

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

Implementación de un sistema de control que permita sincronizar
dos etapas de una máquina impresora de tapas plásticas.

AUTOR:

Henry Geovanny Macías Liberio

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA

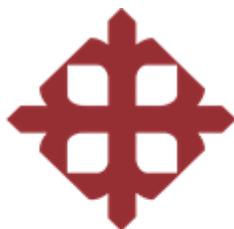
Con Mención en Gestión Empresarial Industrial

TUTOR:

Ing. Carrillo Burgos Jorge Alberto

Guayaquil - Ecuador

2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Henry Geovanny Macías Liberio como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico**.

TUTOR

f. _____

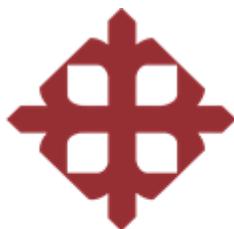
ING. CARRILLO BURGOS JORGE ALBERTO

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

ING. HERAS SÁNCHEZ ARMANDO MIGUEL, M.SC.

Guayaquil, a los 18 días del mes de Marzo del año 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Henry Geovanny Macías Liberio

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, Implementación de un sistema de control que permita sincronizar dos etapas de una máquina impresora y no permitan el aplastamiento o el descuadre en el momento de imprimir la tapa plásticas, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

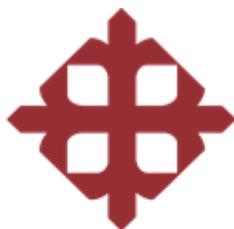
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 18 días del mes de Marzo del año 2019

EL AUTOR

f. _____

HENRY GEOVANNY MACÍAS LIBERIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Henry Geovanny Macías Liberio

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, Implementación de un sistema de control que permita sincronizar dos etapas de una máquina impresora y no permitan el aplastamiento o el descuadre en el momento de imprimir la tapa plásticas, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 días del mes de Marzo del año 2019

EL AUTOR:

f. _____

HENRY GEOVANNY MACÍAS LIBERIO

REPORTE URKUND

The screenshot shows the URKUND interface. On the left, document details are displayed: 'Documento: TESIS TERMINADA H MACIAS 21 febrero 19.docx (D43240006)', 'Presentado: 2019-02-22 19:50 (-05:00)', 'Presentado por: orlandophilco_7@hotmail.com', 'Recibido: orlando.philco.ucsg@analysis.urkund.com', and 'Mensaje: TESIS MACIAS [Mostrar el mensaje completo](#)'. A yellow box indicates '4% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 7 fuentes.' On the right, a 'Lista de fuentes' panel shows a list of sources with a '46%' match rate. The first source is 'http://www.itinstalaciones.com/pdf/c_condelect.pdf'. Below the list, a 'Fuente externa' section shows the URL 'http://www.itinstalaciones.com/pdf/c_condelect.pdf' with a '46%' match rate.

46% # 10 Activo

Se aplica esta denominación a los cuerpos capaces de conducir electricidad. Un conductor eléctrico está formado en su parte interior por alambres usualmente de cobre, aunque también puede ser de aluminio. Este alambre, puede ser de una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre

Fuente externa: http://www.itinstalaciones.com/pdf/c_condelect.pdf 46%

Se aplica este concepto a los cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad. Un conductor eléctrico está formado primeramente por el conductor propiamente tal, usualmente de cobre. Este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre

si. Aunque ambos metales (Cu y Al) tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre se destaca en la fabricación de conductores por sus evidentes ventajas mecánicas y eléctricas. El tipo de cobre que se emplea en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza al 99,99% CITATION Pro19 \l 12298 (Procobre, 2019).

El conductor eléctrico es un material que permite el movimiento de la carga eléctrica ya que ofrece poca resistencia al paso de una corriente eléctrica. Los principales conductores eléctricos son los metales, los más comunes son: cobre, oro, hierro, plata, aluminio y sus aleaciones con otros materiales. Esto permite ampliar su aplicación a diferentes funciones y en condiciones extremas; el oro y la plata son mejores conductores, pero no son muy utilizados por su alto costo y solo se lo emplea en circuitos electrónicos CITATION Fos17 \l 12298 (Foster, 2017).

Se pueden encontrar materiales no metálicos que posean la propiedad de conducir la electricidad, tal como el grafito y las soluciones salinas CITATION Fos17 \l 12298 (Foster, 2017).

Los conductores eléctricos en función de su alma o material de conductividad se clasifican en tipo alambres y tipo cables.

Reporte Urkund del trabajo de titulación en ingeniería Eléctrico-Mecánica denominado: **Implementación de un sistema de control que permita sincronizar dos etapas de una máquina impresora de tapas plásticas.** Del estudiante **Henry Macías** está al 4% de coincidencias.

Atentamente.

MSc. Luis Orlando Philco Asqui

Reviso

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por todo lo que me han brindado ya que ha sido muy generoso en el trayecto de mi vida.

A mi esposa Johanna Medina Mora que me dio todo el apoyo para poder culminar este gran paso de mi vida.

A mis hijos Doménica y Geovanny Macías ya que ellos son el motor principal para poder alcanzar esta gran meta.

A mis padres Consuelo Liberio y Leónidas Macías por inculcarme siempre nuevos valores y así buscar siempre un nuevo objetivo pese a los duros obstáculos que se presentan en la vida.

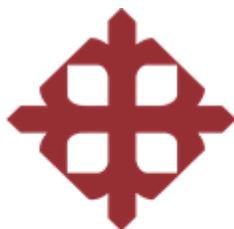
Al ingeniero Daniel Moreano Ayala porque ha compartido conocimientos técnicos a lo largo de mi vida profesional.

A la empresa PASTICOS ECUATORIANOS S.A. (TONICORP) por permitir desarrollar el proyecto de mi tesis en unas de sus máquinas.

A mi tutor y a mi director de carrera por la colaboración y ayuda brindada en cada consulta realiza para realizar este trabajo de titulación.

DEDICATORIA

A Dios por ser la columna esencial de mi vida, a esposa por el tiempo brindado, a mis hijos por animo que me brindaron en la trayectoria de mi carrera, a mis padres por su apoyo incondicional, a los ingenieros que estuvieron siempre en brindando su ayuda para culminar con éxito este trabajo.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS, M.Sc.
DECANO

f. _____

Ing. PHILCO ASQUI LUIS ORLANDO
COORDINADOR DE UNIDAD DE TITULACIÓN

f. _____

Ing. HERAS SÁNCHEZ ARMANDO MIGUEL, M.SC.
OPONENTE

Tabla de contenido

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Justificación y alcance	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Tipo de investigación	4
1.5 Hipótesis	4
1.6 Metodología	5
CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO	6
2.1. Industria del plástico	6
2.2. Información de la empresa	7
2.2.1. Política de calidad y sus objetivos.....	8
2.2.2. Misión.....	9
2.2.3. Visión	9
2.2.4. Ubicación de la Planta.....	9
2.2.5. Ventajas de ubicación de la empresa.....	11
2.2.6. Productos	11
2.3. Termoformado de plásticos	12
2.4. Impresión industrial de tapas	14
2.5. Conductores.....	15
2.6. Contactor	17
2.7. Relé	21
2.8. Encoder	23
2.9. Sensor de proximidad inductivo	25
2.10. Conectores con cables	25
2.11. Sincronizador.....	26
2.12. Servomotor	27
2.13. Servodrive INVT	27
2.14. Dispositivos interruptores y de control.....	28
2.14.1. Borneras para riel din.....	28
2.14.2. Breaker	28
2.14.3. Breaker de control.....	30
2.14.4. Fusibles.....	31
2.14.5. Selector tres posiciones	31
2.14.6. Botón.....	32
CAPITULO 3 SITUACIÓN ACTUAL	33
3.1. Entrevista a expertos	33
3.2. Observación personal	37
3.3. Problemas detectados	42
CAPITULO 4 PROPUESTA	48
4.1. Antecedentes.....	48
4.2. Elementos del nuevo sistema sincronizador	48
4.3. Características de los accesorios	49
4.3.1. Conductores.....	49

4.3.2.	Contactador.....	50
4.3.3.	Relé.....	51
4.3.4.	Encoder.....	51
4.3.5.	Sensor de proximidad inductivo	52
4.3.6.	Conectores con cables.....	54
4.3.7.	Caja metálica para los elementos del control eléctrico.....	54
4.3.8.	Sincronizador	55
4.3.9.	Servomotor.....	56
4.3.10.	Servodrive INVT.....	57
4.3.11.	Borneras para riel din.....	58
4.3.12.	Fuente de poder.....	59
4.3.13.	Breaker de control.....	60
4.3.14.	Fusibles.....	61
4.3.15.	Selector tres posiciones	62
4.3.16.	Botones.....	62
4.4.	Sistema eléctrico.....	63
4.4.1.	Planos eléctricos	63
4.5.	Costos de implementación.....	66
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
5.1.	Conclusiones	67
5.2.	Recomendaciones	68
	BIBLIOGRAFÍA.....	69

Índice de Tablas

Tabla 1 Polímeros y el termoformado	13
Tabla 2 Producción de impresión de tapas	37
Tabla 3 Gastos por concepto de Mantenimiento impresora de tapas	39
Tabla 4 Elementos del sistema	48
Tabla 5 Cables para control	49
Tabla 6 Características técnicas de contactor	50
Tabla 7 Relé.....	51
Tabla 8 Encoder.....	52
Tabla 9 Sensor de proximidad inductivo	53
Tabla 10 Conector con cables	54
Tabla 11 Caja metálica	55
Tabla 12 Sincronizador	56
Tabla 13 Servomotor	57
Tabla 14 Servodrive	58
Tabla 15 Fuente.....	59
Tabla 16 Breaker	60
Tabla 17 Breaker Control.....	60
Tabla 18 Fusible	61
Tabla 19 Selector tres posiciones	62
Tabla 20 Botonera roja	62
Tabla 21 Botonera verde.....	63
Tabla 22 Lista de materiales eléctricos utilizados	66

Índice de gráficos

Figura 1 Vista aérea Plásticos Ecuatorianos.....	10
Figura 2 Fachada frontal de la planta de Plásticos Ecuatorianos	10
Figura 3 Productos que fabrica Plásticos Ecuatorianos	12
Figura 4 Tipo de conductores	16
Figura 5 Características de un conductor	17
Figura 6 Contactor trifásico	18
Figura 7 Tipos de contactos.....	19
Figura 8 Partes de un contactor.....	21
Figura 9 Partes de un contactor.....	22
Figura 10 Tipos de relés	23
Figura 11 Como funciona un encoder.....	24
Figura 12 Encoder Incremental.....	24
Figura 13 Sensores inductivos de proximidad	25
Figura 14 Sincronizador	26
Figura 15 Servomotor	27

Figura 16 Bornera para riel	28
Figura 17 Consideraciones sobre tapas impresas	36
Figura 18 Producción de impresión de tapas.....	38
Figura 19 Gastos por mantenimiento impresora de tapas	40
Figura 20 Funcionamiento inadecuado de cadena principal	41
Figura 21 Piñones con defectos.....	42
Figura 22. Funcionamiento del sincronismo.....	44
Figura 23 Cables.....	49
Figura 24 Contactor	50
Figura 25 Relé de 11 pines con base	51
Figura 26 Encoder	52
Figura 27 Sensor inductivo en unidad impresora.....	53
Figura 28 Sensor inductivo en unidad impresora.....	53
Figura 29 Conector con cables	54
Figura 30 Caja metálica	55
Figura 31 Sincronizador	56
Figura 32 Servomotor	57
Figura 33 Servodrive.....	58
Figura 34 Borneras	59
Figura 35 Fuente de poder.....	60
Figura 36 Breaker	61
Figura 37 Fusible	61
Figura 38 Selector tres posiciones.....	62
Figura 39 Botoneras	63
Figura 40 Botoneras	64
Figura 41 Botoneras	65

Índice de Anexos

Anexo 1 Cuestionario Entrevista a expertos	71
Anexo 2 Apuntes de expertos	72
Anexo 3 Configuración Servo Drive Invt Para Impresora De Tapas - Plásticos Ecuatorianos-.....	74

Resumen

En la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A. una de sus máquinas impresoras presenta falencias que afecta su productividad, esta situación ha motivado “Diseñar un sistema de control que sincronice dos etapas de una máquina impresora, y, prevenga el aplastamiento y descuadre en la impresión de las tapas plásticas”. En su desarrollo primero se ha recolectado información respecto a los elementos eléctricos y electrónicos de un sistema de control de sincronización; luego se realiza el diagnóstico de la situación de la impresora para tapas plásticas instalada en la empresa Plásticos Ecuatorianos, que evidencia que el sistema de sincronismo no es adecuado y presenta descuadre en la impresión, lo que produce aplastamiento de las tapas, pérdidas por productos no conforme y por tiempo en reparaciones mecánicas. Luego de analizar diversos criterios, se decidió reemplazar el sistema mecánico original, por uno que utiliza el principio de sincronismo electrónico, de esta forma la maquinaria cumple los movimientos requeridos, cada cierta distancia y realiza una correcta impresión sin dañar tapas. En el proyecto se utilizó investigación exploratoria, explicativa y descriptiva; exploratoria al verificar documentos de la máquina para saber su funcionamiento y establecer lo que se desea realizar para dar una solución al problema; explicativo para describir las causas detrás del proyecto, y descriptiva para comunicar adecuadamente la investigación.

Palabras clave: máquina impresora, descuadre, sistema de sincronismo, productividad.

Abstract

In the company Plásticos Ecuatorianos S.A. one of its printing machines has shortcomings that affect its productivity, this situation has motivated "Design a control system that synchronizes two stages of a printing machine, and, prevent the crushing and misplacing the printing of plastic lids". In its development, information has first been collected regarding the electrical and electronic elements of a synchronization control system; then the diagnosis is made of the situation of the printer for plastic caps installed in the company Plásticos Ecuatorianos, which shows that the system of synchronism is not adequate and presents a mismatch in the printing, which produces crushing of the lids, losses due to products not conform and for time in mechanical repairs. After analyzing various criteria, it was decided to replace the original mechanical system, by one that uses the principle of electronic synchronism, in this way the machinery meets the required movements, and every certain distance and makes a correct impression without damaging lids. In the project exploratory, explanatory and descriptive research was used; Exploratory when verifying documents of the machine to know its operation and establish what you want to perform to give a solution to the problem; explanatory to describe the causes behind the project, and descriptive to adequately communicate the research.

Keywords: printing machine, unbalance, synchronization system, better productivity.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación y alcance

El proyecto se lo realizó en la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A. fue planteado por parte del área de mantenimiento y de producción enfocándose en un cambio en el sistema de sincronismo en unas de sus máquinas impresoras, mediante un sistema de control (sincronismo electrónico) basado en servomotor, encoder y sincronizador, ya que el sistema que tenía la máquina presentaba problemas en descuadre de la impresión y el aplastamiento de productos (tapas plásticas) por desgastes en sus partes mecánicas tales como engranajes, piñones, ejes entre otros. Este proyecto fue elaborado en la ciudad de Guayaquil en el KM 8 ½ vía a Daule.

De acuerdo al planteamiento antes descrito, por disposición de Gerencia se analizó los beneficios que se tendría al no generar producto esperado debido a la mala impresión en las mismas, además se ahorraría mucho tiempo a no tener la necesidad de parar la máquina para calibraciones y limpieza de tinta ya que en cada parada de máquina que se realiza por ajuste la tinta se seca y por último se tendría mayor rentabilidad ya que reduciría el personal, pues en la máquina trabajan dos personas que verifican que el producto no salga defectuoso.

La máquina produce con el sistema de sincronismo obsoleto 12.000 tapas por turno (cada turno es de 12 horas) y mediante el nuevo sistema se podrá producir en un rango de 45000 a 60.000 unidades por turno teniendo en consideración que la meta de producción del turno es de funcionamiento de la maquinaria en al menos un 75 % generando mayor productibilidad.

1.2 Planteamiento del problema

La reconstrucción del sincronismo de la máquina impresora de tapas que pertenece a la fábrica Plásticos Ecuatorianos una de las empresas del ramo más grandes y prestigiosa que están situada en la ciudad de Guayaquil y que opera en el sector de la industria plástica, debe abastecer de productos específicos a su principal cliente Industrias TONISA, que se dedica a producir lácteos por lo que debe cumplir con el pedido realizado por el cliente y ante esta situación para poder cumplir de acuerdo a los requerimientos, se estaba maquilando el producto en una empresa externa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Implementar un sistema de control que sincronice dos etapas de una máquina impresora, y, prevenga el aplastamiento y descuadre en la impresión de las tapas plásticas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Recolectar información para implementar los elementos eléctricos y electrónicos.
- Realizar el diagnóstico de la situación actual respecto a una programación del sincronizador con el servo drive.
- Identificar posibles soluciones para optimizar el sistema de control que sincronice dos etapas de una máquina impresora.
- Proponer un sistema de control sincronizador

1.4 Tipo de investigación

El trabajo actual de investigación se fundamenta especialmente en el tipo científico que se define como la sucesión de pasos que nos llevan a la exploración de conocimientos mediante la aplicación de métodos y técnicas.

Para realizar este proyecto se utilizó investigación exploratoria, explicativa y descriptiva.

Se realizó una investigación exploratoria al verificar documentos de la máquina para saber su funcionamiento y poder obtener conclusiones respecto a lo que se desea realizar y así dar una solución del problema o inconveniente existente en la máquina.

Descriptivo, al describir el estado actual de los elementos que se encuentran en la máquina, lo que permite establecer si es rentable o no la actualización del sistema de sincronización.

Es explicativo ya que este tipo de investigación tiende a describir las causas que están detrás del proyecto, en la actualización que se va a desarrollar en la máquina de impresora se debe tener en cuenta los pro y los contra que se pueden presentar a que este trabajo o proyecto se lo implementará y no se puede correr el riesgo de elegir un componente eléctrico y electrónico que no cumpla con las expectativa, ya que el sincronizador es costoso además que no se lo encuentra en el mercado local y se lo tiene que importar desde Alemania.

