M1”. Debido gran cantidad de producto el planteamiento de un actuador tipo lineal eléctrico generaría altas velocidades lineales por lo que se busca es que el actuador golpee el producto debido a eso se plantea un problema con el teorema del impulso. En esta el sistema consta de un actuador lineal eléctrico que tendrá una masa y estará separado a una distancia del producto y se conocer la masa que debe chocar contra el producto para este se desplazado fuera de la banda transportadora. En la Figura 47. Se ve un diagrama del sistema que será analizado.

Figura 47. Sistema para estudio de teorema de impulso. Actuador lineal de lado izquierdo y producto lado derecho, color amarillo.



- La masa del producto (m_p) es de 0.06 kg.

- Velocidad a la cual el producto debe viajar ($V_p = V_0$) es la velocidad obtenida en el caso 1 de esta sección.
- Teorema del impulso:

$$m_A V_A = m_p V_p \quad (6)$$

- Despejando (m_A) de la ecuación (6) para conocer la masa que chocara con el producto:

$$m_A = \frac{m_p V_p}{V_A} \quad (7)$$

- Debido que en la ecuación (7) no conocemos (V_A) se encontrara disponiendo una distancia y un tiempo (el tiempo a utilizar deber la mitad del utilizado en el caso 1.

$$V_A = \frac{d}{t} = \frac{0.015 \text{ m}}{\frac{0.01131 \text{ s}}{2}}$$

$$V_A = 2.6525 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{velocidad mínima de actuador lineal})$$

- Ahora utilizando la ecuación (7) nuevamente podemos dimensionar la masa que se necesita poner en el extremo del actuador lineal.

$$m_A = \frac{0.06 \text{ kg} * 17.68 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2.6525 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$m_A = 0.399 \text{ Kg}$$

- 3) Sección 3). Esta sección trabaja con la misma velocidad de la sección 1).
- 4) Sección 4). Esta sección trabaja con los datos obtenidos en la sección 2).

d. **SELECCIÓN DE IMPLEMENTOS.** A continuación, notamos nuevamente una separación por secciones, pero en este caso se presentarán las especificaciones de en cada sección con sus tablas donde se enlistarán los implementos existentes en el mercado seleccionado que cumplen las especificaciones.

1) Sección 1). En esta sección no es necesario algún implemento mecánico eléctrico debido solo es necesario un ajuste de velocidad en la banda transportadora como se indica en la Tabla 4.

2) Sección 2). Para la sección 2) se necesita un actuador lineal que pueda cumplir con las siguientes especificaciones.

- Una velocidad mínima de $2.6525 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- Una carrera mínima de 0.015 m.

- Colocarle una masa de 0.399 Kg en el sistema que estará sujeto al movimiento lineal.

Adicionalmente un sensor que cumple con la siguiente especificación:

- Que pueda trabajar a una frecuencia mínima de 2.49 Hz para poder censar el producto y activar el sistema en el tiempo correcto.

Tabla 5. Actuador eléctrico que cumple especificaciones para sección 2

Código	Marca	Descripción	Velocidad Max. (m/s)	Carrera (cm)
1FN3300-3WG00-0BA1	siemens	Motor Lineal	6.380	50

Tabla 6. Masa posible que cumple especificaciones para sección 2

Material	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	MasaAprox. (Kg)
Acero inoxidable	40	20	80	0.499

Tabla 7. Sensor que cumple especificaciones para sección 2

Código	Marca	Descripción	Frecuencia de trabajo (Hz)	Distancia de operación (mm)	Instalación Rasante
6051011	SICK	Sensor capacitivo de proximidad	100	0 - 8	Si

3) Sección 3). Para la sección 3) el implemento electro-mecánico que se necesita son propuestas de bandas transportadora que cumplan con la RPM que utilizara en la sección 1). Para esta sección se hicieron tres distintas propuestas de bandas transportadoras, en la subsección D. de Anexos. Se verán planos con medias específicas que se ajustan al espacio disponible en la línea de producción.

El motivo de colocar estos planos es debido que los planos que se ven en el anexo D. serán cotizados y las especificaciones de dimensionales y materiales tiene un grado mayor de importancia, ya que las bandas transportadoras se mandaron a cotizar con una estructura completa de acero inoxidable.

4) Sección 4). Esta sección es una reproducción de la sección 2); por lo tanto, lo que se implemente en la sección 2) será implementado en esta sección por igual.

3) **DISCUSIÓN.** Durante el proceso de diseño de la sección electro-mecánica nos exponemos a un sinfín de ideas, propuestas, dificultades, términos, especificaciones, etc. Por un momento no se le encuentra un inicio y tampoco un final, pero realmente un diseño siempre se encuentra sujeto a mejoras. Primordialmente es necesario estar dispuesto a tomar toda idea como un punto clave o un punto de inicio; la fase de bocetaje es de suma importancia debido que sin ella no se tiene un modelo no se tiene algún análisis. Cuando hablamos de bocetaje es todo aquello que te sirva para poder describir una idea. Una vez delimites tus bocetos puedes empezar a completar con familias de dispositivos para poder cumplir los accionamientos de tus bocetos, siempre es importante conocer los límites que se tiene al momento de diseñar; esto límites te los impone el cliente y son cosas como precio optimo, espacios físicos, etc. Si se toma en cuenta todas estas limitantes se empieza a descartar bocetos e ideas y ayuda a poder tener opciones más limitadas lo cual no es negativo, sino una ayuda al diseñador y así mismo poder pasar de bocetos a propuestas.

Siempre es de suma importancia tener más de una propuesta. Una vez se tienen dichas propuestas se debe tomar un criterio en el cual se decida por una propuesta, realmente en el campo del diseño existen distintas formas de seleccionar un diseño. Al momento de haber elegido una propuesta y pase a ser el diseño clave, se empieza otra de las fases importantes, que es la toma o recolección de datos del sistema que se va a mejorar y con estos datos realizar análisis dinámico; estos análisis pueden varias en complejidad pueden ir desde simples planteamientos de velocidades hasta ecuaciones diferenciales y es una de las fases que no se pueden evitar, ya que sin esta fase no existe un criterio con fundamentos o sostenible para seleccionar implementos del sistema.

Finalmente, una vez se tiene todo el análisis pertinente de tus sistemas se puede dar paso a la fase de selección de implementos. Existen dos tipos de diseños, el primero es el diseño de cero de los implementos lo cual requiere un grado de análisis más profundo y exacto a la hora de seleccionar una propuesta y el segundo es la integración de implementos existentes en el mercado, la complejidad de este segundo es obtener especificaciones para la selección de implementos y cuando no encontramos el producto en el mercado, lo cual te llevaría a la creación de implementos totalmente nuevos para el mercado o rediseñar los tipos de accionamientos deseados. En este trabajo de graduación se implementó la segunda opción, en donde se buscó los implementos ya existentes o los que se adaptaran a las necesidades buscadas, la parte interesante es la basta información que hoy en día los proveedores ofrecen a los clientes para conocer sus productos, pero en muchos de los casos ofrecen los precios, solo si se hace una cotización formal indican precios de los implementos. Personalmente una de las dificultades más grandes en la fase de diseño mecánico-eléctrico es poder plasmar de forma gráfica o simulación las propuestas o bocetos.

C. DISEÑO DE CONTROL

Ahora se dará paso al diseño de control, pero es importante que en el presente diseño de control se tendrán limitaciones en temas como programación del sistema debido que los implementos que se utilizaran por cuestiones de presupuesto no se tiene acceso a dicha tecnología, pero se indicara un diagrama de flujo para ejemplificar la lógica del sistema. Hablando del resto se profundizo para poder presentar la mayor cantidad de data para que al momento de implementación no exista la mínima dificultad.

En el caso de la selección de implementos de control que son puramente eléctricos. Se tomaron procedimientos un tanto teóricos y también se realizaron cálculos sencillos para conocer las alimentaciones generales del sistema eléctrico. Cuando hablamos de procedimientos teóricos fue la búsqueda incansable de los manuales, hojas técnicas, planos de dimensiones, etc. Todo esto para conocer los implementos seleccionados. Inicialmente se seleccionó el Controlador Lógico Programable (PLC), para poder seleccionar este implemento se respondieron un listado de especificaciones que se tomaron del curso de “Electrónica Industrial” de la Universidad del Valle de Guatemala, que se puede ver en la Tabla 8.

Tabla 8. Especificaciones más Relevantes a la hora de seleccionar un PLC; tomado del curso Electrónica Industrial de la Universidad del Valle de Guatemala

No.	Especificación
1	Unidad central
2	Capacidad de memoria de programa/datos
3	Capacidad de entradas y salidas digitales
4	Modularidad de entradas/salidas
5	Capacidad de interrupción
6	Recursos de comunicación
7	Interfaz usuario-máquina
8	Protección de propiedad intelectual y seguridad (security)
9	Seguridad (safety)
10	Lenguajes de programación

Una vez se completaron estas necesidades se buscaron propuesta de PLC, regidos a la Tabla 8., hasta encontrar el que encajara en las necesidades solicitados por el diseñador. Al momento de tener seleccionado el PLC se dio paso a la selección del resto de implementos ya que en el diseño electro-mecánico o mecánico-eléctrico, existió la fase de selección de implementos, pero la mayoría de esto implementos tienen un sistema para poder ser encendidos y controlados, ya que pueden llegar a ser implementos de alta precisión y de nivel industrial. Por lo tanto, a diferencia del PLC el resto de selección de implementos está sujeto a los implementos mecánico-eléctricos y a los niveles de voltaje y corriente que requiere el sistema.

1. RESULTADOS

a. **SELECCIÓN DE CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC).** Para esta selección como me menciona al inicio del diseño de control se completó la Tabla 8. Lo cual ofreció una selección más ordenada y clara. En la Tabla 9. Tenemos las necesidades que se consideraron pertinentes para seleccionar el PLC más apto para cumplir las capacidades de control de sistema.

Tabla 9. Delimitación de las necesidades que se considera pertinentes para seleccionar el PLC.

No.	Especificación	Necesidades
1	Unidad Central	trabajar mayor a 87 Hz
2	Capacidad de memoria de programa/datos	sin especificar
3	Capacidad de entradas y salidas digitales	5 entradas
4	Modularidad de entradas/salidas	si en caso de mejorar sistemas
5	Capacidad de interrupción	sin especificar
6	Recursos de comunicación	Profibus DP master
7	Interfaz usuario-máquina	SI
8	Protección de propiedad intelectual y seguridad (security)	SI, pero no necesaria
9	Seguridad (safety)	SI, pero no necesaria
10	Lenguajes de programación	Sin tipo específico

1) **Controlador Lógico Programable (PLC) seleccionado.** Es importante mencionar que una de las necesidades más fuerte fue el recurso de comunicación en este caso “Profibus DP master”, debido que las familias inferiores al PLC seleccionado solo contenían “Profibus slave”. En la Tabla 10. Se encuentra el PLC seleccionado.

Tabla 10. Controlador lógico programable que se utilizara en automatización.

Código	Proveedor	Descripción	Voltaje (V)	Corriente (A)	Profibus DP
6ES7315-2AH14-0AB0	Siemens	SIMATIC S7-300	24	2	Si

b. **LISTA DE IMPLEMENTOS ELECTRICOS.** Para poder realizar la selección del resto de implementos se separaron por implementos mecánico-eléctricos. También existirá una sección de implementos adicionales que fueron seleccionados por temas de interacciones humanos computadora.

1) **Bandas transportadoras.** Para las bandas transportadoras se buscó seleccionar un variador de frecuencia que manejara el motor de la banda transportadora azul de la máquina “M1” y adicionalmente el motor de la segunda banda transportadora que se seleccione en la sección 3). Conociendo que la potencia de los motores es de 1 Hp cada uno; se decide buscar un variador de frecuencia de 4 Hp y la comunicación del mismo será por PROFIBUS. Adicional se consideran utilizar un guarda motor por cada motor.

Tabla 11. Implementos seleccionados para el manejo de las bandas transportadoras.

Código de parte	Proveedor	Cantidad	Descripción
3RV20111EA15	Siemens	2	Guarda motor
6SE6440-2UC23-0CA1	Siemens	1	Variador de Frecuencia
6SE6400-0BP00-0AA0	Siemens	1	BOP
6SE400-1PB00-0AA0	Siemens	1	Módulo Profibus

2) Actuador lineal. A decir verdad, la selección de implementos para el manejo del motor lineal fue una de las de mayor complejidad, debido que este tipo de actuadores no son muy comunes, y su manejo se encuentra compuesto por un Encoders para verificar la posición del motor, una terminal para el manejo del Encoders y temperaturas del motor, un moduló driver para la alimentación y manejo del motor lineal y una unidad de control, con su propio flash card, esta unidad de control se maneja por medio de PROFIBUS.

Tabla 12. Implementos seleccionados para el manejo de motores lineales.

Código de parte	Proveedor	Cantidad	Descripción
6SL3055-0AA00-3KA0	Siemens	2	Terminal Module
L-9517-9524-03-B	RENISHAW	2	Encoders
6SL3130-1TE22-0AA0	Siemens	1	Driver Booksize
6SL3040-1MA00-0AA0	Siemens	1	Control Unit
6SL3054-0EG01-1 BA0-ZF06	Siemens	1	Flash card CU

3) Sensores capacitivos de proximidad. Tenemos el apartado de sensores capacitivos de proximidad debido que ellos tienen que estar comunicados directamente con el PLC, pero debido que el PLC seleccionado es de tipo modular es necesario módulo de entradas digitales, pero adicionalmente se adiciono un módulo de salidas digitales, en caso que el sistema pueda llegar a ser ampliado en funcionamiento.

Tabla 13. Implementos seleccionados para comunicar sensores con PLC.

Código de parte	Proveedor	Cantidad	Descripción
6ES7321-1BH02-0AA0	Siemens	1	Módulo Entrada digitales
6ES7322-1BF01-0AA0	Siemens	1	Módulo Salidas digitales

4) Alimentación 24 V. El presenta apartado de alimentación de 24 V, como el mismo título lo indica se presentará la fuente seleccionada. De forma resumida para poder realizar la selección de la fuente de alimentación de 24 necesaria, la metodología consistió en seleccionador todos los implementos del diseño de control y de todos los implementos identificar los que necesitan 24 V DC. Una vez seleccionados se necesita sumar todas las corrientes. El presente sistema de control necesita 24 V con una corriente mayor de 4 amperios.

Tabla 14. Fuente seleccionada para alimentar 24V DC a sistemas de control.

