



# Reporte Final de Estadía

José Irving Medorio Pérez

Control banda transportadora de coladas

Av. Universidad No. 350, Carretera Federal Cuitláhuac - La Tinaja  
Congregación Dos Caminos, C.P. 94910. Cuitláhuac, Veracruz  
Tel. 01 (278) 73 2 20 50  
[www.utcv.edu.mx](http://www.utcv.edu.mx)

# Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo de Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte que para obtener su título de Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa:

Fischer S.A. de C.V.

Nombre del Asesor Industrial:

Ing. Ricardo Corro Aguilera

Nombre del Asesor Académico:

Ing. Nahúm Morales Hernández

Cuitláhuac, Ver., a 19 de Abril de 2018

## Contenido

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1 Estado del Arte .....	3
1.2 Planteamiento del Problema .....	5
1.3 Objetivos .....	6
1.4 Definición de variables .....	7
1.5 Hipótesis .....	8
1.6 Justificación del Proyecto .....	9
1.7 Limitaciones y Alcances .....	10
1.8 La Empresa (Nombre de la empresa) .....	11
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>29</b>
4.1 Resultados .....	32
4.2 Trabajos Futuros .....	34
4.3 Recomendaciones .....	34
<b>ANEXOS .....</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>35</b>

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es realizado y agradecido gracias a todos los maestros que me ayudaron en mi formación académica dentro de esta institución a lo largo de toda mi estancia, a igual a mi familia que siempre me apoyo, esposa, hija, hermana y madre, que siempre estuvieron apoyándome día a día y en especial a mi padre que ya no está con mi migo pero él siempre me quiso ver triunfando en esta vida.

## RESUMEN

Este proyecto está basado en los problemas que cuenta la empresa Fischer S.A. de C.V. por los altos consumos eléctricos que cuenta hoy en día los cuales son muy elevados monetariamente hablando, por tal motivo surgió la idea de implementar un control en una banda transportadora donde se observó que contaban con mucho tiempo de funcionamiento no aprovechable pero aun así consumiendo voltaje lo cual es dinero perdido para la empresa, la idea es para la banda cuando no sea aprovechable su funcionamiento mediante un sensor, así ahorrado en consumo eléctrico que de funcionar correctamente en esa banda se aplicara a todas las demás que son la cantidad de 36 bandas en toda la planta, lo cual sería una cantidad razonable que reduciríamos de consumo eléctrico ayudando a la empresa en ahorro monetario, aplicando una metodología de trabajo basada en el ciclo de Deming aplicando todas sus etapas las cuales son planear, hacer, verificar y actuar, las cuales ayudaron a una mejor realización del proyecto, el resultado fue favorable ya que por un mes de trabajo de la banda se ahorra \$110.33 por costo de kW/h consumidos, concluyendo que si se aplican a todas las bandas de la planta esa cantidad de ahorro se incrementara en una cantidad muy favorable para la empresa monetariamente hablando, recomendando igual dar más mantenimientos preventivos a estas bandas ya que están muy olvidadas y no revisan con mucha importancia por ser un periférico más de la máquina.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto elaborado en esta empresa tiene la finalidad de disminuir el consumo eléctrico que generan las bandas transportadoras en el área de producción soplado donde su funcionamiento es de transporta la merma hacia el molino para generar material recuperado para reutilizarlo en la maquina esta merma generalmente se le llaman coladas la cuales caen en periodos de ciclos al banda generando un tiempo de transporte innecesario el cual fue eliminado gracias al control diseñado e instalado en la banda por que se logró disminuir el consumo en un 50% aproximadamente ya que en un total de 24 horas de funcionamiento con el control activado se logró que la banda solo trabajara 12 horas y las 12 restantes se eliminaran por estar la banda parada gracias al sensor mostrándose muy efectivamente ese tiempo, fue un resultado muy visible y favorable para la empresa, este ahorro se puede incrementar si se aplicara a todas las bandas pero por el momento no lo es posible ya que las otras bandas ya están muy deterioradas y tienen muchos problemas de transporte lo cual no sería recomendable aplicar el proyecto ya que no ayudaría mucho, formándose en una limitación hacia el proyecto, pero se estará programando la instalación en cuando se renueven estas bandas dañadas y se coloquen nuevas y que será una debilidad del proyecto muy reflejada si no se instala en todas las banda y solo en una, pero como fortaleza quedara muy en claro que será muy útil por los valores ya mencionados de consumo que logramos ahorrar en una sola.

El costo de fabricación fue una cantidad razonable por contener una cantidad de piezas pequeña, misma que se estará recuperando con el ahorro que se pretende alcanzar instalándolo en todas las bandas, hablando como mejora del proyecto futura se tratara de disminuir la cantidad de componentes eléctricos que contiene para reducir el costo de fabricación y así reducir en eso dos puntos.

## 1.1 Estado del Arte

En la tesis escrita por JG Gonzáles Monroy del Instituto Politécnico Nacional habla sobre las bandas transportadoras donde dice que en el transporte de materiales, materias primas, materiales y diversos productos han creado diversas formas; pero una de las más eficientes es el transporte por medio de bandas y rodillos transportadores, ya que estos elementos son de una gran sencillez de funcionamiento, que una vez instaladas en condiciones suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento, las bandas y rodillos transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.

(MONROY, 2008)

En la empresa Bridgestone Fiestone de Costa Rica elaboran una tesis acerca de un proyecto para bandas transportadoras ocupando los sistemas de programadores lógicos donde les brindo buenos resultados tales como los indican el documento de titulación donde dice que se notó un desperdicio de energía con el sistema de dosificación y atención a las bandas de descarga y las bandas de descarga y las bandas transportadoras, ya que el número de llantas que se transportadoras, tal como se puede observar en los resultados, además de la gran cantidad de casos de atención a las bandas de descarga fallidas, es, cuando se envía una señal de activación a un actuador para descargar las llantas de la banda de descarga y esta se encuentra vacía, por lo que además de la pérdida de energía eléctrica se pierde energía neumática.

En condiciones normales las bandas transportadoras están aproximadamente 50 minutos desocupadas, o sea, sin llantas. Lo que genera un desperdicio del 80% del tiempo de trabajo realizado. El nuevo sistema de dosificación de atención de las bandas se notara una gran diferencia en cuanto a tiempos de atención. Se nota que la atención a las diferencia en cuanto a tiempos de atención. Se nota que la atención a la banda de descarga fallidas se ha reducido a cero, la de acertadas a 100%, en todos los casos el tiempo de encendido de motores y el tiempo en que el conveyor no transporta llantas ha disminuido considerablemente. Obteniendo, en cuanto a temporización, los resultados esperados con los cambios realizados en el sistema.

(Jose, 2009)

En otro documento de tesis se encontró la importancia de la utilización de temporizadores y sensores donde no dice que la implementación de los temporizadores y sensores magnéticos propuestos fortaleció el sistema de alumbrado público, dotándolo de una mayor robustez para ser eficaz en su función primordial de suministrar iluminación de forma continua a las zonas comunes de la ciudadanía. Aportando al uso de nuevas tecnologías. El uso de los temporizadores como alternativa al fotocontrol, permite que condensa perciba una reducción de costos de materiales y mano de obra, toda vez que esta alternativa tiene una vida útil más prolongada y es menos susceptible a vandalismo. Esto a su vez permite la disposición de recursos adicionales, los cuales pueden ser destinados a la inversión en el crecimiento de las redes de alumbrado público.

Con el uso de sensores magnéticos, se mejoró a la eficiencia de los grupos operativos destinados a realizar los mantenimientos correctivos del alumbrado público, por lo que disminuyo el tiempo promedio de atención a las fallas en las zonas donde fue implementado, lo que finalmente resulta en la mejora del servicio prestado.

(Alexander, 2017)

## 1.2 Planteamiento del Problema

La empresa Fischer S.A. de C.V. cuenta con una cantidad de 16 bandas transportadoras de coladas las cuales están en constante funcionamiento las 24 horas, su funcionamiento es transportar coladas previamente cortadas por rebabeadores internos de la maquina hacia un molino triturador, las coladas caen a la banda en un cierto tiempo dependiendo el ciclo de producción, pero de ciclo a ciclo en caer una colada existe un periodo de tiempo en que la banda no transporta nada provocando una pérdida de energía innecesaria en consumo eléctrico reflejándose monetariamente, dado que dichas bandas se encuentran conectadas a una alimentación de 440 volts, el trabajo continuo también afecta en la vida útil de la banda por el trabajo continuo y temperatura a la que se encuentran provocando mantenimientos correctivos continuamente, los cuales son muy tardados o incluso de alto costo, si se tiene que sustituir una banda muy dañada. ¿Cómo implementar una mejora a todo esto y observar buenos resultados?, diseñando y aplicando un control eléctrico que ayude a la banda a mantenerse detenida mientras que no cae ninguna colada y así aprovechar solo el tiempo de transporte y ahorrar el tiempo en que la banda no lo hace, reduciendo en consumo eléctrico, reflejado monetariamente, y disminución de mantenimientos correctivos para solo implementar preventivos programados debidamente.