1.5 Hipótesis

El sistema de sincronización incrementa la rentabilidad al no generar producto no conforme y mejorar la productividad.

1.6 Metodología

La metodología de investigación está basada en el análisis y funcionamiento de la máquina impresora de tapas, para poder migrar el sincronismo mecánico obsoleto por el sincronismo eléctrico - electrónico que se va implementar con el fin de que los objetivos planteados en el proyecto sea un éxito y a su vez bajar o disminuir el tiempo del montaje y puesta en marcha de los elementos eléctrico - electrónicos para no retrasar la producción planeada por el jefe del área.

Para lograr lo planteado se debe ingresaren el campo y conocer el sitio donde se va a desarrollar el proyecto, inspeccionando el estado de la máquina y tener a mano la información necesaria para llevar acabo el análisis los objetivos se cumplan y para ello se necesita las herramientas técnicas que son piezas claves para que el montaje es un éxito y el jefe de mantenimiento encargado de la actualización de sistema de sincronismo certifique el trabajo realizado.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Industria del plástico

Como parte de la industria plástica se encuentran varios sectores: la producción de materias primas, de productos semi elaborados y de productos terminados; además del segmento de la industria del reciclado de los plásticos.

Las materias primas plásticas se obtiene de la Industria Petroquímica mediante el procesamiento industrial de derivados como el petróleo, gas natural, y sal (cloruro de sodio) y agrupan al PEAD, PEBD, PVC, PP, PS, PET, ABS, SAN, resinas poliéster y poliamidas, entre otras (Ecoplas , 2017).

La Industria Transformadora plástica elabora productos plásticos a partir de la transformación de materias primas de origen petroquímico, por lo que reúne a un gran variedad de grandes, Medianas, y Pequeñas Empresas. Este tipo de industrias producen productos semi-elaborados que sirve como insumos para otras industrias, así como productos plásticos terminados como envases, materiales de construcción, electricidad y electrónica, medicina, y otros usos (Ecoplas , 2017).

Como parte de este grupo productor se encuentra la Industria del Reciclado Plástico que utiliza como materia prima materiales plásticos post-consumo (embalajes, envases secundarios, residuos sólidos urbanos) y desechos post-industriales (Ecoplas , 2017).

La industria de plástico en Ecuador genera empleo y exporta productos de diferentes tipos. Conforme con estadísticas de la Asociación Ecuatoriana de Plásticos (Aseplas), el sector está compuesto por unas 600 empresas, de las

cuales 120 pertenecen a la Asociación. La mayoría de empresas productoras están ubicadas en la ciudad de Guayaquil (Líderes, 2018).

En un artículo publicado por la Revista Líderes (2018), se señala que según Aseplas, esta industria representa el 1,2% del PIB nacional, lo que equivale aproximadamente cerca de USD 1 200 millones. En la actualidad genera más de 19 000 empleos directos y 120 000 indirectos, con una producción cercana a las 500 000 toneladas anuales.

La industria plástica provee a sectores como el automotriz, comercio en general, el sector agrícola y bananero, pañales, alimentos entre otros. Esta actividad en particular está asentada en un crecimiento regular, debido al consumo de los países emergentes y de los productos más técnicos en los países desarrollados, en contra de las permanentes protestas por parte de ecologistas y las normas rígidas en gran parte de los países (La Nación, 2018).

En la última década, la producción mundial de plásticos pasó de 245 millones de toneladas en 2006 a 348 millones de toneladas en 2017, de acuerdo con las cifras presentadas por la federación europea Plastics Europe, el crecimiento fue de 3,9% en 2017, siguiendo la tendencia de los años anteriores (4% en 2016, 3,5% en 2015) (La Nación, 2018).

2.2. Información de la empresa

El 17 de octubre de 1967 en la ciudad de Guayaquil, el señor Francisco Alarcón Fernández fundó la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A., ubicada en el Km.8½ vía Daule. Al inicio la empresa contaba con una sola máquina en la línea de inyección, modelo Plastiniector V308 de procedencia Italiana y con moldes únicamente para fabricar muñecas (Tonicorp, 2019).

Paulatinamente la empresa fue adquiriendo mayor cantidad de maquinaria usada y acondicionándola para ponerla en funcionamiento, adicionalmente adquirió moldes de diferentes artículos y para diversos procesos de fabricación como: soplado, inyección, extrusión, termo formado, además amplió su oferta de servicios con la impresión de envases industriales y artículos descartables (Tonicorp, 2019).

Luego de más de 50 años, Plásticos Ecuatorianos S.A. sigue en busca de la excelencia y liderazgo, esto lo evidencia con su compromiso, constante innovación y adquisición de nuevas tecnologías, maquinarias de última generación, personal altamente motivado y capacitado, que opera en un clima laboral de respeto. Los productos que entrega la empresa son innovadores y de alta calidad, por lo que se ha hecho acreedora a varios reconocimientos a nivel nacional e internacional (Tonicorp, 2019).

Desde 2011 Plásticos Ecuatorianos S.A. forma parte del grupo corporativo Holding Tonicorp, conformado además por las empresas Toni, Topsy y Dipor, el holding es parte de Arca Continental y The Coca Cola Company (Tonicorp, 2019).

2.2.1. Política de calidad y sus objetivos

La política de calidad de Plásticos Ecuatorianos S.A., está permanentemente orientada a buscar el liderazgo en la fabricación y venta de envases industriales y artículos descartables; su compromiso es entregar productos y servicios de calidad para satisfacer las necesidades de los clientes y consumidores, generando el máximo valor a sus colaboradores, accionistas y grupos de interés (Tonicorp, 2019).

Plásticos Ecuatorianos se enfoca al mejoramiento continuo de sus procesos de forma rentable y sustentable, a través de la innovación, incorporación de nuevas tecnologías y el desarrollo de su recurso humano,

basada en la norma ISO 9001:2008 y una dirección estratégica técnica (Tonicorp, 2019).

Los objetivos de calidad que se ha planteado la empresa son (Tonicorp, 2019):

- Incrementar la satisfacción del cliente.
- Cumplir adecuadamente con los pedidos solicitados.
- Disminuir los reclamos.
- Minimizar el producto no conforme.
- Mejorar el clima laboral.

2.2.2. Misión

La misión de Pásticos Ecuatorianos S.A. es.

“Generar el máximo valor para nuestros clientes, colaboradores, comunidades y accionistas, satisfaciendo en todo momento y con excelencia las expectativas de nuestros consumidores” (Tonicorp, 2019).

2.2.3. Visión

La visión de Pásticos Ecuatorianos S.A. es.

“Ser líderes en todos los mercados en que participamos, en cuanto al consumo de envases para bebidas y alimentos, de forma rentable y sustentable”.

2.2.4. Ubicación de la Planta

Como se detalla en el numeral 2.1, la empresa Pasticos Ecuatorianos S.A., donde se ha realizado el trabajo de ingeniería en el sincronismo de la máquina impresora de tapa plásticas, está ubicada en Ecuador, cantón Guayaquil de la provincia del Guayas, en el Km. 8.5 vía Daule frente a la parada de buses del consorcio Metrovía.

En la figura 2.1 se puede observar una vista aérea de la ubicación de la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A.

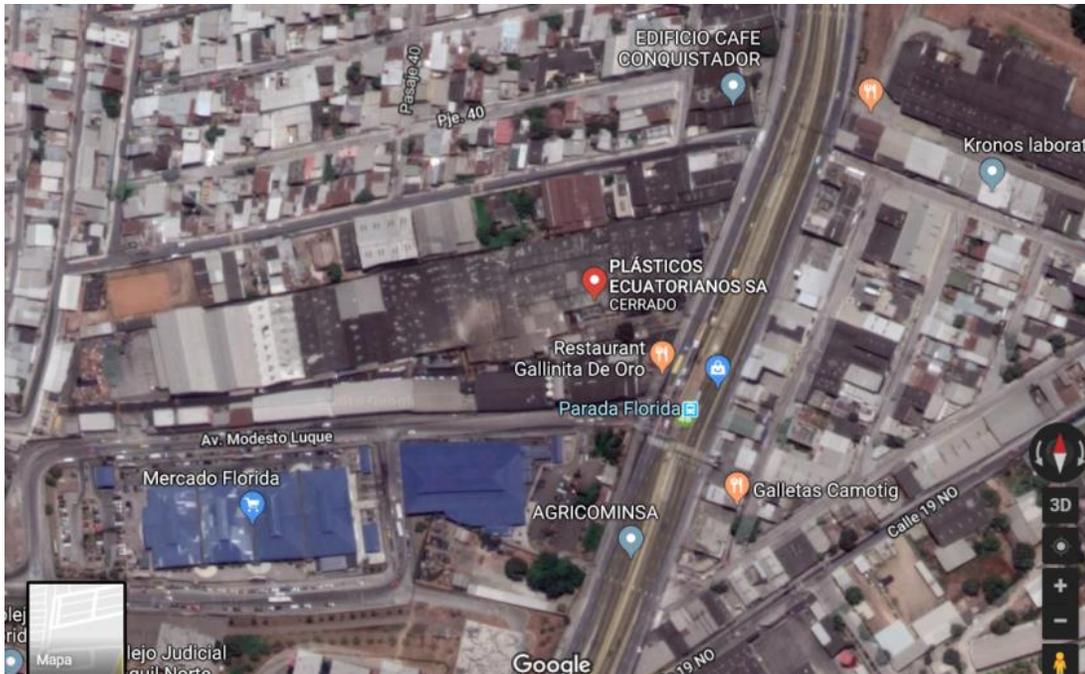


Figura 1 Vista aérea Plásticos Ecuatorianos
Fuente. Google Maps

En la siguiente figura se observa la fachada frontal de la planta de la empresa en el Km. 8.5 vía Daule.



Figura 2 Fachada frontal de la planta de Plásticos Ecuatorianos
Fuente Google Maps

2.2.5. Ventajas de ubicación de la empresa

Las ventajas que logra la empresa en base a su ubicación son:

- Acceso a autopistas y vías donde están situadas la mayor cantidad de industrias de Guayaquil, lo que le facilita la de entrega de productos, y le permite optimizar el tiempo y minimizar sus costos de transporte.
-
- Optimizar el proceso de aprovisionamiento de insumos, repuestos y servicios externos de mantenimiento en el caso que se presenten daños en las máquinas, moldes e infraestructura.

2.2.6. Productos

Plásticos Ecuatorianos S.A. actualmente produce unos 90 productos pertenecientes a las líneas: platos y reposteros, contenedores de comida, bandejas, vasos, tarrinas, cubiertos y sorbetes, productos térmicos, envases, tambores, baldes y productos agroindustriales (Plásticos Ecuatorianos S.A., 2018).



Figura 3 Productos que fabrica Plásticos Ecuatorianos
 Fuente. (Plásticos Ecuatorianos S.A., 2018)

2.3. Termoformado de plásticos

A partir de los años 80's hasta la fecha, los termoformadores se han posicionado de tal forma que han ido más allá de sus expectativas logrando producir artículos terminados termoformados a partir no solamente de lámina, sino del pellet de resina; además de reciclarlos sobrantes con un control mínimo. Los equipos han sido rediseñados para que trabajen mediante enlaces con programas de software, de tal forma que es posible un automonitoreo y funciones de diagnóstico, y todo ello no requieren más de una persona para su manejo y control (Plastiglas , 2015).

Se puede decir que básicamente, todos los polímeros termoplásticos son adecuados para el proceso de termoformado. Estos materiales, al ser sometidos a un calentamiento presentan una variación en su elasticidad, dureza y capacidad de resistencia bajo carga. Al incrementarse la temperatura que rebase el H.D.T., el comportamiento del material tiene la tendencia de volverse en un estado ahulado. Ello puede observarse en el inmediato pandeo de la hoja sometida al calentamiento, mediante la fuerza de gravedad (Plastiglas , 2015).

Para el termoformado se requiere calor, vacío, y la utilización de un molde o matriz de madera, resina ó aluminio, donde el plástico virgen toma la forma del molde ante la acción de presión y temperatura elevada.

Fundamentalmente las etapas del proceso de termoformado son: preparación de la lámina o pellets, precalentamiento, soplado, penetración del molde, definición de la forma con acción del vacío, enfriado, desmoldeo y acabado (Plastiglas , 2015).

Tabla 1 *Polímeros y el termoformado*

POLÍMEROS	TEMPERATURA DE DEFLECCIÓN AL CALOR			TEMPERATURA DE TERMOFORMADO		
	A 264 PSI (°C)	TEMP. A 66 (°C)	SIN CARGA (°C)	TEMP. DE LA HOJA (°C)	TEMP. DEL MOLDE (°C)	TEMP. DE AYUDA (°C)
Acrílico extruido	94	98		135-175	65-75	
Acrílico cell-cast	96	110		160-180	65-75	
Acetobutirato de celulosa	65-75	75-80	120-150	140-160		
Polietileno de alta densidad		60-80	100	145-190	95	170
Polipropileno	55-65	110-115	140	145-200		
Poliestireno	70-95	70-100	100	140-170	45-65	90
Poliestireno alto impacto	85-95	90-95	120	170-180	45-65	90
SAN	100	105		220-230		
ABS	75-115	80-120	95	120-180	70-85	90
Polivinilo de cloruro (RV.C.)	70	75	110	135-175	45	80
Policarbonato	130	140	160	180-230	95- 120	140

Fuente: (Plastiglas , 2015)

2.4. Impresión industrial de tapas

La impresión industrial se aplica para resaltar y embellecer superficies en envases de productos o elementos decorativos, o para producir materiales funcionales. Tradicionalmente las aplicaciones de impresión industrial se han producido con técnicas de impresión analógica, como offset, hueco grabado, flexografía y serigrafía (Gilboa, 2016).

Hace más de 20 años la impresión digital apareció con tecnologías que hacen posible adoptar procesos de producción integrados y personalizar productos, las soluciones por inyección de tinta permiten producir artículos de calidad a la vez que beneficiarse de las ventajas de la impresión digital (Gilboa, 2016).

La tecnología de impresión abarca un amplio número de sectores, como la comunicación gráfica, envases, impresión decorativa e impresión funcional; estos mercados requieren depositar una serie de materiales, en diversos tipos de superficies. (Gilboa, 2016) .

El sector de los envases y embalajes es una industria gigante con unos ingresos relacionados de 400 mil millones de dólares a nivel mundial, Las aplicaciones van desde cajas de cartón o hasta etiquetas para productos de gama alta. En los últimos años se han desarrollado las soluciones de impresión digital en color electrofotográficas y de inyección de tinta (Gilboa, 2016).

En la impresión funcional, a una superficie se le imprime tinta u otro material para darle una función. Se usan tecnologías piezoeléctricas o de gota continua para hacer posible la deposición de diversas clases de material (Gilboa, 2016).

La impresión de sustratos plásticos requiere de una técnica sofisticada, de maquinaria especializada y poco convencional, aplica tintas UV de secado

inmediato y plásticos elaborados con tratamientos especiales que permiten ser impresos en offset tradicional (Stephens, 2015).

Los plásticos se imprimen en grandes volúmenes ya que sus procesos permiten optimizar costos únicamente en grandes cantidades y de esta manera se convierten en producciones costeables. Existen diversos sustratos plásticos, como el PVC (poli cloruro de vinilo) considerado el termoplástico más versátil, similar al acrílico, el PET (polietileno tereftalato) un plástico transparente muy utilizado para envases industriales; el plástico sintético polypap blanco, opaco y liso, puede ser adhesivo o no adhesivo; el electrostático que pertenece a los vinilos (Stephens, 2015).

2.5. Conductores

Se aplica esta denominación a los cuerpos capaces de conducir electricidad. Un conductor eléctrico está formado en su parte interior por alambres usualmente de cobre, aunque también puede ser de aluminio. Este alambre, puede ser de una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí. Aunque ambos metales (Cu y Al) tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre se destaca en la fabricación de conductores por sus evidentes ventajas mecánicas y eléctricas. El tipo de cobre que se emplea en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza al 99,99% (Procobre , 2019).

El conductor eléctrico es un material que permite el movimiento de la carga eléctrica ya que ofrece poca resistencia al paso de una corriente eléctrica, los principales conductores eléctricos son los metales, los más comunes son: cobre, oro, hierro, plata, aluminio y sus aleaciones con otros materiales, esto permite ampliar su aplicación a diferentes funciones y en condiciones extremas; el oro y

la plata son mejores conductores, pero no son muy utilizados por su alto costo y solo se lo emplea en circuitos electrónicos (Foster, 2017).

Se pueden encontrar materiales no metálicos que posean la propiedad de conducir la electricidad, tal como el grafito y las soluciones salinas (Foster, 2017).

Los conductores eléctricos en función de su alma o material de conductividad se clasifican en tipo alambres y tipo cables.

El conductor tipo alambre lleva en un solo elemento o hilo para conducir corriente, y el conductor tipo cable está conformado por varios hilos de alambre usualmente de cobre de baja sección de diámetro lo que lo hace maleable para el tendido eléctrico, por esta razón es el más utilizado en la industria (Lincoln, 2018).

La siguiente figura ilustra la diferencia entre conductores tipo alambre y tipo cable.



Figura 4 Tipo de conductores

Fuente: **(Lincoln, 2018)**

A continuación de ilustran las partes que conforman un conductor que se ha utilizado en el proyecto de sincronismo.

