

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN DEPARTAMENTO DE ELECTRICA

Tesis Monográfica para optar al Título de Ingeniero Eléctrico

Titulo

"Propuesta de diseño del control y accionamiento eléctrico de un sistema de inyección de bandeja con volteador utilizado en la industria arenas de Nicaragua"

Autores:

- > Br. Abdiel Josué Moreno Chavarría 2012-41376
- ➤ Br. Estefani de Jesús Rodríguez Ordeñana 2013-61533

Tutor:

Ing. Juan González Mena

Managua, agosto 2020

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Introducción	4
II.	Antecedente	6
III.	Justificación	7
IV.	Objetivos	8
٧.	Marco Teórico	9
5.1	Sistemas de control	9
5.2	Introducción a los accionamientos eléctricos	10
5.2.2	L Definición	10
5.2.2	2 Estructura de los accionamientos	. 11
5.2.3	s ventajas adicionales de los accionamientos	13
5.3	Variador de Frecuencia	14
5.4	Motores eléctricos monofásicos y trifásicos	15
5.5	Planos Eléctricos	18
VI.	Metodología de Trabajo	20
6.1	Recopilación de la información y trabajo de campo	20
6.2	Análisis de datos	20
6.3	Análisis de problemas potenciales	21
6.4	Búsqueda en el mercado local los equipos	21
6.5	Elaborar el informe del estudio para la implementación del sistema	21
VII.	Software libre Cadesimu	22
VIII.	Diseño propuesto de la lógica de la inyección de bandeja	27
8.1	Descripción del funcionamiento	27
8.2	Elementos para el diseño del tablero de control	33
1)	Tableros de control	33
2)	Elementos de control	34
8.3	Diseño del circuito de mando y fuerza	41
IX.	Conclusiones	43
Χ.	Bibliografía	44

LISTA DE ABREVIACIONES

VDF Variador de frecuencia

DDC Direct Digital Control

W Vatios

A Amperio

Ft Feet (Pie)

F Fuerza

N velocidad síncrona rpm

RP Revoluciones por minuto.

V Voltio

P Potencia

VCA Voltaje de corriente alterna

°C Grados centígrados

°F Grados Fahrenheit

Hz Hercio

Hp Horse Power (Caballos de Potencia)

I. Introducción

En la actualidad la industria de productos de la construcción ha tomado auge en nuestro país, una de las empresas más grande es **ANSA** del grupo Imisa la cual dedica a la explotación mecanizada de áridos para la construcción, (arenas, hormigón y tierras para relleno) estos productos han sido extraídos y utilizados desde la época de los 50. A través del tiempo la arenera más grande y líder del país ha logrado colocarse en un segmento de mercado muy bien establecido.

En la actualidad La Empresa Arenas Nacionales, S.A. posee una concesión minera con un área de 2,200 hectáreas aproximadamente, en donde se ubican los principales yacimientos de arena que abastecen a la ciudad de Managua y a los principales Departamentos de la región del Pacifico. La Arena Motastepe es utilizada de forma natural para la fabricación de prefabricados de concreto, así como agregado fino del hormigón, muy utilizado en las construcciones verticales del Departamento de Managua y sus alrededores. Ubicación de la Empresa Arenas Nacionales S. A. ver figura 1.



El presente trabajo monográfico está orientado a la propuesta de diseño, control y accionamiento de una maquina con sistema de inyección de bandejas. La máquina estará diseñada con sistema motriz con tracción a base de cadenas y sensores inductivos que permiten accionar temporizadores para los respectivos retardos de arranque de los motores.

Dentro de la gran variedad de sistemas que pueden involucrar a un sistema, se debe responder a las necesidades existentes en el accionamiento del sistema presentado, para mantener confiable el sistema de control de proceso (mediante la marcha y paro del sistema), reduciendo costos, eliminar errores de operación y modernizar el sistema, mediante el control y monitoreo semi automatizado.

El objetivo principal de esta tesis es presentar una propuesta del control del sistema eléctrico, dicha propuesta de automatización del sistema volteador de bandeja, se implementará con el fin de agilizar los procesos, proporcionando un sistema de supervisión y control semi automático. Como se observa en la figura 2.



Figura 2

La automatización en la actualidad es una disciplina que se ha desarrollado con una velocidad igual a la de la tecnología, la misma que tiene avances día con día; una de las razones por las que las industrias dudan mucho en automatizar sus procesos, es que los dispositivos que ofrecen este beneficio tienen costos elevados.

Por lo que tienen la necesidad de buscar alternativas que les proporcionen los mismos beneficios y características a un costo módico, la aplicación de sistemas semi automatizados en los procesos de la industria representa algunas ventajas para las empresas que deciden hacerlo una de ellas es el ahorro en el consumo de energía, el mismo que se ve reflejado en la economía de las mismas.

II. Antecedente

Los Inyector de bandejas con almacén de bandejas, suelen ser parte de una etapa de todo el proceso de elaboración de bandejas de bloques de concreto, en serie con otros dispositivos.

Este sistema mejorado de colocación de bloques y bovedillas para la formación de forjados, consiste en un conjunto formado por una pinza **volteadora** de bloques y bovedillas para formar conjuntos reticulados de bloques o bovedillas y depositarlos sobre un palet y por une carretilla electro-mecánica montadora de cada uno de los conjuntos o capas de bloques o bovedillas obtenidos con la pinza para la formación de un forjado.

Actualmente la industria ha ejecutado una serie de medidas entre ellas los cambios en los diseños de accionamiento eléctrico y automatismo eléctrico de las máquinas para elaboración de subproductos. Con el sistema se han mejorados los sistemas de producción de la misma, además el uso de variadores en motores de media potencia que arranquen con carga. A pesar de todos estos cambios el sistema de procesos sigue siendo muy pocos para mejorar los sistemas automatizados, por tanto, se necesita buscar nuevas alternativas de diseño eléctricos.

