



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**TEMA:**

**“Análisis del Diseño de un Mezclador Farmacéutico en V  
automático para la Fabricación de Fármacos Sólidos.”**

**AUTOR:**

**Quiñonez Valdes, Cesar Adrián**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de  
INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICO**

**TUTOR:**

**Ing. Lucero Figueroa, Hugo Rubén Mgs.**

**Guayaquil, Ecuador**

**2019**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Quiñónez Valdés Cesar Adrián**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico- Mecánico**.

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Lucero Figueroa Hugo Rubén Mgs.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Heras Sánchez Miguel Mgs.**

**Guayaquil, 22 de febrero del 2019**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Quiñonez Valdés Cesar Adrián**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, “**Análisis del Diseño de un Mezclador Farmacéutico en V automático para la Fabricación de Fármacos Sólidos**”, 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, 22 de febrero del 2019**

**EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Quiñonez Valdés Cesar Adrián**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Quiñonez Valdés Cesar Adrián**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Análisis del Diseño de un Mezclador Farmacéutico en V automático para la Fabricación de Fármacos Sólidos”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, 22 de febrero del 2019**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_  
**Quiñonez Valdes Cesar Adrián**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Manuel Romero Paz MSc.**  
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Raúl Montenegro Tamayo MSc.**  
COORDINADOR DEL ÁREA

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Ricardo Echeverría Parra MSc.**

OPONENTE



## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres Gloria Valdez & Dagoberto Quiñonez por guiarme por el buen camino, por su gran apoyo, esfuerzo y confianza para culminar mi carrera. Por ser ellos el motor de mi vida, mi fuente de inspiración y mi razón de ser.

A mis hermanos Edgar, Hernán, Emily, sobrinos y mi familia en general por todo el apoyo incondicional brindado a lo largo del camino que he recorrido hasta cumplir esta meta. A mis amistades por brindarme su ayuda. Y a todas las personas que de alguna otra manera aportaron en el desarrollo de este proyecto.

Cesar Quiñonez

## DEDICATORIA

A mis padres, Gloria y Dagoberto.

Cesar Quiñonez



## RESUMEN

En la actualidad en el Ecuador no existe una organización que diseñe, analice y construya Mezcladores en V, estos son utilizados ampliamente en el campo de Industrias Farmacéuticas, por lo que se constituye en una importante perspectiva en desarrollo de industrias que puedan ser fabricados y comercializados para diferentes requerimientos técnicos con materiales disponibles en el mercado local; a fin de promover el desarrollo tecnológico y científico dentro del país.

La metodología de investigación que se utilizó en este proyecto es documental, descriptiva y analítica.

Es por ello, que se analiza un diseño de Mezclador en V para aplicaciones Farmacéuticas, el cual cumple con los requerimientos de operación para obtener de manera óptima y eficaz una mezcla Homogénea. Para el análisis de este equipo se basó en los sistemas de mezclado tanto estáticos, como de movimiento considerando normas IEC las cuales detallan condiciones de empleo y disposiciones constructivas, cuyos datos sirvieron para los diferentes cálculos ingenieriles de los componentes mecánicos; como son piñón, ejes, chumaceras, accesorios eléctricos y electrónicos; como son: Motor, Disyuntor, Logo Siemens, Contactores y Relés, entre otros. Adicional, se consultó con un programa complementario llamado, SOLIDWORK software libre para el desarrollo del proyecto. Y se comprobó los resultados teóricos calculados. Finalmente, se presenta una tabla de costos, manual de operación y de mantenimiento del equipo, así como también conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

**Palabras claves:** Sólidos, mezclador en V, homogeneidad, motor, piñón, ejes, Contactores.

## SUMMARY

At present in Ecuador there is no organization that designs, analyzes and build V-Mixers, these are well known in the field of Pharmaceutical Industries, and so it is taken into account. For the different technical requirements with materials available in the local market; an end to promote technological and scientific development within the country. The research methodology that is carried out in this project is documentary, descriptive and analytical.

For this reason, a V-Mixer design for Pharmaceutical applications is analyzed, which meets the requirements of the operation to obtain an homogeneous and optimal mix. For the analysis of this equipment, it was based on the mixing systems, as well as the movement, the norms, the conditions of use and the constructive conditions, the means of communication of the mechanical components; as they are pinion, shafts, bearings, electrical and electronic accessories; Such as: Motor, Circuit Breaker, Siemens Logo, Contactors and Relays, among others. Additionally, we consulted with a complementary program called, SOLIDWORK free software for the development of the project. And the calculated theoretical results were checked. Finally, a table of costs, manual of operation and maintenance of the equipment, as well as conclusions and recommendations of the present project are presented.

**Keywords:** Solids, V-shaped mixer, homogeneity, motor, pinion, axes, contactors.

# ÍNDICE GENERAL

SUMMARY.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
ABREVIATURAS.....	XVI
CAPITULO I.....	2
Introducción.....	2
1. Justificación y Alcance.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Hipótesis.....	3
1.5 Tipo de Investigación.....	3
CAPITULO II.....	5
Marco Teórico.....	5
2. Generalidades de los mezcladores en la industria Farmacéutica.....	5
2.1 Mezclador Estático.....	5
2.2 Mezclador de Bandas.....	6
2.3 Mezclador Cónico.....	7
2.4 Mezclador Bicónico.....	8
2.5 Mezclador en V.....	9
2.6 Mecanismos de Transmisión de Movimiento.....	10
2.7 Opciones de los Tipos de Controladores.....	14

2.8 Opciones de los sistemas .....	18
CAPÍTULO III .....	22
3. Parámetros de Diseño del Mezclador en V .....	22
3.1 Diseño Detallado del Equipo.....	22
3.2 Estudio del Diseño de la Estructura del Soporte.....	30
3.3 Estudio del Diseño Piñón - Cadena .....	32
CAPITULO IV.....	37
4. Implementación del mezclador .....	37
4.1 Parámetros importantes a considerar antes de proceder con la Ejecución de la Máquina.....	37
4.2 Detalle de herramienta, máquinas, materia prima y equipos para la construcción del mezclador .....	37
4.3 Inicio de fabricación del Equipo. ....	39
4.4 Proceso de montaje .....	43
4.5 Selección de componentes.....	46
4.6 Controlador Lógico Programable (Logo Siemens) .....	52
CAPÍTULO V.....	61
5. Resultados .....	61
5.1 Criterios del Mezclado .....	63
CAPÍTULO VI.....	66
6. Análisis Económico y Financiero .....	66
6.1 Análisis Económico.....	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	71
Conclusiones .....	71

Recomendaciones .....	72
Bibliografía.....	73
Anexos.....	80
Anexo I.....	81
Manual de Operación e Inspección de mantenimiento eléctrico preventivo del equipo.....	81
Inspecciones Eléctrica Mezcladora farmacéutico en V.....	81
Anexo II.....	84
Manual de operación Del Mezclador Farmacéutico en V.....	84
Aportaciones .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Mezclador Estático</i> .....	6
Figura 2: <i>Mezclador de Bandas</i> .....	7
Figura 3: <i>Mezclador Cónico</i> .....	8
Figura 4: <i>Mezclador Bicónico</i> .....	9
Figura 5: <i>Mezclador en “V”</i> .....	10
Figura 6: <i>Conexión Eje-Caja Reductora</i> .....	11
Figura 7: <i>Conexión por Banda</i> .....	12
Figura 8: <i>Conexión por cadena</i> .....	13
Figura 9: <i>Contactador</i> .....	14
Figura 10: <i>Controlador</i> .....	15
Figura 11: <i>PLC</i> .....	16
Figura 12: <i>Pulsadores</i> .....	17
Figura 13: <i>Indicadores Luminosos</i> .....	18
Figura 14: <i>Diseño del Mezclador en V</i> .....	22
Figura 15: <i>Diagrama de Cuerpo Libre: Componentes</i> .....	25
Figura 16: <i>Diagrama de Cuerpo Libre: Fuerzas</i> .....	25
Figura 17: <i>Diagrama de Fuerza Cortante</i> .....	28
Figura 18: <i>Diseño de la Estructura del Soporte</i> .....	30
Figura 19: <i>Diseño de la Estructura y Chumaceras</i> .....	31
Figura 20: <i>Diagrama de fuerzas</i> .....	32
Figura 21: <i>Piñón cadena</i> .....	36
Figura 22: <i>Taller Mecánico</i> .....	39

Figura 23: <i>Máquina Dobladora</i> .....	40
Figura 24: <i>Máquina Roladora</i> .....	40
Figura 25: <i>Fabricaciones de estructura del equipo</i> .....	41
Figura 26: <i>Apertura de orificio para carga</i> .....	41
Figura 27: <i>Preparación de conos</i> .....	42
Figura 28: <i>Motor eléctrico y matrimonio</i> .....	47
Figura 29: <i>Logo Siemens</i> .....	53
Figura 30: Programa en Escalera o Ladder .....	57
Figura 31: <i>Tiempo de Mezclado homogéneo</i> .....	64
Figura 32: <i>Panel Eléctrico</i> .....	84
Figura 33: <i>Contenedor de materia prima</i> .....	85
Figura 34: <i>Fórmulas Trifásicas</i> .....	90
Figura 35: <i>Ley de Ohm</i> .....	91
Figura 36: <i>Categoría de los contactores</i> .....	92
Figura 37: <i>Capacidad de los Contactores</i> .....	93
Figura 38: <i>Configuración de Logo</i> .....	94
Figura 39: <i>Partes del Logo Siemens</i> .....	95
Figura 40: <i>Compendiado HIMEL</i> .....	96
Figura 41: <i>Conexiones Eléctricas en Motores Trifásicos</i> .....	97
Figura 42: <i>Simbología Eléctrica</i> .....	98
Figura 43: <i>Simbología de Control y Mando</i> .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Alternativas del sistema de Mezclado .....	19
Tabla 2: Alternativas de Transmisión de Movimiento.....	20
Tabla 3: Alternativas del Controlador.....	21
Tabla 4: Pesos de los componentes del Mezclador en V .....	23
Tabla 5: Descripción de Pesos Eje-Recipiente .....	31
Tabla 6: Características Técnicas.....	47
Tabla 7: Características de los equipos .....	51
Tabla 8: Características del Equipo .....	54
Tabla 9: Funcionamiento .....	55
Tabla 10: Costo de materia prima.....	66
Tabla 11: Costos de Elementos y Accesorios.....	67
Tabla 12: Costo de Material Eléctrico/Electrónico.....	68
Tabla 13: Costo de Material de Control .....	68
Tabla 14: Costo de Mano de Obra Directa .....	69
Tabla 15: Costo de Mano Obra Indirecta .....	69
Tabla 16: Costo de Materiales Indirectos.....	70
Tabla 17: Costos Totales .....	70
Tabla 18: Conductores.....	87
Tabla 19: Conductores Permisibles en Tubo Conduit.....	89



## ABREVIATURAS

<i>UCSG</i>	Universidad Católica Santiago de Guayaquil
<i>INEN</i>	Instituto Ecuatoriano de Normalización
<i>IEEE</i>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<i>AC</i>	Alternating current
<i>DC</i>	Direct current
<i>NA</i>	Normalmente Abierto
<i>NC</i>	Normalmente Cerrado
<i>FEMM</i>	Finite Element Method Magnetics
<i>IEC</i>	International Electrotechnical Commission
<i>ASME</i>	American Society of Mechanical Engineers
<i>TIG</i>	Gas inerte de tungsten

## SIMBOLOGÍA

$e$	Fem
L	Inductancia
e	Espesor
$I$	Intensidad de corriente
$F_m$	Fuerza magnetomotriz
r	Brazo de torque
M	Masa
$\tau$	Torque
g	Gravedad
$\alpha$	Aceleración angular
Uds.	Unidades
Kg	Kilogramo
\$	Dólares americanos
m	Metro
A	Amperios
kpa	Kilo Pascales
$mA$	Miliamperios
N	Newton
T	Tesla
rad/s	Radianes por segundo
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
$\Sigma M \text{ } \text{Æ}$	Sumatoria de masas
$\Sigma F \text{ } \text{Æ}$	Sumatoria de fuerzas

# **CAPITULO I**

## **Introducción**

### **1. Justificación y Alcance**

En la actualidad existen muchas micro-empresas que aportan a la economía del país, de diferentes maneras, y una de ellas es la construcción de equipos y máquinas que sirven para la fabricación de algún producto o servicio como por ejemplo, en la industria farmacéutica que requiere de gran variedad de maquinaria para la elaboración de medicina de consumo humano, razón por la cual es muy útil tener una herramienta, máquina o equipo especial a la hora de fabricar fármacos como es el mezclador farmacéutico en V.

Este equipo es de gran importancia en los laboratorios; normalmente se deben pagar costos elevados al momento de comprar un mezclador, debido a su importación ya que en ocasiones se dificulta la obtención del equipo al nuevo emprendedor porque debe pensar en traer el equipo desde el exterior y pagar un alto costo para adquirirlo, porque no se fabrican en el país.

#### **1.1 Planteamiento del problema.**

La falta de un análisis en el diseño eléctrico y mecánico de un mezclador farmacéutico en "V" automático, para la fabricación de fármacos sólidos, y para considerar la opción de realizar la fabricación nacional, empleando los recursos y materiales disponibles en el Ecuador.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Analizar el diseño de un mezclador farmacéutico en V, automático para la fabricación de fármacos sólidos.

## **1.3 Objetivos Específicos**

1. Conocer los diferentes mecanismos que forman parte del mezclador para obtener las mejores alternativas para su construcción.
2. Estudiar el diseño del mezclador para acoplar los sistemas mecánicos, electrónicos y de control.
3. Detallar una tabla de costos referenciales para la fabricación del mezclador farmacéutico en “V” automático.

## **1.4 Hipótesis**

Al iniciar con el estudio del mezclador en “V” y analizar sus sistemas tanto eléctrico como mecánico. Se puede pensar en fabricar, estos mezcladores farmacéuticos en “V”, en el país, con el fin de evitar la importación de estos equipos desde el exterior y evitar la salida de divisas.

## **1.5 Tipo de Investigación**

Para el presente trabajo de titulación se realiza investigación: documental, descriptiva y analítica.

### **1.5.1 Investigación Documental**

Las etapas que comprenden el proceso de investigación documental son la elección del tema, la delimitación de los objetivos, localización de la información completa para la elaboración detallada y concreta del informe final del tema a investigar (Bernal, 2014, p. 71).

### **1.5.2 Investigación descriptiva**

Esta investigación es la presentación descriptiva de modelos, prototipos, muestras, conceptos etc. Que sirvan como concepto, fundamento y complemento del tema que se presenta (Bernal, 2014, p. 118).

### **1.5.3 Investigación analítica**

Este proceso cognoscitivo consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para poder estudiarlas de manera individual (Bernal, 2014, p. 51).

## **CAPITULO II**

### **Marco Teórico**

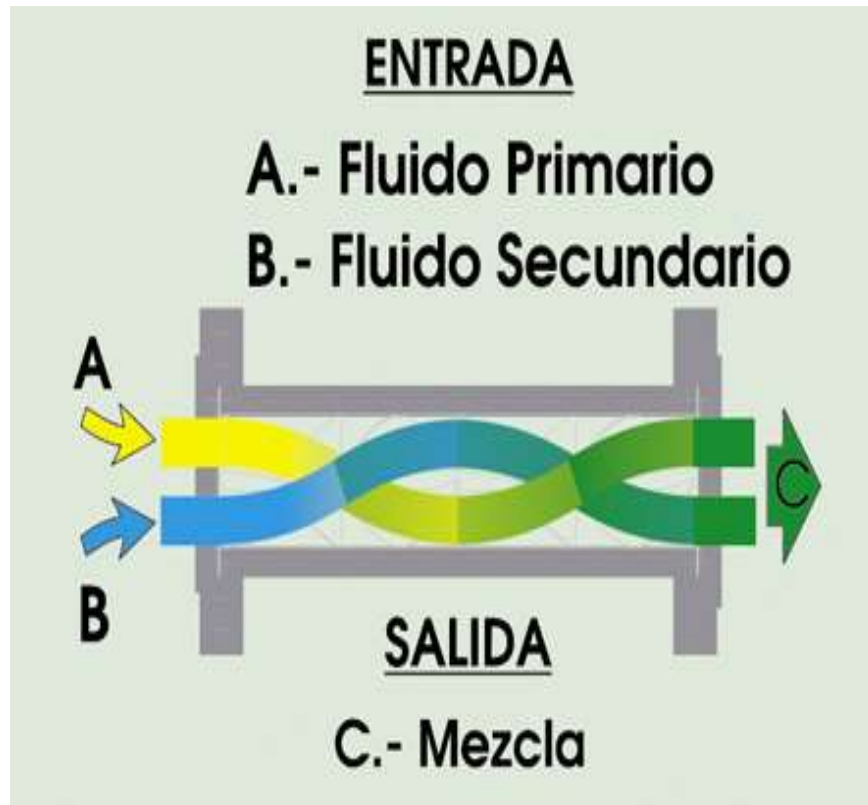
#### **2. Generalidades de los mezcladores en la industria Farmacéutica.**

Los mezcladores son equipos que se usan para realizar la mezcla de todo tipo de sustancias sean estas en presentaciones sólidas o líquidas; de tal forma, que permita que la mezcla se pueda realizar de forma homogénea y equitativa. Teniendo en cuenta, que en muchas ocasiones se usan algunas mezclas o conglomerados sólidos, en la fabricación de algunos productos de uso y consumo humano. Por esta razón, se justifica el uso de los mezcladores en las industrias farmacéuticas locales.

##### **2.1 Mezclador Estático**

Este tipo de mezclador es un equipo que se intercala directamente en la tubería, permitiendo mezclar dos o más fluidos, logrando como objetivo la mezcla uniforme desapareciendo así, las partículas que evitan una mezcla homogénea. Además, funciona gracias a la presencia de unos elementos internos fijos, dado por la propia circulación de fluido en su interior y estas mezclan las distintas capas de fluido. Teniendo en cuenta, que existen diversos tipos de elementos internos, según las necesidades de cada aplicación.

También, se pueden construir distintas variedades según la aplicación al momento de ser implementado en el proceso, por ejemplo: con entradas laterales, encamisadas, con elementos extraíbles para fácil limpieza, etc (Equirepsa, 2009, págs. 1-2).



**Figura 1:** *Mezclador Estático*  
Tomado de: <http://www.equirepsa.com>

## 2.2 Mezclador de Bandas

Su diseño consiste en la agitación de dos espirales opuestas; de tal manera, que los movimientos de ambas son complementarios y evitan, por un lado la acumulación de partículas en los extremos del mezclador y por otro la formación de zonas muertas sin agitación. Además, tienen buen rendimiento de cohesión de materiales sólidos y sustancias líquidas. (Leal, 2015, p. 1)



**Figura 2:** *Mezclador de Bandas*  
**Tomado de:** [www.lleal.com](http://www.lleal.com)

### **2.3 Mezclador Cónico**

Este equipo tiene un sistema de mezcla para sustancias o fórmulas en estado sólido-sólido y líquido-sólido de gran eficacia y productividad con un bajo consumo energético.

Consiste en un cuerpo mezclador en forma de cono invertido con un tornillo sin fin mezclador que gira sobre sí mismo y simultáneamente, de esta manera crea un movimiento de elevación del producto, que unido al desplazamiento de éste hacia el centro del mezclador, origina unas corrientes de transporte asegurando que todo el material ingrese al campo de acción del tornillo sin fin en el mínimo tiempo posible, de acuerdo a la necesidad de cada fabricante se le pueden adicionar mecanismos eléctricos para realizar inversión de giro. (Lleal, 2015, p. 2)





**Figura 3:** *Mezclador Cónico*  
Tomado de: [www.lleal.com](http://www.lleal.com)

## **2.4 Mezclador Bicónico**

El mezclador Bicónico es un equipo preciso para la homogenización con suavidad. Donde, mezcla sólidos-sólidos y sólidos-líquidos, en forma de polvo, al igual que el mezclador cónico.