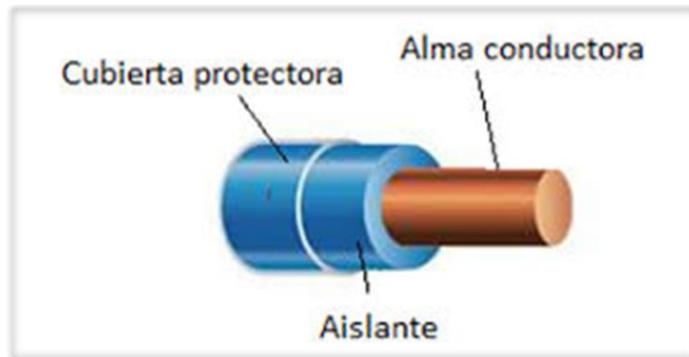


Figura 5 Características de un conductor

Fuente: Faradayos

2.6. Contactor

El contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica y puede ser accionado a distancia. Contiene contactos móviles, fijos y una bobina, los contactos permiten abrir y cerrar circuitos para el control y automatismo, también permiten energizar o des energizar elementos que manejen corrientes elevadas. Para esto tiene dos posiciones de funcionamiento: una de reposo o estable, que corresponde a aquella cuando no recibe ninguna acción del circuito de mando, y otra inestable cuando sí actúa dicha acción (Freeman, 2015).

Por el mecanismo de accionamiento los contactores pueden ser: electromagnéticos, accionados mediante un electroimán; electromecánicos, accionados mediante medios mecánicos; neumáticos, accionados mediante la presión de gas, e hidráulicos que se accionan con la presión de un líquido (Quintana, Manual Electrotécnico 4ta. Ed., 2015).

Por la disposición de los contactos, los contactores pueden ser al aire, en vacío o al aceite (Freeman, 2015).

Por la clase de corriente los contactores son para corriente alterna o para corriente continua; por el nivel de tensión los contactores son de baja tensión

hasta 1000 V, y de alta tensión más de 1000 V; y por la característica de la carga, los contactores son: de potencia (K) para la conexión de circuitos de potencia, y auxiliares para conectar circuitos auxiliares (Quintana, Manual Electrotécnico 4ta. Ed., 2015).

Las aplicaciones de los contactores, en función de la categoría de servicio, son (Freeman, 2015):

- AC1 Únicamente para cargas resistivas para calefacción eléctrica.
- AC2 Motores asíncronos para mezcladoras, centrífugas, entre otros.
- AC3 Motores asíncronos para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores.
- AC4 Motores asíncronos para grúas, ascensores.



Figura 6 Contactor trifásico

Fuente: Archivo del autor

Los contactos principales se conectan al circuito a controlar, fijando el establecimiento y cortes de las corrientes principales; los contactos auxiliares son parte del circuito auxiliar y aseguran las auto alimentaciones, mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones (Quintana, Manual Electrotécnico 4ta. Ed., 2015).

Cuando la bobina se excita por la circulación de la corriente, mueve el núcleo y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo el circuito entre la red y el receptor; cuando la bobina deja de ser alimentada el resorte de presión de los polos y el resorte de retorno de la armadura móvil abre los contactos. La bobina debe resistir los choques mecánicos causados por el cierre y apertura de los contactos y los choques electromagnéticos por el paso de la corriente por sus espiras, para esto la bobina o circuito magnético suele montarse sobre amortiguadores (Quintana, Manual Electrotécnico 4ta. Ed., 2015).

Generalmente los contactores de fuerza tienen tres contactos que soportan grandes cantidades de corriente, se caracterizan por estar en posición normalmente abiertos, además hay dos contactos uno normalmente abierto y uno normalmente cerrado que soportan poca corriente porque se utilizan para el sistema control (Quintana, Manual Electrotécnico 4ta. Ed., 2015).

Los contactos de control normalmente abiertos y cerrados son fáciles de identificar, en los contactos normalmente abiertos el número que los identifica termina en 3-4 o 7-8 (13-14 o 17-18 por ejemplo) y en los normalmente cerrados termina en 1-2 o 5-6 (11-12 o 21-22 por ejemplo), tal como se ilustra en la siguiente figura (Freeman, 2015).

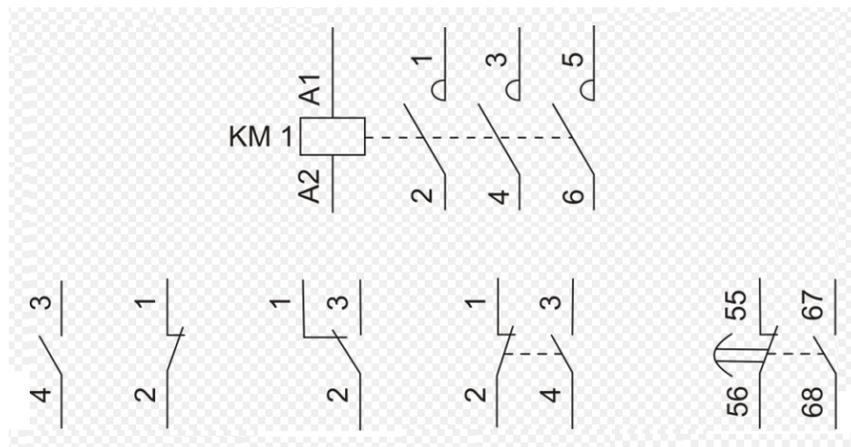


Figura 7 Tipos de contactos
Fuente: (Freeman, 2015)

Partes de un contactor electromagnético

Los elementos de un contactor electromagnético son:

- Contactos principales, destinados a abrir y cerrar el circuito de potencia (Foster, 2017).
- Contactos auxiliares, que abren y cierran el circuito de mando, están mecánicamente acoplados a los contactos principales y pueden ser abiertos o cerrados (Foster, 2017).
- Bobina, produce una fuerza de atracción al ser atravesado por una corriente eléctrica, su tensión de alimentación puede ser de 12, 24 y 220V de corriente alterna (Foster, 2017).
- Armadura, es la parte móvil del contactor, desplaza los contactos principales y auxiliares por la acción de la bobina (Foster, 2017).
- Núcleo, es la parte fija donde se cierra el flujo magnético producido por la bobina (Foster, 2017).
- Resorte es un muelle que devuelve los contactos a su posición de reposo, cuando cesa la fuerza de atracción (Foster, 2017).

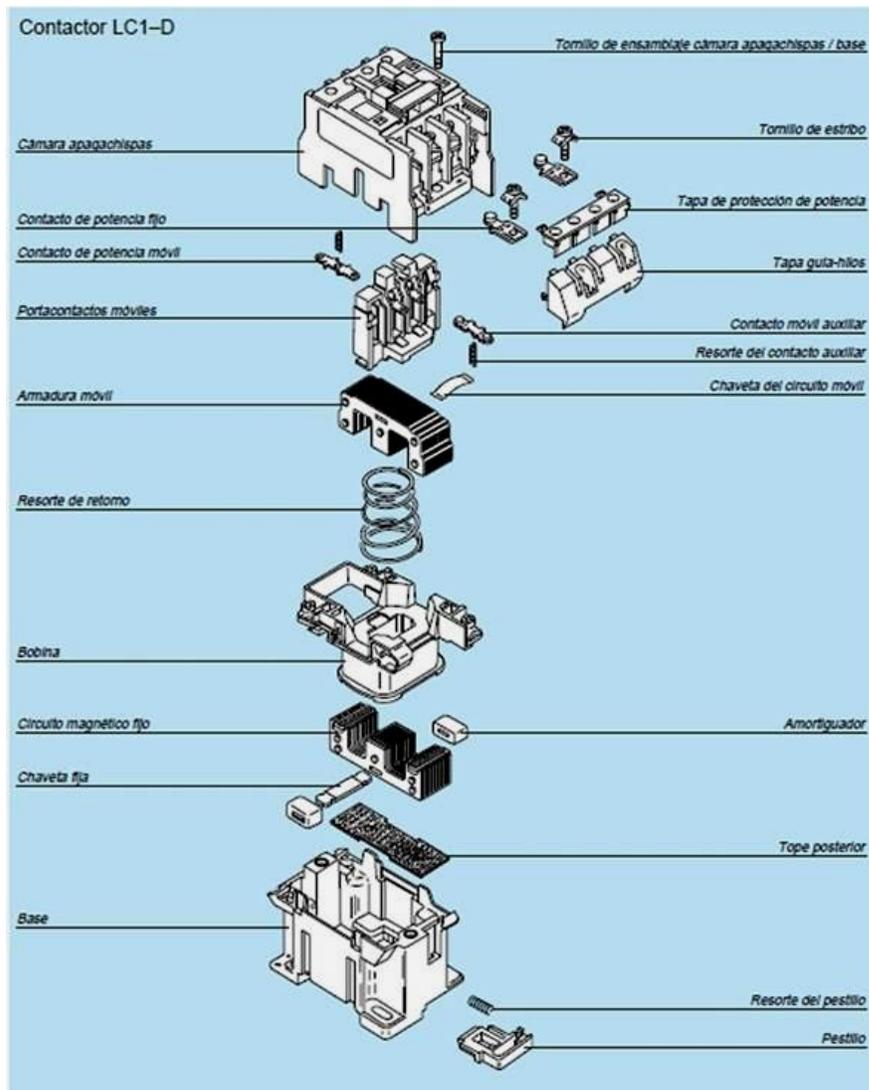
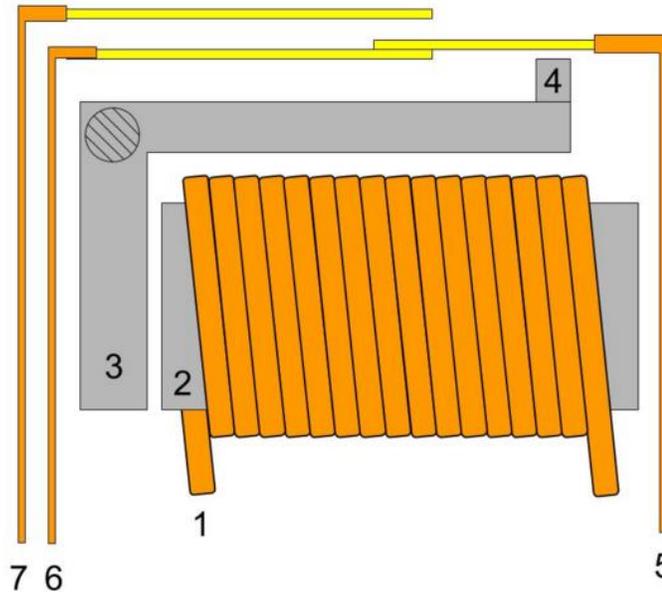


Figura 8 Partes de un contactador

Fuente: (Foster, 2017)

2.7. Relé

Un relevador (relé) es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor que puede ser accionado eléctricamente, es un controlador electro mecánico que permiten abrir o cerrar circuitos, por lo que se usan en el automatismo de una máquina o una secuencia eléctrica (Orsinni, 2016).



1 bobina de cobre, 2 núcleo de hierro, 3 y 4 balancines, y 5,6 y 7 contactos

Figura 9 Partes de un contactor

Fuente: **(Hetpro, 2018)**

Cuando pasa una corriente eléctrica por la bobina (1), esta induce un campo magnético y el núcleo de hierro (2) actúa como un electroimán lo que hace subir o bajar el balancín (4) y conecta los elementos 3 y 2, mediante esta acción se abre o cierra el paso de corriente por los contactos 5 (común), 6 (normalmente cerrado) y 7 (normalmente abierto) (Hetpro, 2018).

Ya que en la industria actual se desarrollan procesos que requieren mejor control, existen diversos tipos de relés: electromecánico, de estado sólido, de corriente alterna, de láminas, de acción retardada y de retención de posición (Orsinni, 2016).

En la siguiente figura se ilustran tres tipos de relés más comunes en la industria.



Figura 10 Tipos de relés

Fuente: Archivo del autor

La ventaja de utilizar un relé de control electromagnético es que se separa la parte eléctrica y se puede controlar diferentes bobinas con muy poca corriente, lo que es positivo pues en otros dispositivos de control como los PLC, sus salidas no soportan suficiente corriente para controlar bobinas de electroválvula y cargas, lo que podría ocasionar fallas (Hetpro, 2018).

2.8. Encoder

Un encoder, también conocido como codificador o decodificador en español, es un dispositivo, circuito, software, o algoritmo cuyo objetivo es cambiar información de un formato a otro. En este caso los encoders a describir sirven para motores eléctricos DC y “su función es la de convertir el movimiento mecánico (giros del eje) en pulsos digitales o análogos que pueden ser interpretados por un controlador de movimiento” (LBA Industrial Mining, 2013, pág. 1). Dicha información pueda ser utilizada para determinar posiciones angulares en el campo de la robótica, para control de velocidades, contadores y otras aplicaciones (LBA Industrial Mining, 2013).

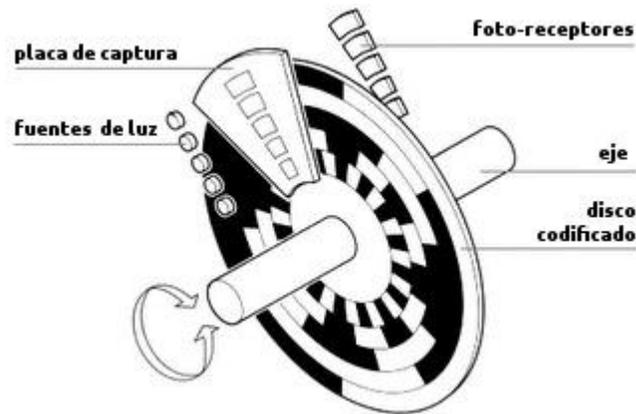


Figura 11 Como funciona un encoder
 Fuente: (LBA Industrial Mining, 2013).

Básicamente un encoder está conformado por un sensor fuente de luz y un disco con ranuras acoplado a un eje giratorio, este sistema está diseñado para generar impulsos equivalentes a códigos, considerando que el disco tiene zonas transparentes permitiendo que el haz de luz generado por el sensor emisor pasen a través del disco. Por lo general corresponde a un dispositivo de forma cilíndrica que cuenta de un acople mecánico, que facilita sujetar el eje y generar movimiento y de esa manera poder medir sus variantes (LBA Industrial Mining, 2013).

Existen varios tipos de encoder según su diseño básico y funcionalidad como el encoder Incremental y encoder Absoluto. Además, existen otros tipos de encoders como el encoder óptico, lineal y el encoder de cuadratura (Sepúlveda, 2015).



Figura 12 Encoder Incremental
 Fuente: Archivo del autor

2.9. Sensor de proximidad inductivo

Es un dispositivo capaz de detectar todo material ferroso en particular metales, en la industria se emplean para contabilizar objetos o para limitar su posición (Freeman, 2015).

Cuando una corriente circula por un conductor, genera un campo magnético alrededor de su hilo devanado, si un material ferroso se aproxima al campo magnético, este es cortado conmutando el dispositivo; la bobina del sensor de proximidad induce una corriente en el material por percibir, lo que genera un campo magnético que bloquea al campo de la bobina del sensor, y causa una reducción de su inductancia y una menor impedancia. Por lo general los sensores de proximidad se alimentan con 24 voltios de corriente directa, y emiten una señal positiva PNP o negativa NPN (Freeman, 2015).

En la figura se ilustran diferentes sensores de proximidad.



Figura 13 Sensores inductivos de proximidad

Fuente: Archivo del autor

2.10. Conectores con cables

Los cables son el componente básico de un sistema de cableado, se emplean para la automatización en todas las industria, pues las máquinas utilizan diversos sensores y para que envíen señales digitales o analógicas con seguridad se utilizan varios tipos de cables, que se caracterizan por su aplicación, y cuya elección depende del ancho de banda necesario para la señal y consecuentemente del rendimiento máximo de transmisión, su inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y la relación entre la amortiguación de la señal y la distancia recorrida, y el costo del medio (Orsinni, 2016).

2.11. Sincronizador

El sincronizador es un dispositivo que permite poner en condiciones iguales a dos o más partes de un equipo o sistema (Servidor alicante, 2017).

Marshall (2016) señala que el sincronizador es un dispositivo que en los cambios de velocidad, facilita colocar las diversas marchas, uniformando las velocidades de rotación de los engranajes y sus respectivos manguitos de acoplamiento. Es un mecanismo que puede tener diversos esquemas, mayoritariamente comprende un pequeño acoplamiento cónico que, por rozamiento, sincroniza los elementos giratorios que deben unirse entre sí.



Figura 14 Sincronizador

Fuente: (Motrona, 2018)

2.12. Servomotor

El servomotor es un tipo especial de motor, similar a uno de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, moviéndose una determinada cantidad de grados y luego se mantiene fijo en esa posición (Marshall, 2016).



Figura 15 Servomotor

Fuente: Archivo del autor

El servomotor es un motor con características especiales de control tanto en velocidad como en posición, el motor en el interior del servo es de corriente directa, el eje se acopla a una caja de engranajes similar a una transmisión, para potenciar el torque del motor y poder mantener una posición fija cuando se lo requiera (Capriotti, 2015).

Los servomotores se clasifican según sus características de rotación: de rango de giro limitado, que permiten una rotación de 180°; o de rotación continua que con capaces de girar 360° (Capriotti, 2015).

2.13. Servodrive INVT

El servo driver es un amplificador; es un elemento receptor de señales de comando de un controlador del sistema, que amplifica la señal y transmite una corriente eléctrica al servomotor involucrado en el sistema, para generar el él un

movimiento proporcional al que solicita el comando de señal. Generalmente el comando transmitido representa una velocidad específica, pero también puede representar un torque o posición (Marshall, 2016).

2.14. Dispositivos interruptores y de control

2.14.1. Borneras para riel din

Una bornera es un conjunto de bornes individuales o múltiples y sus accesorios, un borne es un elemento con cuerpo de material plástico aislante que contiene o incluye un elemento metálico al cual pueden fijarse los conductores de cable (Martínez, 2016).



Figura 16 Bornera para riel

Fuente: Archivo del autor

2.14.2. Breaker

Es un interruptor de circuito que tiene como función principal proveer protección a equipos eléctricos y cableados; es un aparato capaz de abrir o interrumpir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que circula por el excede un valor determinado o cuando se ha producido

un cortocircuito, para evitar daños en equipos eléctricos y cableados (Martínez, 2016).