## 1.3 Objetivos

### **Objetivo general**

Diseñar un control eléctrico en una banda transportadora para ahorrar en consumo eléctrico deteniendo su funcionamiento cuando no transporte nada en el área de producción soplado.

### **Objetivos específicos**

- Diseño de control eléctrico que pare la banda por un determinado tiempo.
- Reducción del consumo eléctrico de la banda
- Reducción de costo monetario en consumo eléctrico
- Reducción de mantenimientos correctivos.

## 1.4 Definición de variables

### **Amperaje**

La corriente eléctrica es un flujo de electrones y la medida de la cantidad de electrones que fluyen por unidad de tiempo a través de un material conductor se conoce como intensidad. La unidad de medida de la intensidad de corriente eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades es el amperio, cuyo símbolo es A. Un amperio es igual a un culombio por segundo, esto es, un flujo de  $6,241 \times 10^{18}$  electrones por segundo. Cuando se habla de amperaje, por tanto, se está hablando de intensidad de corriente eléctrica expresada en amperios.

(Manuel, 2016)

### **Kilowatt-hora**

Unidad de trabajo o energía, de símbolo *kWh*, que equivale a la energía producida o consumida por una potencia de 1 kilovatio en 1 hora.

"el kilovatio hora es la unidad de venta de electricidad al consumidor"

(Onesimo, 2002)

### 1.5 Hipótesis

Este proyecto será aplicado a todas las bandas transportadoras tanto de coladas como de envase las cuales tienen un alto consumo eléctrico, con tan solo aplicarlo a una banda se observara reflejado el ahorro en consumo que estaremos generando donde será considerado para la empresa en costo monetario, aplicando el control a todas las bandas este ahorro será aún más grande monetariamente hablando dado a que el consumo en amperaje reducido será una cantidad grande.

Con este control en un mes de funcionamiento de la banda, consume la cantidad de \$124.82 monetariamente hablando en consumo eléctrico y ahorra \$110.33 por estar detenida gracias al sensor. Al aplicar este control a todas las bandas de la empresa se tendría que por las 36 bandas que cuentan, al estar en funcionamiento seria la cantidad de \$4493.52 de consumo y se ahorraría la cantidad de \$3971.88 por mes.

Las bandas también sufren un deterioro muy rápido por el motivo de funcionamiento continuo provocándoles desgastes, el control diseñado reducirá grandes tiempos de funcionamiento y por lo consiguiente el tiempo de vida de la banda se aprovechara por mucho más tiempo, ya que cuando una banda se daña, su sustitución es demasiado costosa y lo cual no es conveniente para la empresa dado que es perdida monetaria que con este control vamos a reducir con tan solo instalar este control en las bandas y con costo de fabricación razonable y posteriormente rescatado por el ahorro futuro que estos nos da al reducir el consumo eléctrico.

### 1.6 Justificación del Proyecto

Las bandas están en constante funcionamiento las 24 horas del día generando un alto consumo eléctrico reflejándose monetariamente, analizando las bandas solo son efectivas durante un tiempo medido en segundos que es cuando transporta coladas hacia el molino triturador, dejando un tiempo muerto donde la banda solo gira sin transportar nada, siendo un tiempo no muy razonable porque es pérdida de energía que se puede eliminar.

Eliminando este tiempo de pérdida se estaría ahorrando en consumo eléctrico lo cual lo veremos reflejado en costo monetariamente por altos consumos y gastos que tiene la empresa por energía eléctrica, lo que implicaría menos reparaciones y gastos de refacciones por mantenimientos correctivos, así mismo, se estarían programando y aplicando más mantenimientos preventivos, ayudando directamente a la empresa en dos puntos de gastos importantes que son consumo eléctrico y mantenimiento correctivo.

### 1.7 Limitaciones y Alcances

Este proyecto se limita a no poder implementarlo en todas las bandas por el momento dado al diseño que tienen algunas, ya que cuenta con los dientes demasiados pequeños y tienen muchos problemas para arrastrar las coladas, se estará programando un instalación del control en cuando se cambien estas bandas por las que son más efectivas como las que cuentan las maquinas grandes.

El alcance del proyecto aplica a que si este control funciona correctamente se aplicara a todas las bandas transportadoras de coladas y se extenderá a lo que son las bandas transportadoras de envases situadas en las máquinas de doble molde donde tendrán el mismo impacto en reducción de consumos.

### 1.8 La Empresa (FISCHER S.A. DE C.V.)

#### a) Historia de la empresa

Fischer S.A. de C.V. es una empresa fundada en 1998 producto de una inversión Suizo-Mexicana que ha crecido continuamente como una empresa exitosa y productiva en el diseño, soplado e inyección de artículos plásticos.

El sistema de gestión está certificado por Bureau Veritas Quality Internacional y basado en la norma ISO 9001:2008 que les permite responder en forma rápida y profesional a las necesidades de sus clientes y mejorar sus procesos de manera continua.

Cuentan también con la certificación FSSC 22000 obtenida en 2013, lo que los coloca como la mejor opción en producción de envases y artículos plásticos para la industria alimenticia.

Parte de su respaldo tecnológico fue proporcionado por Fischer Söhne AG, empresa suiza fundada en 1923 que se especializa en la fabricación de una amplia gama de artículos plásticos y moldes.

Desde el inicio de sus operaciones Fischer se ha dedicado a la fabricación de envases plásticos para la industria de empaque, permitiendo a sus clientes el transporte de sus productos en los mercados nacional e internacional.

A partir de 2005 Fischer inicio su participación en la industria automotriz atendiendo la creciente demanda de autopartes en el mercado mexicano. Hoy en día se encuentran en camino a obtener la certificación ISO/TS 16949 renovando su participación en este mercado.

Fischer se consolida en el diseño de nuevos productos, desarrollo de moldes, fabricación y ensamble de artículos plásticos, reforzando su participación en el mercado de productos de alta calidad y especialidad.

(Fischer, 2010)

### **b) Misión**

Ser la empresa líder en el diseño, producción y comercialización de artículos del sector plástico generando valor para nuestros accionistas, beneficios a nuestros colaboradores logrando la total satisfacción de nuestros socios comerciales y contribuyendo al crecimiento de la sociedad de manera sustentable.

### **Visión**

Ser la mejor opción en inocuidad, calidad, servicio y precio para nuestros clientes en diseño, producción y comercialización de artículos plásticos convirtiéndonos en sus socios estratégicos de negocios, mediante:

Desarrollo del factor humano para lograr una cultura organizacional.

Negocio rentable mediante finanzas sanas basadas en la optimización de los recursos.

Desarrollo estratégico y expansión internacional de mercados.

### Objetivos

- Desarrollo del factor humano para lograr una cultura organizacional
- Negocio rentable mediante finanzas sanas basadas en la optimización de los recursos.
- Desarrollo estratégico y expansión internacional de mercados.

### c) Procesos que se realizan en la empresa

- Soplado e Inyección de artículos plásticos de grado alimenticio y automotriz

### d) Mercado de impacto de los productos o servicios brindados por la empresa

- Mercados de envasado plástico de grado alimenticio y área automotriz.

(Fischer, 2010)



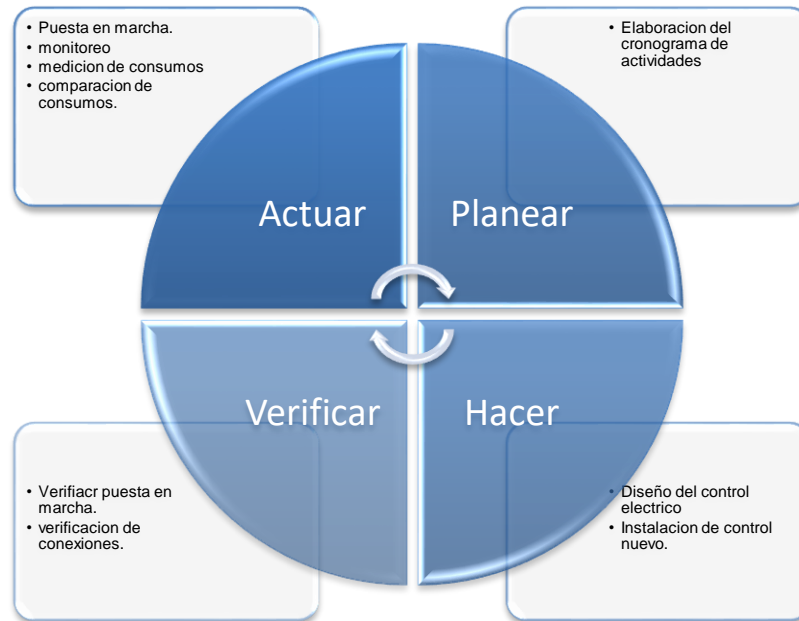
### e) Impacto en el área de Mantenimiento industrial.

