



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION  
DEPARTAMENTO DE ELECTRICA.**

Monografía para optar al título de ingeniero eléctrico

Título

**“Implementación de un Sistema de control en un equipo hidroneumático de bombeo de agua potable en Industrias Cárnicas”.**

Autor.

Br. Harold Augusto Chamorro Ramírez.

No. de Carné:

2008-23722

Tutor:

MSC. Ing. Dora Inés Reyes Chávez.

Managua, Nicaragua 30 de junio 2020

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a un amigo muy especial que es mi Dios, por sus abundantes bendiciones, por haberme guiado durante todo el camino de mi vida y en el transcurso de mi carrera universitaria para ser un profesional, por su amor y sabiduría, que me ha otorgado para poder culminar mis estudios superiores. Todo el logro que he obtenido en esta vida es gracias a la bendición del todo poderoso, lo bueno que tengo es gracias a la voluntad de Dios, Jesús cristo y espíritu santo.

A mí abuela mi hijo y familia, a quienes quiero mucho, sin los cuales no sería la persona que hoy soy, sus palabras de aliento, su esfuerzo y consejos hoy forman parte de mi vida y manera de pensar, sin ellos no habría logrado llegar a este punto de mi vida, por siempre apoyarme y confiar en que todo su trabajo y siembra en mi darían fruto. Estaré eternamente agradecido con ellos. Son mi mayor ejemplo de vida. También quiero dar las gracias a mis amigos, que me ayudaron con sus consejos y sabiduría para llegar a realizar la culminación de mis estudios, a todos ellos gracias.

Quiero agradecer a todos mis distinguidos maestros y tutora, ya que ellos me enseñaron a valorar los estudios y a superarme cada día, a mí querida y prestigiosa universidad nacional de ingeniería (UNI), porque en sus aulas he recibo las más gratas enseñanzas que nunca olvidare.

## Resumen

En este proyecto se realizó el diseño eléctrico y control para la viabilidad técnica de un equipo hidroneumático de bombea agua, el propósito de la implementación de este sistema, es para mejoramiento de la presión de agua potable existentes en las tuberías ya que son muy bajas, las cuales se presentan de 20 a 30 PSI (libra de fuerza por pulgada cuadrada). Con la instalación de este nuevo sistema se mejoró las presiones de agua en las tuberías y son de 30 a 50 PSI. Para el mejoramiento del sistema hidroneumático, se instalaron tres bombas centrifugas que extraen el agua de la cisterna la cual se distribuye a toda la industria, para controlar las bombas se instaló una unidad lógica programable la cual alterna el encendido y apagado, un variador de frecuencia con el propósito de encender y a apagar muy despacio el motor que tiene acoplado la bomba, presostato (interruptor de presión) el que gobierna las presiones en la tubería en este caso son de 30 a 50 PSI, y una boya eléctrica la cual es el sensor de nivel de agua. Con este trabajo todos los establecimientos que se encuentran en el centro de acopio ahora cuentan con el suministro de agua las 24 horas del día.

## Índice del contenido.

I.- Introducción .....	1
II.- Antecedentes .....	2
III.-Objetivos .....	3
III.1 Objetivo general.....	3
III.2 Objetivos específicos.....	3
IV.- Justificación .....	4
V.-Marco Teorico.....	5
VI.- Analisis de resultado .....	46
VI.1 Términos de referencia para implementar un sistema hidroneumático...46	
VI.2 Planos de control y de fuerza para una propuesta garantizando la viabilidad técnica.....49	
VI.3. Cálculos de las instalaciones eléctricas de los motores de las bombas centrifugas.....65	
VI.4. Implementar un método para control automático de las bombas centrifugas.....69	
VII.-Conclusiones .....	76
VIII.-Recomendaciones .....	497
IX.-Bibliografia.....	499
X.- Anexos.....	82

## **I.- Introducción.**

En este tema monográfico de Implementar un sistema de control en un equipo hidroneumático de bombeo de agua potable a la empresa industrias cárnicas, El gran reto de este tipo de proyecto es, que los servicios de agua potable brindados en áreas urbanas no aseguran estabilidad de presión en las tuberías, para que el agua llegue al destino final, los cuales en este caso serían todos los cubículos del centro industria cárnicas ubicada en el distrito número 06 carretera norte frente al barrio Hugo Chávez Km 7.6 de Managua, así mismo se produce pérdidas para la empresa que proporciona o suministra el servicio de agua potable en este caso la empresa ENACAL.

Uno de los recursos más importante y valiosos que necesitamos en nuestra vida cotidiana es el agua. Es por esto la importancia de tener un sistema capaz de entregar el agua en los puntos solicitados con las propiedades y condiciones necesarias de esto se encarga el sistema hidroneumático, ya que es un conjunto de componentes y dispositivos que tienen como función mantener, en toda la red de distribución de agua, la presión constante y se utiliza tanto en habitaciones y casas como así también en hospitales, clubes e industrias.

De lo mencionado anteriormente, se toma la decisión de desarrollar este trabajo con el cual se explica el diseño, usos e instalación de los sistemas hidroneumáticos. Éste fue diseñado con el propósito de competir con los sistemas tradicionales de distribución y almacenamiento de agua potable, optimizando la presión de uso, así como el espacio, ya que éstos pueden instalarse en espacios reducidos y ser prácticamente invisibles dentro de la estructura, manteniendo la estética en el diseño, dando como resultado que todos los equipos, aditamentos y accesorios de la red de agua potable de la estructura funcionen correctamente, que el uso industrial sea seguro y satisfactorio, y que el uso de estos sistemas vayan en aumento, dado que reduce el desperdicio y el uso de personal, colaborando de esta forma con la reducción de costos directos e indirectos a corto y largo plazo.

La razón por la cual se requiere ejecutar este trabajo, es porque los trabajadores no pueden realizar sus funciones laborales, para el lavado de la carne de las reses que han sido destazadas, cuando realizan los cortes de selección de carne, el empaquetado de los cortes de carne, para mantener el sistema de riego que se encuentra internamente de los cuartos fríos, ya que tienen unas válvulas eléctricas que se activan cada 15 minutos y rocían con agua todas las carnes refrigeradas, para el consumo humano, sistema de riego de áreas verdes y las mangueras que utilizan para limpieza de los camiones que transportan la carne a diferentes puntos del país.

## **II.- Antecedentes**

En este centro de acopio de carne, existe una cisterna para almacenar 20.000 galones de agua, con la cual suministran agua a todo el lugar, pero tienen problemas con el sistema hidroneumático existente , solo tienen una bomba de 05 HP la cual trabaja 24 horas y los 7 días de la semana, y no tiene la capacidad de bombeo de agua para suministrar a todo el plantel, debido a que han realizado nuevos edificios, lo cual produce mayor demanda y la tubería instalada ya se encuentra en mal estado y otro problema es la presión de agua suministrada por ENACAL es muy baja, no llena la cisterna de agua y la empresa tiene que comprar pipas de agua para rellenar de agua la cisterna y a si seguir trabajando en el destace y almacenamiento de reses.

En Rivas existe un hotel que se llama rancho santana, el cual es un hotel de lujo, que tiene piscinas, duchas en el exterior las cuales se utilizan para bañarse antes de entrar a la piscina, yacuis exteriores, muchos cuartos cada uno con su baño y yacusi privado, lavandería, cocina y sistema de riego para las plantas.

Se realizó la instalación de un sistema hidroneumático con 02 bombas centrifugas horizontales, un variador de frecuencia y un PLC siemens para mitigar el problema, lo cual resulto positivo porque se eliminó el problema de perdida de presión en la tubería y a si mismo todos los lugares que estaban afectados ya tenían agua las 24 horas del día y pueden realizar sus labores cotidianos sin ningún problema.

El sistema de agua potable de este hotel, comenzó con la instalación de 3 bombas sumergibles de 20 HP marca Franklin Electric, las cuales llenan un tanque de 20.000 galones y luego sale la tubería de dos pulgadas del tanque, que llegan hacia las tuberías del hotel, pero con el problema de que la presión en la tubería, no era la necesaria y el agua potable no llegaba a ciertos lugares del hotel, lo cual provocaba problemas para el desempeño laboral del personal del Hotel Rancho Santana.

### **III.-Objetivos.**

#### **III.1 Objetivo general:**

Implementar un sistema de control en un equipo hidroneumático de bombeo de agua potable a la empresa industrias cárnicas.

#### **III.2 Objetivos específicos:**

- Determinar los términos de referencia para implementar un sistema hidroneumático.
- Diseñar los planos de control y de fuerza que se requieran para presentar una propuesta garantizando la viabilidad técnica.
- Realizar cálculos de las instalaciones eléctricas de los motores de las bombas centrifugas.
- Implementar un método para control automático de las bombas centrifugas instaladas.

#### **IV.- Justificación.**

Este proyecto se realizó con el objetivo de mejorar el sistema de agua potable en todas las instalaciones de la empresa industrias cárnicas, para que todos los establecimientos que se encuentran en el centro de acopio de carne, tengan el suministro de agua las 24 horas, ya que en estas instalaciones trabajan por turnos y se necesita el agua constantemente y a sí mismo no se pierdan los trabajos que se realizan por producción.

La realización del proyecto “Implementación de un sistema de control en un equipo hidroneumático de bombeo de agua potable en industrias cárnicas”; beneficio tanto a la industria cárnica como a los 13,000 habitantes del barrio Hugo Chávez ya que, debido a que la empresa cambio parte de la tubería madre que siempre presentaba problemas, porque se encuentra en mal estado y que abastece del vital líquido agua potable al dicho barrio, promoviendo así que las familias ya no sufran y carezcan debido a esta problemática, gozando a si del agua potable tanto en el día como por las noches.

## V.- Marco Teórico.

### Sistema hidroneumático.

Es un sistema diseñado con la finalidad de mantener la presión de agua en las redes de abastecimiento en un rango establecido. Está conformado por una o varias Bombas Centrifugas las cuales succionan el agua desde un reservorio y la transportan a un recipiente presurizado denominado tanque o pulmón. El tanque pulmón esta provisto de un presostato en el que se configuran las presiones de trabajo que determinan los puntos de arranque y parada de las Bombas. (centrifugas.net, 2011)

El principio de funcionamiento se basa en la compresibilidad del aire; dentro del tanque pulmón existe un colchón o bolsa de membrana de aire que aumenta su presión con el ingreso de agua y desciende por la demanda del líquido en la red. Al llegar a la presión mínima el presostato envía la señal para el arranque de la bomba, esta permanece encendida hasta alcanzar la presión máxima configurada. El aire puede ser suministrado mediante un compresor u otros mecanismos como los cargadores incorporados directamente al sistema. (centrifugas.net, 2011)

### Variador de frecuencia trifásico.

Un variador de frecuencia como se muestra en la Figura 1. Es un sistema para controlar la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor, dado que el voltaje varía a la vez que varía la frecuencia. (life, 1996-2019)



Figura 1. Variador de Frecuencia. (life, 1996-2019)

**Variador de frecuencia de marca siemens modelo Sinamics V20.** (life, 1996-2019)

Con voltaje de entrada y salida de 240-480 voltios trifásicos para motores de corriente alterna según el tipo de voltaje que se requiera, este dispositivo se puede trabajar con la alimentación monofásica 240 voltios y genera la tercera línea trifásica ya que actúa como convertidor de fase en 240 voltios hasta con motores de 20 HP. Con opciones de trabajo para que el motor gire hacia adelante y hacia atrás, entradas analógicas y digitales para trabajar con sensores de temperatura, transductores de presión, Switch de presión (presostato), trabaja con frecuencia de 50 a 60 Hz, Programable con rampa de aceleración y rampa de deceleración. Para el ajuste de trabajo de encendido y apagado del motor de la bomba centrífuga, será necesario la parametrización del variador de frecuencia, con lo cual se requiere conocer los datos de placa del motor. (life, 1996-2019)

Los cuales serían el voltaje nominal, la frecuencia nominal Hz, las revoluciones por minuto del motor, corriente nominal, potencia HP del motor, tipo de conexión (estrella o delta), factor de potencia, número de fases, además se tiene que introducir el tiempo de aceleración de la rampa, el cual es el tiempo que tardara el motor en llegar a su frecuencia nominal ya sea con una frecuencia de 50 Hz o 60 Hz, también se introduce el tiempo de deceleración de la rampa la cual es el tiempo que tardara el motor en detenerse y llegar a frecuencia cero, rpm cero y voltaje cero. (life, 1996-2019)

Se tiene que tener en cuenta que el variador de frecuencia estará gobernado por otros dispositivos eléctricos los cuales serán sensores de presión para que las bombas de agua trabajen a presión necesaria y a su vez tener siempre el flujo de agua deseado. (life, 1996-2019)

Para comenzar a programar el variador de frecuencia demostrado en figura 2. Presionamos en botón "M" y saldrá el parámetro P0003 que significa el nivel de acceso del usuario, el cual saldrán 04 parámetros (entre más alto es el número, más parámetros saldrán y podremos acceder) y seleccionaremos el número 01, luego presionamos el botón (OK) para aceptar.