Código de parte	Proveedor	Cantidad	Descripción
6EP1 334-2AA01	Siemens	1	Fuente de poder

5) Interacción humano computadora. Para la interacción humano computadora no existe un procedimiento de selección específico, sino que depende del diseñador. Para dicha interacción se seleccionaron botones de ON, OFF y paro de emergencia. Adicionalmente, en casos que el sistema en un futuro tenga mejoras o ampliaciones también se seleccionó una pantalla táctil.

Tabla 15. Implementos seleccionados para interacción humano computadora.

Código de parte	Proveedor	Cantidad	Descripción
6AV2123-2GA03-0AX0	Siemens	1	Pantalla táctil
3SB3000-1AA20	Siemens	1	Botón paro emergencia
3SB36 03-0AA21	Siemens	1	Botón rojo
3SB36 01-0AA41	Siemens	1	Botón verde

c. PLANOS ELÉCTRICOS Y PANEL DE CONTROL. En esta sección lo que tenemos es un conjunto de 15 planos multifilares y 3 de las topologías del tablero. El manual se encuentra en el anexo E. En los planos se puede ver las instalaciones eléctricas que se utilizarían para la implementación del sistema completo. Al inicio se tiene un índice para conocer el título de cada plano.

d. DIAGRAMA DE FLUJO (LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO SISTEMA). Para el presente apartado lo que se presenta es un diagrama de flujo que ejemplifica la lógica que tendrá el sistema, siempre se deja abierto a modificaciones al momento que sea implementado el sistema. Primero encontraremos la Figura 48. Donde podremos ver los implementos que tendrá el sistema y están señalados cada uno de ellos. Luego tendremos una tabla donde se indican las variables que se identificaran cada uno de los implementos del sistema y finalmente, se presenta el diagrama de flujo que como se mencionó con anterioridad ejemplifica la lógica del sistema.

Figura 48. Diagrama representativo guía donde se señalan implementos de sistema e automatización, para ejemplificar lógica de funcionamiento en Figura 49.

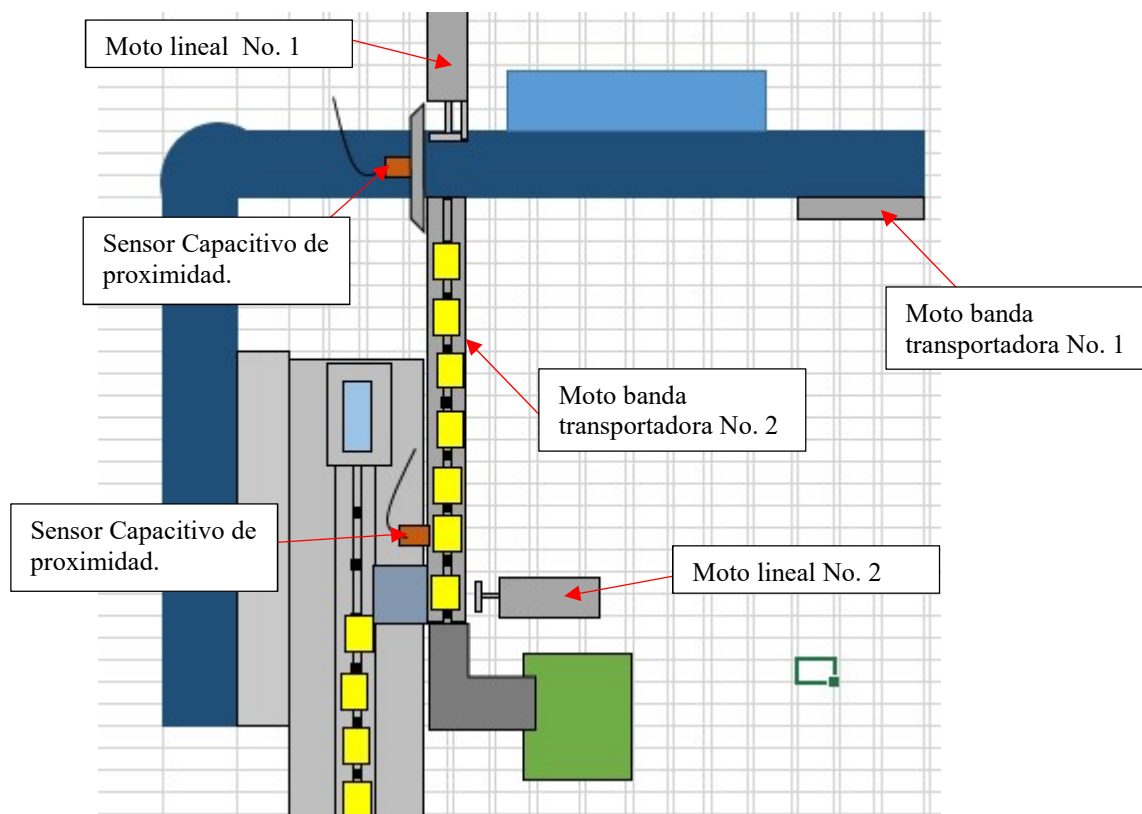
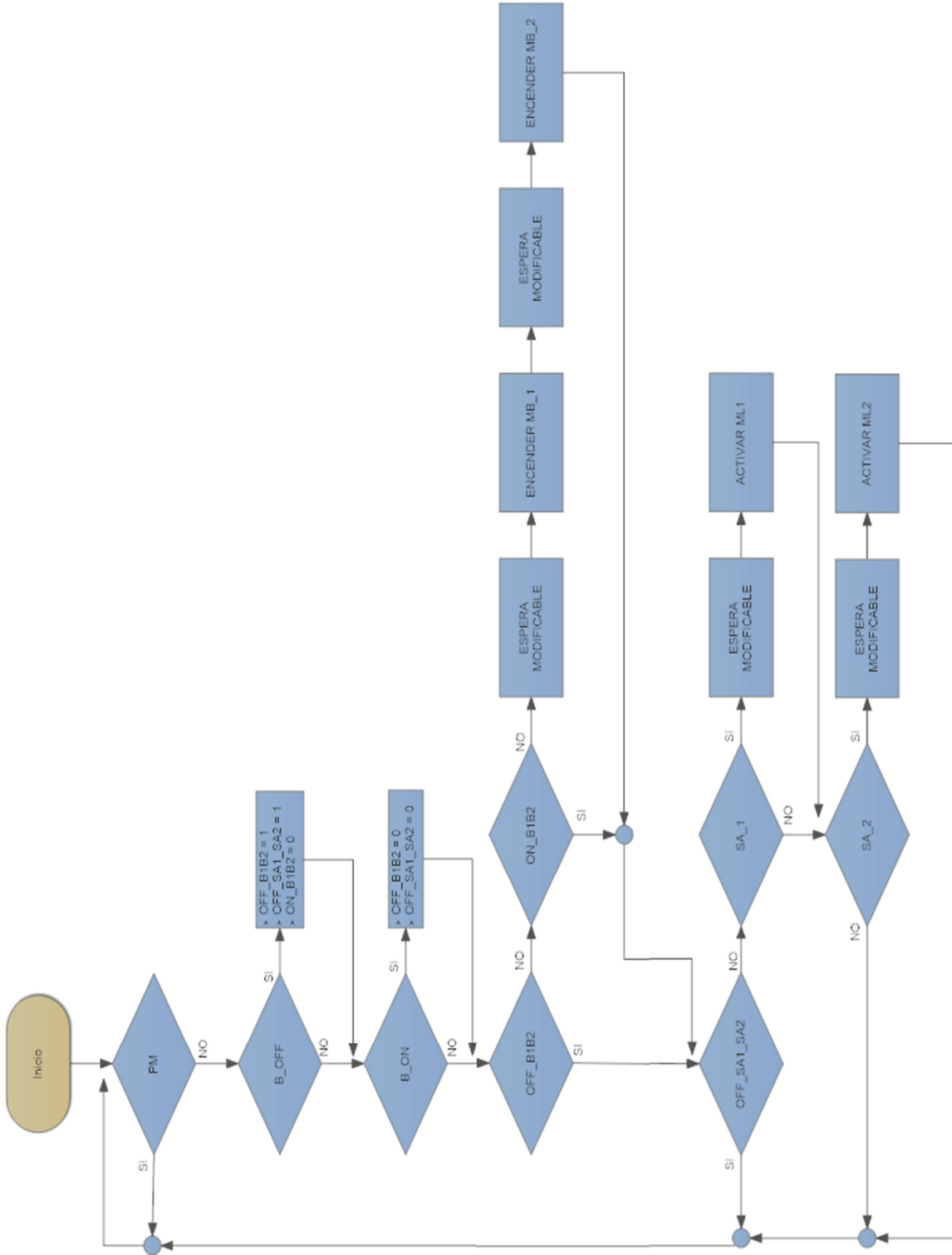


Tabla 16. Se encuentra las variables que se utilizarán en el diagrama de flujo Figura 49.

Nombre Variable	Descripción
B_ON	Botón color verde para encender
B_OFF	Botón color rojo para apagar
PM	Botón para de emergencia
SA_1	Sensor capacitivo de proximidad
SA_2	Sensor capacitivo de proximidad
ML1	Motor lineal No. 1
ML2	Motor lineal No. 2
MB_1	Motor banda transportadora No. 1
MB_2	Motor banda transportadora No. 2
ON_B1B2	Bandera para evitar encendido continuo de "MB_1" y "MB_2"
OFF_B1B2	Bandera para apagar "MB_1" y "MB_2"
OFF_SA1_SA2	Bandera para apagar "SA_1" y "SA_2"

Figura 49. Diagrama de flujo para ejemplificar la lógica del funcionamiento del sistema en general, se aclara que no se tomo en cuenta el sistemas de emergencia.



El funcionamiento es bastante simple en la Figura 49. Se puede notar que el sistema estará siempre verificando los estados de los botones PM, B_OFF y B_ON para saber si el sistema está encendido o apagado. Después de verificar el estado del sistema según los botones pasamos al funcionamiento del sistema que es bastante simple; los sensores capacitivos de proximidad (SA_1 y SA_2) verifican que se acerca un producto y activan al motor lineal (ML1 o ML2), si los sensores no captan producto no se accionan los motores lineales. Adicionalmente es importante mencionar que las bandas transportadoras solo se encienden una sola vez, debido a esto se utilizó la bandera ON_B1B2 para encender solo una vez las bandas transportadoras y no repetidamente. Ahora los implementos en el panel de control que sobra se encuentran a disposición para su uso y mejoras; un ejemplo es que en la pantalla se muestren los tiempos de activación que se pueden ver en el diagrama de flujo que son denotados como “ESPERA MODIFICABLE” y que se le da como opción al usuario para poder modificarlos y de esta forma realizar ajustes al sistema.

2. DISCUSIÓN. El diseño de control de sistema de automatización se puede

considerar el cerebro que controlara y alimentara a todo el sistema, ya que un diseño de automatización siempre debe incluir la parte de control del sistema porque, aunque sonase simple tiene un grado de complejidad alto, esto se considera que es debido a que se tratan de implementos de nivel industrial. La selección para el diseño de control se regía a los implementos seleccionados en el diseño mecánico-eléctrico. Por otro lado, una de las fases más importantes fue el diseño de planos eléctricos ya que estos son las indicaciones necesarias para la instalación del sistema completo, sin ellas se puede considerar que el diseño de control estaría totalmente incompleto. Solo para argumentar la falta de código de implementación del sistema es debido a la falta de presupuesto ya que se considera de suma importancia poder realizar pruebas con los implementos.

Para la selección del PLC o el controlador lógico programable se notó que la especificación de mayor peso fue la comunicación que se implementaría entre los componentes, en este caso se seleccionó PROFIBUS DP MASTER, adicionalmente se encontró que la mayoría de implementos seleccionados tienen acceso a dicha comunicación ya que no se tuvo ninguna dificultad en el que los implementos de control no tuvieran acceso a dicha interfaz de comunicación.

Ahora para comentar acerca de la búsqueda de implementos y de su data técnica no existió mucha complicación debido que nuevamente el proveedor, en este caso SIEMENS, tiene un gran variedad de catálogos con amplia información y datos técnicos, los cuales a decir verdad son los necesarios para poder tener un criterio de selección; además ofrecen la información de instalación y puesta en marcha debido a esto es que en la selección de los implementos se coloca el código del implemento ya que con este código único de catálogo se puede conseguir toda la data técnica, instalación, implementación, configuración, etc.

D. PROPUESTA ECONÓMICA

Es de suma importancia tener el conocimiento de una propuesta económica. Ayuda a dimensionar la inversión aproximada necesaria para la posible implementación del sistema. En este apartado la metodología consistió en hacer

un listado de los implementos que se han seleccionado en el diseño mecánico-eléctrico y en el diseño de control. Una vez teniendo dicho listado se hará una tabla donde se pondrá el código de búsqueda del producto, cantidad, nombre, marca, precio unitario y el precio total por renglón. Para realizar las cotizaciones se consideran realizar cotizaciones formales, con proveedores formales, y también se considera una buena fuente las ventas en la web, que son cotizaciones más informales. La cotización que se lograra es una aproximado de precio de automatización.

1. RESULTADOS

a. COTIZACIONES DE IMPLEMENTOS

Tabla 17. Precios aproximados de implementos necesarios para sistemas de automatización, para ver cotizaciones e investigaciones de precios en la web ver anexo F.