Costa de una gran característica que al girar a una velocidad crítica, obtenemos una mezcla homogénea y equitativa. Este equipo no necesita de palas deflectoras ni otros dispositivos mecánicos. Además, es mayormente usado en aplicaciones que no son tan intensivas y en muchos casos, se les adapta variadores de frecuencia para poder obtener una velocidad fija que se la puede graduar de acuerdo a la necesidad del operario. (Leal, 2015, p. 1)



**Figura 4:** *Mezclador Bicónico*  
Tomado de: [www.lleal.com](http://www.lleal.com)

## **2.5 Mezclador en V**

El mezclador en “V” realiza un proceso de mezcla con suavidad y fluidez de sólido / sólido en cualquier porcentaje y sólido / líquido en forma de polvo o granulado y con distintos pesos específicos.

Por su construcción y presentación el mezclador en “V” crea en su interior unas corrientes axiales que separan y unen el material a mezclar y que, unido a la acción radial de la mezcla, da como resultado una mezcla rápida y homogénea sin utilizar palas deflactores u otros dispositivos mecánicos, pero a estos equipos también se les pueden adicionar elementos y accesorios para variar velocidad, aplicar temperatura y temporizadores electrónicos. (Lleal, 2015, p. 1)



**Figura 5:** Mezclador en "V"  
Tomado de: [www.lleal.com](http://www.lleal.com)

## **2.6 Mecanismos de Transmisión de Movimiento**

### **2.6.1 Directo (Eje-Caja)**

En la actualidad, este sistema ya no es tan común por varios motivos y uno de ellos es que la caja reductora está propensa a deteriorarse o sufrir daños considerables, solo por el hecho de generar fuerza que debe transmitir hacia el eje y otra de las razones es su complejidad para obtener una correcta relación entre el eje y el agujero de la caja.

Sin embargo, la implementación de este tipo de transmisiones se torna dificultosa cuando la carga debe girar en los dos sentidos, lo cual, puede poner en riesgo el sistema de transmisión debido al bloqueo a la inversión de rotación que ofrece el par sinfín-corona. Para salvar esta circunstancia, se desarrolló una alternativa de transmisión mecánica por discos rotantes que se acoplan por fricción, empleando el concepto de rueda libre.

En el presente caso el principal aporte reside en que, a diferencia de otras concepciones de rueda libre, el proceso de acople se puede efectuar en uno u otro sentido de rotación, ofreciendo así mayor

versatilidad al problema de cambio de sentido de rotación, al disminuir la complejidad que tiene una transmisión sinfín-corona para el mismo tipo de aplicación. (Carrizosa & Rivera, 2000, p. 27)



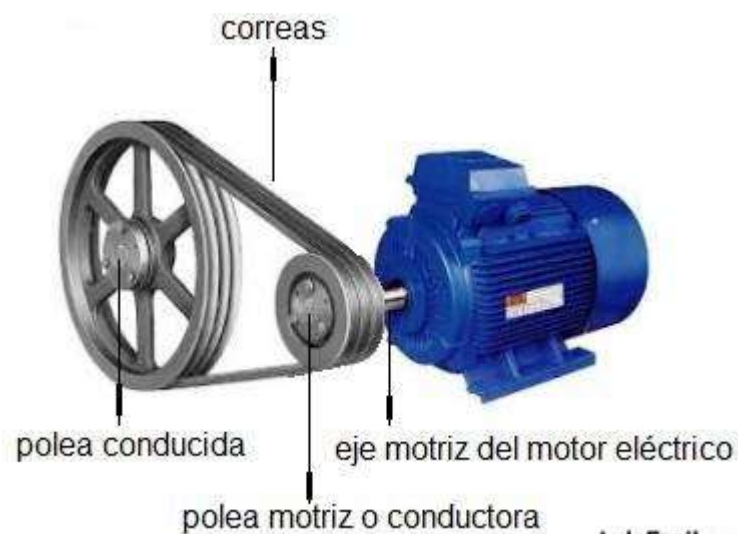
**Figura 6:** *Conexión Eje-Caja Reductora*  
Tomado de: <https://www.zuendo.com/>

## 2.6.2 Por Bandas

Principalmente, se trata de dos poleas acopladas con una banda que transmite fuerza y velocidad entre los mecanismos que se encuentran a una cierta distancia y el factor principal de transmisión de movimiento se da por el efecto de rozamiento que ejerce la correa o banda sobre la polea.

Las bandas son eslabones flexibles fabricados a base de cuerdas de rayón pre estirado adheridas a capas de hule resistente al calor hasta 60°C. Por lo general, las bandas trabajan con velocidades angulares que se localizan en el rango de 900 a 1500 m/min, pues, con velocidades mayores, la fuerza centrífuga es sumamente alta. En ocasiones se emplean varias bandas para transmitir fuerza, pero, si se usan más de las necesarias puede reducirse, la vida útil de las bandas.

Para su buen funcionamiento y duración óptima las bandas deben instalarse y mantenerse correctamente; se debe usar la cantidad de bandas adecuadas de acuerdo con el diseño para transmitir la fuerza; los diámetros de las poleas no deben ser menores de los indicados, y la transmisión debe estar bien diseñada. Las bandas deben estar bien alineadas, pues de no ser así, se tendrá un desgaste excesivo en ellas y en las poleas. (Carrizosa & Rivera, 2000, p. 186)



**Figura 7:** *Conexión por Banda*  
Tomado de: <https://www.emaze.com>

### 2.6.3 Por Cadena

En este caso, interactúan un conjunto de piñones junto a una cadena con la finalidad de transferir desplazamiento y fuerza a determinada distancia.

Los tipos de cadenas más usuales para este fin son las de rodillos simples, las de rodillos gemelos y las silenciosas, llamadas también cadenas de dientes invertidos. La transmisión con cadenas cumple con las siguientes funciones:

- Transferencia de potencia de un eje al otro.

- Cambio de la velocidad de rotación.
- Cambio del momento de la fuerza, par o torque.
- Sincronización de los movimientos de los ejes.

Normalmente, la transmisión con cadenas se emplea entre ejes paralelos que giran en el mismo sentido, y en los casos, que la distancia entre los ejes ocasiona que no sea práctico el uso de engranes. La transmisión a través de cadenas da una sincronización de los movimientos de los ejes igual a la que da la transmisión por engranes.

En la transmisión con cadena los ejes giran en el mismo sentido, a diferencia de una transmisión con engranes, en la cual, los ejes giran en sentidos opuestos. La transmisión con cadena consta de una rueda dentada conductora, una rueda dentada conducida, un eslabón tensor y la cadena en sí. (Carrizosa & Rivera, 2000, p. 188)



**Figura 8:** *Conexión por cadena*  
Tomado de: <http://equipo4cadenasandacasa.blogspot.com/>

## 2.7 Opciones de los Tipos de Controladores.

### 2.7.1 Por Contactores

El Contactor es uno de los elementos más básicos usado en los circuitos de control y mando. Los contactores en el principio tenían un modelo robusto y ocupaban muchos espacios en los gabinetes eléctricos donde venían instalados, pero no solo estos elementos tenían esas características sino también el resto de la gama de elementos de control y mando como relés, temporizadores etc. Todos estos elementos ocupaban gran espacio, no eran tan precisos y el mantenimiento era complejo por el excesivo cableado que estos elementos demandaban a la hora de su instalación.

A la hora de seleccionar el contactor se debe tener en cuenta el nivel de voltaje a trabajar, por la bobina del contactor. Dicha bobina, en la mayoría de modelos comerciales, se alimenta con tensión de red (230 V-60 HZ), a diferencia de los relés electromagnéticos, que suelen trabajar con corriente y tensiones superiores. (Duran, Martínez, & Gámiz, 2012, p. 59)



**Figura 9:** *Contactor*

**Tomado de:** <https://www.automation24.es/contactor-siemens-sirius-3rt2018-1ap01>

## 2.7.2 Por controladores lógicos

Estos equipos también son diseñados para reducir los costos en la implementación de circuitos, así como también el consumo de energía eléctrica en cualquier sistema en particular.

Un controlador lógico es aquel que realiza funciones lógicas, combinacionales y secuenciales, mediante la programación adecuada introducida a través de las teclas frontales que dispone el equipo o con la ayuda de un PC. (Álvarez Pulido, 2007, p. 1)



**Figura 10:** Controlador

Tomado de: <https://www.schneider-electric.com.ar/es>

## 2.7.3 Por autómatas programables

Los Plc, han sido creados para operar en condiciones extremas e industriales y con escaso margen de error, en los procesos que a estos se les asignan, existen un sin número de marcas, modelos; modulares y compactos etc. Ahorran de manera muy significativa a la hora de



realizar el cableado y el uso de elementos eléctricos en la implementación de algún circuito.

Un automatismo es un sistema que realiza una labor de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado. Los objetivos de un automatismo son mejorar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad de ejecución de las tareas, la calidad y la precisión, disminuyendo además, los riesgos que se podrían tener si las mismas fuesen manuales.(Daneri, 2009, p. 13)

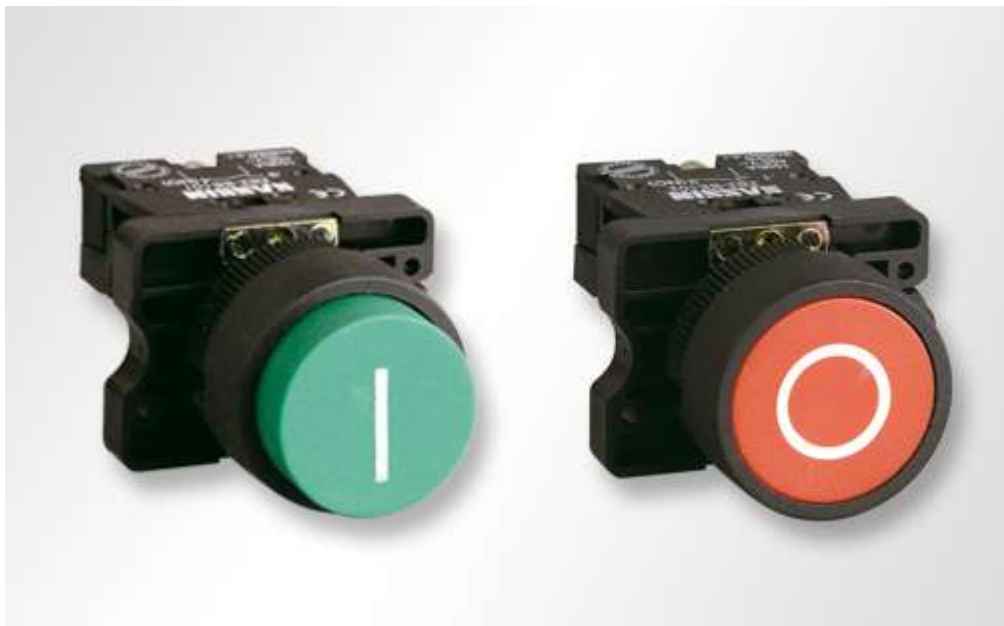


**Figura 11:** PLC

**Tomado de:** <https://ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/Large-Control-Systems>

## 2.7.4 Botoneras

Son dispositivos que se usan para realizar cierta función. Los pulsadores vienen en algunas presentaciones y colores, por lo general, el color rojo para pulsadores con contacto NC y color verde para pulsadores NO, y también en varios mm de diámetro para poder ser alojados en los gabinetes metálicos. (sassinelectric, 2019)



**Figura 12:** Pulsadores

Tomado de: <http://www.sassinelectric.com>

## 2.7.5 Indicadores Luminosos

Los indicadores luminosos o luces pilotos son indicadores de tipo óptico que proporcionan una señal luminosa relativa al funcionamiento de un sistema y vienen en diferentes presentaciones, modelos y diámetros. El más usado actualmente, es el indicador luminoso de 22 mm y con led incorporado y en una gama extensa de colores para cualquier tipo de aplicación. (sassinelectric, 2019)



**Figura 13:** *Indicadores Luminosos*  
**Tomado de:** (sassinelectric, 2019)

## 2.8 Opciones de los sistemas

A continuación, se presentan tres opciones para la elección de los sistemas que deben formar parte de un mezclador.

- Sistema de Mezcla
- Sistema para la selección del giro
- Controlador

Se debe tener en cuenta, que para cada una de las opciones de sistemas mencionadas el pro y los contras de cada uno de ellos para después elegir la mejor opción para la fabricación del mezclador en “V”; posteriormente, la mejor alternativa a la hora de realizar la mezcla de nuestro producto y tener una buena eficiencia del equipo.

## 2.8.1 Opciones del sistema de Mezclado

Tabla 1: Alternativas del sistema de Mezclado

SISTEMA DE MEZCLADO				
	Nombre	Característica	Ventajas	Inconvenientes
Alternativa A	Mezclador bicónico	Compuesto por dos conos truncados en sus extremos y un cilindro en el centro.	<p>Construcción de mediana complejidad.</p> <p>Flexible en carga y descarga por los dos conos</p> <p>Mediana vida útil de elementos giratorios por su baja velocidad</p>	<p>Capacidad máxima útil del 50% de su capacidad total</p> <p>Para movimiento requiere motor de gran potencia debido a su masa rotativa</p>
Alternativa B	Mezclador cilíndrico	Este sistema está conformado por un cilindro o tambor, con tapas en la parte superior e inferior.	<p>Fácil construcción</p> <p>Minima flexibilidad en carga y descarga en función al diseño se coloca compuerta</p> <p>Larga vida útil de elementos giratorios por su baja velocidad</p>	<p>Capacidad máxima útil del 60% de su capacidad total</p> <p>Para movimiento requiere motor de mediana potencia debido a su masa rotativa</p>
Alternativa C	Mezclador en "V"	Se compone por dos cilindros cortados y unidos a 90°.	<p>Fácil construcción</p> <p>Gran flexibilidad en carga y descarga tiene 2 entradas superiores y 1 salida inferior</p> <p>Larga vida útil de elementos giratorios por su baja velocidad</p>	<p>Capacidad máxima útil del 50% de su capacidad total</p> <p>Para movimiento requiere motor de mediana potencia debido a su masa rotativa</p>

## 2.8.2 Opción de Sistema de Movimiento

Tabla 2: Alternativas de Transmisión de Movimiento

SISTEMA DE TRANSMICIÓN DE MOVIMIENTO				
Nombre	Característica	Ventajas	Inconvenientes	
Alternativa A	Directo Eje - Caja	Ingreso directo del eje del mezclador en la caja reductora ortogonal del motor	No hay Ruido	Difícil montaje Para mantenimiento hay que desarmar todo el sistema Riesgo de concetricidad y alineamiento No pueden trabajar en ambientes corrosivos (caja reductora expuesta) Presentan deslizamientos (están limitadas en cuanto a los esfuerzos a transmitir) Necesitan cambio periódico de las correas Hay que tensar las correas periódicamente No pueden trabajar en ambientes corrosivos (las correas se degradan)
Alternativa B	Por Poleas	Por medio de una correa y una o más poleas se transmite fuerza y velocidad	Barato Bajo ruido Permiten conectar ejes con disposiciones geométricas variadas	Necesitan tensado y lubricación periódicos
Alternativa C	Por Cadena	Transmite fuerza radial por medio de piñones y cadena	No hay deslizamiento Larga vida y duración Pueden trabajar en ambientes corrosivos Coste intermedio entre correas y engranajes	Nivel moderado de ruido

### 2.8.3 Opciones del Controlador

Tabla 3: Alternativas del Controlador

SISTEMA DE CONTROL				
	Nombre	Característica	Ventajas	Inconvenientes
Alternativa A	Por contactores	Sistema deficiente basado en contactores electromecánicos	Flexibilidad en manejo de corrientes altas, medias y bajas Trabaja en condiciones ruidosas	Difícil mantenimiento por condiciones de cableado Susceptible a fallos de conexión Encontrar fallos en el sistema es demasiado complejo
Alternativa B	Por micro controlador	Buen control por programación de ordenes pero no está diseñado para aplicaciones industriales	Bajo costo Gran stock de repuestos en el mercado local	Requiere muchos complementos electrónicos para trabajar con potencia Susceptible a daños por descargas eléctricas Requiere computador para su programación
Alternativa C	Por PLC	Excelente control por programación, está diseñado para trabajar en ambientes industriales	Mínimo tiempo en implementación y modificación de control Se puede integrar el panel de operador con mayor nivel y facilidad Posee gran número de entradas/salidas que no se ven afectadas por la potencia	Elevado costo

## CAPÍTULO III

### 3. Parámetros de Diseño del Mezclador en V

#### 3.1 Diseño Detallado del Equipo

##### 3.1.1 Selección y Cálculo del Eje Principal

Es recomendable iniciar con el análisis de cargas al eje, las fuerzas se determinan por medio del valor de los pesos de cada componente. Se tiene los siguientes valores de masa de los elementos:

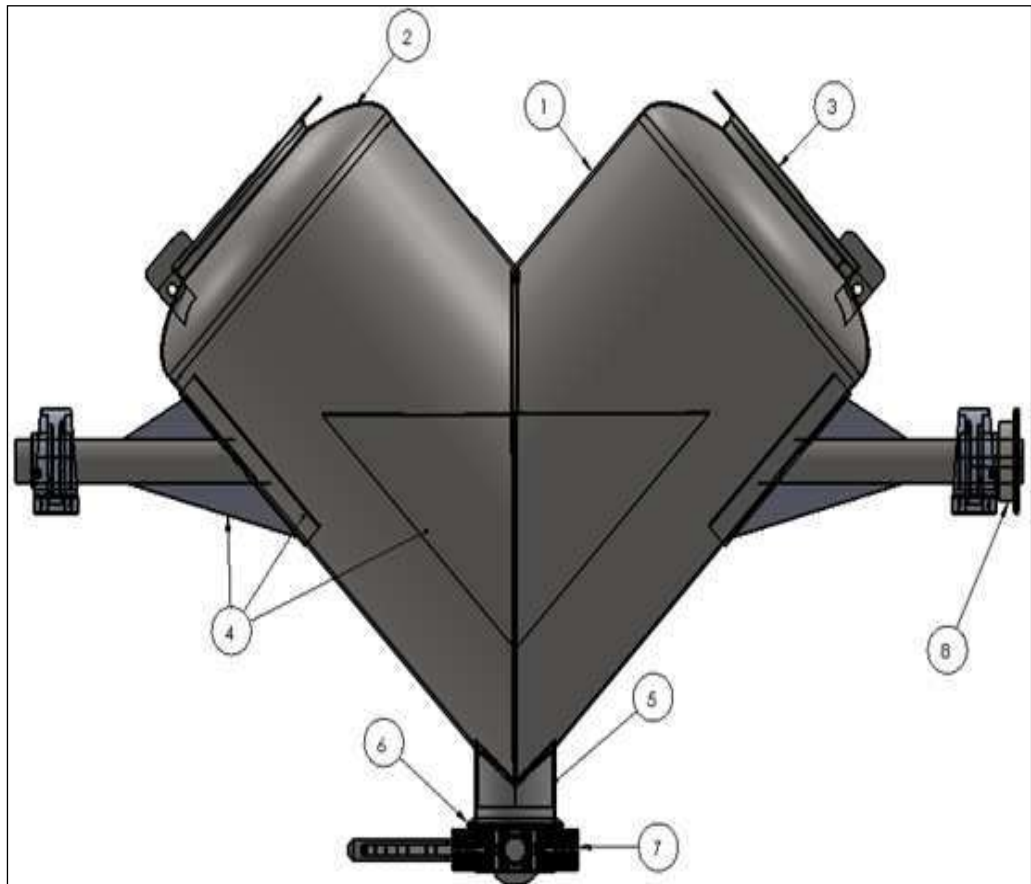


Figura 14: *Diseño del Mezclador en V*  
Tomado de: [www.lleal.com](http://www.lleal.com)

**Tabla 4: Pesos de los componentes del Mezclador en V**

<b>m</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PESO COMPLETO</b>
<b>1</b>	Masa total del recipiente	11,6 kg c/u * 2 = 23,3 kg
<b>2</b>	Masa fondo	1,85 kg c/u * 2 = 3,7 kg
<b>3</b>	Masa tapas	3,1 kg c/u * 2 = 6,2 kg
<b>4</b>	Masa refuerzos	3,95 kg
<b>5</b>	Masa cuerpo de descarga	0,15 kg
<b>6</b>	Masa ferrul	0.05 kg
<b>7</b>	Masa válvula tipo mariposa	5,15 kg
<b>8</b>	Total suma de masa (1+2....7)	42,5 kg
<b>9</b>	Masa piñón	0,9 kg
<b>10</b>	Masa total cuerpo sin eje	42,5 kg
<b>11</b>	Máximo carga de producto	50 kg
	<b>Total de peso sobre eje (9+10)</b>	92,5 kg ≡ <b><u>100</u></b>