A diferencia de los fusibles que deben ser reemplazados, el breaker o disyuntor puede ser rearmado una vez solventado el problema causante de su desactivación automática. Se fabrican en diferentes tamaños y características, por lo que son ampliamente utilizados en viviendas, industrias y comercio (Martínez, 2016).

Los parámetros que definen un disyuntor son (Martínez, 2016):

- Corriente nominal de trabajo, para la cual está diseñado, existen desde 5 hasta 64 amperios.
- Tensión de trabajo para la cual está diseñado, existen monofásicos (110 - 220 V) y trifásicos (300 - 600 V).
- Poder de corte, que es la intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir.
- Poder de cierre, es la intensidad máxima que puede circular por el dispositivo al momento del cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.
- Número de polos, número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor.

En el mercado existen breakers para protección de motores (termo magnético), para protección de circuito de motores (magnético) e hidro magnético, cada tipo está diseñado para una aplicación diferente (Quintana, Manual Electrotécnico 4ta. Ed., 2015).

Los breakers de protección térmica interrumpen sobrecargas leves, tienen un mecanismo expandible al calentarse con la corriente, está calibrado para interrumpir el circuito al exceder la corriente nominal, no dan una respuesta instantánea para permitir sobrecargas de corta duración, normales en la

operación de ciertos aparatos eléctricos. Los de protección magnética interrumpen las corrientes de falla (cortocircuito, falla entre líneas, falla línea-tierra) de magnitud mucho mayor a las sobrecargas, en forma instantánea. Se basa en la inducción, una bobina dentro del breaker produce un potente campo magnético, al haber una corriente de falla, la fuerza magnética interrumpe el contacto eléctrico.

Con respecto a la protección magnética, hay dos datos que se deben considerar:

- **Capacidad de interrupción en servicio (Ics)**, la máxima corriente de falla que el breaker puede interrumpir sin sufrir daño permanente.
- **Capacidad de interrupción última (Icu)**, la máxima capacidad de interrupción del breaker, pero sufriendo daño permanente.

2.14.3. Breaker de control

El breaker es un interruptor que protege equipos y cableados; abre o interrumpe un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente que circula por él excede determinado valor o se ha producido un cortocircuito (Martínez, 2016).

Los breakers de control son generalmente de inducción, una bobina dentro del breaker produce un potente campo magnético, al haber una corriente de falla, la fuerza magnética interrumpe el contacto eléctrico (Quintana, Manual Electrotécnico 4ta. Ed., 2015).

2.14.4. Fusibles

Los fusibles son dispositivos que se utilizan para proteger equipos eléctricos, electrónicos y cableados, permiten el paso de corriente eléctrica mientras ésta no supere un valor establecido (Quintana, 2015).

Los fusibles están compuestos por un filamento o lámina metálica, cuando la intensidad de corriente supera ese valor poniendo en riesgo el cableado y otros elementos, el fusible se quema o funde (por efecto Joule) y desconecta el circuito (Marshall, 2016).

El fusible se coloca antes que la corriente ingrese al circuito, si ésta es muy elevada, aumenta la temperatura del filamento y este se funde o derrite, abriendo el circuito e impidiendo que la corriente excesiva llegue al circuito (Quintana, 2015).

Por ser un dispositivo común existen diferentes tipos: cilíndricos, de cuchillas, de pastilla, encapsulado de vidrio, chicote, tapón enroscable, cartucho, de plomo, diazed (Capriotti, 2015).

2.14.5. Selector tres posiciones

Un selector eléctrico es un dispositivo que se emplea para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. Su aplicación va desde un interruptor, hasta un selector de transferencia automático de múltiples capas controlado por computadora (Martínez, 2016).

Un selector eléctrico rotativo cumple con la función de abrir o cerrar contactos, conforme una posición seleccionada, es recomendable verificar que se cumplan las funciones descritas en las especificaciones. Existen selectores de 2, 3, 4 y 5 posiciones, que pueden contar con retorno automático (Martínez, 2016).

2.14.6. Botón

El término botón se emplea bien para identificar un mecanismo que se maneja oprimiéndolo en un panel o un grupo componentes de una interface hombre/máquina, que incluye diversos elementos: luces, interruptores selectores, potenciómetros y botones de presión (Quintana, Manual Electrotécnico 4ta. Ed., 2015). Las luces indicadoras son parte del funcionamiento de los botones pulsadores. Ayudan al trabajador a indicar lo que la máquina está haciendo (o deja de hacer)

CAPITULO 3

SITUACIÓN ACTUAL

Para entender de mejor manera la problemática planteada se ha creído conveniente tomar en consideración las fallas reportadas por el personal operativo a cargo de la máquina impresora de tapas, a tinta

Ha sido necesario observar videos donde se perciben detalles en ciertas etapas de la impresión automática, destacándose el que unas tapas pasan y continúan su recorrido una vez impresas, mientras que otras, producto de algún alguna falla en la sincronización caen a un recipiente que se encuentra debajo de la impresora

De los informes técnicos se desprende la novedad de que el sistema de impresión de tapas se encuentra desincronizado debido a desgastes mecánicos habiéndose encontrado piñones con dientes rotos, ejes con evidente pérdida de capas de superficie debido al uso constante, y mecanismos que sirve como guía se encuentran descentrados.

3.1. Entrevista a expertos

Una de las técnicas de investigación empleadas son las entrevistas a profundidad, las cuales tiene preguntas de tipo abierto, con el propósito de obtener el criterio calificado de personas (expertos) relacionados con el tema de investigación.

Los expertos consultados son:

- **Ing. Stalin Tumbaco**
Jefe del área de impresión
- **Ing. Jorge Saltos.**

Jefe de Mantenimiento e Ingeniería

- **Ing. Blaz Knezevic**
Gerente de operaciones.

Para ello se ha planteado cuatro preguntas las cuales se encuentran en Anexos, por lo que a continuación se resumen las respuestas correspondientes.

Razones técnicas que permiten un aplastamiento de tapas en la máquina impresora

El problema original de la impresora de tapas es que se encuentra desincronizada por el desgaste mecánico, habían cambiado su forma que incluye por ejemplo piñones con menos dientes, ejes desgastados, cadenas elongadas, guías de las tapas y otros elementos más, lo cual dificulta notablemente un aplastamiento de algunas tapas. Estos mecanismos han sufrido desgaste debido al uso constante al que han sido sometidos por lo que habría que buscar las razones de manera más profunda para hacer una innovación porque si existen las posibilidades para hacer eso.

Solución técnica para superar el problema de aplastamiento de las tapas

Una de las soluciones sería cambiar toda esa sincronización, esa transmisión mecánica que existe hacerlo mediante una transmisión electrónica, eso es lo que hace un equipo PIE340, que es equipo que funciona en base a un movimiento del eje principal o master, se mueve el eje secundario y lo que se hace con los indexadores corroborar que cada cierta distancia se cumpla ese movimiento, porque al final es una relación de transmisión que no es exacta, pero a través de los indexadores de los sensores estos de cada uno de los moldes se puede tener una precisión en el desplazamiento del esclavo que sería la banda,

dónde están las tapas y así es como se sincroniza en cada punto de cada una de las matrices impresoras a cada una de las tapas.

Como opinión personal de los expertos, adicional al cambio de sistema sugiere la implementación de una guía fabricada en material semiduro de caucho, que podría ayudar en la centrada de cada tapa, evitando su hundimiento.

En que afecta la problemática en el funcionamiento de la empresa

Actualmente la máquina produce con el sistema de sincronismo vigente 12.000 tapas por turno y existe la posibilidad de que al migrar del sistema de básicamente mecánico a eléctrico-electrónico, estaría en capacidad de producirse entre 45 a 60.000 unidades por turno, lo cual resultaría beneficioso para la empresa ya que actualmente ante las fallas en la máquina se han visto obligados a subcontratar otras empresas para que realicen el trabajo que supuestamente se debe realizar aquí, lo cual perjudica y los beneficios sobre la rentabilidad de la empresa

En caso de cambiar de sistema de impresión, se ahorraría mucho tiempo a no tener la necesidad de parar la máquina para calibraciones y limpieza de tinta tomando en cuenta que en cada parada de máquina que se realiza para realizar los ajustes, la tinta tiende a secarse, se aumenta el tiempo de mantenimiento, y los dos operadores a cargo dejarían de laborar.

Factibilidad de implementación de innovación

Por supuesto que es factible ya que actualmente existen profesionales calificados dentro de la empresa, que pueden realizar un rediseño de sincronizado, y además existen todas las facilidades para adquirir elementos o repuestos en la localidad, ya que aquí hay muchas casas representantes de marcas internacionales que forman parte de los proveedores de la empresa, que

están en capacidad de atender los pedidos, y en el caso de que no dispongan al momento, lo puede importar en el menor tiempo posible, por lo que por ese lado es conveniente implementar el proyecto de innovación, ya que es preferible invertir un poco y recuperar mucho ya que se dejaría de estar subcontratando a otras empresas a realizar el trabajo que se lo podría hacer aquí tranquilamente.

Como parte de las sugerencias se proporciona un bosquejo de una de las soluciones complementarias al mecanismo con mando electrónico.

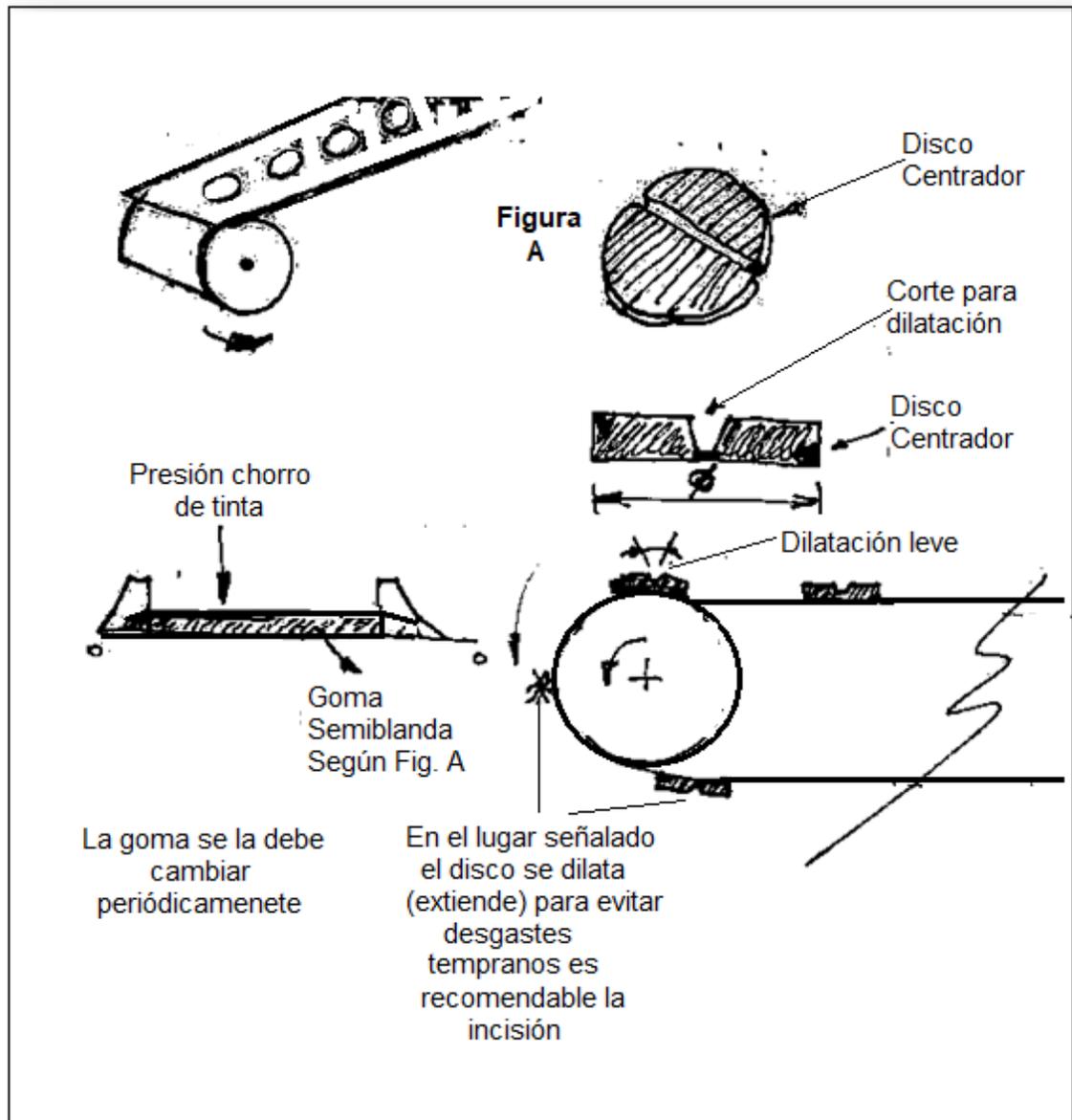


Figura 17 Consideraciones sobre tapas impresas

Fuente: Experto 1

3.2. Observación personal

Las cifras siguientes indican la variedad de impresiones que se le realiza a los productos, detallándose como se puede observar, el tipo de producto y la cantidad que se requiere imprimir mensualmente. Esta programación se realiza básicamente el Departamento de Planificación de la empresa y la ejecuta directamente la Unidad de Producción, por lo que la primera observación es que no se está cumpliendo una producción acordada debido a defectos del sistema de sincronizado y ante esta dificultad la empresa ha tenido que subcontratar a otras empresas para poder cumplir con la programación.

A continuación conforme a información estadística facilitada por la empresa, relacionada con la producción promedio de impresión de tapas y que no ha podido cumplir adecuadamente, acudiendo incluso a la subcontratación de otras empresas.

Tabla 2 Producción de impresión de tapas

Item	Etiqueta de fila	Suman
1	TAPA PS 100 CC BL UNILEVER	3.600
2	TAPA 100 CC IMP. TOPSY BUGGY GUM	144.000
3	TAPA 100 CC IMP. TOPSY BUGGY GUM NUEVO AURORA	115.200
4	TAPA 100 CC IMP. TOPSY RON PASAS-FRUTILLA BISABOR	144.000
5	TAPA 100 CC IMP. TOPSY VAINILLA - CHOCOLATE BISABOR	216.000
6	TAPA 100 CC PS IMP. QUESO CREMA	115.200
7	TAPA 100 CC IMP. TOPSY BUGGY CHICLE NUEVO AURORA	115.200
8	TAPA 100 CC PS TONI 1 (100) PRUEBA	662.400
9	TAPA 100 CC PS BLANCA 2,6 G. C/ (100)	115.200
10	TAPA 100 CC ABS MAQUILADO QUESO CREMA CLÁSICO	60.000

11	TAPA 100 CC IMP ORITO VASITO JR.	144.000
12	TAPA 100 CC IMP. TOPSY BUGGY GUM CHICLE AURORA	115.200
13	TAPA 100 CC IMP. TOPSY RON PASAS-FRUTILLA BISABOR AURORA	115.200
14	TAPA 100 CC IMP. TOPSY VAINILLA - CHOCOLATE BISABOR AURORA	115.200
15	TAPA 100 CC PS NATURAL C/ (100)	102.400
16	TAPA 100 CC PS SG IMP. VASITO VAINILLA PINGÜINO	144.000
17	TAPA 100 CC PS SG IMP. VASITO CHOCOLATE PINGÜINO	144.000
18	TAPA 100 CC PS SG IMP. VASITO FRUTILLA UNILEVER	144.000
	TOTAL GENERAL	2.714.800

Fuente: (Plásticos Ecuatorianos, 2019)

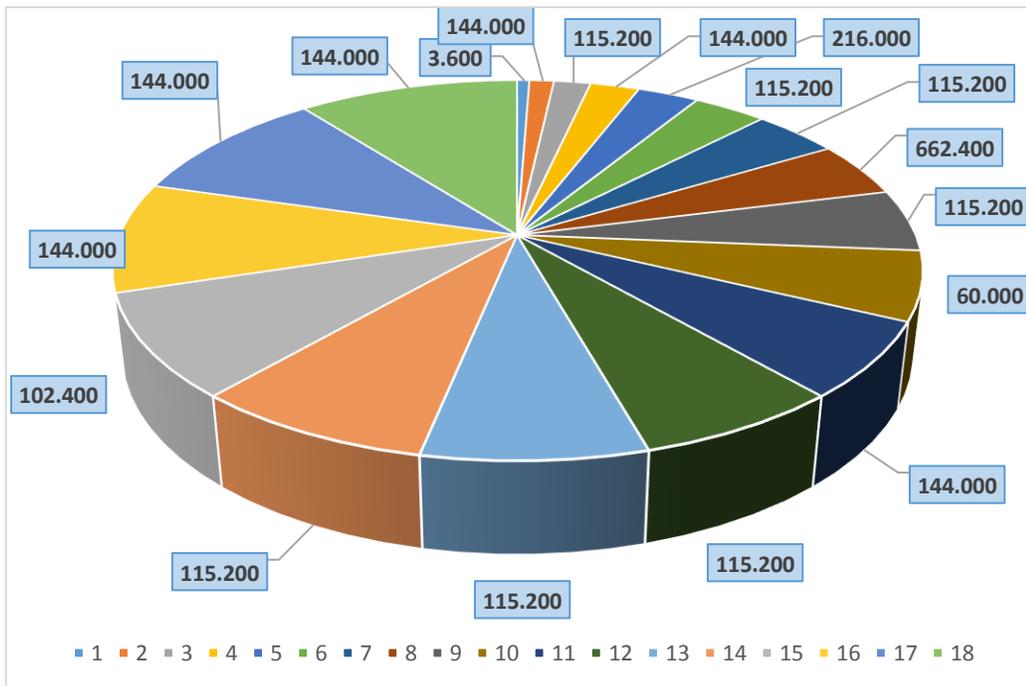


Figura 18 Producción de impresión de tapas

Fuente: (Plásticos Ecuatorianos, 2019)

La siguiente información y gráfica, muestra de manera detallada los gastos incurridos por concepto de mantenimiento, debido a daños mecánicos del sistema del sistema de sincronismo, ocasionados por desgastes en los ejes, piñones, guías de pernos, desgaste de pernos.

