



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN  
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA**

**Tesis Monográfica para optar al Título de  
Ingeniero Eléctrico**

**Título**

**“Propuesta para diseño de control de máquina tolva mezcladora de bebida  
mediante el uso del software CADE Simu para pequeñas PIME”.**

**Autores:**

- Br. Jhonny Frank Baca Lopez 2006-24259
- Br. Álvaro Iván Santana Ruiz 2005-20520

**Tutor:**

Msc. Ing. Sandro Chavarría

**Managua, mayo 2022**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	1
II.	Antecedente .....	2
III.	Justificación.....	3
IV.	Objetivos del Estudio .....	4
4.1.	Objetivo General.....	4
4.2	Objetivo Específico.....	4
V.	Marco Teórico.....	5
5.1	Tipos de mezcladores .....	5
5.2	Sistemas de dosificación y mezcla .....	9
5.3	Automatización.....	13
5.3.1	Proceso de la automatización.....	13
5.4	Fundamentos de control.....	16
5.5	Simulador Cade-Simu.....	26
5.6	Grupos motrices.....	30
VI.	Análisis y diseño del sistema de control de mezcladoras.....	34
VII.	Presentación de resultados .....	36
VIII.	Conclusiones .....	42
IX.	Bibliografía .....	43

## LISTA DE ABREVIACIONES

NA	Normalmente abierto
NC	Normalmente cerrado
CPU	Unidad de procesamiento central
V	Voltio
Hz	frecuencia
P	Potencia
W	Vatios
Hp	Potencia
<b>N</b>	Neutro
<b>L</b>	Línea
<b>K</b>	Contactador
<b>A</b>	Amperios
<b>S</b>	Interruptor/Entrada
<b>L</b>	Lámpara
<b>R</b>	Relé
<b>K</b>	Contactador
<b>I</b>	Entrada
<b>Q</b>	Salida

## **I. Introducción**

En el presente trabajo se realizará una propuesta para el control y el diseño eléctrico de una máquina mezcladora, automática, de bebidas para pequeñas PYME, que se encarga de la elaboración y comercialización de productos como bebidas, esto contribuye al pequeño empresario.

Basado en los sistemas de mezclado actuales se definirá la metodología de diseño, y se planteará una alternativa de diseño económica y factible, la cual cumpla con los requerimientos y posteriormente se realizará la selección del diseño que más se acople con el resultado esperado.

Al seleccionar la alternativa se procederá al diseño detallado de cada función de la máquina, al igual que se mostrarán los diagramas de mando y fuerzas, para su dimensionamiento, ajuste, tolerancias y un análisis de los posibles elementos que se pueden utilizar para la fabricación y desarrollo de la mezcladora. Esto mediante la aplicación de los conceptos aprendidos durante la carrera y guiados por textos de diseño de máquinas y herramientas.

Mediante los estudios realizados, se utilizará el software CADE-Simu, para el diseño del programa, que posteriormente se simulará, para comprobar que el diseño cumpla con los requerimientos.

Se realizarán los planos de control correspondientes de cada diagrama de la mezcladora. Seguido el informe del sistema propuesto, para su debida simulación del control automático de la máquina, apoyados en programas de diseño y simulación como: Cade-Simu.

## **II. Antecedente**

La necesidad de entregar a los clientes un estándar de calidad y confiabilidad tanto en los productos como en la empresa, origina la implementación de un sistema de control automatizado que buscara optimizar los tiempos de elaboración, garantizar la calidad de los productos y minimizar los problemas de paro.

Actualmente la industria ha ejecutado una serie de medidas entre ellas los cambios en los diseños de accionamiento eléctrico y automatismo eléctrico de los sistemas de mezclado de bebidas

Con el sistema se pretende mejorar en cuanto al control total del sistema, permitiendo así la activación y desactivación de la máquina, esto genera un ahorro de energía y a la misma vez una mayor vida útil a los equipos de los sistemas.

En el centro de documentación de la Facultad de Electrotecnia y Computación, no se encontraron temas sobre sistemas de control para tolva mezcladoras quedando libre para su investigación.

### III. Justificación

La Importancia de la investigación

**En lo tecnológico:** Este proyecto busca acercar al estudiante a una tecnología ofrecida por la industria para que tenga la oportunidad de manejar y conocer la arquitectura de la automatización, mediante el uso de software de simulación basadas en el trabajo interdisciplinar entre las carreras de Ingeniería Eléctrica, e Ingeniería electrónica.

**En lo científico:** Se propone una base que sirva para otros investigadores en el diseño de sistemas automatizados para tolva mezcladoras de uso industrial, y pueda mejorarse y estandarizar un proceso automatizado tecnológico con el avance de la tecnología.

**En lo social:** Se propone generar un proceso más óptimo de un sistema automatizado donde las pequeñas PYME puedan acceder al producto.

Con el fin de promover el legado de enseñanza y para contribuir a que el estudiantado posea las herramientas necesarias para una formación integral, una de las formas más eficientes en la consolidación del conocimiento es mediante la realización de un estudio teórico de la información con una posterior aplicación en la práctica de la misma.

El proceso es didáctico para el alumno permitiendo la observación de este comparado con la realidad, adoptando técnicas de automatización que permiten evaluar las condiciones del producto final mediante la simulación.

## **IV. Objetivos del Estudio**

### **4.1. Objetivo General**

- Diseñar un sistema de control que simule funcionamiento de una máquina tolva mezcladora de bebida mediante el uso del software CADE Simu para pequeñas PYME.

### **.4.2 Objetivo Específico**

- Estudiar la teoría sobre lo sistema de control para tolva mezcladora, así como los procesos que lo conforman.
- Describir los elementos de control y protección de sistemas eléctricos automatizados
- Crear el programa en el software CADE-Simu que represente el diseño del sistema eléctrico de control Tolva Mezcladora para su respectiva simulación.
- Elaborar el informe de la propuesta para presentar el control y el plano eléctrico de la maquina tolva mezcladora de bebidas.

## V. Marco Teórico

### 5.1 Tipos de mezcladores

#### **Mezcladores Móviles.**

Como se muestra en la imagen 1 consiste en una carcasa de diferentes geometrías ya sean cilíndricos, cúbicos o cónicos. La carcasa va montada sobre un eje que al rotar sobre este se genera el mezclado. En la parte superior de la carcasa lleva una compuerta que sirve para el ingreso de las materias primas y por acción del volcamiento y la gravedad, el producto terminado salga a los recipientes para su dosificación. La velocidad de mezclado oscila entre los 300 y 1000 rpm dependiendo el tamaño, la forma del mezclador y el tipo de materias primas que se van a mezclar.



Imagen 1. Mezclador Cilíndrico

#### **Mezcladores de carcasa estacionaria.**

Son equipos donde la carcasa permanece estática, en su interior poseen una serie de elementos que ejecutan el mezclado como aire a chorro, cuchillas, tornillos o paletas.

### **Mezclador de cintas helicoidales.**

Como se muestra en la imagen 2 poseen una estructura central cilíndrica, dentro de la cual se encuentra un agitador de cintas, por lo general poseen dos cintas helicoidales en sentido contrario que están montadas sobre un eje que les dará el movimiento. La cinta externa produce un movimiento axial, y la segunda genera un movimiento radial. Al generarse estos movimientos se produce una turbulencia que lleva al mezclado de las materias primas.



Imagen 2. Cintas Helicoidales

### **Mezclador de tornillo sinfín vertical.**

Consiste en una carcasa cónica con un tornillo sinfín en su interior (imagen 3) que transporta las materias primas hacia la parte superior al generarse la rotación del sinfín las materias primas se mezclan y por acción de la gravedad caen a la parte inferior de la carcasa. Los mecanismos de mezcla son por convección debido al movimiento planetario y por difusión debido al sinfín. Posee una compuerta en la parte inferior para la salida del producto terminado.



Imagen 3. Mezclador de Tornillo sinfín

### **Mezclador de paletas.**

Como se muestra en la imagen 4 consiste en un recipiente cilíndrico vertical donde las materias primas son mezcladas por la acción de palas o paletas unidas a un eje rotatorio central.



Imagen 4. Mezclador de Paletas

### **Mezclador de tipo mural.**

Es un agitador que se encuentra fijo en la pared, consta de una moto reductora y un cilindro hidráulico que produce el movimiento del cabezal como se muestra en la imagen 5.



Imagen 5. Tipo mural

Mezclador con estructura móvil.

Es del mismo tipo del mezclador tipo mural su gran diferencia radica en la estructura que consta de unas ruedas (imagen 6) para su fácil desplazamiento.



Imagen 6. Mezclador con estructura móvil

Taladro Mezclador. Como se muestra en la imagen 7 es un taladro industrial al que por lo general se acopla el eje de mezclado, el acople se realiza como una broca normal.



Imagen 7. Taladro Mezclador

## 5.2 Sistemas de dosificación y mezcla

Los equipos de la actualidad, no manuales, utilizan distintos tipos de dosificadores dependiendo del producto que se trabaje. La función del dosificador es fraccionar de forma precisa y autónoma el producto en las cantidades requeridas en la mezcla. En la tabla 1 se describen los dosificadores de uso común. Estos dosificadores se pueden utilizar en forma independiente o conjunta dependiendo de los requerimientos de trabajo.