La alta tecnología que cuentan las máquinas de la empresa abarca y engloba directamente lo que es mantenimiento industrial, estas máquinas, las cuales son sopladoras de polietileno con gran variedad de estudios de impacto como son electricidad, neumática, mecánica, electrónica y automatización.

- **Electricidad;** cuenta con dos subestaciones eléctricas de 1000 y 1500 kva alimentando a la planta con diferentes voltajes que van de los 110 v hasta los 440 v.
- **Neumática;** el aire comprimido es abastecido por 3 compresores con capacidad de 75 hp, 100 hp y 125 hp y actualmente instalando uno más con capacidad de 125 hp para incrementar más el abastecimiento de aire dentro de la planta.
- **Mecánica;** en las maquinas sopladoras la mecánica es lo que más se abarca por toda la estructura que la conforman, ensamble y desamble de las mismas.
- **Electrónica;** la electrónica abunda por toda las maquinas ya que son infinidad de placas electrónicas con las que cuentan para diferentes controles como temperaturas, soplado, movimientos entre otros.
- **Automatización;** todas las maquinas ya son automatizadas mediante plc's los cuales hacen que todos los movimientos y controles de la maquinas sean simultáneos.

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Este proyecto fue realizado basándose en la metodología del **ciclo de Deming**, en el cual se siguieron los cuatro pasos que corresponden a este ciclo los cuales son planear, hacer, verificar y actuar.



El ciclo de Deming también conocido como circuito PDCA (del inglés plan-do-check-act, esto es, planificar-hacer-verificar-actuar) o espera de mejora continua, es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart. Es muy utilizado por los sistemas de gestión de la calidad (SGC) y los sistemas de gestión de la segunda de la información (SGSI).

Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora de la competitividad de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costos, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa u organización.

(Caro Paz Roberto)

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

### PLANEAR. (Ciclo Deming)

1. Se realizó un cronograma de actividades del proyecto para establecer en que semana realizar cada actividad el cual se muestra en la siguiente tabla. (tabla 1)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																
2018																
ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	
	8	15	22	29	5	12	19	26	5	12	19	26	2	9	16	
ANALISIS DE BANDA A MEJORAR	■															
MEDICION DE TIEMPOS DE TRANSPORTE		■														
CALCULOS DE CONSUMO ELECTRICO			■													
DISEÑO DE CONTROL ELECTRICO				■												
RECOLECCION DE COMPONENTES ELECTRICOS					■											
DISEÑO DE INSTALACION DE COMPONENTES EN BANDA						■										
MODIFICACION A BANDA PARA INSTALACION DE SENSOR							■									
INSTALACION DE CONTROL DISEÑADO								■								
PUESTA EN MARCHA DE BANDA CON CONTROL NUEVO									■							
AJUSTE DE TIEMPOS DE TRANSPORTE										■						
REALIZAR DIAGRAMAS ELECTRICOS E IMPRESIÓN											■					
CALCULO DE CONSUMO ELECTRICO "COMPARACION"												■				
MONITOREO DE CONTROL NUEVO													■			
COMPLEMENTOS DE DOCUMENTO DE PROYECTO														■		
ENTREGA DE PROYECTO															■	

Tabla 1 Cronograma de actividades

2. Se continuo realizando la primera actividad del proyecto la cual es “análisis de banda a mejorar” donde se seleccionó una banda y se tomaron todas sus características las cuales las mostramos a continuación. (tabla 2)

Análisis de banda transportadora	
Componentes	Descripción
Detector de metales	Marca "Mesutronic", voltaje alimentación 220v
Variador de frecuencia	Marca "Yaskawa" modelo J1000, voltaje 220v
Torreta (Alarma)	Color iluminación roja, prevención de presencia de metal en banda
Botón Reset (Alarma)	Boton que resetea alarma de banda para continuar su funcionamiento
Sensor detector de metales	Sensor marcar "Mesutronic", voltaje alimentacion 24 v
Botón ON (banda)	Boton de arranque de banda
Botón OFF (banda)	Boton de paro de banda
Contactador 220 v trifásico	Contactador con bobina de 220v trifasico marca "Scheider"
Relevador de sobrecarga	Marca "scheider" 1.5 A
Clema	Conexión en arrancador
Banda	Banda de material "Poliuretano" 12 metros de largo
Guardas	Elaboradas con material acero inoxidable
Cable	Calibre 12 alimentacion y calibre 16 control
Clavija	Marca "IDE" 16 A
Estructura	Estructura metalica realizada con aluminio
Llantas	4 llantas instaladas para manipular su transporte facilmente
Rodillos	2 rodillos con movimiento libre y 1 anclado al motor para realizar el giro de la banda
Motor	Motor trifasico a 440 V, 0.66 A, 0.25 KW, 0.81 FP, marca "SEW"
Tornillos	Tornillos allen milimetricos diferentes medidas, normales y planos

Tabla 2 Análisis de banda transportadora

3. En la tercera actividad se realizó la medición de tiempos de transporte que le toma a la banda transportar la colada hacia el molino los cuales se midieron desde que cae la primera colada hasta que cae la última dentro del molino.

- Tomando en cuenta que:

Tiempo de funcionamiento	
por turno	
Horas	8
Minutos	480
Segundos	28,800

- Los tiempos de transporte son: con un ciclo de 41 segundos.

tiempo funcionamiento	
C/transporte	S/transporte
28 seg.	13 seg.

- Ocupando las conversiones correspondientes:

1 turno =	8 horas
8 horas =	480 min.
480 min. =	28 800 seg.

- En una hora: (1 hora igual a 88 ciclos)

1 hora			minutos
ok	$88 * 28 =$	2464 seg	41 min
nok	$88 * 13 =$	1144 seg.	19 min

- En 8 horas:

8 horas			minutos	horas
ok	$2464 * 8 =$	19712 seg	328.53 min	5.47 hrs
nok	$1144 * 8 =$	9152 seg.	152.53 min	2.54 hrs

- Teniendo que:

En 8 horas la banda tiene una cantidad de 5 horas 47 minutos hábiles los cuales son cuando transporta coladas hacia el molino y tiene como pérdida la cantidad de 2 horas 54 minutos los cuales la banda gira sin transportar alguna colada.

## HACER. (Ciclo Deming)

4. Cálculo de consumo eléctrico. Se realizaron los cálculos de consumo eléctrico los cuales se muestran en la siguiente tabla para observar cuánto consume el motor de la banda en kW/h y en dinero tomando el costo de kW que CFE otorga a la empresa el cual es de \$1.3325. (tabla 3).

Cálculo de consumo eléctrico				
Motor trifásico 440 V				
MES	DIAS	HORAS	Kw/h	\$ kw/h
0.01	0.1	1	0.25	\$ 0.33
0.02	0.2	2	0.5	\$ 0.67
0.03	0.3	3	0.75	\$ 1.00
0.04	0.4	4	1	\$ 1.33
0.05	0.5	5	1.25	\$ 1.67
0.06	0.6	6	1.5	\$ 2.00
0.07	0.7	7	1.75	\$ 2.33
0.08	0.8	8	2	\$ 2.67
0.1	1	24	6	\$ 8.00
0.2	2	48	12	\$ 15.99
0.3	3	72	18	\$ 23.99
0.4	4	96	24	\$ 31.98
0.5	5	120	30	\$ 39.98
0.6	6	144	36	\$ 47.97
0.7	7	192	48	\$ 63.96
1	30	720	180	\$ 239.85
2	60	1440	360	\$ 479.70
3	90	2160	540	\$ 719.55
4	120	2880	720	\$ 959.40
5	150	3600	900	\$ 1,199.25
6	180	4320	1080	\$ 1,439.10
7	210	5040	1260	\$ 1,678.95
12	360	8640	2160	\$ 2,878.20

Tabla 3 Cálculo de consumo eléctrico

Los cálculos se realizaron con valores teóricos tomados de la placa del motor que van de 1 hora hasta 1 año de consumo eléctrico calculado en kW/h y cantidad monetaria.

