



# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

---

---

Departamento de ingeniería eléctrica y electrónica

**“Desarrollo de sistema automatizado por plc para dosificación de alimento a ganado porcino en granja Porfirio Díaz”**

## **MEMORIA DE RESIDENCIA**

**PRESENTA**

María Del Carmen León Anzueto

Diego Alfredo Ramírez Torres

## Contenido

<b>1. Introducción .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Antecedentes.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Estado del arte.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Justificación .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Objetivos.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5 Metodología .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Fundamento Teórico .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Sistema de control y protección .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Sistema mecánico .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 Granja Porcícola.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>3. Desarrollo .....</b>	<b>38</b>
<b>4. Resultados y Conclusiones.....</b>	<b>49</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>54</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>56</b>
<b>Anexo 1 .....</b>	<b>56</b>

## Índice de Imágenes

Fig. 1. 1 Diagrama bloques del sistema de alimentación.....	8
Fig. 2. 1 Estructura del controlador lógico programable. ....	11
Fig. 2.2 PLC Crouzet XT 20.....	14
Fig. 2. 3 Bloque Funcional. ....	14
Fig. 2. 4 Bloques Lógicos.....	15
Fig. 2. 5 Bloques Funcionales.....	15
Fig. 2. 6 Descripción de pines del conector DB 9. ....	17
Fig. 2. 7 Cable de transferencia del PLC.....	17
Fig. 2. 8 Cuadros eléctricos.....	18
Fig. 2. 9 Riel din instalado en un cuadro eléctrico. ....	19
Fig. 2. 10 Riel din instalado en un cuadro eléctrico. ....	19
Fig. 2. 11 Placa metálica o platino.....	20
Fig. 2. 12 Bornes ensamblados en un riel din. ....	20
Fig. 2. 13 Interruptor magno térmico.....	21
Fig. 2. 14 Curva característica de disparo del interruptor magneto térmico. ....	22
Fig. 2. 15 Partes de un interruptor magneto térmico. ....	23
Fig. 2. 16 Contactor y su diagrama. ....	24
Fig. 2. 17 Tipos de contactor.....	24
Fig. 2. 18 Partes del Contactor.....	25
Fig. 2. 19 Instalación eléctrica del contactor.....	25
Fig. 2. 20 Funcionamiento del contactor.....	26
Fig. 2. 21 Especificaciones de Contactor CL01.....	26
Fig. 2. 22 Componentes del sistema de alimentación.....	27
Fig. 2. 23 Planificación de la ubicación del silo. ....	27
Fig. 2. 24 Bota de 4 salidas con ángulo de 30°. ....	29
Fig. 2. 25 Los componentes de la bota ubicada de bajo del silo. ....	29
Fig. 2. 26 Dimensiones del espiral.....	29
Fig. 2. 27 Dimensiones del codo.....	30
Fig. 2. 28 Representación de la unidad de control y la unidad de potencia. ....	30
Fig. 2. 29 Partes de un motor de inducción. ....	31
Fig. 2. 30 Placa de datos de motor.....	32
Fig. 2. 31 Dosificador de alimento. ....	32
Fig. 2. 32 Sensores Capacitivos. ....	33
Fig. 2. 33 Dimensiones del sensor SCA/SCF.....	35
Fig. 2. 34 Posición de los sensores en el silo.....	35
Fig. 2. 35 Vista exterior de ubicación de Galpones. ....	36
Fig. 2. 36 Vista interior del galpón de gestación y representación del sistema de alimentación. ....	37
Fig. 3. 1 Programación en PLC.....	39

<i>Fig. 3. 2 Diagrama de potencia.</i>	42
<i>Fig. 3. 3 Diagrama de control.</i>	42
<i>Fig. 3. 4 Marcación de Platino.</i>	43
<i>Fig. 3. 5 Perforación de Platino.</i>	44
<i>Fig. 3. 6 Remache y remachadora utilizada para la fijación del riel din y la platina.</i>	44
<i>Fig. 3. 7 Fijación de remache y arandela.</i>	44
<i>Fig. 3. 8 Fijación de Interruptores Magneto Térmicos.</i>	45
<i>Fig. 3. 9 Interruptores y Contactores.</i>	45
<i>Fig. 3. 10 Colocación de Klemas.</i>	46
<i>Fig. 3. 11 Cableado de cuadro eléctrico.</i>	46
<i>Fig. 3. 12 Modulo de control y protección.</i>	47
<i>Fig. 3. 13 Algunos de los materiales utilizados.</i>	48
<i>Fig. 3. 14 Descripción del orden de la representación de sensores.</i>	48
<i>Fig. 3. 15 Numeración de la representación de los motores.</i>	49
<i>Fig. 3. 16 Fuente utilizada para la alimentación del PLC Crouzet.</i>	50
<i>Fig. 3. 17 PLC en funcionamiento.</i>	50
<i>Fig. 3. 18 Sistema trabajando normalmente.</i>	51

## Índice de tablas

<i>Tabla 2. 1 Tipos de Programación de PLC.</i>	13
<i>Tabla 2. 2 Datos técnicos del PLC XT 20.</i>	14
<i>Tabla 2. 3 Dimensiones del cuadro eléctrico.</i>	19
<i>Tabla 2. 4 Dimensiones de una clema.</i>	21
<i>Tabla 2. 5 Tiempo de respuesta del disparador magnético.</i>	22
<i>Tabla 2. 6 Tiempo de disparo del disparador térmico.</i>	22
<i>Tabla 2. 7 Especificaciones de un silo de 10 toneladas.</i>	28
<i>Tabla 2. 8 Especificaciones técnicas de Flex-Ager.</i>	28
<i>Tabla 2. 9 Especificaciones de dosificadores.</i>	33
<i>Tabla 2. 10 Datos Técnicos del sensor SCA/SCF.</i>	34
<i>Tabla 2. 11 Porciones de alimento diario para cerdos.</i>	37
<i>Tabla 3. 1 Elementos conectados al PLC.</i>	40
<i>Tabla 3. 2 Relación de entradas y salidas.</i>	41

# 1. Introducción

## 1.1 Antecedentes

La explotación porcina ha dejado de ser una actividad tradicional para convertirse en una actividad de producción industrial. Por esta razón se ve la necesidad de implicar nuevos sistemas en diversos aspectos de producción. Tales como en el procesos de crianza, satisfacer necesidades nutrimentales y tener un diseño de instalaciones eficientes.

Considerando el incremento de población en granjas porcícola resultan ineficientes los procedimientos de manutención manuales. Para la distribución de alimento en cada uno de los comederos se utiliza herramientas como; carretillas y palas. Lo cual implica gastos por mano de obra, desgaste de herramienta y tiempo de ejecución.

Mediante la manutención del ganado porcino por medios manuales el ganado es más propenso a estresarse. Esto es porque el proceso manual de manutención es más tardado y los comederos no son llenados al mismo tiempo. El animal se percata de eso aunado a que se encuentra en encierros extremadamente pequeños. Todo lo anterior resulta perjudicial tanto para el animal como para los consumidores del producto.

Por las condiciones en las que se da el proceso de crecimiento, el ganado porcino es inmunológicamente débil y se encuentran propensos a contraer enfermedades por contacto humano. En la medida que sea posible es necesario evitar el transito humano dentro de galpones donde se encuentra el ganado pues representa una amenaza ante la propagación de enfermedades.

Las necesidades dietéticas de los cerdos varían de acuerdo a su edad y peso, por lo que requieren de cantidades dosificadas de alimento. Durante el proceso de alimentación manual resulta imprecisa la cantidad de alimento que se requiere para cada cerdo. El desperdicio y contaminación del alimento provocan pérdidas principalmente económicas.

En el caso de cerdas gestantes necesitan un buen desarrollo de membranas fetales de igual manera en los vasos sanguíneos ya que este promueve una mayor formación de fluido amniótico. Por lo cual es necesario suministrar una cantidad de alimento balanceada así como proveer vitaminas y minerales libre de cualquier microorganismo que pudiera contaminar el alimento.

Cada vez aumenta la demanda de productos derivados de la carne de cerdo. Por tal motivo es necesario que la producción porcina haga eficientes sus procesos lo

cual implica una adecuada administración de aspectos relacionados con el mercado, genética, instalación para el confort del animal, higiene y funcionalidad. Para cumplir con los requerimientos de productos provenientes del cerdo.

## **1.2 Estado del arte**

En el entorno del desarrollo porcícola se han realizado diferentes estudios que den como resultado mejoras en las formas de explotación de esta actividad. Nuevos métodos y equipos que contribuyen al desarrollo agrícola son encontrados actualmente. Los cuales brindan una mejor eficiencia y rendimiento en el proceso de producción.

Dentro del territorio mexicano encontramos empresas constructoras de plantas porcícolas que ofrecen diferentes tipos de instalaciones y sistemas automáticos para el desarrollo de la actividad. De los sistemas que ellos ofrecen son únicamente distribuidores por lo que son tecnologías extranjeras. Sin embargo son implementadas en granjas porcícolas mexicanas.

Big Dutchman es una empresa que ofrece sistemas de alimentadores y equipamientos de galpones para el manejo moderno de cerdos. Los sistemas automáticos que ofrecen, están contruidos con materiales resistentes con modelos auténticos, las unidades de control son desarrolladas con tecnologías de acuerdo a requerimientos de clientes, dentro de un entorno de programación fácil de manipular.

Pig Market and Business maneja una variedad de dosificadores que van de acuerdo a las necesidades de cada sitio en una granja porcicola. Son dosificadores elaborados de material plástico resistente a impactos y tienen un mecanismo de funcionamiento sencillo de fácil operación. Los dosificadores funcionan de forma manual y semiautomática lo que ofrece flexibilidad en la instalación de sistemas de alimento.

Roxell maneja el sistema de alimentación DOZIT a base de una serie de dosificadores dobles funcional en galpones de engorda y maternidad donde los cerdos se encuentran en casillas seguidas. El alimento llega a los dosificadores por medio de un tubo el que se encarga de suministrar la cantidad necesaria a cada dosificador. Es un sistema que permite ser controlado directamente de una PC.

PigTek presenta un dispensador que eficiente para la eliminación de la sobrealimentación de cerdos, así como desperdicios por piensos rancios. Se basa en proporcionar dosis más pequeñas de alimento con mayor frecuencia. Su

arquitectura de plástico translucido permite una comprobación visual del dosificador además de su compatibilidad con otros sistemas automatizados.

Rotecna ofrece un sistema de transporte de alimento mecanizado por cadena con amortiguación en los dientes de tracción impulsado por un motor lo que hace que su control no sea complejo. La distribución de alimento es constante y en un sistema cerrado reduciendo las mermas por alimento, en su estructura metálica de acero inoxidable.

Lo que aquí se propone como proyecto es la utilización de un sistema espiral de cuatro líneas controlado por PLC, mediante la utilización de ocho motores jaula de ardilla de ½ HP acoplados a reductores de velocidad con monitoreo por medio de sensores de llenado en las cuatro líneas de distribución y un par de sensores capacitivos encargados de indicar la cantidad de alimento en el silo. Tomando en cuenta horarios de alimento correspondientes al sitio uno.

### **1.3 Justificación**

El presente proyecto busca satisfacer las necesidades productivas de la industria porcícola. Debido a que en la actualidad ha incrementado la demanda del producto derivado de la carne de cerdo. Por tal motivo es necesario que la industria porcícola cuente con sistemas robusto que mejoren y agilicen la producción de ganado porcino.

La principal inversión que realizan las granjas porcícolas es en materia prima la cual se desperdicia en cada suministro de alimento, esto implica una pérdida económica importante. Mediante el sistema de dosificación de alimento se reducirán mermas con lo cual habrá un mayor aprovechamiento de alimento. Así también se reducirán gastos por actividades de manutención como mano de obra.

Aunado a esto otras situaciones consideradas como problemas principales en la producción porcícola también serán resueltos, como, la reducción de personas dentro del galpón. Lo cual implica menor riesgo de introducir bacterias al galpón por lo tanto se evita algún tipo de enfermedad en el cerdo. Ya que se va a suministrar el pienso sin contaminantes directamente desde el silo al comedero.

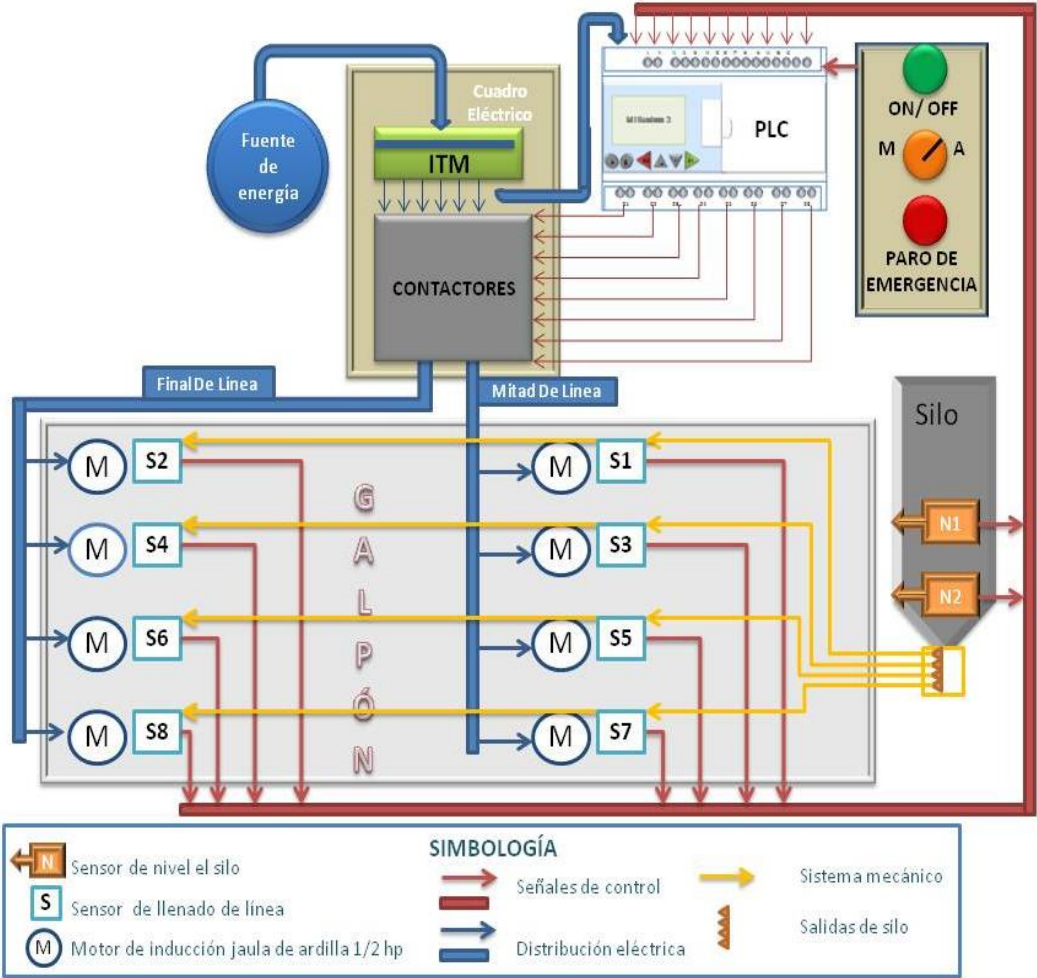
Se determina el uso del Controlador Lógico Programable por ser una herramienta la cual, mediante sus funciones logra automatizar procesos industriales así como residenciales. Lo anterior se logra determinando las instrucciones a seguir por el plc. Las cuales deben satisfacer con las necesidades de producción de los usuarios.