TIPOS	CARACTERISTICAS	APLICACIONES	IMAGEN
Dosificación por Gravedad	Consiste en un tanque donde se ubicara el líquido que normalmente es alimentado por un tanque principal, mediante un flotador que tiene en el interior se habilita o deshabilita la alimentación del mismo. En la parte inferior posee una llave de paso que es controlada por la envasadora, el cual permite el paso del líquido en el momento preciso. (ver figura 2)	Productos líquidos, agua, jugos, salmuera, vinos etc.	
Por Cinta Transportadora	Es accionada por un motor de velocidad variable y compuertas de regulación de caudal. (ver figura 3)	Aridos menores a 4mm, áridos ligeros	

Canal Vibrante	Está compuesto por una tolva vibratoria de acero y canales vibratorios grandes y pequeños que van dosificando el producto, continuamente una balanza, sincronizada automáticamente con cada ciclo de la máquina. (ver figura 4)	Partículas no homogéneas, caramelos, rocas, productos deshidratados	 <p>Figura 4 [2]</p>
Tornillo Sinfin	Dentro de la tolva se encuentra un tornillo sinfin que es controlado por la envasadora dependiendo del tipo de producto a dosificar y el gramaje del envase se ajusta a la cantidad de vueltas que el tornillo girara. (ver figura 5)	Productos en polvo, colorantes, pimienta, sal.	 <p>Figura 5 [2]</p>
Por Pistón	Este consiste en uno o más recipientes herméticos donde se ubica el líquido y mediante uno o más pistones del producto es desalojado del recipiente y llevado hacia un pico que se ubica en el interior de una bolsa. (Ver figura 6)	Productos líquidos y semilíquidos shampo, yogurt, grasa, agua, jugos, vinos etc.	 <p>Figura 6 [2]</p>
Volumétrico	El material se retiene en una tolva que alimenta un volumen constante en un tiempo preestablecido mediante la regularización de la velocidad del dosificador. El volumen del material se determina mediante la calibración. El proceso de la dosificación depende de la uniformidad del flujo y densidad del material. (ver figura 7)	Productos sólidos homogéneos, azúcar, garbanzo, productos de maíz	 <p>Figura 7 [2]</p>

Figura 8: Tipos de dosificación

## **Sistemas de Mezcla**

El mezclado es el proceso según el cual varios ingredientes se ponen en contacto, de tal forma que al final de la operación se obtenga un sistema homogéneo, bajo este nombre se agrupan todas las actividades tendientes a producir un producto de buena calidad. Para diseñar o proyectar bien un mezclador hay que tener en cuenta no solo el elemento mezclador si no también la forma del recipiente.

Un elemento muy bueno puede resultar inútil en un recipiente inadecuado. Además, no debe perderse de vista el resultado exacto que se quiere alcanzar.

## **MANEJO Y TRANSPORTE DEL PRODUCTO**

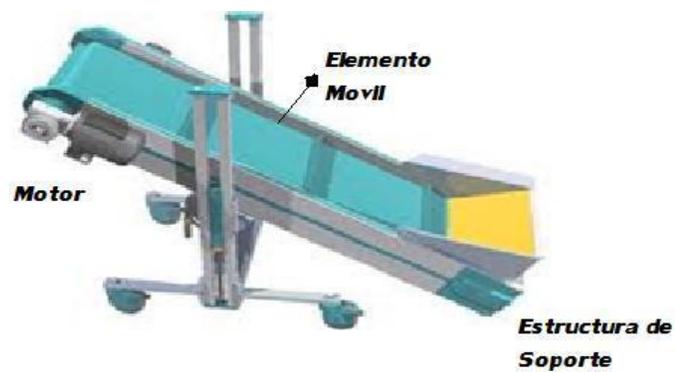
Estos dos conceptos se encuentran relacionados entre sí, ya que ambos tienen como objetivo el lograr un movimiento eficaz y eficiente de productos dentro del sistema de distribución física. El manejo de materiales es una actividad compartida simultáneamente con tres de las operaciones que integran la distribución física: almacenamiento, transporte y mezclado.

La naturaleza de los productos determina como tienen que ser manejados. En este sentido, las empresas cuentan con herramientas que permiten su mejor manipulación como cintas transportadoras, elevadores por cangilones y grúas etc.

El transportador es un elemento o maquinaria de carácter preferentemente electromecánico, destinado a trasladar productos o materias primas entre dos o más puntos, alejados entre sí, ubicados generalmente, dentro de una misma planta elaboradora. [7]

El uso de los transportadores se da mayormente en la minería, construcción, industria alimenticia, industria motriz entre otros. Existen varios tipos de transportadores y una variación de los mismos,

Por ejemplo, las cintas transportadoras están formadas básicamente por tres partes esenciales: Estructura de soporte, Elemento móvil. Y Motorización (si la hay).



## **5.3 Automatización**

### **¿Qué es la automatización?**

La automatización es: el proceso de mecanización de las actividades industriales para reducir la mano de obra, simplificar el trabajo, etc. Así se define a la automatización.

La automatización de los procesos industriales actualmente es una realidad, ya que las exigencias de hoy en día van más allá de sólo elaborar un producto. Los procesos deben ser capaces de abastecer a una gran población que exige calidad y economía en los productos que compra. Estas exigencias sólo se pueden lograr si los costos de producción son bajos, la producción es alta y existe un riguroso control de calidad en los productos desde la materia prima hasta el producto terminado.

### **5.3.1 Proceso de la automatización**

El proceso de la automatización constituye uno de los factores de aumento de la productividad y mejora de calidad, permitiendo así ahorrar tiempo y costos en la fabricación de un producto.

Los principales componentes de la automatización son los transductores y los captadores de información, los preaccionadores (relés, contactores etc.) y accionadores (motores, bandas transportadoras etc.), así como el tratamiento de la información.

## Modelo Estructural de un Sistema Automatizado

La importancia de un sistema automatizado y su estructura en el proyecto se fundamentan en el cumplimiento de unas funciones y la obtención de una productividad apropiada.

Por lo tanto, se hace necesario estudiar la calidad del producto según los requerimientos del operador, para así entender la relación entre la parte de mando y la parte operativa.

El modelo estructural de un sistema automatizado permite construir modelos de sistemas a partir de análisis de procesos y actividades que se ejecutan asociados al proceso. Este análisis depende de lo buscado por el operador o por el proceso a seguir o simular, para así obtener la comprensión completa y exacta del procedimiento.

La estructura de un sistema automatizado puede clasificarse en dos partes:

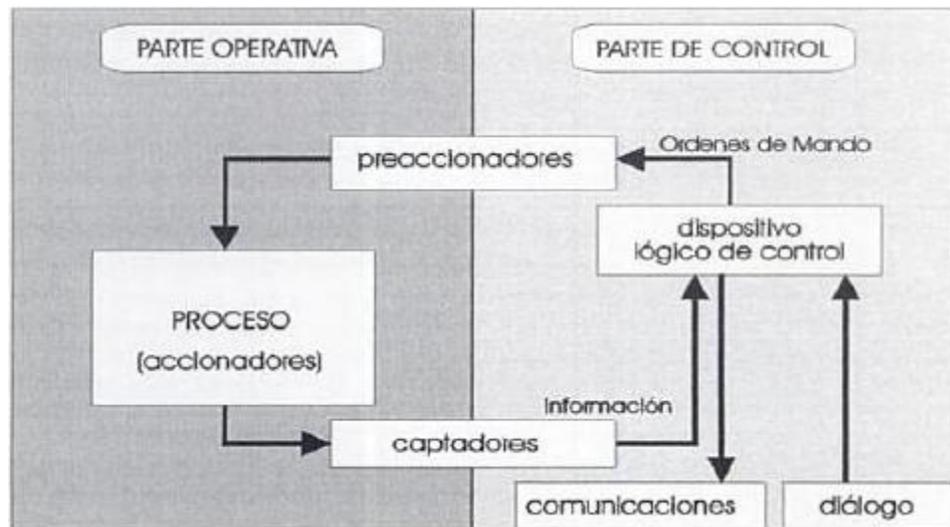
**Parte Operativa**, está diseñada para la realización de determinadas funciones de fabricación;

**Parte de Control o Mando**, es el dispositivo encargado de realizar la coordinación de las distintas operaciones encaminadas a mantener a la Parte Operativa bajo control.

En la Parte Operativa se logra un intercambio de información con la Parte de Control o mando. Dicho intercambio se establece a través de los captadores, transductores y los dispositivos de preaccionamiento.

A partir de los dos primeros se recoge información de los valores de las magnitudes físicas a controlar, así como sus cambios de estado, enviando dicha información a la Parte de Control para su tratamiento.

Después del tratamiento de la información se envían acciones de mando a través de los actuadores. En la figura se muestran el modelo estructural de un sistema automatizado para mayor entendimiento.



La automatización de un proceso industrial, implica la incorporación de un conjunto de elementos y dispositivos electrónicos que aseguren el control, esto es necesario en el proyecto para poder manejar la calidad del producto y poder tener así varios tipos de mezclas.

## 5.4 Fundamentos de control

Un moderno punto de vista de los sistemas de control es aquel que emplea retroalimentación para controlar un sistema sin importar los disturbios externos. Los sistemas de control hacen que otros sistemas hagan lo que nosotros deseamos que hagan, sin que nosotros tengamos que hacer todo el trabajo.

Esta es la razón por la que los sistemas de control son empleados alrededor de nosotros en la tecnología moderna.

Estos tienen una gran variedad de aplicaciones en una infinidad de campos, que, sin ellos, muchos de los avances tecnológicos actuales no serían posibles. Sistemas de control son encontrados en nuestras casas, autos, fábricas, telecomunicaciones, medicina, transporte, en el área militar y sistemas aeroespaciales por mencionar solo algunos.

### ¿Qué es control?

Un Sistema de Control es una interconexión de componentes con el objetivo de proporcionar una respuesta deseada del sistema. La base para el análisis de un sistema es el fundamento proporcionado por la teoría de los sistemas lineales, la cual supone una relación de causa-efecto para los componentes de un sistema. Por tanto, un componente o proceso que vaya a ser controlado puede ser representado mediante un bloque como el de la figura



**Figura: Proceso a controlar**

Un sistema de control por medios automáticos en vez de humanos se conoce generalmente como automatización. La automatización es frecuente en las industrias química, automotriz, textil, papelera y siderúrgica, entre otras. Las máquinas automáticas se usan para aumentar la producción de una planta por trabajador, a fin de compensar los salarios crecientes y los costos inflacionarios. Por esta razón, las industrias están interesadas en la productividad de sus plantas por trabajador.