5. Diseño de control eléctrico. Se diseñó el control eléctrico que realiza la función de parar la banda mediante un sensor. A continuación se muestra la imagen del diagrama diseñado. (Imagen 6)

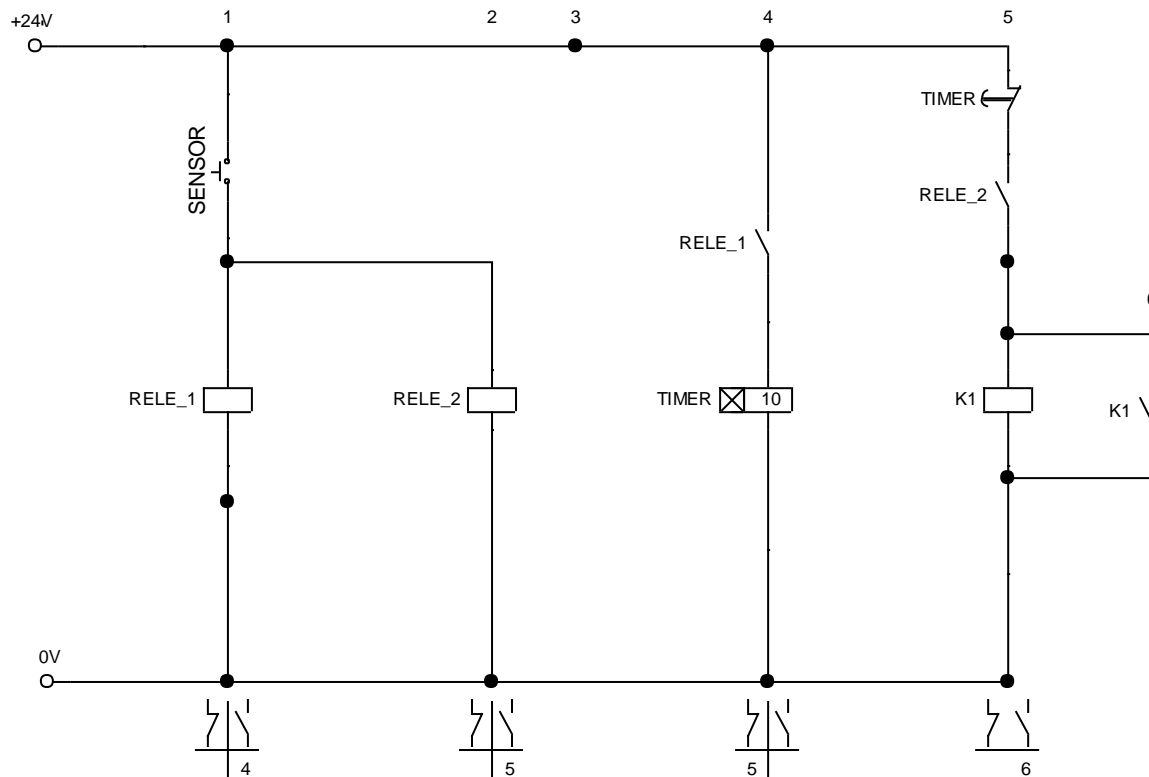


Imagen 1 Diagrama control eléctrico

### Descripción de funcionamiento.

- Alimentado con 24 volt cd tomados de una fuente de voltaje, se alimenta a un foto sensor el cual al recibir la señal alimentando las bobinas de los relevadores 1 y 2, el relevador 1 acciona la bobina de un timer mediante un contacto normalmente abierto, y el relevador 2 activa la bobina del Contactor enclavándose mediante un arreglo con un contacto normalmente abierto del mismo contactor, el timer accionado empieza su conteo y al finalizarlo se abre un contacto que corta el voltaje al contactor realizando el paro de la banda automáticamente, este proceso se repite constantemente cada vez que el sensor detecte y envíe la señal.

6. Recolección de componentes eléctricos. Una vez teniendo el diagrama diseñado se continuó con la recolección de componentes eléctricos, los cuales son los siguientes:

- Fuente de voltaje a 24 volts.
- Relevadores a 24 volts.
- Bases para relevador
- Timer
- Base para timer
- Contactor a 24 volts.
- Cable para control cal. 18
- Cable para sensor
- Sensor fotoeléctrico
- Cinta reflectora
- Caja de control

Al igual que se realizó un presupuesto equivalente al costo de todo el control el cual se muestra en la siguiente tabla. (Tabla 4)

Costos de control electrico				
	Cantidad	Unidad	Cant./ Unitaria	Costo total
Fuente 24 V	1	Pza	\$ 804.00	\$ 804.00
Relevador 24 V	2	Pza	\$ 58.00	\$ 116.00
Base para relevador	1	Pza	\$ 56.00	\$ 56.00
Timer	1	Pza	\$ 987.00	\$ 978.00
Base para timer	1	Pza	\$ 66.00	\$ 66.00
Contactor DC 24 V	1	Pza	\$ 1,110.00	\$ 1,110.00
Cable control	2	Metro	\$ 2.63	\$ 5.26
Cable Sensor	1	Metro	\$ 482.00	\$ 482.00
Sensor fotoelectrico	1	Pza	\$ 1,325.00	\$ 1,325.00
Reflector	0.5	Metro	\$ 542.00	\$ 27.10
Caja para control	1	Pza	\$ 150.00	\$ 150.00
<b>Total</b>				<b>\$ 5,119.36</b>

Tabla 4 Costos de fabricación

Todos los componentes y costos de ellos, fueron tomados directamente del almacén de refacciones con el que cuenta la empresa.



7. Diseño de instalación de componentes en banda. Se realizó la observación en la banda para encontrar el debido lugar para instalar los componentes dado que deben ser lugares específicos para que no los dañen y sufran daños que afecte a la operación del control. Lo cual se muestra en la siguiente imagen. (Imagen 7)



*Imagen 2 Instalación de componentes a banda.*

- Todos los componentes instalados en la banda se colocaron basándose en inspecciones visuales mediante su trabajo diario tomando en cuenta los golpes que le pueden dar cuando la mueven de lugar y así prevenir daños o fallas futuras.

## 8. Modificación a banda para instalación del sensor.

- Mediante la inspección visual realizada se marcó justo el punto donde las coladas caen a la banda con mayor frecuencia como se muestra en la imagen. (Imagen 8)



*Imagen 3 Marca para instalar sensor*

- Se cortó la guarda con la medida de una pequeña protección para el sensor a instalar como se observa en las imágenes. (Imagen 9 y 10)



*Imagen 4 Punto de corte*

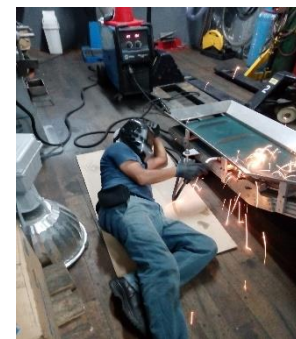


*Imagen 5 Área de sensor cortada*

- Se colocó la protección de sensor la ranura cortada y se soldó para dejarla firme y proteja al sensor de golpes que lo afecten como se muestra en las siguientes imágenes. (Imagen 12 y 11)



*Imagen 7 Colocación de protección*



*Imagen 6 Soldadura de protección*

- Una vez soldada la protección, se instaló el sensor atornillándolo a la base. (Imagen 13 y 14)



*Imagen 8 Protección soldada*



*Imagen 9 Instalación de sensor*

- Se conectó el cable de alimentación al sensor y se instaló en base de la banda para asegurar su protección. (Imagen 15 y 16)



*Imagen 10 Conexión de sensor*



*Imagen 11 Cableado de sensor*

9. Instalación de control diseñado. Se barreno la base de la banda, y se atornillo el control para que sujetarlo a la base de la banda, las actividades realizadas se muestran en las siguientes imágenes.