Con dicha programación se contribuye a hacer más eficientes los procesos de mantenimiento. Brindando grandes beneficios para la producción porcícola tales como menor cantidad de pérdida en alimento y menor tiempo al alimentar al ganado. Lo último a su vez evita que exista estrés entre el animal por tardanza en alimentación.

**1.4 Objetivos**

Diseñar e implementar un sistema automatizado controlado por el PLC Cruzet Millenium 2 para dosificación de alimento a ganado porcino en granja Porfirio Díaz, perteneciente a Agropecuaria SAM S.A. de C.V.

**1.5 Metodología**



**Fig. 1. 1** Diagrama a bloques del sistema de alimentación

El Diagrama a bloques de la figura 1.1 describe el funcionamiento básico del galpón automatizado por PLC para dosificar alimento a ganado porcino. Se muestra desde la etapa de control, parte eléctrica y parte mecánica. Cada parte



que conforma el sistema son vitales para el correcto funcionamiento del sistema de alimentación a ganado porcino. Se conforma por etapas principalmente:

**Silo.-** Dentro de este contenedor se encuentra almacenado el pienso para cerdos, para el caso del galpón de gestación es la fórmula “nuping-sew” el cual se distribuye directamente hasta el sistema Flex-Auger acoplado con cajetines de salida de silo, para este caso es el modelo de cajetín doble tándem (cuatro tomas de alimento). El silo tiene la capacidad de almacenar alimento tiene una capacidad de 10 toneladas.

En la unidad de silo se encuentran dos sensores capacitivos (N1 y N2), que se encargan de entregar lecturas del nivel de alimento existente. El funcionamiento y puesta en marcha de motores del sistema estará condicionado directamente por las lecturas de sensores N1 y N2. De forma paralela son los sensores de nivel encargados de mandar señales de alarma y detención de funcionamiento si alimento baja de nivel de sensor 2 (N2).

**Sistema mecánico.-** Es donde se encuentra la parte mecánica del sistema de alimentación. En él se encuentran reunidos el silo, el tubo con espiral, dosificador y motor. En este último se encuentra montado el espiral sin fin, cajetines de control, dosificadores y unidades motrices, el conjunto de este equipo realiza la actividad de la distribución del alimento a una velocidad de 7Kg/ min a través de la longitud del galpón.

Este mecanismo está formado por cuatro líneas de distribución cada una de 116 m desde la salida del silo hasta el último dosificador de alimento. Cada línea se divide en dos secciones; la primera de 50m y otra de 66m conformada por un par de motores de ½ HP acoplados a un moto reductor unido a cada sección de tubo con espiral sin fin a través de los cajetines de control.

El alimento será transportado directamente desde el silo por cada una de las líneas mediante el funcionamiento de los motores que será condicionado por la cantidad de alimento existente en el silo. Por gravedad y movimiento del alimento dentro del tubo de distribución los dosificadores serán llenados mediante un compartimiento acoplado al tubo que permite la caída del alimento hasta llenar la dosis asignada a cada porcina.

**Cuadro eléctrico.-** Es la parte en la que se encuentran un conjunto elementos de control y protección de los motores que intervienen en el sistema de alimentación. Dicho conjunto elementos consta de interruptores magneto térmicos y contactores los cuales intervienen en el paro y arranque de los motores conforme a las instrucciones recibidas del PLC. Estos funcionan a una tensión de 220V 3Ø.

**Control Lógico Programable.-** Este es el encargado de llevar a cabo las instrucciones establecidas en la programación. El funcionamiento del sistema consiste en obtener un constante monitoreo de niveles de alimento tanto en el silo como en cajetines de control de alimento. El cual cuenta con dos sensores que indican si el silo se encuentra lleno o si se encuentra vacío. Dichos sensores funcionan mediante señales digitales.

La señal es captada por el PLC, procesa la información y ejecuta las instrucciones de arranque o paro en el sistema, esto, en base a la programación. Lo anterior provoca que se accionen los contactores cambiando su estado. Es entonces cuando se cumple la orden de encender o mantener apagado los motores que distribuyen el alimento a través del sistema flex-auger.

## 2. Fundamento Teórico

### 2.1 Sistema de control y protección

**Controlador Lógico Programable.-** Un controlador lógico programable es un dispositivo electrónico capaz de almacenar información y seguir instrucciones para automatizar procesos. Por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación extenso entre ellos se encuentra el sector industrial. En donde es necesario controlar procesos de maniobra para hacerlos más productivos y eficientes.

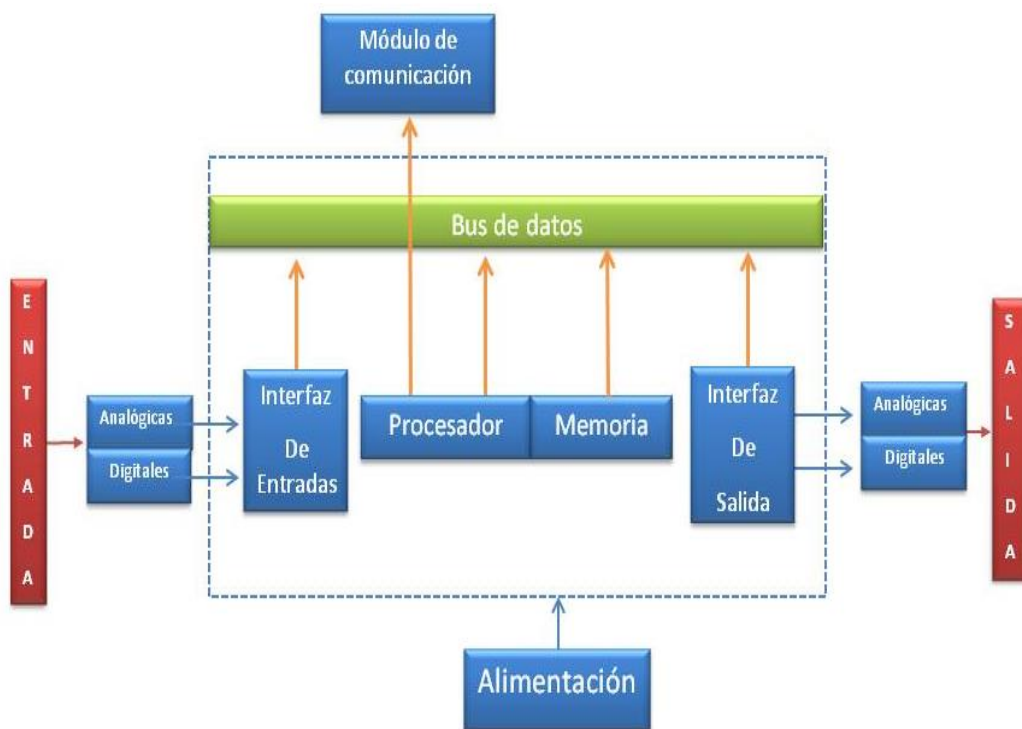
El Autómata programable se adapta a los procesos industriales mediante un programa específico. El cual ejecuta una secuencia de operaciones que tienen lugar una después de otra, y se repiten continuamente. Esta secuencia se determina en base a las señales de entrada y salida conectadas al autómata. Las señales de entrada pueden ser digitales o analógicas. Mientras que las señales de salida son digitales.

Estructura.- La estructura con la que cuenta el autómata programable hace posible su correcto funcionamiento. El autómata se configura a través de una unidad de control y por medio del bus interno las interfaces de entrada y salida y las memorias definen la arquitectura interna del PLC. Los componentes básicos de un PLC se muestran en la figura 2.1.

*El módulo de entrada.-* Capta las señales procedentes de dispositivos de entrada. Los datos se convierten a digitales y después se transmiten a través del BUS de Entrada/Salida a la unidad central del procesador. *El módulo de salida.-* Capta la señal transmitida a través del BUS de E/S que contiene instrucciones del estado deseado. Para después cambiar el estado del dispositivo de salida.

*El procesador.-* Es el encargado de procesar las señales captadas por el interfaz de salida para ejecutar el programa. La CPU adquiere sucesivamente las instrucciones una a una desde la memoria. Finalmente estas instrucciones son enviadas mediante el bus de datos, al interfaz de salida. El cual provoca que se accionen los contactores.

*Interfaces de entrada y salida.-* Establecen la comunicación del autómatas con los componentes controlados por él. Estas interfaces, se conectan, por una parte con las señales de proceso a través de bornes y por otra con el bus interno. La interfaz se encarga de adaptar las señales que se manejan en el proceso a las utilizadas internamente.



**Fig. 2. 1** Estructura del controlador lógico programable.

El modo de operación básico del PLC consiste en: Captar las señales analógicas o digitales por el interfaz de entrada. Dicha señal de entrada leída se almacena en una memoria temporal de entrada a través del bus. Los datos de la memoria temporal pasan al procesador, el cual ejecuta las instrucciones como lo exige el programa almacenado en la memoria. A partir de esto el procesador genera la orden de mando.

La orden de mando de control del procesador se almacena en una memoria temporal de salida. La cual pasa a través del bus y se convierte en una señal digital o analógica que pasa por la interfaz de salida. Esta señal de salida se

puede utilizar para controlar varios dispositivos que se encuentran conectados al módulo de salida.

Uno de los modos de trabajar del controlador lógico es: RUN.-el Autómata ejecuta normalmente el programa de usuario contenido en su memoria. Las salidas evolucionan ON/OFF según el estado de las entradas y las órdenes del programa. Así también los contadores conectados al controlador lógico programable operan con normalidad.

Así también cuenta con la modalidad de STOP.- La ejecución de programa se detiene por orden de usuario. Las salidas pasan a estado OFF. Las posiciones internas mantienen su estado en memoria interna. Y el modo ERROR.- EL autómata detiene la ejecución por un error del funcionamiento, y queda bloqueado hasta que se corrige ese error. [3]

**Tipo de Programación.-** Un controlador lógico programable se puede programar en dos maneras. Uno es conectar directamente el PLC a un ordenador y la otra es hacer un panel de programación. En la programación del PLC únicamente se utilizan comandos lógicos. Dicha programación realiza sus funciones conforme a las necesidades del usuario.

EL lenguaje de programación está regido básicamente con el conjunto de órdenes que el usuario determina. Esto consiste en que el usuario introduzca la ley de mando mediante un programa codificado según el lenguaje de programación. Después de esto en la unidad de programación convierte el programa a códigos binarios los cuales son enviados a la memoria del PLC.

Los códigos binarios son interpretados por el sistema operativo. A partir de esto los componentes internos del PLC responden a la señal arrojada por el sistema operativo, con lo que se realiza la ejecución del programa. Los lenguajes de programación son: Grafico secuencial de funciones (Grafcet), Lista de instrucciones, Texto estructurado, Diagrama de flujo, Diagrama de contactos.

Los fabricantes de PLC han desarrollado distintos tipos de lenguajes de programación los cuales se muestran en la tabla 2.1 en la mayoría de los casos siguiendo normas internacionales. Esto con el fin de suplir las necesidades y expectativas de los programadores y usuarios. Así como avalar que es confiable utilizar algunos de los métodos de programación.

Bajo nivel: en el ámbito de programación de PLC no se utiliza directamente el lenguaje de máquina. Se emplea el lenguaje de lista de instrucciones, similar al lenguaje ensamblador, con una sintaxis y vocabulario acordes con la terminología

usada en el PLC. Listas: lenguaje que describe lo que debe hacer el PLC instrucción por instrucción.

Alto nivel: Se caracterizan principalmente por ser visuales, aunque existen también lenguajes escritos de alto nivel. Diagrama de contactos: Representa el funcionamiento deseado, como en un circuito de contactores y relés, fácil de entender y utilizar para usuarios con experiencia en lógica alambrada. En general, nos referimos a este lenguaje como LADDER (escalera).

Diagrama de bloques funcionales: utilizan los diagramas lógicos de la electrónica digital para construir el proceso de programación de controlador lógico programable. Organigrama de bloques secuenciales: explota la concepción algorítmica que todo proceso cumple con una secuencia. La cual determina el correcto funcionamiento del sistema.

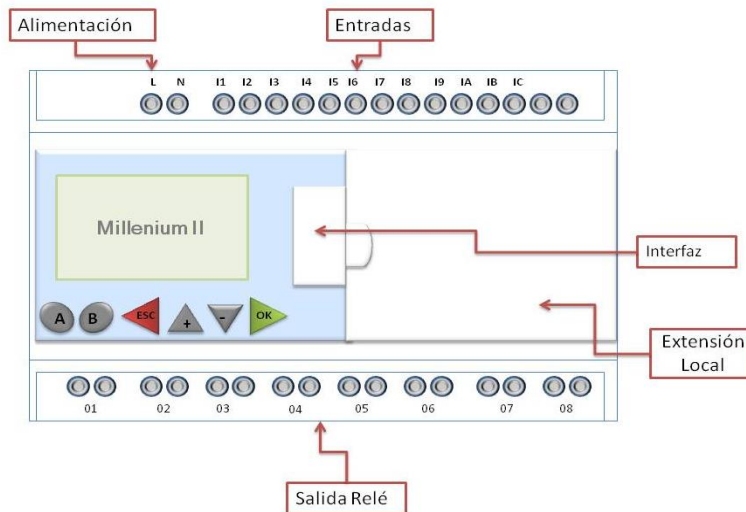
Lenguaje	Características	Ejemplos	Tipo	Nivel
Listas	Listas de instrucciones	IL AWL STL IL/ST	Escrito	Bajo
Plano	Diagrama eléctrico	LADDER LD KOP	Visual	Alto
Diagrama de bloques funcionales	Diagrama lógico	FBD FBS FUD	Visual	Alto
Organigrama de bloques secuenciales	Diagrama algorítmico	AS SFC PETRI GRAFSET		
Otros	Lenguajes usados en otras áreas de computación	BASIC	Escrito	

**Tabla 2. 1** Tipos de Programación de PLC.

**Datos técnicos del PLC Crouzet II.-** Su programación se da mediante bloques funcionales FBD o GRAFCET SFC. La función de este PLC es generalmente de conteo y temporización sin embargo cuenta con funciones especiales tales como permutación circular, programadores de levas, cálculos. Las entradas son digitales, analógicas o potencia métricas. Así también cuenta como salidas a transistor.

Tipo	Entrada	Salida	Alimentación
XT 20	12	8 Relés	24V CD

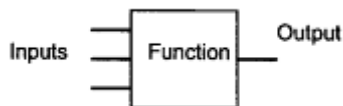
**Tabla 2. 2** Datos técnicos del PLC XT 20.



**Fig. 2.2** PLC Crouzet XT 20.

**FBD.-** en el lenguaje FBD se programa la aplicación gráficamente conectada en cascada bloques lógicos; del mismo modo que se hace en los esquemas de electrónica digital. En relación a las entradas y salidas, estas se representan por variables asignadas a cada bloque. Además, el lenguaje FBD permite al programador diseñar sus propios bloques.

El termino función block diagrama (FBD) es usado en programas para PLC descrito en términos de bloques gráficos. Esto es descrito como un lenguaje grafico para representar señales y flujos de datos entre bloques, siendo estos elementos de software reutilizable. Un bloque de funciones es un programa con instrucciones únicas, cuando es ejecutado, ofrece rendimientos de uno o más valores de salida. Por tanto un bloque se representa como en la fig. 2.2 indicando la función en el nombre del bloque.