En el Centro de Documentación de la Facultad de Electrotecnia y Computación, no se encontraron temas sobre sistemas de control para inyección de bandejas con volteadores.

III. Justificación

Con la nueva propuesta de diseño del control y accionamiento eléctrico de un sistema de inyección de bandeja con volteador utilizado en la industria de concreto. Se benefician las empresas que elaboran productos prefabricados de concreto.

Se benefician los estudiantes y profesores ya que el resultado del estudio una vez desarrollado, puede ser el punto de partida para un próximo trabajo de tesis.

Para los usuarios esto ha sido un dilema ya que buscan un sistema de control integrado que sea versátil, adaptable, económico y capaz de ínter operar con otros sistemas de tal forma que no tengan que dependen de una sola marca o fabricante.

Se buscan establecer un diseño estándar de control y accionamiento que permita a todos los fabricantes ser más flexible entre sí y hablar el mismo lenguaje. Esto da como resultado un beneficio mayor que es la interoperabilidad.

Este trabajo pretende colaborar ofreciendo un control y accionamiento eléctrico para el inyector de bandeja con volteador que permitirá que sea más sencillo y rápido de diseñar e implementar en campo, así como más económico al usuario final.

IV. Objetivos

3.1 Objetivo General

Propuesta de diseño del control y accionamiento eléctrico de un sistema de inyección de bandeja con volteador utilizado en la industria arenas de nicaragua

3.2 Objetivo Específico

- Elaborar un diseño semi automatizado del diagrama de fuerza y mando para el control del sistema de inyección de bandeja.
- Evaluar los equipos e infraestructura localizados en la planta de concreto donde se va a implementar el proyecto
- Utilizar el software CADE_Simu para el diseño de sistema de inyección con volteador.

V. Marco Teórico

El control automático se define como el mantenimiento de un valor deseado dentro de una cantidad o condición, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla.[1]

5.1 Sistemas de control

Un sistema de control es un ordenamiento de componentes físicos conectados de tal manera que el mismo pueda comandar, dirigir o regularse a sí mismo o a otro sistema. [1]

Clasificación de lazo de control

Los sistemas de control se clasifican en sistemas de lazo abierto y de lazo cerrado; los cuales se definen a continuación

- UN SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO: Es aquel en el cual la acción de control es independiente de la salida.
- UN SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO: Es aquel en el que la acción de control es en cierto modo dependiente de la salida. [1]

LAZO DE CONTROL CERRADO

- Sensores de Nivel.
- · Transmisor.
- - Variadores de frecuencia
- - Relevadores de Control.
- Válvulas.

5.2 Introducción a los accionamientos eléctricos

5.2.1 Definición

Un accionamiento eléctrico es un conjunto de elementos mecánicos, eléctricos (de potencia), y electrónicos (de control), interconectados adecuadamente y alimentado desde un sistema eléctrico de potencia con el fin de obtener una respuesta mecánica controlada tanto en sus parámetros cinemáticos: [2]

- posición (x, θ)
- velocidad (v, Ω)

como en sus parámetros dinámicos:

- fuerza (f), par (T)
- potencia (P)

Los requerimientos que se exigen al sistema mecánico son de índole dinámica o de precisión: [2]

Requerimientos de índole dinámica:

- Control de aceleración
- Tiempos de respuesta cortos

Requerimientos de precisión:

- Mantenimiento de velocidad constante
- Mantenimiento de par a bajas velocidades
- Parada en posición

5.2.2 Estructura de los accionamientos

Las partes de que consta un accionamiento se representan en la Figura 3 continuación, comentamos brevemente cada una de las partes: [2]

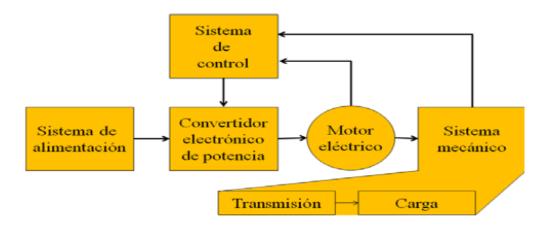


Figura 3

Sistema de alimentación: Suministra la potencia eléctrica necesaria tanto para todos los elementos eléctricos y electrónicos del accionamiento.

La alimentación puede estar disponible en DC o AC desde la red eléctrica, generadores aislados o baterías.

Motor eléctrico. Se encarga de poner en funcionamiento el sistema mecánico. Actualmente se puede usar cualquier motor industrial tanto de AC como de DC.

El estudio de los accionamientos eléctricos es fundamentalmente el estudio del comportamiento dinámico de los motores eléctricos.

Convertidor electrónico de potencia. Entrega al motor la energía eléctrica en la forma adecuada a la respuesta que se espera de éste. Su estructura en general es la de un convertidor electrónico que, según las características del motor y de la alimentación, pude ser AC-DC, AC-AC, DC-AC o DC-DC. [2]

En muchos casos son *reversibles* (permiten que el motor devuelva energía a la red, como en el caso del frenado regenerativo del motor).

Transmisión. Es el elemento que transmite la energía mecánica del motor a la carga. Puede ser directa (hay un eje común al motor y a la carga, como en el caso de un taladro), o indirecta (el motor se conecta a la carga a través de engranajes, correas, bielas..., como en el caso de un montacargas)

Carga mecánica. Es el elemento *contra* el que se realiza la fuerza o el par para realizar el movimiento. Puede ser pasiva (la fuerza o el par resistente es opuesto a la velocidad –taladro–), o activa (la fuerza o el par resistente tiene un sentido concreto, independiente del sentido de la velocidad –ascensor–).