- Se barreno base y se atornillo caja de control. (Imagen 17 y 18)



*Imagen 13 Barrenado de base*



*Imagen 12 Atornillado de caja de control*

- Una vez atornillada correctamente la caja de control se colocaron los componentes eléctricos dentro de ella realizando todas las conexiones correspondientes y conectándolo a la alimentación eléctrica. (Imagen 19 y 20)



*Imagen 14 Caja atornillada*



*Imagen 15 Instalación del control*

- Se alimentó al control tomando una fase de 220 v del arrancador de la banda para alimentar la fuente de 24 v., se desconectó el cable que alimenta al motor del variador y se conectó en la salida del contactor del nuevo control. (Imagen 21 y 22)



*Imagen 17 Alimentación de voltaje.*



*Imagen 16 Conexión a variador.*

- Se conectó banda para comprobar la alimentación correcta la cual se confirmó con la luz de encendido de la fuente y el timer, y por último se finalizó colocando la tapa de la caja de control para que este seguro de cualquier accidente por riesgo eléctrico. (Imagen 23y 24)



*Imagen 18 Encendido de control.*



*Imagen 19 Colocación de tapa*

10. Puesta en marcha a banda con control nuevo. Ya instalado el control en la banda y probado para verificar que no existan cortos circuitos, se enciende y se puso a funcionar, ahora ya activándose mediante el sensor instalada que es el encargado de dar marcha a la banda en cuando detecte una colada sobre de ella y así mismo deteniéndose en cuanto el tiempo programado del timer finalice, como se muestran en las siguientes imágenes. (Imágenes 25, 26, 27, 28 y 29)



*Imagen 20 Sensor en espera de activación*



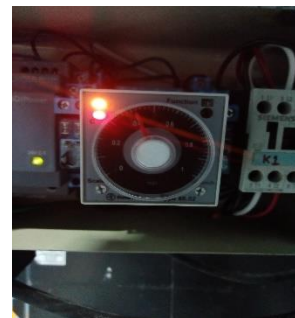
*Imagen 21 Sensor activado por presencia de colada*



*Imagen 22 Banda arrastrando coladas hacia el molino*



*Imagen 23 Coladas depositadas en molino*



*Imagen 24 Timer contando tiempo de transporte*

- El control funciona correctamente en las primeras pruebas realizadas en su puesta en marcha, el sensor detecta, avanza banda, cuenta timer y vuelve a parar banda.

## VERIFICAR. (Ciclo Deming)

11. Ajuste de tiempo de transporte. Ya con el control funcionando, se ajustó el tiempo de transporte con la ayuda del timer. Primeramente se ajustaron parámetros de tiempos en la computadora de la máquina para hacer que las cuatro coladas cayeran juntas para aprovechar más tiempo de transporte. (Imágenes 30, 31 y 32)

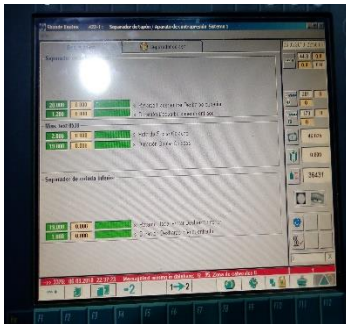


Imagen 27 Ajuste de tiempo de corte de coladas



Imagen 26 Rebabeadores que cortan la colada en la máquina

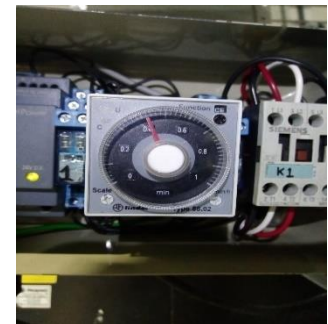


Imagen 25 Tiempo ajustado de transporte 24 segundos

- Con los tiempos ajustados en la computadora se establecieron los siguientes tiempos.

**Banda ON 24 segundos**

**Banda OFF 23 segundos**

- La banda está en funcionamiento 24 segundos y tarda 23 segundos en volver a activarse, con estos tiempos se forma un ciclo de **47 segundos** los cuales se tomaron de base para realizar todos los cálculos siguientes para los nuevos consumos que genera.

12. Realizar diagramas eléctricos e imprimir. Se realizaron los diagramas eléctricos y se dejaron impresos y pegados en caja del control para que el personal de mantenimiento tenga acceso a él y sea entendible para solucionar cualquier falla que se presente en el control. (imágenes 33, 34 y 35)

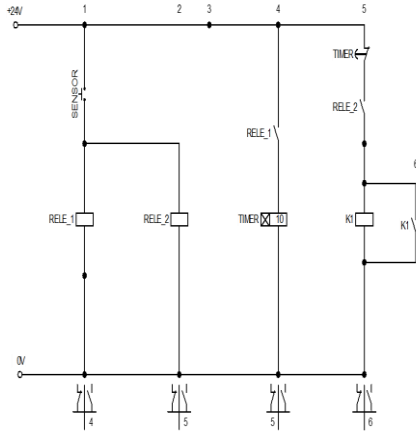


Imagen 28 Diagrama de control

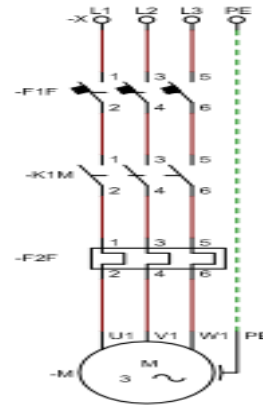


Imagen 29 Diagrama de fuerza

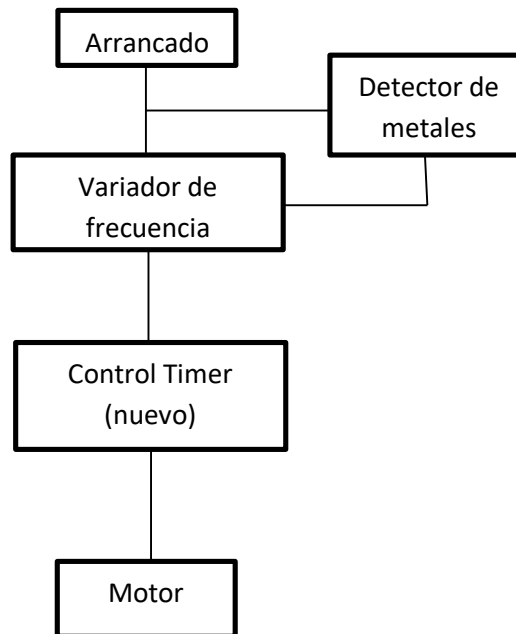


Imagen 30 Diagrama de bloques



## ACTUAR. (Ciclo Deming)

13. Calculo de consumo eléctrico “comparación”. Se realizaron dos tablas para comparar el consumo de la banda trabajando y en modo de reposo donde se describe la cantidad de kW/h que consume tanto encendida como apagada. (tabla 5 y 6)

TABLA COMPARATIVA BANDA EN FUNCIONAMIENTO								
DIAS	HORAS	MINUTOS	1 ciclo = 24s.				kw/h=0.25	
			CICLOS ON	SEGUNDOS	MINUTOS	HORAS	0.0025	1kw=\$1.3325
							kw/h	\$ kw/h
		10	13	312	5.2	0.086	0.000215	0.000286488
		20	26	624	10.4	0.173	0.0004325	0.000576306
		30	39	936	15.6	0.26	0.00065	0.000866125
		40	52	1248	20.8	0.346	0.000865	0.001152613
		50	65	1560	26	0.43	0.001075	0.001432438
	1	60	78	1872	31.2	0.52	0.0013	0.00173225
	2	120	156	3744	62.4	1.04	0.26	\$ 0.35
	3	180	234	5616	93.6	1.56	0.39	\$ 0.52
	4	240	312	7488	124.8	2.08	0.52	\$ 0.69
	5	300	390	9360	156	2.6	0.65	\$ 0.87
	6	360	468	11232	187.2	3.12	0.78	\$ 1.04
	7	420	546	13104	218.4	3.64	0.91	\$ 1.21
	8	480	624	14976	249.6	4.16	1.04	\$ 1.39
	16	960	1248	29952	499.2	8.32	2.08	\$ 2.77
1	24	1440	1872	44928	748.8	12.48	3.12	\$ 4.16
2	48	2880	3744	89856	1497.6	24.96	6.24	\$ 8.31
4	96	5760	7488	179712	2995.2	49.92	12.48	\$ 16.63
7	168	10080	13104	314496	5241.6	87.36	21.84	\$ 29.10
30	720	43200	56160	1347840	22464	374.4	93.675	\$ 124.82