Entonces:

$$\sum \text{Masa Total sobre eje [9+10+11]}$$

$$(12)$$

$$m_{12} = 92.5 \text{ Kg} \cong 100 \text{ Kg}$$



Por tanto,

### **Peso Total sobre Eje Cuerpo**

$$W = m_{12} \times g \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

$W$  = Peso Total sobre Eje Cuerpo [N]

$m_{12}$  = Masa Total sobre eje [Kg]

$g$  = Gravedad =  $9.8 \text{ m/s}^2$

Reemplazamos en **Ecuación 1**,

$$W = 100 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$W = 980 \text{ N}$$

### **Peso Total sobre Eje Piñón**

$$W_{\text{piñon}} = m_g \times g$$

**Ecuación 2**

Dónde:

$W$  = Peso total sobre eje piñón [N]

$m_g$  = Masa piñón [Kg]

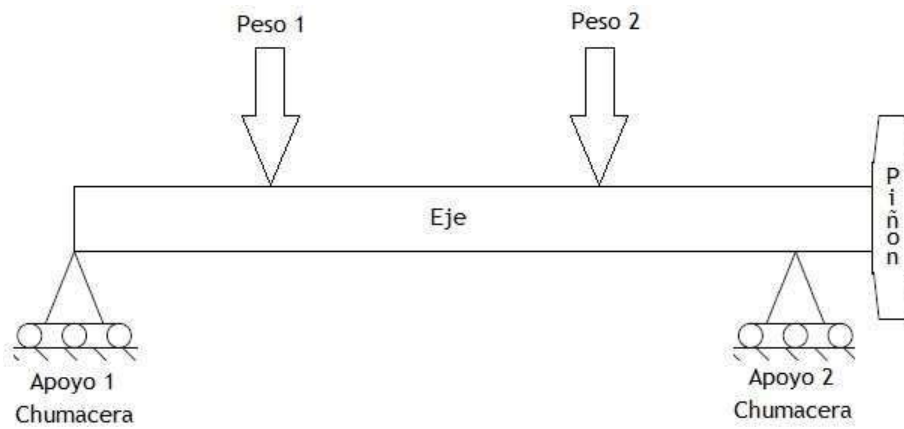
$g$  = Gravedad =  $9.8 \text{ m/s}^2$

Reemplazamos en **Ecuación: 2**

$$W_{\text{piñon}} = 0.9 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

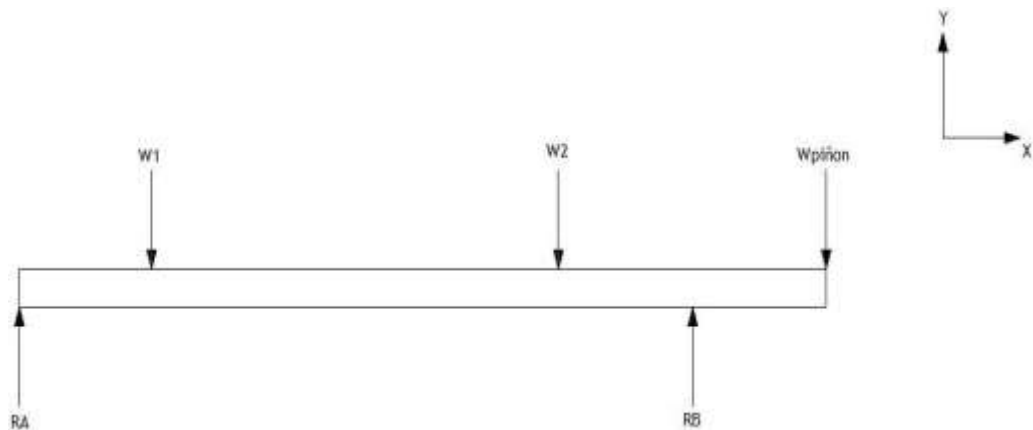
$$W_{\text{piñon}} = 8.82 \text{ N}$$

Luego, procedemos con el diagrama de cuerpo libre sobre Eje Principal



**Figura 15:** Diagrama de Cuerpo Libre: Componentes  
Tomado de: autor

### Torque



**Figura 16:** Diagrama de Cuerpo Libre: Fuerzas  
Tomado de: autor

Dónde:

$$W = W_1 = \text{Peso del Cuerpo 1}$$

$$W = W_2 = \text{Peso del Cuerpo 2}$$

Con sumatoria de fuerzas y momentos se encuentran las reacciones:

$$\Sigma M \text{Æ} = 0$$

$$W_{\text{piñón}} * d_1 - R_B * d_2 + W_{\text{cuerpo1}} * d_3 + W_{\text{cuerpo2}} * d_4 = 0$$

**Ecuación 3**

Dónde:

$W_{\text{piñón}}$  = peso del piñón

$d_1$  = distancia 1

$d_2$  = distancia 2

$d_3$  = distancia 3

$d_4$  = distancia 4

$R_b$  = reacción en b

$R_b$  = reacción en a

$W_{\text{cuerpo1}}$  = Peso del Cuerpo 1

$W_{\text{cuerpo2}}$  = Peso del Cuerpo 2

Reemplazamos en Ecuación 3,

$$R_b = \frac{8.82 \text{ N} * 1.18 \text{ m} + 490 \text{ N} * 0.917 \text{ m} + 490 * 0.223 \text{ m}}{1.14 \text{ m}}$$

$$R_b = \frac{490 \text{ N} ((0.917 \text{ m} + 0.223 \text{ m})) + 8.82 \text{ N} * 1.18 \text{ m}}{1.14 \text{ m}}$$

$$R_b = 499.12 \text{ N}$$

$$\Sigma F_{\text{Æ}} = 0$$

$$R_{\mathcal{E}} - W_{\text{piñón}} + W_{\text{cuerpo1}} + W_{\text{cuerpo2}} - R_B = 0 \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

$W_{\text{piñón}}$  = peso del piñón

$W_{\text{cuerpo1}}$  = peso del Cuerpo 1

$W_{\text{cuerpo2}}$  = peso del Cuerpo 2

$R_B$  = reacción en b

$R_{\mathcal{E}}$  = reacción cortante en eje

Reemplazamos en Ecuación 4,

$$R_{\mathcal{E}} = 499.12 \text{ N} - 8.82 \text{ N} - 980 \text{ N}$$

$$\mathbf{R_{\mathcal{E}} = 489 \text{ N}}$$

Se debe hallar en la gráfica el valor del torque máximo que en este caso es positivo, sin esto influir en nada ya que siempre se debe tomar el valor absoluto, a continuación se muestra mencionado valor que se considera también como momento máximo en los dos sistemas de medidas internacionales ya que ambos valores se usaran en cálculos posteriores.

Luego, procedemos a hallar en la gráfica el valor del torque máximo en valor absoluto mediante el programa libre en la web denominado SolidWork.

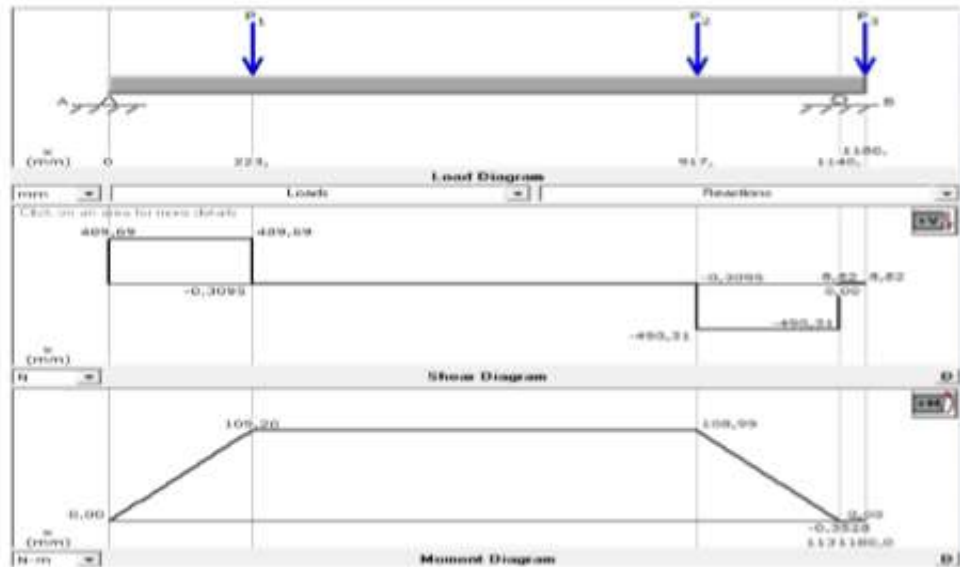


Figura 17: Diagrama de Fuerza Cortante  
Tomado de: autor

$$M_a = 109.2 \text{ N} \cdot \text{m} = 966.5 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

Potencia a transmitir

$$P_o = T \cdot w$$

Ecuación 5

Dónde:

$P_o$  = Potencia a transmitir (WATT)

$T$  = Torque máximo (N·m)

$w$  = Velocidad angular ( $rad/seg$ ) del motor

$$w = W \text{ salida} (2 \cdot \pi / 60)$$

Dónde:

$W$  salida = Velocidad de salida (rpm)

Velocidad del Motor = 1750 rpm

Relación de transmisión:  $i = 80$

$$1750 \text{ rpm} = W \text{ salida} / 80$$

$$W \text{ salida} = 21.88 \text{ rpm} \approx 22 \text{ rpm}$$

Reemplazamos en Ecuación 5,

$$w = W \text{ salida} (2\pi/60)$$

$$w = 22 \text{ rpm} (2\pi/60)$$

$$w = 2.30 \text{ rad/seg}$$

Entonces la potencia a transmitir es:

$$P = 109.2 \text{ Nm} (2.30 \text{ rad/s})$$

$$P = 251.5 \text{ WATT} = 0.33 \text{ HP}$$

$$P = 1/3 \text{ HP}$$

**Potencia del motor**

$$P_m = P_o / \eta \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

$P_m$  = Potencia del motor (HP)

$P$  = Potencia a transmitir (WATT)

$\eta$  = Eficiencia del motor

Teniendo en cuenta, que para evitar sobrecargas en el motor se debe considerar una eficiencia conservadora.

$$\eta = 0.90$$

Reemplazamos en **Ecuación 6**:

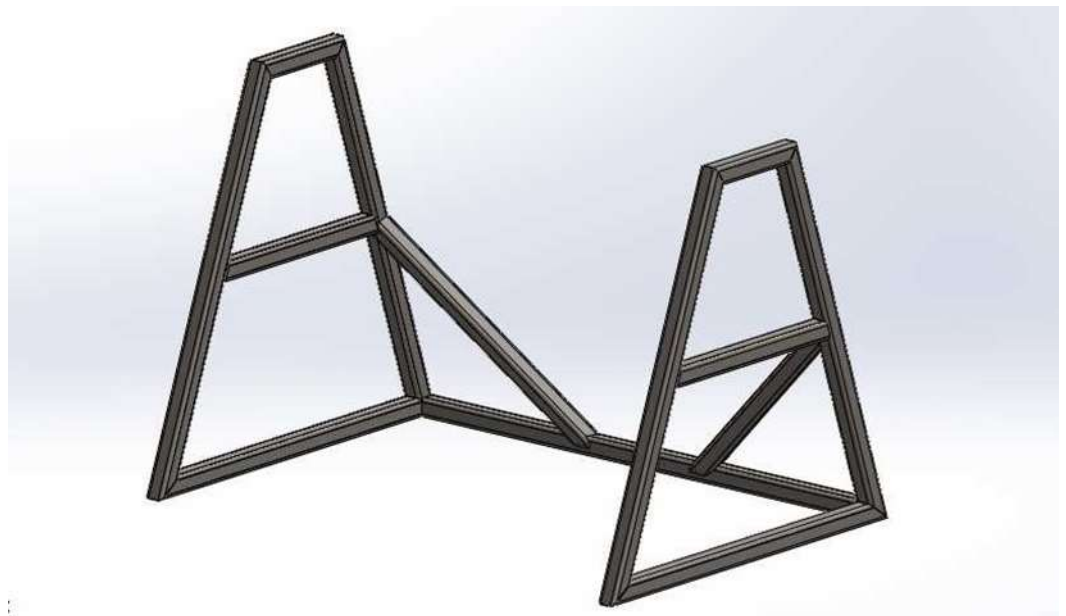
$$P_m = 0.33 / 0.9 \text{ HP}$$

$$P_m = 0.37 \text{ HP}$$

Seleccionamos un valor comercial próximo al valor calculado, así garantizamos un correcto funcionamiento en el diseño. Cuyo valor es el siguiente:

$$P_m \cong 0.5 \text{ HP}$$

### 3.2 Estudio del Diseño de la Estructura del Soporte



**Figura 18:** *Diseño de la Estructura del Soporte*  
Tomado de: autor

En la Figura 18: Diseño de la Estructura del Soporte, observamos el diseño de la estructura soporte donde realizaremos un análisis analítico de la barra que soportara todo el peso del mezclador. Para esto, definimos previamente los siguientes parámetros del diseño Eje-Recipiente, tales que se muestran a continuación:

Tabla 5: Descripción de Pesos Eje-Recipiente

<i>m</i>	Descripción de masas	Pesos
1	Cuerpo	42,5 kg
2	eje	15,8 kg
3	piñón	0,9 kg
4	Materia prima	50 kg
5	chumacera	5,3 kg
6	Total peso [ 1 + 2+...5]	114,5 kg $\cong$ 115 kg

Peso en cada viga = 115 Kg / 2 = **57. 5Kg**

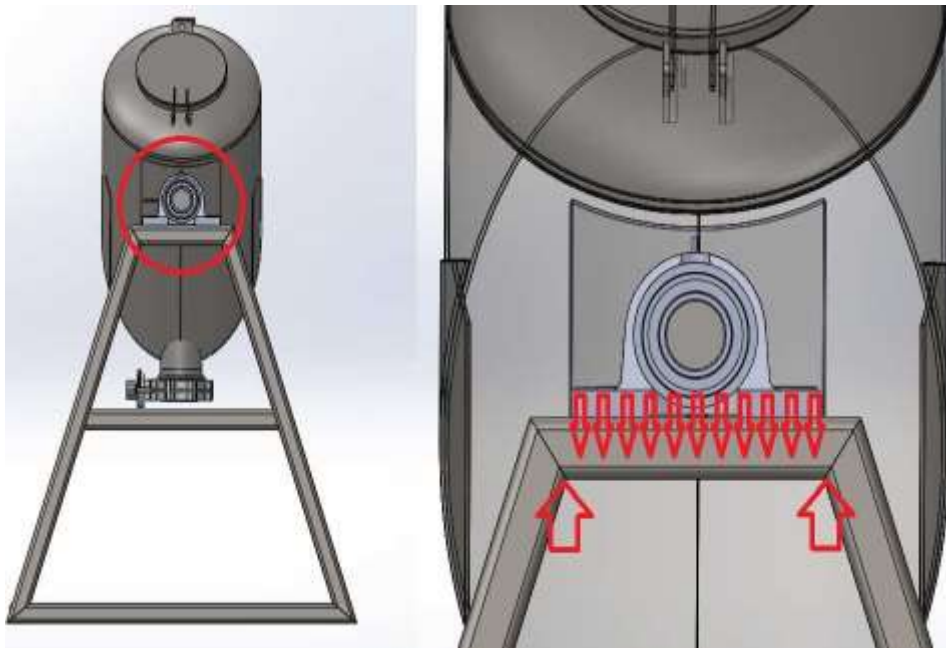
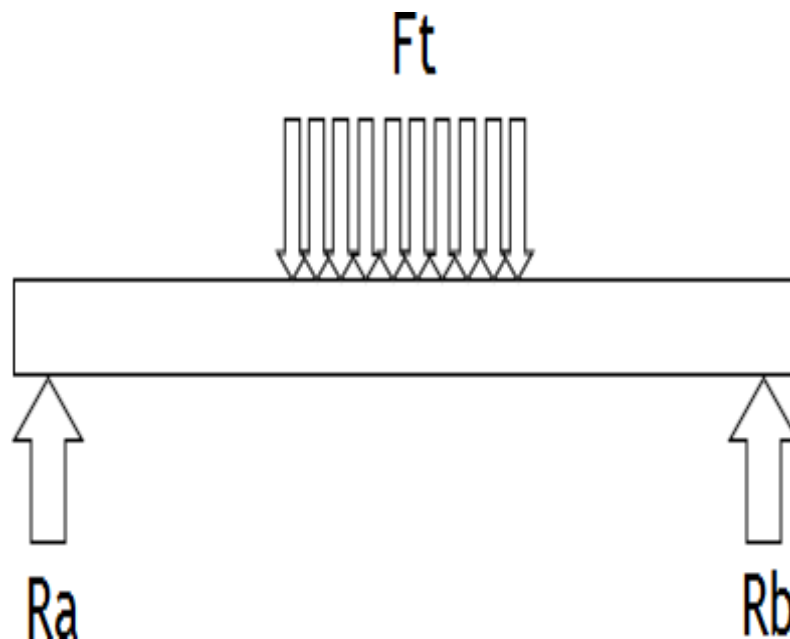


Figura 19: Diseño de la Estructura y Chumaceras  
Tomado de: autor

En la figura 19, Se muestra la carga distribuida que se encuentra sobre todo el tubo cuadrado. El tubo estructural tiene las dimensiones de 40x40x4 (mm) y la carga (563.5 N) es distribuida por debajo de la chumacera (190 mm de largo) en la superficie de la viga cuadrada; de tal manera que toda la carga total (2.96 N-mm) se transmite hacia los extremos soldados de la misma estructura en mención.



A continuación, lo representamos mediante el Diagrama de Fuerzas.



**Figura 20:** *Diagrama de fuerzas*  
Tomado de: autor

### 3.3 Estudio del Diseño Piñón - Cadena

El proceso de diseño de una transmisión de movimiento por cadena puede entregar como resultado múltiples opciones donde varía el paso de la misma, el número de hileras, las dimensiones del mecanismo y algunas variables propias del diseño. La decisión de escoger la opción más adecuada estará acompañada de criterios, como el factor de seguridad y las características dimensionales de los componentes del sistema.

Se hallará la potencia de diseño seleccionando el factor de servicio con un funcionamiento suave de la maquinaria y un motor ligeramente impulsivo, de igual manera por medio de tablas se halla el factor de múltiples hileras.

El diseño solo implica tener una hilera en la cadena, entonces se emplea:

$$P_d = \frac{P_m * K_c}{K_h} \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

$P_d$  = Potencia de diseño

$P_M$  = Potencia del motor

$K_c$  = Factor de servicio

$K_h$  = Factor de múltiples hileras

Reemplazando:

$$P_d = \frac{0,5 \text{ Hp} * 1}{1}$$

$$P_d = 0,5 \text{ Hp}$$

La lubricación de la cadena es esencial a fin de obtener una vida larga y sin problemas de este elemento. Se selecciona por la velocidad del piñón. Es recomendable utilizar lubricación Tipo A (manual o por goteo) misma que satisface la aplicación presentada en este trabajo. Se debe emplear un aceite mineral medio o ligero, sin aditivos. No se recomiendan aceites pesados ni grasas ya que su viscosidad es muy alta para ingresar en las holguras pequeñas que tiene la cadena.

Con los valores encontrados, se selecciona el número de dientes ideal para que el piñón transmita la potencia calculada, al igual que el paso de la cadena a ser usada.

El número de dientes del piñón es  $Z_1 = 25$ . En vista que la misma velocidad de giro de la caja reductora del motor hay transmitirla al

conjunto del recipiente del mezclador, la relación de transmisión es de 1:1, por lo tanto.

$$Z2 = 25.$$

Se procede con el cálculo de número de eslabones en la cadena:

$$\frac{L}{P} = \frac{2C}{p} + \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{(N_1 - N_2)^2}{4n2c/p} \quad \text{Ecuación 8}$$

Dónde:

(L/p) = Longitud por número de eslabones en la cadena

(C/p) = Factor de distancias entre centros

N1 = N2 = Dientes del piñón

La distancia entre centros (C/p) no es precisamente un factor limitado, a menos que ello sea una necesidad determinada por el diseño. Es importante tener en cuenta que una distancia demasiado corta causa un desgaste prematuro de la cadena y adicional a esto se reduce la cantidad de dientes enganchados, Las distancias muy altas tampoco son convenientes dado que se presentan problemas de flexión y la cadena se torna muy pesada.