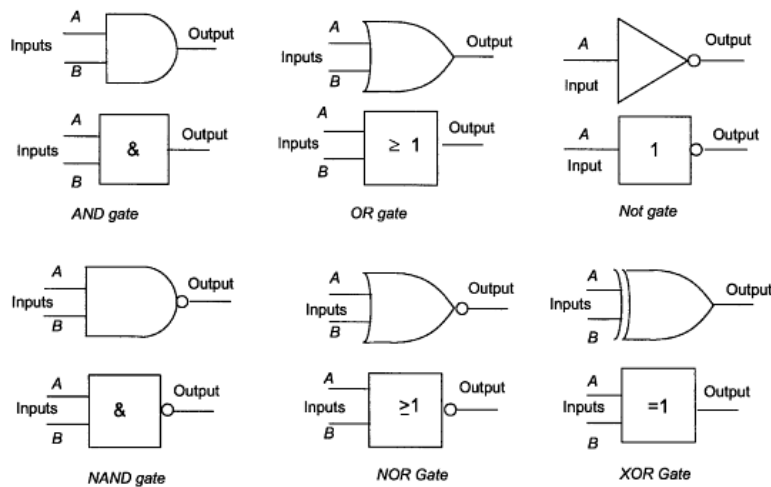


**Fig. 2. 3** Bloque Funcional.

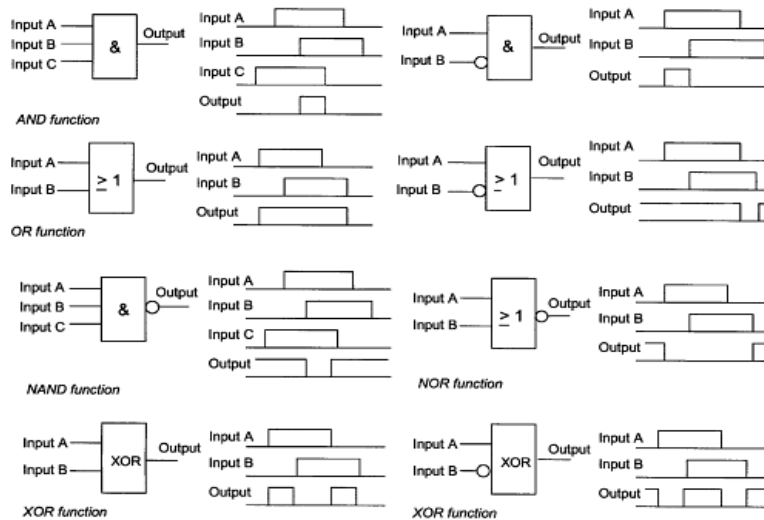
Los programas son construidos con compuertas lógicas. Dos formas del standard circuit symbols son usadas con compuertas lógicas, una tiene origen en los estados unidos y la otra nace en el international standard form que usa un

recuadro con la función lógica escrita dentro. El 1 dentro de un recuadro indica que ahí hay una salida 1 cuando la entrada es 1. La función OR como ejemplo dado que  $\geq 1$ , es porque ahí hay una salida si una entrada es mayor o igual a 1.

Una entrada negativa es representada por un pequeño círculo en la entrada y una salida negativa es representada con un círculo a la salida. La fig. 2.4 muestra los símbolos utilizados en diagramas FBD usados en la forma IEEE/ANSI a menudo encontrados. La figura 2.5 muestra como es el comportamiento de los bloques funcionales en programas de PLC.



**Fig. 2. 4 Bloques Lógicos.**



**Fig. 2. 5 Bloques Funcionales.**

Para el diseño de un automatismo se debe tener en cuenta la seguridad de los usuarios y la disponibilidad de la instalación. Ya que debido diversos factores como la manipulación de los equipos, condiciones meteorológicas es probable que aparezcan diversas fallas que podrían dañar seriamente las instalaciones. Es por ello la importancia de identificar los defectos y fallas y disponer de dispositivos de protección adecuados.

La estructura básica de cualquier instalación eléctrica o proceso industrial automatizado debe incluir dispositivos que protejan y controlen cada uno de los componentes del sistema eléctrico. Dentro del conjunto de dispositivos se encuentran: cuadros eléctricos, circuitos de control, protecciones, sensores y actuadores

**Interfaz USB-SERIAL.-** El puerto serial es un dispositivo muy extendido y ya sean uno o dos puertos, con conector grande o pequeño, todos los equipos PC lo incorporan actualmente. Debido a que el estándar del puerto serial se mantiene desde hace muchos años, la institución de normalización americana (EIA) ha escrito la norma RS-232-C que regula el protocolo de transmisión de datos, el cableado, las señales eléctricas y los conectores en los que se debe basar.

La comunicación realizada con el puerto serial es una comunicación asíncrona. Para la sincronización de una comunicación se precisa siempre de un bit adicional a través del cual el emisor y el receptor intercambian la señal del pulso. Pero en la transmisión serial a través de un cable de dos líneas esto no es posible ya que ambas están ocupadas por los datos y la tierra.

Bit de inicio: cuando el receptor detecta el bit de inicio sabe que la transmisión ha comenzado y es a partir de entonces que debe leer la transmisión y entonces debe leer las señales de la línea a distancias concretas de tiempo, en función de la velocidad determinada. Bit de parada: indican la finalización de la transmisión de una palabra de datos. El protocolo de transmisión de datos permite 1, 1.5 y 2 bits de parada.

Bit de paridad: con este bit se pueden descubrir errores en la transmisión. Se puede dar paridad par o impar. En la paridad par, por ejemplo, la palabra de datos a transmitir se completa con el bit de paridad de manera que el número de bits 1 enviados es par. Las señales TXD, DTR y RTS son de salida, mientras que RXD, DSR, CTS son de entrada. La tierra de referencia para todas las señales es SG. Finalmente existen otras señales como RI (timbré telefónico).



#	Pin	E/S	Función	Conector DB 9
1			Tierra de Chasis	
2	RXD	E	Recibir Datos	
3	TXD	S	Transmitir Datos	
4	DTR	S	Terminal de Datos Listo	
5	SG		Tierra de señal	
6	DSR	E	Equipo de Datos Listo	
7	RTS	S	Solicitud de Envío	
8	CTS	E	Libre para Envío	
9	RI	S	Timbre Telefónico	

**Fig. 2. 6** Descripción de pines del conector DB 9.

El ordenador controla el puerto serial mediante un circuito integrado específico, llamado UART. Normalmente se utilizan los siguientes modelos de este chip: 8250, 16450 (llega hasta 115200 baudios) y 16550<sup>a</sup> (Con buffers de E/S). A partir de la gama Pentium, la circuitería UART de las placas base son todas de alta velocidad, es decir UART 16550A.

Para controlar el puerto serial, el CPU emplea direcciones de puertos de E/S y líneas de interrupción (IRQ). En el AT-286 se eligieron las direcciones 3F8h e IRQ 4 para el COM1, y 2F8h e IRQ3 para el COM2. Mediante los puertos E/S se pueden intercambiar datos, mientras que las IRQ producen una interrupción para indicar al CPU que ha ocurrido un evento. Sin embargo, las UART 16550<sup>a</sup> incluyen unos buffers de tipo FIFO, dos de 16 bytes, para guardar varios datos antes.



**Fig. 2. 7** Cable de transferencia del PLC.

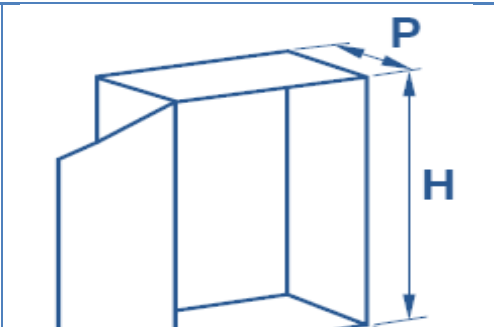
**El cuadro eléctrico.-** En él se reúnen todos los dispositivos de protección y de maniobra para el funcionamiento de la maquina. Este tipo de cuadro se fabrica en material de plástico o metálico y puede ser empotrado o permanecer en la superficie. Sin embargo para la industria comúnmente se utiliza cuadros metálicos. Debido a que estos se cierran herméticamente evitando el acceso de alguna sustancia u objeto que pueda dañar los elementos contenidos en el cuadro.



**Fig. 2. 8 Cuadros eléctricos.**

Características de diseño.- Son fabricados de lámina de acero con una aplicación de pintura electro depositada con acabado texturizado. Lo que hace muy resistente a la corrosión y rayones. La puerta del cuadro evita el acceso a personas no autorizadas. La cual cuenta con una visera de protección superior que evita el escurrimiento de líquido dentro del gabinete.

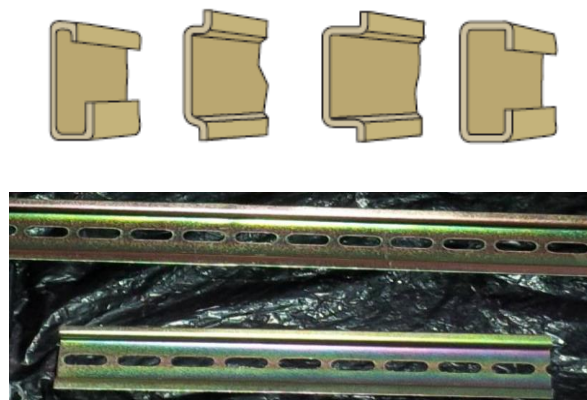
Dispone de un fondo llamado placa metálica o platina en el cual se instalan los elementos de protección y control mediante un riel din. El cuadro eléctrico cuenta con herrajes para el auto centrado de la platina lo cual evita el choque directo de los elementos de protección con el interior del cuadro eléctrico. Lo cual facilita su montaje dándole rigidez mecánica en el cuadro eléctrico.

<b>Dimensiones</b>		<b>H</b>	<b>400</b>
		(mm)	
		<b>L</b>	<b>300</b>
		(mm)	

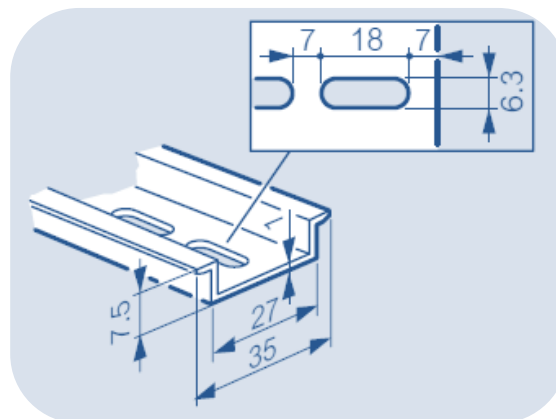
		P	200
		(mm)	

**Tabla 2. 3 Dimensiones del cuadro eléctrico.**

**Riel Din.-** Es una pletina doblada que se utiliza para la fijación elementos en cuadros eléctricos. Se fija en el fondo del armario, es decir en la platina, con remaches, tornillos o piezas especiales. La gama de aparatos que pueden ser situados sobre perfil es muy amplia: interruptores de protección, de maniobra, aparatos de medida, regletas, etc.

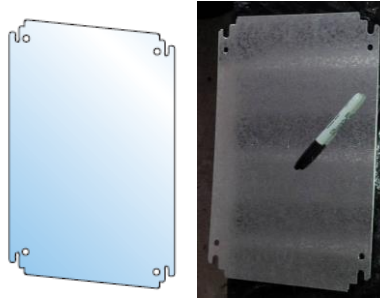


**Fig. 2. 9 Riel din instalado en un cuadro eléctrico.**



**Fig. 2. 10 Riel din instalado en un cuadro eléctrico.**

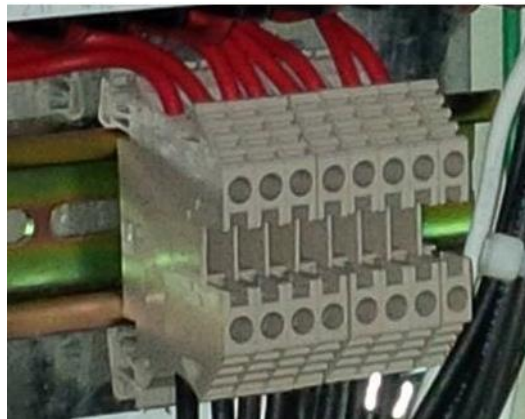
**Placas metálicas.-** Son utilizadas como fondo en armarios tipo cofre para alojar elementos de automatismos, tanto cableado como programados. La placa lisa es de material de plástico o metálica. Necesita de elementos mecánicos para fijar los elementos que intervienen en la composición del cuadro.



**Fig. 2. 11** Placa metálica o platino.

**Bornes.**-Es la parte del cuadro donde se encuentran las regletas o bornes de conexión. Se fijan en perfiles normalizados con pestañas tipo clip. La conexión de los cables es lateral y su fijación se realiza desde la parte superior con los tornillos de apriete. Las clemas permiten la unión eléctrica entre dos conductores eléctricos. Dos puntos equipotenciales por peines o barras entre varias clemas.

Su composición se realiza por bloques de bornes unidas lateralmente, separadas por tabiques aislantes que facilitan su identificación. El atornillado de topes de fijación en los extremos evita el desplazamiento lateral de los elementos del regletero. Una pieza terminal de material aislante, situada en uno de los laterales, evita el contacto directo con zona conductora del último borne.



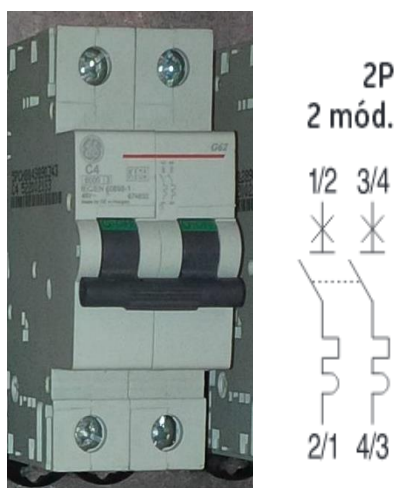
**Fig. 2. 12** Bornes ensamblados en un riel din.

Para el montaje se utilizó un riel din tipo 7.5 mm y 10mm. El material del que se encuentra hecha una clema es un material aislante poliamida "V2". Auto extingible a 960° según la norma IEC 60695-2-11.

	<i>FUNCIÓN ELECTRICA</i>	<i>AWG ALAMBRE</i>	<i>CONEXIÓN CABLE (AWG)</i>	<i>SECCION NOMINAL (mm<sup>2</sup>)</i>	<i>PASO (mm)</i>
<i>1 Conexión simple 1Entrada- 1 Salida En un nivel</i>		10	12	4	6

**Tabla 2. 4** Dimensiones de una clema.

**Interruptor magneto térmico bipolar Serie G60.-** El interruptor magneto térmico es un dispositivo de protección contra corrientes de sobre carga y corto circuito. La IEC 60364-4-43 establece que deberán equiparse dispositivos de protección para interrumpir cualquier corriente de sobre carga que circule por los conductores de un circuito antes de que tal corriente pueda causar algún daño.



**Fig. 2. 13** Interruptor magno térmico.

El interruptor magneto térmico se acciona como disparador magnético de ante corrientes de corto circuito. El disparador magnético está formado por un electroimán con pistón en el que circula la corriente suficiente que genera una fuerza que permite la apertura del circuito. La norma hace distinción entre tres tipos diferentes en función de la intensidad de disparo instantáneo. Sin embargo en este trabajo solo es necesario mencionar el tipo C.