### **Motores eléctricos monofásicos y trifásicos**

Los compresores de refrigeración y la mayor parte de los demás equipos del circuito, como bombas y ventiladores, son movidos por motores de corriente alterna (CA).

Los motores de corriente directa (CD), se usan ocasionalmente en lugares apartados donde se dispone solamente de corriente directa. Para los motores de corriente directa, su principal aplicación tiene lugar en los dispositivos de control de operación, en donde se utilizan modelos pequeños especiales.

La ventaja de los motores de corriente directa, es que se puede ajustar la velocidad de trabajo solamente con ajustar la tensión eléctrica. Sin embargo, estos motores tienen un diseño más complejo, pues requieren de partes fijas como cepillos para transferir la energía a sus partes móviles, y de un conmutador para invertir la corriente constantemente, los cuales se desgastan constantemente por acción de la fricción.

A diferencia de un motor de corriente directa, los motores de corriente alterna son más baratos de fabricar, funcionan a velocidades fijas y son compatibles con la mayor parte de equipos que cuentan con una fuente de

alimentación de corriente alterna. En este capítulo, sólo se describirá los motores de corriente alterna, por su mayor uso en la refrigeración industrial.

## **Tipos de motores**

Los motores de corriente alterna se clasifican como monofásicos o polifásicos (de fase múltiple), también como herméticos o no herméticos. Los motores monofásicos se construyen para utilizar una fuente de corriente monofásica; la mayor parte de los motores polifásicos son trifásicos, y se diseñan para utilizar corriente trifásica.

### **➤ Motores Monofásicos**

Los motores monofásicos se construyen por lo común para ser utilizados con corriente de 110 V ó 220 V, y son operados en una frecuencia de 60 Hz. Un motor eléctrico opera bajo el principio de convertir energía eléctrica en energía mecánica, producida en forma de rotación.

Se construyen para ser alimentados con sólo una fase y existen varios tipos que se diferencian según el modo de arranque.

### **➤ Motores Trifásicos**

Operan con el mismo principio que el de los motores monofásicos, sin embargo, como cada una de las fases está separada  $120^\circ$ , existe un par de arranque y no se necesitan dispositivos para el arranque. El motor trifásico puede estar embobinado ya sea en estrella o en delta, dependiendo del voltaje en servicio.

## Elementos del sistema automatizado

### A. Protección contra cortocircuitos

El circuito de protección contra cortocircuito tiene como objetivo garantizar la seguridad del sistema en caso de un funcionamiento incorrecto de los equipos, dispositivos del módulo para laboratorio, conexiones incorrectas durante la realización de las prácticas etc. El dispositivo a proteger al módulo de laboratorio es el breaker automático que brinda las siguientes características:

- Diseño con protección contra contacto accidental.
- Diseño con limitación de energía que protege mejor durante el cortocircuito a los componentes instalados.
- Accesorio de fácil montaje en campo.
- Válido para tensiones de CA y CD en un sólo dispositivo.



Figura 7: Breaker automático.

### B. Guarda-motor

Para la protección del motor se instaló un guarda-motor que es un disyuntor magneto-térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos.

Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobrecargas transitorias típicas de los arranques de los motores. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores.

La característica principal del guarda-motor, al igual que de otros interruptores automáticos magneto-térmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase.

1. Protección contra sobrecargas.
2. Protección contra cortocircuitos.
3. Maniobras normales manuales de cierre y apertura.
4. Señalización.



Figura 8: Guarda-motor Siemens.

### C. Contactor

Aparato de conexión, con una sola posición de reposo, accionado a distancia y capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluidas las sobrecargas en servicio.

Está constituido por un circuito de mando, unos contactos principales y unos contactos auxiliares.



Figura 9: Vista de un Contactor Modelo Sirius del fabricante Siemens

El circuito de mando está formado por un electroimán con circuito magnético, con una parte fija y otra móvil y una bobina de excitación. Los contactos principales, son los encargados del corte y restablecimiento de la corriente en el circuito principal. Unos son fijos y otros móviles, sujetos mecánicamente al elemento móvil del electroimán. Deben tener gran resistencia mecánica para resistir muchas conexiones y desconexiones, y también alta conductividad, por lo que se recubren habitualmente con plata y níquel.

Los contactos auxiliares abren y cierran el circuito de mando actuando sobre la bobina del contactor. Los contactos auxiliares suelen ser normalmente abiertos, aunque pueden tener otras configuraciones, actúan igual que los contactos auxiliares, cerrando el circuito auxiliar cuando se cierra el circuito principal.

#### D. Interruptor magnetotérmico

Aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales, así como de establecer, soportar durante un tiempo y cortar corrientes de corto circuito. El interruptor automático está constituido principalmente por las siguientes partes:

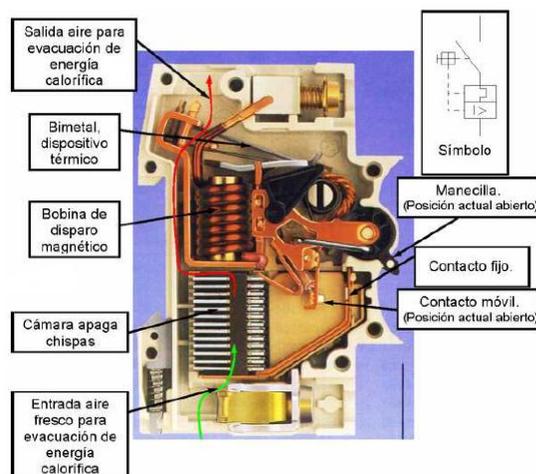


Figura 10: Sección lateral de un Interruptor Magnetotérmico (Fuente: Imagen de José Manuel Pérez)

Son aparatos modulares, pueden tener de uno a cuatro polos: unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares. Tienen incorporados un disparador térmico y otro magnético, que actúan sobre un dispositivo de corte. El disparador térmico, consta de una lámina bimetálica, que, al calentarse por encima de una determinada temperatura, sufre una deformación y provoca la apertura de un contacto, dejando el circuito abierto.

Este comportamiento se produce en base al efecto Joule por el cual, la temperatura de esta lámina esta proporcionalmente ligada a la corriente que la atraviesa, por lo que se pretende limitar la corriente de funcionamiento del circuito a proteger aguas abajo. Este sistema se utiliza para detectar sobrecargas

### E. Interruptor diferencial

Se trata de un aparato mecánico de conexión, que actúa interrumpiendo el paso de la corriente al circuito que protege, cuando detecta que la diferencia entre la corriente de entrada y la de salida superan un valor límite.



Figura 11: Imágenes de los interruptores diferenciales de dos y cuatro polos

(Fuente: ABB [17]).

Se utiliza cuando el neutro está unido directamente a tierra y está constituido esencialmente, por un núcleo magnético, bobinas conductoras y bobina con dispositivo de corte.

Cuando la intensidad que circula por los dos conductores no es igual, por haber una fuga a tierra (IT), el campo magnético resultante no es nulo, induciéndose una corriente en la bobina del dispositivo de corte, el cual actúa interrumpiendo el circuito.

Se llama sensibilidad del diferencial a la mínima intensidad de corriente de fuga a tierra, para la que el aparato se desconecta. Se llaman de alta sensibilidad los interruptores diferenciales de sensibilidad menor o igual de 30 mA y de baja los de sensibilidad mayor de 30 mA.

## **F. Circuitos de paro de emergencia**

En el circuito de paro de emergencia, debe tener en cuenta ciertos factores, de los cuales se menciona a continuación:

- Cuando se pulsa un paro de emergencia, la máquina en cuestión no podrá ponerse en marcha al desenclavarla, sin pulsar un RESET por el operario.
- Las paradas de emergencia deben ser activadas mediante un pulsador de tipo seta situado a pie de máquina, y si procede, en un punto del camino lógico de evacuación.
- Debe poseer un sistema de enclavamiento mecánico, de manera que para desenclavar es necesario girarla.

Se recomienda que la parada de emergencia se instale respetando los anteriores puntos, y que esta actúe cortando la alimentación de un relé en el cuadro de control, que se mantendrá siempre activo por auto-alimentación en estado normal cuyo reinicio será posible con un pulsador de rearme de operario.

Este relé cortará la alimentación de maniobra o estará en el primer lugar de las seguridades mediante un contacto NA del mismo, y señalará el estado de parada de emergencia activada mediante un contacto NC.



Figura 12: Mando de paro de emergencia

### **Selector – luces piloto**

Los dispositivos de mando son de gran importancia para la comunicación persona-dispositivo en el área de aplicaciones industriales. El selector de tres posiciones que será utilizado, está montado al final del panel, proporcionando el mando de la energía al módulo. En la parte inferior se encuentran las luces piloto que nos sirve de señalización, es decir, en el momento de accionamiento se encenderá la luz de color verde que nos indicará el paso de energía al módulo.

En el campo industrial podemos ver que los selectores se hallan montados en pletinas de conmutación, paneles de control, por ambas manos, en la manufactura de ascensores y en las plantas de manejo de materiales, incluidas cintas transportadoras. El accionamiento manual de los dispositivos empieza operando secuencias y procesos funcionales, o sirve para conducir éstos a un final.



Figura 13: Selector de tres posiciones



Figura 14: Luz piloto

### **G. Sensor de proximidad.**

Un sensor se define como un dispositivo que proporciona una información legible sobre una variable física del sistema. Los sensores de presencia nos permiten detectar si un objeto está en una posición determinada o cerca de alguna zona, son sensores todo o nada y tienen dos formas de configuración, normalmente abierta y normalmente cerrada. De esta manera un sensor con configuración normalmente abierta, cerrará su conexión cuando detecte el paso de objetos, proporcionando una señal lógica y no hará nada en ausencia de los mismos.