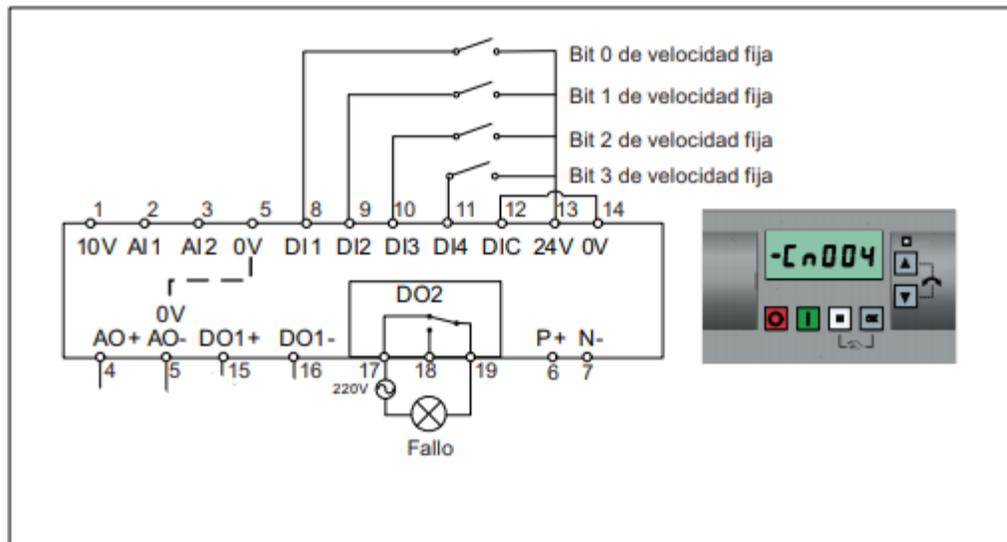


Figura 2.\_Diagrama y datos para parametrizar variador de frecuencia. (life, 1996-2019)

- ✓ Parámetro P0010 para puesta en marcha rápida, seleccionamos 1 y le damos OK Parámetro P0100 para seleccionar la potencia, 01 para HP y 02 para KW y en este caso seleccionamos 01 luego le damos OK.
- ✓ Parámetro P0304 para la tensión nominal del motor, la configuramos dependiendo del voltaje que requiera el motor y luego le damos ok.
- ✓ Parámetro P0305 para la corriente nominal del motor, la configuramos dependiendo de la corriente que requiera el motor y luego le damos ok.
- ✓ Parámetro P0307 para la potencia del motor, en este caso son 10 HP y luego le damos ok.
- ✓ Parámetro P0309 para la eficiencia del motor, buscamos el coseno de fi en la placa del motor le introducimos el dato al variador y le damos ok.
- ✓ Parámetro P0310 para la frecuencia nominal del motor, y seleccionamos 60 HZ y luego le damos ok.
- ✓ Parámetro P0311 para velocidad del motor, la configuramos dependiendo las (RPM) revoluciones por minuto del motor.
- ✓ Parámetro P0700 para las señales de mando o como controlaremos el variador, seleccionamos la opción 02 la cual es para controlarlo por medio de las borneras, y le damos ok.

- ✓ Parámetro P1000 para las consignas de trabajo (puesta en marcha) la cual serán entradas digitales, en este caso serán utilizados un logo PLC y presostatos que se conectarán en las borneras del variador.
- ✓ Parámetro P1080 para la frecuencia mínima (velocidad) en la que trabajara el motor en este caso cero (cero) Hz para que las bombas se detengan completamente, seleccionamos ok.
- ✓ Parámetro P1082 para la frecuencia máxima (velocidad) en la que trabajara el motor, en este caso cero 60 HZ le damos ok.
- ✓ Parámetro P1120 para el tiempo o rampa de aceleración, le damos el tiempo en segundos necesarios, en este caso le damos 06 segundos, le damos ok.
- ✓ Parámetro P1121 para el tiempo o rampa de deceleración, en este caso le damos 06 segundos, le damos ok.
- ✓ Nos ubicamos en el parámetro P0100, y presionamos la tecla M, nos saldrán los macros de conexión y seleccionaremos el macro de conexión Cn004 para conexiones de velocidades fijas, luego presionamos la tecla M para guardar.
- ✓ Parámetro P3900 para guardar los parámetros, seleccionaremos el 3 para que se guarden los parámetros en el variador, luego le damos ok.
- ✓ Luego de este proceso y todos los datos guardados en la memoria del variador podremos darle RUN automático al variador.

**Tabla de fallas y descripción del variador que se representan en la pantalla del equipo.**

Fallo	Descripción
F1	Sobre corriente.
F2	Sobre tensión.
F3	Sub tensión
F4	Sobre temperatura en el convertidor

F11	Sobre calentamiento del motor
F35	Número máximo de intentos de Re arrancar automáticamente excedido
A922	Convertidor sin carga
F12	Pérdida de señal de temperatura del convertido

Antes de realizar todo tipo de conexión, se requiere que el variador de frecuencia se encuentre desconectado de su fuente de alimentación eléctrica, por cualquier arranque involuntario del equipo eléctrico ya que sería muy peligroso para el operador que se encuentre manipulándolo.

#### **Como funciona un variador de frecuencia.**

Como se muestra en la figura 03. Un variador de frecuencia funciona alimentando el equipo con un voltaje de corriente alterna (CA), el equipo primero convierte la CA en corriente directa (CD), por medio de un puente rectificador (diodos o SCR), este voltaje es filtrado por un banco de capacitores interno, con el fin de suavizar el voltaje rectificado y reducir la emisión de variaciones en la señal.

posteriormente en la etapa de inversión, la cual está compuesta por transistores (IGBT), que encienden y apagan en determinada secuencia (enviando pulsos) para generar una forma de onda cuadrada de voltaje de CD a una frecuencia constante y su valor promedio tiene la forma de onda senoidal de la frecuencia que se aplica al motor. El proceso de conmutación de los transistores es llamado PWM "Pulse Width Modulation" Modulación por ancho de pulso. (Quiminet.com, Quiminet.com, 2018)

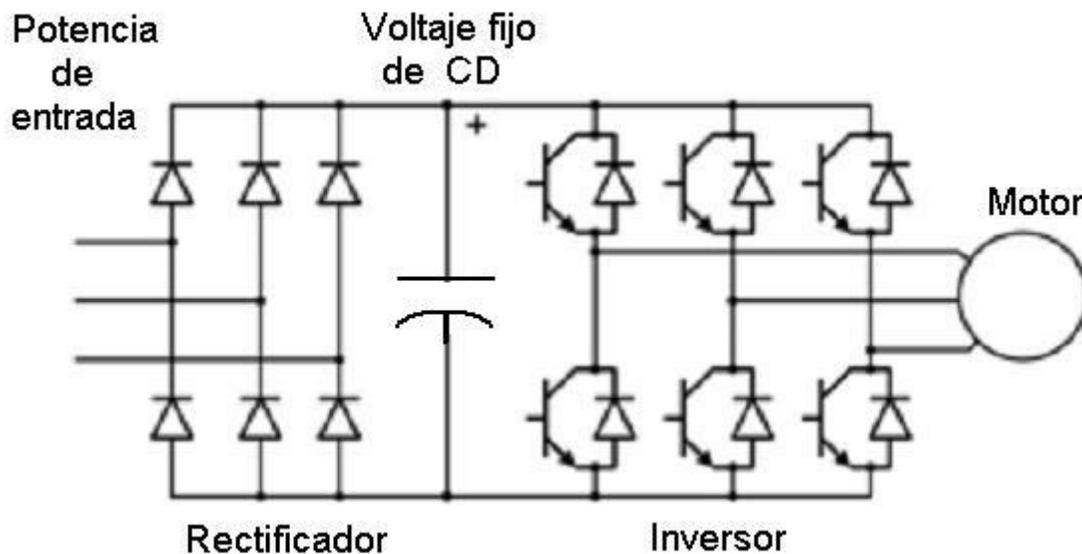


Figura 03. Cómo funciona un variador de frecuencia. (liffe, 1996-2019)

### Unidad lógica programable.

Como se muestra en la figura 4. El PLC quiere decir “control lógico programable” que permite a las maquinas realizar un trabajo específico sin intervención humana, ya que es un autómata diseñado fabricado y utilizado para automatizaciones domesticas e industriales. Posee grandes características en cuanto hardware y software por el uso de las entradas digitales y analógicas y además posee salidas con relés los cuales actúan con el programa instalado en la unidad lógica, posee módulos de expansión que permiten ampliar sus conexiones y el lenguaje que usa que es 100% gráfico y muy fácil de aprender, ya sea que programemos en lenguaje Ladder o diagrama de bloque. (siemens, logo, 2017)



Figura 4. Unidad lógica PLC de siemens modelo OBA8 120/240 voltios. (life, 1996-2019) (siemens, siemens , 2018)

Además, podemos encontrar muchas variantes de siemens PLC, por dar un ejemplo hay con o sin pantalla LCD, de 120/240 VAC o 12/24VDC. Podemos encontrar para cualquier tipo de automatización que se requiera, como ya mencionamos el PLC siemens logo OBA8 es el último que hay a la fecha, posee varias ventajas y características que lo hacen ser una buena elección para automatización como vamos a explicar a continuación. (logo, siemens, 2015)

- a) El modelo 120/240 VAC posee 8 entradas digitales (que van referenciadas a la fuente de alimentación).
- b) Tiene 4 salidas las cuales son de relé que interactúan con el programa instalado en el logo, **que soporta 10 amperios de carga resistiva o amperios de carga inductiva**
- c) Puede encontrarse con pantalla LCD o sin ella.
- d) Puede conectarse a través de una red Ethernet para introducir programa.
- e) El modelo 12/24 VDC posee 8 entras, las cuales se pueden trabajar como 04 entradas digitales y 04 entradas analógicas.
- f) A través de su puerto ethernet se pueden configurar y trabajarlos en red, ya sea como logo maestro-maestro o como logo maestro-esclavo.

g) Se pueden realizar accionamientos con el software de siemens que se llama LOGO WED EDITOR el cual nos proporciona realizar trabajos estilo SCADA.

h) Se puede realizar accionamiento y monitoreo a distancia a través del software de siemens que se llama WED SERVER. (logo, siemens, 2015)

l) Posee entrada para conector RJ45 con el cual se realiza conexiones de pantallas logo TDE y HMI de la marca siemens.

j) Se puede trabajar con el programa TIA Portal de la marca siemens.

k) Es compatible para trabajar interconectado con los PLC S7 300, S7 400, S7 1200 de siemens.

### **Como se programa una unidad lógica PLC de siemens:**

Para este proceso es necesario tener el programa logo soft confort 8.2.1 actualizado de siemens, el cual cuenta con las instrucciones de programación que son básicamente diagramas de bloques y programación tipo Ladder (escalera).

esto en el mundo real se traduce en la conexión de unos pulsadores, selectores de maneta y sensores y otros dispositivos eléctricos.

Datos de entrada es un procesamiento de programa en el logo y datos de salidas es una activación o no de los relés los cuales serán ejecutados por el programa del logo.

Como podemos observar en la figura 5. Se representa un plano en diagrama de bloques, el cual representa una programación con logo soft confort 8 de siemens, para un sistema hidro neumático, el cual trabajara con un variador de frecuencia y tres bombas centrifugas, las cuales se tendrán que alternar cada una de ellas en el mes y adaptarle un Switch de presión para el arranque del variador de frecuencia y un sensor de nivel, en este caso será un flotador eléctrico o bolla electromecánica para el agua, para que la unidad lógica realice recepciones de señal, de cuando la cisterna tenga agua potable y cuando no tenga, con el propósito de que las bombas

centrifugas no enciendan cuando la cisterna se encuentre bacia, ya que los impulsores se dañarían. La siguiente imagen es ilustrativa.

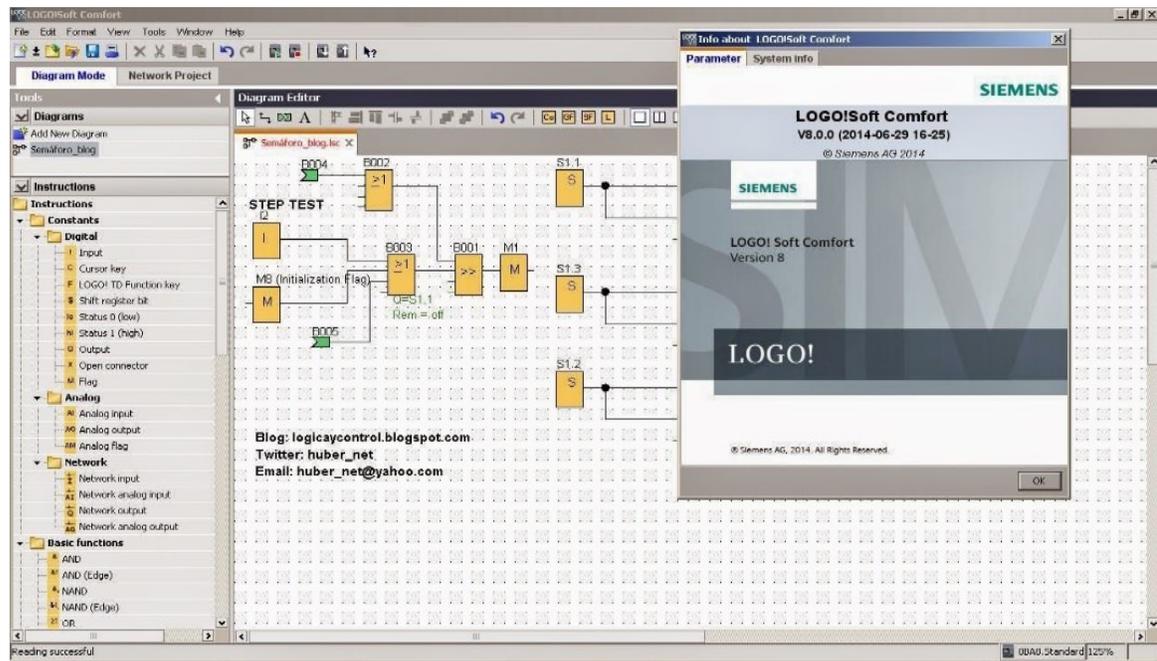


Figura 5. Programa Logo Soft Comfort. (aprender, 2019)

### Bomba de agua centrifuga horizontal.

Como podemos observar en la figura 6. Una bomba es considerada como un equipo de bombeo la cual recibe energía mecánica y la convierte en energía cinética, para que un fluido adquiera presión, posición o velocidad. Así existen bombas que se utilizan para cambiar la posición de un cierto fluido. Un ejemplo lo constituye una bomba de pozo profundo, que adiciona energía para que el agua del subsuelo salga a la superficie, ya que es una máquina que consiste en un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una caja o coraza, la cual recibe energía mecánica de un impulsor rotatorio y la convierte en energía cinética y potencial requerida para que un fluido adquiera presión y velocidad (Quiminet.com, Quiminet.com, 2017)



Figura 6. Bomba de agua centrifuga horizontal. (Electric, Franklin Electric, 2017) (Indupal, 2017)

Energía cinética, conocida como energía de movimiento. (potencial, 2017)

**La energía cinética de un objeto:** es aquella que se produce a causa de sus movimientos que depende de la masa y velocidad del mismo.