No.	Código	Cantidad	Nombre	Marca producto	Precio Unitario	Precio total
1	6051009	2	Sensor Capacitivo de proximidad	SICK	\$ 98.00	\$ 196.00
2	-	2	Motor trifásico	ABB	\$ 3,616.00	\$ 7,232.00
3	3RV20111EA15	2	Guarda motor	SIEMENS	\$ 223.02	\$ 446.04
4	6SE6440-2UC23-0CA1	1	Variador de Frecuencia	SIEMENS	\$ 487.56	\$ 487.56
5	6SE6400-0BP00-0AA0	1	BOP	SIEMENS	\$ 34.25	\$ 34.25
6	6SE400-1PB00-0AA0	1	Módulo Profibus	SIEMENS	\$ 117.86	\$ 117.86
7	1FN3300-3WG00-0BA1	2	Motor lineal	SIEMENS	\$ 150.00	\$ 300.00
8	6SL3055-0AA00-3KA0	2	Terminal Module	SIEMENS	\$ 414.00	\$ 828.00
9	L-9517-9524-03-B	2	Encoders	RENISHAW	\$ 99.00	\$ 198.00
10	6SL3130-1TE22-0AA0	1	Driver booksize	SIEMENS	\$ 946.24	\$ 946.24
11	6SL3040-1MA00-0AA0	1	Control Unit	SIEMENS	\$ 648.93	\$ 648.93
12	6SL3054-0EG01-1BA0-ZF06	1	Flash card CU	SIEMENS	\$ 1,496.00	\$ 1,496.00
13	6AV2123-2GA03-0AX0	1	Pantalla táctil	SIEMENS	\$ 660.00	\$ 660.00
14	3SB3000-1AA20	1	Botón paro emergencia	SIEMENS	\$ 46.00	\$ 46.00
15	3SB36 03-0AA21	1	Botón rojo	SIEMENS	\$ 28.00	\$ 28.00
16	3SB36 01-0AA41	1	Botón Verde	SIEMENS	\$ 45.00	\$ 45.00
17	6ES7315-2AH14-0AB0	1	PLC s7-300	SIEMENS	\$ 1,561.42	\$ 1,561.42
18	6ES7321-1BH02-0AA0	1	Entrada digitales	SIEMENS	\$ 173.50	\$ 173.50
19	6ES7322-1BF01-0AA0	1	Salidas digitales	SIEMENS	\$ 194.75	\$ 194.75
20	6EP1 334-2AA01	1	Fuente de poder	SIEMENS	\$ 440.50	\$ 440.50
21	6ES7590-1AC40-0AA0	1	Carrilera para PLC	SIEMENS	\$ 50.00	\$ 50.00
22	-	1	Tablero de Acero Inoxidable	-	\$ 1,397.36	\$ 1,397.36
PRECIO APROXIMADO TOTAL						\$ 17,527.41

En la Tabla 17. Podemos ver los precios obtenidos de cada implemento y esta misma tabla presenta en la parte inferior el precio total aproximada de inversión. Es importante aclarar que las cotizaciones realizadas son mayormente del extranjero por lo que el IVA de exportación no se encuentra considerada en la tabla de precios.

2. **DICUSIÓN.** Para este apartado no existe mucho tema a discutir debido que lo logrado fue en base a mucha investigación. Un dato importante es que la mayoría de precios de marca SIEMENS fueron buscados en línea o en la web y se tuvo una respuesta positiva debido que existían por lo menos dos páginas web que te ofrecía el mismo producto y a precios bastante cercanos uno del otro.

Una de las cotizaciones con mayor complejidad fue la de las bandas transportadoras, debido que se realizaron cotizaciones en el país, pero debido que no se vio una respuesta inmediata se cotizo nuevamente en Costa Rica (nuevamente fuera del país) y pidieron 4 días hábiles para poder realizar la cotización. Efectivamente la empresa contestó el cuarto día con la cotización prometida. Todas las cotizaciones se pueden ver en los anexos F.

La importancia de este apartado es debido que ofrece una ayuda al diseñador a conocer proyecciones de producción y de esta forma vender dicha automatización desde un enfoque económico, pero en estos casos para poder realizar un análisis profundo de los gastos esenciales es importante tener el apoyo de un profesional especializado en el campo económico.

E. PROTOTIPO DE FUNCIONALIDAD

Para poder ejemplificar el diseño que se está proponiendo se realizara un prototipo como se puede apreciar en las Figuras 53 y 54. Donde vemos el modelo de inventor donde se señalarán algunos implementos a utilizar y posteriormente se realizar una demostración o simulación del funcionamiento del diseño de la propuesta #2.2

Figura 50. Prototipo que se implementará.

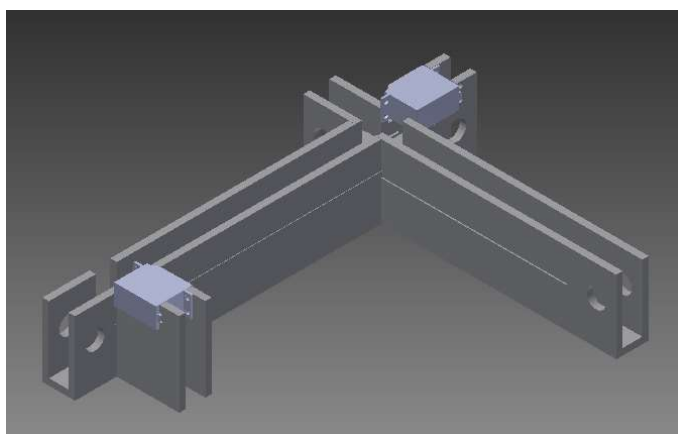
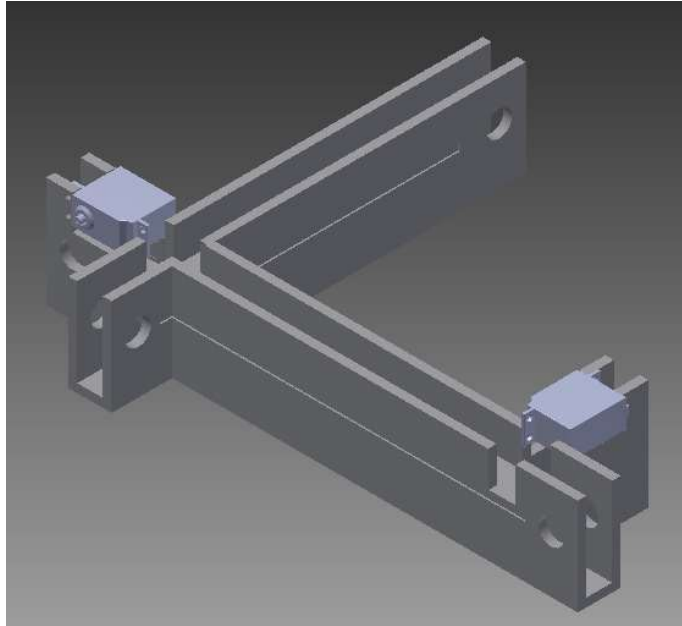


Figura 51. Prototipo que se implementará.



VI. CONCLUSIONES

- Se obtuvo el diseño mecánico- eléctrico a través de varias iteraciones nos ofreció la propuesta #2.2 en la cual se tienen cuatro secciones para el mejor entendimiento del sistema y selección de implementos.
- La selección de implementos mecánico-eléctrico necesita de un análisis dinámico para poder sesgar la selección del mismo y adicionalmente tomar en cuenta la constancia de mantenimiento, debido a esto los implementos seleccionados en el sistema de automatización deben ser considerados para mantener el mínimo mantenimiento bajo largas jornadas de producción, lo cual en el presente diseño así fue.
- Se obtuvo el diseño de control con selección de implementos con especificaciones, planos eléctricos.
- El diseño de control se encuentra totalmente ligado al diseño mecánico-eléctrico, debido que para seleccionar los implementos del diseño de control necesitamos conocer específicamente los actuadores o implementos que ejercerán una función.
- El precio aproximado de la automatización es de \$ 17,527.41 dólares.
- El diseño de automatización alcanzo sus objetivos ya que, en comparación al planteamiento del problema, se pudiera decir que la propuesta #2.2 es una solución automatizada, dejando que el sistema sea eficiente y fácil de supervisar.
- El sistema de automatización al momento de implementarse busca mantener la eficiencia que actualmente tiene la línea de producción debido que es un diseño específico para una necesidad puntual.
- Se encontró que no era posible realizar código de programación para el sistema debido a la falta de presupuesto, ya que se considera necesario hacer pruebas con los implementos seleccionados en todo el sistema de automatización. Pero se realizó un diagrama de flujo para ejemplificar la lógica que deberá implementar el sistema.

VII. RECOMENDACIONES

- Si se desea realizar la implementación de este sistema de automatización es necesario primero probar por separado los implementos antes de la integración de esta manera el diseñado podrá tener un amplio conocimiento del funcionamiento del sistema a implementar.
- Se recomienda explorar otros protocolos de comunicación para poder disminuir costos de implementación, tomando en cuenta la eficiencia y velocidad que el sistema requiere.
- En caso que se desee mejorar el sistema de automatización o adicionar sensores o actuadores es importante verificar siempre potencias necesarias debido que el diseño actual se encuentra sobre dimensionado en términos de potencia, pero siempre es necesario realizar un análisis de potencia, de no realizar dicho análisis el sistema puede sufrir un mal funcionamiento y desincronización de la línea de producción.
- El sistema no es un diseño definitivo, se encuentra sujeto a mejoras. En caso se busquen alternativas para los actuales eléctricos seleccionados es importante tomar en cuenta los análisis dinámicos realizados para dicha selección, adicionalmente si se tiene disponibilidad de presupuesto se pudiera implementar con actuadores lineales o variar la marca de los implementos para ajustar nuevamente precios.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Ayerdi. S/F. *El Proceso de Diseño de Ingeniería*. Presentación Introdutorio para procesos de diseño.: Departamento de Ingeniería Mecánica Universidad del Valle de Guatemala. 19 diapositivas.

Burbano, Mario. S/F. *PLCs*. Presentación Curso Electrónica Industrial.: Departamento de Ingeniería Mecatrónica-Electrónica de la Universidad del Valle de Guatemala. 21 diapositivas.

Clenet, Daniel. 2003. *Arrancadores y variadores de velocidad electrónicos*. 1ª ed. España: Barcelona. 28 págs.

Comesaña Costas, Pablo. 2005. *Montaje e instalación de sistemas de transporte por cinta continua. Guía práctica para el instalador de máquinas y equipos industriales*. 1ra edición. España: Vigo. 168 págs.

Comisión Europea. 2007. *Componentes mecatrónicos, Sistemas y funciones de la mecatrónica, La puesta en marcha, seguridad y tele servicio, Mantenimiento y diagnóstico*. Chemnitz, Deutschland. Technische Universitat Chemnitz. 361 págs.

Dahl Skog. Rolf. 2012. *Introducción a la programación de controladores lógicos (PLC)*. 43 págs.

F. Ebel, S. Idler, *et al.* 2008. *Fundamentos de la técnica de automatización*. Libro técnico, Festo Didactic GmbH. Denkendorf, Alemania. 106 págs.

García-Peyalo, Ramon, *et al.* 1972. *Pequeña Larousse*. Diccionario, Librairie Larousse, Paris- Editorial Noguer, Barcelona. 1564 págs.

Giancoli, C. Douglas, 2006. *FÍSICA. Principios con aplicaciones. Sexta edición*. Pearson Educación, México, 2006. 848 págs.

Leiva Flower, Luis. 2010. *Controles y Automatismos Eléctricos*. Teoría y Práctica. 276 págs.

LinMot. S/F. *Motores Lineales Industriales*.
http://www.linmot.com/fileadmin/user_upload/Downloads/databooks/0185-1100-ES_1V0_Product_Overview.pdf
[28/09/16]

Moreno. M. S/F. *Controlador Lógico Programable (PLC)*. Curso 061. Argentina: Buenos Aires. 84 págs.

S/A. *¿Qué es PROFIBUS? Empresa SMAR*. <http://www.smar.com/espanol/profibus> [28/09/16]

S/A. *Arquitectura de los controladores lógicos Programables (PLC)*.
http://www.oocities.org/gabrielordonez_ve/ARQUITECTURA_PLC.htm [28/09/16]

S/A. *Cintas transportadoras y componentes*. <http://www.innova-ing.com/productos/ver/cintas-transportadoras-y-componentes> [28/09/16]

S/A. *RD453251-01.jpg*. <http://es.rs-online.com/largeimages/RD453251-01.jpg> [28/09/16]

Sánchez Sánchez, Rafael. 2008. «Accionamiento y actuadores eléctricos». *Asignatura: Ingeniería de Máquinas, Departamento de Ingeniería Minera, Mecánica y Energética; Universidad de Huelva* [Huelva]. 5-14.

Sánchez, Rafael. *Introducción a la automatización, Automatas Programables*.
http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Carlos%20Tutosaus-introduccion_automatizacion.pdf [28/09/16]

IX. ANEXOS

A. CONTRATO DE CONFIDENCIALIDAD

COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD

Yo, Ayza de Dios Chubán Rojas, manifiesto expresamente que en virtud de mi integración laboral a Nestlé Guatemala, S.A. "Fábrica Antigua", me serán dados a conocer datos, elementos, documentos y/o información relacionadas con la categoría de negocios sin limitar pudiendo ser de: nutrición, marketing, comunicaciones, Finanzas, Wellness y ventas, entre otros, todo ello de la legítima titularidad de Nestlé, por lo que me obligo a mantener bajo estricta y absoluta confidencialidad toda la Información Confidencial indicada.

Asimismo, manifiesto conocer el objeto y alcance de la Información Confidencial, por lo que igualmente me obligo a mantener bajo estricta y absoluta confidencialidad el referido objeto y alcance de la Información Confidencial.

Expresamente manifiesto que la Información Confidencial a la que tendré acceso ha sido emitida y es propiedad de Nestlé, por lo que dicha información no puede ser utilizada en mi beneficio personal o de terceros ajenos a Nestlé.

En este sentido me obligo a no divulgar externa ni internamente, copiar ni reproducir la Información Confidencial, por cualquier medio que éste sea, sin la autorización expresa y por escrito de los representantes legales de Nestlé. Considerando que la Información Confidencial me será proporcionada en virtud de realizar mis funciones en el departamento de Producción reconozco que cualquier violación a lo que en este acto me comprometo podrá ser considerada por Nestlé como una violación a un deber de confidencialidad y a la revelación de secretos industriales, con todas las consecuencias legales que dicha situación conlleve.

Por lo tanto, manifiesto expresamente que la Información Confidencial que en este acto me ha sido entregada así como la que me será entregada y/o divulgada durante mi tiempo de labor que ha sido generada internamente en Nestlé, y por ende la utilizaré única y exclusivamente para los fines estrictamente de participar y desempeñar mi puesto de trabajo y para ningún otro propósito. Me obligo expresamente a no utilizar la Información Confidencial para uso particular, ni para cualquier otro asunto y/o negocio distinto al que me sea encomendado, ni para destinarla a cualesquier otros asuntos personales ni de cualesquier otros terceros.

Asimismo, reconozco y acepto que la totalidad de la Información Confidencial aquí indicada es propiedad de Nestlé, por lo que me comprometo a entregarla, junto con cualquier reproducción realizada de la misma a Nestlé cuando dicha empresa así me lo solicite o cuando concluya mi relación con la empresa.

Reconozco que estaré sujeta a esta obligación de confidencialidad mientras esté vigente mi vinculación con Nestlé Guatemala, S.A. inclusive después de concluida mi relación con la empresa, asumiendo expresamente la responsabilidad que me corresponda por contravenir lo establecido bajo este documento.

Guatemala, 11 de Mayo de 2016.