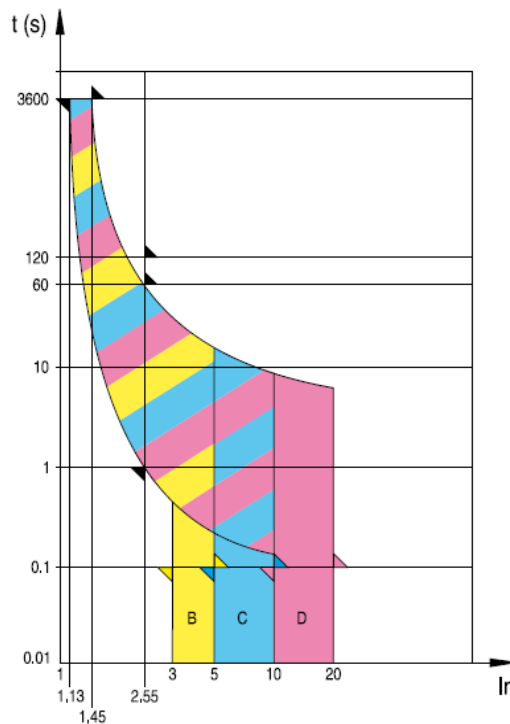
<b>Icn (A)</b>	<b>Intensidad prueba</b>	<b>Tiempo disparo</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>c</b>	3 x I <sub>n</sub> 5 x I <sub>n</sub>	0.1 < t < 15 seg ( I <sub>n</sub> ≤ 32) 0.1 < t < 30 seg ( I <sub>n</sub> ≤ 32) < t < 0.1 seg	Cargas habituales destacables: -Alumbrado -Tomas de corriente -Pequeños motores

**Tabla 2. 5** Tiempo de respuesta del disparador magnético.

Icn (A)	Intensidad prueba	Tiempo disparo
<b>c</b>	1.45 x In	t < 1 h ( In ≤ 63 A) t < 2 h ( In ≤ 63 A)

**Tabla 2. 6** Tiempo de disparo del disparador térmico.

Ambos mecanismos están conectados en serie. En caso de existir una sobre carga se calienta el bimetálico y se dispara el interruptor. Si se produce un corto circuito el mecanismo del disparo electromagnético libera inmediatamente una barra cilíndrica del interruptor. Es entonces como la armadura de percusión abre el contacto antes de que la corriente de corto circuito pueda alcanzar su valor máximo.



**Fig. 2. 14** Curva característica de disparo del interruptor magneto térmico.

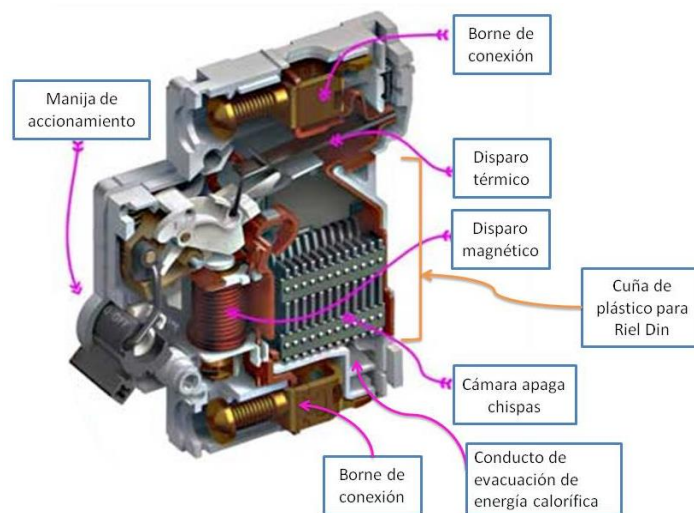
La curva de disparo muestra la respuesta a tiempo ante sobre intensidades. El esta curva de disparo se toman los valores máximos y mínimos obteniendo siempre una respuesta respecto a los valores dados. Lo cual permite el estado en reposo o accionamiento del interruptor.

Las características que define a el interruptor que pueden ser unipolares, bipolares, tripolares, tetra polares. El número de polos es el número de

conductores que corta el interruptor. Así también la intensidad circula en condiciones normales. Pero también es capaz de cortar ante una intensidad máxima.

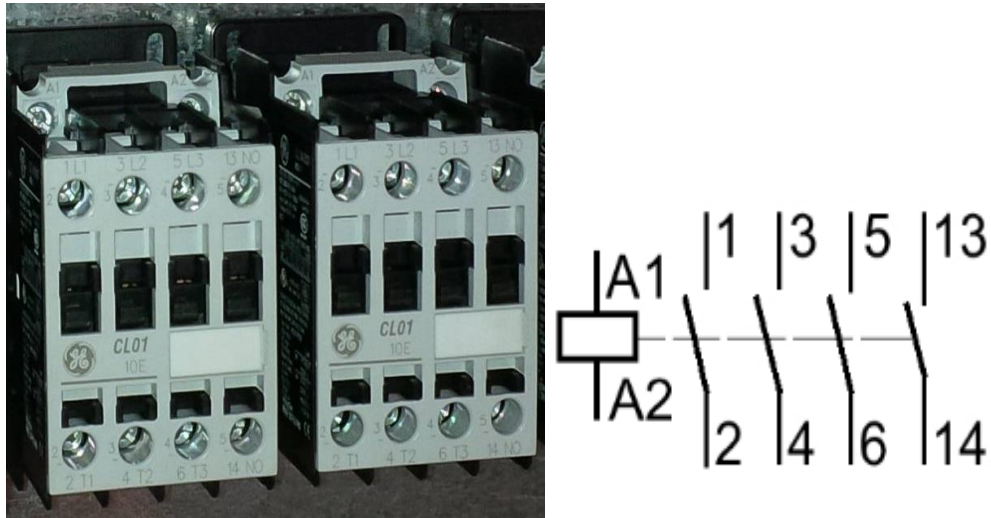
**Contactador.-** Es un dispositivo electromagnético, que puede ser controlado a distancia para cerrar o abrir circuitos de potencia. Una de las principales aplicaciones del Contactador es en el control de circuitos de alimentación de motores eléctricos, pero puede ser utilizado para otros tipos de receptores, como sistemas de resistencias, líneas de luminarias.

Los contactores son interruptores electromagnéticos para grandes potencias de interrupción. Generalmente el mecanismo de interrupción se mueve y se mantiene en su posición de cierre mediante la armadura de un electroimán. El mecanismo de interrupción vuelve a su posición de reposo cuando no circula corriente a través del carrete del electroimán. Al mismo tiempo pueden abrirse o cerrarse otros contactos adicionales para circuitos eléctricos de control y señalización.



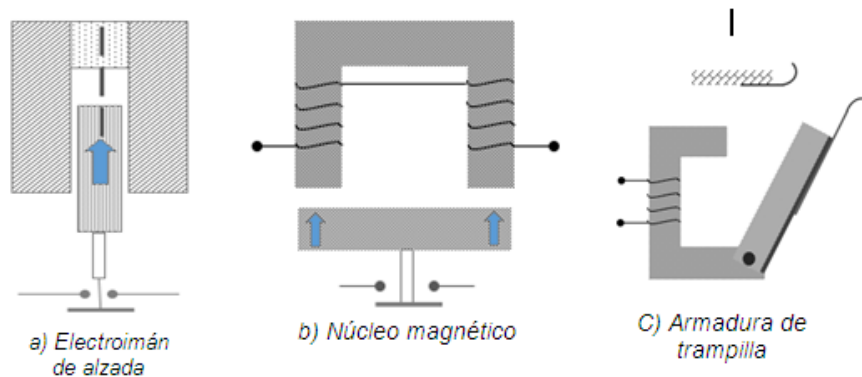
**Fig. 2. 15** Partes de un interruptor magneto térmico.

Los contactores que abren el circuito eléctrico se llaman contactos de reposo. Y los que cierran el circuito eléctrico se llaman contactos de trabajo. Los contactores permiten muchos millones de interrupciones. Por cada una de estas se entiende aquí el proceso de conexión y desconexión. 1 millón de interrupciones significan, en un servicio de ocho horas con una frecuencia de 40 interrupciones por hora, duración de 10 años.



**Fig. 2. 16** Contactor y su diagrama.

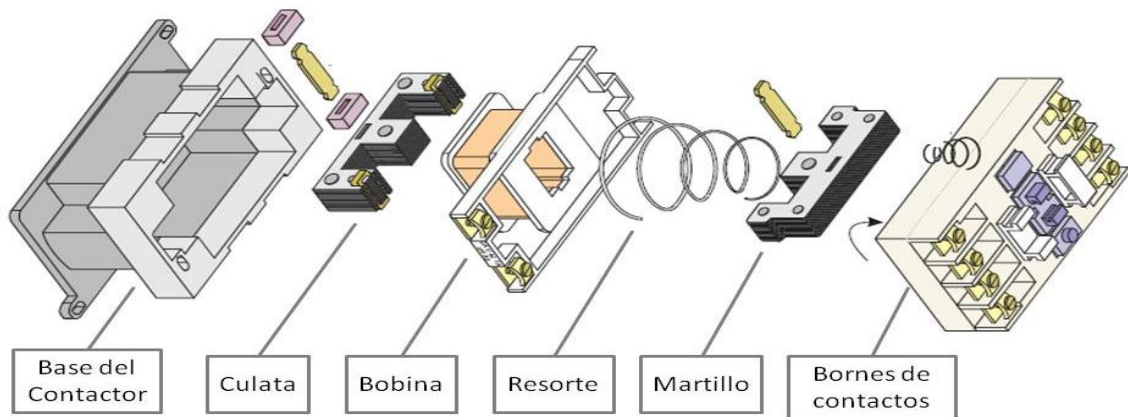
Según su constitución, se distinguen los contactores de armadura de trampilla y de palanca acodada con electroimán de alzada, núcleo magnético. Se construyen para corriente alterna o para corriente continua; estos últimos funcionan más suavemente que los de corriente alterna. Los contactos deben ser tratados cuidadosamente.



**Fig. 2. 17** Tipos de contactor.

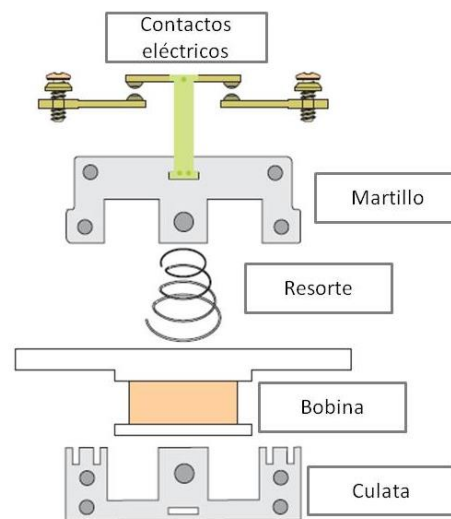
**Partes del Contactor.-** El Contactor cuenta con un circuito magnético que está compuesto por la culata y el martillo. La culata es la parte fija y en ella se aloja la bobina del Contactor. El martillo es la parte móvil el cual responde ante una atracción por la culata cuando la bobina es alimentada con la tensión adecuada. Por medio de los bornes de alimentación del contactor.





**Fig. 2. 18** Partes del Contactor.

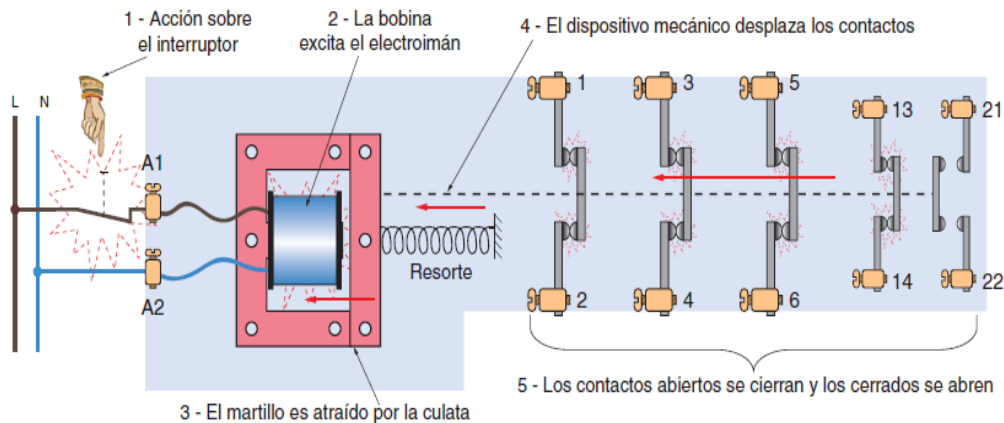
Los contactos eléctricos están unidos a la parte móvil del circuito magnético. Cuando el martillo se desplaza, también lo hacen los contactos, abriendo los que están cerrados y cerrando los que están abiertos. Se puede contar con dos tipos de contactos en un Contactor: los de fuerza y los de mando, también llamados auxiliares. Los de fuerza están preparados para un mayor poder de corte y se encargan de controlar las cargas de potencia. Los de mando se utilizan para tareas auxiliares y de control.



**Fig. 2. 19** Instalación eléctrica del contactor.

**Funcionamiento del contactor.-** Al ser alimentada por corriente eléctrica la bobina crea un campo magnético. Por lo que la culata se imanta y atrae al martillo, que normalmente está separado mediante un resorte de retorno. Provocando que la armadura aprisione las piezas móviles contra las piezas fijas. Es decir provoca que los contactos de fuerza y los auxiliares se accionen.

Cuando esta bobina recibe una tensión, genera un campo magnético en el que el núcleo puede atraer la armadura y vencer la resistencia mecánica del resorte que los mantiene separados. El contactor se mantiene en la posición de cierre mediante la circulación de corriente a través del electroimán. Al no circular corriente el contacto vuelve a su posición de reposo.



**Fig. 2. 20** Funcionamiento del contactor.

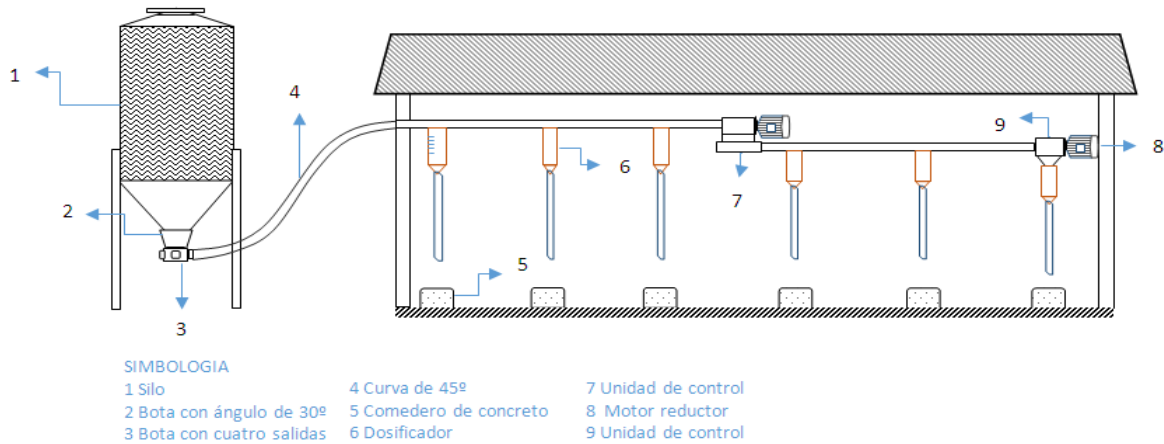
Codificación para contactores y Contactores auxiliares Modelo CL

	C	L	0	1	A	3	1	0	R	3
Modelo	Tamaño	Ejecución	Polos		Contactos Auxiliares	Tipo de borne		Tensión de bobina		
CL 01	5.5 kW	A= CA D= CC E= CA+CC	3= 3P 4= 4P, 4NO A= 4P, 4NC B= 4P, 2NO+2NC		1NA	T= Tornillo {CL 00 → CL254} M= Mordaza {CL 00 → CL25} R= Para terminal circular {CL00 → CL02}		110V CA		

**Fig. 2. 21** Especificaciones de Contactor CL01.

## 2.2 Sistema mecánico

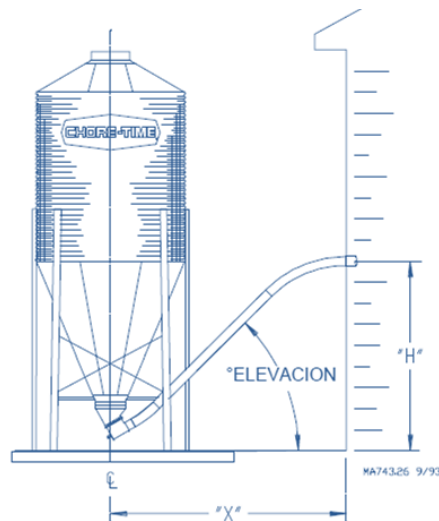
Este sistema de distribución de alimento tiene su inicio en la apertura de descarga del silo teniendo derivaciones hacia todos los comederos presentes en la salas. En la parte inferior de esta cuenta con una bota la cual recibe el alimento. Conectadas a la botas se encuentra el codo de elevación de 45° grados para la elevación del alimento. En dicho codo se encuentra el espiral sinfín el cual es manipulado por un motor reductor o unidad de potencia y la unidad de control.