**Energía potencial:** es igual al trabajo que se tiene que realizar, para mover un objeto desde el punto de referencia hasta el punto requerido.

La bomba aprovecha el movimiento de rotación de una rueda con paletas (rodete o impulsores) inserida en el cuerpo de la bomba misma. El rodete alcanzando alta velocidad, proyecta hacia afuera el agua anteriormente aspirada por la parte de succión de la bomba, gracias a la fuerza centrífuga que desarrolla, encañalando el líquido en el cuerpo fijo o voluta y luego en el tubo de descarga. (centrifugas, 2017)

Como podemos observar en la figura 07. Se muestra el funcionamiento mostrando el flujo de entrada a la bomba, a través del centro u ojo del rodete y el fluido, gana energía a medida que las paletas del rodete lo transportan hacia fuera. Esta aceleración produce un apreciable aumento de energía cinética y potencial, lo cual

es debido a la forma de caracol de la voluta para generar un incremento gradual en el área de flujo de tal manera que la energía cinética a la salida del rodete se convierte en cabeza de presión a la salida. (symcom, symcom electric motor, 2019)

**Funcionamiento:**

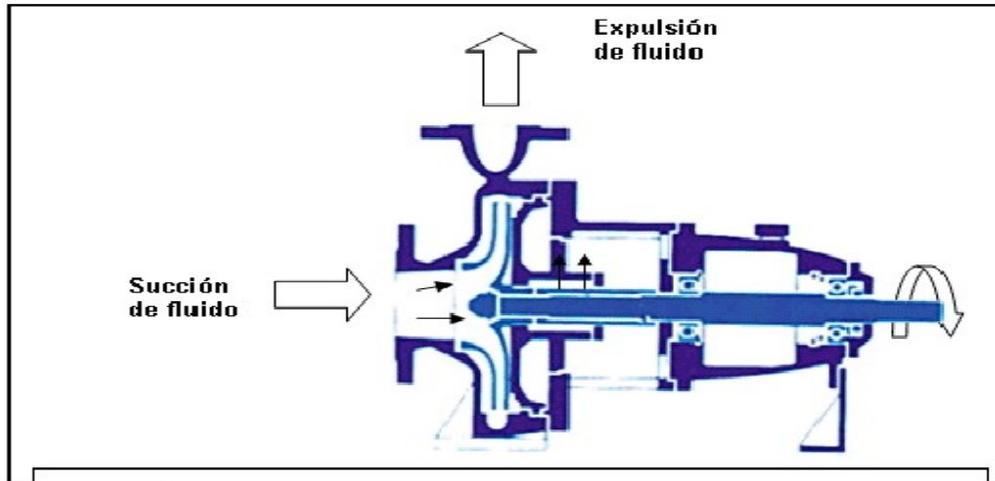


Figura 7. Carga y descarga de fluido de una bomba centrífuga. (centrifugas, 2017)

### Partes de una bomba centrífuga.

A continuación, podremos observar en la figura 08, las partes de una bomba centrífuga horizontal. (symcom, symcom electric motor, 2019).

- ✓ **Carcasa:** Es la parte exterior protectora de la bomba y todos sus accesorios internos.
- ✓ **Impulsores:** Es el corazón de la bomba centrífuga. Recibe el líquido y le imparte una velocidad de la cual depende la carga producida por la bomba.
- ✓ **Estoperas, empaques y sellos:** la función de estos elementos es evitar el flujo hacia fuera del líquido bombeado a través del orificio por donde pasa la flecha de la bomba y el flujo de aire hacia el interior de la bomba.
- ✓ **Flecha:** Es el eje de todos los elementos que giran en la bomba centrífuga, transmitiendo además el movimiento que imparte la flecha del motor.

- ✓ **Cojinetes:** Sirven de soporte a la flecha de todo el rotor en un alineamiento correcto en relación con las partes estacionarias.
- ✓ **Bases:** Sirven de soporte a la bomba, sosteniendo el peso de toda ella.

### Cebado de las Bombas:

Consiste en la extracción del aire de la tubería de succión de la bomba para permitir un correcto funcionamiento, una regla general para comprender las fuerzas desarrolladas por una bomba centrífuga es la siguiente: una bomba no crea presión, sino que aporta sólo caudal. La presión es nada más que la medida de la resistencia del caudal.

## Partes de la bomba centrífuga

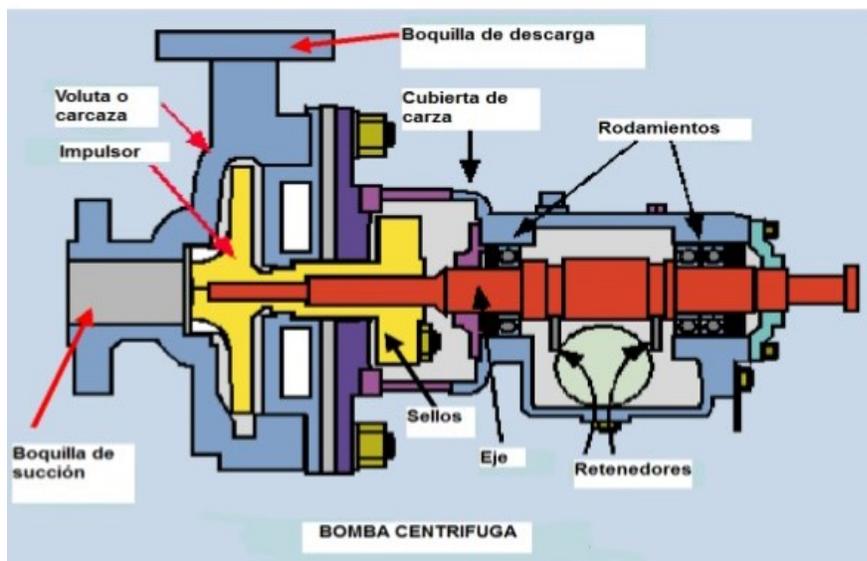


Figura 8. Partes de una bomba centrífuga. (symcom, symcom electric motor, 2019)

## Contactor trifásico Schneider.



Figura 9. Contactor Schneider 120 a 600 VAC trifásico bobina 240 voltios 50/60 Hz. (electric C. , 2017)

Como podemos observar en la figura 9. En este proyecto se utilizó contactores electromagnéticos marca Schneider el cual su accionamiento se realiza a través de un electroimán.

Un contactor es un elemento electromecánico que tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga. (unicrom, 2009)

Tiene la posibilidad de ser accionado a distancia mediante la utilización de elementos de comando, los cuales están compuesto por un circuito bobina / electroimán por la cual circula una menor corriente que la de carga en el (incluso podría utilizarse con baja tensión para el comando hablamos de 12 a 24 en corriente directa). (unicrom, 2009)

Constructivamente son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea locamente o a distancia toda clase de circuitos. Pero se diferencian por la misión que cumple cada uno: los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc. y los contactores se utilizan como interruptores electromagnéticos

en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia. (unicrom, 2009)

La finalidad de un contactor es la de accionar cargas elevadas que pudieren producir algún efecto perjudicial en la salud del operador. Sea el caso de una descarga atmosférica entre contactos de un interruptor a cuchillas en el momento de accionar el arranque de un motor que posea una carga relativamente alta. (unicrom, 2009)

### **Funcionamiento:**

Los contactos principales generalmente en la parte superior del contactor se conectan al circuito que se quiere gobernar, asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente podrá ser bipolar, tripolar, tetra polar. Realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías. (unicrom, 2009)

Los contactos auxiliares son de dos clases: abiertos, NA, y cerrados, NC. Estos forman parte del circuito auxiliar del contactor y aseguran las auto alimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos, señalizaciones en los equipos de automatismo y otros que nosotros miremos de nuestra conveniencia, siempre respetando que no se puede conectar corrientes altas en ellos. (unicrom, 2009)

Los contactores a diferencia de los relés son más veloces y se diseñan con características para controlar y suprimir el arco producido cuando se interrumpe la corriente en grandes motores. Hay muchos tipos de contactores. Estos dispositivos pueden interrumpir corrientes de hasta miles de amperios con voltajes que van desde los 24 hasta miles de voltios. (unicrom, 2009)

Cuando la bobina del contactor queda excitada por la circulación de la corriente, esta mueve el núcleo en su interior y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos, el circuito entre la red y el receptor, también se conoce como enclavamiento. (unicrom, 2009)

### **Tipos de bobina para contactores:**

Encontramos **bobinas para contactores de corriente alterna**, son los más utilizados en la actualidad. El mercado ofrece una amplia gama de tamaños, según la potencia que deban controlar, los contactores de corriente alterna requieren una espira de cobre en cortocircuito sobre la cara polar principal que, junto con un correcto rectificado de las caras polares en contacto, contribuye a eliminar la tendencia a vibrar del contactor. (unicrom, 2009)

De esa manera, y en forma automática, se dispone de una corriente inicial lo suficientemente grande como para producir el cierre neto y rápido del contactor, y una corriente posterior de mantenimiento de valor reducido pero suficiente para mantenerlo firmemente cerrado o enclavado. (unicrom, 2009)

Los tiempos requeridos para el cierre de contactores oscilan entre 150 y 300 milisegundos, de acuerdo con el tamaño de cada uno relacionado con la potencia a controlar. (unicrom, 2009)

Encontramos **bobinas para contactores de corriente directa**, son más voluminosos, pesados y más costosos que sus similares de corriente alterna. Adoptan una disposición más abierta. Dicha disposición y su mayor tamaño resultan de requerir un especial diseño de sus contactos y cámaras de extinción, para que sean capaces de soportar y controlar los intensos arcos producidos en la interrupción de circuitos de C.C. y también de la necesidad de disponer de un mejor acceso a los contactos para tareas de inspección o mantenimiento. (unicrom, 2009)

Con igual finalidad, estos contactores disponen de las llamadas bobinas "sopladoras" de arcos que, ubicadas inmediatamente debajo del sitio donde se producen los arcos, expanden a éstos hacia el interior de las cámaras apaga chispas para favorecer su rápida extinción. (unicrom, 2009)

### **Requisitos para la selección de un contactor** (unicrom, 2009):

Debemos tener en cuenta algunas cosas como las siguientes:

El tipo de corriente con la cual deseamos que trabaje (alterna o directa), el tipo de tensión (12/24 VDC) o (120/240 VAC) y el tipo de frecuencia con la cual trabajara la bobina (50-60 Hz).

El número de contactos auxiliares que se necesita para realizar los accionamientos que se requieran o sean necesarios. La potencia nominal de la carga, que pasara a través de los contactos principales del contactor con el cual se requiera realizar las maniobras eléctricas, Para eso debemos saber la potencia del equipo a instalar.

**Por ejemplo:** ¿Cuál es la potencia eléctrica desarrollada por un motor, cuando la diferencia de potencial (DDP) en sus terminales es de 120 V y la corriente que lo atraviesa tiene una intensidad de 20A? Para calcular la potencia, basta multiplicar la corriente por (DDP).

**$P = 20A \times 120V = 2400 \text{ watts}$  esta es la Potencia en Watts**, a menudo, la potencia se expresa en kW, de modo que  **$1,000 \text{ W} = 1 \text{ kW}$** , Por lo tanto,  **$2400 \text{ Watts} / 1000 \text{ W} = 2,2 \text{ KW}$  esta es la Potencia en KW.**

### **Ventajas de realizar trabajos utilizando contactores** (unicrom, 2009).

- ✓ Tenemos automatización en el arranque y paro de motores.
- ✓ Posibilidad de controlar completamente una máquina desde varios puntos de maniobra o estaciones.
- ✓ Se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- ✓ Seguridad para personal técnico, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños.
- ✓ Control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, con la ayuda de aparatos auxiliares (como interruptores de posición,

detectores inductivos, presostatos, temporizadores, etc.) Y un ahorro de tiempo a la hora de realizar algunas maniobras.

- ✓ Es muy robusto y confiable, ya que no incluye mecanismos delicados.
- ✓ Se adapta con rapidez y facilidad a la tensión de alimentación del circuito de control (cambio de bobina).
- ✓ Facilita la distribución de los puestos de paro de emergencia y de los puestos esclavos, impidiendo que la máquina se ponga en marcha sin haber tomado todas las precauciones necesarias.
- ✓ Protege el receptor contra las caídas de tensión importantes (apertura instantánea por debajo de una tensión mínima)
- ✓ Funciona tanto en servicio intermitente como en continuo.

**Como se encuentra constituido un Contactor Electromagnético** (unicrom, 2009).

Un contactor electromagnético está constituido de las siguientes partes:

**Contactos principales:** Son los destinados para abrir y cerrar el circuito de potencia. Están abiertos en reposo y se encargan de hacer conducir la corriente y el voltaje que pasa hacia la carga.

**Contactos auxiliares:** Son los encargados de abrir y cerrar el circuito de mando. Están acoplados mecánicamente a los contactos principales y pueden ser abiertos o cerrados.

**Bobina:** Elemento que produce una fuerza de atracción al ser atravesado por una corriente eléctrica. Su tensión de alimentación puede ser de 12, 24 voltios de corriente directa y 120,240 voltios de corriente alterna, siendo la de 240V la más usual.

**Armadura. Parte móvil del contactor:** Desplaza los contactos principales y auxiliares por la acción atracción de la bobina.

**Núcleo:** Parte fija por la que se cierra el flujo magnético producido por la bobina.

**Resorte:** Es un muelle encargado de devolver los contactos a su posición de reposo, una vez cesa la fuerza de atracción provocado por fuerza de atracción que se produce al ser energizada la bobina.

**El encapsulado:** Se encuentra hecho especialmente para evitar el contacto de las personas con los componentes que transportan la corriente. Algunos contactores también usan protección adicional para proteger al dispositivo del clima, polvo, aceite, explosión. etc.