Por otro lado, un sensor con configuración normalmente cerrada, proporcionará una señal lógica siempre y cuando no se detecten objetos y abrirá su contacto dejando de emitir la señal cuando detecte el paso de los mismos.

Podemos clasificarlos en:

- Sensores de contacto: Electromecánicos.
- Sensores de proximidad: Inductivos, Capacitivos, Ópticos, Ultrasonidos, Reed.

Todos los sensores se pueden clasificar según el tipo de señal de salida, esta puede ser analógica o digital, según la magnitud física a detectar, posición, velocidad, nivel, temperatura, fuerza, etc. También se puede clasificar según el parámetro variable, resistivo, capacitivo, inductivo, piezoeléctrico, etc...

Las características principales de un sensor son el rango de medida, la resolución, la precisión, la repetición, la curva de calibración, sensibilidad, linealidad, histéresis, velocidad de respuesta y errores.

## 5.5 Simulador Cade-Simu

CADE-SIMU es un programa de edición y simulación de esquemas de automatismos eléctricos. No tiene instalador, se trata de un archivo en formato .ZIP que debe descomprimirse en cualquier carpeta y haciendo doble clic en el ejecutable, basta para que funcione. Además, solicita una clave de acceso.

Los nuevos diseños eléctricos elaborados se guardan por defecto con la extensión. CAD, debemos siempre ejecutar el programa y después abrir el archivo que deseamos editar, no utilizar el doble clic sobre el archivo.

### Interfaz del Programa CADE-SIMU

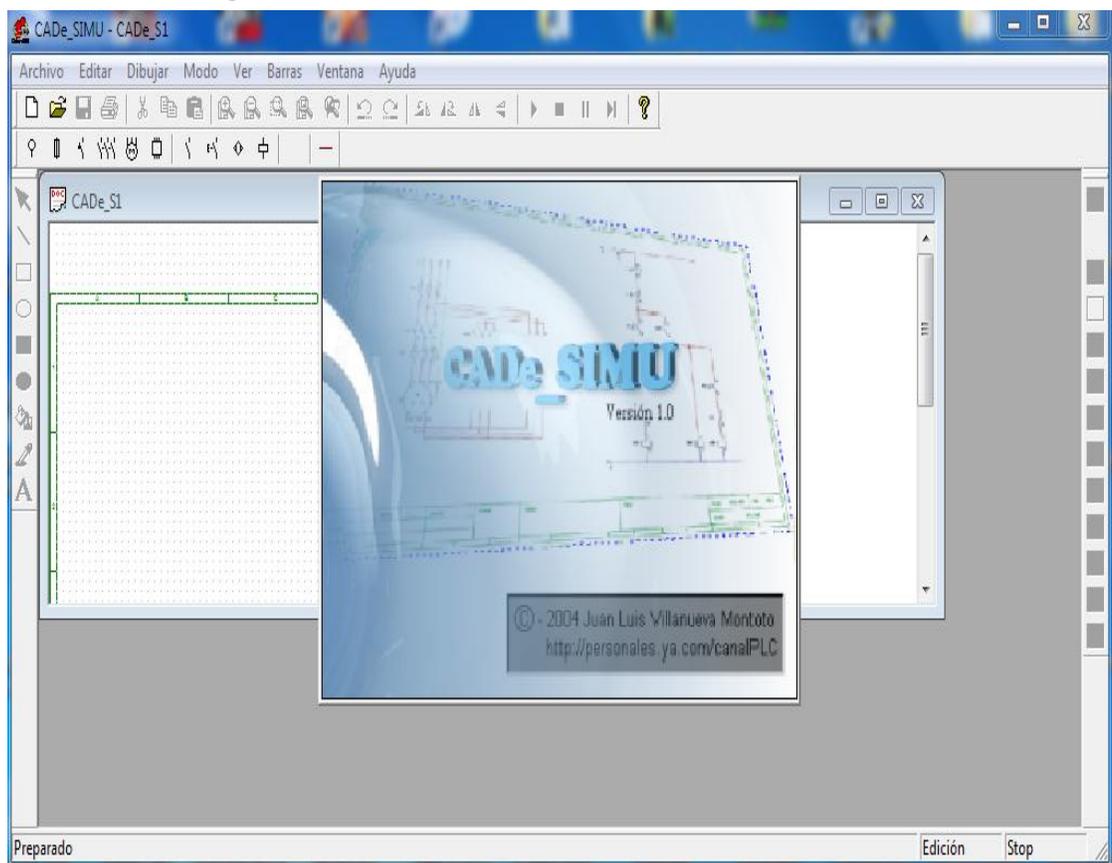
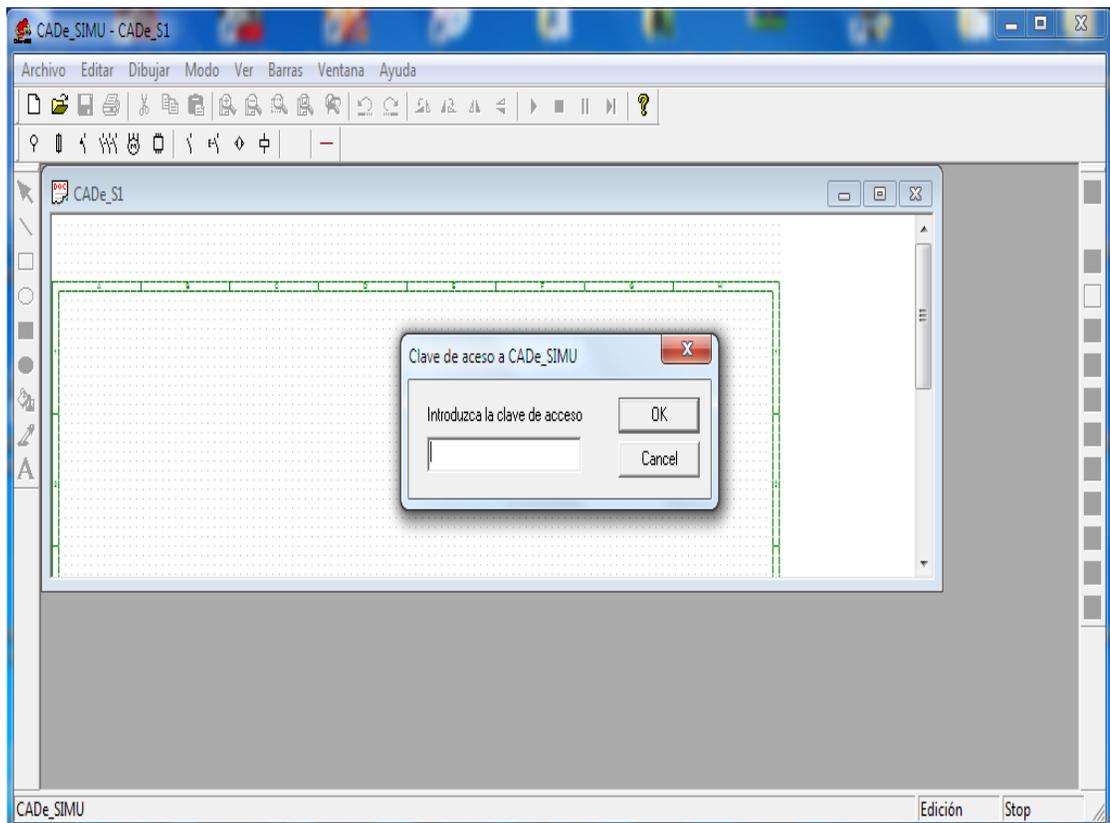
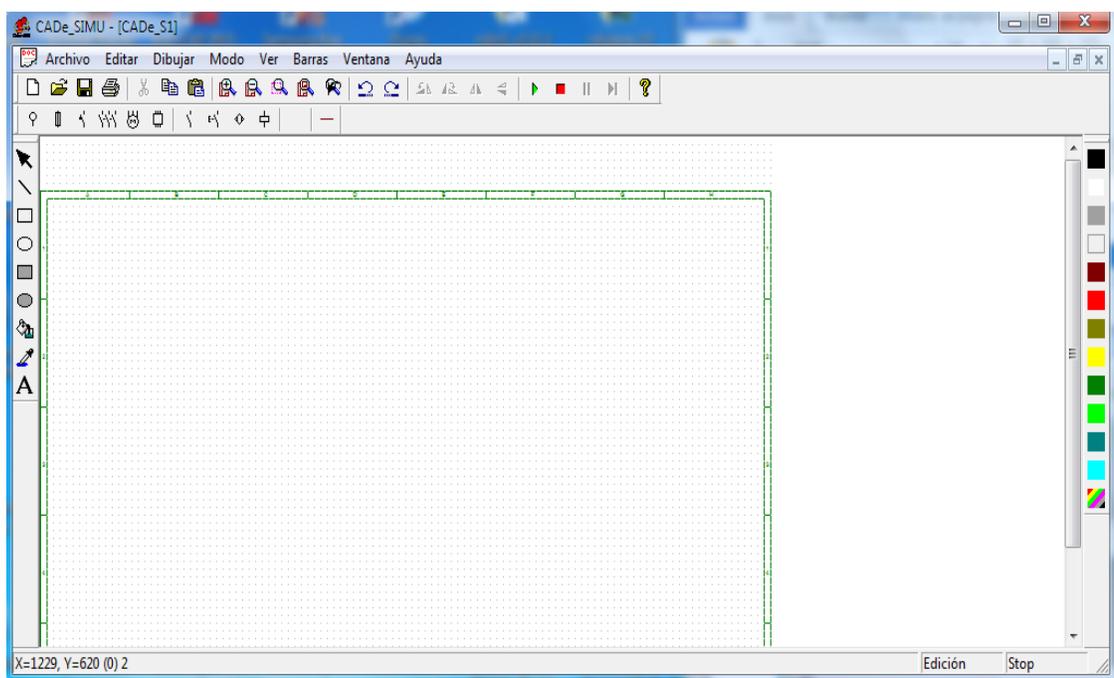