**Fig. 2. 22** Componentes del sistema de alimentación.

Cada dosificador es llenado mediante el accionamiento de la unidad de control. Ya que cuando este se acciona el espiral sin fin comienza a dar vuelta por lo tanto comienza a distribuir el alimento. Después del dosificador el alimento es depositado en los comederos de cada cerda. El sistema de detiene o se acciona mediante la unidad de control ya que esta censa el nivel de alimento en la tolva la cual forma parte de la unidad de control.

**Silo.**-Este sistema cuenta con un silo fabricado de acero galvanizado con una capacidad de 10 toneladas. Cuenta con seis columnas para hacer una estructura la cual pueda sostener el silo y así tenga mayor resistencia. Así también el techo de un silo tiene un ángulo de 40°, esto con la finalidad de un máximo llenado así como un agujero de llenado más visible.



**Fig. 2. 23** Planificación de la ubicación del silo.

Para la planificación del sistema se toma en cuenta la distancia del centro del silo hasta el punto donde el sistema de llenado entra al edificio = X. La distancia de la parte superior de la fundación del silo hasta el punto donde el sistema de llenado entra al edificio. Así también es tomado en cuenta el ángulo en el cual el sistema está instalado.

Modelo	Toneladas	Metros cúbicos	Altura de llenado Metros
45-00724	10.0	15.6	6.9

**Tabla 2. 7** Especificaciones de un silo de 10 toneladas.

**Sinfín Flexible modelo 55.-** Cada modelo del sistema flex- auger distribuye alimento en porciones diferentes. Estas proporciones deben coincidir con los requerimientos de alimento. Así también se debe escoger un tamaño de sistema de tal modo que el tiempo máximo de funcionamiento sea cuatro horas al día. Los requerimientos de potencia se basan en la longitud del sistema flex-auger y el tipo de sistema instalado como numero de vueltas.

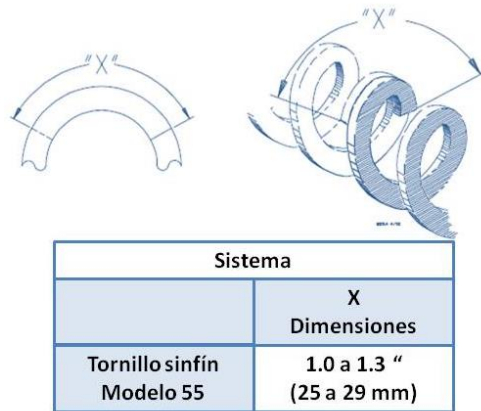
En la tabla muestra las capacidades del Flex- Ager modelo 55. Tales como el tiempo de transporte, diámetro del tubo y el largo máximo permitido para su correcto funcionamiento. Así también es especificada la capacidad idónea del motor. Parámetros que deben ser considerados en la instalación de este sistema para su correcto funcionamiento.

	Velocidad de transporte de alimento por minuto	Unidad de energía RPM	Diámetro externo del tubo	Radio de la esquina	Motor recomendado al largo máximo	Largo máximo	Extensión estándar	Aplicaciones comunes
Modelo 55	7kg (15lb)	348	55mm (2.25pulg)	1.5 m ( 5 pies)	½ hp	75m (250 pies)	85m (285 pies)	Usos de bajo volumen como comederos para maternidades o de descarga para cerdas

**Tabla 2. 8** Especificaciones técnicas de Flex-Ager.

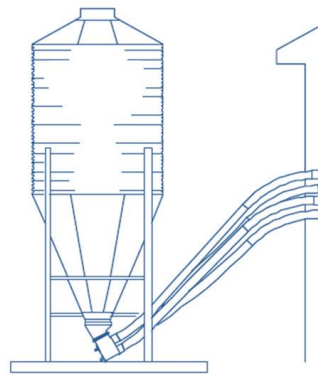
La velocidad de transporte de alimento se calcula al estándar de 640 kilogramos por metro cubico. El peso del sin fin, los tubos y el alimento es de aproximadamente 9 kg/m. Es por eso que todo el sistema requiere de un soporte adecuado de los tubos del sinfín para impedir el pandeo y transmisión de fuerzas excesivas a la bota del silo.

Dentro de la planificación del sistema se debe tomar en cuenta que el tubo sinfín este directamente encima de los comederos o tolvas para que puedan ser llenados a su máxima capacidad.

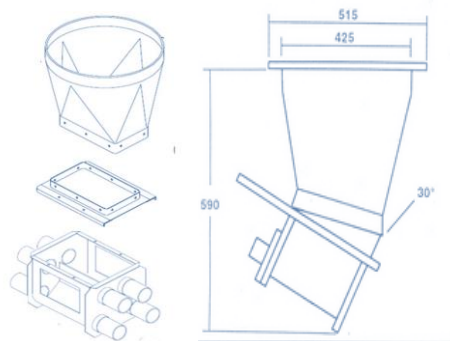


**Fig. 2. 24** Dimensiones del espiral.

**Bota.-** En parte inferior del silo cuenta con una bota con cuatro salidas lo cual permite la distribución de alimento en cuatro líneas del galpón. Generalmente esta es la bota estándar utilizada en aplicaciones con un solo silo. La bota puede ser con salida recta o con ángulo de 30°.

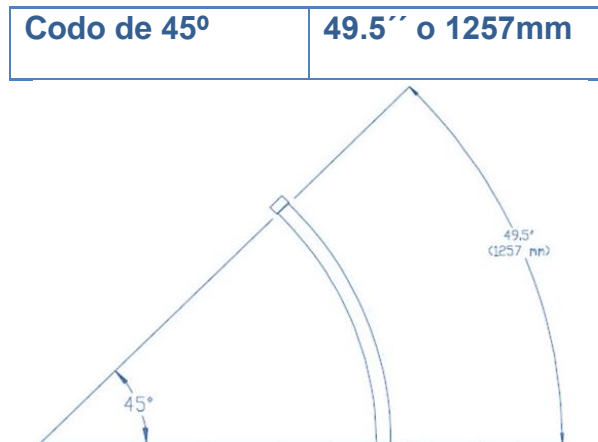


**Fig. 2. 25** Bota de 4 salidas con ángulo de 30°.



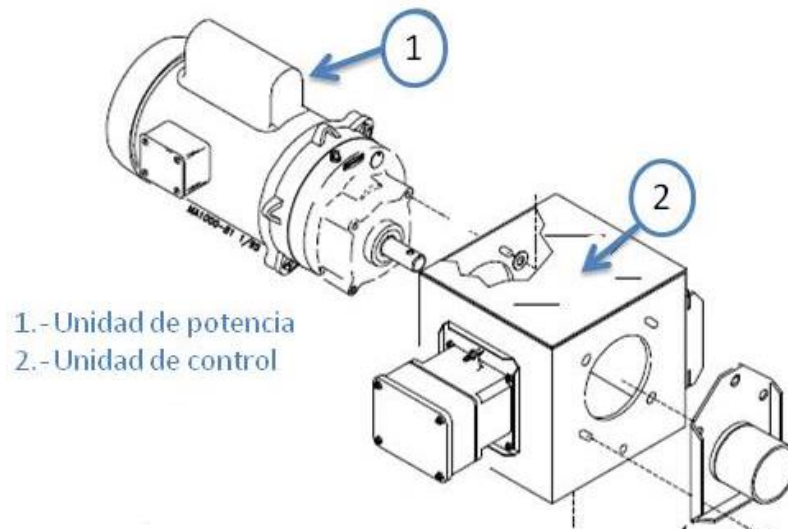
**Fig. 2. 26** Los componentes de la bota ubicada de bajo del silo.

**Codo de elevación.-** Se considera un ángulo de 45° ya que en ángulos mayores puede ocurrir atoramiento en los tubos de caída. Si se mantiene dicho ángulo la elevación máxima es de 9.1 m (30 pies). Los codos se utilizan para formar la posición inclinada de la línea del sinfín en el silo y en otras partes del sistema.



**Fig. 2. 27** Dimensiones del codo.

**Unidad de control.-** La unidad de control va montada en el extremo de la línea. Para accionar el sistema se conecta una unidad de potencia a la unidad de control llamado motor de mitad de línea. En el que se acopla el espiral sinfín para que el alimento pueda ser transportado. Para incrementar la longitud del sistema se utiliza una tolva de extensión que cuenta con un control de nivel de alimento. El cual transportado con un espiral sinfín acoplado una unidad de potencia llamada final de línea.

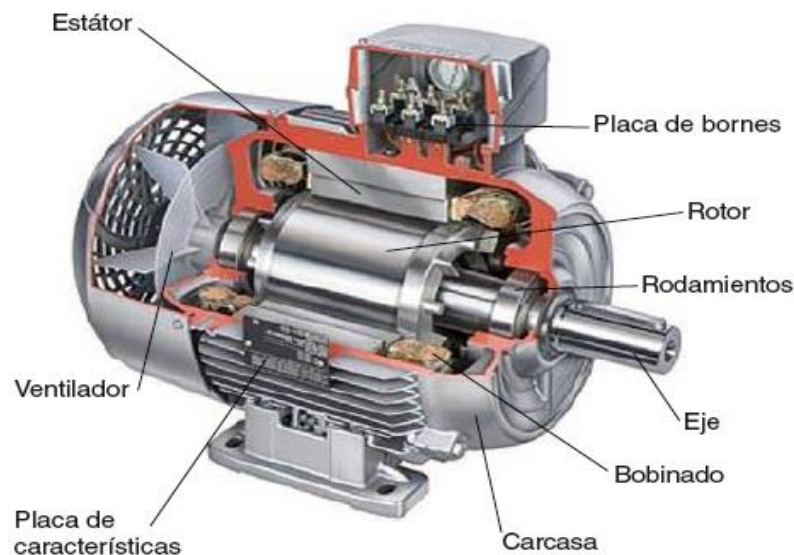


**Fig. 2. 28** Representación de la unidad de control y la unidad de potencia.

**Unidad de potencia.-** Como todas las maquinas eléctricas, un motor eléctrico está constituido por un circuito magnético y dos eléctricos, uno colocado en la parte fija (estator) y otro en la parte móvil (rotor).El circuito magnético está formado por chapas apiladas en forma de cilindro en el rotor y en forma de anillo en el estator.

El anillo se dota de ranuras en su parte inferior para colocar el bobinado inductor y se envuelve exteriormente por una pieza metálica llamada carcasa. El cilindro se adapta al eje del motor y se le puede incorporar conductores de gran sección soldados a anillos del mismo material en los extremos del cilindro similar a una jaula de ardilla, de ahí recibe el nombre de rotor de jaula de ardilla.

El eje se apoya de unos rodamientos de acero para evitar rozamientos y se saca al exterior para transmitir el movimiento, y lleva acoplado un ventilador para refrigeración. Los extremos de los bobinados se sacan al exterior y se conectan a la placa de bornes. El funcionamiento del motor asíncrono de inducción se basa en la acción del flujo giratorio generado en el circuito estático sobre las corrientes inducidas por dicho flujo en el circuito del rotor.



**Fig. 2. 29** Partes de un motor de inducción.

El flujo giratorio creado por el bobinado estático corta los conductores del rotor, por lo que se genera fuerzas electromotrices inducidas. Suponiendo cerrado el bobinado rotórico, es de entender que sus conductores serán recorridos por corrientes eléctricas. La acción mutua del flujo giratorio y las corrientes existentes en los conductores del rotor originan fuerzas electrodinámicas sobre los propios conductores que arrastran al rotor haciéndolo girar.

La velocidad de rotación del rotor en los motores asíncronos de inducción es siempre inferior a la velocidad de sincronismo. Para que genere una fuerza electromotriz en los conductores y el flujo giratorio. A la diferencia entre la velocidad del flujo giratorio y del rotor se le llama deslizamiento.



**Fig. 2. 30** Placa de datos de motor.

**Dosificador.-** Los dosificadores son instalados en un transportador automático de pienso, permiten la dosificación individual del ganado. La totalidad de dosificadores de varias líneas, pueden accionarse a un mismo tiempo para su apertura o cierre, bien mecánica o automáticamente. El material del que son fabricados es de plástico, con tratamiento uv.



**Fig. 2. 31** Dosificador de alimento.



Capacidad de alimento, l	Altura, cm	Diámetro, cm
10	81.5	15.5

**Tabla 2. 9** Especificaciones de dosificadores.

Este dosificador controla la cantidad precisa de alimento en cerdas gestantes. El diseño sella la salida de pienso hasta el momento de ser accionado. El propio peso del pienso provoca el cierre. De forma manual o automática se elevan simultáneamente todos los conos, liberando el alimento del dosificador. Esto evita el estrés de los cerdos en el momento de servir el alimento.

**Sensor capacitivo SCA/SCF.-** El principio de funcionamiento se basa en el comportamiento de un condensador capacitivo. Dicho principio depende de Área de la pared del silo, Diámetro de la armadura y constante dieléctrica del material. En este sistema las armaduras del condensador son representadas como las paredes del tanque. Dentro del silo se encuentra el electrodo completamente aislado de las paredes. Mientras que del otro lado se encuentra el Led indicador de estado.

Los sensores de proximidad capacitivos se diseñan para trabajar generando un campo electrostático y detectando cambios en dicho campo a causa de un objeto que se aproxima a la superficie de detección. Los elementos de trabajo son, una sonda capacitiva de detección, un oscilador, un rectificador de señal, un circuito de filtrado en el correspondiente circuito de salida.



**Fig. 2. 32** Sensores Capacitivos.

En ausencia de objetos el oscilador se encuentra inactivo. Cuando se aproxima un objeto, el oscilador aumenta la capacidad del condensador que funciona como detector. Al superar la capacitancia un umbral predeterminado se activa el oscilador, el cual dispara el circuito de salida para que cambien entre el On y Off.