De conformidad,



B. PLANOS PRODUCTO Y SUS DIMENSIONES

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

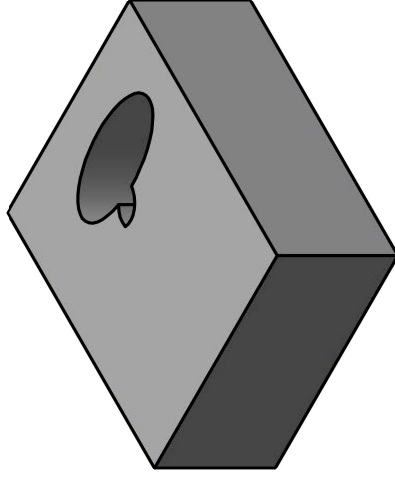
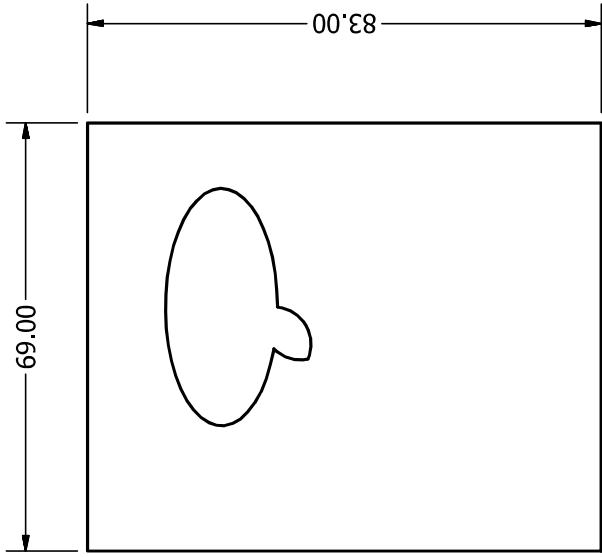
B

C

D

E

F



A

B

C

D

E

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS

DEPARTAMENTO

ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA

CONTENIDO:

DIMENSIONES PRODUCTO

FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

1 / 1

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

C. PLANOS DE UBICACIÓN DE MAQUINARIA

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

B

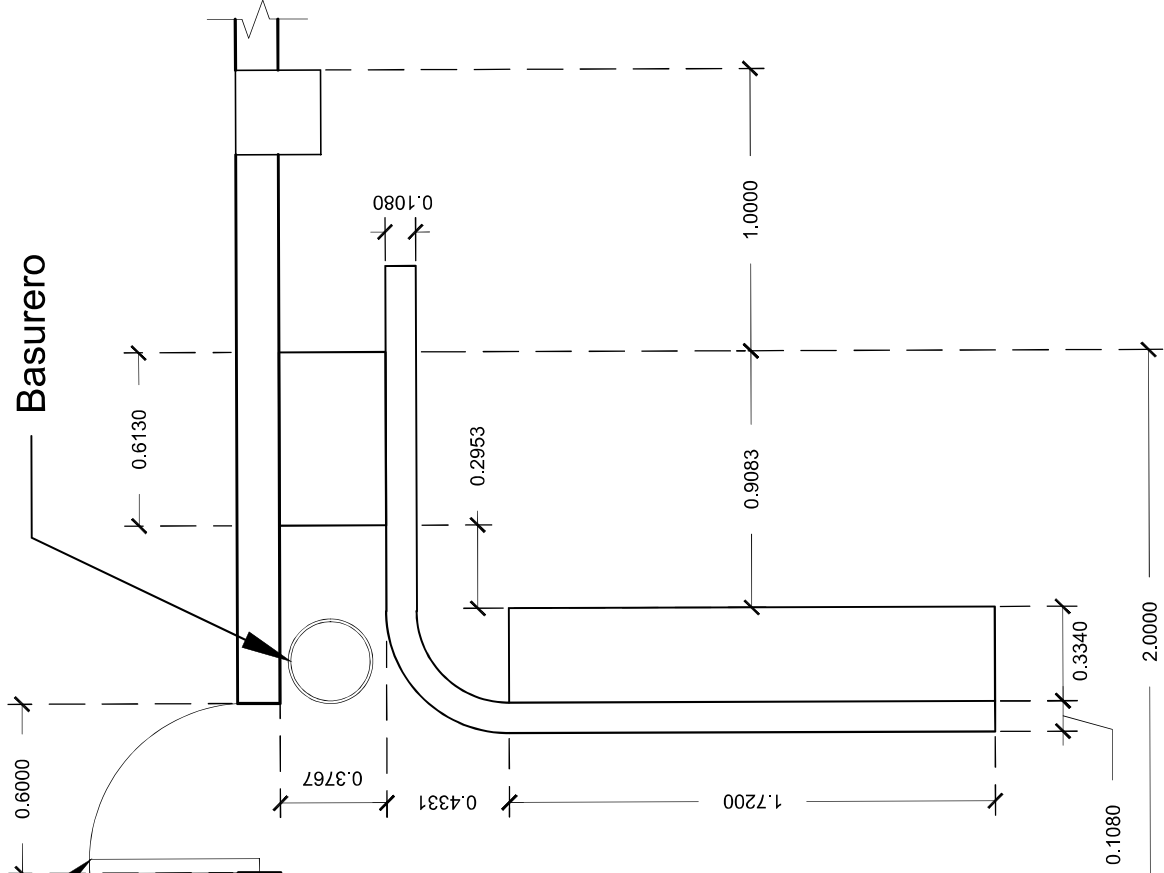
C

D

E

F

Puerta
Columna
Basurero



A

B

C

D

E

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS

DEPARTAMENTO

ELECTRONICA / MECATRONICA

CONTENIDO:

UBICACION DE AUTOMATIZACION

FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

1 / 1

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

D. PLANOS DE BANDAS TRANSPORTADORAS

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

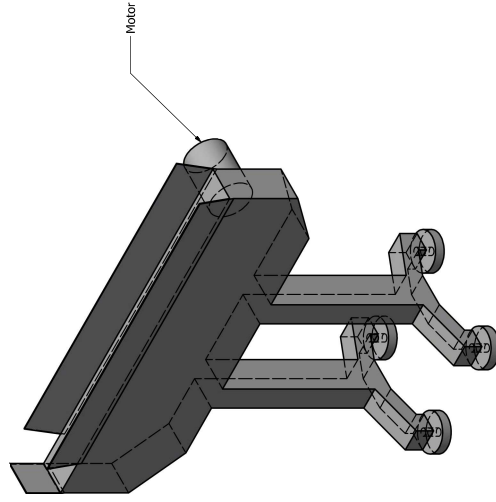
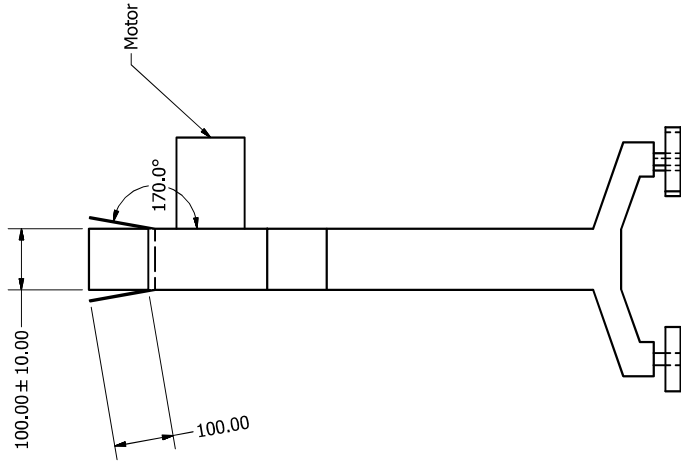
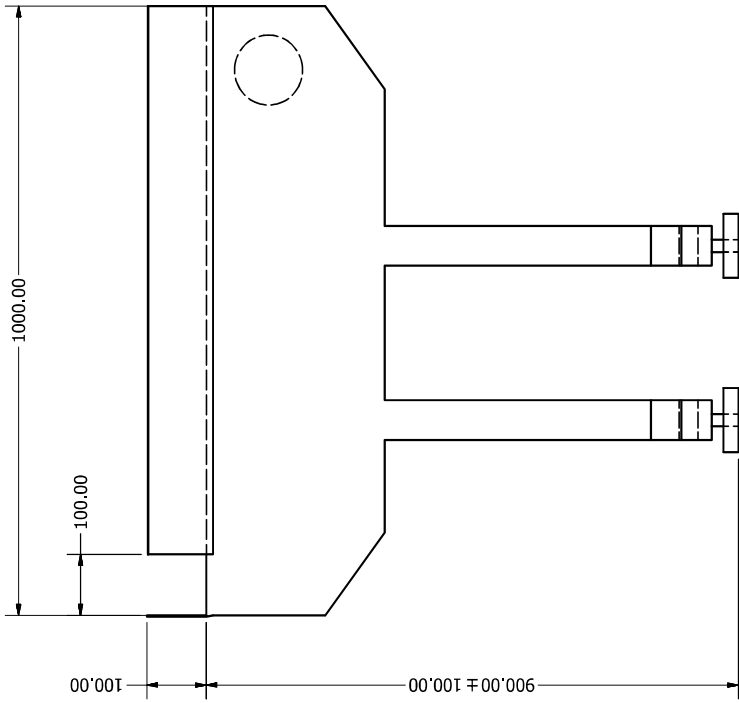
B

C

D

E

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
 DEPARTAMENTO
 ELECTRONICA / MECATRONICA

CONTENIDO:
 BANDA DE LARGO
 CORTO
 FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA
 1 / 3

0

1

2

3

4

5

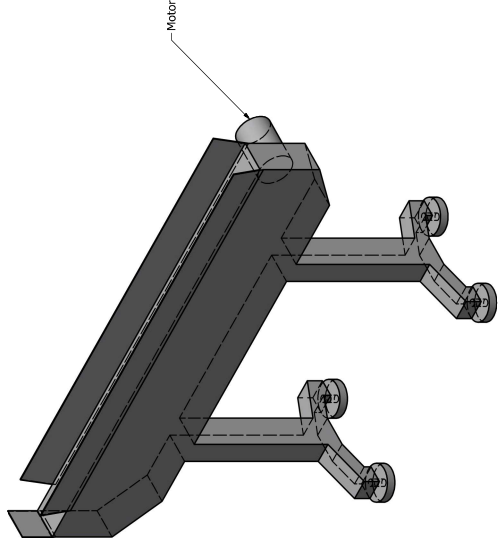
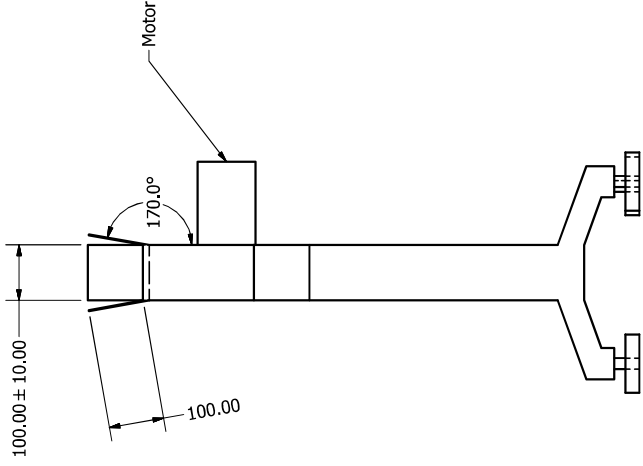
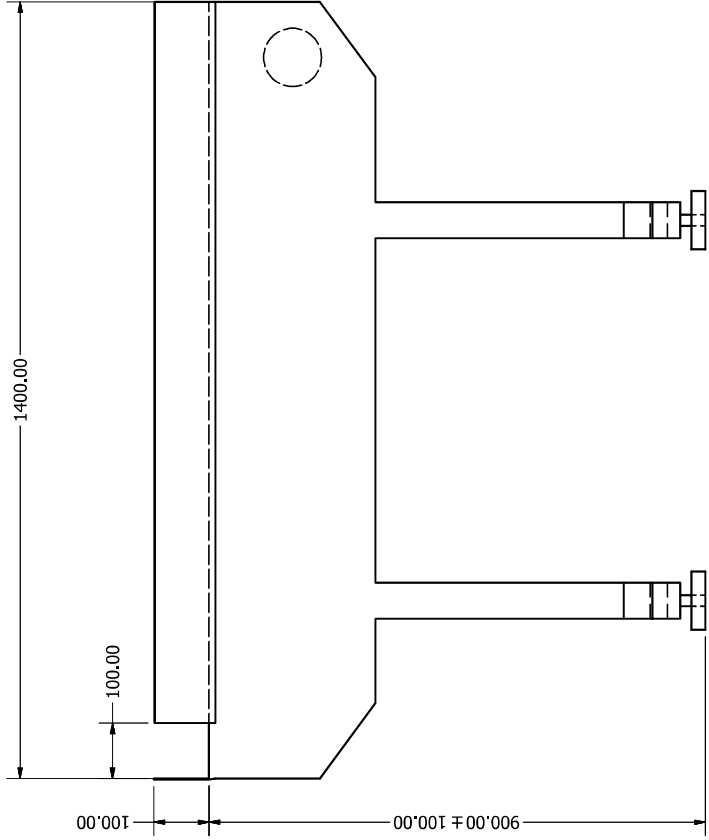
6

7

8

9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



A

B

C

D

E

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
 DEPARTAMENTO
 ELECTRONICA / MECATRONICA

CONTENIDO:
 BANDA DE LARGO MEDIO
 FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA
 2 / 3