Figura : Interfaz del programa CADE-SIMU

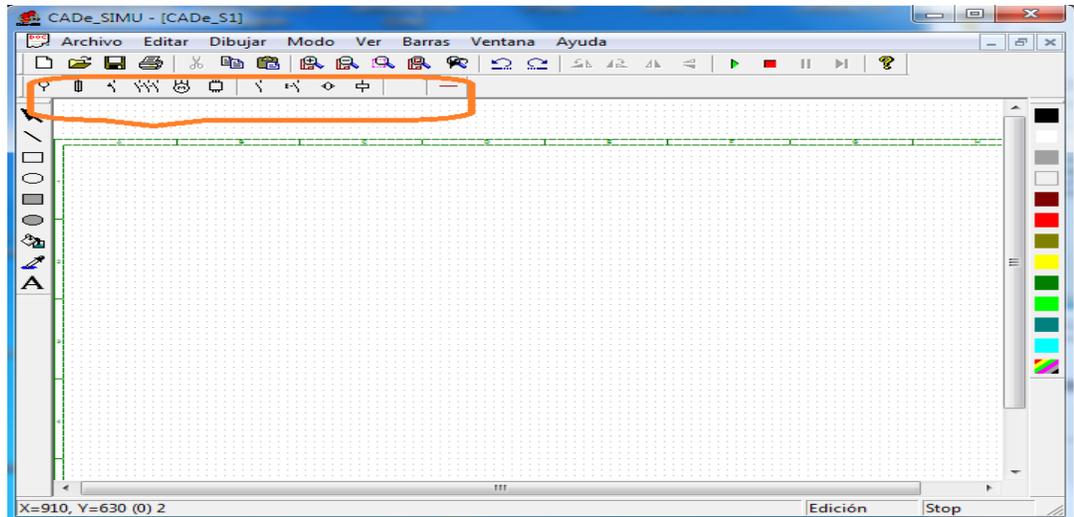
Inicio del programa , introducir clave 4962 ( Importante si no introducimos clave no permitira guardar el programa diseñado.



Listo para editar o simular el automatismo electrico de la maquina

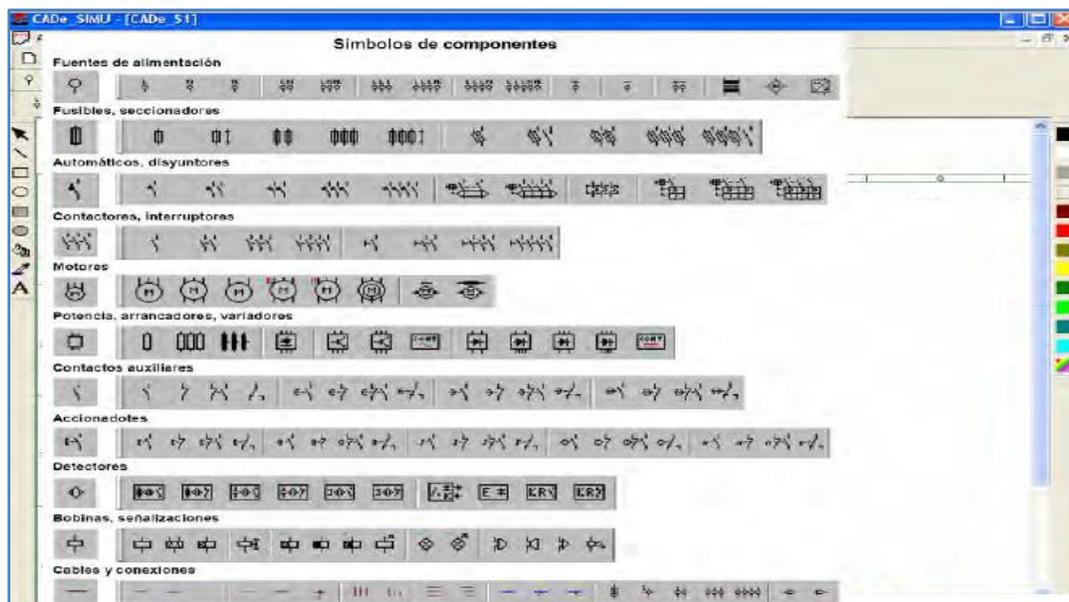


En la sección seleccionada tendremos distintos componentes agrupados por categoría. Al pulsar sobre ellos se desplegarán en la parte inferior los distintos símbolos de los elementos de cada categoría.

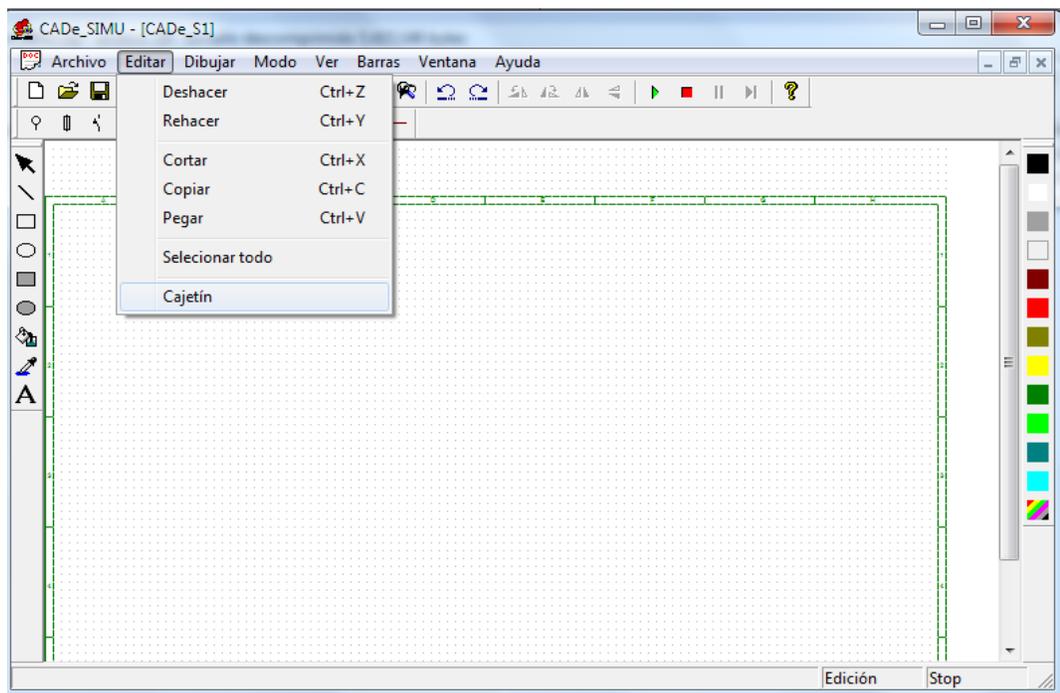


Las distintas categorías podemos verlas desplegadas en la página siguiente. Pasando el cursor por encima del componente, nos aparecerá una descripción del mismo. Para insertarlo, bastará con pulsar sobre el y desplazar el cursor hasta el área de dibujo.

### Simbolos de componenetes



En el Menu de edicion podemos insertar los datos del esquema del cajetin.



Este programa simula el funcionamiento de los esquemas , es necesario alimentar y conectar correctamente todos los componentes àra que la simulacion funcione de forma adecuada.

El marcado de los componenetes es muy importante , ya que todo lo que este identificado con el mismo nombre actuaran de modo simultaneo.

Se selecciona cada componente y se situaran en la zona donde lo queramos insertar , despues se identificaran en el esquema.

## 5.6 Grupos motrices

El grupo motriz de una banda transportadora es uno de los componentes más importantes de la misma. De la adecuada elección de los elementos que la forman, depende la seguridad de funcionamiento y la vida de la banda. La forma en la que se efectúa el arranque influye en la vida y comportamiento de los componentes del grupo motriz, y así mismo en la vida de la banda, tambores y rodillos. También afecta al comportamiento de la banda en las curvas verticales, recorrido de los tambores tensores y a la pérdida de fricción en el tambor motriz.

Los componentes del grupo motriz, señalados en el orden de entrada a salida del movimiento son:

- Motor eléctrico.
- Acoplamiento de alta velocidad, puede ser elástico o fluido.
- Acoplamiento de baja velocidad.
- Dispositivo anti-retorno.
- Freno.

El motor, el reductor y el freno, están unidos a una bancada. En motores de potencias pequeñas, el motor y el reductor forman una sola unidad, suprimiéndose así la bancada.

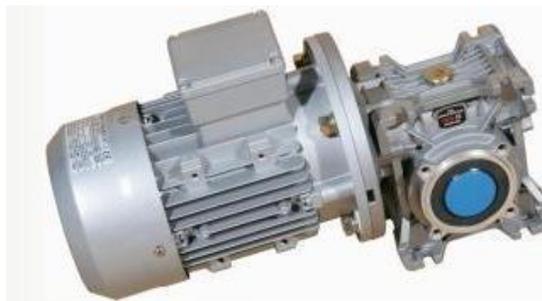


FIGURA: Grupo motriz, reductor clásico

## - **Motor eléctrico**

### **Potencia**

La primera condición al elegir un motor, es que la potencia del mismo sea al menos igual a la potencia requerida en el eje de salida del reductor, dividida entre el rendimiento del mismo. En los casos en que existen posibilidades de sobrecarga de larga duración o no se tenga seguridad en el valor de la potencia calculada, hay que multiplicar ésta por un factor de servicio, con el fin de tener en cuenta estas circunstancias. En potencias grandes, en las que el paso de un tamaño de motor al inmediato supone un incremento importante del coste, debe tenerse muy en cuenta la elección del factor de servicio adecuado.