Tabla 3 *Gastos por concepto de Mantenimiento impresora de tapas*

Mes	Total
ENERO	155,1
FEBRERO	627,0
MARZO	1.548,0
ABRIL	965,0
MAYO	2.930,0
JUNIO	6.040,3
JULIO	3.221,5
AGOSTO	7.286,5
SEPTIEMBRE	8.571,9
OCTUBRE	2.575,6
NOVIEMBRE	2.694,7
DICIEMBRE	9.682,8
Total general	46.298,4
Promedio	3.858,2

Fuente: (Plásticos Ecuatorianos, 2019)

Las cifras indican que durante el año 2018 se han gastado 46.298,4 dólares por mantenimiento correctivo, siendo el mes de diciembre el mes que más se ha gastado (9.682,8 USD), sin considerar que además existen costos por subcontratación a otras empresas, para que realicen el trabajo cuando la maquinaria se encuentra parada.

Es necesario entonces dar una pronta solución al problema, considerando lo que se está invirtiendo en reparaciones correctivas y tomar una decisión radical para optimización del sistema, migrando de un sistema mecánico a un sistema

de sincronismo electrónico, que entre las ventajas cuenta con la disminución de gastos por reparaciones mensuales.

Una vez implementado el nuevo sistema de sincronismo electrónico será posible cumplir las metas planteadas por la empresa, bajo condiciones de rentabilidad con sustentabilidad.

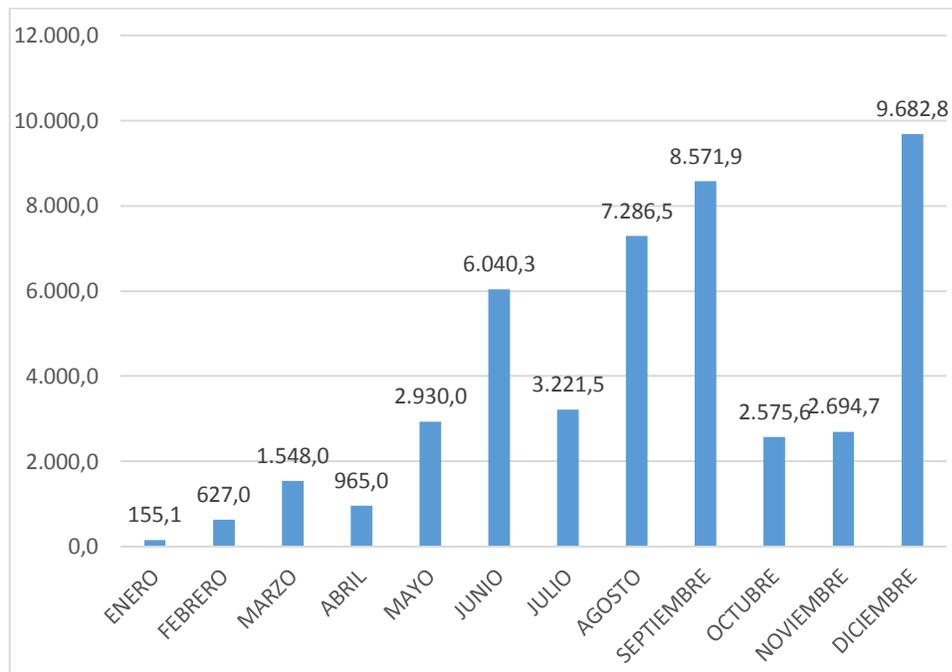


Figura 19 Gastos por mantenimiento impresora de tapas

Fuente: (Plásticos Ecuatorianos, 2019)

Fallas detectadas en el sincronismo mecánico

La cadena graficada a continuación tiende a estirarse porque los eslabones, se dañan por mal diseño de los piñones de la transmisión mecánica y no permite una automatización o flujo continuo de impresión. Esta cadena conecta la transmisión con el eje mecánico de la banda que transporta las tapas a ser impresas. Se puede afirmar que ahí se genera las fallas del resto del sistema mecánico.

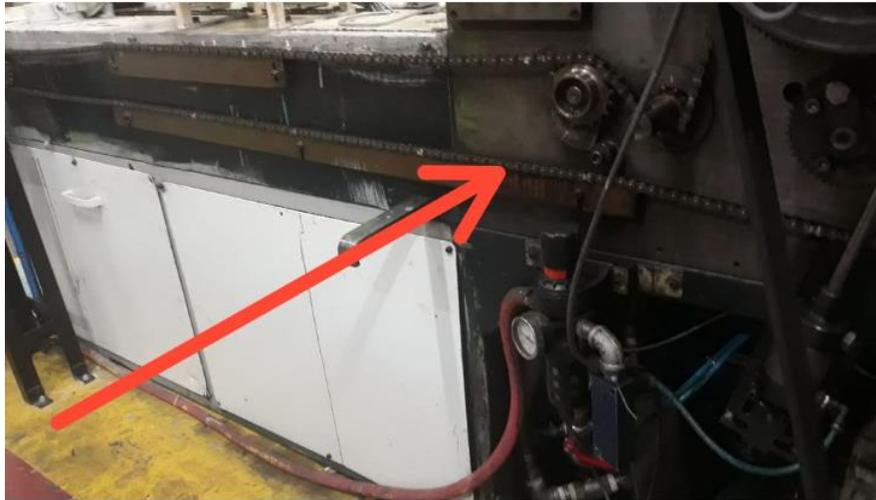


Figura 20 Funcionamiento inadecuado de cadena principal

Fuente: Archivo del Autor

Otra observación detectada por el investigador se puede apreciar con la ayuda de la siguiente imagen donde se indica los piñones que al trabajar tienen demasiado desgaste, debido a que no ha sido posible adquirir los repuestos porque el fabricante ya no elabora los piñones, por lo que ante la necesidad de encontrar soluciones, se ha acudido al mercado local donde elaboren los piñones, aunque debido al tipo de material inadecuado, ya que no disponen de la dureza para este tipo de trabajos, o no cumple la rigurosidad del trabajo al que son exigidos durante las 24 horas del día, además de que su elaboración generalmente demoran más allá de una semana.

En base a lo anteriormente descrito, se puede indicar que no es posible seguir con esa rutina de fabricar piñones, continuar reemplazando, seguir montando y con ello las paradas de las máquinas para su reparación

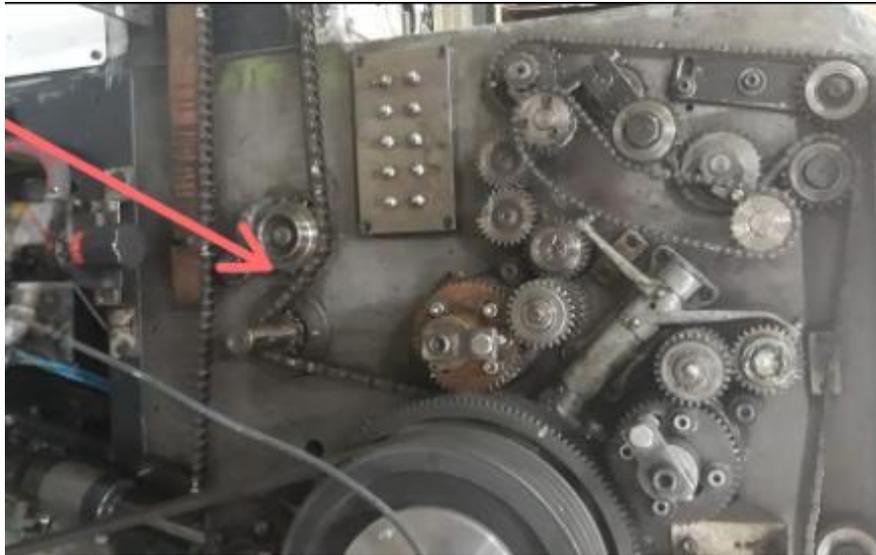


Figura 21 Piñones con defectos

Fuente: Archivo del Autor

3.3. Problemas detectados

Luego de consultar con expertos relacionados con el tema en estudio y con la recopilación de información de primera mano a través de una Observación personal, se ha resumido la situación de la impresora para tapas plásticas instalada en la empresa Plásticos Ecuatorianos, destacando osiguientes problemas:

- El sistema de sincronismo no es el más adecuado.
- Actualmente la empresa está maquilando con otras empresas.
- La máquina presenta un descuadre en la impresión, lo cual produce aplastamiento de las tapas.
- La máquina tiene desgastes en su parte mecánica (engranajes, piñones, ejes).
- Para efectos de correcciones hay que parar continuamente la máquina.
- Piñones de repuesto ya no dispone en stock el fabricante de la maquinaria.

- La elaboración de piñones se lo hace localmente, y se demoran una semana
- Los piñones que se elaboran localmente lo hacen con material de inferior dureza
- Los eslabones de la cadena principal tiende a estirarse, debido a su conexión con piñones más fabricados, afectando al resto del sistema.
- Eliminación de personal debido a la parada de máquinas para la reparaciones del sistema
- Pérdidas por aumento de producto no conforme
- Reclamos de clientes
- Tiempo perdido en reparaciones mecánica

Básicamente estas son las causas que justifican por qué se buscaron otras alternativas.

Luego de analizar los criterios correspondientes, se ha decidido reemplazar el sistema mecánico original, por la alternativa que corresponde al funcionamiento que utiliza el principio de un sincronismo electrónico.

3.4. Funcionamiento del sincronismo

BY340 es un sincronizador de alto rendimiento y bajo costo para un eje esclavo, con ajuste de relación de velocidad por teclado, salida analógica de 14 bits y 4 salidas de transistor de potencia para alertas (Motrona GmbH, 2016).

Dispone de control de precisión angular y sincronización de velocidad; alta precisión por el alto rango de frecuencia de retroalimentación (300 kHz con codificadores TTL y 200 kHz con codificadores HTL); control de fase remota completo mediante operación de impulso de índice, funciones de ajuste, entre otras; cuatro salidas de alerta programables; es la unidad más compacta que incluye el panel del operador para acceso directo y la interfaz RS232 para acceso

remoto; tiene una salida analógica configurable para operación de tensión o corriente, y alimentación de 24V AC / 17 a 40V DC (Motrona GmbH, 2016).

El equipo BY340 puede operar con controladores síncronos electrónicos y variadores de velocidad de diverso tipo y tamaño, que dispongan de una entrada analógica de 0 a 10V voltios (como en el caso de este proyecto) o de 4 a 20 mA miliamperios para configurar la velocidad (Motrona GmbH, 2016).

La operación del sincronismo se basa en el principio maestro / esclavo; el maestro puede ser cualquier parte móvil de una máquina, siempre que esté disponible una señal de encoder incremental cuadrática desde el movimiento maestro; el esclavo es un variador de velocidad, variador de frecuencia, servo drive, variador de corriente continua (CC) o un sistema hidráulico con servo válvula o similar, en el esclavo también se requiere una señal de retroalimentación de un encoder incremental (Motrona GmbH, 2016).

El siguiente diagrama ilustra un ejemplo de sincronización de velocidad entre dos correas, que incluye ajuste automático de posición mediante sensores de índice.

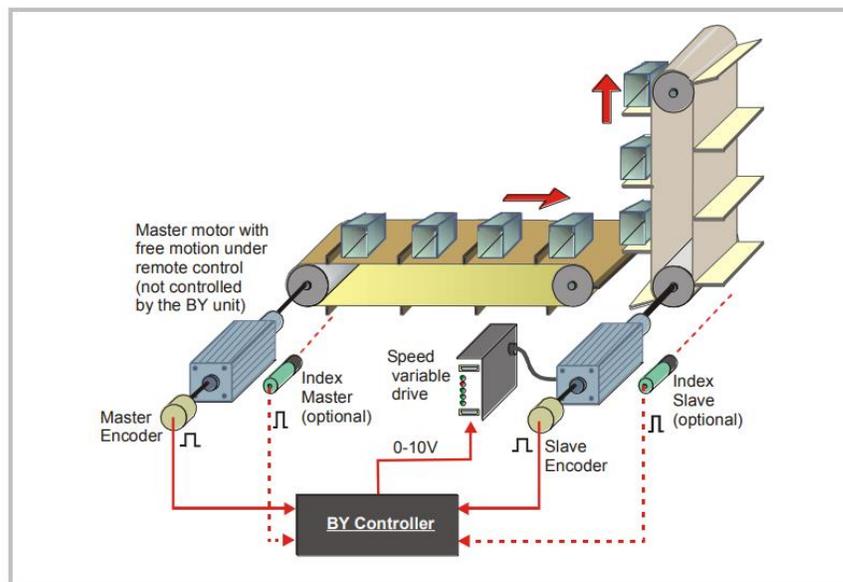


Figura 22. Funcionamiento del sincronismo
Fuente: (Motrona, 2018)

El controlador Synchro recibe información posicional completa sobre el eje maestro del encoder incremental maestro, que puede ser escalada por medio del parámetro factor de escalamiento del maestro MASTER SCALING FACTOR (Factor1). A partir de esta información la unidad calcula la señal de salida de velocidad analógica necesaria para que el eje esclavo siga exactamente al maestro (Motrona GmbH, 2016).

La retroalimentación de la posición real del eje del esclavo la entrega el encoder incremental del esclavo, esta información también puede ser escalada por el parámetro factor de escalamiento del esclavo SLAVE SCALING FACTOR (Factor2) (Motrona GmbH, 2016).

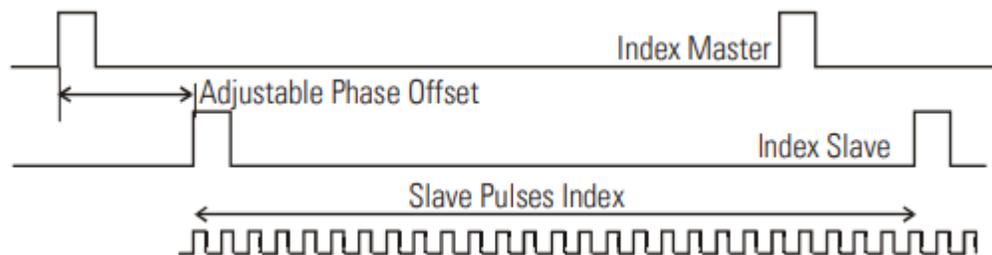
La posición maestra y la del esclavo se comparan continuamente, y la salida analógica se actualiza en ciclos muy cortos del orden de $100\mu\text{s}$ (micro segundo). Como resultado, ambas posiciones se pueden mantener dentro de una ventana de error de típicamente ± 5 pulsos de diferencia entre las señales de los encoders incrementales, por lo que el esclavo puede adelantarse o retrasarse respecto al maestro en pocos pulsos de los encoders incrementales, pero nunca perderá la posición (Motrona GmbH, 2016).

Este tipo de sincronización posicional y angular incluye al mismo tiempo un control de velocidad entre Maestro y Esclavo. Cuando se mueve el Master hacia adelante o hacia atrás por una distancia d_{Master} , al mismo tiempo el esclavo avanzará o retrocederá una distancia d_{Slave} , considerando los factores de escalamiento Factor1 y Factor2; Factor1 es el parámetro para cambiar la relación de velocidad y Factor2 es una constante del mecanismo (Motrona GmbH, 2016).

Con la mayoría de las aplicaciones es deseable tener características proporcionales de Factor1, para incrementar la velocidad del esclavo cuando se

incrementa el Factor1, la configuración de las distancias y velocidades siguen las siguientes fórmulas (Motrona GmbH, 2016):

$$d_{Slave} = d_{Master} \times \frac{\text{Factor1}}{\text{Factor2}}$$



Desplazamiento de fase

Permite establecer un desplazamiento de posición entre el sensor indexador maestro y el indexador esclavo; cuando es cero el controlador alineará los bordes activos de ambos sensores. Este parámetro permite desplazar la distancia lineal entre las tapas plásticas; su valor puede variarse externamente mediante un selector llamado “desplazamiento izquierda y derecha” (Motrona GmbH, 2016)

Pulsos indexados del esclavo (Slave Pulses Index). Número de pulsos del encoder del esclavo que existen entre dos señales del sensor de indexado del esclavo. Este es el número de pulsos que existen entre dos tapas en la banda transportadora.

Detalle de los elementos de control

Los pulsadores para control son (Motrona GmbH, 2016):

- Encender sincronismo. Energiza todo el sistema eléctrico, habilita el control del sincronizador y energiza el servo motor en estado de espera “stand by”.
- Apagar el sincronismo. Desenergiza el sistema eléctrico.

- Paro de emergencia. Deshabilita el control del sincronizador y pone el motor en bloqueo de movimiento.
- Desplazamiento izquierda. Desplaza linealmente la posición de las guías de las tapas plásticas hacia la izquierda.
- Desplazamiento derecha. Desplaza linealmente la posición de las guías de las tapas plásticas hacia la derecha.
- Luz Piloto “Falla de sincronismo”. Alerta de un fallo del sincronismo cuando la diferencia de pulsos entre maestro y esclavo es demasiado grande.
- Luz Piloto “Sistema Sincronizado”. Cuando se energiza esta luz piloto indica que los pulsos entre maestro y esclavo se encuentra dentro de un rango aceptable y se definió la distancia de desplazamiento entre los sensores de indexado del maestro y el esclavo.

CAPITULO 4

PROPUESTA

4.1. Antecedentes

Tomando en consideración información proporcionada por las personas directamente involucradas, como operadores de la impresora de tapas, más el criterio de los expertos o personas con poder de decisión en la empresa, se deduce que el problema original de la impresora de tapas es que se encuentra desincronizada debido al desgaste mecánico, en partes como piñones ejes, cadenas, guías, entre otros mecanismos; lo cual ha dificultado una impresión continua, o ha producido un aplastamiento de dada cierto número de tapas.