Sistema de control. Se encarga de generar y entregar las órdenes de funcionamiento del accionamiento a partir de la información recibida de los sensores y de las consignas (manuales o programadas) que se le hayan dado. Se implementa con circuitos electrónicos de baja potencia (microcontroladores, circuitos lógicos,).

Sensores. Miden los parámetros de salida y entregan la información al Sistema de control. Pueden ser eléctricos (transformadores de intensidad, sondas Hall,), o mecánicos (tacómetros, finales de carrera, encoders,).

Pueden estar acoplados mecánicamente, o tomar la información a distancia (detector de proximidad, sensores optoelectrónicos,), en cuyo caso le llaman observadores. [2]

5.2.3 ventajas adicionales de los accionamientos

Además del beneficio de poder seleccionar el motor más adecuado a la aplicación que se trata de desarrollar, los accionamientos presentan otras ventajas tanto en la parte eléctrica como en la parte mecánica: [2]

En la parte eléctrica del accionamiento se consigue:

- Menor intensidad de arranque en el motor
- Mayor par de arranque
- Ahorro de energía
- Control del factor de potencia

En la parte mecánica se consigue:

- Control rápido y continuo
- Mando a distancia

5.3 Variador de Frecuencia

El sistema Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Adjustable Frequency Drive) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Ver figura 4.

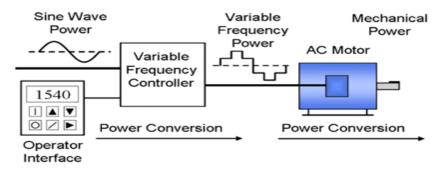


Figura 4

Cómo seleccionar VDF para mejorar control y eficiencia de los motores

Para seleccionar variadores de frecuencia es necesario considerar algunos consejos que permitan garantizar la inversión con el pasar del tiempo. Los avances en la tecnología de motores eléctricos de alta velocidad junto con las mejoras en el coste y el rendimiento de los sistemas VFD (variadores de frecuencia), hacen que el acoplamiento directo de un motor eléctrico sin engranajes a una bomba valga la pena considerar.

En general, un variador de frecuencia toma una fuente de alimentación de CA y la convierte en alimentación de CC. La parte de control de velocidad del variador usa el voltaje de CC para crear impulsos de CC en frecuencia variable para impulsar el motor de salida a velocidades diferentes a las 3.600 rpm o 1.800 rpm u otra velocidad, dependiendo del número de polos en los que el motor fue diseñado para funcionar. Una tensión de alimentación de 60 o 50 Hz AC.

5.4 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. [5]

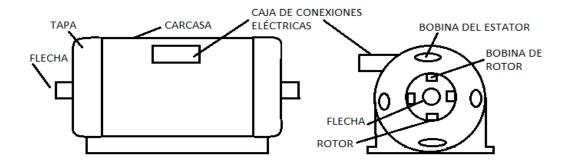
Tipos de motores

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.

Los motores herméticos, por lo general, tienen su carcasa sellada y una vez culmina su vida útil se desechan; por lo general se utilizan en refrigeradores. Los del tipo no

hermético, son los de mayor uso en la refrigeración industrial, su carcasa no está sellada y puede repararse en dado caso lo amerite la ocasión. En la Figura 9, se ilustra las partes más importantes de un motor de corriente alterna.

Figura 5: Componentes básicos de un motor de corriente alterna



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. Los de mayor uso son los siguientes:

- Fase dividida: tienen un bajo par de arranque y una eficiencia Relativamente baja. Se utilizan en refrigeradores domésticos equipados con tubo capilar.
- Fase dividida y capacitor permanente: se utilizan en unidades pequeñas y comerciales de aire acondicionado, donde no se requiera un par de arranque alto, pero se busca una buena eficiencia.
- Arranque por capacitor: se utiliza para desconectar el circuito de arranque cuando el motor alcanza su velocidad de operación.
- Trabajo por capacitor: es utilizado para obtener un alto par de arranque y una buena eficiencia del motor. [5]

Motores Trifásicos

Operan con el mismo principio que el de los motores monofásicos, sin embargo, como cada una de las fases está separada 120°, 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. Como se muestra en la Figura 6.

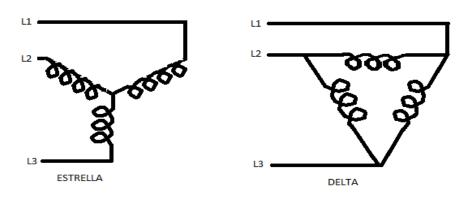


Figura 6: Arreglos de los embobinados en los motores trifásicos

Los motores de mayor uso en arreglos trifásicos, se pueden mencionar los siguientes:

- Motor de rotor devanado: se utiliza ocasionalmente para mover compresores de gran tamaño, cuando se necesita variar la capacidad de éstos mediante la variación de la velocidad.
- Motor síncrono: se utiliza ocasionalmente para mover compresores de gran tamaño, cuando se necesita variar la capacidad de estos, mediante la variación de velocidad, Sistema de soplado. [5]

Planos Eléctricos

La sistematización y clasificación de los planos eléctricos facilita el estudio y la diferenciación de los mismos.

Por principio, los planos, los diagramas y los esquemas eléctricos se dibujan en estado de reposo. Esto significa que se dibujan sin tensión aplicada o bien sin que circule la corriente y las piezas mecánicas sin accionar.[6]

Tipos básicos de planos:

- Plano general.
- De funcionamiento.
- De circuitos.