Desde el punto de vista del arranque, la elección de un motor sobredimensionado no es buena, al existir pares de arranque elevados y por tanto grandes aceleraciones si el arranque se efectúa de forma directa. Las potencias indicadas en la placa de características de los motores, son las disponibles en el eje de los mismo, para un trabajo continuo y manteniendo una temperatura estable.

### **Velocidades**

La velocidad nominal de los motores empleados en las cintas es generalmente de 1500 r.p.m. (motores de 4 polos), funcionando en vacío. Cuando funcionan a su nominal, la velocidad se reduce de acuerdo con la curva par – velocidad. Esta reducción se expresa en tanto por ciento de la nominal, y es del orden del 2 % para la potencia nominal.

### **Temperaturas**

La temperatura normal de funcionamiento es de 40º, para alturas sobre el nivel del mar de hasta 1000 m. Para alturas superiores.

## - Tipos de motores

Los empleados en cintas transportadoras generalmente son:

- De corriente alterna:
- De jaula de ardilla, que es el más empleado.
- De rotor bobinado.
- De corriente continua, mucho menos empleado.

El tamaño de carcasa designa la distancia expresada en mm, entre el eje del motor y la base de asiento del mismo. La norma HD 231 de CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica), indica cual es la correspondencia entre los tamaños de motores de 4 polos (1500 rpm), y las potencias de los mismos expresados en Kw. A continuación, en la Tabla se expone la relación entre la potencia y el tamaño de la carcasa.

Tamaño de la carcasa / Potencia del motor. Norma HD 213.

Tamaño carcasa [mm]	112	132	132	160	160	180	180	200	225	225	250	280
	M	S	M	M	L	M	L	L	S	M	M	S
Potencia [Kw]	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75
Tamaño carcasa [mm]	280	315	315	315	315	315	315	355	355	355	400	400
	M	S	M	L	L							
Potencia [Kw]	90	110	132	160	200	250	315	355	400	500	560	630

Tamaño De carcasa De motor / Potencia Motor.

## - Tensiones

En corriente alterna, las tensiones normales nominales a las que pueden conectares son:

220 V / 380 V, 380 V / 660 V.

230 V / 400 V, 400 V / 690 V.

La frecuencia en Nicaragua es de 60 Hz.

## - SERVOMOTOR

Un servomotor (o servo) es un tipo especial de motor con características especiales de control de posición. Al hablar de un servomotor se hace referencia a un sistema compuesto por componentes electromecánicos y electrónicos.

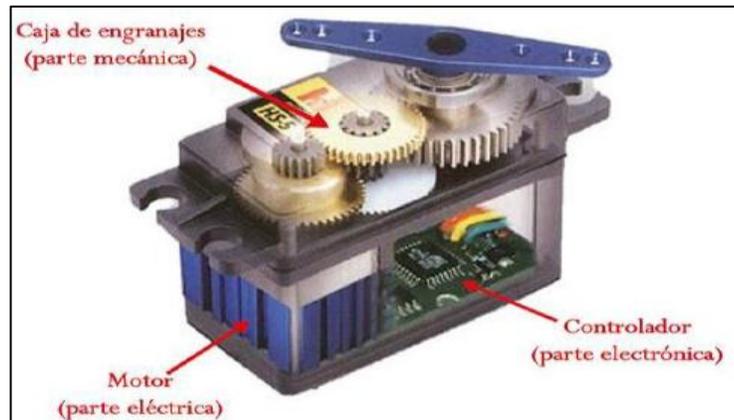


FIGURA: ServoMotor

El motor en el interior de un servomotor es un motor DC común y corriente. El eje del motor se acopla a una caja de engranajes similar a una transmisión. Esto se hace para potenciar el torque del motor y permitir mantener una posición fija cuando se requiera. De forma similar a un automóvil, a menor mayor velocidad, menor torque. El circuito electrónico es el encargado de manejar el movimiento y la posición del motor.

La presencia del sistema de engranajes como el que se muestra en la figura hace que cuando movemos el eje motor se sienta una inercia muy superior a la de un motor común y corriente. Observando las imágenes que hemos presentado nos podemos dar cuenta que un servo no es un motor como tal, sino un conjunto de partes (incluyendo un motor) que forman un sistema.

## **VI. Análisis y diseño del sistema de control de mezcladoras**

En este apartado se analizará el sistema eléctrico operante en los mezcladores de material en plantas industriales., así como las alternativas de mejoramiento, su diseño y desarrollo, basado en un sistema automatizado mediante accionamiento eléctrico o PLC. Todo esto en base a la reutilización de la mayoría de equipos, y en un desarrollo paralelo para no ocasionar paradas operativas.

### **Levantamiento eléctrico**

Para el inicio de cualquier intervención en un sistema eléctrico o afín, es primordial conocer el funcionamiento previo del equipo o proceso productivo y las variables de proceso que intervienen en todas sus etapas, principalmente del sistema de control en el caso de tratarse de un sistema de automatización.

El conocer la maquinaria y el proceso completo garantiza el desarrollo del nuevo sistema será óptimo y acorde a lo requerido exactamente por la empresa.

### **Análisis del antiguo sistema de fuerza y control**

Analizando todo el proceso de una mezcladora ya sea por su operación técnica y su sistema de control se puede identificar los puntos críticos del proceso productivo. Con lo cual se puede verificar el estado real de las instalaciones eléctricas de fuerza y control.

Las mezcladoras poseen características de funcionamiento similares, pero existen diferencias determinantes como sus capacidades de carga, dispositivos instalados, equipamiento eléctrico y neumático, casa comercial de fabricación. Lo que los convierte en dos equipos de operación y funcionamiento diferentes.

En la actualidad existen etapas de control que son netamente electromecánicas las cuales generan un índice de confiabilidad muy baja y hace más susceptibles a los procesos dependientes de los mismos.

Previo al diseño del sistema de control se debe estudiar el funcionamiento actual del proceso y así poder definir las diferentes mejoras que se le puede dar al mismo.

Ejemplo de un Mezclador Zhanjiangang su fuente principal de alimentación está dada a 380VAC / 60 Hz, para la etapa de fuerza y 220 VAC/ 60 Hz para la etapa de control, 24 VDC para la alimentación de dispositivos de control y relés. Al igual que en el mezclador Plasmec (Mixer Plasmec”), la interfaz con el usuario se limita a elementos electromecánicos.

Existe un solo tablero de control, el cual controla el mezclador solamente, debido a que el envío y carga de resina desde la cámara se lo realiza desde el mezclador Plasmec, lo cual lo liga directamente en cuanto a la operatividad y lo hace dependiente de otro proceso. Entre los equipos que se encuentran operando se pueden anotar los siguientes:

- Válvula de descarga de resina de la tolva
- Motor principal Olla
- Válvula de descarga
- Motor enfriador
- Motor elevador del enfriador

La etapa de fuerza se basa en un sistema electromecánico al igual que en el mixer Plasmec, no así en el motor principal donde debido al tipo de motor (Dahlander), su potencia y la funcionalidad que presta en cuanto a las velocidades se requiere un arranque, por medio de autotransformador y 6 contactores.

## VII. Presentación de resultados

En esta metodología se hace un análisis del proceso que se realizó para el diseño eléctrico de una máquina mezcladora, automática, de materias primas para cualquier PYME, que se encargue de la elaboración y comercialización de productos líquidos y sólidos.

Basado en los sistemas de mezclado actuales se definió la metodología de diseño, se plantearon varias alternativas de automatización las cuales cumplían con los requerimientos y posteriormente se realizó la selección del diseño que más se acoplo con el resultado esperado (Se busco la mas económica).

Al seleccionar la alternativa se procedió al diseño eléctrico de la máquina, que se pueden utilizar para la fabricación y desarrollo de la mezcladora. Esto mediante la aplicación de los conceptos aprendidos durante la carrera y guiados por textos de diseño de máquinas y herramientas.

Para la parte de simulación, se utilizaron herramientas de software como CADE-SIMU y PC-Simu, para el diseño del diagrama de fuerza y mando. Se realizaron los planos correspondientes de cada etapa de control automático de la máquina mezcladora.

### **Procedimientos para el control de la mezcladora**

- *Primero*, debemos definir la relación entre los dispositivos físicos y las entradas/salidas.
- *Segundo*, con la ayuda del diagrama de control industrial realizamos las ecuaciones lógicas que establezcan las condiciones de movimientos.
- *Tercero*, diseñamos el esquema de mando y fuerza.
- *Cuarto*, Realizamos las simulaciones pertinentes que aseguren que el programa se ajusta a la descripción de funcionamiento dada.

El diseño es uno de los pasos más importantes para que la implementación sea acorde a lo planeado y se cumplan los tiempos de desarrollo del proyecto, el mismo que mejorara los componentes eléctricos vigentes en el nuevo sistema, todos enlazados eléctricamente en el tablero de control principal.