#### **La vida útil de los contactos del contactor:**

La vida útil de los contactos es el tiempo, en función del número de maniobras que efectuó el contactor, esto quiere decir que entre menos se utilice mayor será su vida útil, normalmente suelen ser de un millón de maniobras, pero eso depende de la marca del fabricante,

#### **Categorías de empleo para contactores según IEC 60947-4-1**

**Las categorías de empleo normalizadas fijan los valores de corriente que el contactor debe establecer o cortar y dependen de:**

- ✓ De la naturaleza del receptor controlado que son motor de jaula o de anillos, resistencias.
- ✓ De las condiciones en las que se realicen los cierres y las aperturas en motor lanzado o calado o en curso de arranque, inversión del sentido de la marcha, frenado a contracorriente.

#### **Empleo en corriente alterna:**

**Categoría AC-1:** Se aplica a todos los aparatos de uso de corriente alterna (receptores), cuyo factor de potencia es al menos igual a 0,95 ( $\cos \varphi \geq 0,95$ ).

Ejemplos de utilización: calefacción, distribución.

**Categoría AC-2:** Esta categoría rige el arranque, el frenado a contracorriente y la marcha “a sacudidas” de los motores de anillos rozante.

En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, aproximadamente 2,5 veces la corriente nominal del motor.

En la apertura, deberá cortar la corriente de trabajo y la tensión del motor, lo cual el contactor deberá soportar el arco eléctrico y a si no producirse un corto circuito.

**Categoría AC-3:** Se aplica a los motores de jaula de ardilla en los que el corte se realiza con el motor lanzado.

En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, que es de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor.

En la apertura, la corriente nominal es absorbida por el motor; en ese momento, el voltaje en las bornas de sus polos se acercará al 20% de la tensión que se encuentra red eléctrica, por lo cual el corte resulta sencillo.

Ejemplos de utilización: todos los motores de jaula de ardilla habituales: ascensores, escaleras mecánicas, cintas transportadoras, elevadores de cangilones, compresores, bombas, trituradoras, climatizadores, etc.

**Categoría AC-4:** Esta categoría se aplica a las aplicaciones con frenado a contracorriente y marcha “a sacudidas” con motores de jaula de ardilla o de anillos rozantes.

El contactor se cierra bajo un pico de corriente que puede alcanzar de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. Al abrirse, corta esta misma corriente bajo una tensión tan elevada que la velocidad del motor se debilita.

El corte resulta brusco.

**Ejemplos de utilización:** máquinas de impresión, máquinas de trefilar, elevadores, equipos de la industria metalúrgica **Norma IEC 60947-4-:**

**Esta parte de IEC 60947 es aplicable a los siguientes equipos:**

contactores y arrancadores electromecánicos, incluido el dispositivo de conmutación de protección del motor, actuadores de relés, contactos dedicados exclusivamente al circuito de bobina, accesorios delicados (por ejemplo, cableado delicado, accesorio de cierre delicado destinado a conectarse a circuitos de distribución, circuitos de motores y otros circuitos de carga.

**Guarda motor trifásico Schneider.**



Figura 10. Guarda Motor Schneider 120 a 600 voltios trifásico. (schneider g. m., 2009)

Como logramos observar en la figura 10. Un Guarda motor es un interruptor magneto térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobre intensidades transitorias típicas de los arranques de los motores. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos, pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores, una de sus mayores ventajas es que tienen un regulador de corriente con la cual podemos ajustar la intensidad, resultado de lo cual se dispone en una sola unidad de las funciones que de otra manera exigirían, por ejemplo, la instalación de al menos tres unidades: interruptores, contactores y relés térmico.

**Corto circuito:**

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente, los cortocircuitos son aumentos de intensidades provocadas por contacto directo accidental entre fase y neutro, al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir el contacto, pero sólo podrá abrirlo, si la intensidad de la corriente que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado, la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magneto térmico) y su actuación es de aproximadamente 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. (subir.cc, subir.cc, 2011)

**Sobre carga:**

Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos y por ende las corrientes van aumentando, la otra parte está constituida por una lámina bimetálica (representada en rojo) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico, provoca la apertura del contacto, ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. (subir.cc, subir.cc, 2011)

**Desconexiones manuales:**

Además de estas desconexiones automáticas, el guardamotor está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme(activación) del dispositivo automático, cuando se ha producido una desconexión. No obstante, al volver a activarlo, no es posible que se quede en esa posición, ya que, si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito, se volvería a abrir por el evento. (subir.cc, subir.cc, 2011)

Incluso volvería a desactivarse el guarda motor, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca y si persistiéramos en reactivarlo. se podría dañar el equipo de protección o el equipo que deseamos energizar (la carga). (subir.cc, subir.cc, 2011)

### **Polaridad.**

El dispositivo descrito es un interruptor magneto térmico tripolar, por cuanto desconecta los tres hilos del suministro eléctrico, los tripolares se utilizan para corrientes trifásicas, pero en esencia todos están fundados en los mismos principios que el descrito. (subir.cc, subir.cc, 2011)

### **Magneto térmicos re armables.**

Son para aplicaciones especiales, ya existen modelos que están dotados de un servomotor que realiza por sí solo la activación del interruptor, restableciendo el servicio después de un disparo, los hay en que la orden de activar el magneto térmico se realiza manualmente o a distancia, como en el caso en el que un operario desde una sala de control es capaz de realizar la apertura o el cierre de un interruptor que está a cientos de kilómetros, o los hay de rearme automático, en los que el propio interruptor posee un circuito electrónico de control que pasados unos segundos del disparo ejecuta la orden de rearmado del interruptor accionando el servomotor. (subir.cc, subir.cc, 2011)

En el caso de sufrir un nuevo disparo puede volver a esperar un tiempo y ordenar un nuevo rearmado un número determinado de veces antes de desistir. Con este tipo de interruptores se evita tener que desplazarse a instalaciones lejanas, para realizar un rearmado causado por disparos transitorios, también se utilizan para la protección de instalaciones de seguridad o para instalaciones en las que un corte de suministro ponga en peligro a personas o bienes (ascensores, equipos médicos y hospitalarios, cámaras frigoríficas o congeladores). empieza a ser común encontrar magnetos térmicos re armables monoblock junto con la protección diferencial; o sea que un mismo aparato protege contra cortocircuitos, sobrecargas

---

y derivaciones a tierra siendo autor armable para cualquier causa que pueden hacerle disparar. (subir.cc, subir.cc, 2011)

### Las partes de un guarda motor o magneto térmico son:

Como logramos observar en la figura11. Bimetálico térmico, bobina de disparo magnética, cámara apaga chispa, manecilla o botoneras para el contacto de cierre y apertura, contacto fijo, contacto móvil (posición actual abierto), salida de aire para evacuación de energía calorífica, entrada aire fresco para evacuación de anergia calorífica. (subir.cc, subir.cc, 2011)

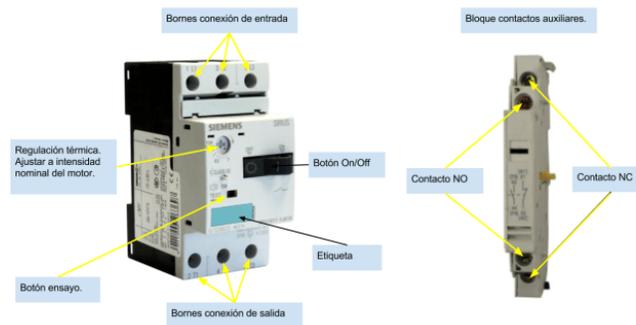


Figura 11. Partes de Guarda Motor 120 a 600 voltios trifásico. (subir.cc, subir.cc, 2011)

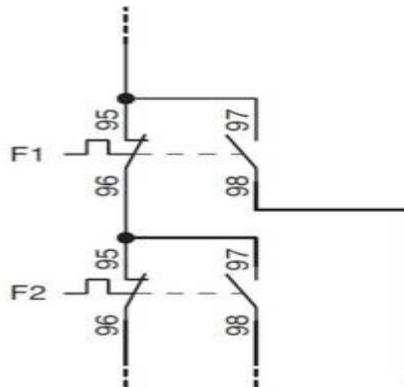


Figura 12. Diagrama de bloque de contactos auxiliares para Guarda Motor 120 a 600 voltios trifásico. (subir.cc, subir.cc, 2011)

Como logramos observar en 12. El contacto NO (normalmente abierto) al armar o activar el guarda motor se cerrara y el NC (normalmente cerrado) se abrirá, el contacto NO se usa para colocarlo en serie en la cabeza del circuito de mando, de manera que si algún guardamotor esto saltado o disparado, no será posible arrancar alguna maquina la cual se encuentre conectado en este dispositivo, y el NC funciona para energizar una lampara de señalización que en caso de apertura del guarda motor nos indique que guarda motor ha fallado. (subir.cc, subir.cc, 2011)

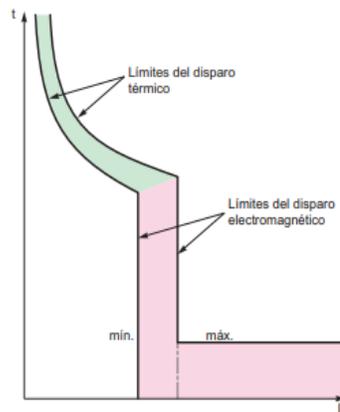


Figura 13. Curva de disparo. (electric s. , schneider electric.com, 2019)

En la figura 13. Observamos la curva de disparo de los interruptores automáticos constan de dos partes. **Disparo de protección contra sobrecarga (dispositivo de disparo térmico)**, cuanto más alta sea la corriente, más corto será el tiempo de disparo. (subir.cc, subir.cc, 2011)

**Disparo de protección contra cortocircuitos (dispositivo de disparo magnético)** si la corriente supera el umbral de su dispositivo de protección, el tiempo de corte será inferior a 10 milisegundos. Se considera corto circuito de 3 a 20 veces la intensidad (corriente) nominal. (subir.cc, subir.cc, 2011)

Zona térmica, protección sobre las sobre cargas.

Zona magnética, protección contra los cortos circuitos.

Zona de no disparo, área de trabajo.

Además, se cuenta con bloques aditivos, que se montan de manera laterales y frontales en el guardamotor, tales como bloques de contactos auxiliares para agregar lámparas de señalización de estado o coordinar controles. (subir.cc, subir.cc, 2011)

Este dispositivo puede ser mandado por botones o por palanca rotativa. Cuentan con protección magnetotérmicos incorporados, Puede ser sensibles a falla de fase, (se disparan si falta una línea). (subir.cc, subir.cc, 2011)

### **Características y diferencias de los guardamotores** (subir.cc, subir.cc, 2011):

**Tensión de trabajo:** La tensión de trabajo se refiere a la tensión que tiene la línea eléctrica de alimentación que será la tensión que soportarán las bobinas del motor, ya sea 230, 400, 690, etc.

**Intensidad nominal:** El guardamotor deberá estar regulado a la intensidad nominal de motor multiplicado por el factor de servicio del motor.

**Tipo de curva:** Existen 3 tipos de curvas: curva B, curva C, curva D.

Curva B - Hace saltar el guardamotor cuando la corriente alcanza 2.6 y 3.85 la intensidad nominal.

Curva C - El disparo del guardamotor se hace a los 3.85 y 8.8 la intensidad nominal.

Curva D - Soporta fuertes picos de corriente puntuales. Pensado para el arranque de motores.

**Poder de corte:** Es la corriente máxima que puede llegar a cortar el guardamotor, se mide en Ka (kilo amperios).

### **Diferencias entre un guarda motor y un relé térmico:**

a) Un sistema parecido al de un guarda motor es el relé, aunque este cumple una función de prevenir cortos en el sistema, trabaja para hacer la desconexión del receptor, y así controlar una falla.

b) El relé no tiene posibilidad de corte, por lo que requiere de un contacto en el circuito comando que desvincule al contactor del motor. En cambio, el guarda motor sí genera poder de corte si es detectada una sobrecarga.

c) Otra diferencia que encontramos es la forma de colocar ambos dispositivos. El relé térmico se ubica en la parte de abajo del contactor y el guarda motor se instala en el inicio de la recta de potencia para preservar el circuito completo, arriba del contactor.

d) Los guarda motores se regulan, por eso se puede disponer de una unidad, para que realice varias funciones de protección; en cambio con otros mecanismos automáticos magnetos térmicos es necesario, colocar un aproximado de tres unidades para que realicen una función completa.

e) Debe tener en cuenta, que al igual que el relé, el guarda motor debe reconectarse una vez que se genera un disparo. (subir.cc, subir.cc, 2011)

### **Monitor de fase trifásico (Motor Saver).**



Figura 14. Motor Saver Trifásico modelo 460. (wholesale, 2019)

En la figura 14. Observamos un monitor de voltaje, el cual está diseñado para proteger las cargas trifásicas y monofásicas de condiciones de energía dañinas, ya que protege los equipos eléctricos de sobre y baja tensión que se presentan en la red eléctrica, también tiene detección de secuencia de fase verificando si todas las líneas se encuentran energizadas, En caso de que se produzca una inversión en la

secuencia de fase, la unidad no reconecta e indica el fallo a través de una señal luminosa. Para volver a la secuencia correcta, solo se toman dos fases cualesquiera y se invierten las conexiones entre sí (tanto para las entradas del protector como para las del contactor. (simcom, 2015). (wholesale, 2019)

El amplio rango operativo de voltajes del modelo 460, combinado con el cumplimiento de UL (certificación emitida por suscriptores laboratorios) y CE (Conformidad Europea), hace de esta una opción perfecta para la protección de su motor eléctrico, este es un dispositivo imprescindible para aplicaciones donde la calidad de la fuente de alimentación es incierta. Este dispositivo de protección de alta calidad y rentable es una alternativa a los altos costos de reemplazo de su motor eléctrico. (simcom, 2015). (wholesale, 2019)

El circuito único de detección de fase y voltaje basado en un microcontrolador integrado dentro del Motor Saver monitorea constantemente los voltajes trifásicos para detectar condiciones de línea eléctrica dañinas, cuando se detecta una condición dañina, el relé de salida del Motor Saver se desactiva después de un disparo específico. El relé de salida se reactiva después de que las condiciones de la línea eléctrica vuelven a un nivel aceptable durante un período de tiempo específico (retardo de reinicio). (simcom, 2015). (wholesale, 2019)

**Este medio de protección para los motores contiene 04 perillas de operación las cuales son** (symcom, symcom, 2013):

**Regulador de voltajes:** con el cual podemos seleccionar la tensión de línea con la que se desea trabajar, este proceso se realiza manualmente.