Ante esta situación, se ha creído conveniente que para solucionar el problema presentado lo mejor sería modificar el sistema de sincronización mecánica y pasarla a transmisión electrónica, mediante la implementación de varios accesorios o elementos disponibles en el mercado, y básicamente lo que se va a hacer es una innovación a la maquinaria del impresión para que se cumplan los movimientos requeridos, cada cierta distancia, y de esta manera realizar una correcta impresión sin dañar ninguna tapa.

4.2. Elementos del nuevo sistema sincronizador

Tabla 4 *Elementos del sistema*

	Accesorios
	Conductores
	Contactador
	Relé
	Encoder
	Sensor de proximidad inductivo
	Conectores con cables

	Caja metálica para los elementos del control eléctrico
	Sincronizador

	Servomotor
	Servodrive INVT
	Borneras para riel din
	Breaker de control
	Fusibles
	Selector tres posiciones
	Botón
	luz piloto

Fuente: Autor

4.3. Características de los accesorios

4.3.1. Conductores

Los cables para control son de procedencia nacional y reúnen las características descritas a continuación:

Tabla 5 *Cables para control*

Marca	CONELSA
Procedencia	Ecuador
Modelo	cable cobre TFN
Tipo	Flexible
Color	Negro
Calibre	AWG #18
Voltaje	600V



Figura 23 Cables

Fuente: Archivo del Autor

4.3.2. Contactor

El Contactor Schneider Electric LC1D32 de 32 AMP tiene una bobina con clasificación de CA o CC - clasificado para 10 H.P. @ 240 voltios, 20 H.P. @ 460 voltios 3 Fase - 1 normalmente abierta y 1 normalmente cerrada. Los contactos auxiliares van montados en la base y la terminación del tornillo - LRD Los relés de sobrecarga de fase 3 se pueden agregar junto con los auxiliares de montaje superior y lateral para hasta 6 polos adicionales (IMC , 2019).

La siguiente tabla muestra las características técnicas del contactor utilizado para desarrollar el proyecto, elegido por su buen rendimiento y respuesta.

Tabla 6 Características técnicas de contactor

Marca	Schneider-Electric
Procedencia	Francia
Modelo	LC1D32
Voltaje bobina	220VCA
Numero de Fases	3PH
Corriente	50 ^a
Potencia	10HP



Figura 24 Contactor

Fuente: (IMC , 2019)

4.3.3. Relé

En el mercado se comercializan relés de interfaz, con varios pines los más comunes de son los de 5, 8, 11 y 14 pines. En la imagen se observa un relé electromecánico de 11 pines con su base.

Tabla 7 *Relé*

Marca	RELPOL
Procedencia	Ponlonia
Modelo	62T3
Voltaje bobina	220VCA
Numero de pines	8
coriente	10A



Figura 25 *Relé de 11 pines con base*

Fuente: Archivo del Autor

En el proyecto se ha utilizado relés de 24vdc de 11 pines, que cumple la función de proteger las salidas de digitales del sincronizador ya que por una corriente elevada provocada por un corto circuito o por una falla del elemento a energizar, podría causar daños graves e irreparables.

4.3.4. Encoder

Este dispositivo conocido como decodificador en español, se utiliza en un sistema como el del presente proyecto para cambiar información de un formato

a otro. En este caso se utiliza el fabricado para motores eléctricos DC con el propósito de convertir el movimiento mecánico (giros del eje) en pulsos digitales.

Tabla 8 *Encoder*

Marca	IFM
Procedencia	Alemania
Modelo	RVP510
Resolución	Programable
Corriente	350mA
configuración de Fabrica	HTL 1024 pulsos
Voltaje	4.25...30VDC



Figura 26 Encoder

Fuente: Archivo del autor

4.3.5. Sensor de proximidad inductivo

El sensor inductivo de proximidad considerado en este proyecto es de 12 milímetros de diámetro y con una distancia de censado de 2 milímetros, está constituido por tres cables de diferentes colores (azul, café y negro), el cable azul se conecta con polaridad negativa, el cable café con polaridad positiva y el cable negro es el encargado de llevar la señal positiva al panel de control.

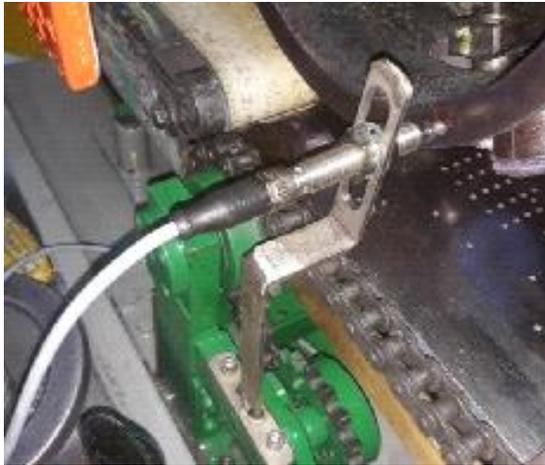


Figura 27 Sensor inductivo en unidad impresora

Fuente: Archivo del autor

Tabla 9 Sensor de proximidad inductivo

Marca	BALLUFF
Procedencia	USA
Modelo	BE50068
Tipo	Inductivo
Polarización	PNP
Corriente	200mA
Calibre	12mm
Estado	Normalmente abierto
Voltaje	10...30VDC
Temperatura max	60 grados C



Figura 28 Sensor inductivo en unidad impresora

Fuente: Archivo del autor

4.3.6. Conectores con cables

En el proyecto se han empleado diversos cables para conectar los encoder, el sensor inductivo y el amplificador de fibra óptica; los cables utilizados son óptimos para traer apantallamiento y evitar que el ruido distorsione las señales.

Tabla 10 Conector con cables

Marca	BALLUFF
Procedencia	USA
Modelo	563
Tipo	Flexible PVC
Color	Gris
Calibre	AWG # 22
Voltaje	300V
Temperatura max	105 grados C



Figura 29 Conector con cables

Fuente: Archivo del autor

4.3.7. Caja metálica para los elementos del control eléctrico

Es un gabinete donde se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, de esa manera se concentran varios elementos que permiten controlar de mejor

manera el sistema eléctrico-electrónico y de esa manera se logra que la instalación eléctrica funcione adecuadamente.

Tabla 11 *Caja metálica*

Marca	BEUCOUP
Procedencia	Ecuador
Modelo	Metálico
dimensiones	50X50X30



Figura 30 Caja metálica

Fuente: Archivo del autor

4.3.8. Sincronizador

El Modelo BY340 es un Controlador síncrono para eje secundario. Permite una sincronización angular de precisión y control de relación velocidad. Tiene una alta precisión debido al alto rango de frecuencia de retroalimentación (300 kHz con codificadores TTL y 200 kHz con codificadores HTL)

Tiene un control de fase remoto completo mediante operación de impulso de índice, funciones de ajuste, etc.

Cuatro salidas de alerta programables.

La unidad más compacta que incluye el panel del operador para acceso e interfaz RS232 para acceso remoto e Interfaz PROFIBUS DP disponible (opcional)

Cuenta con una salida analógica, configurable para operación de tensión o corriente y una alimentación 24 VAC / 17... 40 VDC.

Tabla 12 *Sincronizador*

Marca	Motrona
Procedencia	Alemania
Modelo	BY340
Voltaje de entrada	24VDC
Software	BY34004A/01P



Figura 31 *Sincronizador*

Fuente: (Fegemu , 2019)

4.3.9. Servomotor

Con este dispositivo servomotor se genera movimiento en la etapa del proceso que amerita precisión y mayor torque. En el proyecto que se está proponiendo se utilizaría un servomotor para generar movimiento a la banda transportadora de tapas con el objetivo de sincronizar la posición con la unidad impresora.

En la siguiente tabla en la siguiente tabla muestra los datos o características del servomotor utilizado en el proyecto.

Tabla 13 *Servomotor*

Marca	INVT
Procedencia	China
Modelo	SV-MM13-2R0E-2-1A0
Voltaje de entrada	220V
Numero de Fases	3 PH
Corriente	9.5A
Potencia	2.0KW
RPM	2000r/min
Torque	8.55Nm
Grado de protección	IP65



Figura 32 *Servomotor*

Fuente: Autor

4.3.10. Servodrive INVT

Es un sistema de control electrónico que ayuda a amplificar las cargas de alimentación del servomotor, además sirve para monitorear y regular el comportamiento del servomotor ajustando constantemente la posición y movimiento.

En la figura se observa el servodrive a instalarse en la máquina para controlar en servomotor.

Tabla 14 *Servodrive*

Marca	INVT
Procedencia	China
Modelo	SV-DA200-2R0-S0
Polos	3P
Frecuencia de entrada	47.63Hz
Corriente de entrada	7.5A
Frecuencia de salida	0-400Hz
Numero de Fases	3 PH
Corriente	10A
Potencia	2.0KW

Fuente: Autor



Figura 33 *Servodrive*

Fuente: Autor

4.3.11. **Borneras para riel din**

Se utilizará para agrupar ciertos contactos facilitando la verificación del cableado de manera más directa.



Figura 34 Borneras

Fuente: Archivo del autor

4.3.12. Fuente de poder

Se escoge este dispositivo Siemens porque ofrece un excelente comportamiento en caso de sobrecarga: tiene una función Power Boost que permite entregar brevemente una corriente de tres veces la intensidad nominal para disparar dispositivos de protección.

Tabla 15 *Fuente*

Marca	Siemens
Procedencia	Alemania
Modelo	SITOP
Voltaje de entrada	110/220VCA
Voltaje de salida	24VDC
Numero de Fases	2PH
Corriente	10A

Fuente: Autor



Figura 35 Fuente de poder

Fuente: Archivo del autor

4.3.13. Breaker de control

Las características del breaker utilizado en el proyecto son:

Tabla 16 Breaker

Marca	Schnelder-Electric
Procedencia	Francia
Modelo	EZ9F56320
Voltaje	600V
Numero de Fases	3PH
Corriente	20A

Tabla 17 Breaker Control

Marca	Schnelder-Electric
Procedencia	Francia
Modelo	EZ9F56206
Voltaje	600V
Numero de Fases	2PH
Corriente	6A



Figura 36 Breaker

Fuente: Archivo del autor

4.3.14. Fusibles

De entre varias opciones se escoge este fusible Sassin por su capacidad de resistencia de 600 V.

Tabla 18 Fusible

Marca	SASSIN
Procedencia	China
Modelo	RT18-32X
Voltaje	600V
Numero de Fases	2PH
Corriente	6A



Figura 37 Fusible

Fuente: Archivo del autor

4.3.15. Selector tres posiciones

Se escoge este tipo de dispositivo porque permite disponer de una posición estable, una posición de retorno, y un punto extracción llave.

Tabla 19 *Selector tres posiciones*

Marca	Schnelder-Electric
Procedencia	Francia
Modelo	XB4BD33
Diámetro	22mm
Corriente	10A
Estado	Normalmente abierto
Voltaje	600V



Figura 38 *Selector tres posiciones*

Fuente: Archivo del autor

4.3.16. Botones

Los botones de Schnelder-Electric *disponen de* Interruptores y *luces* Indicadoras incluidas.

Tabla 20 *Botonera roja*

Marca	Schnelder-Electric
Procedencia	Francia
Modelo	ZBV-M4

Voltaje	230VCA
Corriente	14mA

Tabla 21 *Botonera verde*

Marca	Schneider-Electric
Procedencia	Francia
Modelo	ZBV-M3
Voltaje	230VCA
Corriente	14mA



Figura 39 Botoneras

Fuente: Archivo del autor

4.4. Sistema eléctrico

4.4.1. Planos eléctricos

A continuación se describe el plano eléctrico a implementarse

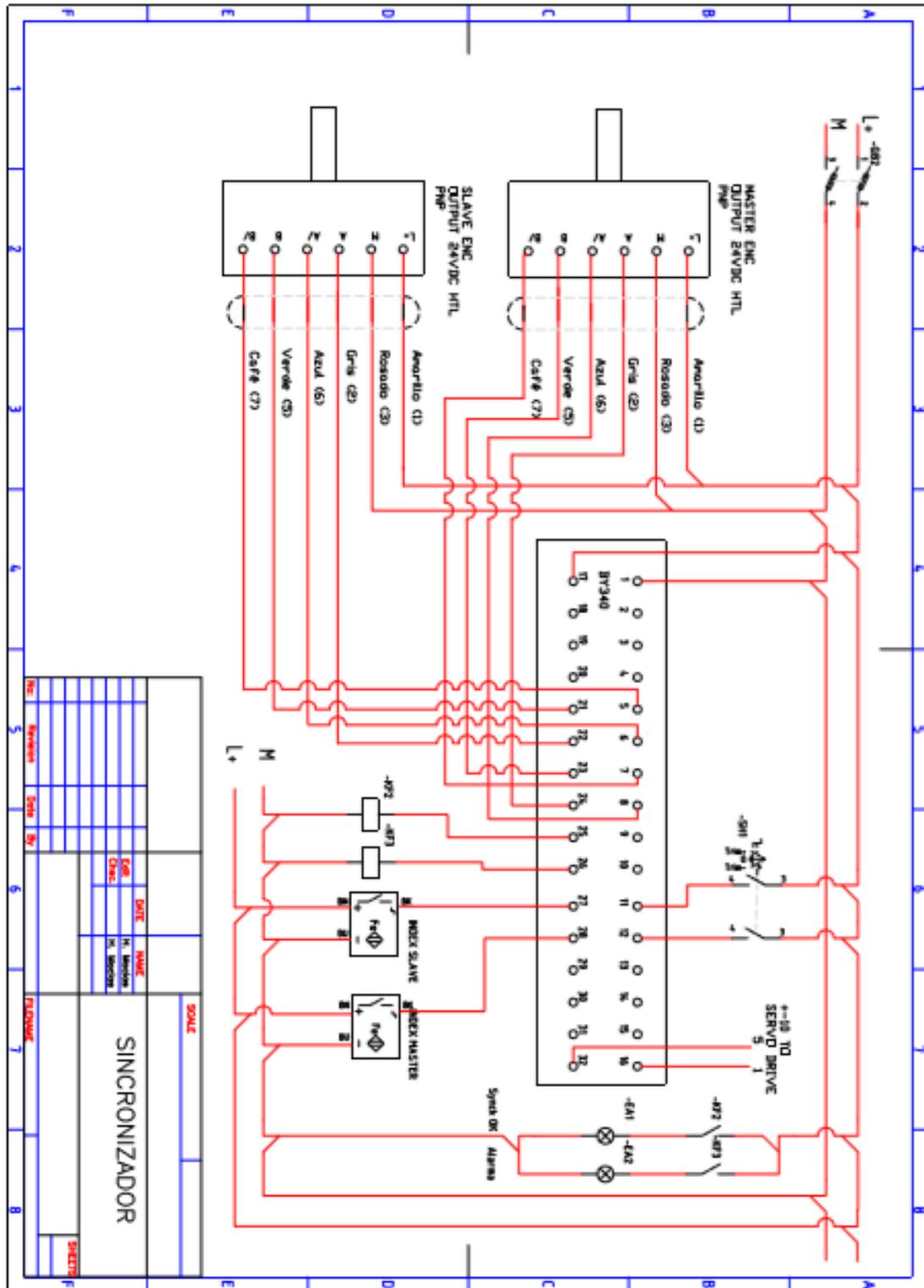


Figura 40 Botoneras
Fuente: Archivo del autor

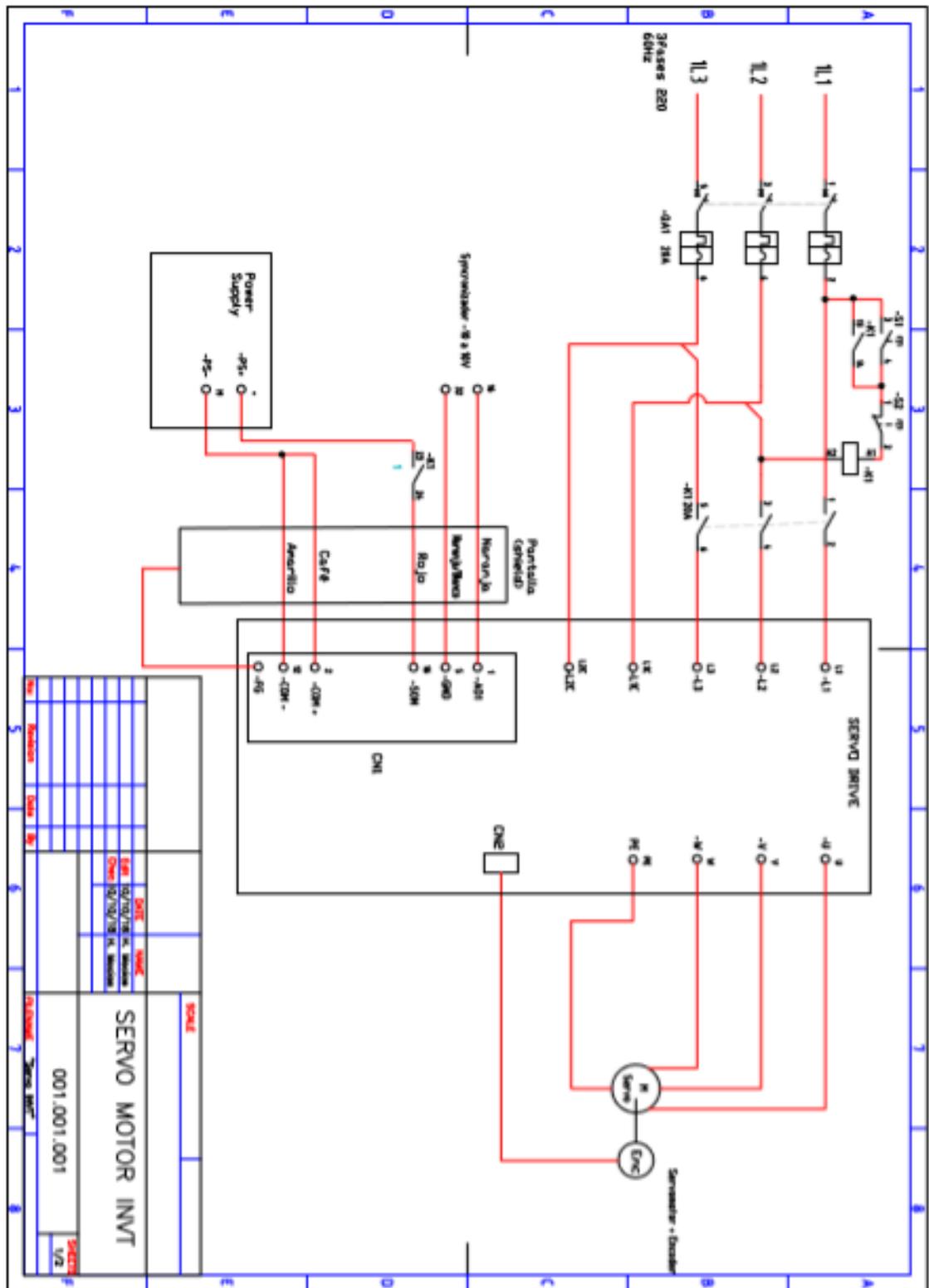


Figura 41 Botoneras

Fuente: Archivo del autor

4.5. Costos de implementación

Los elementos o accesorios a utilizarse han sido cotizados en el medio local nacional, por lo que cuando se decida implementar la propuesta puede estar sujeta a variación de precios.