Algunos fabricantes recomiendan que la distancia entre centros este entre 30 y 50 veces el paso, para este caso empezaremos con 35 como punto de partida para un diseño donde no se conoce la distancia entre centros. Siendo así reemplazamos:

$$(L/p) = 2(35) + \frac{25}{2}$$

$$(L/p) = 82.5 \text{ eslabones}$$

La distancia entre los centros está dada por:

$$C = \frac{P}{4} [-A + \sqrt{a^2 - 8(\frac{N1-N2}{2\pi})^2}] \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

$$A = \frac{N1 + N2}{2} - \frac{L}{P}$$

Entonces:

$$A = \frac{50}{2} - 82.5$$

$$A = - 57.5$$

Reemplazamos el valor obtenido:

$$C = \frac{P}{4} 57,5 + \sqrt{57,5^2 - 8 \left(\frac{25 - 25}{2\pi}\right)^2}$$

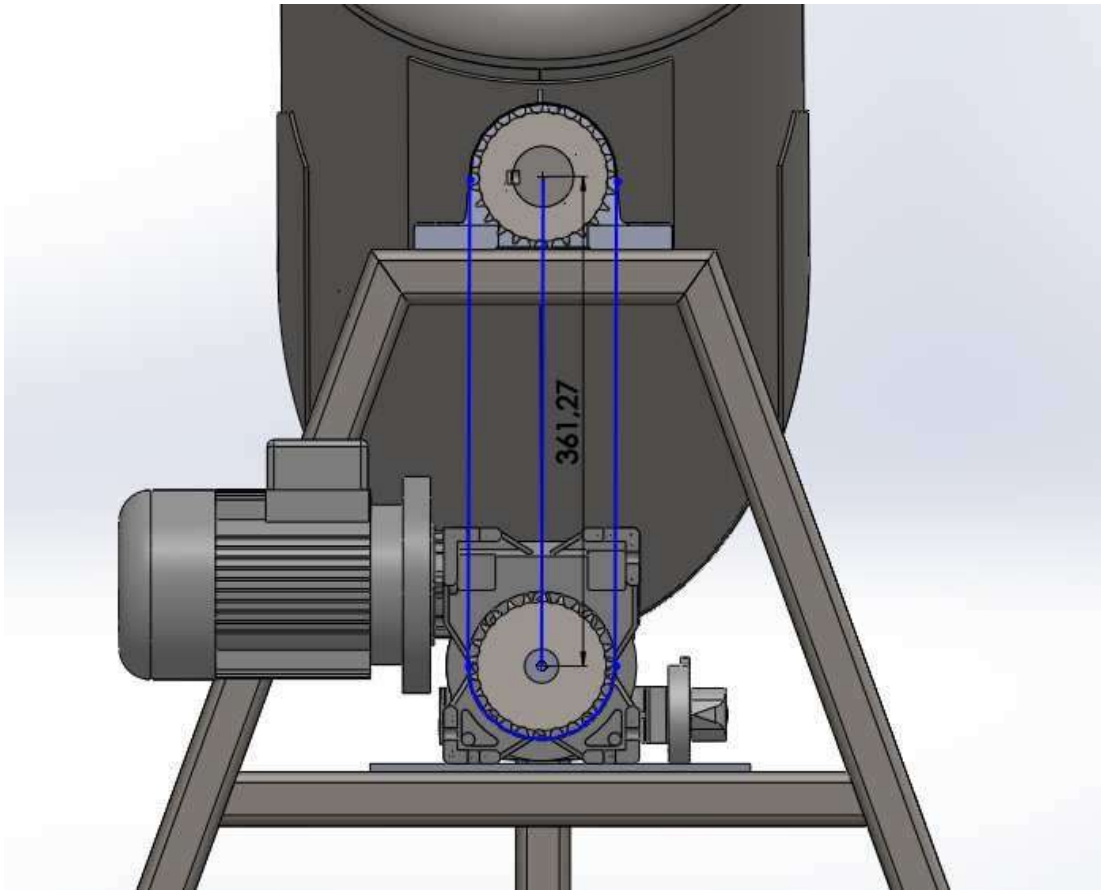
$$C = \frac{P}{4} * 115$$

$$C = 28.75p$$

Se utilizará una cadena No 40, p = 0.5 pulg. De este modo, obtenemos la distancia entre centros:

$$C = 28.75 (0.5)$$

$$\mathbf{C = 14.375 pulg.=365.12 mm}$$



**Figura 21:** *Piñón cadena*  
**Tomado de:** autor

## CAPITULO IV

### 4. Implementación del mezclador

#### 4.1 Parámetros importantes a considerar antes de proceder con la Ejecución de la Máquina.

En el caso de su Implementación es recomendable tener un espacio físico muy amplio, como el de un taller mecánico industrial, el cual disponga de máquinas, herramientas y equipos necesarios para la elaboración o fabricación de cada uno de los componentes que van a formar parte de nuestro mezclador en “V”.

Además, para la fabricación del Mezclador en “V”, no es necesario tener equipos de alta gama o tecnología para el ensamble y fabricación de los componentes; debido que básicamente necesitamos herramientas para procesos de cizallado, rolado, prensado, corte, torneado, fresado y soldadura TIG. (Gas inerte de tungsteno) Seguidamente, obtener los planos del mismo por el taller mecánico. Tener en cuenta que los elementos que se adquirieran en el mercado local sean de igual o mayor calidad a los calculados o seleccionados por los catálogos revisados antes de empezar con la ejecución de su fabricación.

#### 4.2 Detalle de herramienta, máquinas, materia prima y equipos para la construcción del mezclador

Dobladora	Fresadora
Cizalla	Soldadora eléctrica
Roladora	Soldadora con tanque de
Prensa Hidráulica	Argón
Punzonadora	Amoladora
Torno	Taladro vertical

Taladro de mano	Esmeril
La que se cierra a mano	Compresor

#### **4.2.2 Herramientas**

Sierra	Martillo
Útiles para torneear/fresar	Limas
Juego de Brocas	Sierra de copa
Discos de corte	Gratas
Discos de desbaste	

#### **4.2.3 Instrumentos de Medición**

Calibrador pie de rey	Nivel
Flexómetro	Escuadra
Compás	Graduador

#### **4.2.4 Materiales o Materia Prima**

Plancha de acero ASTM A240 tipo AISI 304 2440x1220 e=3 mm

Tubo cuadrado de acero ASTM A36 de 40mm; e=4mm; l=18000mm

Eje acero inoxidable AISI 304  $\varnothing = 1\ 3$  pulg; l=1180mm

Eje de acero ASTM A36  $\varnothing = 3$  pulg; l=450mm

Perfil en "L" ASTM A36 de 40mm; e=3mm; l=400 mm

Placa de acero ASTM A36, 200x200 mm; e=2mm

Plancha de latón 750x700 mm; e=1,5mm

Electrodo E6011

Electrodo de tungsteno WC20

Chumaceras

Piñones

Cadena

Pernos

Tuercas

Arandelas planas

Arandelas de presión

### **4.3 Inicio de fabricación del Equipo.**

A continuación se muestran algunas imágenes referentes a la construcción de los procesos descriptivos para la fabricación de la máquina.



**Figura 22:** *Taller Mecánico*  
**Tomado de:** Talleres Edgar Piguabe





**Figura 23:** *Máquina Dobladora*  
**Tomado de:** Talleres Edgar Piguabe



**Figura 24:** *Máquina Roladora*  
**Tomado de:** Talleres Edgar Piguabe



**Figura 25:** *Fabricaciones de estructura del equipo*  
**Tomado de:** Talleres Edgar Piguabe



**Figura 26:** *Apertura de orificio para carga*  
**Tomado de:** Talleres Edgar Piguabe



**Figura 27:** *Preparación de conos*  
**Tomada de:** Talleres Edgar Piguabe



**Figura 28:** *Soldadura de uno de los conos*  
**Tomado de:** Talleres Edgar Piguabe

## **4.4 Proceso de montaje**

Para proceder con el montaje del mezclador se debe tener muy en cuenta la previa fabricación de las piezas, partes, sistemas y mecanismos que formen parte de la máquina, herramienta o equipo; siempre teniendo presente las especificaciones establecidas ya propuestas en los planos para su ejecución.

### **4.4.1 Procedimiento para el montaje de las partes del mezclador.**

A continuación se detallaran los tipos de montajes que debe llevar el mezclador.

### **4.4.2 Montaje del recipiente del mezclador.**

La parte crítica e importante del recipiente es la soldadura así como también la de cada junta del equipo o cada cilindro del mismo que conforma el recipiente en conjunto con todos los fondos de la máquina.

Además tampoco se puede dejar de revisar las uniones soldadas para con el recipiente tanto dentro como fuera del mismo, teniendo muy presente que no se puede sobrecargar ningún punto de soldadura del equipo para que este pueda sufrir mayor saturación o fatiga a través del tiempo.

Actualmente, el proceso de soldadura comúnmente empleado en la reparación y el mantenimiento de moldes es el TIG (Gas Inerte de Tungsteno), el cual utiliza un soplete, un electrodo de tungsteno, metal de aporte y gas de protección. ¿Por qué el tungsteno? El tungsteno es un material metálico escaso, con un punto de fusión extremadamente alto (3.410°C).

Es un material ideal para tolerar el calor requerido para fundir el metal de aporte que une al acero en los moldes. El proceso de soldadura TIG es el método perfecto para materiales como el acero

inoxidable, aleaciones de titanio, aleaciones de aluminio y aceros aleados para altas temperaturas. Se usa con mayor frecuencia en reparaciones generales y algunas veces en el ensamble. Por ejemplo, el método de soldadura TIG, convencional sería utilizado para soldar o recubrir diversos herramientas. (Bales, Steven J, 2008, p. 22)

#### **4.4.3 Montaje estructural del mezclador**

Se debe armar los ensamblajes de los extremos del equipo, siempre siguiendo las directrices de las tolerancias geométricas, medidas exactas sin salirse de los parámetros establecidos en el diagrama de fabricación del equipo.

Así como también realizar los cortes de la plancha de acero inoxidable en las medidas y las aristas propuestas en la construcción del equipo para después efectuar las juntas con soldadura TIG, además hay que tener presente el espacio físico donde se va a alojar nuestro equipo, ya que el piso donde se lo pretenda colocar debe estar plano, liso y nivelado además se lo pueda fijar en el piso con puntos de anclaje para que nuestro equipo no se pueda mover cuando se encuentre en operación si es que el caso lo amerita, caso contrario se le deberá poner ruedas para que nuestro equipo se lo pueda trasladar a cualquier lugar.

También se debe de considerar el realizar perforaciones a las chumaceras en caso de que las chumaceras no tengan los orificios para colocar los graseros para mantener el equipo lubricado y disminuir la fatiga y esfuerzo en el eje principal del equipo.

#### **4.4.4 Instalación del soporte del motor**

Fundamentalmente se debe asegurar la correcta nivelación del motor, cadena y piñón, esta calibración debe ser totalmente exacta, perpendicular y totalmente recto, pues de esto dependerá el correcto funcionamiento y rendimiento del desempeño del mezclador, también

se debe revisar que el motor este fijo a la base asegurándose de que el motor tenga buen ajuste a su base con pernos, tuercas y anillos de presión, asegurando una buena y segura fijación.

#### **4.4.5 instalación del recipiente y estructura**

Después de ya haber terminado nuestro recipiente y estructura se debe proceder a colocar las chumaceras en los extremos del eje principal colocándolas de manera uniforme y equitativa para que ambas soporten el mismo peso por igual.

Después de haber realizado el paso anterior de debe asentar las chumaceras a la estructura de nuestro equipo, para luego ajustar los pernos y tuercas sin olvidar la colocación de las arandelas o anillos de presión y observar que el movimiento del recipiente sea suave y no se debe olvidar de engrasar las chumaceras para asegurar la durabilidad de los rodamientos y el rendimiento del equipo.

#### **4.4.6 Instalación del sistema de transmisión de movimiento**

Al momento de colocar los piñones del eje principal y del eje del motoreductor,

Se debe de asegurar que hagan juego la chaveta, así como también la chavetera que este bien asegurado entre el prisioneros con respecto a los pernos que se alojan en el interior del eje y también se debe considerar que los piñones deben de estar alineadas, paralelas entre si y a la misma distancia después de eso se debe asegurar el candado de la cadena y que esta no quede floja sino técnicamente ajustada para una buena transmisión de movimiento.

#### **4.4.7 Instalación de válvula mariposa**

En la parte de descarga en el agujero tendremos una férula de la misma forma que en la válvula mariposa y esta debe de ir sujeta en

la brida que se debe colocar en el agujero de descarga, lo que implica que se debe de sujetar la válvula tipo mariposa con pernos y arandelas de presión y darle el correcto ajuste.

#### **4.4.8 Instalación de panel eléctrico de control**

En los circuitos de fuerza y mando aparecen una serie de elementos ubicados en los cuadros o armarios eléctricos, que van insertados sobre perfiles o placas de montajes, mediante tornillos o con pestañas. Estos elementos son los restantes de toda instalación de automatismos distintos de sensores, actuadores, accionamientos y señalizadores; es decir, contactores, relés, temporizadores, transformadores y protecciones (Rodríguez, 2012, p. 210).

El panel eléctrico se tiene que colocar en la parte lateral o frontal del equipo ya sea cerca del motor o con un pedestal resistente que pueda soportar el panel eléctrico para así poder asegurar el suministro trifásico de 220 Vol. A nuestro equipo, y se recomienda instalar el tablero cerca de motoreductor a una distancia prudente que sea de 50 cm.

### **4.5 Selección de componentes**

#### **4.5.1 Motor eléctrico**

Las características del motor han sido seleccionadas en base a los cálculos mecánicos obtenidos que se resumen a continuación:

$$P_n = 0.5 \text{ HP} \quad m = 22 \text{ rpm} \quad V = 220 \text{ V (trifásico)}$$

Para este sistema de transmisión de potencia que se implementara en el mezclador en "V" se ha seleccionado un motor-reductor de eje hueco, esta cualidad es de muy eficaz adaptación y alineamiento para el eje, pues el mismo es conducido por completo a la caja reductora de velocidad del motor eléctrico; y también se debe considerar la suma de los demás componentes como los pernos con arandelas y chavetas

que están alojados en el interior del eje, para de esa manera asegurar una correcta transmisión al recipiente de mezcla.



**Figura 28:** Motor eléctrico y matrimonio  
 Tomado de: <https://gearbox1965.en.made-in-china.com>

Características eléctricas y mecánicas de un motor-reductor según las especificaciones de capacidad del motor atrás mencionadas.

**Tabla 6: Características Técnicas**

<b>Conexión</b>	<b>Delta / Estrella</b>
<b>Tipo</b>	Tornillo sin fin
<b>Potencia</b>	0,37 kW / 4 Polos
<b>Torque</b>	160 Nm
<b>Intensidad</b>	2,1 / 1,1 A
<b>Voltaje</b>	208 - 230 / 440 – 460 V
<b>Frecuencia</b>	60 Hz
<b>Marca de caja</b>	Varvel
<b>Tipo de caja</b>	Ortogonal
<b>Tamaño de caja</b>	BOX 050
<b>Aislamiento</b>	Clase F
<b>Protección</b>	IP55 (contra polvo / chorros agua)
<b>Factor de servicio</b>	2 (Soporta hasta 38 Nm, con hasta 24 horas de servicio.  Trabajo continuo sobrecarga fuerte y promedio de 80 arranques/Hora.



## 4.5.2 Breaker y Protecciones

Este elemento es muy utilizado tanto por su sencillez y bajo costo a la hora de proteger los circuitos eléctricos especialmente en los sistemas de baja tensión. La misión principal de los Breaker es proteger a la carga eléctrica cualquiera que esta sea contra corto circuito y contra las sobrecarga de corriente. Y unos de los detalles importantes para elegir un breaker es conocer la intensidad nominal de la carga para elegir correctamente la amperacidad del Breaker y su poder de corte contra corto circuitos; fundamentalmente esa son las características más importante que se debe considerar al seleccionar un. Breaker.(Rodríguez, 2012, p. 219)

Para un motor trifásico de 0,5 HP, a 220 VOL, con una corriente de placa de 2,1 AMP. Procederemos a realizar el cálculo para hallar nuestros elementos de protecciones entonces:

$$I_n = 2,18 \text{ amp.}$$

Para proceder a hallar el valor del breaker debemos multiplicar el valor de la corriente nominal de nuestro motor por una constante dada de 1.5, lo que nos permitirá poder obtener el cálculo exacto de nuestro Breaker pero, si al aplicar la multiplicación obtenemos un valor que no forma parte del valor de un breaker debemos aplicar un inmediato superior, para la correcta selección, sabiendo que la corriente nominal del motor se eleva 4 o hasta cinco veces en el momento del arranque, por lo cual se debe seleccionar correctamente el breaker para la aplicación que se pretenda llevar a cabo.

Entonces;

$$I_n = 2,18 * 1,5 = 3,27 \text{ amp.}$$

Pero sabemos que en el mercado no existe un breaker de este valor, y es allí donde aplicamos el inmediato superior para seleccionar nuestro breaker de acuerdo a nuestra aplicación que sería un breaker de 6 Amp.

### **4.5.3 Disyuntor Magneto Térmico**

Se lo denomina también como un dispositivo o elemento de protección que tiene un rol importante como parte integral del motor eléctrico para protegerlos contra sobrecalentamientos dañinos al motor causados por sobrecargas que por lo general se presentan en el arranque del motor, los disyuntores son muy necesarios para proteger o salvaguardar la vida útil del motor y todo el sistema que este conlleva y lo hace contra sobre corriente y también contra corto circuito.

Además, un disyuntor o interruptor automático es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula, excede de un determinado valor o se produce un cortocircuito. El disyuntor, a diferencia de los fusibles, puede ser reutilizado “rearmado o reseteado”, evidentemente, cuando se solucione la falla que ha producido el disparo del mismo.

El proceso de rearme consiste en colocar la palanca en posición totalmente OFF “totalmente rojo” y luego, tras solucionar el problema, subirla hasta enclavarse en la posición ON “totalmente verde”. (Rodríguez & E-libro, 2012, pp. 222-223)

### **4.5.4 Contactor y Relé térmico**

El contactor es un elemento electromecánico que consta de contactos fijos y contactos móviles y en su gran mayoría estos elementos tienen contactos de fuerza y contactos de control, su función principal es la de interrumpir el paso de la energía eléctrica hacia la carga (motor eléctrico) y esta interrupción se lleva a cabo por medio de un electroimán que posee.

Además los contactores se clasifican según: Su alimentación. Podemos diferenciar dos tipos: de corriente alterna y de corriente continua. Aunque también por su tensión a 400 v, 230 v, 48 v, 24 v y 12 v. Su utilización. Pueden ser contactos principales, como es el caso

de los contactos de fuerza y contactos auxiliares que son los contactos de mando. Su número de polos. Podemos dividirlos en monopolares, bipolares, tripolares y tetrapolares. En cuanto a las partes de un contactor, hablaremos de la bobina, contactos principales y contactos auxiliares. La bobina es un arrollamiento de hilo de cobre barnizado, para que quede aislado entre vuelta y vuelta del arrollamiento. A través de esta bobina se hace pasar una corriente entre sus extremos, ocasionándole un campo magnético que es magnificado por un entrehierro granulado para convertirse en un fuerte imán, el cual atrae a una parte metálica móvil y provista de un muelle, donde se encuentra una parte de los contactos que cierran o abren debido a esta fuerza de atracción. (Rodríguez & E-libro, 2012, p. 211)

A diferencia el relé térmico es un elemento de protección, su finalidad es desconectar la carga de la alimentación cuando la intensidad aumenta de la nominal. Está formado por contactos principales, contactos auxiliares, ajuste de intensidad, parada, puesta en manual o automático y botón de reset.