**Reiniciar:** con la cual seleccionamos el tiempo de retardo de restablecimiento y se ajusta de 1 a 500 segundos.

**Retraso de disparo:** Este es el tiempo de respuesta con el cual se desea que el equipo se dispare y se ajusta entre 1 a 30 segundos y es para prevenir disparos falsos producidos por fluctuaciones momentáneas producidas en la línea.

**Desbalance de línea:** Realiza un disparo por desbalanceo de voltaje en las líneas y es ajustable desde 2 hasta el 8 por ciento. (symcom, symcom, 2013)

En la figura 15. Podremos observar el conexionado para el monitor de voltaje Motor Saver.

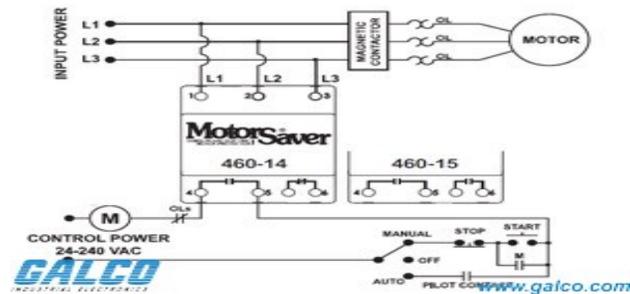


Figura 15. Diagrama de conexión de Motor Saver, pulsadores, selectores de maneta o directo. (wholesale, 2019)



Figura 16. Supresor de voltajes transitorios trifásico SQUARE D. modelo SDSA 3650 voltaje 208/600 MAX. 40KA. (capris, 2015)

En la figura 16. Veremos un supresor de picos que suprimen las elevaciones repentinas de voltaje, también se conocen como, supresor de sobretensión transitorio (TVSS) y es un dispositivo que manda los picos de voltaje de corta duración (milisegundos) a la tierra, previniendo daños en cargas sensibles o equipos electrónicos, y se puede utilizar en aplicaciones comerciales e industriales, ya que los transientes son una perturbación en la señal o forma de onda sinusoidal que empieza en una amplitud cero y se eleva a niveles demasadamente altos. (Ref. IEEE Std. 1100-1992). (Global, 2019)

Los supresores de transcientes, son requeridos en instalaciones donde se utiliza equipo electrónico sensible (crítico). Los transcientes o picos de voltaje pueden presentarse de manera repetidas, tales como picos debidos a la conmutación de voltaje, switcheo o conmutación de cargas inductivas, o de manera aleatoria tale como las descargas atmosféricas (rayos) o los provenientes de la red de alimentación. (Ref. IEEE Std. 1100-1992). (Global, 2019)

### **Hay dos categorías principales de supresores de transcientes:**

a) Aquellos que atenúan los transcientes, previniendo su propagación hacia los circuitos sensibles.

b) Aquellos que desvían los transcientes de las cargas sensibles de tal manera que limitan el voltaje. (Ref. IEEE Std. 1100-1992). (Global, 2019)

### **Atenuación de picos:**

Esto es, evitar la propagación de la fuente del transcientes o evitar la incidencia del mismo en las cargas sensibles, esto se logra introduciendo filtros en serie dentro del circuito. El filtro, por lo general del tipo paso-bajo, atenúa el transitorio (alta frecuencia) y permite que la señal de potencia (baja frecuencia) continúe sin disturbios, la atenuación de un dispositivo de protección de picos se define como la reducción que provee en un rango de frecuencia determinado.

### **Desvío de transitorios:**

Esto se logra con un dispositivo tipo limitador de voltaje. Un dispositivo limitador de voltaje es un componente que tiene una impedancia variable (la relación existente entre la diferencia de potencial aplicada y la corriente absorbida por la línea), en función de la corriente que fluye a través del dispositivo o en la tensión entre sus terminales.

El uso del dispositivo limitador de voltaje, permite que el circuito no se vea afectado por la presencia del dispositivo antes y después del transitorio para cualquier tensión de estado estable por debajo del nivel de fijación o límite.

Los supresores de transcientes, se clasifican por la magnitud de los transitorios que estos son capaces de tolerar. La recomendación ANSI/IEEE C62.41 provee una guía a los fabricantes y usuarios para determinar la tolerancia a la que un dispositivo de protección de picos puede estar expuesto.

**Podemos clasificar los supresores de picos en tres diferentes funciones métodos de conexión:**

Categoría A: Conectado lo más cerca posible al equipo (carga)

Categoría B: Instalación en tableros secundarios (sub-panel de distribución interior)

Categoría C: Instalación en tablero principal o acometida, los cuales toleran rayos o descargas atmosféricas.

Los podemos encontrar en voltajes: Monofásico, bifásico o trifásico.

**Síntomas de los transcientes de voltajes** (EATON, 2013):

- a) Daños en las instalaciones eléctricas
- b) Daños en las instalaciones electrónicas
- c) Perdidas de aislamientos en los conductores eléctricos
- d) Envejecimiento prematuro de los equipos eléctricos y electrónicos
- e) Interrupción de los procesos industriales, debido al reinicio de algunas máquinas electrónicas que utilizan software.
- f) Perdida de datos y reducción en la velocidad de transferencia de datos, debido a que los servidores de internet se apagan si no tienen respaldo energético, por ejemplo, una UPS.

## Interruptor termomacnetico schneider (automata).



figura 17. Interruptor termomacnetico schneider 02 amperios 02 polos (automato). (schneider, 2013)

En la figura 17. Se observa un medio de protección y desconexión rápida el cual se llama interruptor termo magnético también conocido como automático, El interruptor termo magnético es un dispositivo con la capacidad de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito en caso de sobrepasar sus valores máximos. Por otro lado, puede actuar en dos clases de eventos distintos, las cuales son parte **térmica** que lo hace si se da una sobrecarga del circuito, mientras la parte **magnética** si se da un cortocircuito. (comofunfiona.co.com, 2016)

### Funcionamiento de un interruptor termo magnético.

El funcionamiento de un interruptor termo magnético se basa en los efectos magnéticos y térmicos que produce la electricidad al circular por sus dispositivos integrados. Por lo tanto, este dispositivo consta de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica. En otras palabras, se centra en la dilatación de un metal por el calor y en las fuerzas que son de atracción, las cuales van a generar campos magnéticos. (comofunfiona.co.com, 2016)

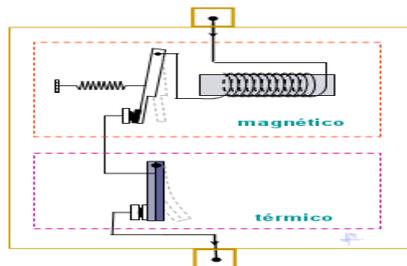


Figura 18. Elemento magnético y térmico. (tuveras.com, 2019)

Como se puede observar en la figura 18. 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, al igual que los fusibles, los interruptores

termo magnéticos, protegen la instalación contra sobrecargas de corrientes y cortocircuitos. (tuveras.com, 2019)

### **Corto circuito (parte magnética).**

Como se puede observar en la figura 18. Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir el contacto magnético, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad de corriente que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado del circuito eléctrico. La intensidad de diseño del interruptor magneto térmico) y su actuación es de aproximadamente 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. (comofunciona.co.com, 2019)

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente. Los cortocircuitos son aumentos de intensidades provocadas por contacto directo accidental entre fase a fase y fase a neutro. (comofunciona.co.com, 2019)

### **Sobre carga (parte térmica).**

Como se puede observar en la figura 18. La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (térmico), que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos, lo que mediante el correspondiente dispositivo mecánico provoca la apertura del contacto. (comofunciona.co.com, 2019)

Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos, ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. (comofunciona.co.com, 2019)

Los interruptores termo magnéticos tienen una gran ventaja al momento de su selección, ya que podemos encontrar en: unipolar, bipolar, tripolar y tetra polar, también se encuentran en una gran selección de corrientes, tanto de 01 amperios hasta 125 amperios. (comofunciona.co.com, 2019)

En la figura 19. Podremos observar las partes de un interruptor termomagnético o automático.

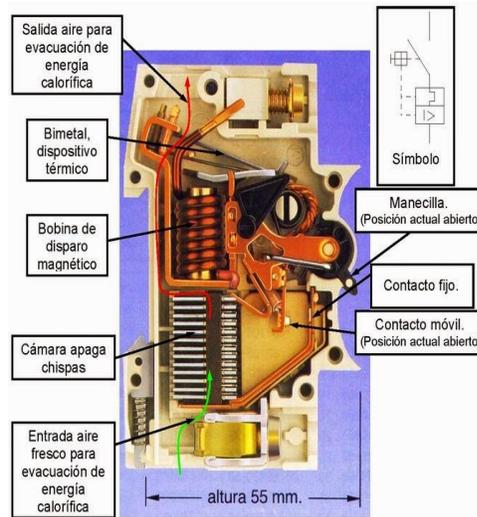


Figura 19. Partes internas interruptor termomagnético. 24 a 600 VAC. (comofunciona.co.com, 2019)

### Transformador de control eléctrico.



Figura 20. Transformador de control siemens primario 480 secundario 240/120 voltios CA 100VA y 500VA. (acomee, 2011)

Como se puede apreciar en la figura 20. Un transformador de control es un dispositivo utilizado para transformar o "reducir" un alto voltaje de circuito principal a una tensión más baja, que luego se utiliza para operar el control o componentes de conmutación del circuito principal. Estos dispositivos se utilizan comúnmente en los circuitos de arranque industriales, donde la tensión del circuito principal no es

adecuada para su uso en el circuito de control y donde un circuito de control de alimentación por separado no sería práctico. (prucommelciarle, 2019)

Por ejemplo, en un panel de arranque diseñado para encender un motor eléctrico de 500 voltios, los contactores y relés utilizados para cambiar el estado del motor de encendido al estado apagado, se suelen utilizar bobinas electromagnéticas clasificados para una tensión mucho menor. Para suministrar este voltaje sin la necesidad de una alimentación de energía separada, se utiliza la misma alimentación principal y se pasa a través de un transformador de control que luego suministra la tensión del circuito de control inferior requerida. (prucommelciarle, 2019)

La maquinaria eléctrica pesada que se inicia automáticamente o de forma remota, generalmente hace uso de contactores que se basan en una fuerza electromagnética para cerrarlos y a si iniciar la maquinaria. Esta fuerza es creada por una bobina eléctrica colocada en el centro de un núcleo de acero laminado. Estas bobinas están típicamente diseñadas para operar a voltajes relativamente bajos, que van desde 240 voltios hasta tan bajo como 12 voltios. A medida que estas mismas máquinas funcionan típicamente con voltajes mucho más altos, esto crea la necesidad de una alimentación de tensión de control separada. En lugar de tener que tender cables independientes o instalar sistemas adicionales de barras, es mucho más sencillo de usar la tensión del circuito principal y el paso hacia abajo con un transformador de control de la tensión de control apropiado. (prucommelciarle, 2019)

Voltajes de circuito de bajo de control se utilizan por varias razones, incluyendo el hecho de que las partes del circuito de control incluyen botones pulsadores en una sala de control remoto, en la puerta de panel de arranque, y en la propia máquina. No sería sabio tener altos voltajes utilizados en estas aplicaciones, por razones obvias de seguridad. También es deseable que el cableado de control densamente poblado que lleva muy altas tensiones en el interior del panel de arranque tampoco. Por estas razones, tensiones más bajas se utilizan normalmente en los circuitos de control. (prucommelciarle, 2019)

Otra ventaja de utilizar un transformador de control es la estabilidad inherente de la tensión suministrada desde un transformador, así como su capacidad para manejar picos extremos de la demanda. Cuando se pulsa el botón de inicio en un arrancador de motor y los energiza la bobina del contactor, hay una muy breve (por lo general de 30 a 50 milisegundos) aumento de la demanda actual conocido como "corriente de entrada". Este pico puede ser superior a 10 veces el flujo normal de corriente, transformadores y manejar estos picos mucho más eficientes que un suministro convencional. (prucommelciarle, 2019)

El uso de un transformador de control para suministrar energía de control permite así una tensión de circuito de control más seguro y más eficiente inferior para ser usado en aplicaciones de alto voltaje de funcionamiento. La excelente corriente de entrada características de manejo en el transformador de corriente suministrado también sirve para lograr un suministro de energía más eficiente. Por último, los usos de menores voltajes en un circuito de control hacen para su uso mucho más seguro por los trabajadores que utilizan Parada y teclas en entornos peligrosos. (prucommelciarle, 2019)

Para calcular la corriente de un transformador de control solamente es dividir los VA entre V

$$I = VA / V$$
$$I = 500 / 240 = 2.083 \text{ amperios}$$

### **Presostato o interruptor de presión.**



Figura 21. Interruptor de presión o presostato Square D 40 a 60 psi. (Linio, 2014)

Como se observa en la figura 21. El presostato es un instrumento que abre o cierra un circuito eléctrico, en función del cambio de un valor de presión prefijado, en un circuito neumático. También se le conoce como interruptor de presión. (compresor.com, 2019)