Tabla 22 Lista de materiales eléctricos utilizados

Cantidad	Descripción	Precio / unidad	Precio total
1	SINCRONIZADOR DE EJES DE ALTA VELOCIDAD PARA 2 ENCODER TTL Y ENTREDA DE INDEXADO	4.800,00	4.800,00
1	SERVO DRIVE 1.5KW	2.200,00	2.200,00
1	SERVO MOTOR 1,5KW 2500 RPM	2.040,00	2.040,00
1	BREAKER P/RIEL C60N 3X20A MG	25,00	25,00
1	CONTACTOR 25A LC1D25 TELEMECANIQUE	78,00	78,00
1	FUENTE SITOP PS307 1EA01-0AA0 5A 120/230VAC 24VDC	350,00	350,00
1	LUZ PILOTO TELEM. ROJA C/LED 24VAC/DC XB4-BVB4	27,00	27,00
1	LUZ PILOTO TELEM. VERDE C/LED 48-120VAC XB4-BVG3	27,00	27,00
2	CANALETA RANURADA GRIS 33X33MM CSC	6,50	13,50
2	200 CABLE FLEXIBLE #18 AWG (METRO)	18,00	36,00
2	RIEL DIN 35MM ACERO PERFORADO 1 MT	3,00	6,00
2	SENSOR INDUCTIVO PNP 12MM	65,00	130,00
100	AMARRAS PLASTICAS	0,05	5,00
2	ENCODER INCREMENTAL PROGRAMABLE	1.270,00	2.540,00
20	BASES PARA AMARRAS	0,50	10,00
1	BREAKER P/RIEL 2X6A	18,00	18,00
30	BORNES PARA RIEL	4,00	120,00
30	CABLE CONCENTRICO 4*12 AWG	2,38	71,40
1	SELECTOR DE 3 POSICIONES	19,00	19,00
2	RELÉ 24VDC	15,00	30,00
1	RELÉ 100-240VAC 11 PINES	20,00	20,00
1	BOTONERA DE PARO	17,00	17,00
1	BOTONERA DE MARCHA	17,00	17,00
1	SELECTOR 3 POSICIONES	26,00	26,00
			12.625,90

Fuente: Autor

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La máquina produce con el sistema de sincronismo obsoleto 12.000 tapas por turno (cada turno es de 12 horas) y mediante el nuevo sistema se podrá producir en un rango de 45000 a 60.000 unidades por turno teniendo en consideración que la meta de producción del turno es de funcionamiento de la maquinaria en al menos un 75 % generando mayor productibilidad.

Un sistema de sincronismo está conformado por un sincronizador, dispositivo que permite poner en condiciones iguales a dos o más partes del sistema; un servomotor que es un tipo especial de motor con capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación; un servo driver que recepta las señales de comando de un controlador del sistema, la amplifica y transmite una corriente eléctrica al servomotor para que genere un movimiento proporcional al que solicita el comando, además de dispositivos interruptores y de control.

La impresora para tapas plásticas instalada en la empresa Plásticos Ecuatorianos, presenta falencias relacionadas a un sistema de sincronismo no adecuado, lo que genera descuadre en la impresión y aplastamiento de las tapas, desgastes de sus componentes mecánicos, detenciones continuas, pérdidas por la cantidad de productos no conformes, reclamos de clientes y pérdidas de tiempo por reparaciones mecánicas, además que la actualmente la empresa está maquilando este proceso.

La alternativa más idónea comprende reemplazar el sistema mecánico original, por otro sistema que utiliza el principio de un sincronismo electrónico, basado e en el sincronizador BY340 Motrona de alto rendimiento, cuya operación se basa en el principio maestro / esclavo; el maestro puede ser cualquier parte

móvil de una máquina, siempre que esté disponible una señal de encoder incremental cuadrática desde el movimiento maestro; el esclavo es un variador de velocidad, con una señal de retroalimentación de un encoder incremental.

Los elementos del nuevo sistema sincrónico son: conductores, contactor, relé, encoder, sensor de proximidad inductivo, conectores con cables, caja metálica para los elementos del control eléctrico, sincronizador, servomotor, servodrive INVT, borneras para riel din, breaker de control, fusibles, selector de tres posiciones, botón y luz piloto, por lo que la inversión en el nuevo sistema es 12.625,90 dólares.

5.2. Recomendaciones

Analizar todo proyecto de mejora mecánica, mediante un procedimiento formal y técnico para seleccionar la opción más idónea desde la perspectiva mecánica y económica.

Ya que el proyecto para mejorar las prestaciones de la máquina impresora de tapas en la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A. incrementará su productividad de 12.000 tapas por turno de 12 horas a entre 45.000 a 60.000 unidades por turno, generando mayor productibilidad se recomienda comunicar los resultados de esta investigación a la empresa para que analice su implementación, y de esta forma la investigación trascienda.

BIBLIOGRAFÍA

- Capriotti, M. (2015). *Electromecánica Industrial 3ra. Ed.* Buenos Aires: McGraw Hill Latinoamérica.
- Ecoplas . (2017). *Industria del plástico* . Buenos Aires, Argentina: Ecoplas Industria del plástico 2017 Buenos Aires, Argentina <https://ecoplas.org.ar/industria-del-plastico/>. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <https://ecoplas.org.ar/industria-del-plastico/>
- Fegemu . (2019). *Controladores de movimiento y sincronizadores* . Recuperado el 20 de enero de 2019, de <https://www.fegaut.com/es/productos/electronica-de-regulacion--motion-controladores-de-movimiento-y-sincronizadores/21-109-363/>
- Foster, F. (2017). *Electrotecnia, teórica y práctica 2da. Ed.* México D.F.: Prentice Hall.
- Freeman, E. (2015). *Electrotecnia Moderna 3ra. Ed.* México D.F.: McGraw Hill Latinoamérica.
- Gilboa, R. (2016). *La transformación digital de la impresión industrial.* Düsseldorf, Alemania: Informe Drupa.
- Hetpro. (11 de 10 de 2018). *Hetpro Store*. Recuperado el 23 de 01 de 2019, de Tutoriales, relé : <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/que-es-un-relevador-o-rele/>
- IMC . (2019). *Square D / Telemecanique*. Recuperado el 24 de enero de 2019, de https://www.imc-direct.com/product_p/lc1d32.htm
- La Nación. (8 de julio de 2018). Pese a sus detractores, la industria del plástico sigue creciendo. *Medio Ambiente*. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/pese-a-sus-detractores-la-industria-del-plastico/2JQRWQ4N2JCSBPNLKYYVKF66QQ/story/>
- LBA Industrial Mining. (2013). *Qué es un encoder? Cómo funciona? Tipos de encoder que existen.* México: Blog de la Compañía S. de R.L. de C.V. Obtenido de <http://www.lbaindustrial.com.mx/que-es-un-encoder/>
- Líderes. (4 de septiembre de 2018). La industria del plástico se mueve al ritmo de unas 600 empresas. *Empresas*. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <https://www.revistalideres.ec/lideres/industria-plastico-inversion-innovacion-ritmo.html>

- Lincoln, R. (2018). *Electricidad aplicada*. México D.F.: Parson Educación.
- Marshall, F. (2016). *Electromecánica Moderna Aplicada 3ra. Ed.* México D.F.: McGraw Hill.
- Martínez, F. (2016). *Electrotécnica Aplicada 3ra. Ed.* México D.F.: Pearson Educación.
- Motrona. (15 de 10 de 2018). *docplayer.es*. Obtenido de Catalogo de productos Motrona: <https://docplayer.es/49419216-Catalogo-de-productos.html>
- Motrona. (15 de 07 de 2018). *Motrona*. Obtenido de Motrona By340: http://www.motrona.eu/PDF/By340_e.pdf
- Motrona GmbH. (05 de 10 de 2016). *Motrona GmbH*. Obtenido de Operating Manual By340_04b_oi_e.doc: [www.motrona.com, By340_04b_oi_e.doc/2016](http://www.motrona.com/By340_04b_oi_e.doc/2016)
- Orsinni, J. (2016). *Electricidad Práctica Aplicada 3ra. Ed.* Buenos Aires: McGraw Hill.
- Plásticos Ecuatorianos. (2019). *Informe de Producción* . Guayaquil: Unidad de Planificación.
- Plásticos Ecuatorianos S.A. (2018). *Catálogo de productos*. Guayaquil: Plásticos Ecuatorianos S.A.
- Plastiglas . (2015). *Manual Técnico de termoformado* . México: Plastiglas de México.
- Procobre . (2019). *International Copper Association* . Obtenido de Conductores eléctricos 2019: http://www.jtsinstalaciones.com/pdfs/c_condelect.pdf
- Quintana, D. (2015). *Manual Electrotécnico 4ta. Ed.* Buenos Aires: Telemecanique.
- Quintana, D. (2015). *Manual Electrotécnico 4ta. Ed.* Buenos Aires: Telemecanique.
- Sepúlveda, G. (2015). *Integración de encoders absolutos en el control distribuido de Manfred 3* . Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- Servidor alicante. (20 de 05 de 2017). *Glosarios de servidor alicante*. Obtenido de Sincronizador: <https://glosarios.servidor-alicante.com>
- Stephens, R. (2015). *Tecnología de Impresión Industrial*. Boston: MIT Press.
- Tonicorp. (15 de 01 de 2019). *Tonicorp*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de Plásticos Ecuatorianos: <http://www.tonicorp.com/pesa.html>

Anexos

Anexo 1 Cuestionario Entrevista a expertos

INGENIERIA EN ELECTROMECAÁNICA

Investigador: Henry Macías

Entrevista a Expertos

Estimado experto:

La Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, a través de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Ingeniería de Electromecánica, se encuentra realizando una investigación que tiene como título *“Implementación de un sistema de control que permita sincronizar dos etapas de una máquina impresora y no permitan el aplastamiento o el descuadre en el momento de imprimir la tapa plásticas”*, en la empresa Plásticos Ecuatorianos, por lo que se pide a usted de manera muy particular, se sirva contestar las siguientes.

Pregunta 1. ¿Cuál es su criterio respecto al problema de fallas en el mecanismo de impresión de tapas?

Pregunta 2. ¿Podría emitir alguna sugerencia técnica para evitar la falla en la impresión de tapas para envases plásticos, tomando en consideración características de capacidad de producción y velocidad del sistema actual?

Pregunta 3. ¿Usted cree que el problema en consulta ha funcionado de alguna manera la empresa?

Pregunta 4. ¿Es factible aplicar alguna innovación para solucionar el problema?

Anexo 2 Apuntes de expertos

Ing. Stalin Tumbaco

Jefe del área de impresión

Stalin Tumbaco se desempeña en Plásticos Ecuatorianos como jefe de producción en las áreas de Impresión y soplado Múltiple, está encargado del personal y que la producción planificada se cumpla a tiempo y con la calidad requerida por el cliente TONICORP.

Stalin genera reclamos o solicitudes para las reparaciones al departamento de mantenimiento consecutivamente, ya que en la máquina impresora de tapas presenta descuadres en la impresión del producto.

Por lo que solicita al personal de mantenimiento que realice un cambio radical a la máquina impresora de tapas WIFA, ya no está cumpliendo con las metas propuestas por el área de planificación por malas impresiones en los productos.

Ing. Jorge Saltos.

Jefe de Mantenimiento e Ingeniería.

Jorge saltos se desempeña en Plásticos Ecuatorianos como Jefe de Mantenimiento e Ingeniería, él lidera la parte eléctrica y mecánica las cuales están encargadas en mantener las máquinas en buen estado y en óptimas condiciones.

Jorge al revisar y realizar algunos cambios en el sincronismo mecánicos, opta por cambiar el diseño y ver una alternativa más viable que es la electrónica,

esto conlleva a que haiga un ahorro de tiempos en calibraciones u en reparaciones.

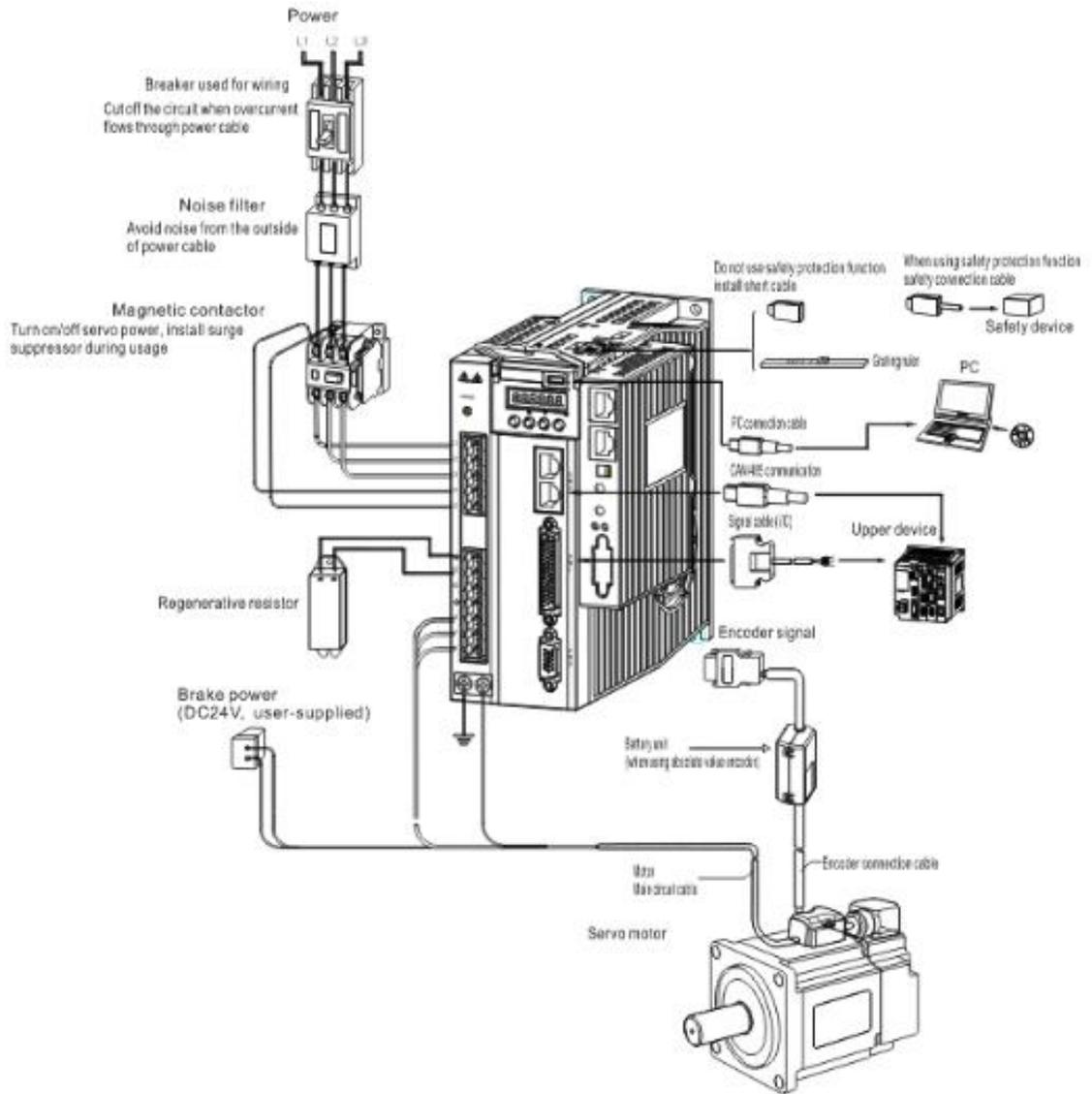
Jorge decide cambiar sistema mecánicos tales como: piñones, cadenas, guías por unos sistemas más confiables instalando una serie de elementos eléctricos y electrónicos tales como encoders, sincronizador, servo motor, servodrive y sensores.

Ing. Blaz Knezevic

Gerente de operaciones.

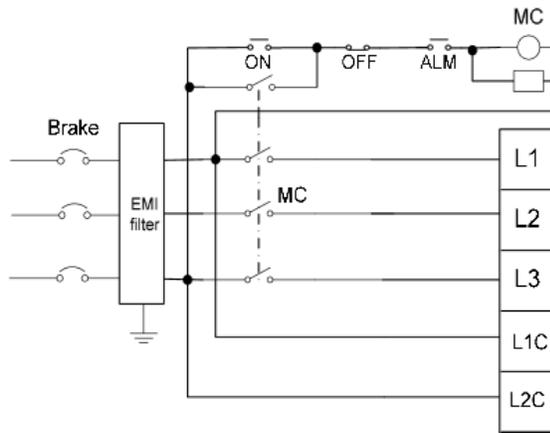
El ing. Blaz Knezevic desempeña el cargo de gerente de operaciones en Plásticos Ecuatorianos y es el encargado de aprobar las mejoras o reparaciones que represente cantidades fuerte de dinero.