Plano general

Esta es la presentación más simple, por lo general unipolar o unifilar. Ver figura 7.

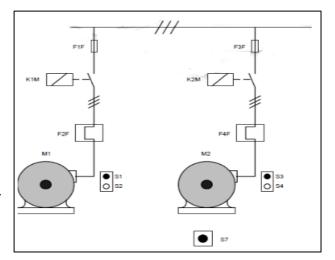


Figura 7

Plano de funcionamiento

Este plano es la presentación detallada en un solo plano de los circuitos principal y de mando de una conexión eléctrica. Ver figura 8.

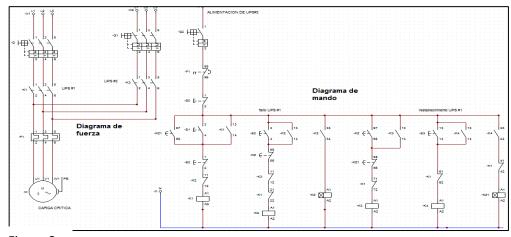


Figura 8

Plano de circuitos

Este plano es el más usado actualmente en la electrotecnia para la presentación de una conexión. Se divide en circuito principal o de potencia y en circuito auxiliar o de mando (circuito de mando y señalización, ver figura 9). [6]

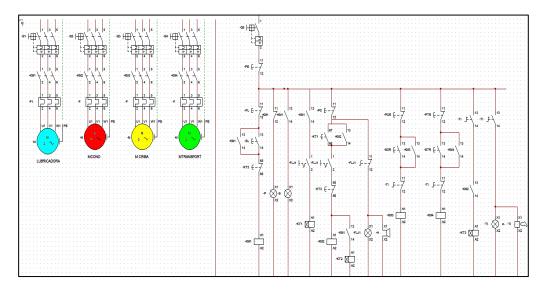


Figura 9

VI. Metodología de Trabajo

En esta metodología se hace un análisis del sistema de inyección de bandeja con volteador utilizada en una industria de fabricación de concreto prefabricado, sus diseños y características de los elementos constructivos, así como los recursos que necesita la empresa para la implementación del nuevo sistema para el control eléctrico de los sistemas de inyección de bandejas, criterios que se tienen que considerar para poder ser aplicados.

6.1 Recopilación de la información y trabajo de campo

El objetivo es identificar los aspectos de cada proceso durante la fabricación del bloque prefabricado, después el transporte en la banda y al volteador y por último la inyección al almacén.

Reducir la carga de su instalación permite que los sistemas existentes operen menos frecuentemente y que los nuevos sistemas se diseñen en un tamaño menor, disminuyendo así los costos operativos.

6.2 Análisis de datos

Una vez que la información ha sido recopilada en los pasos anteriores del estudio, la información deberá ser capturada y ordenada para proceder a su análisis, datos como:

- Funcionamiento del actual mecanismo.
- Elementos de seguridad y protección
- Gobierno del sistema

Con la finalidad de identificar las áreas de oportunidad para mejorar el proceso que ofrezca el cambio en el control sistema.

6.3 Análisis de problemas potenciales

Identificar cualquier problema potencial para adelantarnos a la falla y darle la solución más adecuada para evitar posibles paradas de la maquina innecesarias.

Realizar un diagrama de esfuerzos, que permita ver hacia dónde va el proceso, si está mejorando o empeorando

6.4 Búsqueda en el mercado local los equipos

De acuerdo a la teoría desarrollada y a las necesidades que presente la planta se necesita la búsqueda empresas distribuidoras de elementos (motores, contactores, térmicos, sensores etc.) para la evaluación de las propuestas, en cuanto a los siguientes aspectos:

- Soporte técnico
- Instalación del equipo
- Capacitación del personal en manejo, operación
- Costo

6.5 Elaborar el informe del estudio para la implementación del sistema

El paso final es el de preparar un informe que contenga las observaciones y conclusiones del estudio del uso e implementación del nuevo sistema de semi automatizado del inyector de bandeja.

VII. Software libre Cadesimu

Herramienta 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, ver figura 10.

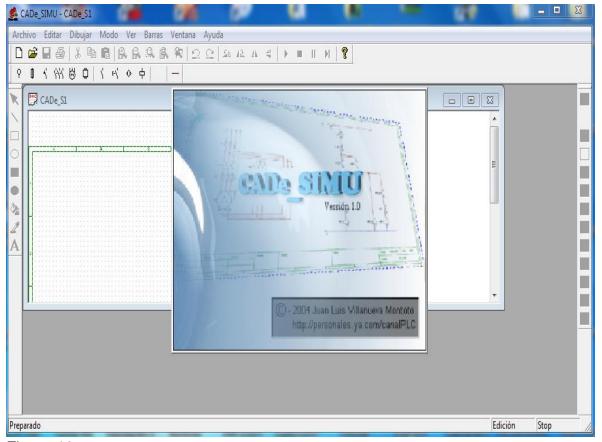


Figura 10

Inicio del programa, introducir clave 4962 (Importante si no introducimos clave no permitira guardar el programa diseñado. Ver figura 11.

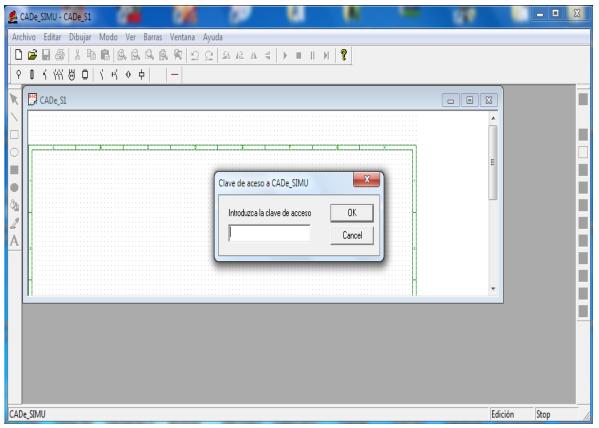


Figura 11

Listo para editar o simular el automatismo electrico de la maquina, ver figura 12.