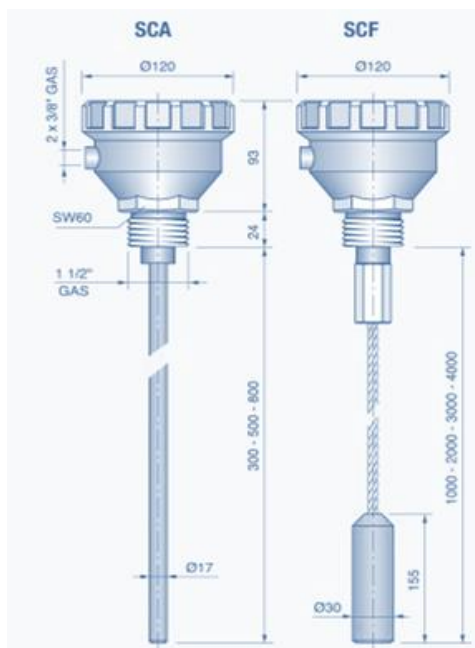
<b>Características Técnicas</b>	
<b>Tensión de alimentación</b>	24V ac- 110/220V ac +-15% 60 Hz
<b>Máxima absorción</b>	2.5 VA
<b>Grado de protección</b>	IP 65
<b>Ajuste de sensibilidad</b>	Presente/ Incorporado
<b>Led rojo</b>	Indicador Relé on off.
<b>Temperatura limite</b>	-20, +60°C
<b>Carcasa</b>	Aluminio
<b>Fijación estándar</b>	1 ½ nch Gas
<b>Presión máxima del tanque</b>	12 kg/cmq

**Tabla 2. 10** Datos Técnicos del sensor SCA/SCF.

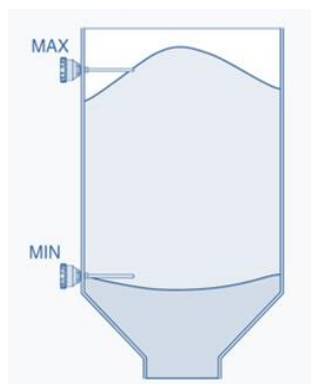
La capacitancia de la sonda de detención viene condicionada por el tamaño del objeto a detectar, por la constante dialéctica y por la distancia de este al sensor. A mayor tamaño y mayor constante dieléctrica de un objeto, mayor el incremento de la capacitancia. A menor distancia entre el objeto y el sensor, mayor el incremento de capacitancia de la sonda de parte del objeto.

La constante dieléctrica de vacío de aire es 1, mientras que la de cualquier otro material es mayor que 1 lo cual es medido por el electrodo de alta frecuencia. Por lo tanto al variar la cantidad de material en el tanque la capacitancia aumenta. Como resultado la corriente que fluye en el condensador también aumenta. El valor de la corriente es transformada en una corriente que se utiliza para indicar el nivel en el que se encuentra el silo.

Para determinar la señal de llenado o vacío de un silo se requiere de dos sensores. Uno de los sensores indica nivel de silo lleno, mientras el otro indica cuando el nivel del silo se encuentra bajo. Cada sensor emite una señal que permite a los usuarios de este equipo saber la cantidad de material almacenado. Esto con el fin de evitar daños a los demás equipos conectados al silo.

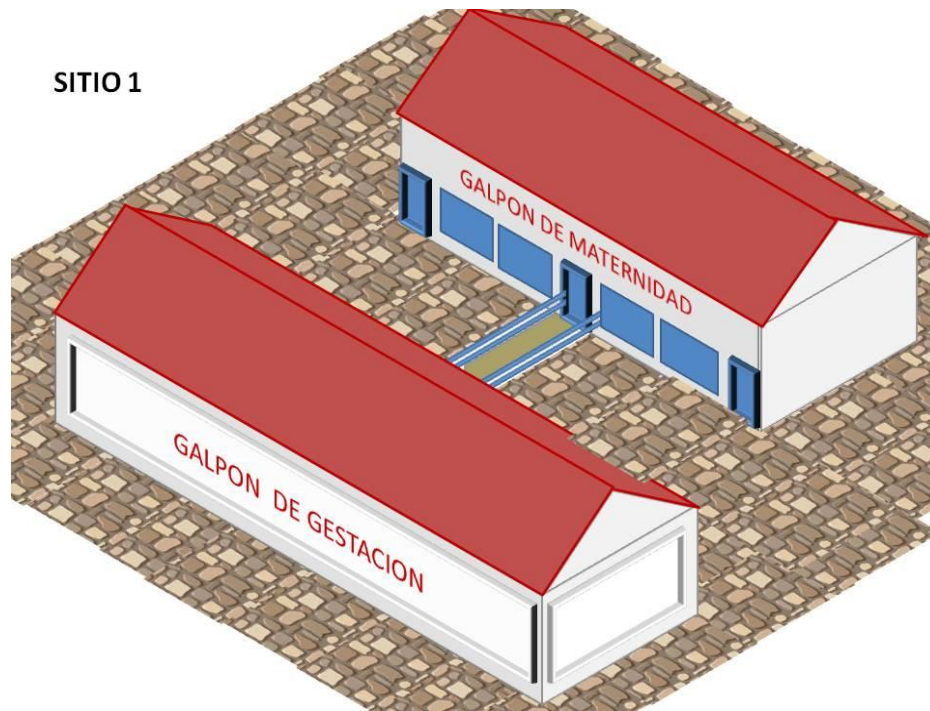


**Fig. 2. 33** Dimensiones del sensor SCA/SCF.



**Fig. 2. 34** Posición de los sensores en el silo.

La porcicultura es la cría del ganado y esta abarca la genética, reproducción, alimentación y todos los aspectos relacionados con los cerdos. Las empresas porcinas se encuentran en el sector primario. Estás de acuerdo al Código Fiscal de la Federación, artículo 16, fracción IV, realizan actividades empresariales de tipo ganadera, consiste en la cría y engorda de animales, así como la primera enajenación de sus productos, que no hayan sido objeto de transformación industrial.

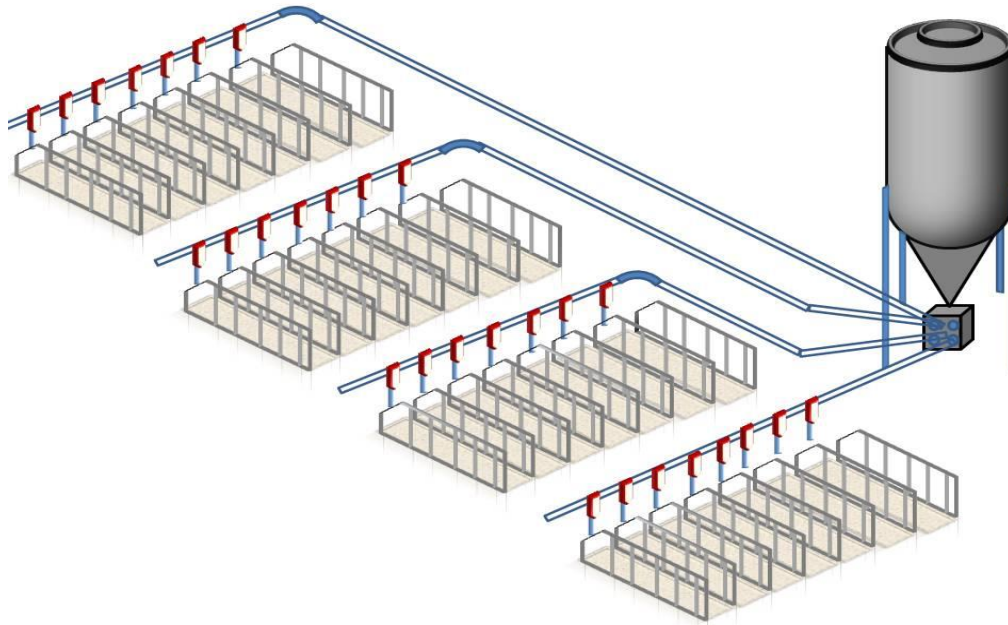


**Fig. 2. 35** Vista exterior de ubicación de Galpones.

Se considera sitio 1 y 2 como la etapa de reproducción y maternidad. En estas etapas los galpones deben de contar con características diferentes a las de otros sitios. Las altas y bajas temperaturas afectan a las crías tanto a las madres desde el periodo de gestación, es una etapa en la que se encuentran más propensos contraer infecciones, por lo que las instalaciones son más complejas desde los sistemas de ventilación hasta la arquitectura de los corrales.

Dentro del galpón de gestación se encuentran alojadas 600 cerdas. Las cuales necesitan de una alimentación especial. Ricas en vitaminas que favorezcan el proceso de gestación. El alto o bajo consumo de alimento es el punto clave durante la gestación y puede causar efectos negativos o conllevar a ventajas específicas.

Cómo se alimenta a la cerda puede ser tan importante como lo que se le suministra de alimento. Por tal motivo el alimento a las cerdas gestantes se le suministra dos veces al día. La primera vez en el día corresponde a las 12:00 pm. Mientras que se la segunda hora al día corresponde a las 17:00 pm. Con esto se cubre la demanda de alimentos que tienen las cerdas gestantes.



**Fig. 2. 36** Vista interior del galpón de gestación y representación del sistema de alimentación.

Las dimensiones de la nave son de 13 m de ancho por 105 m de largo. Cada cerda cuenta con un corral es por ello que es sistema de alimentación está pensado para distribuir alimento individualmente mediante dosificadores. Los cuales regulan la cantidad de alimento necesaria para esta etapa. Con la distribución de alimento individualmente se evita el estrés en el ganado porcino y se agiliza el proceso de alimentación.

Peso vivo	Alimento diario promedio total (kg)/cabeza
4.5-11.3 kg	0.45kg
11.3-22.7kg	1.13 kg
22.7-34kg	1.81 kg
34-56.7 kg	2.35 kg
56.7-79.4	3.54 kg
79.4-102 kg	3.54
Marranas en gestación	2.26 a 3.00 kg

**Tabla 2. 11** Porciones de alimento diario para cerdos.

### 3. Desarrollo

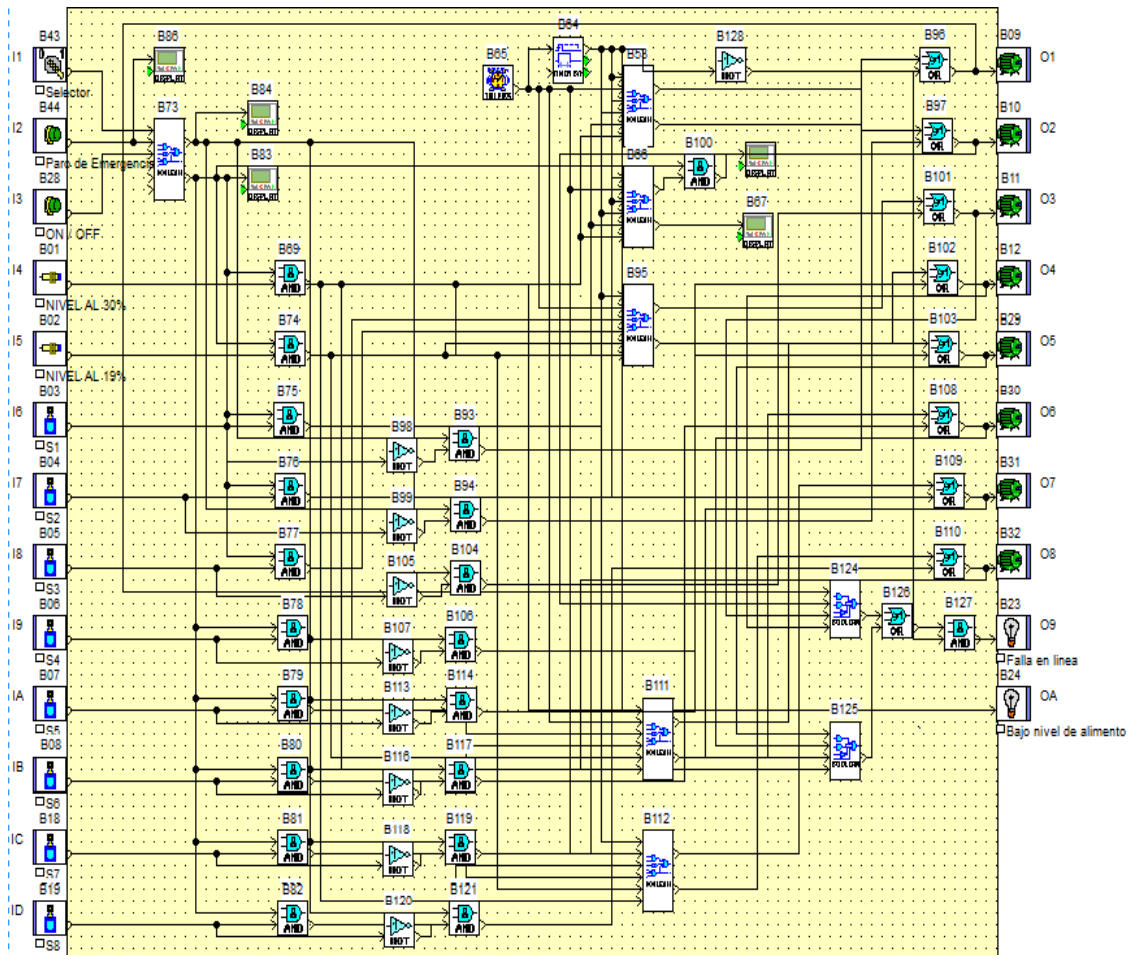
**Funcionamiento del sistema.-** La figura 1.1 correspondiente al capítulo uno muestra gráficamente el proceso del sistema de alimentación. Los motores de mitad de línea (M1, M3, M5, M7) y de final de línea (M2, M4, M6, M8) funcionaran dos veces al día por periodos máximos de 6 minutos. Los motores se encuentran acoplados en pares (M1-M2, M3-M4, M5-M6, M7-M8) por medio de un sistema de espiral sin fin y una unidad de control que en conjunto conforman al sistema motriz para línea de espiral.

Señales de sensores N1 y N2, estos sensores se encuentran incrustados en paredes del silo a distancias de 2m y 3.5m. Las señales digitales entregadas por cada sensor son enviadas al PLC para su procesamiento. Dependiendo de los valores adquiridos por N1 y N2 el sistema permitirá el funcionamiento en automático además de mandar alarmas por bajo nivel de alimento y silo vacío

La serie de ocho motores (M1-M2, M3-M4, M5-M6, M7-M8), arrancara automáticamente dos veces por día con tiempos de operación no máximos de 6 minutos en punto de las 12:00 hrs y 17:00hrs. Los sensores de llenado (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8) corresponden a las unidades de control (misma cantidad de unidades de control y motores) pertenecientes al Sistema motriz para línea de espiral por lo tanto cada motor funcionara de forma independiente. Si no cumplen con la operación dentro de los 6 min se apagara la totalidad del sistema.

Operación manual, activara todos los motores únicamente condicionados por los sensores de llenado (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8) que se encuentran en las unidades de control, en este caso de funcionamiento no serán tomadas en cuenta las lecturas de N1 y N2 que corresponden a los sensores de nivel que se encuentran en el silo. En la modalidad automática cuando detecte que se encuentre vacío el silo permitirá el funcionamiento en forma manual.

**Programación y diseño.-** La construcción del programa se realiza sobre la plataforma de software M2 utilizando herramientas de procesamiento digital (compuertas lógicas), esto porque los sensores utilizados entregan señales digitales además del funcionamiento de arranque y paro de cada motor. Una técnica de programación que aplicamos en este caso es iniciar el programa con la asignación de entradas y salidas.