Sus contactos principales llevan la misma numeración que la de los contactores 1-3-5 y 2-4-6, con la diferencia de encontrarse cerrados siempre que no haya sobre intensidades. Cada contacto internamente tiene un bimetálico que si se calienta por sobre intensidad se deforma y libera un trinquete que permite la separación entre 1-2, 3-4, 5-6. Al mismo tiempo, dispone de dos contactos auxiliares uno NO 97-98 y otro NC 95-96. Estos contactos se utilizan para desconectar, en caso de saltar el relé, todo el circuito de mando por la apertura de 95-96 y para conectar una señalización de este suceso con el contacto NO 97-98. (Rodríguez, 2012, pp. 213-214)

#### **4.5.5 Alimentación e Implementación del Circuito Eléctrico**

Nuestro mezclador farmacéutico en “V” contara con una alimentación trifásica de 220 VOL, por el uso de nuestro motor trifásico

y elementos de control y señalización que estarán alojados dentro de nuestro panel eléctrico como se muestra en la figura a continuación.

**Tabla 7: Características de los equipos**

<b>Alimentación eléctrica</b>					
		<b>Tipo</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>(A)</b>
<b>Motor Lafert 0,5 HP</b>	1	AC	210	320	16,8
<b>Fuente Siemens</b>	1	AC/DC	110	230	0,8
<b>PLC Siemens Logo</b>	1	DC	12	24	2
<b>Sensor</b>	1	DC	6	36	0,003
<b>Disyuntor</b>	1	AC	220	320	30
<b>Contactora</b>	1	AC	220	320	30
<b>Relé térmico</b>	1	AC	220	320	30
<b>Selector, Pulsador, Paro Emergencia</b>	1	AC	220	320	10
<b>Indicadores</b>	3	AC	220	320	10

#### **4.5.6 Montaje de tablero**

Los tableros o gabinetes metálicos nos dan un IP55 como mínimo, tienen bordes con goma, puerta con bisagras, refuerzos verticales y son de chapa de acero. Van equipados con placas perforadas o sin perforar, separadores e incluso con troqueles. Son los más usados en instalaciones de automatismos de medio y gran tamaño, sus dimensiones son grandes, alrededor de 2 metros de altura y de doble puerta de 0,8 metros de ancho de puerta. (Rodríguez, 2012, p. 230)

Dentro del tablero se pueden ubicar los elementos de control como nosotros estimemos pertinente, manteniendo un espacio adecuado entre un elemento y otro para que así cada elemento pueda operar de manera sencilla y dar comodidad al técnico eléctrico para que pueda manipular los elementos en caso de alguna intervención técnica.

Y para facilidad de operación los elementos de mando deben de ir alojado en la parte externa o puerta del tablero, pues será desde allí desde donde el operador comandara el equipo y también se podrá evidenciar a través de las luces piloto que también estará en la puerta

del tablero indicando el estado en el que se encuentra nuestro equipo (prendido, apagado, energizado, alarmado, etc.)

#### **4.5.7 Normas de Gabinetes / Tableros Eléctricos**

##### **4.5.7.1 Grado De Protección de un Equipo**

Es el mayor o menor poder de protección que posee un equipo contra penetración de agentes ambientales sólidos y líquidos (Código IP) y contra los impactos mecánicos externos (Código IK), siempre que puedan afectar a la seguridad de los usuarios o al funcionamiento y longevidad del equipo. Las Normas Técnicas (UNE - EN) existentes definen el grado de protección según la penetración o el impacto.

Protección contra la penetración de objetos sólidos extraños o partes del cuerpo humano o en contacto con él. Protección contra la penetración de agua. Protección contra los impactos mecánicos.(Rodríguez, 2012, pp. 224-225)

#### **4.6 Controlador Lógico Programable (Logo Siemens)**

El controlador lógico programable es un elemento electrónico que permite de manera automatizada gobernar un circuito eléctrico, y básicamente funciona de la siguiente manera: al momento de parametrizar se le debe asignar a los datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el logo va a dar unos datos de salida.

Esto en el mundo real se traduce en unos pulsadores, sensores etc. (datos de entrada), un procesamiento en el logo y una activación se denomina salidas de relé (datos de salida) (Perdigones, 2011).

La elección y selección de este modelo de mini PLC, Logo se realiza por la aplicación sencilla en cuanto al mezclador, y porque el proceso es simple, es por esa razón que se escoge este modelo básico y eficiente mini Plc, LOGO.

## 4.6.1 Programación De Logo

Un programa del Logo siemens no es más que un circuito eléctrico presentado de forma diferente con la ayuda de un software de programación para el Logo, en el programa se nos permite diseñar, crear, cambiar y simular variables que se hayan preestablecidos o aplicados en nuestro Logo, además el software Logo!Soft confort contiene muchas herramientas de ayuda que vienen en el paquete del software y están presentadas en pantalla completa. (Siemens,Ag, 2003)



Figura 29: Logo Siemens  
Tomado de: (Siemens,Ag, 2003)

Tipo	Dirección	Localización	Observación
Entrada	F3	Pantalla TD	Tiempo para generar

<b>Información componente</b>	Salida	B025		impulsos Visualizador texto en HMI
		X6	PLC Logo	Conector abierto
<b>Información fecha y hora</b>	Entrada	F4		Tiempo para generar
			Pantalla TD	impulsos
	Salida	B027		Visualizador texto en HMI
		X7	PLC Logo	Conector abierto
<b>Inicio</b>	Entrada	High		Alto al energizar PLC
	Timer	B011		Tiempo de carátula de presentación
		B012	PLC Logo	Tiempo para pasar
	Memoria	B013		Memoria del tiempo carátula
		B014		Memoria del tiempo para paso pantalla setup
	Salida	B006		Visualizador texto en HMI
		X6	Pantalla TD	Conector abierto
		B007		Visualizador texto en HMI
<b>Setup mezclador</b>		X7		Conector abierto
	Entrada	F1		Ingreso de tiempo
		F2	Pantalla TD	mezclado
	Timer	B005		Ingreso de tiempo mezclado
				Tiempo para generar impulsos
	Memoria	B002	PLC Logo	Generador de impulsos
	Contador	B001		Aumenta/disminuye
Salida	X1		según pulsos recibidos Conector abierto	

**Tabla 8: Características del Equipo**

**Tabla 9: Funcionamiento**

<b>Funcionamiento</b>	I1		Pulsador NC con enclavamiento Pulsador NO
	I2		Pulso enviado por sensor inductivo Pulsador NA con enclavamiento y des enclavamiento Memoria fin mezcla
	B016		Memoria paro emergencia
	B019		Memoria auxiliar paro emergencia
			Memoria auxiliar inicio mezcla
	B015		Tiempo de mezcla ingresado previamente
	X4	Pantalla	Visualizador texto enHMI
	B018		Conector abierto
	X5		Visualizador texto enHMI
			Conector abierto
	Q2		Activación del motor /
	Q3		Contactador

#### 4.6.2 Condiciones de Operación del Equipo

Cuando se activa el selector de encendido se prende un luz piloto indicadora y en la pantalla HMI, se muestra un mensaje de bienvenida, y simultáneamente se mostrara un mensaje en el cual se deberá setup el tiempo que se desee mezclar utilizando las opciones de f1 y f2 que aparecen en la pantalla del logo TD.

Después de haber colocado o sesteado los tiempos de operación en cuanto al mezclado, se debe pulsar el botón de marcha para iniciar el proceso de mezclado, cuyo pulsador por lo general es de color verde, luego de la pulsación se podrá observar como el motor empieza a trabajar y debe activar una luz piloto naranja cuando este termine el proceso de mezclado y al observar esta luz naranja en modo encendido nos dará a entender que ya termino el tiempo de mezclado,



pero si en cualquier parte del proceso el operador o alguien ajeno al proceso activa el pulsador de stop de emergencia el proceso de mezcla debe interrumpirse automáticamente sin importar en la posición en que el equipo quede cuando la maquina se detiene por haber pulsado el botón de paro de emergencia y se debe de encender inmediatamente una luz piloto indicadora color rojo, una vez que haya terminado o pasado el peligro se deberá desenclavar el botón de stop de emergencia y se debe de apagar la luz piloto roja para que se pueda cuando se requiera el habilitar el equipo para que este encienda nuevamente teniendo presente los tiempos que se requiera de mezclar y habiendo pulsado el botón de marcha de color verde, después de que el equipo termina su proceso de debe proceder con la descarga del producto.

#### **4.6.3 Programa en el Logo Siemens**

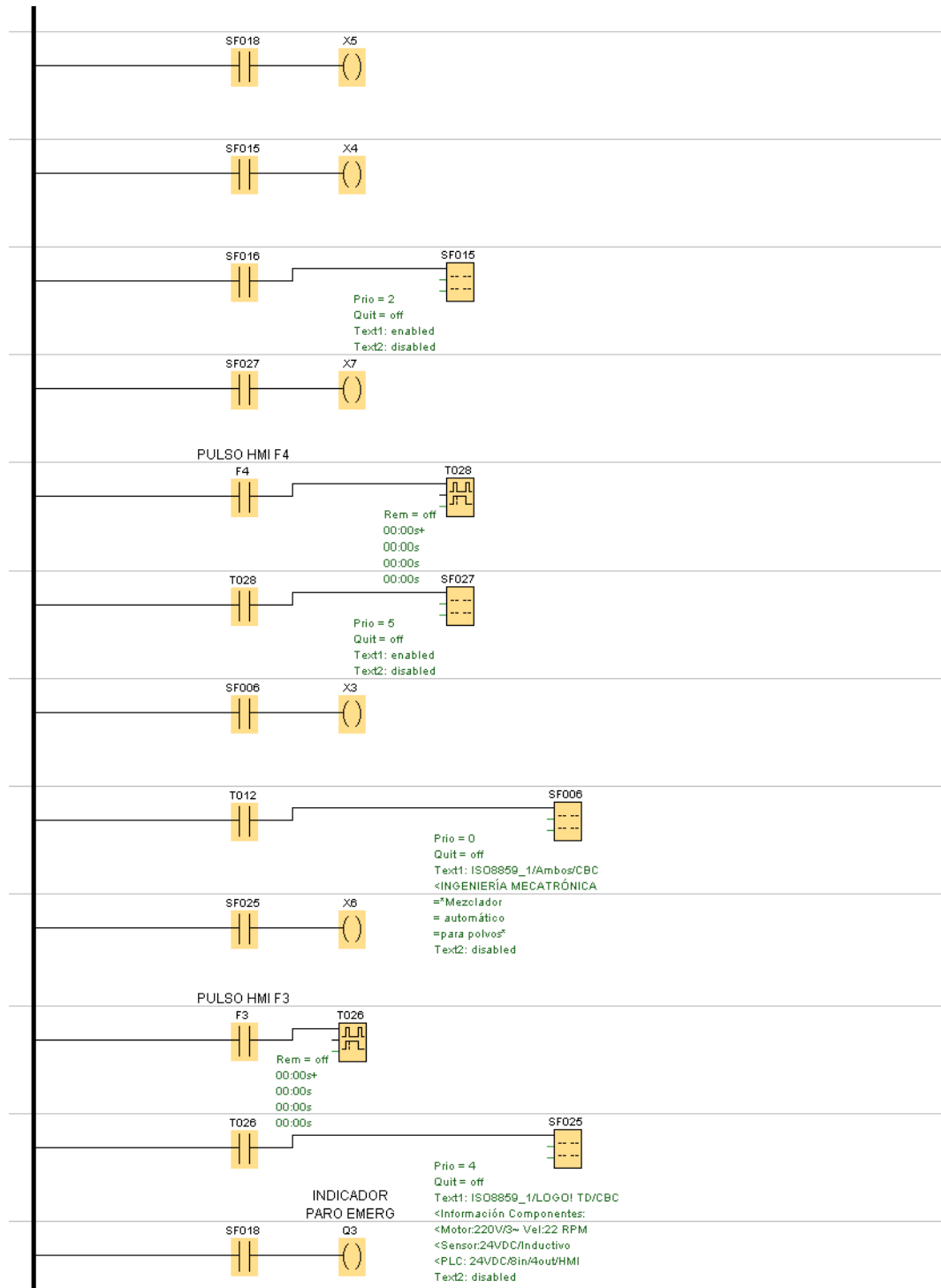
Es importante mencionar que existes dos tipos de lenguaje de programación en Logo siemens; FUP y el KOP.

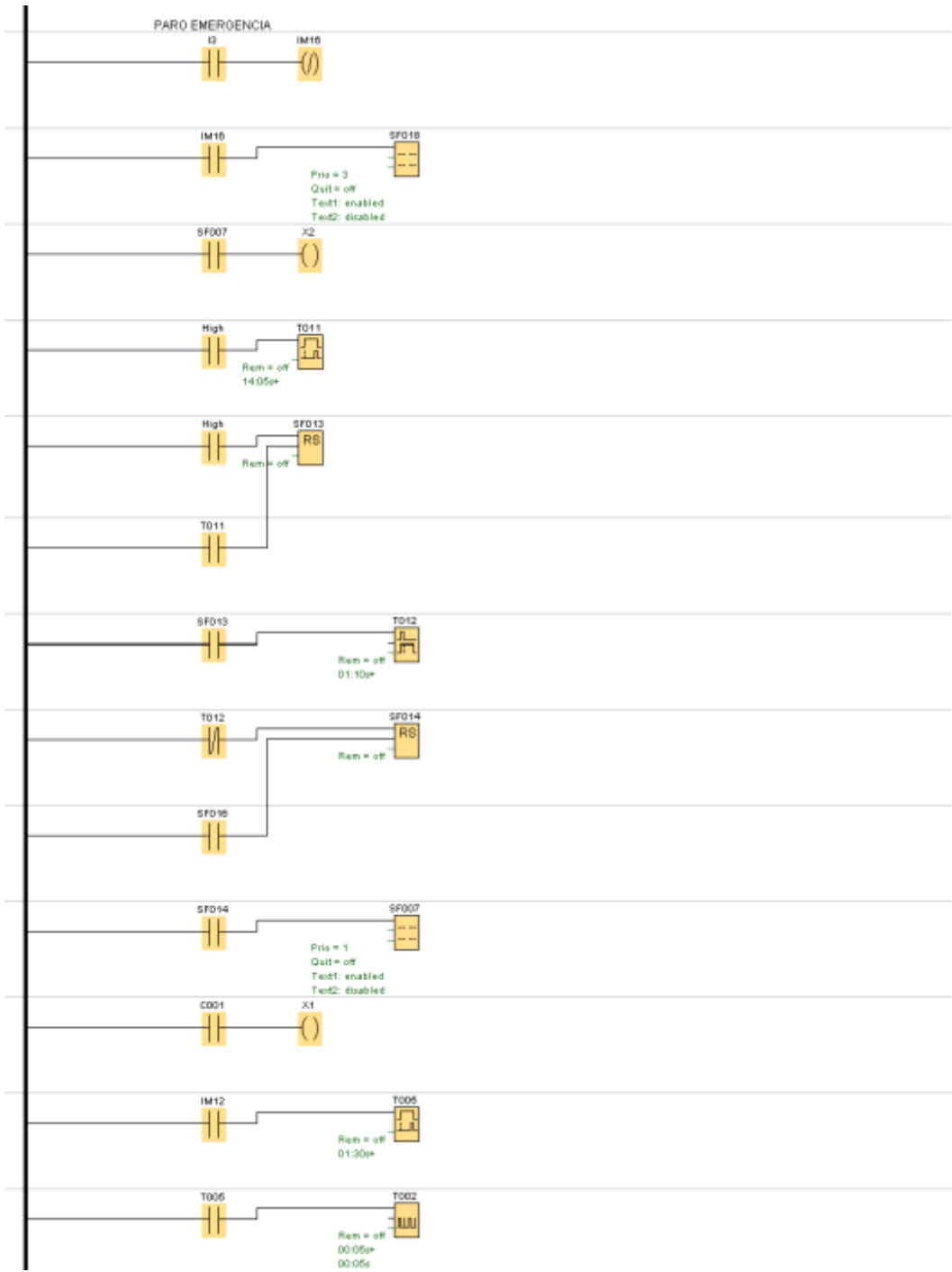
El FUP; se trata de una escritura o programación basada principalmente en bloques de estilos de compuertas “OR”, “AND”, etc. Y también se la conoce como escritura o programación en escalera o LADDER.

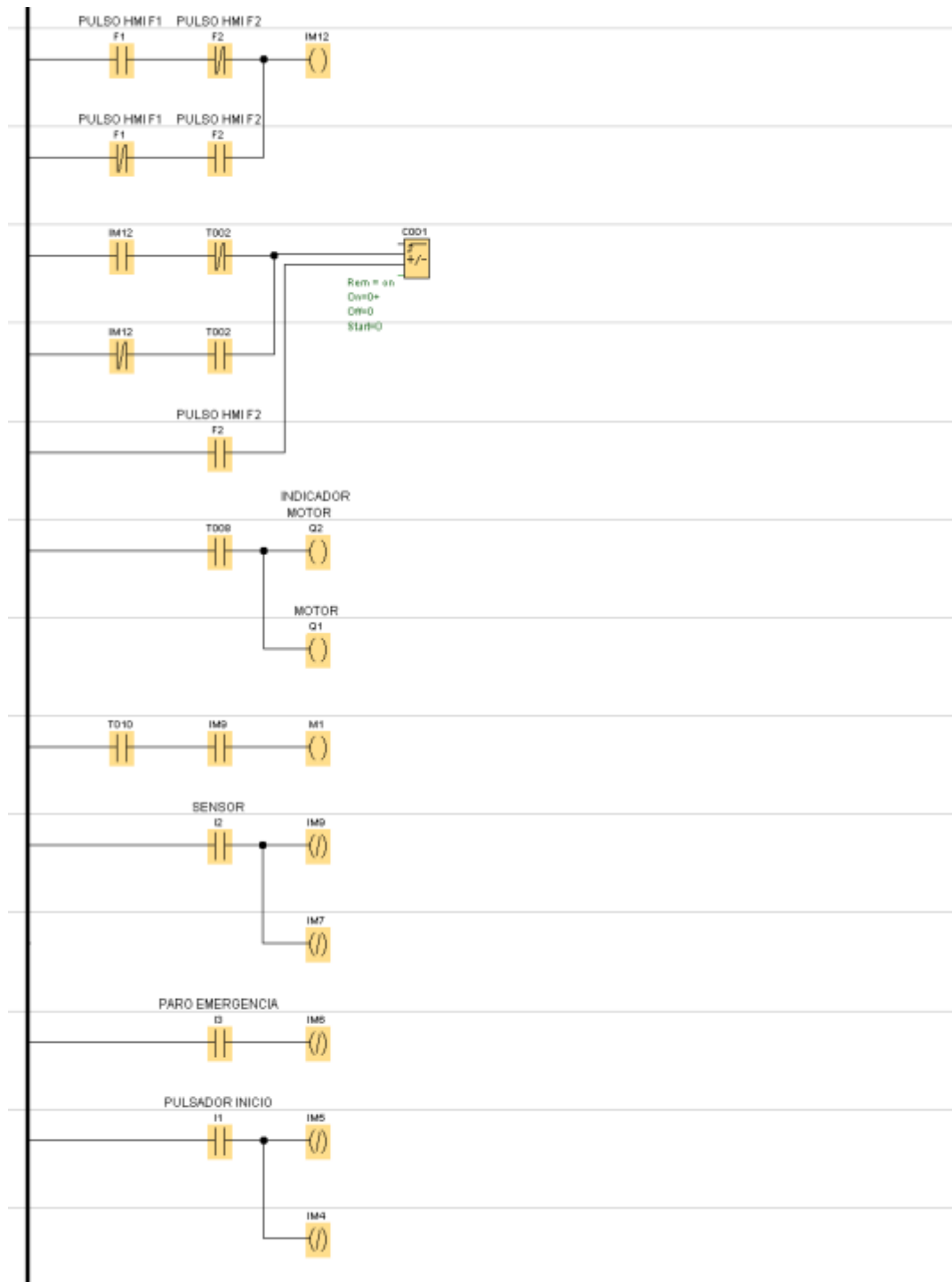
KOP; se refiere a un modelo de escritura o programación diferente al FUP, porque se trata por diagrama de contactos eléctricos y también se la conoce como lenguaje de escritura por bloques. (Siemens,Ag, 2003)