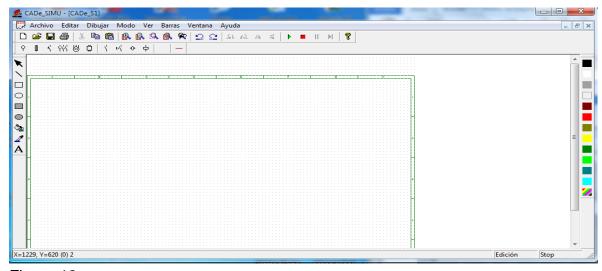
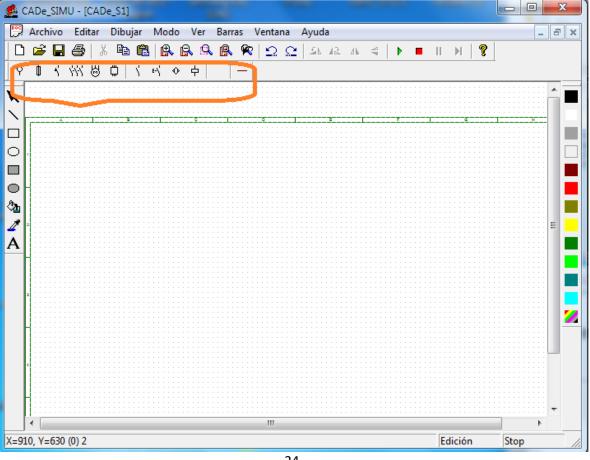


Figura 12

En la seccion seleccionada tendremos distintos componentes agrupados por categoria. Al pulsar sobre ellos se desplegaran en la parte inferior los distintos simbolos de los elementos de cada categoria. Ver figura 13



24

Figura 13

Las distintas categorias podemos verlas desplegadas en la pagina siguiente . pasando el cursor por encima del componente , nos aparecera una descripcion del mismo .

Para insertarlo, bastara con pulsar sobre el y desplazar el cursor hasta el área de dibujo.

Simbolos de componenetes, ver figura 14.

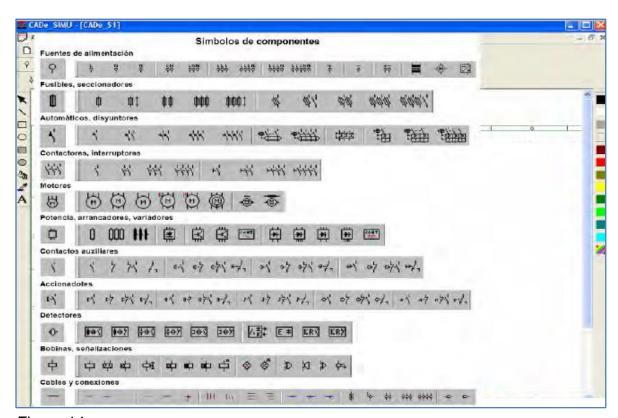


Figura 14

En el menu de edicion podemos insertar los datos del esquema del cajetin. Ver figura 15.

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.

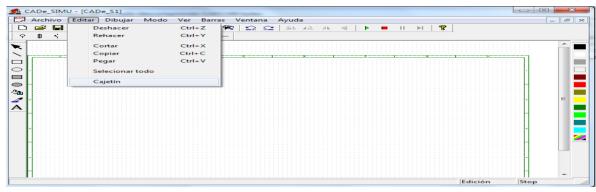


Figura 15

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.

En la figura 16 se muestra un ejemplo de un diseño electrico.

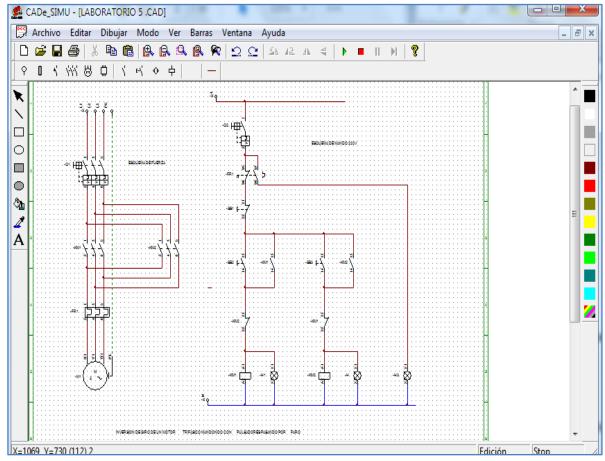


Figura 16

VIII. Diseño propuesto de la lógica de la inyección de bandeja

8.1 Descripción del funcionamiento

Es un sistema motriz con tracción a base de cadenas y sensores inductivos que permiten accionar temporizadores para los respectivo retardos de arranque de los motores. Figura 17

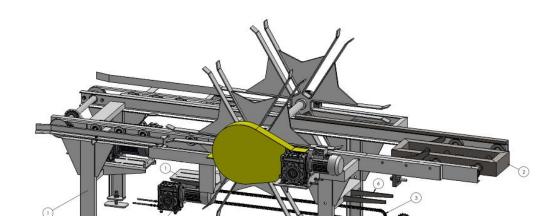
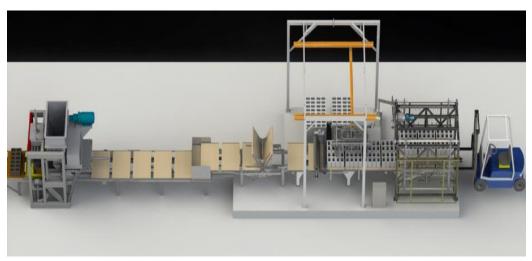