Tabla 6 Banda en funcionamiento

TABLA COMPARATIVA BANDA PARADA								
DIAS	HORAS	MINUTOS	1 ciclo = 23 s.				kw/h=0.25	
			CICLOS OFF	SEGUNDOS	MINUTOS	HORAS	0.0025	1kw=\$1.3325
							kw/h	\$kw/h
		10	12	276	4.6	0.076	0.0019	0.00253175
		20	24	552	9.2	0.153	0.0003825	0.000509681
		30	36	828	13.8	0.23	0.000575	0.000766188
		40	48	1104	18.4	0.306	0.000765	0.001019363
		50	60	1380	23	0.383	0.0009575	0.001275869
	1	60	72	1656	27.6	0.46	0.00115	0.001532375
	2	120	144	3312	55.2	0.92	0.0023	0.00306475
	3	180	216	4968	82.8	1.38	0.345	\$ 0.46
	4	240	288	6624	110.4	1.84	0.46	\$ 0.61
	5	300	360	8280	138	2.3	0.575	\$ 0.77
	6	360	432	9936	165.6	2.76	0.69	\$ 0.92
	7	420	504	11592	193.2	3.22	0.805	\$ 1.07
	8	480	576	13248	220.8	3.68	0.92	\$ 1.23
	16	960	1152	26496	441.6	7.36	1.84	\$ 2.45
1	24	1440	1728	39744	662.4	11.04	2.76	\$ 3.68
2	48	2880	3456	79488	1324.8	22.08	5.52	\$ 7.36
4	96	5760	6912	128976	2149.6	35.82	8.82	\$ 11.75
7	168	10080	12096	278208	4636.8	77.28	19.32	\$ 25.74
30	720	43200	51840	1192320	19872	331.2	82.8	\$ 110.33

Tabla 5 Banda parada

- Comparando los dos últimos rangos que son los del tiempo de funcionamiento de un mes, se tiene que por un mes de funcionar la banda 374.4 horas lo que equivale a 93.675 kW/h teniendo un gasto monetario por ese consumo eléctrico de \$124.82, lográndolo por haber realizado que la banda este parada el tiempo de 331.2 horas en un mes equivalente a 82.8 kW/h con un valor de consumo de \$110.33 ahorrados en ese lapso de tiempo.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 4.1 Resultados

Los resultados obtenidos en cuanto a consumos se muestran en las siguientes tablas elaborados con datos obtenidos monitoreando el trabajo de la banda una vez instalado el control.

**TABLA COMPARATIVA BANDA EN FUNCIONAMIENTO**

DIAS	HORAS	MINUTOS	1 ciclo = 24s.		MINUTOS	HORAS	kw/h=0.25	
			CICLOS ON	SEGUNDOS			kw/h	1kw=\$1.3325
		10	13	312	5.2	0.086	0.000215	0.000286488
		20	26	624	10.4	0.173	0.0004325	0.000576306
		30	39	936	15.6	0.26	0.00065	0.000866125
		40	52	1248	20.8	0.346	0.000865	0.001152613
		50	65	1560	26	0.43	0.001075	0.001432438
	1	60	78	1872	31.2	0.52	0.0013	0.00173225
	2	120	156	3744	62.4	1.04	0.26	\$ 0.35
	3	180	234	5616	93.6	1.56	0.39	\$ 0.52
	4	240	312	7488	124.8	2.08	0.52	\$ 0.69
	5	300	390	9360	156	2.6	0.65	\$ 0.87
	6	360	468	11232	187.2	3.12	0.78	\$ 1.04
	7	420	546	13104	218.4	3.64	0.91	\$ 1.21
	8	480	624	14976	249.6	4.16	1.04	\$ 1.39
	16	960	1248	29952	499.2	8.32	2.08	\$ 2.77
1	24	1440	1872	44928	748.8	12.48	3.12	\$ 4.16
2	48	2880	3744	89856	1497.6	24.96	6.24	\$ 8.31
4	96	5760	7488	179712	2995.2	49.92	12.48	\$ 16.63
7	168	10080	13104	314496	5241.6	87.36	21.84	\$ 29.10
30	720	43200	56160	1347840	22464	374.4	93.675	\$ 124.82

*Tabla 7 Banda en funcionamiento*

En esta tabla se muestra el consumo que se consiguió con el control instalado, se detalló de 10 minutos de consumo hasta el mes de trabajo de la banda donde se destaca que por un día de trabajo equivalente a 24 horas la banda solo está en funcionamiento solo 12.48 horas.

La siguiente tabla es el resultado detallado de todo lo que se ahorra en cuanto la banda esta parada por no detectar ninguna colada.

**TABLA COMPARATIVA BANDA PARADA**

DIAS	HORAS	MINUTOS	1ciclo =23 s.				kw/h=0.25	
			CICLOS OFF	SEGUNDOS	MINUTOS	HORAS	kw/h	1kw=\$1.3325
							kw/h	\$kw/h
		10	12	276	4.6	0.076	0.0019	0.00253175
		20	24	552	9.2	0.153	0.003825	0.00509681
		30	36	828	13.8	0.23	0.00575	0.00766188
		40	48	1104	18.4	0.306	0.00765	0.01019363
		50	60	1380	23	0.383	0.009575	0.01275869
	1	60	72	1656	27.6	0.46	0.0115	0.01532375
	2	120	144	3312	55.2	0.92	0.0023	0.00306475
	3	180	216	4968	82.8	1.38	0.345	\$ 0.46
	4	240	288	6624	110.4	1.84	0.46	\$ 0.61
	5	300	360	8280	138	2.3	0.575	\$ 0.77
	6	360	432	9936	165.6	2.76	0.69	\$ 0.92
	7	420	504	11592	193.2	3.22	0.805	\$ 1.07
	8	480	576	13248	220.8	3.68	0.92	\$ 1.23
	16	960	1152	26496	441.6	7.36	1.84	\$ 2.45
1	24	1440	1728	39744	662.4	11.04	2.76	\$ 3.68
2	48	2880	3456	79488	1324.8	22.08	5.52	\$ 7.36
4	96	5760	6912	128976	2149.6	35.82	8.82	\$ 11.75
7	168	10080	12096	278208	4636.8	77.28	19.32	\$ 25.74
30	720	43200	51840	1192320	19872	331.2	82.8	\$ 110.33

*Tabla 8 Tabla ahorro banda parada*

La tabla muestra el tiempo que esta parada la banda y por lo consiguiente todos los valores en consumo que se ahorran en el lapso de un mes de trabajo.

## 4.2 Trabajos Futuros

Este proyecto se diseñó solo para una banda y funciono correctamente generando buenos resultados, se espera llevar el este control a todas las bandas de la planta las cuales son 36 en total, así el consumo ahorrado se incrementara en una cantidad razonable beneficiando a la empresa, se espera a que se realizan unas mejoras a las bandas restantes y se pondrá en pie la instalación de este control en todas.

## 4.3 Recomendaciones

Realizar mejoras a las bandas restantes cambiando la banda principal con sujetadores más grandes para un mejor arrastre y hacer efectivo el control diseñado.

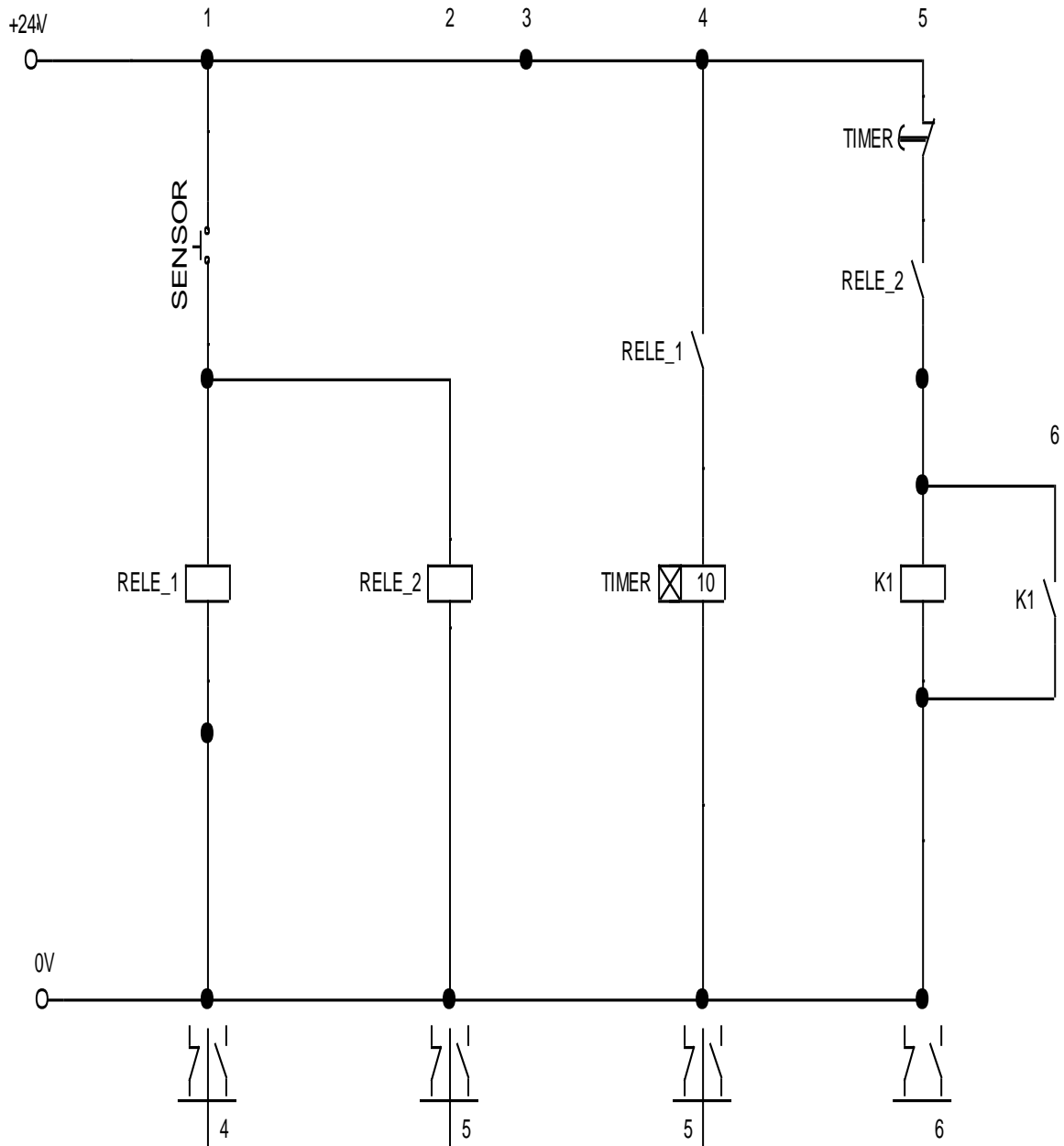
Realizar un control similar pero ahora para las bandas que transportan envases que se encuentran en las máquinas de doble molde las cuales también cuentan con un tiempo de perdida que se puede mejorar, para estas bandas se puede diseñar un control utilizando un PLC Logo para controlar las cuatro bandas de la máquina y así no sería tan costoso instalar un control para cada banda.