0

1

2

3

4

5

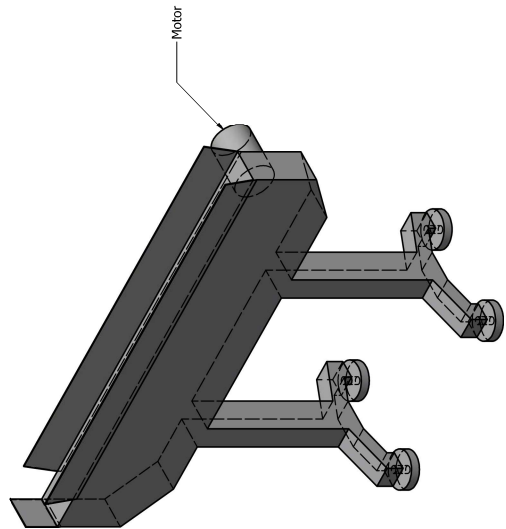
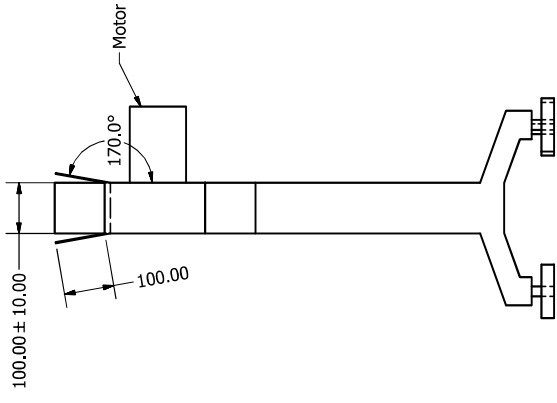
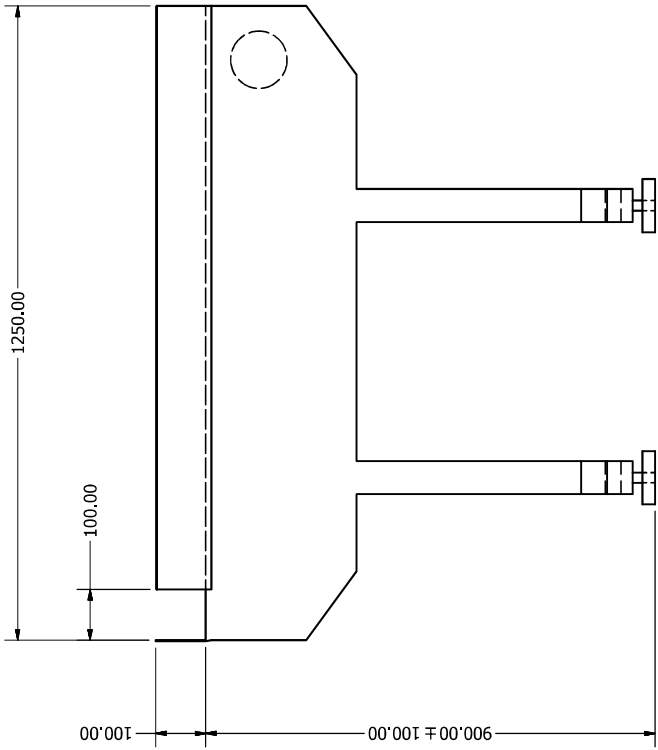
6

7

8

9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



A

B

C

D

E

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRÓNICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
 DEPARTAMENTO
 ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA

CONTENIDO:
 BANDA DE LARGO EXTENSO
 FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA
 3 / 3

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

E. PLANOS ELÉCTRICOS Y PANEL DE CONTROL

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

B

C

D

E

F

No. DE HOJA	DESCRIPCIÓN
1	INDICE
2	CONEXIÓN ELECTRICA
3	DISTRIBUCIÓN GENERAL
4	DISTRIBUCIÓN 24 V DC
5	PANTALLA TACTIL (HMI)
6	VARIADOR DE FRECUENCIA
7	BOTONERAS Y SENSORES
8	PLC S7-300
9	MÓDULO DIGITAL INPUT
10	MÓDULO DIGITAL OUTPUT
11	BORNERAS DE DISTRIBUCIÓN
12	CONTROL UNIT
13	MODULE BOOKSIZE
14	TERMINAL MODULE TM120-1
15	TERMINAL MODULE TM120-2
16-18	TOPOLOGIA TABLERO



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS

DEPARTAMENTO

ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA

CONTENIDO:

INDICE

FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

1 / 18

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

A

B

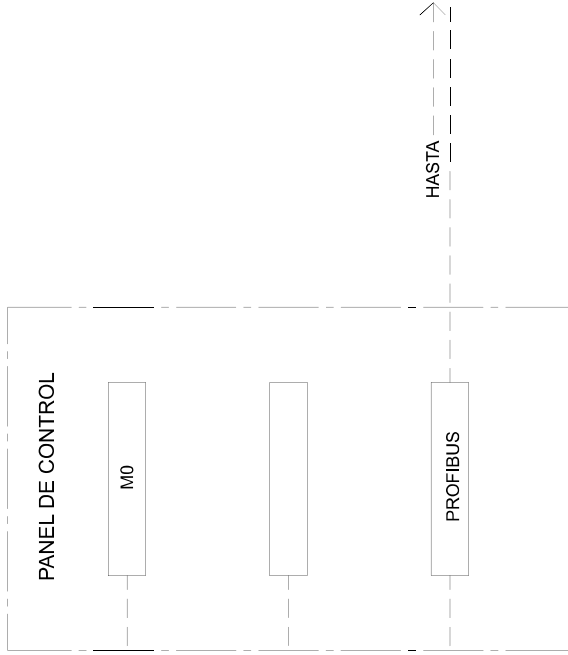
C

D

E

F

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A										
B										
C										
D										
E										
F										



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRÓNICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
 CONTENIDO: CONEXIÓN ELECTRICA
 DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

2 / 18

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

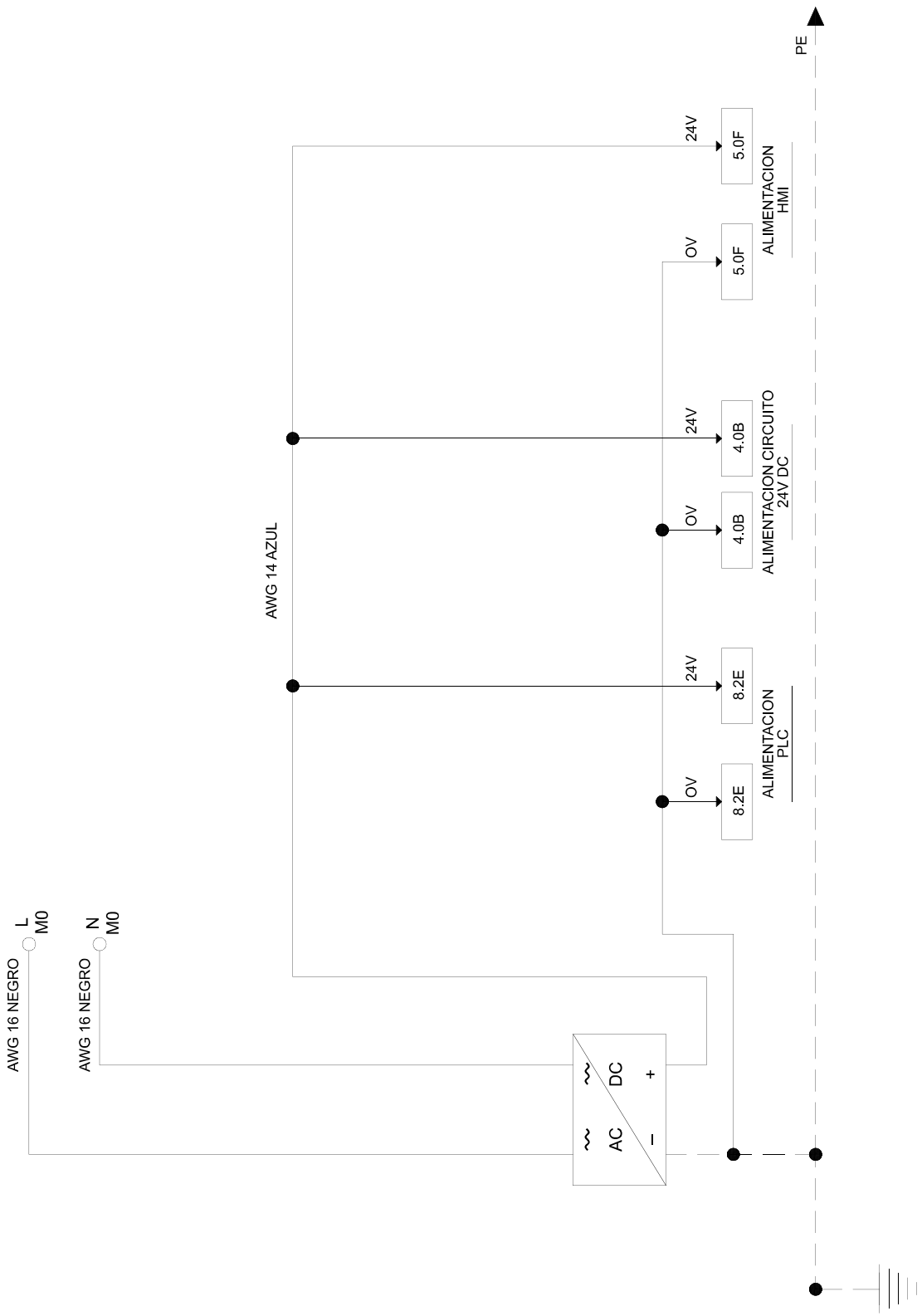
B

C

D

E

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRÓNICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
 CONTENIDO: DISTRIBUCIÓN GENERAL


DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA
 FECHA: 14 / 10 / 2016

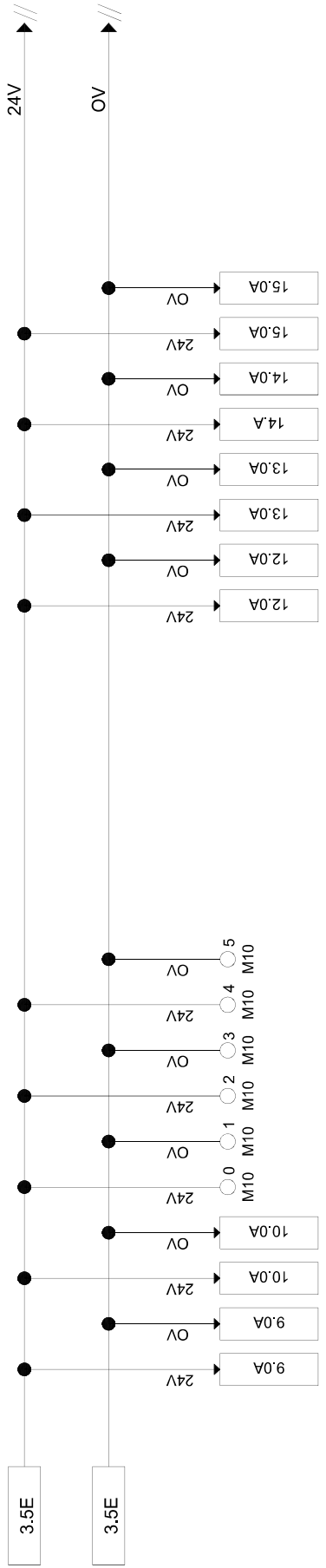
HOJA

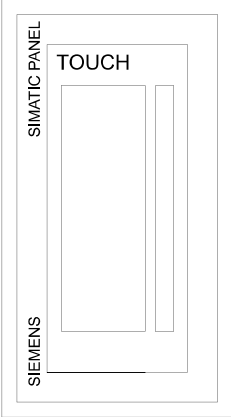
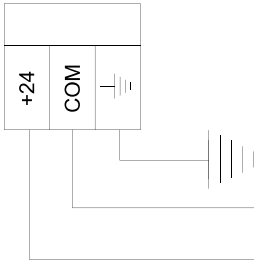
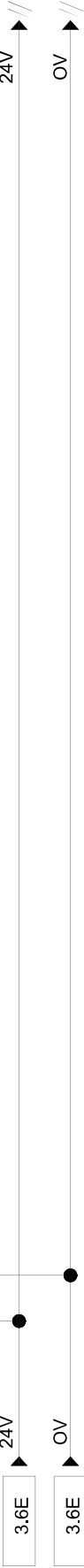

3 / 18



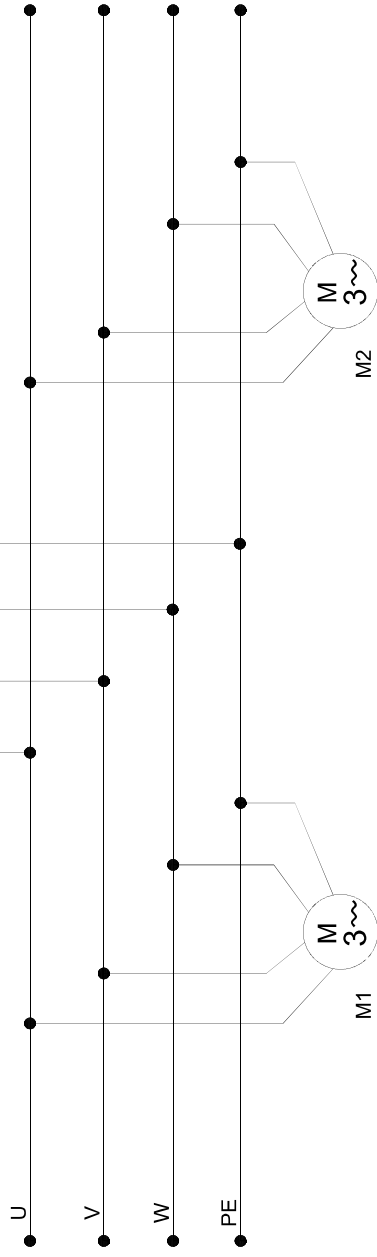
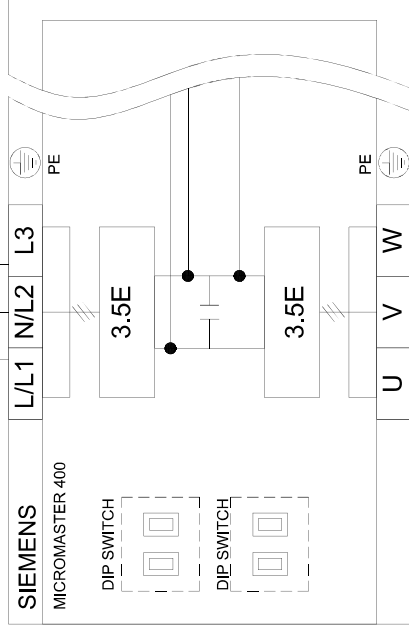
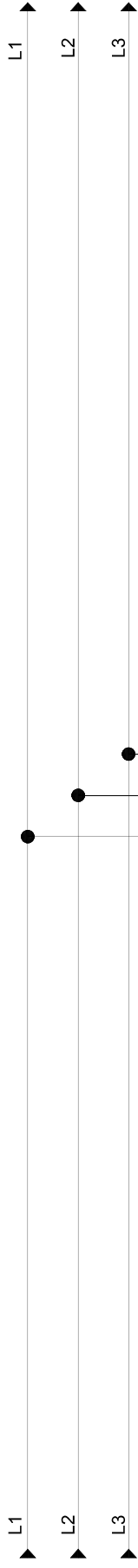
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A										
B										
C										
D										
E										
F										
	<p style="text-align: center;">JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS</p> <p style="text-align: center;">CONTENIDO: DISTRIBUCIÓN 24 V DC</p> <p style="text-align: center;">DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA FECHA: 14 / 10 / 2016</p>									
	UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA									
	FACULTAD DE INGENIERIA MECATRÓNICA									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	HOJA									
	4 / 18									