Figura 17

En el diseño actual propuesto se implementó un acoplamiento de dos máquinas para hacer una sincronización en las operaciones. Figura 18



Figuro 18

PASO 1:

 Al accionar el Selector «S1» arranca el motor «M1» que transporta la bandeja a través de una banda
 Figura 19

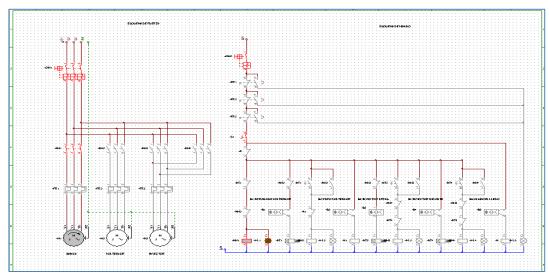


Figura 19

PASO 2:

 Una vez accionado «B1» este apaga el motor «M1» y acciona «KT1» temporizador que retarda el arranque de motor «M2» (Volteador de bandejas). Figura 20

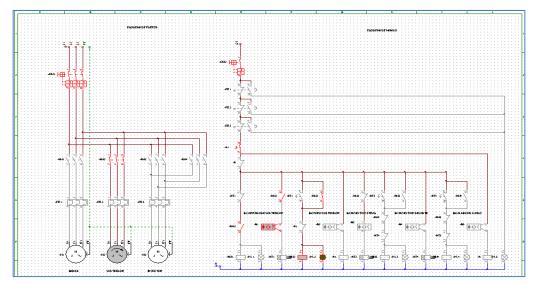


Figura 20

PASO 3:

 Al accionarse «B2» se detiene el motor «M2» y arranca el motor «M1» para el ingreso de la próxima bandeja. Figura 21

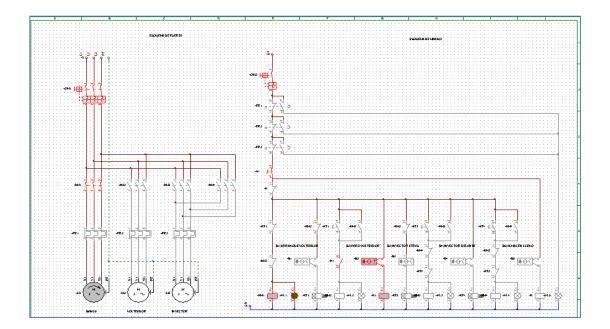


Figura 21

PASO 4:

 Una vez posicionado el inyector atrás (B3), arranca el motor «M3» e inyecta la bandeja hacia el almacén de bandejas. Figura 22

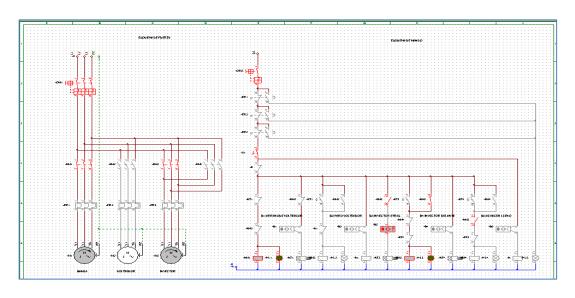


Figura 22

PASO 5:

 Una vez realizada la inyección delante, este proceso acciona «B4» para detener el motor «M3», acciona «KT4» (Retardo arranque atrás inyector) y

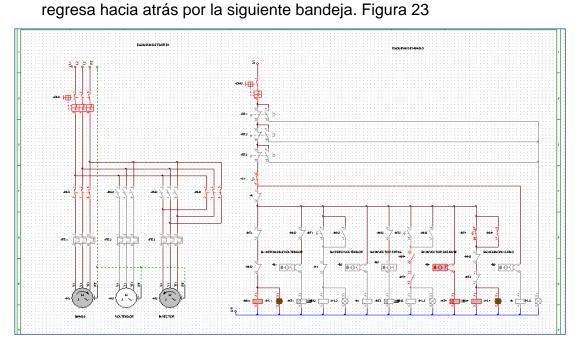


Figura 23

PASO 6:

 Cuanto el almacén de bandejas está lleno, se acciona «B5» y detiene el proceso de inyección mientras se libera. Figura 24

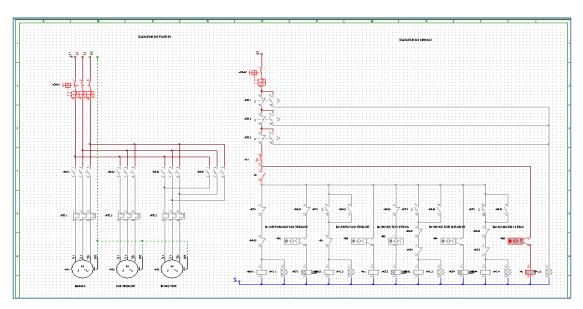


Figura 24

8.2 Elementos para el diseño del tablero de control

1) Tableros de control

Existen tableros de control industrial que son armados sin planos de montaje y sin diagramas de control dando problemas cuando presentan fallas difíciles de encontrar. En este capítulo se detalla cómo mejorar los tableros de control con planos de montaje y diagramas de control, así es fácil y cómodo encontrar alguna falla o daño de un elemento para reemplazar o corregir dicho problema.