**Fig. 3. 1 Programación en PLC.**

Por ser un programa basado en señales digitales se nos permitió analizar todas y cada una de las situaciones a las que pueda el sistema encontrarse sometido, en lo que corresponde al control de motores. En la Imagen se observa la agrupación de los elementos de programa, puesto que se conforma en tres partes; sección de entradas, sección de análisis de condiciones y distribución de salidas

#	Entradas	Salidas	Función	Descripción
1	Selector		Modo manual Modo automático	Automático: enciende en horarios establecidos Manual: en espera de la activación del usuario
		Motor 1	Distribución de alimento	Motor de mitad de línea 1
2	Paro de emergencia		Desactiva todo funcionamiento	Deshabilita toda función del sistema

			del sistema	
		Motor 2	Distribución de alimento	Motor de final de línea 1
3	ON/OFF		Activa y desactiva el sistema	Activa y desactiva el sistema bajo las condiciones del selector
		Motor 3	Distribución de alimento	Motor de mitad de línea 2
4	N1		Sensar de alimento en silo	Envió de datos cuando alimento disminuye de 30%
		Motor 4	Distribución de alimento	Motor de final de línea 2
5	N2		Sensar alimento en silo	Envió de datos cuando no hay alimento
		Motor 5	Distribución de alimento	Motor de mitad de línea 3
6	S1		Sensar nivel en cajetín de control	Envió de datos cuando cajetín está lleno
		Motor 6	Distribución de alimento	Motor de final de línea 3
7	S2		Sensar nivel en cajetín de control	Envió de datos cuando cajetín está lleno
		Motor 7	Distribución de alimento	Motor de mitad de línea 4
8	S3		Sensar nivel en cajetín de control	envió de datos cuando cajetín está lleno
		Motor 8	Distribución de alimento	Motor de final de línea 4
9	S4		Sensar nivel en cajetín de control	Envió de datos cuando cajetín está lleno
A	S5		Sensar nivel en cajetín de control	Envió de datos cuando cajetín está lleno
B	S6		Sensar nivel en cajetín de control	Envió de datos cuando cajetín está lleno
C	S7		Sensar nivel en cajetín de control	Envió de datos cuando cajetín está lleno
D	S8		Sensar nivel en cajetín de control	Envió de datos cuando cajetín está lleno

**Tabla 3. 1 Elementos conectados al PLC.**



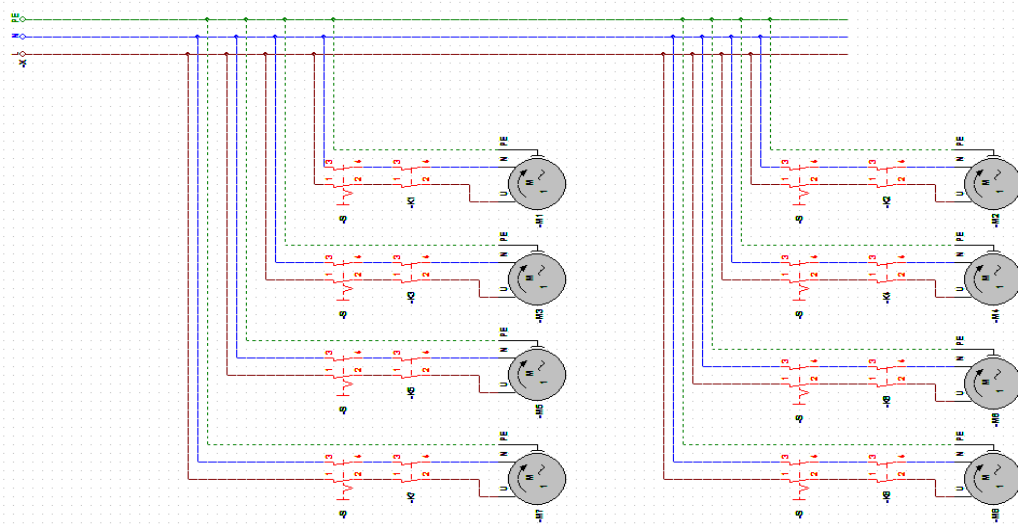
En la tabla 3.1 se muestra la relación de entradas y salidas conforme a la posición que ocupan respectivamente en terminales de entrada y salida del PLC, se muestra la descripción de cuál es su funcionamiento en caso de encontrarse activo. Las alarmas y señalizaciones se presentan en el momento que son enviados datos que las activen provenientes de elementos encargados de proporcionar la información al PLC.

Elemento	Indicación luminosa	Display	Causa	Acción
<b>N1</b>	Bajo alimento		Cantidad de alimento en silo de 30%	Rellenar de forma manual el silo
<b>Motores</b>	Falla en línea		Uno cajetines de control no se ha llenado en el tiempo predeterminado	Verificar visualmente líneas de distribución
<b>Temporizador</b>				
<b>N2</b>		Silo vacío	Cantidad de alimento en silo de 19%	Operar en modo manual
<b>N1 y N2</b>		Checar sensores de silo	Obstrucción de área de medición de sensor	Verificar visualmente la cantidad de alimento en silo por mirillas y revisar sensores físicamente, comprobar funcionamiento
			Sensores dañados	
<b>Selector y ON/OFF</b>		Automático	Selector en modo automático	Comprobar funcionamiento
		Manual	Selector en modo manual	Atender señalizaciones anteriores solo si existen
<b>Paro de emergencia</b>		Emergencia	Falla detectada por personal	Atender falla al menor tiempo posible

**Tabla 3. 2** Relación de entradas y salidas.

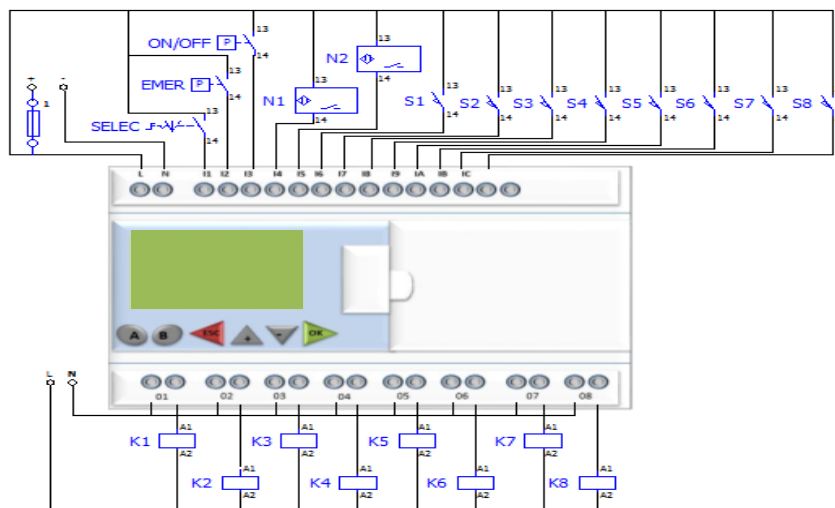
## Diagrama de Potencia y Control

El diagrama de potencia que se aprecia en la fig. 3.2 representa la conexión de los motores con los elementos de control y protección directamente conectados al circuito eléctrico a 220V con línea de protección a tierra para cada motor. Cada motor funciona de forma independiente por lo que se muestra un grupo de elementos de control independientes para cada equipo.



**Fig. 3. 2** Diagrama de potencia.

En la fig. 3.3 representa las conexiones de elementos de control al PLC; pulsadores (SELEC, EMER, ON/OFF), sensores de nivel (N1, N2) y sensores de llenado (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8), correspondientes a cada una de las entradas. Por parte de las salidas se encuentran las conexiones a las bobinas de los contactores (K1, encargados de paro y arranque de los motores del sistema de transporte de alimento desde el silo).



**Fig. 3. 3** Diagrama de control.

**Cuadro eléctrico.-** Es necesario que los elementos de control se encuentren reunidos dentro de un gabinete para su fácil acceso en la instalación, futuras maniobras y por protección. Fueron incluidos interruptores magneto térmico, contactores y clemas. Dichos elemento de control fueron conectados conformes los diagramas de conexión mostrados.

Primeramente se extrae el platino del interior del gabinete para marcar los puntos en los que se fijara el riel din, modelo IP55-IK10. Para realizar lo anterior hay que tomar en cuenta las dimensiones que tengan los elementos de control. De lo contrario el cableado del que se realiza entre elementos se tiende a dificultarse. Es por eso importante antes de fijar los elementos se tomen medidas con una regla y una muestra con los elementos de control sobre puestos sobre el platino.



**Fig. 3. 4** *Marcación de Platino.*

Tomando las medidas necesarias se puede iniciar con la perforación del platino. Esto se realiza con la utilización de herramientas mecánicas eléctricas por lo que es necesario el uso de equipo de protección personal, como lo son guantes y lentes, para prevenir todo tipo de accidentes posibles que se puedan ocasionar por causas personales o de fallos en la herramienta.

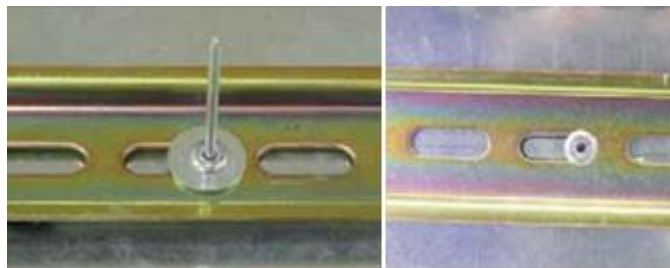


**Fig. 3. 5** Perforación de Platino.

Para la unión fija para el riel din con la platina se requiere de un remachado. Para realizar el remachado, se introduce el remache en los orificios que previamente realizados en las piezas a unir. Así también se utiliza en la cabeza del remache para dar una mayor firmeza a la fijación de piezas. Para poder fijar el remache se utiliza la remachadora la cual aplica una fuerza deformando el remache hasta quedar completamente fijado el riel din a la platina.



**Fig. 3. 6** Remache y remachadora utilizada para la fijación del riel din y la platina.



**Fig. 3. 7** Fijación de remache y arandela.

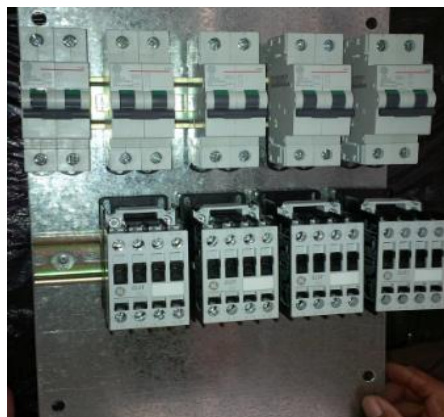
**Contactores e interruptor magneto térmico.-** Una vez que se han instalado los soportes riel DIN se prosigue con la colocación de los elementos agrupándolos por tipo de elemento. En la primer línea de riel din se colocan los interruptores magneto térmicos. En la segunda línea se colocan los contactores y por último se colocaron las clemas.



**Fig. 3. 8** Fijación de Interruptores Magneto Térmicos.

El mini interruptor de la serie G62 tipo C tienen la tipología de poder ser adaptados sobre un riel DIN por medio de unas pestañas y un seguro traseros. La forma correcta de fijar un interruptor en cuadro de control es anclar la parte superior del interruptor y posteriormente aplicar presión en la parte inferior hasta que se active el seguro, se escucha un tipo de clic. De esta forma se colocan todos los interruptores correspondientes a cada uno de los motores del sistema.

El modelo de Interruptores magneto térmicos que se utilizo para fijarlos se les tienen que accionar el seguro de forma manual. Por lo tanto la forma más práctica de realizar esa actividad es con el uso de un desarmador de punta plana haciendo un movimiento de palanca para lograr abrir el seguro. La forma de cerrar es presionando hacia el mismo lado en que se abrió. Con lo cual el interruptor queda completamente fijado al riel din.



**Fig. 3. 9** Interruptores y Contactores.

La instalación de contactores se lleva a cabo de la misma forma puesto que cuentan con la misma arquitectura para la fijación sobre riel DIN. Los contactores se agrupan igualmente enseguida de los interruptores y se colocan justo en línea de bajo de los interruptores, porque son los que se encargaran de realizar la función de encender y apagar los motores del sistema.

Las clemas o bornes se instalan de bajo de los contactores para formar la zona de entradas y salidas, conformando así lo que corresponde a la etapa de potencia. Dichos elementos permiten realizar la unión entre los contactores y los motores a controlar. De igual manera las clemas se encuentran sujetas al riel din, estas son instalas haciendo presión sobre ellas.



**Fig. 3. 10** Colocación de Klemas.



**Fig. 3. 11** Cableado de cuadro eléctrico.

Tener una correcta organización de los cables que forman un cuadro eléctrico es esencial para su óptimo funcionamiento, operaciones de instalación y mantenimiento. Un cableado inadecuado puede generar situaciones como averías inesperadas por calentamiento y falsos contactos en los elementos que componen el cuadro. El por ello que al realizar el cableado es necesario poner atención en cualquier detalle y principalmente atornillar bien los cables en los elementos.

El cableado rojo calibre 14 el cual se determina aleatoriamente debido a que no hay norma o reglamento que determine el diseño de gabinetes de control, en lo que corresponde al interior del mismo. El cableado negro calibre 14 se utilizó para la alimentación del interruptor magneto térmico principal. Así también se utilizó cable negro calibre 10 para la alimentación conectada a los interruptores magneto térmicos.



**Fig. 3. 12** *Modulo de control y protección.*

**Representación del sistema de alimentación.-** Dicha representación fue realizada para simular el funcionamiento del sistema de alimentación para ganado porcino. Así también para mostrar las señales de salida que da el PLC ante distintas situaciones que se puedan presentar mientras se encuentra en funcionamiento del sistema. Dichas situaciones se dan mediante el censado de los niveles de alimento o en dado caso se a presente una falla.

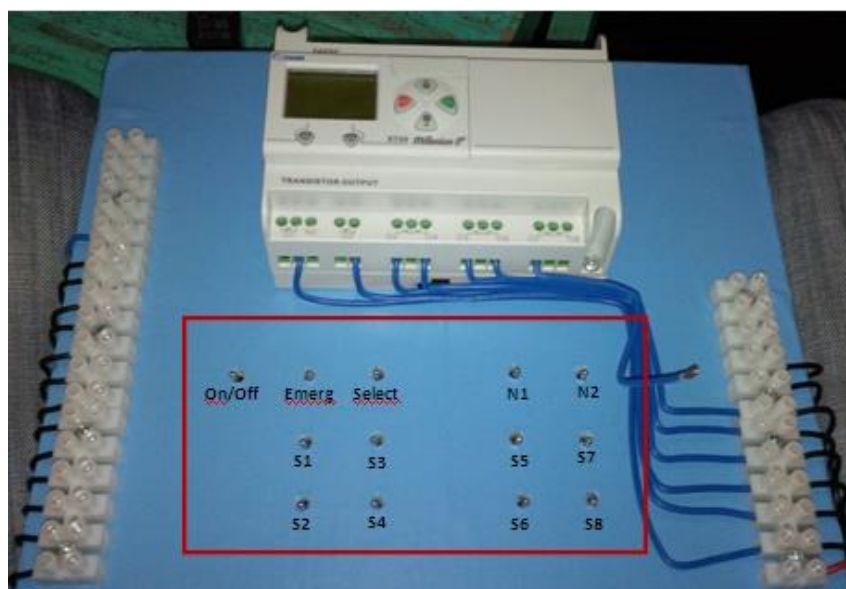
Para la construcción de la representación se utilizó una placa de madera. En la que fueron adaptados los elementos eléctricos necesarios para dicha representación. Los elementos los podemos describir como: PLC Crouzet milenium II, 8 focos de led con un módulo de 3 led cada uno los cuales operan a 12 volts, 13 interruptores modelo 80565-C.



**Fig. 3. 13** Algunos de los materiales utilizados.

En la primera sección se encuentra el PLC milenium 2. En dicha sección se encuentra el dispositivo que capaz de generar una orden para ser ejecutada por los equipos que se encuentran conectados en la salida. El PLC trabaja en base a la programación que se realizó para poder realizar la representación del sistema de alimentación.

Para la representación del sistema de alimentación el PLC recibe a su entrada la señal de 13 interruptores y en su salida se encuentra conectados 8 focos. En base a los elementos conectados al plc genera las señales de salida dando paso a que esta se lleve a cabo. Lo que permite que los focos de led enciendan o apaguen según el programa lo demande.