**ANEXOS**

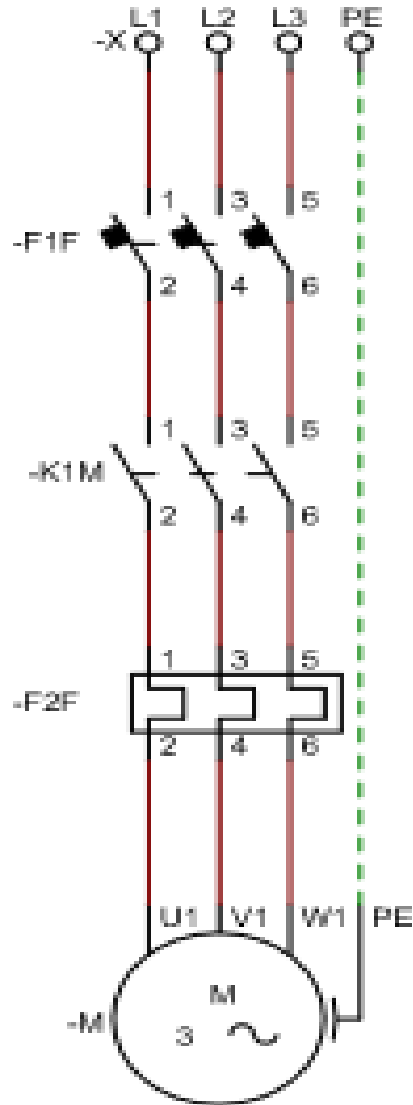
Tabla de consumo eléctrico del motor de la banda.

Calculo de consumo electrico				
Motor trifasico 440 V				
MES	DIAS	HORAS	Kw/h	1 kw= \$1.3325 \$ kw/h
0.01	0.1	1	0.25	\$ 0.33
0.02	0.2	2	0.5	\$ 0.67
0.03	0.3	3	0.75	\$ 1.00
0.04	0.4	4	1	\$ 1.33
0.05	0.5	5	1.25	\$ 1.67
0.06	0.6	6	1.5	\$ 2.00
0.07	0.7	7	1.75	\$ 2.33
0.08	0.8	8	2	\$ 2.67
0.1	1	24	6	\$ 8.00
0.2	2	48	12	\$ 15.99
0.3	3	72	18	\$ 23.99
0.4	4	96	24	\$ 31.98
0.5	5	120	30	\$ 39.98
0.6	6	144	36	\$ 47.97
0.7	7	192	48	\$ 63.96
1	30	720	180	\$ 239.85
2	60	1440	360	\$ 479.70
3	90	2160	540	\$ 719.55
4	120	2880	720	\$ 959.40
5	150	3600	900	\$ 1,199.25
6	180	4320	1080	\$ 1,439.10
7	210	5040	1260	\$ 1,678.95
12	360	8640	2160	\$ 2,878.20