Dentro del proceso de triturado de piedra es fundamental el control eléctrico, donde los tableros con elementos importantes como contactores, arrancadores suaves, variadores de velocidad y elementos secundarios como luces pilotos, pulsadores, relés auxiliares permitirán al operador de trituración manejar el proceso de trituración de piedra de una manera fácil y sencilla.

Estos tableros serán los encargados de controlar a los motores de la trituradora de piedra, los tableros deben ir en un cuarto con todos lo necesario para su funcionamiento por ejemplo: si es de clima cálido el ambiente de trabajo de los tableros eléctricos, estos deberán estar acondicionados por un aire acondicionado para evitar que los conductores eléctricos y demás elementos se sobrecaliente debiendo estos trabajar a una temperatura de ambiente especificada por el fabricante.

El diseño del tablero eléctrico de control debe ser ajustado para la operación de arranque de trabajo de los motores de la trituradora, con el objetivo de no detener el proceso de trituración de la piedra durante 12 horas continuas de trabajo.

Para el proyecto de diseñaran tableros de control eléctrico con sus respectivos elementos tanto principales como secundarios y una consola donde se colocara

pulsadores y luces piloto para un mando a distancia desde una cabina para un operador de trituradora. En la figura 25 se muestra un diseño de los tableros a utilizado en un proyecto.



Figura 25

2) Elementos de control

La selección de los elementos de control para el proceso de triturado se los elige conforme a nuestro diseño en los planos eléctricos de control, ajustándose a los requerimientos de implementación de una manera fácil, cómoda y segura.

Los elementos que van a intervenir como lo son relés auxiliares, relés térmicos, plc, borneras de control, barras de cobre, arrancadores suaves, variadores de velocidad, breakers, luces de indicación, pulsadores, contactores, transformadores, los cuales se los detalla a continuación con su respectiva característica.

> RELÉ AUXILIAR

Es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes, ver figura 26



Figura 26

CONTACTOR

Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se tensión a la bobina. Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del



Figura 27

circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". Se puede observar la figura 27 el modelo de un contactor.

Existen características que detallan para elegir este dispositivo de control, se describe los contactores a utilizar en el ensamblaje de los tableros eléctricos, son de bajo amperaje y de marca WEG sugerido por los distribuidores de la trituradora.

• Tipo de corriente, tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.

- Potencia nominal de la carga.
- Condiciones de servicio: ligera, normal, dura o extrema
- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- Por la categoría de empleo, en nuestro diseño categoría AC3 que es para arranque de motores de inducción.

> RELÉ TÉRMICO

Es un elemento de protección que se ubica en el circuito de potencia después de contactor para sobrecargas. Su principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos elementos, bimetales, bajo el efecto de la temperatura, accionando unos contactos auxiliares que desactiven el circuito y energicen al mismo tiempo un elemento de señalización de indicación de falla.

Los bimetales comienzan a curvarse cuando la corriente sobrepasa el valor nominal para el cual han sido dimensionados. El tiempo de desconexión depende de la intensidad de la corriente que circule por las placas bimetales.

En la figura se puede observar el relé térmico,

Es necesario saber la característica para su correcta elección: In x 1,15% Se debe multiplicar la corriente nominal del motor por 1,15 para seleccionar el relé térmico correcto para el arranque del motor de inducción. Figura 28



Figura 28

> BREAKERS

Es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Los utilizados en el diseño de nuestros tableros van hacer de dos tipos:

- Breaker de caja moldeada.
- Breaker magneto térmicos.

✓ BREAKER DE CAJA MOLDEADA

Los interruptores de caja moldeada están diseñados para la protección de circuito de sistemas de distribución en baja tensión de carácter industrial, su principal función es la protección contra las sobrecargas y cortocircuitos.

Cuando la potencia absorbida es superior a la prevista se produce una sobrecarga, observar figura 29



Figura 29

Su característica para su elección es:

Multiplicar por 1,25 por la corriente nominal (I_N) y se obtiene la corriente de protección (IP) y dimensionamiento de este dispositivo. $IP = 1.25x I_N$

> BREAKER MAGNÉTICO TÉRMICO

Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.



Figura 30

El electroimán protege el circuito eléctrico cuando se ha producido un cortocircuito en el mismo de una forma instantánea. La lámina bimetálica actúa cuando en el circuito eléctrico se ha producido una sobrecarga. Ver figura 30

Para la selección de este dispositivo se toma en cuenta la siguiente característica:

Protección de la corriente está entre 3 y 20 veces la corriente nominal.

> LUZ PILOTO

Son indicadores luminosos que permite visualizar los estados y los diferentes procesos que realizan los tableros.

Se utilizan dos colores de luces pilotos en cada tablero con lo que se asegura al operador obtener una buena visualización y la posibilidad de tener vigilado por medio de estos el funcionamiento de cada uno de los motores simultáneamente.

Se los elige por medio de su voltaje de funcionamiento, ya que existen en varios voltajes en nuestro diseño utilizamos las luces pilotos a 220 V. En la siguiente figura 31 se observa las luces piloto a utilizar, son de tipo led y de un diámetro de 22 mm. Figura 31



> PULSADORES

Son aparatos de maniobra que tienen retroceso, accionados manualmente y utilizados para accionar manualmente pequeñas potencias. Son utilizados fundamentalmente en el mando de motores eléctricos y también para abrir y cerrar circuitos eléctricos de control principales y auxiliares.

Los utilizados en nuestro diseño por facilidad de maniobra son los pulsadores de montaje saliente y los pulsadores de emergencia (tipo hongo). Ver figura. Tienen una característica que conducen pequeñas cantidades de corriente eléctrica. Figura 32



Figura 32

BORNERAS DE CONTROL

Es un dispositivo simple de conexión, diseñado para establecer conexiones eléctricas perdurables y confiables. Está compuesto por dos partes un cuerpo aislante y un cuerpo conductor. En el anexo 8 sus características se las detalla con exactitud.