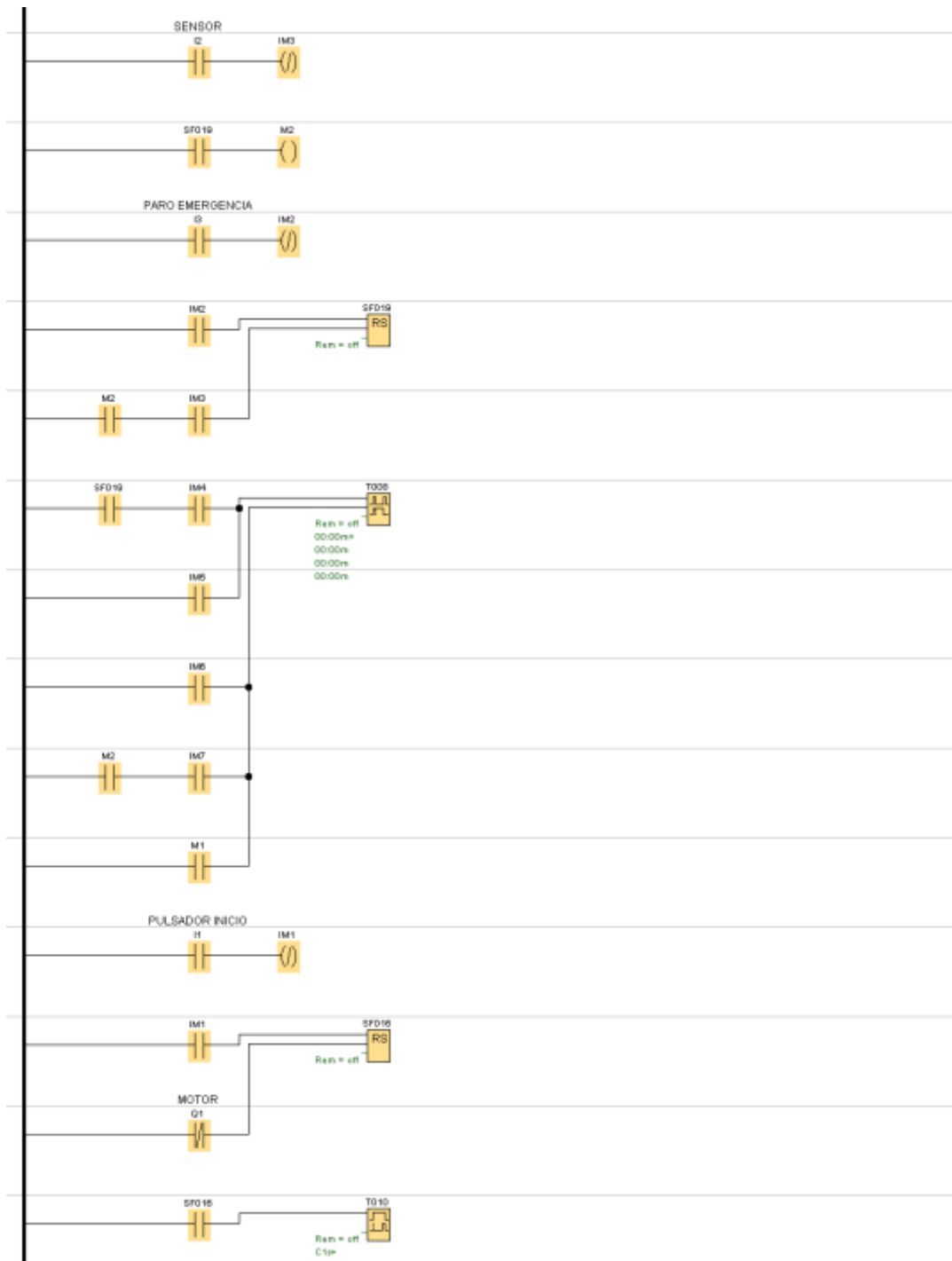
## 4.6.4 Programa en Escalera

Figura 30: Programa en Escalera o Ladder









## CAPÍTULO V

### 5. Resultados

Los problemas en el mezclado se deben a diferentes formas, tamaño y densidad de las partículas en los ingredientes de la mezcla. Donde, los componentes de tamaño y densidad similares tienden a mezclarse con facilidad y rapidez.

Para lograr la administración de principios activos en dosis efectivas se elaboran diferentes formulaciones constituidas por excipientes y principio activo.

La industria farmacéutica fabrica una gran variedad de medicamentos en diversas formas farmacéuticas sólidas, líquidas y semisólidas. Como son:

- Comprimidos, cápsulas, inhaladores de polvo en seco. (Mezclas de partículas sólidas y/o polvos).
- Jarabes: mezclas de líquidos miscibles.
- Emulsiones y cremas: mezcla de líquidos no miscibles
- Pastas y suspensiones: dispersiones de partículas sólidas.

Donde los componentes deben encontrarse homogéneamente distribuidos, para ello, se hace uso de la operación unitaria del mezclado fundamental en todo proceso de fabricación en la industria farmacéutica.

El mezclado es un proceso que implica la interposición de dos o más componentes separados para formar un producto homogéneo, donde cada partícula de cualquiera de los ingredientes esté lo más cerca posible de otra partícula de un ingrediente diferente. (Díaz, 2005, p. 1)

Mezcla es una distribución al azar de dos o más fases inicialmente separadas. El término mezcla o mezclado se aplica a una gran variedad de operaciones que difieren ampliamente en el grado de homogeneidad del material mezclado.

La mezcla de líquidos depende de la creación de corrientes de flujo que transportan el material no mezclado hasta la zona de mezcla adyacente al agitador, a lo cual, se le conoce como agitación.

En el caso de pastas viscosas o masas de partículas sólidas no se producen tales corrientes y el mezclado tiene lugar por otros procedimientos como movimiento de convección de porciones relativamente grandes del lecho, claudicación por corte, que reduce fundamentalmente la escala de segregación.

Y su aplicación va a depender del tipo de mezclador y de las características de flujo del material a mezclar. Los mezcladores para polvos secos comprenden máquinas que se utilizan también para pastas duras y otras que están restringidas para polvos que fluyen libremente.

Para que puedan mezclarse polvos sus partículas han de moverse unas con respecto a otras y lo hacen por tres mecanismos principales: convección, deslizamiento y difusión. (Díaz, 2005, p. 2)

- **Convección:** Este mezclado se produce cuando las fracciones del total se trasladan a una diferente región del espacio a donde están confinadas las mezclas.
- **Deslizamiento:** Se producen planos de deslizamiento entre distintas regiones de la muestra.
- **Difusión:** Este principio hace referencia al movimiento de partículas sobre superficies que poseen una pendiente, ya que migran por gravedad, no es necesario adicionar energía para el movimiento.

Las mezcladoras más eficientes inducen el mezclado por convección, corte y difusión, por consiguiente, el mezclado se considera una operación aleatoria de desplazamiento, en la que intervienen grupos de partículas grandes y pequeñas e incluso hasta partículas individuales.

En los polvos se debe tener en cuenta la adhesividad o la tendencia a deslizarse de las partículas, entre otros factores. La segregación que tiene

lugar en los sólidos que fluyen libremente suele producirse por diferencias en el tamaño de las partículas, densidad y forma.

Uno de los principales problemas que se presenta en el mezclado de polvos es la segregación. Esta es la tendencia a la separación de los componentes de la mezcla y las causas principales son: diferencias en el tamaño, densidad y forma de las partículas.

Cuando hay que mezclar dos sólidos, hay que vencer estas tendencias separadoras naturales y esto se realiza invariablemente por algún medio que levante el material desde el fondo hasta la parte superior de la masa, llenándose por gravedad, desde arriba, los huecos resultantes. Al mismo tiempo, el elemento mezclador tiene que producir también un transporte horizontal por lo menos en dos sentidos opuestos.

Los equipos más comunes para mezclar sólidos son: El mezclador con cinta helicoidal, el mezclador planetario, el mezclador de doble cono o en "V", etc. (Díaz, 2005, p. 2)

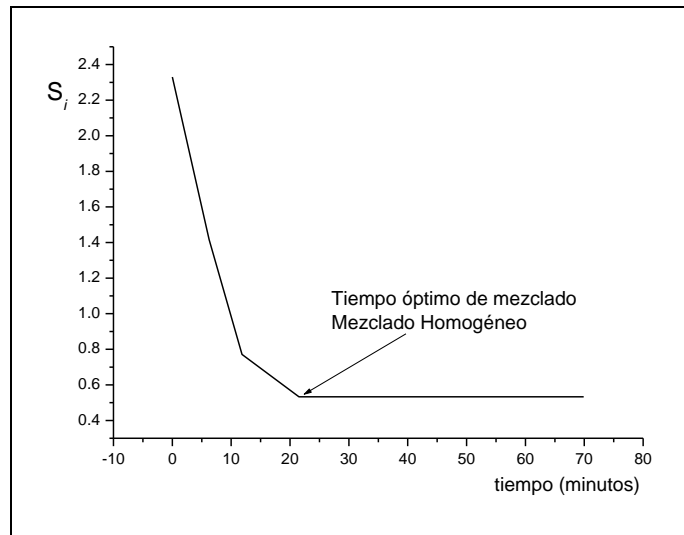
## **5.1 Criterios del Mezclado**

El rendimiento de un mezclador industrial se juzga por el tiempo de mezclado requerido, la potencia empleada, y las propiedades del producto. Además, de los requisitos del aparato mezclador como las propiedades deseadas del material mezclado varían ampliamente de un problema a otro. A veces se requiere un grado muy elevado de uniformidad, otras una acción de mezclado rápido; en otras ocasiones un gasto de energía mínimo.

El grado de uniformidad de un producto de mezclado, medido por el análisis de un cierto número de muestras puntuales, es una medida cuantitativa adecuada de la eficacia de mezclado. Las mezcladoras actúan sobre dos o más materiales separados para entremezclarlos, casi siempre al azar uno dentro del otro.



Basándose en estos conceptos se puede establecer un procedimiento estadístico para medir la eficacia del mezclado, mediante la desviación estándar. (Díaz, 2005, p. 3)



**Figura 31:** *Tiempo de Mezclado homogéneo*

**Tomado de:** (Díaz, 2005, p. 4)

En la imagen anterior, observamos que en esta curva se encuentra de acuerdo con la desviación estándar el tiempo de mezclado para tener un producto en sus condiciones óptimas de mezcla. En un mezclado ideal  $X_i = \bar{X}$ , cuando no se cumple con esta igualdad se gráfica  $S$  vs. Tiempo. Para buscar la mejor relación del mejor tiempo de mezclado.

El valor de  $S$  es una medida relativa del mezclado, válida sólo para una serie de ensayos con un material determinado en una mezcladora dada. Donde, existen varios métodos para encontrar la concentración de un material:

- a) Refractometría: En este método es necesario contar con la curva patrón de  $I_R$  del material soluble.
- b) Otro de los métodos para encontrar la concentración es por medio del tamizado, en el cual, se tamiza una muestra de la mezcla y la concentración se obtiene dividiendo el peso del material trazador entre el

peso de la muestra, de un mezclado se deben obtener mínimo 6 concentraciones.

- c) Titulaciones volumétricas.
- d) Espectrofotométricas, etc.

Los datos característicos del mezclado son el porcentaje de un componente, el volumen total del componente, cantidad del componente en un tiempo de mezclado y velocidad de mezclado. (Díaz, 2005, p. 4)

## CAPÍTULO VI

### 6. Análisis Económico y Financiero

#### 6.1 Análisis Económico

Siempre que se inicia un proyecto, una idea de trabajo o emprendimiento se deben estimar los costos para saber si podemos iniciar con la ejecución del mismo, por esa razón al inicio del estudio de este trabajo se realizó la estimación de los costos que tendrían los materiales respecto a la fabricación de la máquina.

Por medio de las cotizaciones se pudo estimar el presupuesto que está alcanzando los \$ 5996,25 dólares americanos, donde se incluyen todas las partes eléctricas y mecánicas sin tomar en cuenta los costos de diseño y análisis de fabricación.

##### 6.1.1 Costos Directos

Hace referencia a la fabricación, operación y construcción de esta máquina, herramienta o equipo como por ejemplo los gastos en materia prima, accesorios, costos de automatización, etc.

Tabla 10: Costo de materia prima

<b>Materiales</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio /Unit (USD)</b>	<b>Precio/Tot. (USD)</b>
Plancha de acero AISI 304 2440x1220x3mm	1	325,00	325,00
Eje de acero AISI 304 Ø44,45x1200mm (Kg)	16	7,5	120,00
Tubo cuadrado acero estructural A36 40x40x4	3	18,00	54,00
Eje de acero A36 Ø19x500mm (Kg)	1,2	2,60	3,12
Chapa acero A36 500x350x3mm	1	25,80	25,80
Chapa latón 600x800x1mm	1	15,50	15,50
		<b>Total</b>	<b>486.30</b>

Tabla 11: Costos de Elementos y Accesorios

Elementos	Cant.	Precio unitario	Precio total
		[USD]	[USD]
Válvula Mariposa AISI 304 clamp 4"	1	99,0	99,00
Ferrul AISI 304 4"	1	6,50	6,50
Abrazadera AISI 304 4"	2	14,5	29,00
Empaque ferrul 4"	2	1,10	2,20
Chumacera SKF de pie 13/4	2	24,0	48,00
Piñón 40B25	2	15,0	30,00
Cadena 40 x 2m	1	8,00	16,00
Perno hexagonal AISI304 5/8 x 2"	2	1,20	2,40
Perno hexagonal negro 16x2x100	4	1,30	5,20
Perno hexagonal negro 8 x 1.25x30	4	0,10	0,40
Tuerca hexagonal inox AISI304 5/8"	2	0,40	0,80
Tuerca hexagonal negro 16x2	4	0,20	0,80
Tuerca hexagonal negro 8x1.25	4	0,05	0,20
Arandela plana inox AISI304 5/8"	4	0,25	1,00
Arandela plana negra 5/8"	4	0,17	0,68
Arandela presión negra 5/8"	4	0,10	0,40
Arandela presión negra 5/16"	4	0,03	0,12
		<b>Total</b>	<b>242,70</b>

**Tabla 12: Costo de Material Eléctrico/Electrónico**

<b>Elementos</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario [USD]</b>	<b>Precio total [USD]</b>
Motor Trifásico 0.5 HP RMP 170	1	280,00	280,00
Caja reductora ortogonal BOX50	1	150,00	150,00
Contactador 18 Amp 220V Siemens	1	35,00	35,00
Relé Térmico 2,56 Amp 220V Siemens	1	58,00	58,00
Disyuntor Bifásico 10 Amp 220V	1	15,00	15,00
Porta fusible/Fusible 10 Amp	2	3,25	6,50
Selector 2 posiciones NA	1	3,50	3,50
Pulsador Botón NA	1	3,50	3,50
Paro de Emergencia NC	1	4,00	4,00
Luz piloto 220V	3	2,00	6,00
Riel Din 1m	1	3,50	3,50
Bornera para Riel Din 4mm	4	1,15	4,60
Canaleta 25x25	1	3,50	3,50
Cable AWG 18 1m	12	0,40	4,80
Cable AWG 10	10	0,60	6,00
Cable Concéntrico #3 X 10 AWG	3	2,10	3,30
Tomacorriente 220 V Trifásico	1	1,80	1,80
		<b>Total</b>	<b>589,00</b>

**Tabla 13: Costo de Material de Control**

<b>Elementos</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario [USD]</b>	<b>Precio total [USD]</b>
PLC Siemens Logo 12/24RC 8in/4out	1	185,00	185,00
Fuente de Poder Logo 2.5 Amp. 120-230V	1	125,50	125,50
Panel de textos Logo TD	1	228,00	228,00
Cable programación Logo PC-USB	1	132,00	132,00
Sensor proximidad Inductivo NPN 6-24V DC	1	65,00	65,00
		<b>Total</b>	<b>735,50</b>

**Tabla 14: Costo de Mano de Obra Directa**

<b>Tipo</b>	<b>Tiempo [horas]</b>	<b>Costo Mano Obra [USD/Hora]</b>	<b>Costo total [USD]</b>
Soldadura TIG	20	5,25	105,00
Soldadura de Arco Eléctrico	8	4,25	34,00
Torno	3	8,00	24,00
Fresadora	5	7,50	37,50
Máquina-Herramienta (Amoladora, Taladro, Sierra de mano, Pulido,	80	3,50	280,00
Ensamblaje parcial / total	6	4,50	27,00
Montaje Eléctrico / Electrónico	24	4,50	108,00
		<b>Total</b>	<b>615,50</b>

### 6.1.2 Costos Indirectos

Hacen la referencia a todos los gastos que no intervienen de manera directa en la construcción de la herramienta, maquina o equipo. Solo se toma en cuenta en este rubro a materiales y mano de obra indirecta o a aquella ejecución indirecta relacionada con la fabricación del mezclador en V.

**Tabla 15: Costo de Mano Obra Indirecta**

<b>Tipo</b>	<b>Tiempo [horas]</b>	<b>Costo Mano Obra [USD/Hora]</b>	<b>Costo total [USD]</b>
Ingeniería en Diseño	240	8,00	1920,00
Planos Mecánicos	60	5,00	300,00
Planos Eléctricos	30	5,00	150,00
Implementación del Control	30	10,00	300,00
		<b>Total</b>	<b>2670,00</b>

**Tabla 16: Costo de Materiales Indirectos**

<b>Items</b>	<b>Cant</b>	<b>Precio unitario [USD]</b>	<b>Precio total [USD]</b>
Electrodo AGA 6011 (Kg)	6	4,20	25,20
Argón ( $m^3$ )	10	24,50	245,00
Aporte (Kg)	2	4,60	9,20
Electrodo de Tungsteno	10	2,25	22,50
Disco corte	5	3,35	16,75
Disco de desbaste	2	3,50	7,00
Disco de pulimento	5	2,80	14,00
Gratas	8	2,75	22,00
Lija	8	0,60	4,80
Copa de sierra	2	3,10	6,20
Limpiador acero	2	18,00	36,00
Empaques	2	2,25	5,00
		<b>Total</b>	<b>413,65</b>

### 6.1.3 Costos totales

**Tabla 17: Costos Totales**

<b>Elementos</b>	<b>Precio total [USD]</b>
Costo de materia prima	486,30
Costo de elementos y accesorios	242,70
Costo de material eléctrico / electrónico	589,00
Costo de material de control	735,50
Costo mano de obra directa	615,50
Costo de materiales indirectos	413,65
Costo mano obra indirecta	2670,00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>5752,65</b>

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- Se consideró que los objetivos del proyecto perseguían al análisis del diseño de un Mezclador farmacéutico en V, automático, lo cual, se logró enfocar estrictamente en el estudio de los diferentes mecanismos que forman parte, para así obtener las mejores alternativas para su construcción.
- Se logró elaborar un instructivo de operación y mantenimiento preventivo del equipo.
- Finalmente, en base al costo final del diseño se pudo evidenciar la factibilidad de fabricar estos equipos. Por lo cual, sería una gran expectativa de emprendimiento a nivel local promover el desarrollo tecnológico, científico y económico dentro del país.



## Recomendaciones

- Incentivar a la creación de empresas o convenios gubernamentales a transformación de la materia prima con materiales disponibles en el Ecuador a la producción de diferentes aparatos tecnológicos-electrónicos logrando así fuentes de empleos y economía en el país.
- Tomar en cuenta los estándares internacionales al momento de diseñar un dispositivo puesto que deben cumplir el principio de diseño mecánico de intercambiabilidad de componentes.
- Se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo para evitar emergencias y daños en equipo logrando así alargar la vida útil del mismo. La limpieza se recomienda usar agua, detergente y alcohol.
- En las industrias farmacéuticas el fármaco se encuentra en proporción menor que el resto de aditivos (componentes); por lo tanto, se recomienda, primeramente, mezclar la totalidad del fármaco con otra proporción similar al resto de componentes. Y así sucesivamente hasta agotar la totalidad de las sustancias asegurando una cantidad más homogéneo del fármaco, por ende, una dosificación más exacta.

## Bibliografía

SlideShare. (2019). *LinkedIn SlideShare*. Retrieved from LinkedIn SlideShare:

<https://www.slideshare.net/efrainguevara1088/contactores-reles>

(ESW), 2. I. (30 June 2016). *ESW*. Jacksonville, FL, USA.

Ali, A. ,. ( 1, 2018). *Cost performance of building refurbishment works: the case of Malaysia*. Malaysia.