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A										
B										
C										
D										
E										
F						UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA				
JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS CONTENIDO: PANTALLA TACTIL (HMI) DEPARTAMENTO ELECTRONICA / MECATRONICA FECHA: 14 / 10 / 2016										
										HOJA
										5
										18
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
 CONTENIDO: VARIADOR DE FRECUENCIA
 DEPARTAMENTO ELECTRONICA / MECATRONICA
 FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA
 6 / 18

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

A

B

B

C

C

D

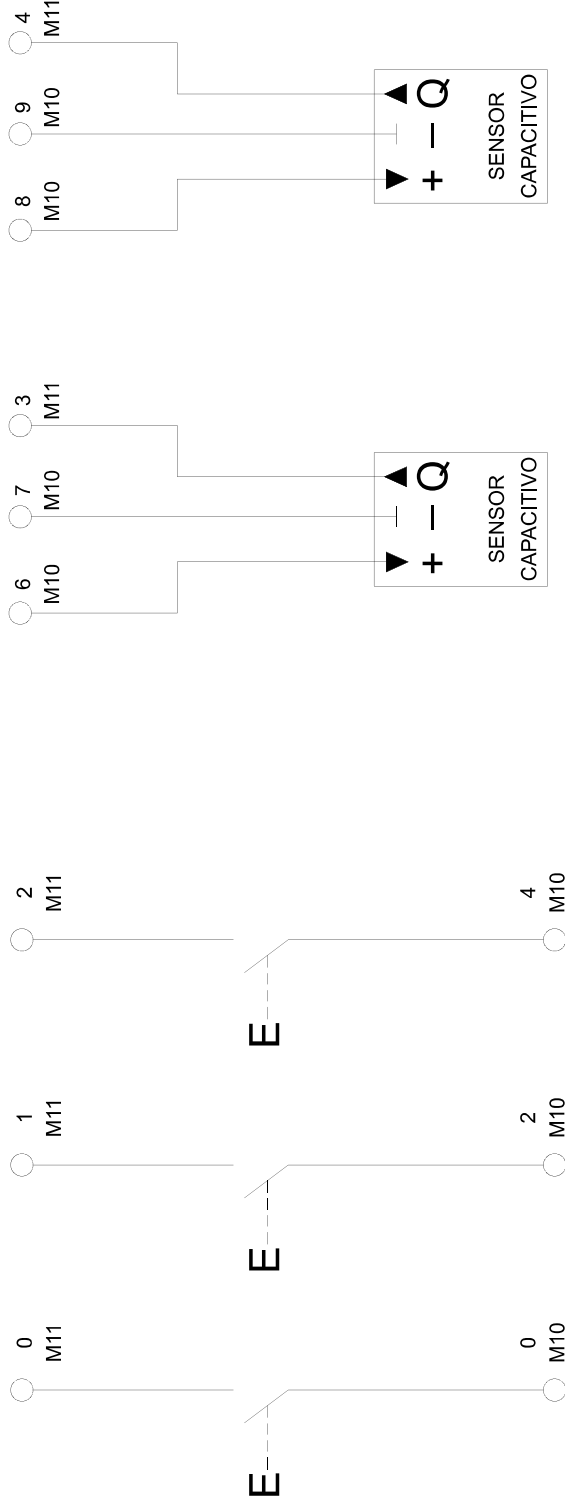
D

E

E

F

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA MECATRÓNICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS

CONTENIDO: BOTONERAS Y SENSORES

DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

7 / 18

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

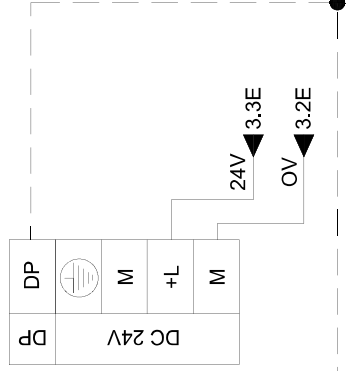
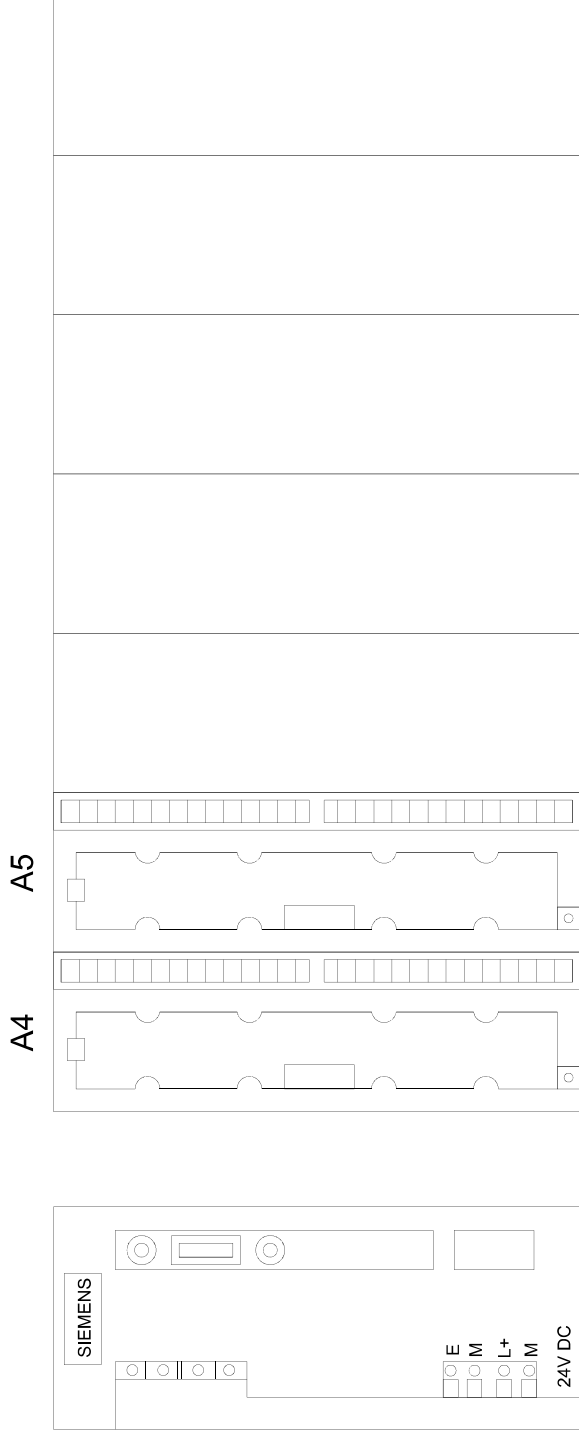
B

C

D

E

F



1.9F ————— 1.0F

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA MECATRÓNICA



JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS

CONTENIDO: PLC S7-300

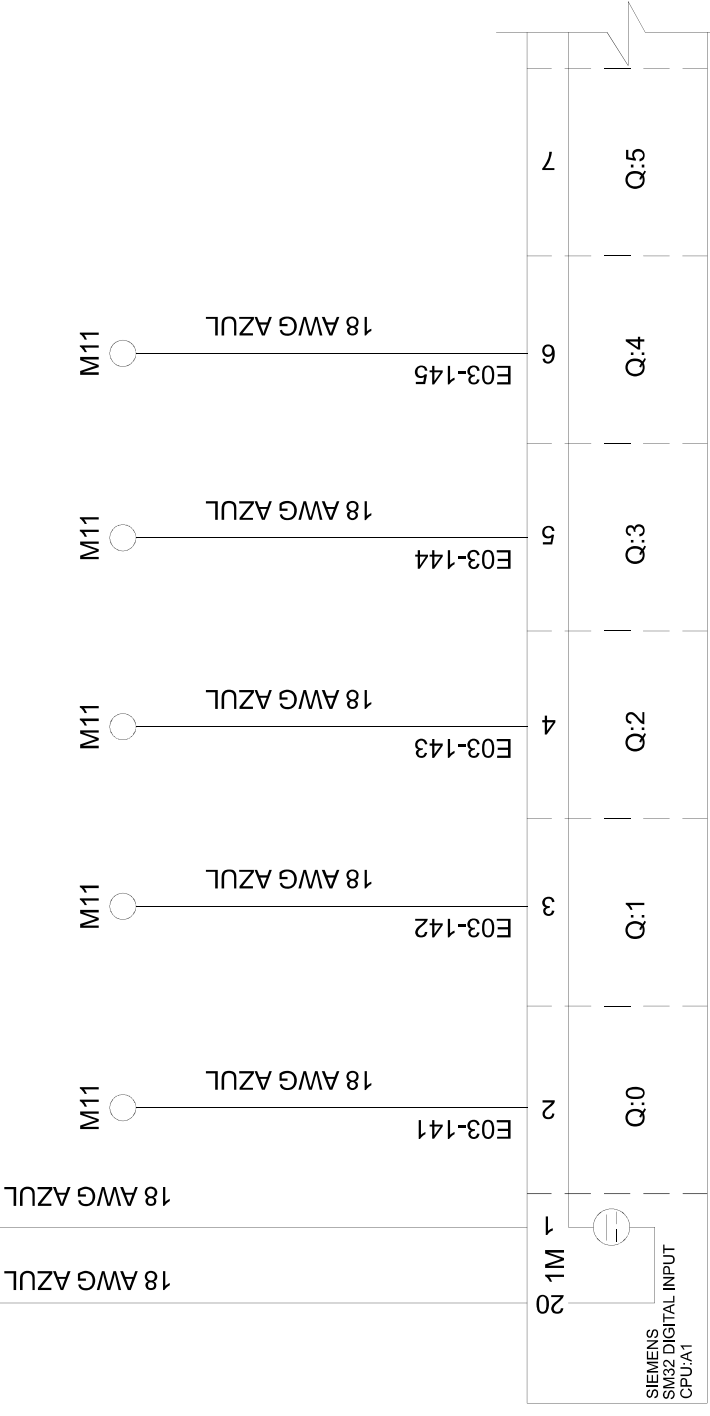
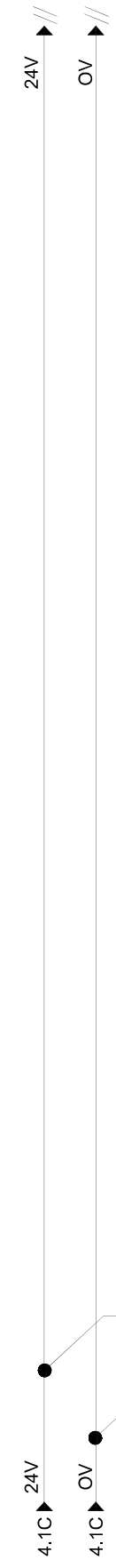
DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

8 / 18

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS

CONTENIDO: MÓDULO DIGITAL INPUT

DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

9 / 18

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

B

C

D

E

F

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

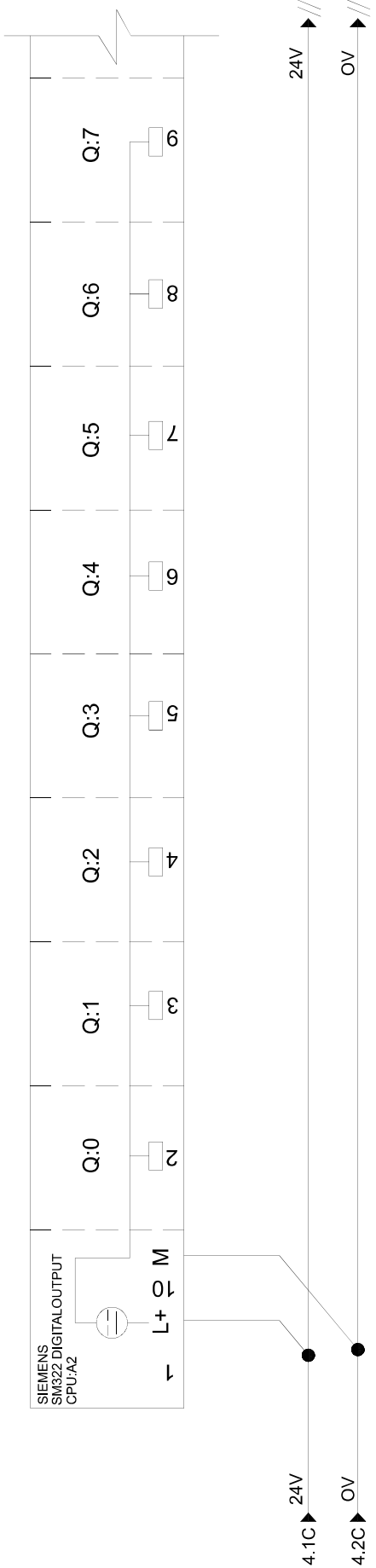
B

C

D

E

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRÓNICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
 CONTENIDO: MÓDULO DIGITAL OUTPUT
 DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA

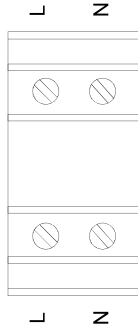
HOJA
 10 / 18

FECHA: 14 / 10 / 2016

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

N01E03-M0

ALIMENTACION 120V AC



N01E03-M10

DISTRIBUCION 24V

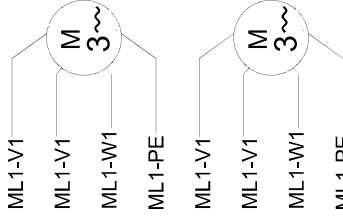
M-0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	⊗	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
M-1																									
M-2																									
M-3																									
M-4																									
M-5																									
M-6																									
M-7																									
M-8																									
M-9																									
M-10																									
M-11																									
M-12																									
M-13																									
M-14																									
M-15																									
M-16																									
M-17																									
M-18																									
M-19																									
M-20																									
M-21																									
M-22																									
M-23																									

N01E03-M11

DISTRIBUCION 24V

M-0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	⊗	○	○	○	○	○	○	○	○	○
M-1										
M-2										
M-3										
M-4										
M-5										
M-6										
M-7										
M-8										
M-9										

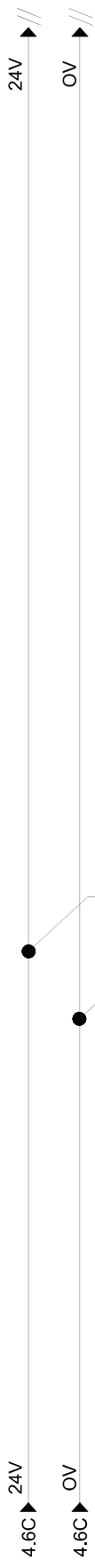
E03-141	0
E03-142	1
E03-143	2
E03-144	3
E03-145	4
M-5	5
M-6	6
M-7	7
M-8	8
M-9	9



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

A



B

B

C

C

D

D

E

E

F

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRÓNICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS

CONTENIDO: CONTROL UNIT
 DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA

FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

12 / 18

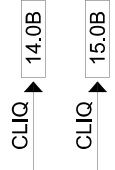
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

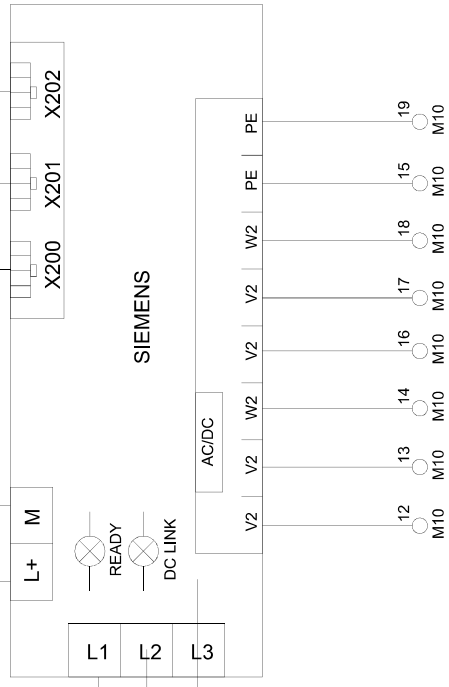
A



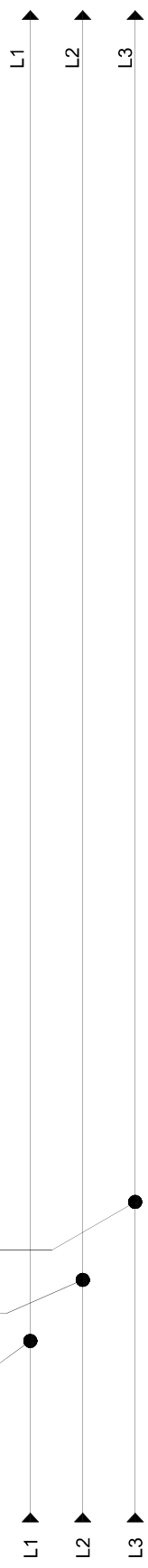
B



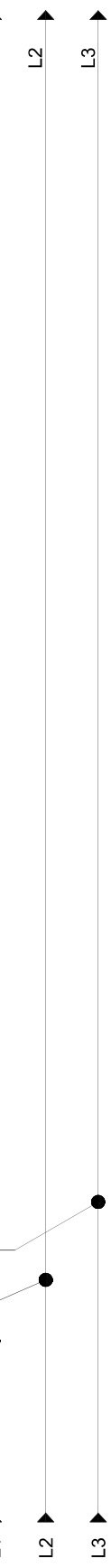
C



D



E



F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
 CONTENIDO: MODULE BOOKSIZE

DEPARTAMENTO ELECTRONICA / MECATRONICA
 FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

13 / 18

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

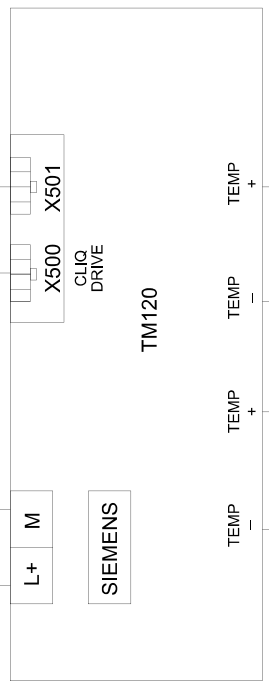
A



B

B

ENCODER



C

C

D

D

E

E

F

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRÓNICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
 CONTENIDO: TERMINAL MODULE TM120-1

HOJA

14 / 18

DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA / MECATRÓNICA
 FECHA: 14 / 10 / 2016

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

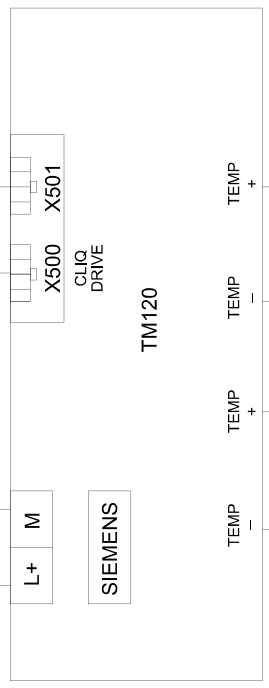
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A



B

ENCODER



C

D

E

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS

CONTENIDO: TERMINAL MODULE TM120-2

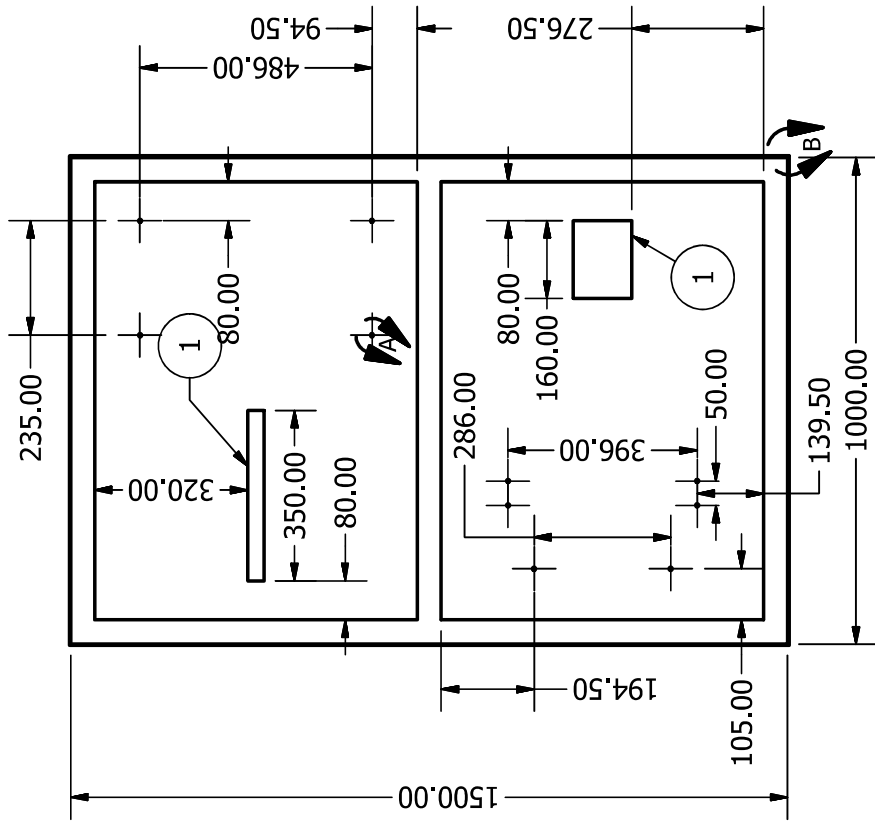
DEPARTAMENTO ELECTRONICA / MECATRONICA
 FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

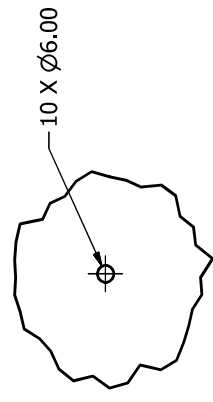
15 / 18

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

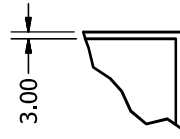
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



PARTS LIST		
ITEM	QTY	DESCRIPTION
1	2	Rieles para sujeción de implementos. (Entregados por cliente)



DETAIL A
SCALE 0.5 : 1



DETAIL B
SCALE 0.4 : 1

A

B

C

D

E

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
CONTENIDO: TOPOLOGIA TABLERO
DEPARTAMENTO ELECTRONICA / MECATRONICA

HOJA

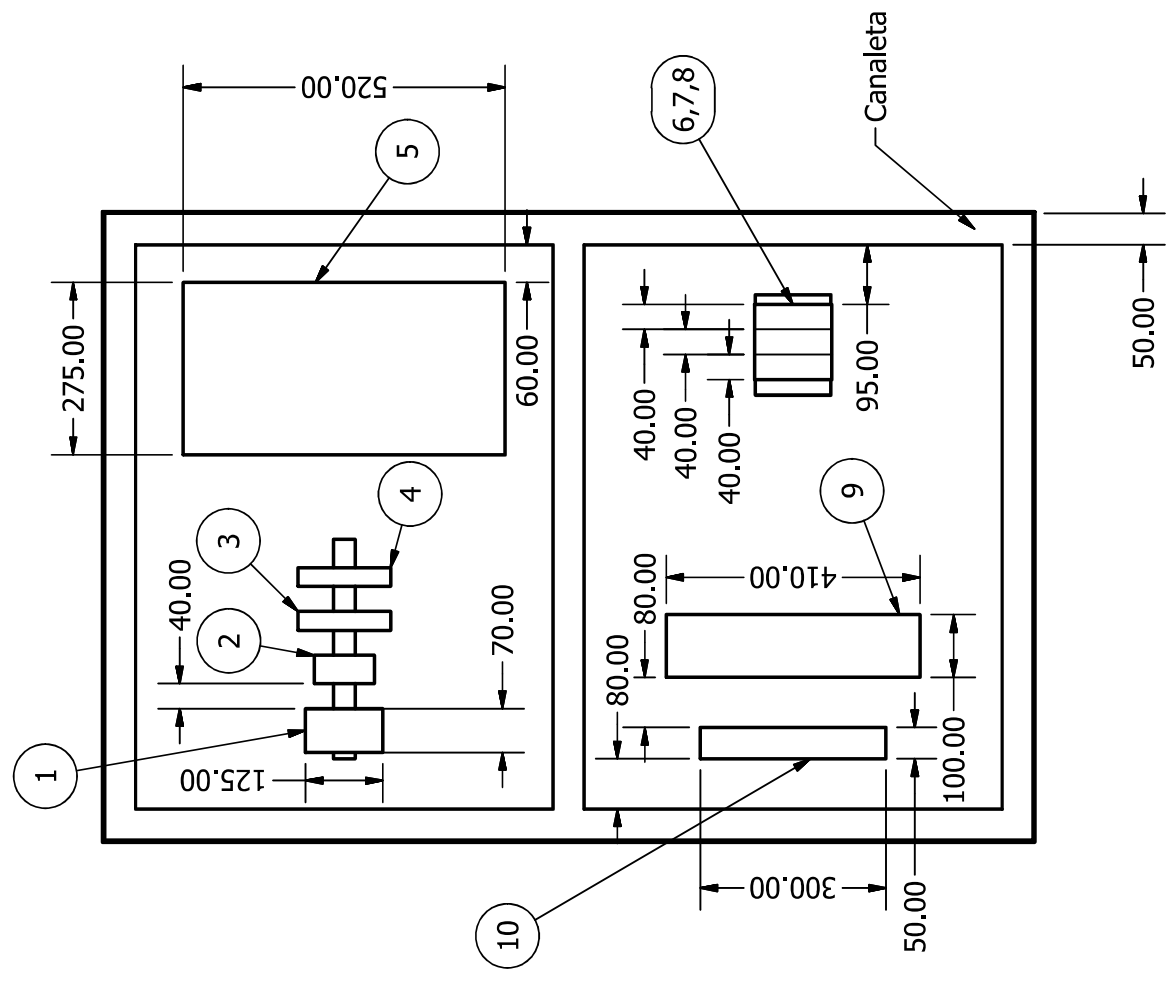
16 / 18

FECHA: 14 / 10 / 2016

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A B C D E



PARTS LIST
DESCRIPTION
1. Fuente de 24 V.
2. Guardamotor. 94X45 mm
3. Terminal Module. 30X115 mm
4. Terminal Module. 30X115 mm
5. Variador de Frecuencia.
6.PLC
7.Modulo de Entradas digitales.
8.Modulo de Salidas digitale.
9.Linear motor drive.
10. Linear motor Control Unit.



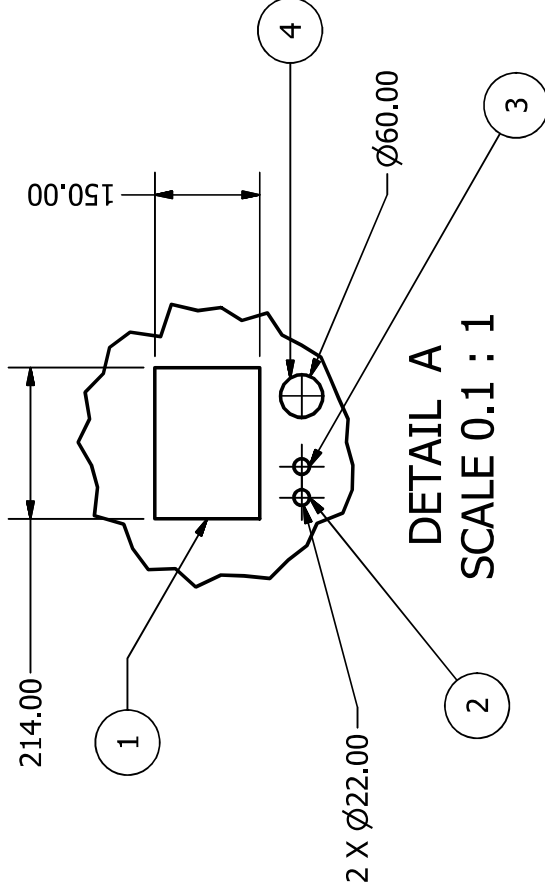
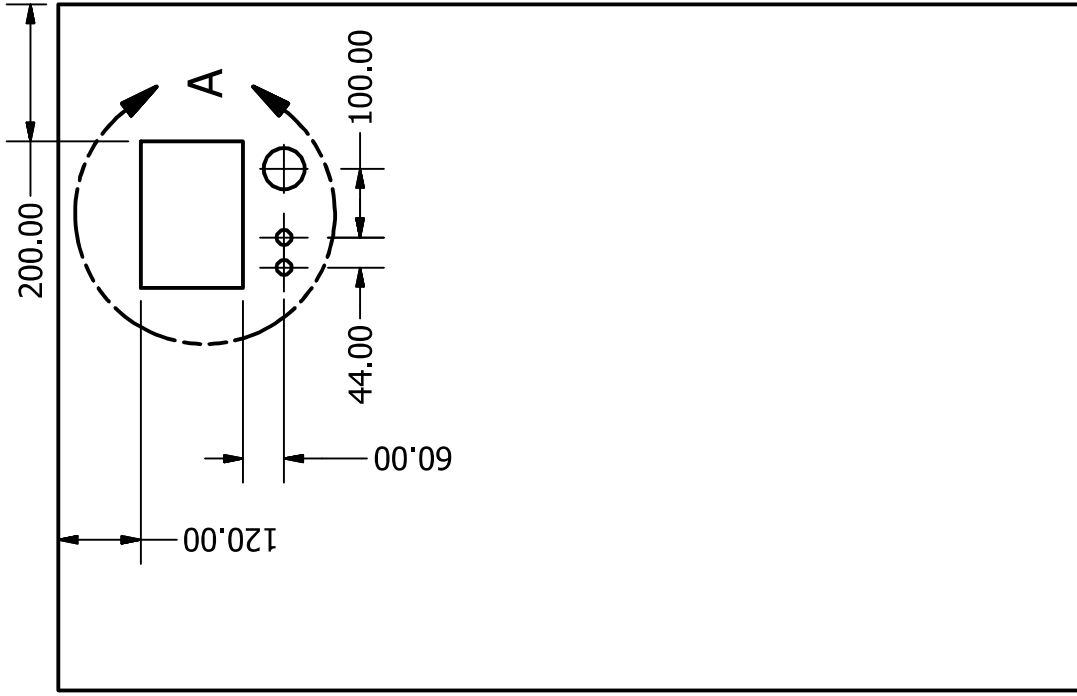
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS
 CONTENIDO: TOPOLOGIA TABLERO
 DEPARTAMENTO ELECTRONICA / MECATRONICA

HOJA
 17 / 18

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



PARTS LIST
DESCRIPTION
1. Pantalla Tactil .
2. Boton de encendido (ON).
3. Boton de apagado (OFF).
4. Boton PARO DE EMERGENCIA.