Primer proceso de bombas, envió de liquido

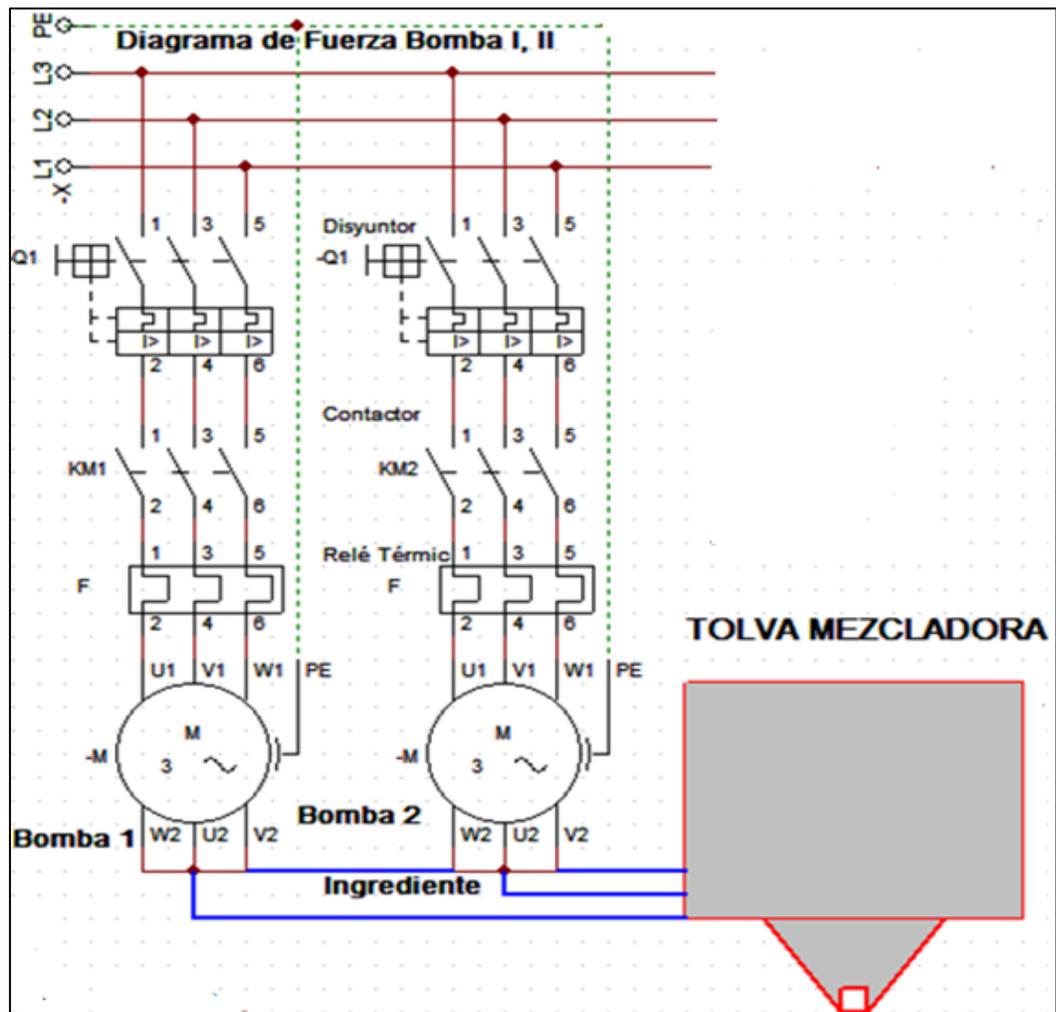
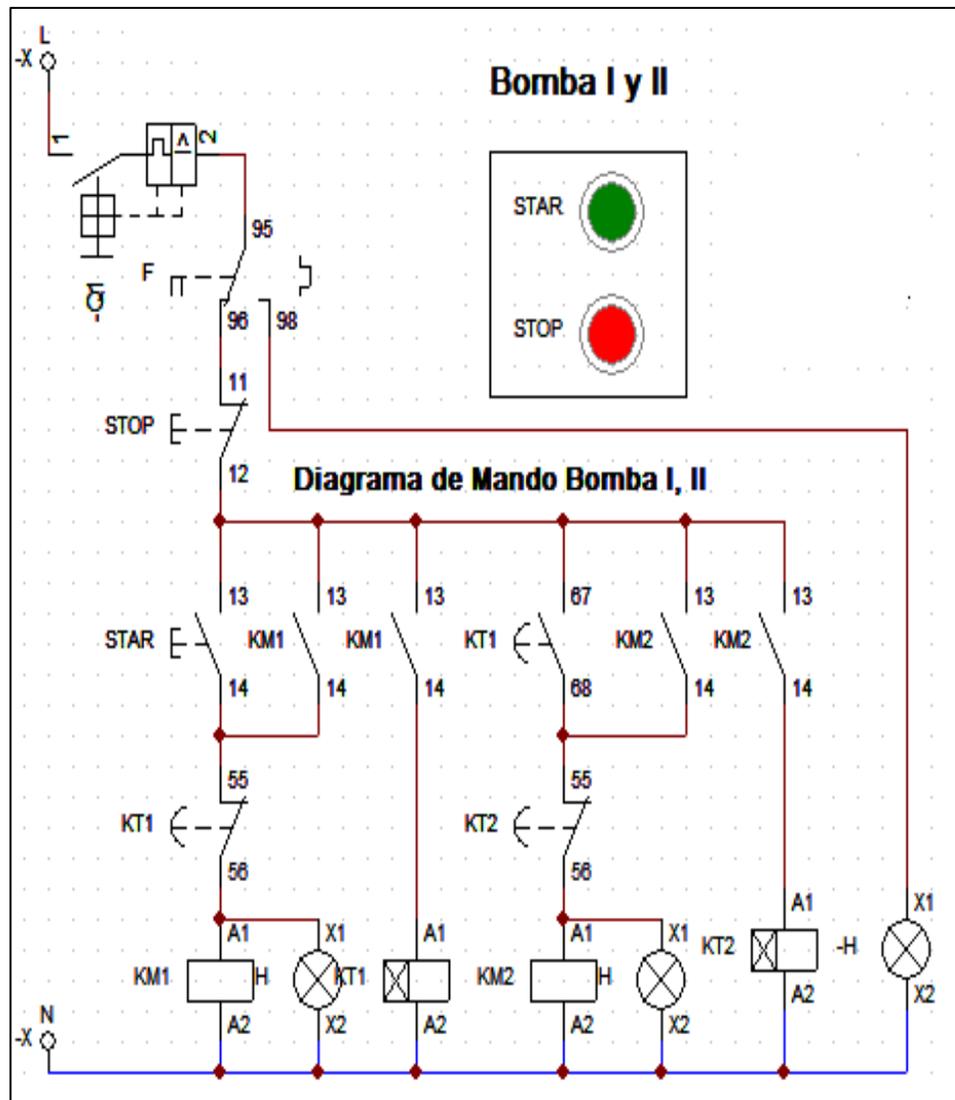


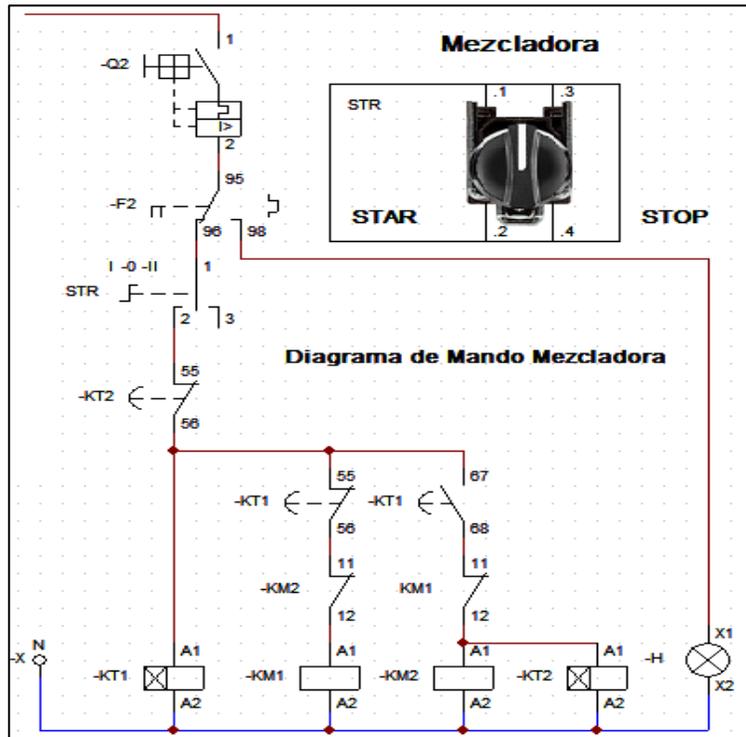
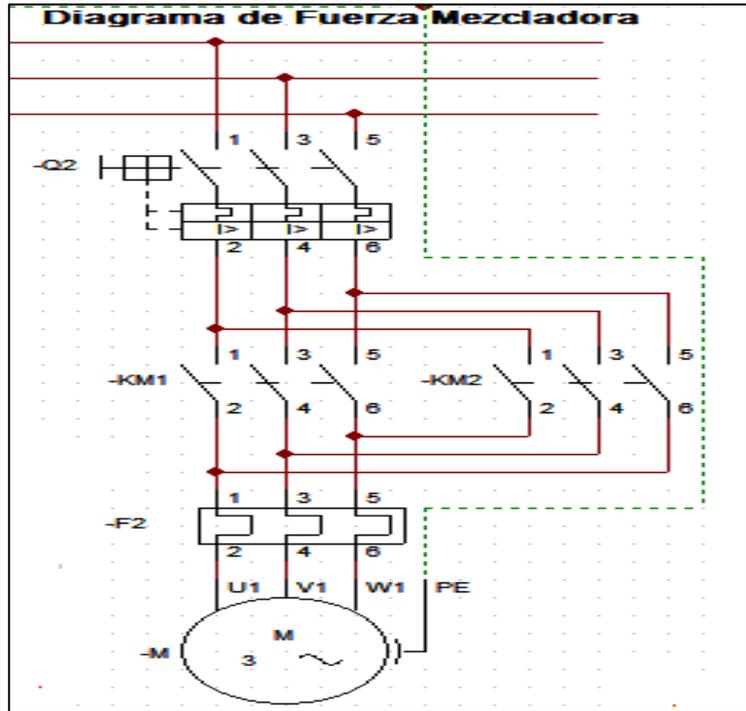
Diagrama de mando de la bomba I y la Bomba II.