Anexo 3 Configuración Servo Drive Invt Para Impresora De Tapas - Plásticos Ecuatorianos - Cableado del sistema

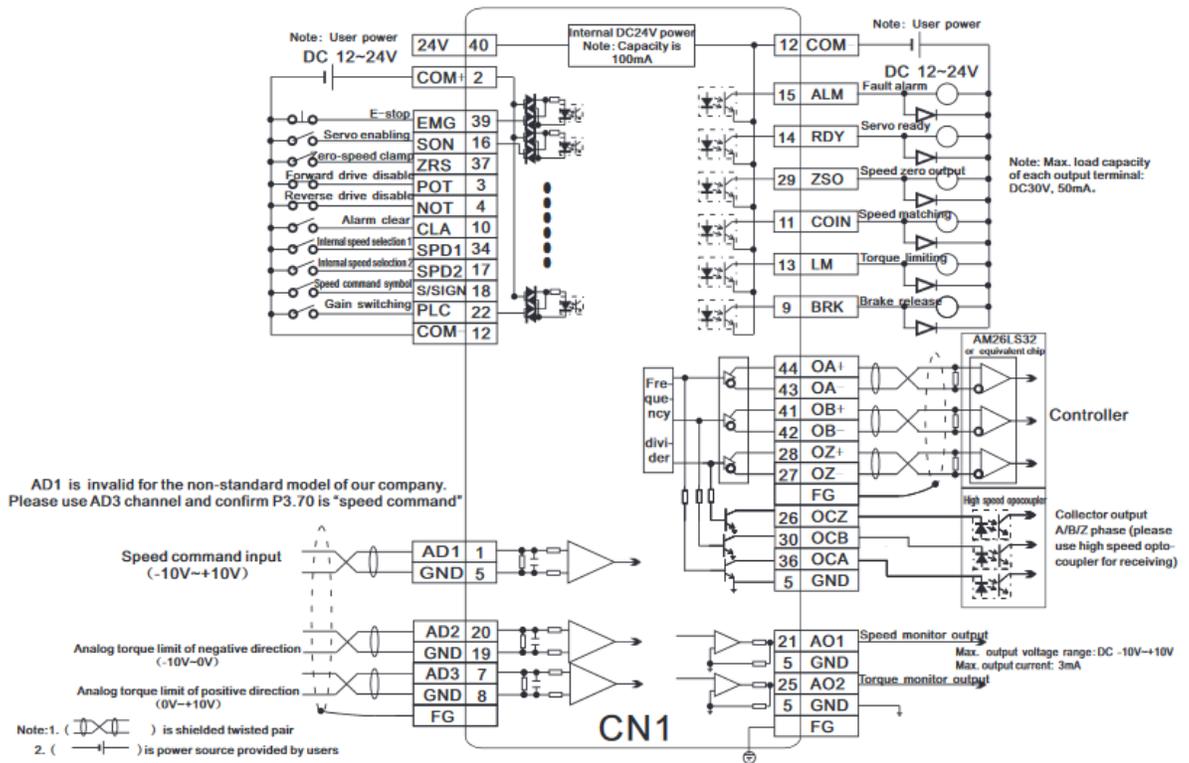


Sistema de cableado entre el servo drive y los componentes externos

Cableado de tres fases 220V/400V



- The user is required to make this emergency stop protection circuit.
- Fit surge absorbing devices on both ends of the electromagnetic contactor winding.
- The input voltage range of 220V system: AC 220V(-15%)~240V(+10%)
- The input voltage range of 400V system: AC 380V(-15%)~440V(+10%)



Para la configuración, asegurarse que la máquina esté en manual, SON no debe estar habilitado.

Poner P0.00 = (Modelo del motor)

Verificar P0.01 = 1 (2500 PPR)

Poner P0.03 = 1 (Modo Velocidad)

Verificar P0.05 = 500 (Velocidad del JOG)
Verificar P0.40 = 1 (Velocidad por AD1 y GND)
Poner P0.42 = 150 (Ganancia de Velocidad)
Poner P3.01 = 000 (ZRN)
Poner P3.03 = 000 (Suspensión de energía)
Poner P3.04 = 000
Poner P3.05 = 000
Poner P3.06 = 000
Poner P3.07 = 000
Poner P3.08 = 000
Poner P3.09 = 000
Verificar P3.26= 3 (Comando de velocidad)
Verificar P3.27= 0 (Inválido) IN3
Verificar P3.70= 0 (Inválido) IN3
Dirección Giro Analógico P0.41 = 0

REGULAR EL TORQUE LIMITE P0.10

VER P3.70

P1 =504

P2=565

1023-504=519

f02.019 = 519+564=1084

P1=40

P2=889

Pt=889-40=849

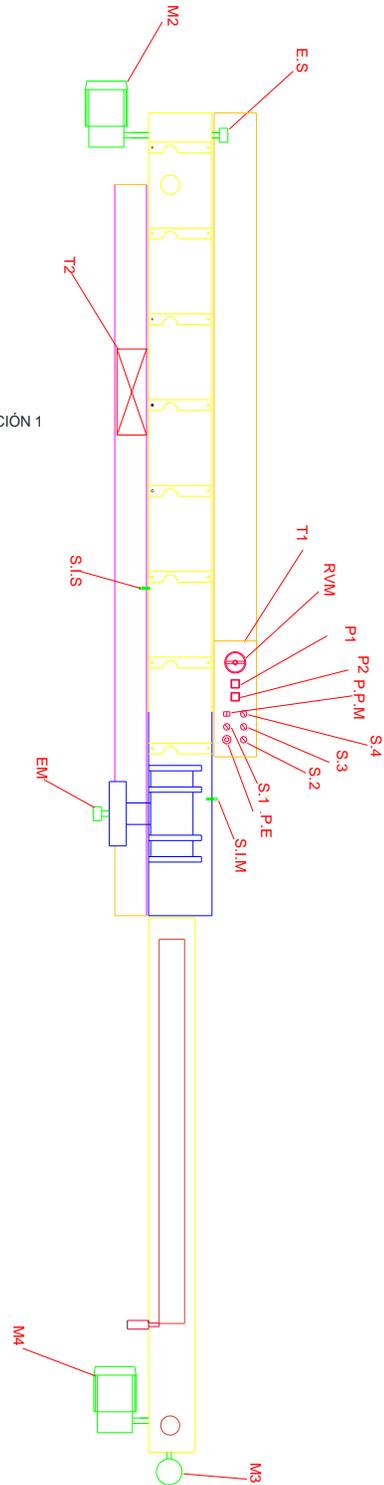
P1=565

P2=45

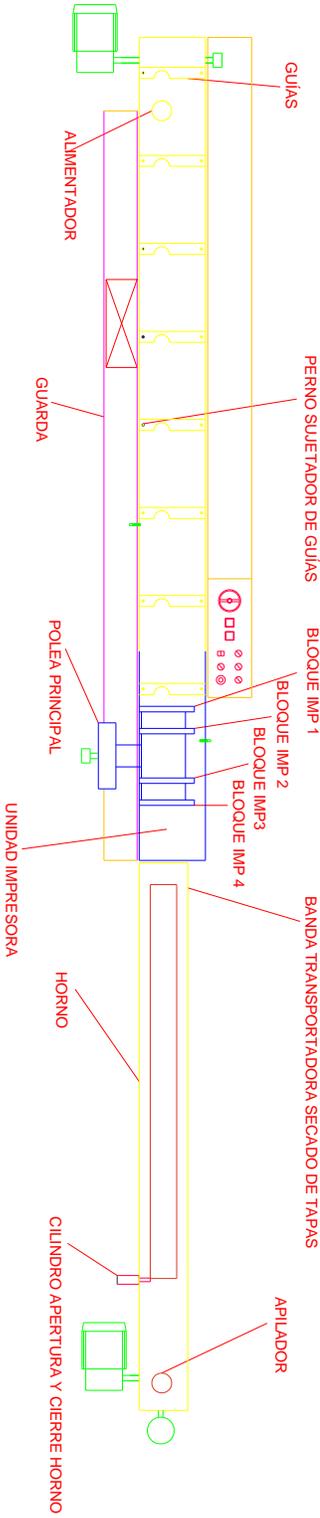
1023-565

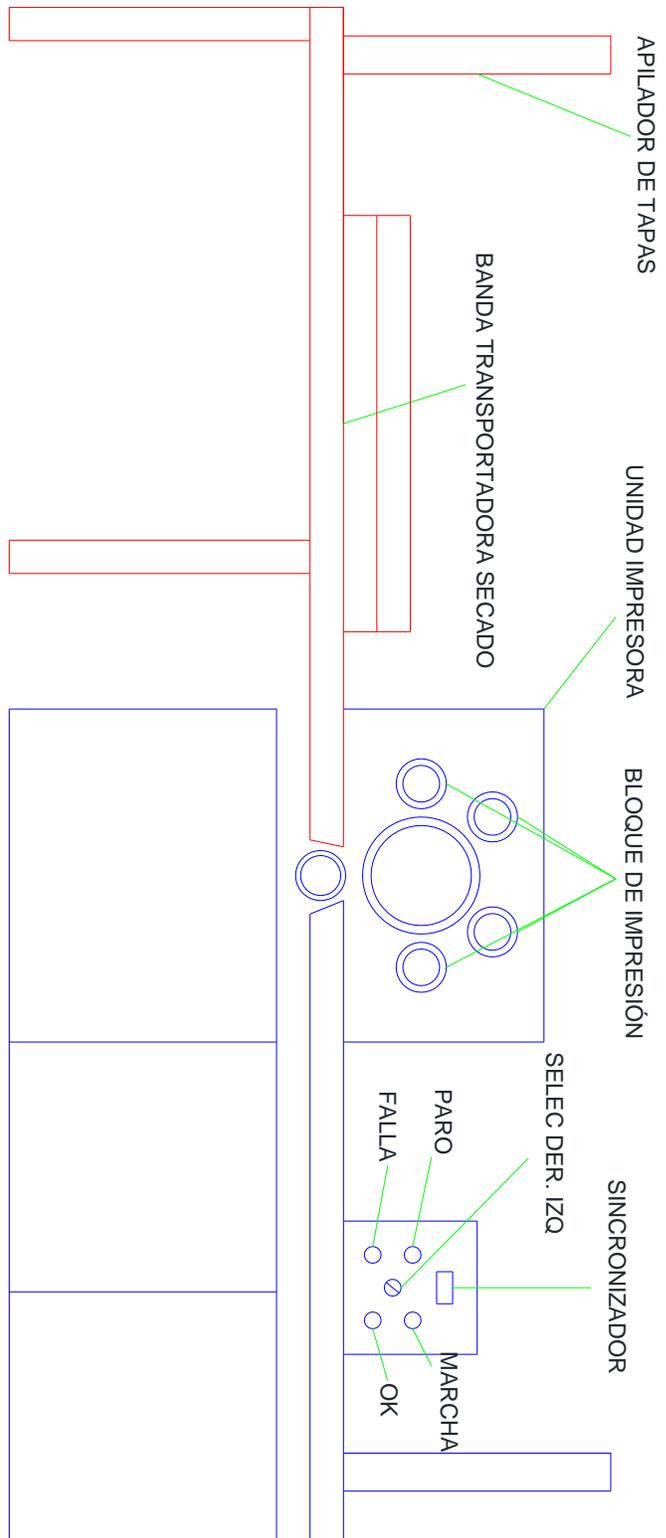
DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE CONTROL

- M.2: SERVOMOTOR PARA MOVILIZAR GUÍAS
- M.3: MOTOR APILADOR DE TAPAS
- M.4: MOTOREDUCTOR DE BANDA TRANSPORTADORA DE TAPAS
- E.M: ENCODER MAESTRO
- E.S: ENCODER ESCLAVO
- S.IS: SENSOR INDUCTIVO DE INDEXADO ESCLAVO
- S.I.M: SENSOR INDUCTIVO DE INDEXADO MAESTRO
- T1: TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL
- T2: TABLERO DE CONTROL SINCRONISMO
- R.V.M: REGULADOR DE VELOCIDAD MOTOR PRINCIPAL
- P1: CONTROLADOR DE TEMPERATURAS PARA ZONA DE CALEFACCIÓN 1
- P2: CONTROLADOR DE TEMPERATURA ZONA DE CALEFACCIÓN 2
- P.P.M:PULSADOR DE PARO Y MARCHA DE BOMBA DE VACÍO
- S1: SELECTOR AUTOMÁTICO MANUAL
- S2: HABITAR BANDA TRANSPORTADORA
- S.3: SELECTOR HABILITAR HORNO
- S4: SELECTOR HABILITAR BOMBA DE VACÍO



DESCRIPCIÓN DE PARTES EN LA MÁQUINA IMPRESORA DE TAPAS





COTIZACIONES DE REPUESTOS ELÉCTRICOS



FECEOLECSA
FERRETERIA Y CONTROLES ELECTRICOS S.A.
 Aguirre 1140 entre Pio Montufar y Pedro Moncayo
 Teléfono: 042321031- Móvil 0985907519 - 0990959868
 Email: feceolec@outlook.com



COTIZACION No. 1,369

Señor (es): PLASTICOS ECUATORIANOS **FECHA:** 23 octubre 2018
R.U.C.I.: 0990013497001 **FORMA DE PAGO:** CONTADO
Dirección: KM 7.5 VIA DAULE

OBSERV. :

CANT	DESCRIPCION	DESC	PRECIO	TOTAL
1	BREAKER P/RIEL C60N 3X20A MG	0.00	25.000	25.00
1	CONTACTOR 25A LC1D25 TELEMECANIQUE	0.00	78.000	78.00
1	FUENTE SITOP PS307 1EA01-0AA0 5A 120/230VAC 24VDC	0.00	350.000	350.00
1	LUZ PILOTO TELEM. ROJA C/LED 24VAC/DC XB4-BVB4	0.00	27.000	27.00
1	LUZ PILOTO TELEM. VERDE C/LED 48-120VAC XB4-BVG3	0.00	27.000	27.00
2	CANALETA RANURADA GRIS 33X33MM CSC	0.00	6.750	13.50
200	CABLE FLEXIBLE #18 AWG (METRO)	0.00	0.180	36.00
2	RIEL DIN 35MM ACERO PERFORADO 1 MT	0.00	3.000	6.00

PEDIDO POR:	SUBTOTAL:	562.50
TIEMPO DE ENTREGA:	DESCTO. :	0.00
VALIDEZ OFERTA :	NETO :	562.50
	IVA(+):	67.50
	TOTAL:	630.00

VMULTINIG



M.Sc. Daniel Eduardo Moreano Ayala

CONTROL Y AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

Dirección : Urb. Estrella del Mar Mz3 V42 Celular: (593) 998837762

Email: dmoreano@demacya.com

Guayaquil - Ecuador

PROFORMA

CLIENTE: Plásticos Ecuatorianos S.A.

DIRECCION:

TELEFONO:

RUC:

FECHA: 06-nov-18

ITEM	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Sincronizador de ejes de alta velocidad para 2 encoders TTL y entradas de Indexado	1	4.800,00	4800,00
2	Servo Drive 1.5KW + cable poder + cable encoder	1	2.200,00	2200,00
3	Servo Motor 1,5KW 2500 RPM	1	2.040,00	2040,00
			SUMAN	\$ 9.040,00
			DESCUENTO	\$ 0,00
			12% IVA	\$ 1.084,80
			TOTAL	\$ 10.124,80

Entrega: Inmediata
Términos: 100% contraentrega
Vigencia: Proforma válida por 30 días

Atte: MSc, Ing. Daniel Moreano



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Henry Geovanny Macías Liberio** con C.C: # 0922844295 autor/a del trabajo de titulación: **Implementación de un sistema de control que permita sincronizar dos etapas de una máquina impresora de tapas plásticas** previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico-Mecánica** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 18 de Marzo de 2019

f. _____

Nombre: **Macías Liberio Henry Geovanny**

C.C: **0922844295**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Implementación de un sistema de control que permita sincronizar dos etapas de una máquina impresora de tapas plásticas.		
AUTOR(ES)	Henry Geovanny Macías Liberio		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Jorge Carrillo Burgos		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico mecánico		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico mecánico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de Marzo de 2019	No. DE PÁGINAS:	94
ÁREAS TEMÁTICAS:	Industria Plásticas, Industrias Alimenticias		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	máquina impresora, descuadre, sistema de sincronismo, productividad.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>En la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A. una de sus máquinas impresoras presenta falencias que afecta su productividad, esta situación ha motivado “Diseñar un sistema de control que sincronice dos etapas de una máquina impresora, y, prevenga el aplastamiento y descuadre en la impresión de las tapas plásticas”. En su desarrollo primero se ha recolectado información respecto a los elementos eléctricos y electrónicos de un sistema de control de sincronización; luego se realiza el diagnóstico de la situación de la impresora para tapas plásticas instalada en la empresa Plásticos Ecuatorianos, que evidencia que el sistema de sincronismo no es adecuado y presenta descuadre en la impresión, lo que produce aplastamiento de las tapas, pérdidas por productos no conforme y por tiempo en reparaciones mecánicas. Luego de analizar diversos criterios, se decidió reemplazar el sistema mecánico original, por uno que utiliza el principio de sincronismo electrónico, de esta forma la maquinaria cumple los movimientos requeridos, cada cierta distancia y realiza una correcta impresión sin dañar tapas. En el proyecto se utilizó investigación exploratoria, explicativa y descriptiva; exploratoria al verificar documentos de la máquina para saber su funcionamiento y establecer lo que se desea realizar para dar una solución al problema; explicativo para describir las causas detrás del proyecto, y descriptiva para comunicar adecuadamente la investigación.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-988971394	E-mail: geovannymacias@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Orlando Philco		
	Teléfono: +593-980960875		
	E-mail: orlandophilco_7@hotmail.com		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			