Allen bradley. (2019). *Allen bradley*. Retrieved from <https://ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/Large-Control-Systems>

Automation24. (2012). [www.automation24.es/contactor-siemens-sirius-3rt2018-1ap01](http://www.automation24.es/contactor-siemens-sirius-3rt2018-1ap01). Retrieved from [www.automation24.es/contactor-siemens-sirius-3rt2018-1ap01](http://www.automation24.es/contactor-siemens-sirius-3rt2018-1ap01): <https://www.automation24.es/contactor-siemens-sirius-3rt2018-1ap01>

BERNAL, C. (2014). *Fundamentos de investigacion*. Estado de Mexico Naucalpan de Juarez: Mexicana.

bibliografica., h. (S/F, S/F S/F). <https://historia-biografia.com/frederick-winslow>. Retrieved from <https://historia-biografia.com/frederick-winslow>: <https://historia-biografia.com/frederick-winslow-taylor/>

Cadenas & Andacasa. (2015, 05 12). [equipo4cadenasandacasa.blogspot.com](http://equipo4cadenasandacasa.blogspot.com). Retrieved from [equipo4cadenasandacasa.blogspot.com/](http://equipo4cadenasandacasa.blogspot.com/): <http://equipo4cadenasandacasa.blogspot.com/>

Co., H. A. (Jun 1960 ). *Temperature Distribution in Materials with Positive Temperature Coefficients of Electrical Conductivity When Heated by Eddy Currents*. USA.

College of Electrical Engineering, Z. U. (05 October 2015). *College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, China*. Denver, CO, USA: Hangzhou,.

Crow., L. J. (2018, 05 18). *es.wikipedia.org*. Retrieved from *es.wikipedia.org*:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Leyes\\_Jim\\_Crow](https://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_Jim_Crow)

Diaz Nanclares, G. (2005). *TECNOLOGIA FARMACEUTICA I*. 1.

Ekos. (2018). *Industria manufacturera: el sector de mayor aporte al PIB*.  
*Ekos* .

Emaze. (2019). *www.emaze.com*. Retrieved from *www.emaze.com*:  
<https://www.emaze.com/@AZQTQRTF>

Equirepsa. (2009, s/f s/f). *Equirepsa, S. A*. Retrieved from *Equirepsa, S. A.:*  
[equirepsa@equirepsa.com](mailto:equirepsa@equirepsa.com)

ETA. (n.d.). *Electronic Standard Relay - ESR10 ISO Micro*. Retrieved from  
[https://www.e-t-a.com/fileadmin/user\\_upload/Ordnerstruktur/pdf-Data/Products/Relais/Halbleiterrelais/2\\_eng/D\\_ESR10\\_Micro\\_ENG.pdf](https://www.e-t-a.com/fileadmin/user_upload/Ordnerstruktur/pdf-Data/Products/Relais/Halbleiterrelais/2_eng/D_ESR10_Micro_ENG.pdf)  
f

Frederick\_Winslow\_Taylor. (2018, 05 20). *Fundación Wikimedia, Inc*. Retrieved from *Fundación Wikimedia, Inc.:* <https://es.wikipedia.org>

Fundación Wikimedia, I. (2018, 05 18). *es.wikipedia.org*. Retrieved from [es.wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/wiki/Leyes\\_Jim\\_Crow](https://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_Jim_Crow)

Glauner, P. ( 18 December 2017). *Identifying Irregular Power Usage by Turning Predictions into Holographic Spatial Visualizations*. New Orleans, LA, USA.

Guangdong Starshine . (2019). *Guangdong Starshine Drive Co., Ltd.* Retrieved from Guangdong Starshine Drive Co., Ltd.: <https://gearbox1965.en.made-in-china.com>

Iris Power Eng., T. O. (06 August 2002). *Prospects for expert systems to aid the operation and maintenance of electrical equipment*. Boston, MA, USA, USA.

Kondo, H. (23 April 2018). *Individualized electric power management system using BLE tag at a shared house*. Chiang Mai, Thailand.

Laboratory of Electrical Energy Engineering, G. o. (30 January 2018). *Open Material Property Library With Native Simulation Tool Integrations—MASTO*. Finland: MASTO.

Lines, B. C. (3 June 2018). *Best practices for organizational change management within electrical contractors*. KS, USA.

LinkedIn SlideShare. (2019). *LinkedIn SlideShare*. Retrieved from LinkedIn SlideShare: <https://es.slideshare.net/15117880/gabinetes-himel>

Lleal. (2015, 1 20). *Lleal S.A.* Retrieved from Lleal S.A: [www.lleal.com](http://www.lleal.com)

Losada, J. M. (2012, s/f s/f). *es.wikipedia.org*. Retrieved from *es.wikipedia.org*: [https://es.wikipedia.org/wiki/Mito#cite\\_ref-1](https://es.wikipedia.org/wiki/Mito#cite_ref-1)

Losada, J. M. (2012, s/f s/f). *es.wikipedia.org*. Retrieved from *es.wikipedia.org*: [https://es.wikipedia.org/wiki/Mito#cite\\_ref-1](https://es.wikipedia.org/wiki/Mito#cite_ref-1)

Love, P. (December 2017). *System information modelling in practice: Analysis of tender documentation quality in a mining mega-project*. Australia, Australia.

N/A. ( 23 March 2016). *C57.106-2015 - IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Mineral Oil in Electrical Equipment* . N/A: N/A.

Olmo, J. d. (15 June 2017). *DC-link sensor Fault Detection and isolation for railway traction electric drives*. Nottingham, UK.

Poznan, H. M.-G. (06 August 2002). , *The influence of the contact materials arc-conditioning method on electric strength of vacuum interrupters stored in nonvoltage state*. Poland.

Quien.NET. (2011, S/F S/F). *www.quien.net/frederick-taylor*. Retrieved from *www.quien.net/frederick-taylor*.: <https://www.quien.net/frederick-taylor.php>

Quinonez, C. (n.d.).

Said, H. (January 2018). *Impact of Design Changes on Virtual Design and Construction Performance for Electrical Contractors*. El Camino Real, Santa Clara, CA, United States.

sassinelectric. (2019). *sassinelectric.com/producto\_detalle.php?id=143*. Retrieved from *sassinelectric.com/producto\_detalle.php?id=143*: <http://www.sassinelectric.com>

schneider-electric. (2019). *schneider-electric.com.ar/es/product-range/531-zelio-logic/*. Retrieved from *schneider-electric.com.ar/es/product-range/531-zelio-logic/*: <https://www.schneider-electric.com.ar/es>

Sharkey, ". (1999, 02 01). *The OSHA Hazard Communication Standards impact on cables*. Indianapolis: The OSHA.

Siemens. (n.d.).

Siemens,Ag. (2003). LOGO, Siemens. *LOGO, Manual*, 310.

SlideShare. (2019). *LinkedIn SlideShare*. Retrieved from LinkedIn SlideShare: <https://es.slideshare.net/FaridRodriguezRomero/conexion-de-motores>

steemit. (2018). *steemit.com/spanish*. Retrieved from *steemit.com/spanish*: <https://steemit.com/spanish/@gg-electronics/minie-1-ley-de-ohm-aprendamos-electronica-basica>

telergia. (2009). *telergia.blogs*. Retrieved from *telergia.blogs*: [https://telergia.blogs.com/telergia/2005/06/tabla\\_de\\_formul.html](https://telergia.blogs.com/telergia/2005/06/tabla_de_formul.html)

uco. (S/F). *uco.es/electrotecnia-etsiam/simbologia*. Retrieved from *uco.es/electrotecnia-etsiam/simbologia*: <http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/simbologia/SIMBOLOGIA-Planos.htm>

wikipedia. (S/F, S/F S/F). *es.wikipedia.org*. Retrieved from *es.wikipedia.org*:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Frederick\\_Winslow\\_Taylor](https://es.wikipedia.org/wiki/Frederick_Winslow_Taylor)

*www.ecured.cu*. (S/F, S/F S/F). *www.ecured.cu/Frederick\_Winslow\_Taylor*.  
Retrieved from *www.ecured.cu/Frederick\_Winslow\_Taylor*:  
[https://www.ecured.cu/Frederick\\_Winslow\\_Taylor](https://www.ecured.cu/Frederick_Winslow_Taylor)

*www.gestiopolis.com*. (S/F, S/F S/F). *www.gestiopolis.com/frederick*.  
Retrieved from *www.gestiopolis.com/frederick*:  
<https://www.gestiopolis.com/frederick-winslow-taylor-y-sus-aportes-a-la-administracion/>

Zuendo. (2019). *www.zuendo.com*. Retrieved from *www.zuendo.com*:  
<https://www.zuendo.com/>

Alvarez Pulido, M. (2007). *Controladores logicos*. Barcelona: Marcombo.

Bales, Steven J. (2008, enero). Selección del mejor método de soldadura para el en moldes. Recuperado 20 de enero de 2019, de <http://www21.ucsg.edu.ec:2478/apps/doc/A237943482/GPS?sid=google scholar>

Carrizosa, L., & Rivera, M. G. (2000). *Introducción a los mecanismos*. México, D.F: Instituto Politécnico Nacional.

Daneri, P. A. (2009). *PLC: Automatización y Control Industrial*. Argentina: Editorial Hispano Americana HASA. Recuperado de <https://library.biblioboard.com/content/1414ecf7-6897-4b38-b910-e76da16c085a>

Díaz. (2005, febrero). *Tecnología Farmaceutica 1, Mezclado de Solidos.*

Duran, J. L., Martínez, H., & Gámiz, J. (2012). *Automatismos eléctricos e industriales.* Barcelona: Marcombo.

Lleal. (2015). *Mezcladores de bandas, conicos, estaticos y en V.* Recuperado de [www.lleal.com/productos/mezclador-de-bandas-de-laboratorio/](http://www.lleal.com/productos/mezclador-de-bandas-de-laboratorio/)

Perdigones, A. (2011). *PLC programming LOGO! by SIEMENS: LOGO! soft v3.0.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola.

Rodríguez, A. (2012). *Montaje y reparación de automatismos eléctricos.* Antequera, Málaga: IC editorial. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/10721572>

Rodríguez, A., & E-libro, C. (2012). *Montaje y reparación de automatismos eléctricos: montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión (UF0889).* Málaga: IC Editorial.



## **Anexos**

## **Anexo I**

### **Manual de Operación e Inspección de mantenimiento eléctrico preventivo del equipo**

#### **Inspecciones Eléctrica Mezcladora farmacéutico en V**

##### **Antes de empezar**

- Utilizar equipos de protección personal (guantes, orejeras, gafas)
- Avisar a todo el personal involucrado

##### **Paso # 01**

Qué: Verificar estado del motor

Dónde: Parte interna de la máquina.

Quién: Eléctrico

Cuándo: Mensual

Tiempo: 0.3 Horas

Cómo:

- Observar el estado del motor principal, conectores y prensa estopas que estén bien fijas y no sueltas. Con la ayuda de un pirómetro tomar la temperatura al motor principal y este valor no debe pasar los 60 grados y medir las corrientes al motor principal
- Observar también que en el motor de la compuerta no haya o se evidencie alguna desviación.

##### **Paso # 02**

Qué: Verificar estado de pulsadores

Dónde: Panel eléctrico

Quién: Eléctrico

Cuándo: Mensual

Tiempo: 0.3 Horas

Cómo:

- Observar que los pulsadores no se encuentren sin fijar, sin fisuras

alrededor del mismo y que no existan cables y terminales recalentados.

- Verificar el correcto funcionamiento de los pulsadores.

### **Paso # 03**

Qué: Verificar estado de Contactores y guardamotores

Dónde: Tablero Fuerza y control

Quién: Eléctrico

Cuándo: Mensual

Tiempo: 0.3 Horas

Cómo:

- Observar que contactores no se encuentren sin fijar, sin fisuras alrededor, cables y terminales recalentados
- Verificar que no exista un ruido en la bobina
- Utilizar pirómetro y censar la temperatura del Contactor, no deberá ser mayor a 45°C.

### **Paso # 04**

Qué: Verificar estado de Relé 220VAC -9 pines

Dónde: Tablero de la mezcladora.

Quién: Eléctrico

Cuándo: Mensual

Tiempo: 0.3 Horas

Cómo:

- Observar que base de relé no se encuentre sin fijar, fisuras, terminales y cables recalentados
- Observar que los contactos no estén sulfatados o quemados.

### **Paso # 05**

Qué: Verificar Breaker de control y fuerza

Dónde: Tablero de la mezcladora.

Quién: Eléctrico

Cuándo: Mensual

Tiempo: 0.3 Horas

Cómo:

- Observar que el Breaker este bien fijo y que no exista fisura, terminales y cables recalentados, sin fijar.

### **Paso # 06**

Qué: Verificar micros con final de carrera y magnéticos

Dónde: Estructura de la Mezcladora

Quién: Eléctrico

Cuándo: Mensual

Tiempo: 0.3 Horas

Cómo:

- Observar que el micro final de carrera este fijo a la base y que estén completos sus pernos: 4 pernos M4 tipo Allen 40 mm L.
- Observar que no exista fisura, cables expuestos a estiramiento, además se deben revisar las preno estopas.
- Observar el accionamiento mecanismo del micro final de carrera este en su posición de activación.

### **Paso # 07**

Qué: Verificar Logo Siemens y Pantalla HMI

Dónde: tablero eléctrico de la Mezcladora

Quién: Eléctrico

Cuándo: Mensual

Tiempo: 0.3 Horas

Cómo:

- Observar que el Logo siemens se encuentre bien fijo y la pantalla HMI, no se encuentre sin fijar, que no exista fisuras, terminales y cables recalentados.
- Observar que los contactos no estén sulfatados o quemados.

## Anexo II

### Manual de operación Del Mezclador Farmacéutico en V

**NOTA:** Antes de encender el equipo verificar que no exista ningún objeto extraño que pueda dañar el equipo en el momento de proceder con la marcha.

El panel del Mezclador:

- Sacamos el bloqueo del STOP de emergencia.
- Colocamos el selector en modo “ON”
- Ajustar los tiempos de mezclado desde la pantalla HMI.
- Presionar el botón de encendido del mezclador.
- Una vez encendido el equipo verificamos de forma visual el correcto funcionamiento (en vacío).

Una vez realizado la verificación, procedemos apagar de la siguiente manera:

- Presionar el botón de apagado del mezclador
- Ajustamos el selector en modo “OFF”
- Presionar el stop de emergencia.



**Figura 32:** Panel Eléctrico  
Tomado de: Industrial Surindu

## ENCENDIDO OPERACIONAL

### Paso # 1

En el panel de control se saca el seguro del **STOP**, dando un ligero giro hacia, el sentido de la flecha indicadora.

### Paso # 2

Procedemos a colocar los productos o materia prima que vamos a mezclar en nuestro mezclador en “V”, después ajustar bien la tapa del mezclador para evitar derrames de productos (se debe evidenciar que la tapa este correctamente sellada), aseguramos con los broches fijadores que poseen en los extremos de la tapa para comenzar con el proceso de mezcla.



**Figura 33:** *Contenedor de materia prima*  
**Tomado de:** Industrial Surindu

### **Paso # 3**

En el panel de control, Presionamos el botones de encendido:

1. Colocamos el selector de encendido del mezclador en “ON”
2. Ajustamos los tiempos desde la pantalla
3. Pulsamos el Botón de encendido del mezclador

### **Paso # 4**

Después de transcurrir el tiempo sesteado para nuestra mezcla, que dependerá del producto con el que se esté trabajando o del tiempo que disponga el operador.

Se oprime el botón de emergencia para luego proceder con la descarga del producto.

Luego se procede a retirar los seguros de la compuerta de descarga y antes de aquello se debe tener listo el recipiente donde vamos a receptar nuestro producto.

### **Paso # 5**

Una vez mezclado todo lo propuesto por producción se debe proceder al panel de control y colocar el selector en modo apagado.

**NOTA:** cuando el equipo este fuera de uso se debe desconectar o desenergizar por completo la máquina.

## **Aportaciones**



**Tabla 18: Conductores**

**INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE PARA CONDUCTORES DE COBRE**  
(Secciones AWG)

AISLADOS TEMPERATURA DE SERVICIO: 60° 75° 90°C

SECCION	SECCION	GRUPO A TEMPERATURA DE SERVICIO			GRUPO B TEMPERATURA DE SERVICIO			DESNUDO
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
Nominal (mm)2	AWG							
0,32	22	3	3					
0,51	20	5	5					
0,82	18	7,5	7,5					
1,31	16	10	10					
2,08	14	15	15	25	20	20	30	
3,31	12	20	20	30	25	25	40	
5,26	10	30	30	40	40	40	55	
8,36	8	40	45	50	55	65	70	90
13,30	6	55	65	70	80	95	100	130
21,15	4	70	85	90	105	125	135	150
26,67	3	80	100	105	120	145	155	200
33,62	2	95	115	120	140	170	180	230
42,41	1	110	130	140	165	195	210	270
53,49	1/0	125	150	155	195	230	245	310
67,42	2/0	145	175	185	225	265	285	360
85,01	3/0	165	200	210	260	310	330	420
107,2	4/0	195	230	235	300	360	385	490
127	250 MCM	215	255	270	340	405	425	540
152,0	300 MCM	240	285	300	375	445	480	610
177,3	350 MCM	260	310	325	420	505	530	670
202,7	400 MCM	280	355	360	455	545	575	730
253,4	500 MCM	320	380	405	515	620	660	840
304	600 MCM	355	420	455	475	690	740	
354,7	700 MCM	385	460		630	755		
380	750 MCM	400	475	500	655	785	845	
405,4	800 MCM	410	490		680	815		
456	900 MCM	435	520		730	870		
506,7	1000 MCM	455	545	585	780	925	1000	
633,4	1250 MCM	495	590		890	1065		
760,1	1500 MCM	520	625		980	1175		
886,7	1750 MCM	545	650		1070	1280		
1013	2000 MCM	560	665		1155	1385		

Grupo A: hasta 3 conductores en tubo o en cable o directamente enterrados. Grupo B: Conductor simple al aire libre.

Tabla 19: Conductores Permisibles en Tubo Conduit

**CANTIDAD DE CONDUCTORES ADMISIBLES EN  
TUBERIA CONDUIT DE PVC RIGIDO**

**TIPO LIGERO**

CALIBRE AWG Ø KCM	VINANEL NYLON 'RH'RUH						VINANEL 900 TW'T'TWH								
	1"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	1"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"			
	13	19	25	32	38	52	13	19	25	32	38	52			
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
14	13	24	39				9	17	27						
12	10	18	29	49			7	13	21	36					
10	6	11	18	31	43		5	10	16	27	38				
8	3	6	10	18	25	41	2	5	8	14	19	32			
6	1	4	6	11	15	25	1	2	4	7	10	17			
4		1	4	7	9	15		1	3	5	8	13			
2			1	2	5	6	11		1	1	4	5	9		
1/0				1	3	4	7			1	2	3	6		
2/0					1	3	5				1	3	5		
3/0						1	3	4				1	1	4	
4/0							1	1	4				1	1	3
250								1	3					1	2
300									1	2					1
400															1
500															1

Nota: Del calibre 6 en adelante se trata de cable.