Paralelamente al diseño de fuerza está el diagrama de mando que controla el encendido y apagado de ambas bombas.



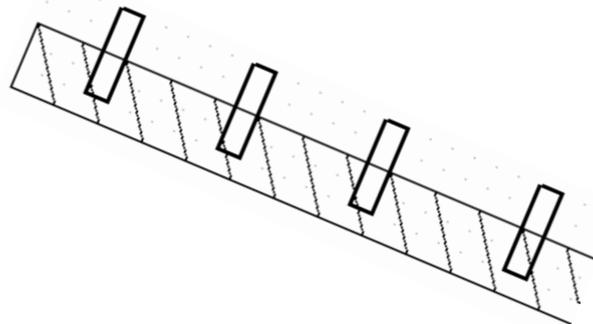
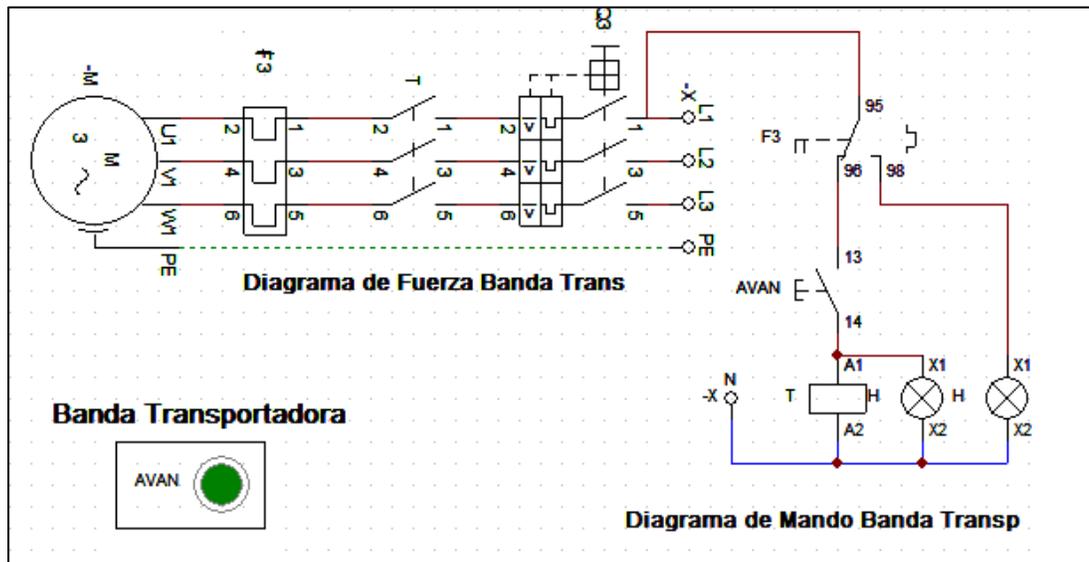
Una vez terminado el diseño del sistema de control (tablero principal de control), puede iniciarse las pruebas individuales para cada etapa del proceso.

Proceso de Mezcla



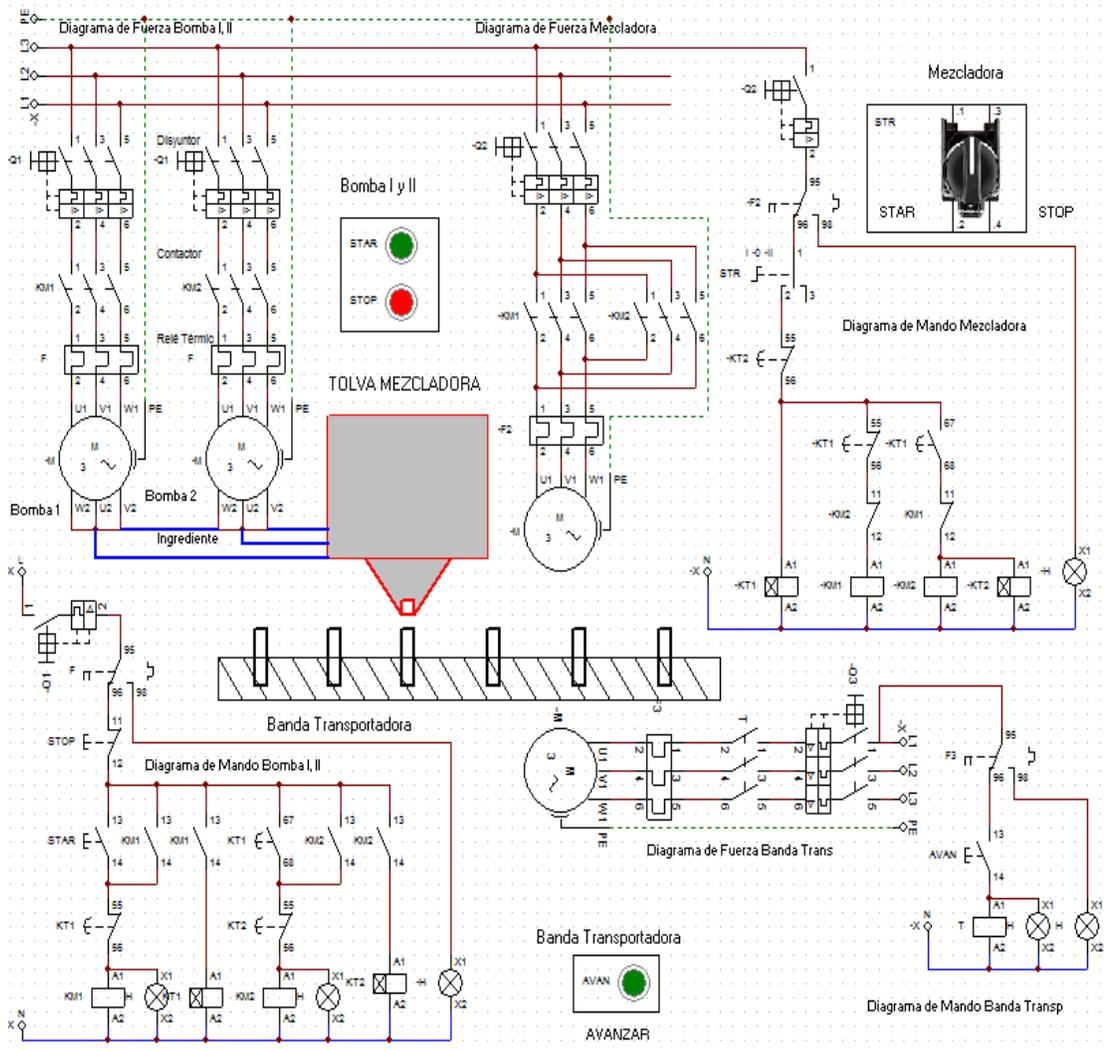
Una vez terminado el diseño del sistema de control (tablero principal de control), puede iniciarse las pruebas individuales para cada etapa del proceso

Proceso de banda transportadora



## Diagrama general

Para que el resultado final sea óptimo y de alta confiabilidad se desarrollan simulaciones paso a paso donde además de brindar seguridad operativa, permiten trabajar paralelamente al proceso e implementar el sistema de manera que no exista tiempos de parada extensos, sin afectar la productividad de la empresa. Entonces con el tablero de control listo se da inicio a las pruebas de simulaciones individuales y pruebas de comunicación. Si todas las pruebas han sido exitosas finalmente se inicia la puesta en marcha del sistema de la mezcladora y bien se puede llevar a cabo a una implementación.



## **VIII. Conclusiones**

El proyecto de tesis cumple con los objetivos planteados, diseñar el sistema eléctrico de control Tolva Mezcladora para su respectiva simulación.

Los procesos industriales deben prestar las facilidades necesarias para poder ser escalables, por este motivo se deberán seguir estándares para que de esta manera se puedan acoplar sin ningún inconveniente todas las etapas del proceso.

Se logro estudiar la teoría sobre lo sistema de control para tolva mezcladora, así como lo procesos que lo conforman.

Además, se realizó una descripción de los elementos de control y protección de sistemas eléctricos automatizados.

Posteriormente se creó el programa en el software CADE-Simu que representa el diseño del sistema eléctrico de control Tolva Mezcladora para su respectiva simulación.

Finalmente se elaboró el informe de la propuesta para presentar el control y el plano eléctrico de la maquina tolva mezcladora de bebidas.

## IX. Bibliografía

1. SABACA, Mariano (2006). Automatismos y cuadros eléctricos. McGraw Hill.
2. [14] Raúl Cobo, El ABC de la automatización, disponible en internet: <<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>>
3. OGATA, Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderna. Segunda Edición. Año 1996. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
4. Chapman, Stephen J. Máquinas Eléctricas. McGraw-Hill. 2005. Pág 382, 389, 452, 458.
5. ANONIMO, Mezclado de fluidos, recuperado del sitio web [http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mlci/mezclado\\_fluidos.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mlci/mezclado_fluidos.pdf)
6. ROLDÁN VILORIA José. Motores Eléctricos Automatismos de Control. Editorial Paraninfo. Madrid. 1989.
7. FITZGERALD A. E. Máquinas Eléctricas. Editorial Mc Graw-Hill. México. 1986.
8. BOCHEM, Tipos de agitadores, recuperado del sitio web <http://www.bochem.com/es/Informaci%C3%B3n+%C3%BAtil/Tipos+de+agitadores.html>
9. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CINTAS TRANSPORTADORAS [página de internet] En: [http://www.aloj.us.es/notas\\_tecnicas/Mantenimiento\\_de\\_Cintas\\_Transportadoras.pdf](http://www.aloj.us.es/notas_tecnicas/Mantenimiento_de_Cintas_Transportadoras.pdf)