### **Operación de trabajo.**

En general, los presostatos son instrumentos mecánicos. Su ajuste se realiza mediante un tornillo o una pequeña leva, que aumenta la presión que ejerce sobre un muelle central y éste a su vez, sobre el contacto o contactos. Cuando la presión del sistema supera a la del muelle, los contactos varían de posición y también, al contrario, cuando la presión del sistema baja y la del muelle es superior, los contactos varían nuevamente. Con esta maniobra, los contactos abren o cierran y permiten al control central del compresor, del equipo de aire comprimido que corresponda o un sistema hidroneumático realizar la maniobra para la que fue diseñado. (compresor.com, 2019)

La función principal de este dispositivo, es la de proteger a los equipos de altas presiones de descarga y bajadas críticas de presión ya que puede afectar el rendimiento del sistema o componentes del mismo, por ejemplo, sistemas hidroneumáticos, sistemas de refrigeración, válvulas de expansión, solenoides, etc. (compresor.com, 2019)

Una aplicación típica de los presostatos es el arranque y paro de los compresores de pistón pequeños. Para compresores de gran tamaño y compresores rotativos, los presostatos abren o cierran los contactos para que el control central ponga el compresor en carga o descarga, actuando sobre las válvulas de despresurización, en el caso de los pistones o sobre la válvula de aspiración, en el caso de los rotativos. (compresor.com, 2019)

Los presostatos también se han utilizado para otras aplicaciones. En los sistemas de seguridad controlando los valores de alta presión, como equipos de alarma para activar señales a distancia o simplemente para detectar la presencia de presión de aire en un determinado circuito. (compresor.com, 2019)

Como aviamos dicho el funcionamiento típico del presostato es, El fluido ejerce una presión sobre un pistón interno haciendo que se mueva hasta que se unen dos contactos. Cuando la presión baja, un resorte empuja el pistón en sentido contrario y los contactos se separan. (compresor.com, 2019)

### **Flotador eléctrico de dos posiciones.**



Figura 22. Flotador eléctrico de doble propósito 120/240 voltios 10 amperios. (eicos, eicos.com, 2019). (prucommerciarle.com, 2019)

En la figura 22. Podemos observar un flotador eléctrico o sensor de nivel, también conocidos como bolla eléctrica, ya que son instrumentos que trabajan con un interruptor de contacto el cual se encuentra internamente del sensor o bolla. El movimiento del flotador produce que se abran y se cierran los contactos eléctricos. Con esto, se consiguen soluciones versátiles y de bajo coste para su automatización. (eicos, eicos.com, 2019)

### **Cómo Funciona un Sensor de Nivel.**

El sensor detecta el nivel del líquido en tanques y depósitos en el punto donde esté instalado, indicando mediante una señal ON/OFF, cuando se ha alcanzado el nivel de llenado, vaciado u otro efecto el cual será definido en el proyecto. Este tipo de sensores deben estar bien fijados en un punto del depósito, ya que son influenciados por las ondulaciones y vibraciones. (eicos, eicos.com, 2019)

Los sensores eléctricos flotadores conmutan cargas hasta 10 amperios, que es suficiente para señalar el nivel con una lámpara o alarma acústica, en los sistemas de control digital (Arduino, microcontroladores, convertidores de frecuencia) o para accionar relés, PLC y contactores, en la activación/desactivación de bombas de agua, por ejemplo. Son considerados sensores de baja potencia y no se utilizan

directamente para el accionamiento de bombas, que trabajan con potencia y corrientes más elevadas. (eicos, eicos.com, 2019)

### Interruptor de Flotador.

La conmutación es posible a una bola interna (balín de acero), que acciona una palanca que cambia los contactos de un micro interruptor (microswitch) según la altitud del flotador, Las características eléctricas son 127 a 240 voltios, 60 Hz, 10 Amperios. (coparoman, 2015)

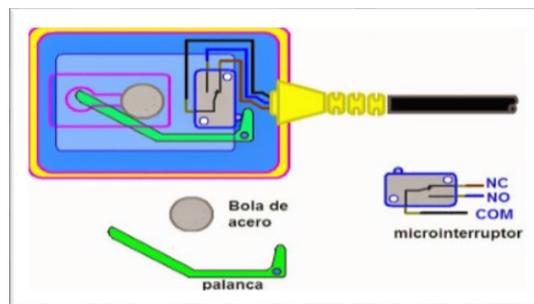


Figura 23. Flotador eléctrico con bola de acero. (coparoman, 2015)

En la figura 23. Podemos observar la composición interna de los flotadores eléctricos, tienen un cuerpo 100% hermético de polipropileno permitiendo que pueda flotar gracias a su cable flexible de hasta tres metros de largo (con 3 conductores) puede cambiar de altitud, ajustando su desplazamiento por medio de un contrapeso, cuando el flotador tiene tres conductores se denomina flotador de tres posiciones (ON-OFF-ON) y cuando trae dos conductores se llama flotador de dos posiciones (ON-OFF). Dependiendo de la aplicación, los sensores de nivel pueden emplear una amplia gama de medios para realizar su tarea. Sensores mecánicos a menudo emplean un sistema de flotador para detectar y medir los niveles de líquido. Algunos sensores de nivel emplean electrodos y una corriente eléctrica muy débil para medir los cambios en los niveles de líquidos. Los sensores ultrasónicos son capaces de vigilar muchos líquidos de forma remota sin la necesidad de que el sensor este en contacto con el líquido en realidad. (coparoman, 2015)

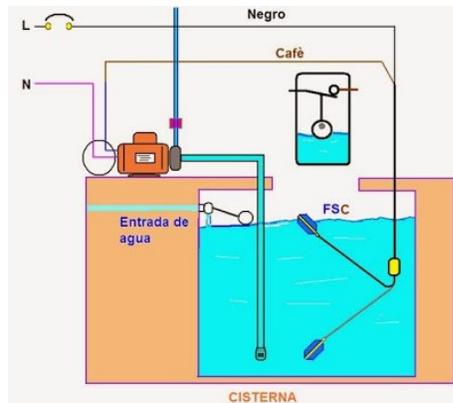


Figura 24. Conexión de bomba centrífuga instalada en cisterna. (coparoman, 2015)

En la figura 24. Podemos observar las conexiones eléctricas las cuales influyen en el arranque de la bomba centrífuga, que es gobernada por el flotador o bolla eléctrica, en estos casos siempre la recomendación de los fabricantes, es de que el sensor no se conecte directamente al motor de la bomba y sea conectado a un contactor o relé eléctrico. (coparoman, 2015)

Los sensores de nivel tienen muchas aplicaciones y pueden ser utilizados en los controles y automatización de diversas áreas, tales como:

- a) Pozos: para el control de nivel y protección de una bomba.
- b) Obra civil: en el control del llenado o vaciado de las cisternas y tanques de agua.
- c) Depósitos de aceite: en sistemas de control de nivel de aceite.
- d) Depósitos de químicos: en sistemas de control de nivel de ácidos y sustancias tóxicas
- e) Depósitos de hidrocarburos: combustible y lubricantes. (coparoman, 2015)

Muchos sensores de este tipo están diseñados para monitorear las condiciones en los lugares que son fácilmente accesibles para los trabajadores, tales como en los tanques de agua elevados, o donde las condiciones son peligrosas. En estos casos, la capacidad de transmisión es una necesidad para el sensor y puede llevarse a cabo con técnicas de cableado estándar. (coparoman, 2015)

El flotador que instalaremos será para manejo vertical, lo cual se requiere, que él mande una señal, a nuestra unidad lógica, indicándole cuando la cisterna tiene suficiente agua para que las bombas entren a trabajar y también mande una señal indicando, cuando la cisterna no tiene agua para que las bombas no enciendan.

**También se pueden utilizar sensores de nivel de montaje lateral y montaje vertical.**

**Censor de nivel vertical.**



Figura 25. Censor de nivel vertical. (maxelectronica, maxelectronica, 2013)

En la figura 25. Podemos observar un sensor de nivel vertical, este sensor de nivel flotante permite detectar el nivel de un líquido que ha llegado a la altura en donde él se encuentra. Está construido internamente por un interruptor magnético tipo Reed Switch y un elemento magnético tipo imán (ubicado en el flotador móvil).

Cuando el nivel del líquido se aproxima a la ubicación del sensor (montaje vertical), el flotador comienza a moverse siguiendo la elevación del líquido, llegando al punto de alineación que activará el Reed Switch, el cual pasará de un estado Normalmente Cerrado (NC) a uno Normalmente Abierto (NO o NA), el sensor está compuesto enteramente por material de tipo polímero, siendo apto para diferentes medios ácidos o alcalinos, puede ser utilizado como detector de niveles máximos o mínimos, protección contra rebalse o vaciado en tanques con agua o con productos líquidos, trabajando con tensiones de 120/240 voltios, corriente máxima de 0.1

amperios y temperatura de operación de -10 a 50 grados centígrados. (maxelectronica, maxelectronica, 2013)

### Censor de nivel lateral.

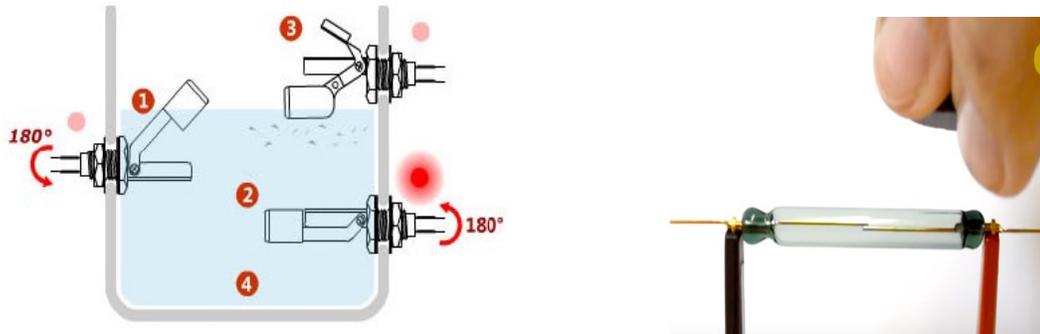


Figura 26. Censor de nivel lateral. (eicos, eicos, 2011) Figura 27. Censor Reed Switch. (eicos, eicos, 2011)

En la figura 26. Podemos observar un sensor con el cual se realizan operaciones de sensores de nivel de montaje lateral. Se pueden instalar a varias alturas de depósito para la detección de múltiples puntos de nivel de líquido, el movimiento del flotador magnético abre / cierra un contacto eléctrico que emite una señal de ENCENDIDO / APAGADO cuando se alcanza el nivel del líquido. (eicos, eicos, 2011)

En la figura 27. Podemos observar sensor Reed Switch que se compone de dos filamentos ferromagnéticos distanciados entre sí y sellados herméticamente en un tubo de cristal. Y se activa y se desactiva con un campo magnético externo, el cual se utiliza un imán. (eicos, eicos, 2011)

## VI.- Análisis de Resultados.

### VI.I.- Términos de referencia para implementar un sistema hidroneumático.

Memoria de caculo industrias cárnicas integradas

#### Cálculo de la demanda mediante el método de Hunter:

**DEFINICION:** Este es un método probabilístico que establece que un sistema trabajara eficientemente, si contando con “n” número de artefactos, se diseña para un “m” cada uno de ellos funcionando aproximadamente durante 15 minutos, o sea que da la demanda máxima que probablemente se presentara durante 15 minutos, sin tomar en cuenta picos mayores que darían un diseño antieconómico. La demanda máxima se determina calculando el total de unidades de gastos o Unidades de Hunter (U.H = 28 litros/ minutos) en función del número y tipos de artefactos a utilizar.

Para el caso de este proyecto, mediante la información recibida en los planos, se obtuvieron las cantidades de piezas existentes del proyecto.

Tabla de cálculo de demanda instantánea de A. Potable							
Artefacto	Numero	U.F.	Tot. U. F	Caudal Probable	F. Uso	Caudal (GPM)	CAUDAL (LPS)
Inodoro con fluxómetro	10.00	12.00	120.00				
Lavamanos de servicio de 3/4"	8.00	2.00	16.00				
Orinal de pared	4.00	12.00	48.00				
Duchas	6.00	4.00	24.00				
Llaves de Chorro 1/2	86.00	6.00	516.00				
<b>TOTAL</b>	<b>114.00</b>		<b>724.00</b>	<b>106.19</b>	<b>1.22</b>	<b>130.00</b>	<b>8.20</b>

Una vez obtenido el total de UF (unidades de flujo) se interpola el dato en la tabla 1. La cual se toma como referencia un edificio de Oficinas.

750	110
724	X
<b>X=</b>	<b>106.19</b>

**TABLA 1**

<b>Club de recreo, hospitales, asilos, hoteles, edificios de oficinas, escuelas, Centros comerciales</b>			
<b>Unidad de Flujo</b>	<b>Caudal Probable</b>	<b>Unidad de Flujo</b>	<b>Caudal Probable</b>
<b>UF</b>	<b>GPM</b>	<b>UF</b>	<b>GPM</b>
10		550	94
20		600	98
25		650	102
40		700	106
50	35	<b>750</b>	<b>110</b>
75	43		
100	50		
125	55		
150	57		
200	62		
250	67		
300	72		
350	77		
400	82		
450	86		
500	90		

Deberá aplicarse una compensación al calcular la demanda del caudal en cualquier aplicación

Los factores de multiplicación deberán aplicarse al completarse el valor de conversión de los artefactos del posible caudal

<b>Presión</b>	<b>Factor</b>
20	0.74
30	0.92
35	1
40	1.07
<b>50</b>	<b>1.22</b>

Por lo que el caudal del equipo de bombeo es = 130 gpm

**Para el cálculo de carga total dinámica utilizaremos la fórmula de Bernoulli:**

$$CDT = h + \Sigma hf + V/2g + hr$$

Dónde:

h = Altura geométrica entre el nivel inferior y el superior del líquido.

$\Sigma hf$  = La sumatoria de todas las pérdidas (tanto en tubería recta como en accesorios) que sufre el fluido entre el nivel de succión y el de descarga.

$V/2g$  = Energía cinética o presión dinámica.

hr = la presión residual que debe vencer la bomba cuando el fluido llegue a su destino o punto más desfavorable

h: 5.90 mts.

$\Sigma hf$ : 8.35 mtsG.