Para calcular	Corriente Continua	Corriente Alterna		
		Monofásica	Bifásica	Trifásica
Amperes cuando se conoce la potencia en H.P.	$\frac{H.P * 746}{E * \%ef.}$	$\frac{H.P * 746}{E * \%ef. * Cos P}$	$\frac{H.P * 746}{2 * E * \%ef. * Cos P}$	$\frac{H.P * 746}{1.73 * E * \%ef. * Cos P}$
Amperes cuando se conoce la potencia en Kw	$\frac{Kw * 1000}{E}$	$\frac{Kw * 1000}{E * Cos P}$	$\frac{Kw * 1000}{2 * E * Cos P}$	$\frac{Kw * 1000}{1.73 * E * Cos P}$
Amperes cuando se conoce la potencia aparente en Kw		$\frac{Kva * 1000}{E}$	$\frac{Kva * 1000}{2 * E}$	$\frac{Kva * 1000}{1.73 * E}$
Kilowatts (Kw)	$\frac{I * E}{1000}$	$\frac{I * E * Cos P}{1000}$	$\frac{I * E * Cos P * 2}{1000}$	$\frac{I * E * 1.73 * Cos P}{1000}$
Kilovoltamperes (Kva)		$\frac{I * E}{1000}$	$\frac{I * E * 2}{1000}$	$\frac{I * E * 1.73}{1000}$
Potencia en H.P.	$\frac{I * E * \%ef}{746}$	$\frac{I * E * \%ef * Cos P}{746}$	$\frac{I * E * \%ef * Cos P}{746}$	$\frac{I * E * 1.73 * \%ef * Cos P}{746}$

**Figura 34: Fórmulas Trifásicas**

Tomado de: [https://telergia.blogspot.com/2005/06/tabla\\_de\\_formul.html](https://telergia.blogspot.com/2005/06/tabla_de_formul.html)

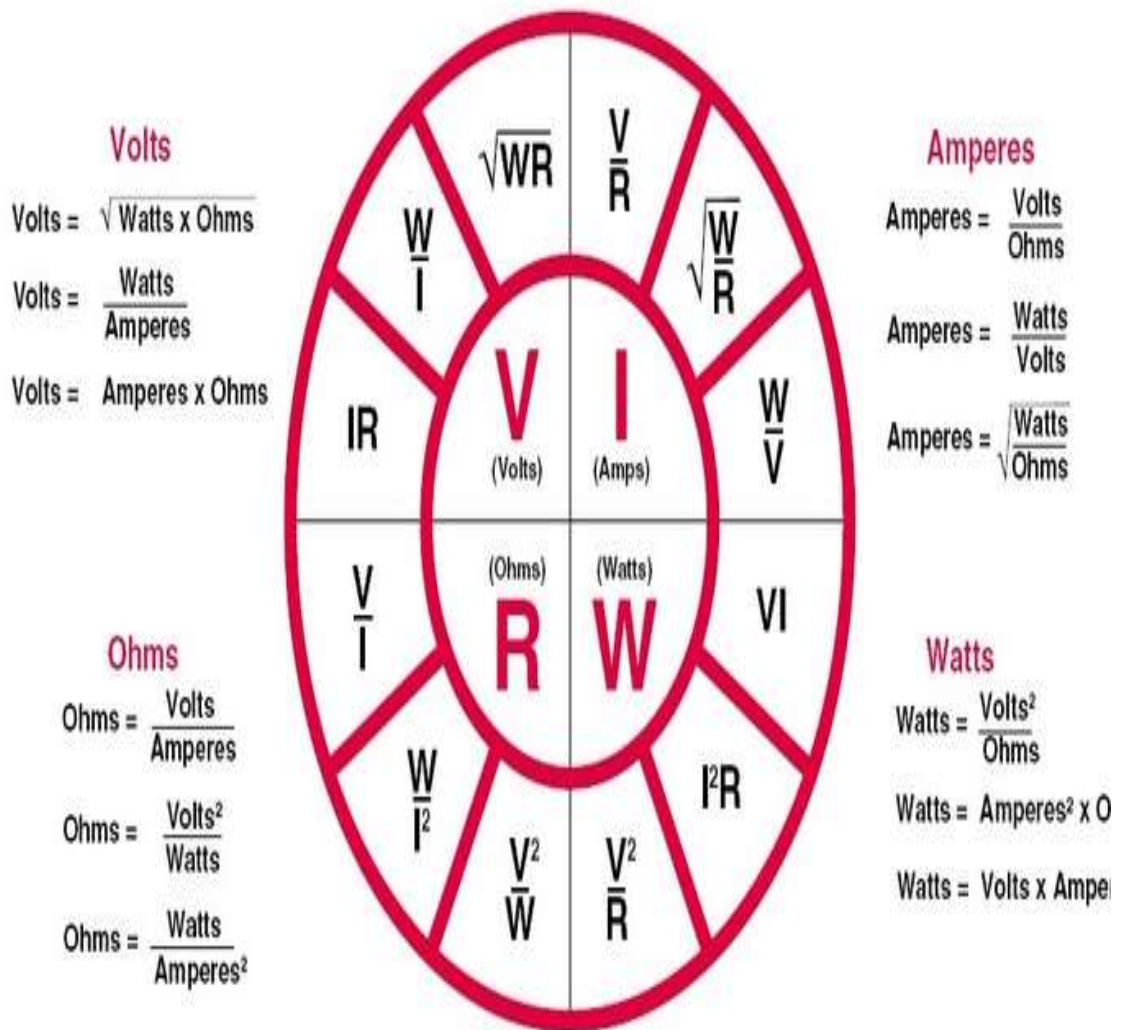


Figura 35: Ley de Ohm

Tomado de: <https://steemit.com/spanish/@gg-electronics/minie>

CATEGORÍA DE SERVICIO	CARGA	APLICACIONES
AC1	Cargas puramente resistivas	Hornos de resistencias, calefacciones ...
AC2	Motores asincrónicos de anillos con inversión de marcha	Centrifugadoras, hormigoneras ...
AC3	Motores asincrónicos de jaula de ardilla	Ventiladores, compresores ...
AC4	Motores asincrónicos con inversión en marcha y marcha a intermitencias	Maquinas elevadoras ...

**Figura 36:** Categoría de los contactores

Tomado de: <https://www.slideshare.net/efrainguevara1088/contactores-reles>

## Contadores tripolares

Potencia 380/415V KW HP	Corriente		Contactos NA NC	Referencias	
	En AC-3 440V hasta	En AC-1 $\varnothing < 40^{\circ}\text{C}$ hasta			
4	5,5	9A	25A	1 1	LC1-D09*
5,5	7,5	12A	25A	1 1	LC1-D12*
7,5	10	18A	32A	1 1	LC1-D18*
11	15	25A	40A	1 1	LC1-D25*
15	20	32A	50A	1 1	LC1-D32*
18,5	25	38A	50A	1 1	LC1-D38*
18,5	25	40A	60A	1 1	LC1-D40*
22	30	50A	80A	1 1	LC1-D50*
30	40	65A	80A	1 1	LC1-D65*
37	50	80A	125A	1 1	LC1-D80*
45	60	95A	125A	1 1	LC1-D95*
55	75	115A	200A	1 1	LC1-D115*
75	100	150A	200A	1 1	LC1-D150*

Nota: Reemplazar los asteriscos por la bobina deseada.

LC1-D09...D150 (bobinas D115 y D150 antiparasitadas de fábrica)

V <sub>ac</sub>	24	48	110	220	240	380	440
50/60Hz	B7	E7	F7	M7	U7	Q7	R7

LC1-D09...D95 (bobinas antiparasitadas de fábrica, 0,7...1,25 Uc)

V <sub>cc</sub>	12	24	48	72	110	125	220	250	440
	JD	BD	ED	SD	FD	GD	MD	UD	RD



Figura 37: Capacidad de los Contactores

Tomado de: <https://www.slideshare.net/efrainguevara1088/contactores-reles>

## Montaje y cableado

### Configuración máxima

- Entradas digitales: 24
  - Salidas digitales: 16
- +
- Entradas analógicas: 8
  - Salidas analógicas: 2

#### Ejemplo con módulo central 12/24 VCC

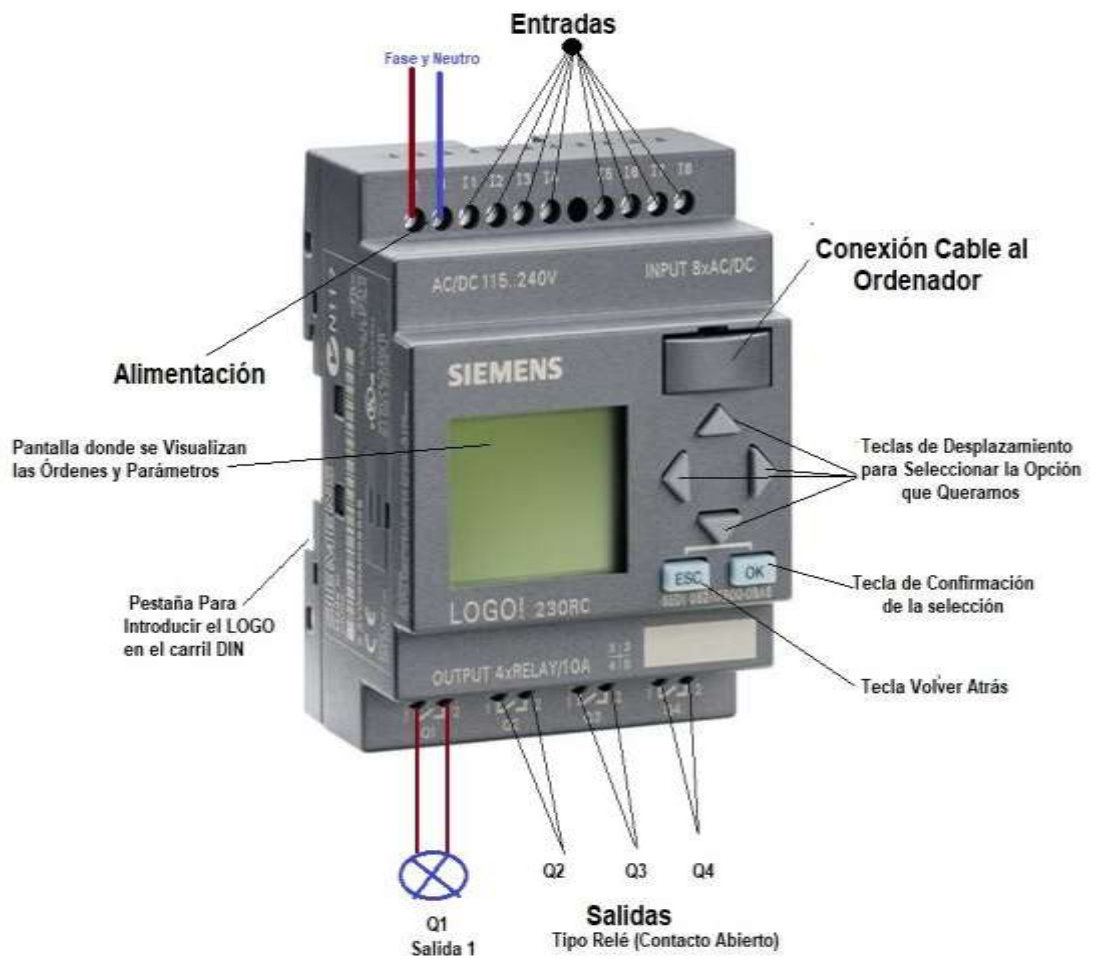


#### Ejemplo con módulo central 220 VCA



**Figura 38:** Configuración de Logo  
Tomado de: (Siemens, Ag, 2003)

## PARTES DEL LOGO! DE SIEMENS



**Figura 39:** Partes del Logo Siemens  
Tomado de: (Siemens,Ag, 2003)

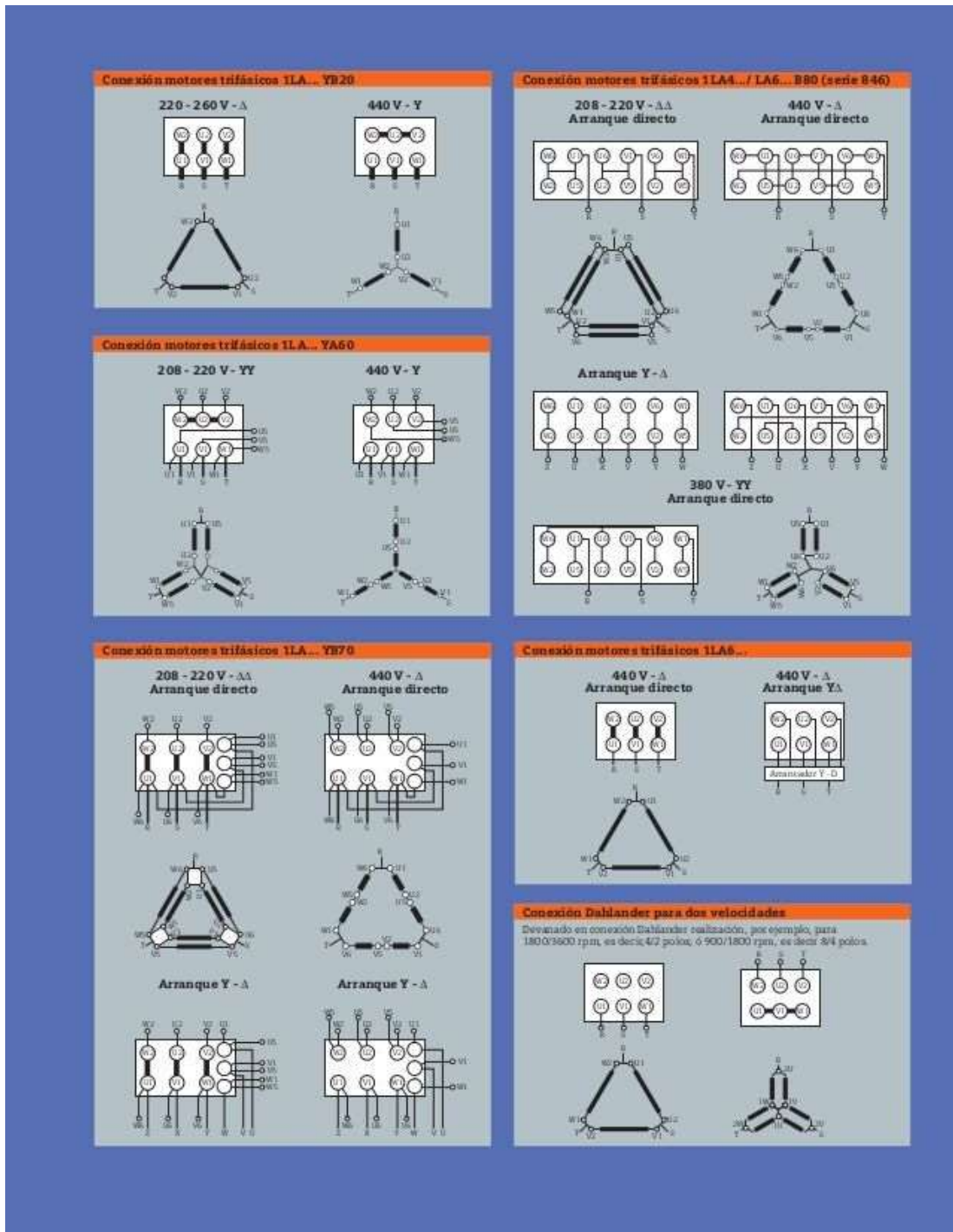


# Compendiado HIMEL

> Gabinetes, armarios, ventiladores y aires acondicionados



**Figura 40:** *Compendiado HIMEL*  
**Tomado de:** <https://es.slideshare.net/15117880/gabinetes-himel>



**Figura 41: Conexiones Eléctricas en Motores Trifásicos**  
**Tomado de:** <https://es.slideshare.net/FaridRodriguezRomero/conexion-de-motores>

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Interruptor de control de potencia (ICP)	Se instalará antes de los dispositivos de protección, en caja precintable. Altura entre 1,4 y 2 m.
			Interruptor automático bipolar F+N (PIA) magnetotérmico	Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se instalarán en cuadros de distribución. Su poder de corte será suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación. Este poder de corte será como mínimo de 4,5 kA.
			Interruptor automático bipolar (PIA) magnetotérmico	
			Interruptor automático tripolar (PIA) magnetotérmico	
			Interruptor automático tetrapolar (PIA) magnetotérmico	
			Interruptor diferencial bipolar	
			Interruptor diferencial tetrapolar	

Figura 42: Simbología Eléctrica

Tomado de: <http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/simbologia/SIMBOLOGIA-Planos.htm>

SIMBOLOGÍA PARA CIRCUITOS DE MANIOBRA			
•	Elemento auxiliar utilizado para marcar sobre el esquema las conexiones eléctricas.		Flechas para establecer referencias cruzadas hacia arriba, abajo, izquierda o derecha en los circuitos de maniobra.
	Borne, regleta o ficha de conexión en posición horizontal.		Borne, regleta o ficha de conexión en posición vertical. La razón de utilizar los dos símbolos es agilizar su inserción.
	Contacto normalmente cerrado asociado a otro elemento. Las interrogantes aparecen simbolizando que su numeración dependerá de cada caso.		Contacto conmutado asociado a otro elemento. Las interrogantes aparecen simbolizando que su numeración dependerá de cada caso.
	Contacto normalmente abierto asociado a otro elemento. Las interrogantes aparecen simbolizando que su numeración dependerá de cada caso.		
	Contacto temporizado a la conexión normalmente cerrado, es decir, está temporizado a la apertura.		Contacto temporizado a la conexión normalmente abierto, es decir, está temporizado al cierre.
	Contacto normalmente cerrado temporizado a la desconexión, es decir, está temporizado el paso de abierto a cerrado.		Contacto normalmente abierto temporizado a la desconexión, es decir, está temporizado el paso de cerrado a abierto.
	Contacto auxiliar de relé térmico normalmente abierto.		Contacto auxiliar de relé térmico normalmente cerrado.
	Contacto normalmente abierto asociado a un disyuntor. Suele utilizarse para señalización.		
	Contacto normalmente cerrado activado por un final de carrera.		Contacto normalmente abierto activado por un final de carrera.
	Contacto normalmente cerrado activado por la acción de un presostato.		Contacto normalmente abierto activado por la acción de un detector de proximidad.
	Contacto temporizado a la conexión normalmente abierto, es decir, está temporizado al cierre.		Conmutado con 1 contacto cerrado asociado.
	Contacto normalmente cerrado asociado a otro elemento. Las interrogantes aparecen simbolizando que su numeración dependerá de cada caso.		Contacto normalmente cerrado temporizado a la desconexión, es decir, está temporizado el paso de abierto a cerrado.
	Piloto luminoso.		Bodina, sirena, en general elemento de señalización acústica.
	Bobina de contactor o relé de maniobra.		
	Bobina de contactor o relé de maniobra con contactos auxiliares temporizados a la conexión.		Bobina de contactor o relé de maniobra con contactos auxiliares temporizados a la conexión.

**Figura 43: Simbología de Control y Mando**

Tomado de: <http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/simbologia/SIMBOLOGIA-Planos.htm>

## **Declaración y Autorización**

Yo, **Quiñonez Valdes, Cesar Adrián**, con C.C: # **0922314141** autor del trabajo de titulación: **Análisis del Diseño de un Mezclador Farmacéutico En “V” Automático Para la Fabricación de Fármacos Sólidos**, 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, 22 de febrero del 2019

f. \_\_\_\_\_

**Quiñonez Valdés, Cesar Adrián**

**C.C: 0922314141**



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Análisis del Diseño de un Mezclador Farmacéutico En "V" Automático Para la Fabricación de Fármacos Sólidos.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Cesar Adrián, Quiñonez Valdes,		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Hugo Rubén, Lucero Figueroa		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG)		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo (FETD)		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Eléctrico-Mecánica		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Eléctrico-Mecánica		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	22 Febrero del 2019	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	118
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Máquina, Herramienta Industria farmacéutica.		
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	Sólidos, Mezclador en V, homogeneidad, motor, piñón, ejes, Contactores.		

#### RESUMEN/ABSTRACT :

En la actualidad en el Ecuador no existe una organización que diseñe, analice y construya Mezcladores en "V", los mismos que son utilizados ampliamente en el campo de Industria alimenticia y Farmacéutica, por lo que se constituye en una importante perspectiva en desarrollo de las industrias locales el que puedan ser fabricados y comercializados para diferentes requerimientos técnicos con materiales disponibles en el mercado local; a fin de promover el desarrollo tecnológico y científico dentro del país. Es por ello, que se analiza un diseño de Mezclador en "V" para aplicaciones Farmacéuticas, el cual cumple con los requerimientos de operación para obtener de manera óptima y eficaz una mezcla Homogénea. Para el análisis de este equipo se basó en los sistemas de mezclado tanto estáticos, como de movimiento considerando normas IEC, las cuales detallan condiciones de empleo y disposiciones constructivas, cuyos datos sirvieron para los diferentes cálculos de los componentes mecánicos; como son piñón, ejes, chumaceras, accesorios eléctricos y electrónicos; así como: Motor, Disyuntor, Logo Siemens, Contactores, Elementos de control y Relés, entre otros. Adicional, se consultó con un programa complementario llamado, SOLIDWORK software libre para el desarrollo del proyecto. Y se pudo comprobar los resultados teóricos calculados.

Posteriormente se realiza la selección en base a los cálculos obtenidos junto con la implementación de los mismos. De tal forma que se garantice homogeneidad en la mezcla de polvos. Finalmente, se presenta tabla costos, manual de operación y de mantenimiento del equipo y también las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593984999148	E-mail: adrimetical@hotmail.com
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Philco Asqui Luis Orlando	
	<b>Teléfono:</b> +593-980960875	
	<b>E-mail:</b> luis.philco@cu.ucsg.edu.ec	

#### SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>	
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	