A

B

C

D

E

F



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA

JUAN DE DIOS CHIVALAN ROJAS

CONTENIDO: TOPOLOGIA TABLERO

DEPARTAMENTO ELECTRONICA / MECATRONICA FECHA: 14 / 10 / 2016

HOJA

18 / 18

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

F. COTIZACIÓN DE IMPLEMENTOS DE AUTOMATIZACIÓN

i. Sensor Capacitivo de proximidad



ILLUSTRATION MAY DIFFER

Type: CQ4-08ENSKU1 | Part number: 6051011 | Usual availability: ●

List Price 1 ADD TO CART

\$98.00 Tax excluded

Earliest ship date (yyyy-mm-dd)
2016-10-18

ii. Motor trifásico (Bandas transportadoras)



COTIZACIÓN JC-00

PARA: Ing. Juan de Dios Chivalan	DE: Ing. Manuel Quesada Ureña
ORGANIZACIÓN: J.C Construcciones	FECHA: 23 de setiembre de 2016

DESCRIPCIÓN:

Por fabricar 3 bandas transportadoras con estructura de acero inoxidable aisi 304 de 3mm de espesor, una de 1000mm de largo, una de 1250mm de largo y una de 1.400mm de largo, todas estas medidas son largos terminados de las bandas, cadena de acetal recta de 4 1/2" de ancho, guías de desgaste de ultra baja fricción, rodillos de retorno, piñones de poliamida, muñoneras sanitarias termo plásticas, guías laterales de 1/4" x 2" con forro de ultra baja fricción, soportes de guía ajustables, patas de tubo cuadrado de acero inoxidable de 2" x 1.5mm con base antideslizante de altura ajustable, base. Cada banda incluye caja reductora marca motovario relación 60:1 con motor todo marca ABB. acople directo con base en acero inoxidable y cobertor de protección. Acabado pulido satinado G-60

Precio Banda 1000mm	\$ 3.100.00
Precio Banda 1250mm	\$ 3.200.00
Precio Banda 1400mm	\$ 3.300.00
Sub Total	\$ 9.600.00
13% I.V.	\$ <u>1.248.00</u>
Total	\$ 10.848.00

Diez mil ochocientos cuarenta y ocho con 00/100 USD

El precio incluye materiales, mano de obra de fabricación. No incluye gastos de envío fuera de Costa Rica,

Forma de pago: 50% con orden de compra y 50% contra entrega en nuestras instalaciones.

Tiempo de entrega: 4-6 semanas.

Esperando que esta sea de su total agrado, me despido atentamente:

Atte: Ing. Manuel Quesada Ureña.

iii. Guarda motor

Siemens 3RV2011EA15

Products > Automation & Control > Motor Controllers & Peripherals > Motor Protection & Accessories > Motor Protection Circuit Breakers > 3RV2011EA15

View More [Siemens Motor Protection & Accessories >>](#)



View larger image

Image may be a representation.
See specs for product details.

SIEMENS**MSP S00 2.8-4A AUX 1NO 1NC SCREW**

Mfr. Part#: 3RV2011EA15

Allied Stock#: 70709388

RoHS Compliant Part

Quantity

**Resources**

Datasheet

Pricing (USD) & Availability**Standard Pricing**

\$223.02 (Each)
1 \$223.020

Availability

0 can ship immediately.

[Request Lead Time](#)

Minimum Quantity: 1 | Multiples Of: 1

Link: http://www.alliedelec.com/siemens-3rv2011ea15/70709388/?utm_source=FindChips&utm_medium=buyNow

iv. Variador de Frecuencia



**Siemens Micromaster 440 3.0kW
230V 1ph to 3ph AC Inverter Drive
Speed Controller, Unfiltered**

6SE6440-2UC23-0CA1 (6SE64402UC230CA1)

Order Code: 21159

List Price: €484.00

£435.60
1+

Delivery 5-7 working days

1

Condition: New from Manufacturer with Warranty

Brand: Siemens

Range: Micromaster 440

Link: <https://inverterdrive.com/group/AC-Inverter-Drives-230V/Siemens-Micromaster-440-3000W-230V-1ph-3ph/>

v. BOP (pantalla variador de Frecuencia)



**Siemens Micromaster 420 and 440
Basic Operator Panel (BOP)**

6SE6400-0BP00-0AA1 (6SE64000BP000AA1)

Order Code: 19178

List Price: €34.00

£30.60
1+

2 in Stock - order by 3pm for next working day delivery*
3+ normally 5-7 days

1

Condition: New from Manufacturer with Warranty

Brand: Siemens

Range: Micromaster Accessories

Link: <https://inverterdrive.com/group/Accessories/Siemens-Micromaster-420-440-Basic-Operator-Panel/>

vi. Módulo Profibus de variador de frecuencia



Siemens Micromaster Profibus Module
6SE6400-1PB00-0AA0 (6SE64001PB000AA0)

Order Code: 21257

List Price: €447.00
£105.30
1+

1 in Stock - order by 3pm for next working day delivery*
2+ normally 5-7 days

1

Condition: New from Manufacturer with Warranty
Brand: Siemens
Range: Micromaster Accessories

Link: <https://inverterdrive.com/group/Fieldbus-AC-Inverters/Siemens-Micromaster-Profibus-Module/>

vii. Motor lineal Siemens

Motor lineal / 36 V / de alta velocidad
1FN3



precio indicativo*
134 €

Link: <http://www.directindustry.es/prod/siemens-linear-motor/product-18183-59148.html>

viii. Terminal module



Si usted necesita un firmware específico o una serie en relación con 6SL30550AA003KA0, es probable que lo tengamos. Por favor llame o escribanos a la cuenta de correo con su solicitud.

Ordene llamando gratis: 800.884.5500
Ordene internacional: +1 609.288.9393
Está en Europa? +34 91 114 74 23

6SL30550AA003KA0

Fabricado por **SIEMENS**

SINAMICS TM120 TERMINAL MODULE

Peso: 0 lbs

Precio de lista- \$414,00

Ahorre hasta 12 %

Última actualización de precio: 22/09/2016

[Ha visto esto por menos?](#)

Link: <http://www.plccenter.com/Buy/SIEMENS/6SL30550AA003KA0>

ix. Encoders



Renishaw RGH24H15A30A incremental encoder cabeza con escala lineal RGS utilizado - mostrar título original

Vendedor: [acerpheonix2016](#) (152 ★) 100% Comentarios positivos

Estado del artículo: **Usado**
"In very good condition. Pulled from a working system. Cable length 140 cm. May have minor scratches."

Precio: **US \$99.00**
 Aproximadamente Q 742,15

Mejor oferta:

Envío gratis | 100% comentarios positivos | Acepta Mejor oferta


Link: <http://www.ebay.com/itm/Renishaw-RGH24H15A30A-Incremental-Encoder-Head-with-RGS-Linear-Scale-Used-/162229626372>

x. Drive Booksize

Sinamics Basic Line module, 20kW 510-650

Part number : 6SL3130-1TE22-0AA0
 Brand : Siemens
 Range : Sinamics
 List Price : £845.39
 Availability : Under 10 in stock
 Condition: New with full warranty backed by manufacturer

ADD TO BASKET £845.39 +VAT



Basic Line Module 20kW

Link: <http://www.hmkdirect.com/shop/6SL3130-1TE22-0AA0/>

xi. Control Unit

CU320-2 Sinamics Control module

Part number : 6SL3040-1MA00-0AA0
 Brand : Siemens
 Range : Sinamics
 List Price : £579.77
 Availability : Under 10 in stock
 Condition : New with full warranty backed by manufacturer

ADD TO BASKET **£579.77 +VAT**



CU320-2 DP

Link: http://www.hmkdirect.com/shop/6SL3040-1MA00-0AA0/-_

xii. Flash Card Control Unit



*image
not
available*

SIEMENS AUTOMATION
6SL30540EG011BA0

Part Description: SINAMICS S120
 COMPACTFLASH CARD WITH FIRMWARE OPTION
 PERFORMANCE-EXTENSION INCLUDING
 CERTIFICATE OF LICENCE V4.06

Part Number: 6SL30540EG011BA0
 UPC: 88762117492

Your Price: \$1,496.00 / EA

Quantity EA [Add to Cart](#)

Availability: 1-2 weeks
 Lead times are estimates. Please call to ensure your
 delivery requirements are met.

Link:

<http://www.standardelectricsupply.com/index.jsp?path=product&part=2265485&ds=dept&process=search&qdx=0&ID=%2CDrives.Motion.Control..Motors%2CServo.control.drive>

xiii. Pantalla Táctil



6AV2123-2GA03-0AX0

Fabricado por **SIEMENS**

SIMATIC HMI KTP700 BASIC WITH PROFIBUS

Peso: 1 lbs

Precio de lista - \$660,00

Ahorre hasta 0 %

Última actualización de precio: 22/09/2016

[Ha visto esto por menos?](#)

foto representativa
haga clic para ampliar

Link: <http://www.plccenter.com/es-ES/Buy/SIEMENS/6AV21232GA030AX0>

xiv. Botón paro de emergencia



foto representativa
haga clic para ampliar

3SB3-000-1AA20

Fabricado por **FURNAS ELECTRIC CO**

PUSHBUTTON MAINTAINED 60MM ROUND PLASTIC RED

Peso: 0.18 lbs

Precio de lista- \$46,00

Ahorre hasta 66 %

Última actualización de precio: 22/09/2016

[Ha visto esto por menos?](#)

Link: <http://www.plccenter.com/es-ES/Buy/FURNAS%20ELECTRIC%20CO/3SB30001AA20>

xv. Botón rojo



foto representativa
haga clic para ampliar

3SB3-603-0AA21

Fabricado por **FURNAS ELECTRIC CO**

PUSHBUTTON

- MOM
- RED
- FLSH
- COMPLETE
- RND-MTL

Peso: 0.65 lbs

Precio de lista- \$28,00

Ahorre hasta 35 %

Última actualización de precio: 22/09/2016

[Ha visto esto por menos?](#)

Link: <http://www.plccenter.com/es-ES/Buy/FURNAS%20ELECTRIC%20CO/3SB36030AA21>

xvi. Botón verde



foto representativa
haga clic para ampliar

3SB3-601-0AA41

Fabricado por **FURNAS ELECTRIC CO**

PUSHBUTTON

- MOM
- GRN
- FLSH
- COMPLETE
- RND-MTL

Peso: 0.308 lbs

Precio de lista- \$45,00

Ahorre hasta 67 %

Última actualización de precio: 22/09/2016

[Ha visto esto por menos?](#)


Link: <http://www.plccenter.com/es-ES/Buy/FURNAS%20ELECTRIC%20CO/3SB36010AA41>

xvii. PLC S7-300

SIMATIC S7-300 CPU 315-2 DP

Part number : 6ES7315-2AH14-0AB0
 Brand : Siemens
 Range : Simatic PLC S7-300
 List Price : £1395.00
 Availability : Under 10 in stock
 Condition: New with full warranty backed by manufacturer

ADD TO BASKET £1395.00 +VAT



CPU 315-2 DP

Link: <http://www.hmkdirect.com/shop/6ES7315-2AH14-0AB0/>

xviii. Módulo Entrada digitales

SIMATIC S7-300, DIGITAL INPUT SM 321, Opto Isol, 16DI, 24 V DC

Part number : 6ES7321-1BH02-0AA0
 Brand : Siemens
 Range : Simatic PLC S7-300
 List Price : £155.00
 Availability : Under 10 in stock
 Condition: New with full warranty backed by manufacturer

ADD TO BASKET £155.00 +VAT


Link: <http://www.hmkdirect.com/shop/6ES7321-1BH02-0AA0/>

xix. Módulo Salida digitales

SIMATIC S7-300, DIGITAL OUTPUT SM 322, 8 DO, 24V DC, 2A

Part number : 6ES7322-1BF01-0AA0
 Brand : Siemens
 Range : Simatic PLC S7-300
 List Price : £174.00
 Availability : Available in 7 days
 Condition: New with full warranty backed by manufacturer

ADD TO BASKET £174.00 +VAT



SM 322 digital output module (similar picture)

Link: <http://www.hmkdirect.com/shop/6ES7322-1BF01-0AA0/>

xx. Fuente de poder

**6EP1-334-2AA01**Fabricado por **SIEMENS**

SITOP PS 120/230 VAC

- 24 VDC
- 10 A
- W.ST

Peso: 1,34 lbs

Precio de lista- \$440,50

Ahorre hasta 50 %

Última actualización de precio: 22/09/2016

[Ha visto esto por menos?](#)Link: <http://www.plccenter.com/es-ES/Buy/SIEMENS/6EP13342AA01>

xxi. Carrillera para PLC y módulos

**6ES75901AC400AA0**Fabricado por **SIEMENS**

MOUNTING RAIL 245MM (9.6")

Peso: 1 lbs

Precio de lista- \$50,00

Ahorre hasta 9 %

Última actualización de precio: 22/09/2016

[Ha visto esto por menos?](#)

Si usted necesita un firmware específico o una serie en relación con 6ES75901AC400AA0, es probable que lo tengamos. Por favor llame o escribanos a la cuenta de correo con su solicitud.

Link: <http://www.plccenter.com/es-ES/Buy/SIEMENS/6ES75901AC400AA0>