## Diagrama de control

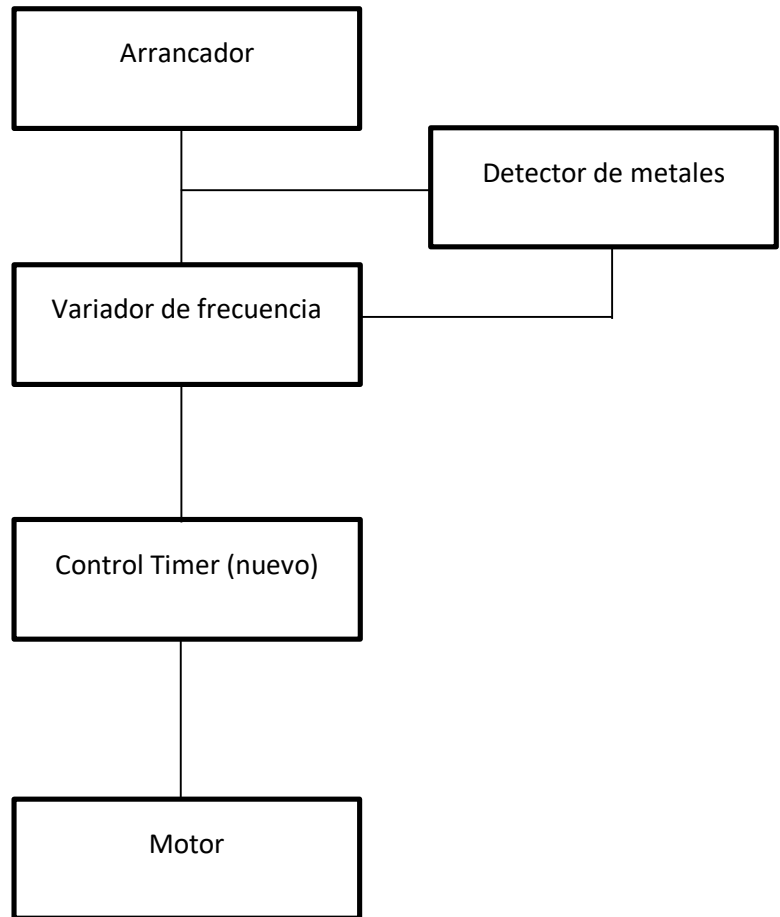


## Diagrama de fuerza





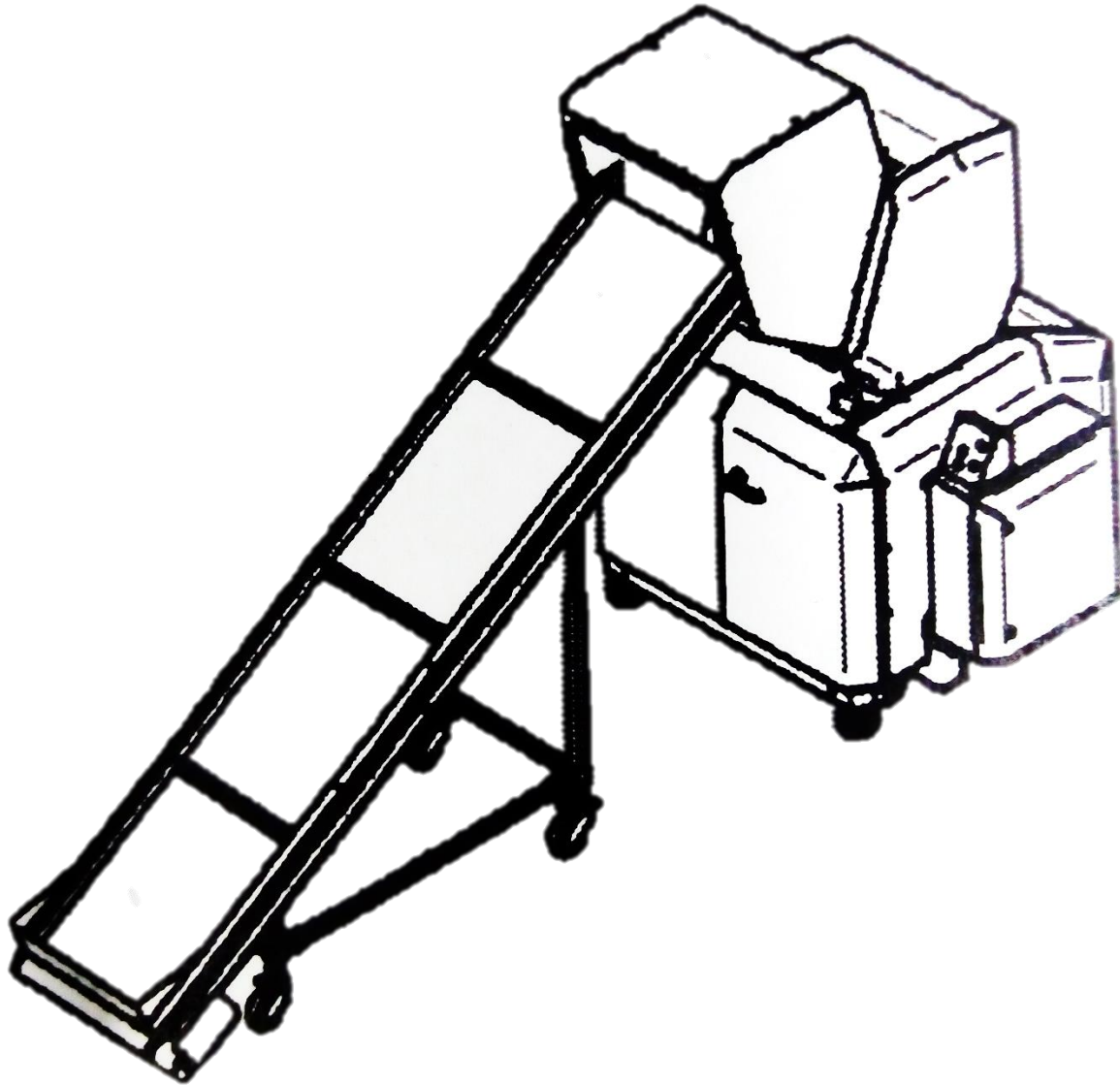
## Diagrama de bloques



**Tabla de costos de fabricación del control eléctrico**

Costos de control electrico				
	Cantidad	Unidad	Cant./ Unitaria	Costo total
Fuente 24 V	1	Pza	\$ 804.00	\$ 804.00
Relevador 24 V	2	Pza	\$ 58.00	\$ 116.00
Base para relevador	1	Pza	\$ 56.00	\$ 56.00
Timer	1	Pza	\$ 987.00	\$ 978.00
Base para timer	1	Pza	\$ 66.00	\$ 66.00
Contactador DC 24 V	1	Pza	\$ 1,110.00	\$ 1,110.00
Cable control	2	Metro	\$ 2.63	\$ 5.26
Cable Sensor	1	Metro	\$ 482.00	\$ 482.00
Sensor fotoelectronico	1	Pza	\$ 1,325.00	\$ 1,325.00
Reflector	0.5	Metro	\$ 542.00	\$ 27.10
Caja para control	1	Pza	\$ 150.00	\$ 150.00
<b>Total</b>				<b>\$ 5,119.36</b>

Imagen gráfica de banda y molino.



## Tabla comparativa con banda en funcionamiento.

**TABLA COMPARATIVA BANDA EN FUNCIONAMIENTO**

DIAS	HORAS	MINUTOS	1 ciclo = 24s.		MINUTOS	HORAS	kw/h=0.25	1kw=\$1.3325
			CICLOS ON	SEGUNDOS			kw/h	\$ kw/h
		10	13	312	5.2	0.086	0.000215	0.000286488
		20	26	624	10.4	0.173	0.0004325	0.000576306
		30	39	936	15.6	0.26	0.00065	0.000866125
		40	52	1248	20.8	0.346	0.000865	0.001152613
		50	65	1560	26	0.43	0.001075	0.001432438
	1	60	78	1872	31.2	0.52	0.0013	0.00173225
	2	120	156	3744	62.4	1.04	0.26	\$ 0.35
	3	180	234	5616	93.6	1.56	0.39	\$ 0.52
	4	240	312	7488	124.8	2.08	0.52	\$ 0.69
	5	300	390	9360	156	2.6	0.65	\$ 0.87
	6	360	468	11232	187.2	3.12	0.78	\$ 1.04
	7	420	546	13104	218.4	3.64	0.91	\$ 1.21
	8	480	624	14976	249.6	4.16	1.04	\$ 1.39
	16	960	1248	29952	499.2	8.32	2.08	\$ 2.77
1	24	1440	1872	44928	748.8	12.48	3.12	\$ 4.16
2	48	2880	3744	89856	1497.6	24.96	6.24	\$ 8.31
4	96	5760	7488	179712	2995.2	49.92	12.48	\$ 16.63
7	168	10080	13104	314496	5241.6	87.36	21.84	\$ 29.10
30	720	43200	56160	1347840	22464	374.4	93.675	\$ 124.82

## Tabla comparativa con banda parada.

TABLA COMPARATIVA BANDA PARADA								
DIAS	HORAS	MINUTOS	1ciclo =23 s. CICLOS OFF	SEGUNDOS	MINUTOS	HORAS	kw/h=0.25	1kw=\$1.3325
							0.0025	
							kw/h	\$kw/h
		10	12	276	4.6	0.076	0.0019	0.00253175
		20	24	552	9.2	0.153	0.0003825	0.000509681
		30	36	828	13.8	0.23	0.000575	0.000766188
		40	48	1104	18.4	0.306	0.000765	0.001019363
		50	60	1380	23	0.383	0.0009575	0.001275869
	1	60	72	1656	27.6	0.46	0.00115	0.001532375
	2	120	144	3312	55.2	0.92	0.0023	0.00306475
	3	180	216	4968	82.8	1.38	0.345	\$ 0.46
	4	240	288	6624	110.4	1.84	0.46	\$ 0.61
	5	300	360	8280	138	2.3	0.575	\$ 0.77
	6	360	432	9936	165.6	2.76	0.69	\$ 0.92
	7	420	504	11592	193.2	3.22	0.805	\$ 1.07
	8	480	576	13248	220.8	3.68	0.92	\$ 1.23
	16	960	1152	26496	441.6	7.36	1.84	\$ 2.45
1	24	1440	1728	39744	662.4	11.04	2.76	\$ 3.68
2	48	2880	3456	79488	1324.8	22.08	5.52	\$ 7.36
4	96	5760	6912	128976	2149.6	35.82	8.82	\$ 11.75
7	168	10080	12096	278208	4636.8	77.28	19.32	\$ 25.74
30	720	43200	51840	1192320	19872	331.2	82.8	\$ 110.33

## BIBLIOGRAFÍA

- Caro Paz Roberto, G. G. (s.f.). *Administracion de la calidad total*. Mexico: Facultad de ciencias economicas y sociales.
- Fischer. (enero de 2010). *Fischer.com.mx*. Obtenido de <http://www.fischer.com.mx>
- José, R. V. (2006). *Motores Electricos, automatismo de control*. España: Thonson, Paraninpo.
- Manuel, H. A. (2016). *Voltaje, Corriente y Potencia electrica*. Mexico: Subsecretaria de educacion media superior.
- Onesimo, B. D. (2002). *Instalaciones electricas practicas*. Mexico.
- Alexander, N. M. (Mayo de 2017). Estudio de viabilidad para la implementacion de temporizadores y sensores magneticos en las luminarias de la red de alumbrado publico en Bogota D.C. Bogota, Colombia: Universidad distrital "Francisco Jose de Caldas".
- Caro Paz Roberto, G. G. (s.f.). *Administracion de la calidad total*. Mexico: Facultad de ciencias economicas y sociales.
- Fischer. (enero de 2010). *Fischer.com.mx*. Obtenido de <http://www.fischer.com.mx>
- Jose, M. C. (29 de Enero de 2009). Automatizacion de las bandas transportadoras y de las bandas de descarga, en una linea de produccion del vulcanizado de llantas. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnologico de Costa Rica.
- José, R. V. (2006). *Motores Electricos, automatismo de control*. España: Thonson, Paraninpo.
- Manuel, H. A. (2016). *Voltaje, Corriente y Potencia electrica*. Mexico: Subsecretaria de educacion media superior.
- MONROY, J. G. (2008). SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE EMBOTELLADO. MEXICO: TESIS IPN.
- Onesimo, B. D. (2002). *Instalaciones electricas practicas*. Mexico.