**Fig. 3. 14** Descripción del orden de la representación de sensores.



Como segunda sección se encuentran representados los sensores de nivel que se encuentran en el sistema de alimentación. Físicamente dichos sensores se encuentran en el silo y en las tolvas que forman parte de la unidad de control. Para dicha representación se instalaron 13 interruptores 80565-C. Que van conectados a una regla de bornes el cual los interconecta a las entradas del PLC.

En la tercera sección se encuentra la representación de los ocho motores del sistema de alimentación. Cuatro de estos motores corresponden a mitad de línea y los otros cuatro corresponden al final de línea de nuestro sistema. Dichos motores se encargan de distribuir el alimento a cada uno de los dosificadores de alimento. Dicha representación se realizó mediante la utilización de indicadores de led.



*Fig. 3. 15 Numeración de la representación de los motores.*

## 4. Resultados y Conclusiones

**Resultados.-** Para poner a funcionar nuestra representación del sistema de alimentación se utilizó una fuente de corriente directa a 24 Volts para alimentar al PLC. Así también se cargó la programación realizada en el software de milenium II desde una computadora portátil al PLC Crouzet. Cargado el programa, el sistema comienza a funcionar.



**Fig. 3. 16** Fuente utilizada para la alimentación del PLC Crouzet.



**Fig. 3. 17** PLC en funcionamiento.

Todos los focos estarán encendidos mientras el PLC detecte se encuentra en la hora registrada en la programación y mientras los interruptores no sean manipulados manualmente. Lo anterior representa en el sistema de alimentación el momento en el que ni un sensor de la tolva de alimento detecta estar lleno. Por lo tanto todos los motores se encuentran trabajando de forma normal para llenar cada uno de los comederos.

Los sensores N1 y N2 en el momento de trabajar el sistema normalmente mandan la señal de silo lleno. Dicha señal es un factor que permite que el sistema funcione normalmente. Ya que al censar N2 30% de alimento en el silo, el PLC indica que hay que operar en modo manual el sistema. Para volver a operar automáticamente cuando N2 detecte que el silo se encuentra lleno. Lo anterior se va a dar si el PLC se encuentra en modo automático.



**Fig. 3. 18** Pantalla del PLC muestra todas las salidas activadas.



**Fig. 3. 19** Sistema trabajando normalmente.



*Fig. 3. 20 PLC detectando las entradas correspondientes a N1 y N2.*



*Fig. 3. 21 PLC identificando sus señales de entrada y salida.*



*Fig. 3. 22 Focos del 1 al 4 encendidos por la señal captada del PLC.*

**Conclusiones.-** Mediante la representación de la automatización del sistema se muestra que es capaz de funcionar de manera correcta ante distintas situaciones previstas en la programación. Ya que es capaz de detectar los niveles de llenado o vacío en puntos importantes tales como el silo y las tolvas de control. En base a esto detener o continuar con el sistema alimentación.

La función de indicar los niveles del silo da la oportunidad de exista un mayor control en cuanto al llenado del silo. Lo cual evita que el sistema trabaje sin alimento y se puedan dañar los motores. Así también el indicador de nivel en las tolvas evita el exceso de alimento con lo cual los motores se pueden detener mediante la señal de salida del PLC. Este hecho también evita un posible daño al motor por sobrecarga.

En la programación se fijaron dos horarios de alimentación lo cual cubre las necesidades de los usuarios. Para poder reemplazar la mano de obra por un autómatas programable. Así también la función de operar manualmente da la oportunidad de operar el sistema mediante la influencia de los usuarios si estos así lo requieren. Con lo que nuestro sistema se adapta a la función que los usuarios prefieran.

Como pudimos ver la representación funciona de la manera esperada. Con lo que se logra el objetivo al diseñar el sistema automatizado de alimentación para ganado porcino.

## Bibliografía

- AECO. (2013). *Direct Industry*. Obtenido de <http://pdf.directindustry.es/pdf-en/aeco/level-controls/27747-286869.html#open>
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. (2004). *Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas porcinas*. Hermosillo, Sonora .
- Crouzet. (2009). *Manual de Crouzet*. Mexico: Custom sensors & technologies.
- Dutchman, B. (2013). Obtenido de Big Dutchman, Inc.©: <http://www.bigdutchman.de/es/manejo-de-cerdos/productos/alimentacion-de-cerdos.html>
- Electric, G. (2010). *Componentes IEC para Distribución Eléctrica y Control*. Mexico: General Electric.
- electric, G. (2014). *Modelos M-CL-CK, Contactores y relés térmicos*. Mexico: General Electric.
- Josep Balcells, J. L. (1997). *Automatas programables*. Barcelona: Marcombo.
- Juan Carlos Martín, M. P. (Mexico, D.F.). *Automatismos industriales*. 2005: Editex.
- Legrand. (2012). *Catalogo de productos electricos industrial*. Mexico: Biticino de mexico.
- Market, P. (s.f.). Obtenido de Pig Market 2014:  
<http://razasporcinas.com/pigmarket/producto/comedero-de-160-kg-para-corrall-a-campo-de-engorde/>
- Micro. (2010). *Milenium II Crouzet*. Mexico: Crouzet.
- Moren, M. (2011). *Control Logico Programable*. Buenos Aires, Argentina: micro.
- PIGTEK. (2007). Obtenido de PIGTEK® Pig Equipment Copyright 2007 - 2014:  
<http://www.pigtek.net/index.php?&l=1>
- Richa Netto, A. B. (September 2013). Programmable Logic Controllers. *International Journal of Computer Applications*, r.
- Rotecna. (s.f.). Obtenido de Copyright 2010 Rotecna:  
<http://www.rotecna.com/web/products.php?id=120>
- ROXELL. (2010). Obtenido de © ROXELL 2010 - Industrielaan:  
<http://www.roxell.com/es/systems/Pigs/Sows/Dos7/index.html>
- ROXELL. (s.f.). *Guia de uso e instalacion Flex- Auger*. Centro America del Sur: Roxell.
- Sistemas de transporte de alimento FLEX-AUGER®*. (2013). Milford, IN EE.UU: PigTek Pig .

Solutions, G. I. (2013). *Guia de seleccion control y distribucion electrica*. Santiago, Chile: General Electric.

Time, C. (s.f.). *Manual de instalación y del operador de sistema Flex- Auger Modelo 55, 75 y 90*. Milford,: Chore- time.

Con motivos internos de la empresa Agropecuaria SAM S.A de C.V el proyecto no se concluye en las fechas establecidas por lo que los trabajos correspondientes al sistema de alimento se suspenden. Considerando algunos de los motivos se deduce que por el tiempo de gesta en el que se encontraban las cerdas era de mayor importancia la terminación del galpón de maternidad

El galpón de gestación, donde se instalaría el sistema de alimentación, requirió únicamente la instalación eléctrica e iluminación. En lo que corresponde al galpón 2 de maternidad se realizaron trabajos de suministro eléctrico y programación de sistema automatizado de ventilación. Trabajos que se concluyeron satisfactoriamente y en el cual fuimos participantes. A continuación se muestran algunas de las actividades realizadas.

**Galpón de gestación.-** Al ser una nave abierta con ventilación natural no requiere de la instalación de gran cantidad de equipos por lo que se proyecta una instalación con carga de 54 lámparas, 8 motores, 4 contactos trifásicos, 4 contactos monofásicos. Se realizo el plano eléctrico en el que

La granja Porfirio días cuenta con una construcción en media tensión que se distribuye a lo largo de los cuatro sitios proyectados para dicha granja, para el sitio 1 corresponde el ultimo ramal con una subestación tipo poste de 45 KVA, calculado a la carga de sitio 1, por lo que se inician trabajos instalando la acometida con cable Neutranel 3+1 cal. 1/0.



*Fig.A1.1 Tendido de acometida*



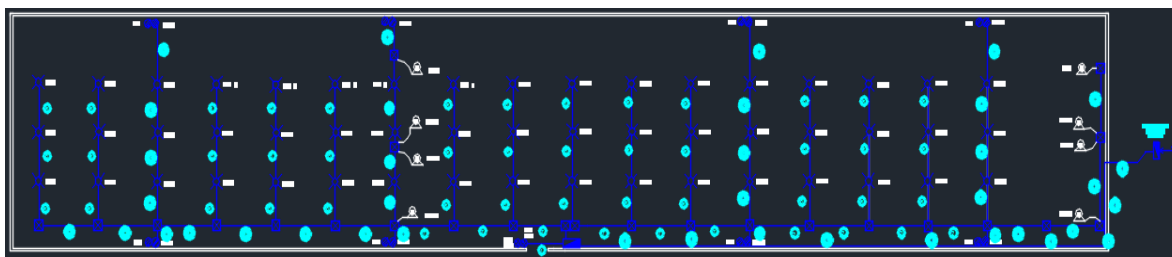
*Fig.A1.2 Conexión en baja tensión*



Carga	Cantidad	V	A	W	$\Sigma W$
Motor	8	220	2.5	337.7	2701.6
Luminarias	54	127		25	1350
Contactos 3Ø	4	220	9.6	2984	11936
Contactos 1Ø	4	127	5.67	720	2880
<b>Potencia Total</b>					<b>18.9 Kw</b>

*Tabla A 1. 1 Cuadro de carga.*

Posteriormente de la instalación de la acometida se comienza con la colocación de tubería, esto por técnica de trabajo, entre la cual se hará llegar el conductor de alimentación principal hasta el centro de carga QO330L200G. Este el centro de carga principal de donde se realiza la derivación de circuitos, de acuerdo al plano eléctrico realizado previamente.



*Fig. A1.3 Plano eléctrico de nave de gestación*

De acuerdo a las indicaciones marcadas en el plano eléctrico que se muestra en la Fig. A1.3, realizado previamente. Se inicia con la instalación de tubería de los circuitos con electro ducto conduit de PVC pesado para su posterior cableado en calibre 10 AWG. Una vez que se terminan los trabajos de canalización se da inicio con la colocación de accesorios para así terminar en lo que respecta al suministro eléctrico de galpón de maternidad.

**Galpón de Maternidad.-** maternidad corresponde a la segunda nave de sitio 1, en esta área se realizan tareas de electrificación además de la automatización del sistema de temperatura. Además que esta área por sus características propias de utilización requiere de equipos eléctricos que necesitan de un servicio continuo de suministro de energía.



*Fig.A1.4. Instalación eléctrica de galpón de gestación.*

Para abastecer electricidad en el galpón de maternidad se desarrolló la electrificación desde la subestación tipo poste de 45KVA también utilizada en el galpón de gestación. Por lo cual se realizó la instalación de acometida con cable neutranel 3+1 calibre 3/0 el cual llego hasta un interruptor principal de 125 Amp. Del interruptor general se derivaran cuatro centros de carga encargados de la distribución de circuitos correspondiente a cada una de las salas.

Cada sala de parto conto con tres circuitos de alumbrado y cinco de contactos. Para determinar las capacidades de los interruptores termomagnéticos necesarios para dichos circuitos se realizaron los respecticos cálculos. Así también calculo la caída de tensión debido a las distancias del interruptor general y cada una de las salas.



*Fig. A 1.5 Acometida del galpón de maternidad.*

Las dimensiones de una sala son 18.60m de largo por 13m de ancho. En dicho espacio cuenta con 35 cajón de parto. En los que se instalaron contactos e iluminación individual de los sitios. Así también dichos cajones requieren de un constante monitoreo y regulación de temperatura. Para lo cual se utilizo un equipo de ventilación y una pared húmeda controlados por una computadora.

De igual forma se realiza la instalación eléctrica mediante tubería conduit galvanizada de pared gruesa, dependiendo de la sección de los circuitos. El montaje de esta tubería consta de una mayor cantidad de accesorios necesarios para su fijación por ser para un servicio rudo además de que sirve para protección de puesta a tierra.

El trabajo que se realizó posterior a la instalación de tubería es el cableado y conexión de accesorios y equipos. En lo que corresponde a accesorios se toma en cuenta a luminarias, apagadores y contactos. Por parte de los equipos se encuentran extractores, pared húmeda y controlador. Todos estos equipos requieren de diferentes niveles de tensión por lo que se instala un sistema trifásico.

El montaje del sistema automático de control de temperatura se inició con la colocación de cuatro extractores de aire, impulsados por motores de  $\frac{1}{2}$  HP. La pared húmeda funciona a la potencia de una bomba hidráulica sumergible de  $\frac{3}{4}$  HP y el controlador se calculó con un consumo no superior de 150 W por el servicio que tuvo de activar y desactivar los contactores. Ese sistema automático de control de temperatura requirió de la instalación de un circuito dividido.



**Fig. A 1.6** Tablero de distribución QO330L200G e instalación eléctrica dentro de la sala.

El tipo de controlador instalado fue el Chore-Tronics Model 8 el cual tenía un número de ocho como máximo de equipos instalados, por lo que para el desarrollo de tal proyecto resulto acorde a las necesidades. Se instala un tablero similar a los diseñados para el sistema de alimento, del cual se toma la alimentación del controlador y al mismo tiempo recibe las señales del procesamiento que tiene el controlador de acuerdo a los sensores de temperatura de mercurio y termostatos.

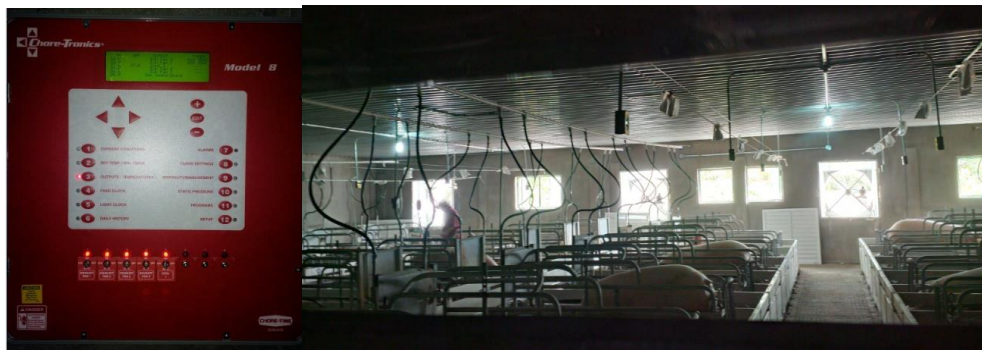
El controlador Chore-Tronics cuenta con una gran variedad de funciones dependiendo de las necesidades de la zona en la que se instala incluyendo también de igual forma funciones de almacenamiento de datos por periodos de hasta un año. En este caso al encontrarse la granja porcina en una zona de clima cálido húmedo y de acuerdo a los requerimientos estandarizados para el cuidado de las cerdas se determina el tipo de funciones a programar.



**Fig. A 1.8** Cuadros de control y potencia de sistema de temperatura.

Los equipos se parametrizaron para trabajar a una temperatura ideal de 26°C con lo que el controlador tiene actualmente la función de administrar el funcionamiento de cada extractor de forma individual al igual que la pared húmeda. Además del funcionamiento del sistema el controlador guarda información de las variaciones que se tienen a cada hora durante un año.

Algunas de las funciones programadas fueron la operación en modalidad de intercambio de gases, enfriamiento y ventilación forzada. Cabe mencionar que es un sistema americano por lo que la programación se realizó en una plataforma de idioma extranjero. En las siguientes imágenes se muestran algunas capturas de la programación tanto de la sala terminada en funcionamiento.



**Fig. A 1.9** Controlador y sala en operación.

De esta forma se dan por terminados los trabajos en sitio uno de granja porcina Porfirio Díaz.