Los que se utilizan en el diseño de los tableros de control son de 2.5 mm2, ver figura 33, y sus características son las siguientes:

- Identificación por ambos laterales del borne.
- Conexión de cables mediante la sujeción con tornillos reduciendo puntos calientes producidos por la circulación de la corriente eléctrica.
- Resistente cuerpo aislante.

FUSIBLE ULTRA RAPIDO

Están conformados con una sección de hilo fino, más fino que los conductores normales, es colocado en la entrada del circuito que se va a proteger.

Cuando aumenta la corriente, debido a un cortocircuito, este se calienta, y por tanto es el primero en fundirse. Una vez interrumpida la corriente, el resto del circuito ya no sufre daño alguno.

Los fusibles rápidos se funden en un segundo para:

I = 2,5 If: If es la corriente de fase en el circuito

Con esta fórmula se dimensionan los fusibles ultra rápidos a utilizar en nuestro tablero de la trituradora

8.3 Diseño del circuito de mando y fuerza

a. Diagrama de fuerza Figura 34

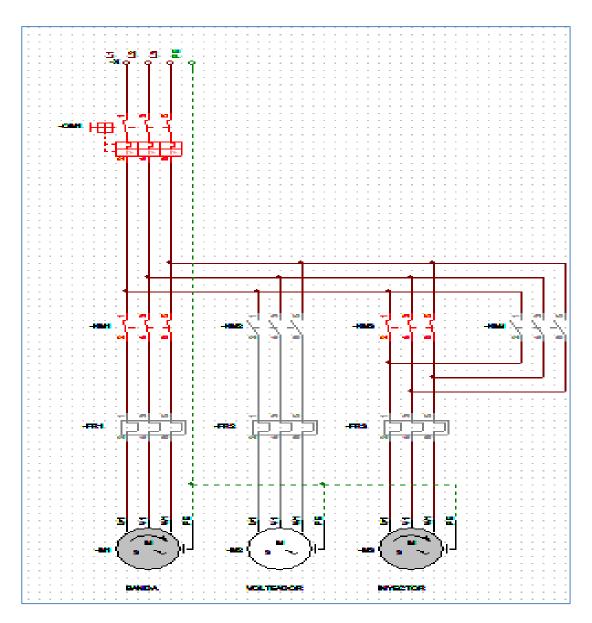


Figura 34

b. Diagrama de mando. Figura 35

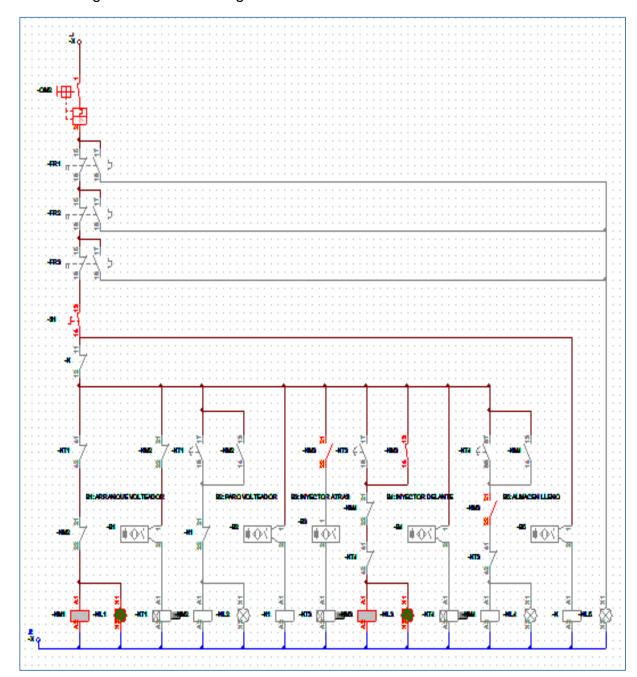


Figura 35

IX. Conclusiones

Se logro diseñar el esquema eléctrico del inyector de bandeja que proporciona mayor rapidez y rendimiento de los procesos. Los planos diseñados de control y fuerza en este proyecto favoreceran en un 100% al personal de mantenimiento y técnicos para localizar las fallas cuando estas ocurran.

Se propuso el diseño de la semi automatización del proceso de inyeccion de bandeja para el despacho de la planta de concreto en el cual es un sistema motriz con tracción a base de cadenas y sensores inductivos que permiten accionar temporizadores para los respectivo retardos de arranque de los motores

Se elaboro un diseño semi automatizado del diagrama de fuerza y mando para el control del sistema de inyección de bandeja.

En el campo se evaluó los equipos e infraestructura localizados en la planta de concreto donde se va a implementar el proyecto

Se utilizado la herramienta de software CADE_Simu para el diseño de sistema de inyección con volteador.

X. Bibliografía

 OGATA, Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderna. Segunda Edición. Año 1996. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

- 2. M. Chilikin. Accionamientos eléctricos. Primera edición. Año 1972. Editorial MIR Moscú.
- 3. Chapman, Stephen J. Máquinas Eléctricas. McGraw-Hill. 2005.
- 4. ROLDÁN VILORIA José. Motores Eléctricos Automatismos de Control. Editorial Paraninfo. Madrid. 1989.
- COOPER D. William, Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición, Naucalpan de Juárez, México, Prentice Hall Hispanoamericana, octubre de 1991, Pag 280-300
- 6. FITZGERALD A. E. Máquinas Eléctricas. Editorial Mc Graw-Hill. México. 1986.