V: 2m/seg.

Hr: 50psi = 35.21 mts.

**Para el cálculo de las pérdidas por fricción utilizaremos la fórmula de HAZEN – WILLIAMS:**

$$Hf = (10.675 (Q/C)^{1.852} \times L) / D^{4.87}$$

Dónde:

Hf: Pérdidas de carga unitaria

Q: m<sup>3</sup>/s

D: Diámetro Interno (m)

C: Coeficiente de Hazen Williams

Caudal en m<sup>3</sup>/seg: 0.0082

Diámetro de tubería: 0.0762 mts

Coeficiente de Hazen Williams (PVC): 150

Longitud: 220 mts

<b>CALCULOS DE CDT</b>	
<b>Perdida por fricción Hf (Mts)</b>	8.35
<b>CTD (Mts)</b>	51.62
<b>CTD (Pies)</b>	169.33

La carga dinámica obtenida es de 169,33 pies, para este caso se desestiman las pérdidas por accesorios debido al dimensionamiento de la tubería.

La velocidad del flujo se estimó en un valor de 2 m/seg.

Una vez que hemos obtenido los datos del caudal y de la CDT procedemos a calcular el equipo de bombeo el cual tiene la siguiente formula:

$$\text{BHP} = \text{Caudal (gpm)} \times \text{CTD (Pies)} / 3960 \times \text{Ef. (\%)}$$

<b>CALCULOS</b>	
<b>Caudal (gpm)</b>	130
<b>CTD (Pies)</b>	169.33
<b>Ef. (%)</b>	70
<b>Caudal (gpm)</b>	130
<b>BHP</b>	8.00

Como la potencia al freno o BHP nos dio un valor de 8.00 se procedió a elegir un equipo de bombeo comercial igual o inmediato superior, que para este caso es 10 HP.

## **VI.2.- Planos de control y de fuerza para una propuesta garantizando la viabilidad técnica.**

Los programas que se utilizaron para la creación de diagrama eléctrico y diagrama de automatización, para la alternación de las bombas centrifugas son los siguientes:

### **Programa de CADE-SIMU versión V3.0**

Cade Simu es un software de diseño y simulación de circuitos eléctricos y automáticos con carácter exclusivamente educacional, en esta ocasión lo he utilizado para la representación de un diagrama eléctrico que se encuentra

trabajando en la vida real, el cual se trata de un sistema de control automatizado para la alternación de tres bombas de agua como función de sistema hidroneumático tríplice, el cual se encuentra con varios elementos eléctricos que se pueden representar en el programa de simulación, como lo son presostato o interruptores de presión, censor de nivel en este caso flotador eléctrico que se encuentra sumergido en una cisterna llena con agua potable, se representan transformadores de control, autómatas, disyuntores, variador de frecuencia, supresor de transcientes, unidad lógica logo, contactores.

**El siguiente esquema eléctrico es para la conexión física.**

En la figura 28, se puede observar un diagrama que fue elaborado con el programa Cade Simu versión 3.0, el cual cuenta con la integración de la unidad lógica programable PLC logo de siemens, está fue basado para la ejecución de un armado de tablero automatizado, que se encarga de trabajar las bombas alternadas semanal mente.

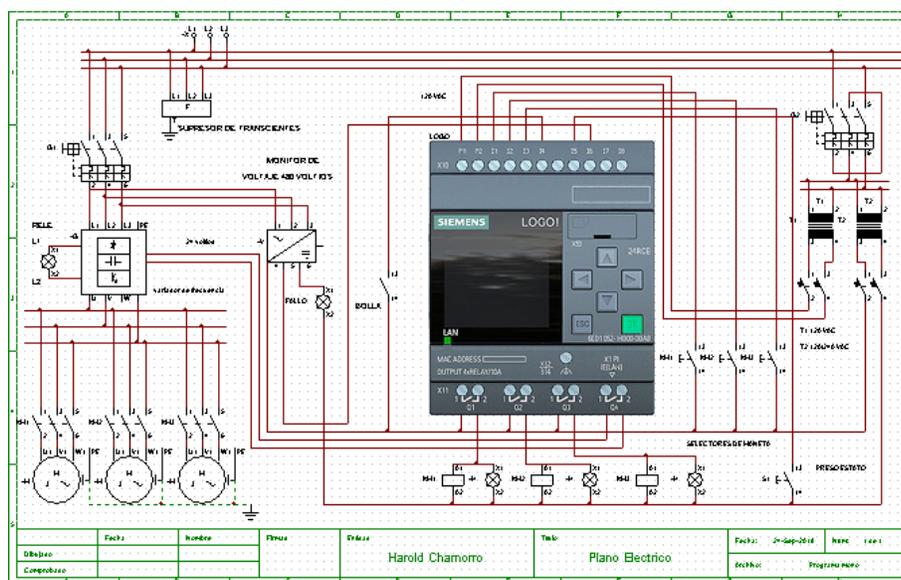
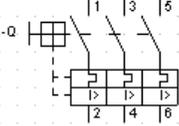
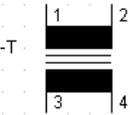
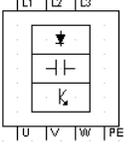
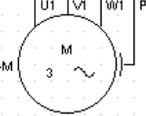
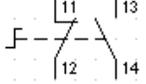
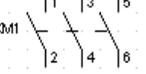
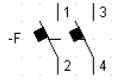
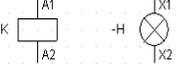
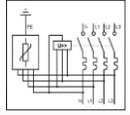
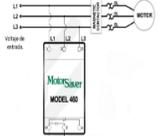


Figura 28. Planos eléctricos con CADE-SIMU (simulador)

## Representación de simbología utilizada en planos eléctricos.

NOMBRE	SIMBOLO	SE UTILIZO PARA
Guarda motor trifásico de 240 A 600 voltios.		Se utilizo para protección eléctrica del variador de frecuencia y los motores trifásicos instalados.
Transformador de control 277/480 voltios primario 120/240 voltios secundario.		Se utilizo para transformar el voltaje de línea de 480 VAC a 240 VAC.
Variador de frecuencia.		Se utilizo para que los motores de las bombas enciendan de 0 a 60 Hz.
Motor asíncrono.		Motor acoplado a la bomba para impulsar agua.
Selector de maneta 02 posiciones NA-NO.		Se utilizo para encender y apagar las bombas manualmente.
Contactores trifásicos.		Se utilizo para realizar los accionamientos electricos.
Interruptor termomagnético.		Se utilizo para la protección eléctrica de los equipos de control.
Bobinas de contactores y luces indicadoras.		Se utilizo para activar y desactivar los contactores.
LOGO Unidad lógica programable.		Se utilizo para la programación de alternación de semanal de las bombas.
Supresor de transcientes.		Se utilizo para la protección de transcientes electricos.
Monitor de fase trifásico.		Se utilizo para censar caídas de fase en la red trifásica.

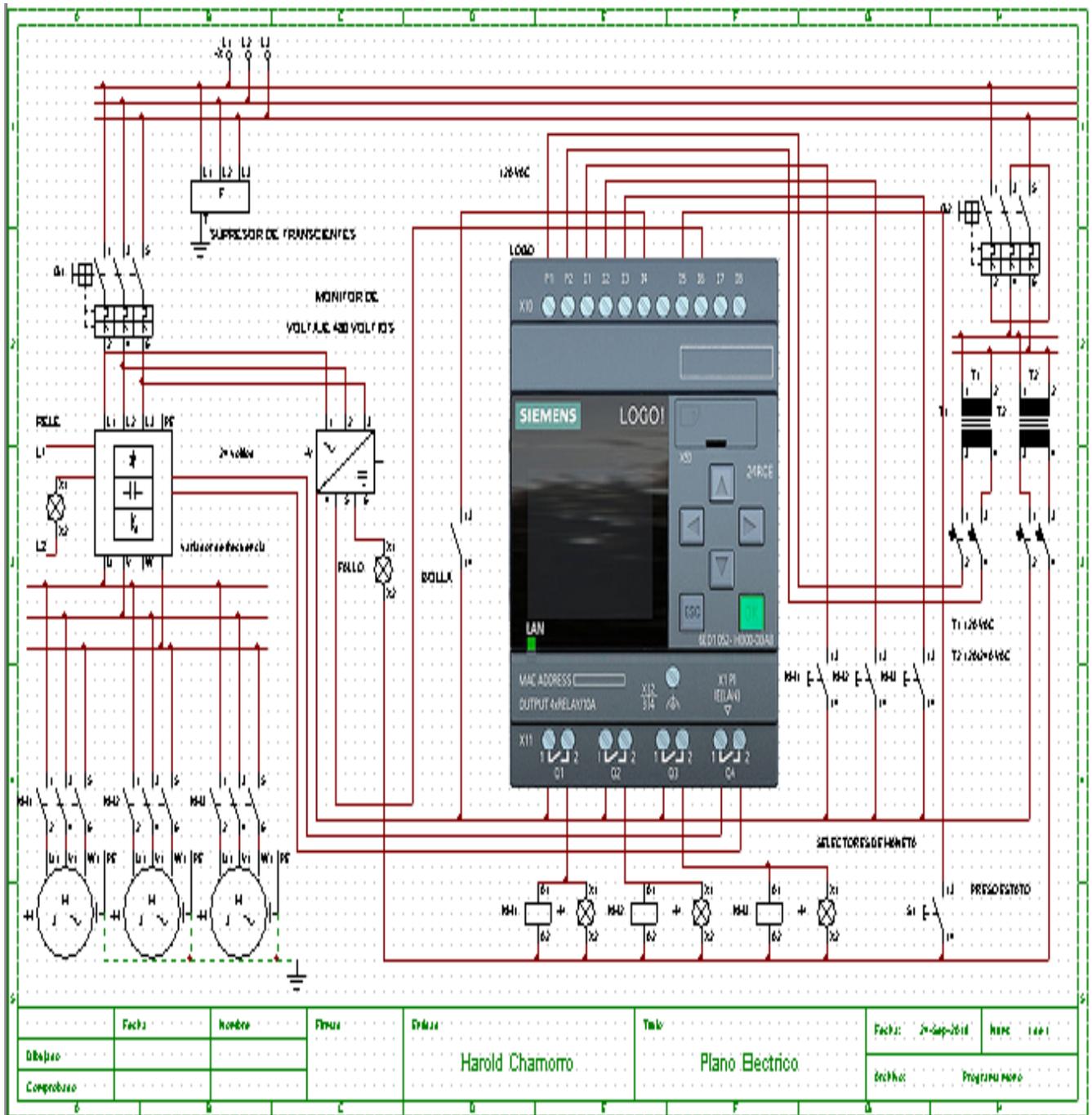


Figura 29. Plano eléctrico elaborado con el programa de simulación gratuito CADE-SIMU V3.0

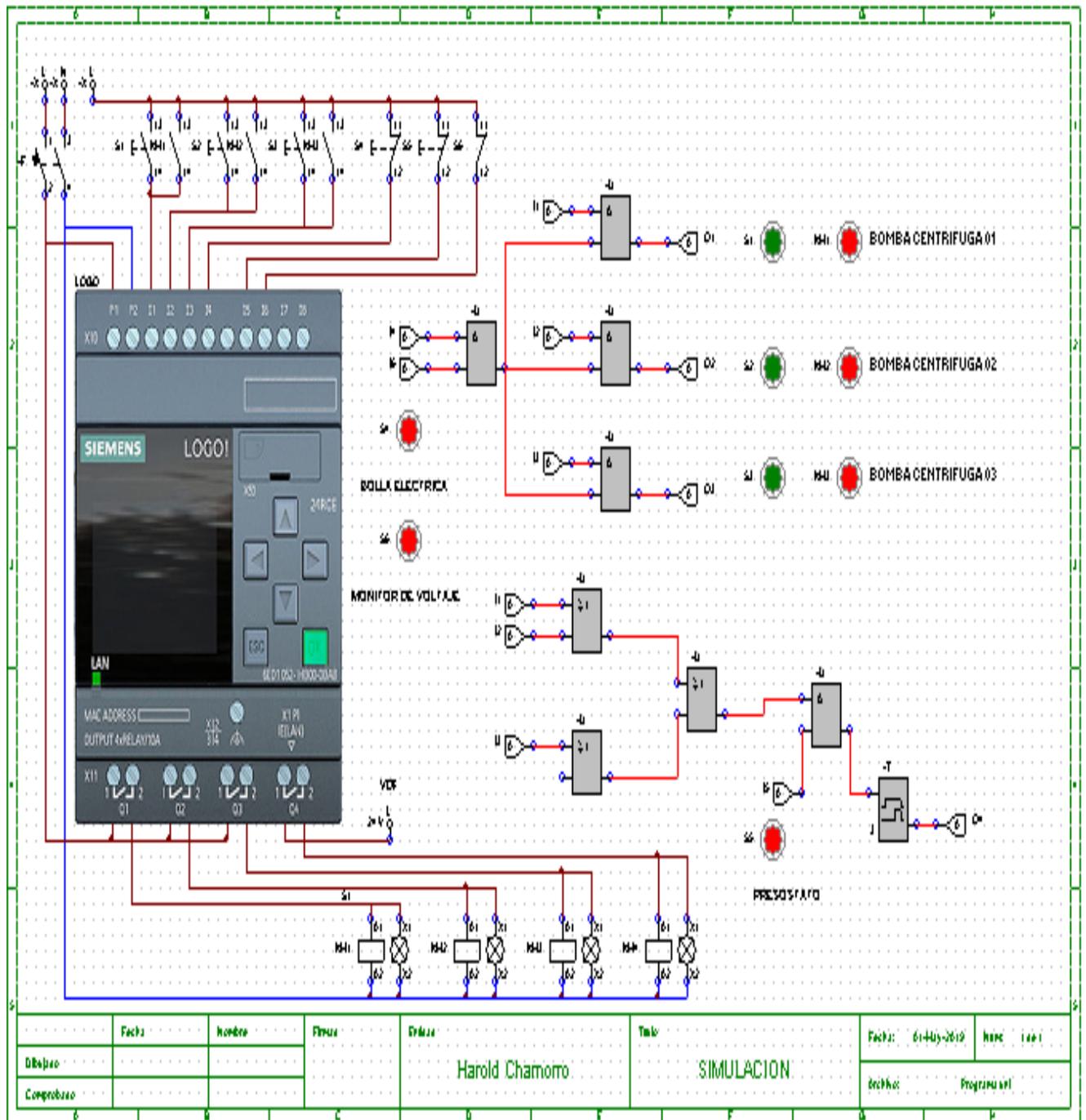


Figura 30. Plano de simulación en programa de CADE-SIMU V3.0

## Programa de siemens logo soft comfort v8.2.1

Logo soft comfort es un programa especializado para programar micro autómatas (unidades lógicas programables) como el logo 8, el logo 7 y puede programar el logo 6.

Además de programar unidades lógicas, también es un simulador, el cual nos proporciona la ayuda para saber si el programa que deseamos ejecutar se encuentra en perfectas condiciones, para así ser pasado a un microcontrolador y realicé el trabajo con las funciones que se programaron.

Las siguientes funciones son la que se instaló al programa el cual trabaja para alternar las bombas centrifugas en industrias cárnicas.

## Representación de simbología utilizada en programación en diagramas de bloques eléctricos relacionadas con la imagen 5.

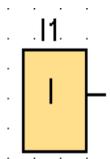
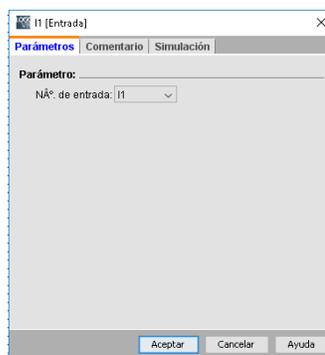


Figura 31.1. Entradas digitales.

Fig. 31.1 Entradas analógicas I1, I2, I3, I4, I5: Los bloques de entrada representan los bornes de entrada de un logo, se pueden utilizar hasta 24 entradas digitales.



Propiedades del bloque entrada digital. (siemens, siemens , 2018)

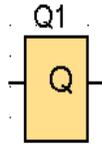
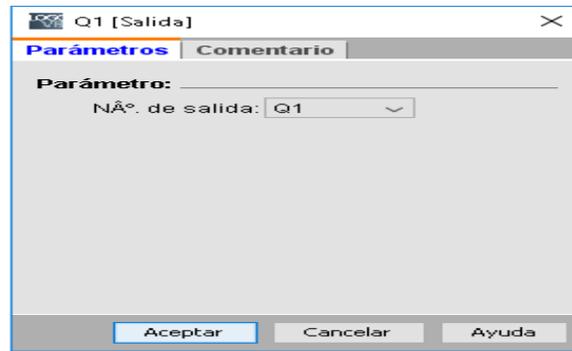


Figura 31.2. Salidas digitales.

Fig.31.2. Salidas digitales Q1, Q2, Q3, Q4: Los bloques de salida representan los bornes de salida de un logo, se pueden utilizar hasta 16 salidas.



Propiedades del bloque salida digital. (siemens, siemens , 2018)

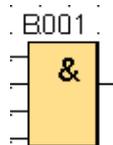
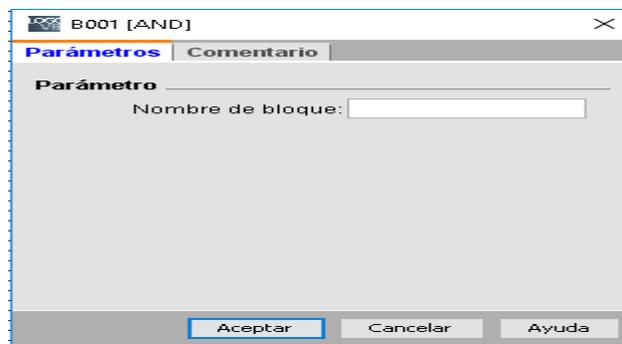


Figura 31.3. Función (AND)

Fig.31.3. Función (AND): La salida de AND solo se toma en el estado de 1, es decir si están cerradas, en nuestro caso es si todo se encuentra activado.



Propiedades del bloque función AND. (siemens, siemens , 2018)

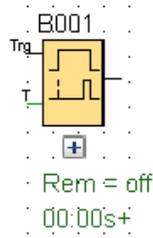
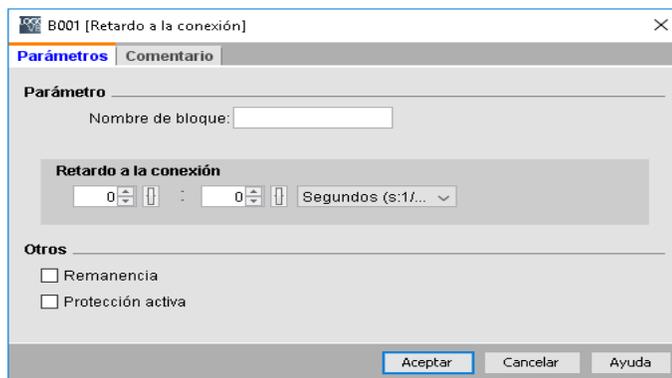


Figura 31.4. Retardo a la conexión

Fig. 31.4. Retardo a la conexión: Esta función es utilizada para que la salida se active una vez que ha transcurrido un periodo de tiempo parametrizable.



Propiedades del bloque retardo a la conexión. (siemens, siemens , 2018)

Figura 31.5. Temporizador semanal

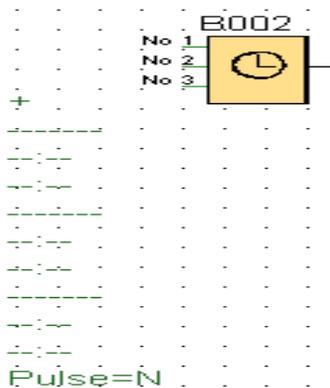
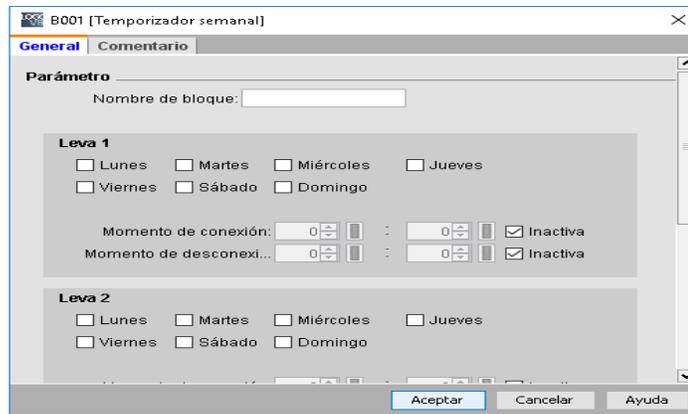


Fig. 31.5. Temporizador semanal: Esta función controla mediante una fecha de activación y desactivación parametrizable, controla activaciones de fechas de lunes a domingo



Propiedades del bloque temporizador semanal. (siemens, siemens , 2018)

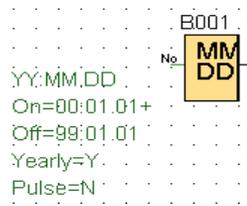
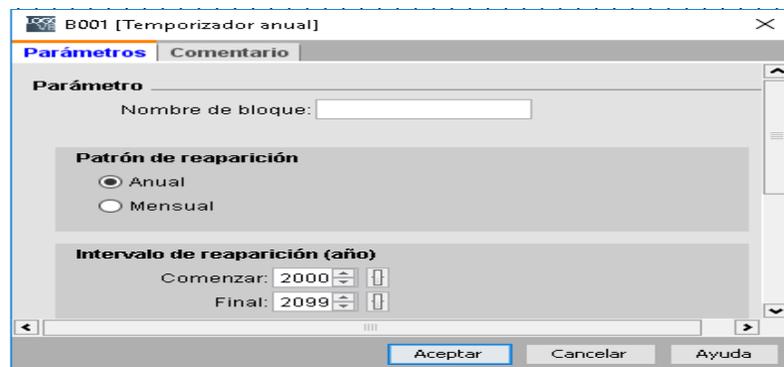


Figura 31.6. Temporizador anual

Fig. 31.6. Temporizador anual: Esta función controla la salida mediante una fecha de activación y desactivación parametrizable para los meses del año (enero a diciembre)



Propiedades del bloque temporizador anual. (siemens, siemens , 2018)

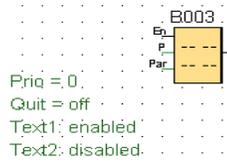


Figura 31.7. Texto de aviso

Fig.31.7. Texto de aviso: Se visualiza el texto de aviso configurado en modo run, y se puede instalar a cada salida. Se logra visualizar en la pantalla del logo y una pantalla logo (TDE) de siemens.



Propiedades del bloque texto de aviso. (siemens, siemens , 2018)

Todas las funciones que se utilizaron a través de software logo soft comfort de siemens, son activadas por medio de dispositivos externos.

En la nueva unidad lógica programable (PLC) logo de siemens, se pueden distinguir los textos de aviso con mejor claridad por su nueva pantalla LCD, además se puede visualizar la pantalla con tres diferentes tipos de colores, los cuales rojo, amarillo y blanco.

En la figura 32. Se aprecia el diagrama (programación eléctrica) representado en bloques el cual, es el instalado en la unidad lógica marca siemens que se encuentra trabajando en el panel de control de la empresa industrias cárnicas managua



Figura 32. Diagrama eléctrico en bloques de función. (siemens, siemens , 2018)

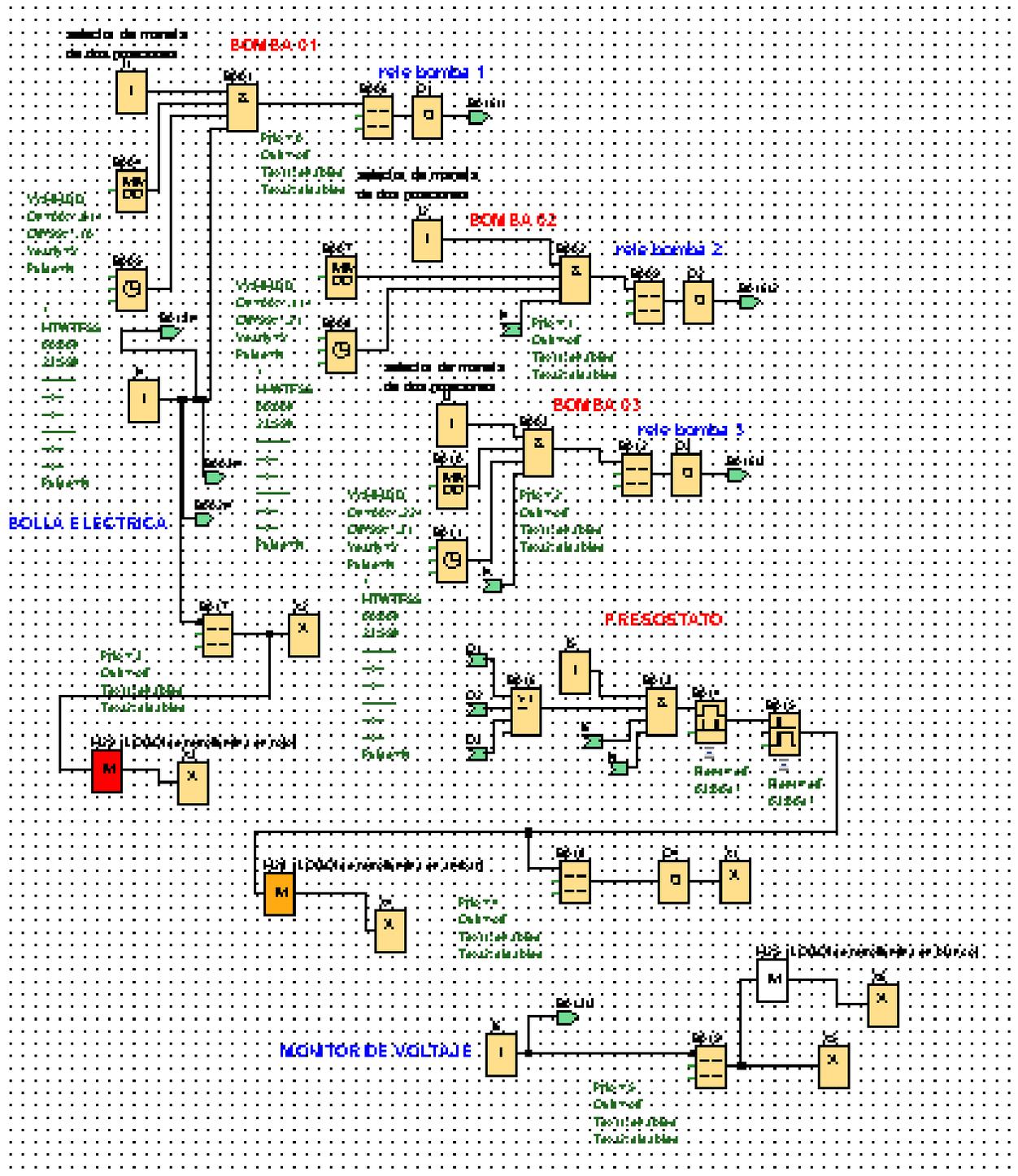


Figura 33. Diagrama eléctrico en bloques de función. (siemens, siemens , 2018)

## Interfaz de usuario y entorno de programación.

En la figura 34. Se aprecia que al abrir Logo Soft Comfort V8.2.1 aparece la interfaz de usuario vacía, por lo cual se tendrá que seleccionar el icono  en la parte superior izquierda teniendo como resultado, Logo Soft Comfort crea un nuevo programa, ahora puedes ver la interfaz de usuario completa, la mayor parte de la pantalla ocupa entonces el área dedicada a la creación de esquemas eléctricos, llamada interfaz de programación. En esta plataforma de programación se dispone de los símbolos y enlaces de programación.

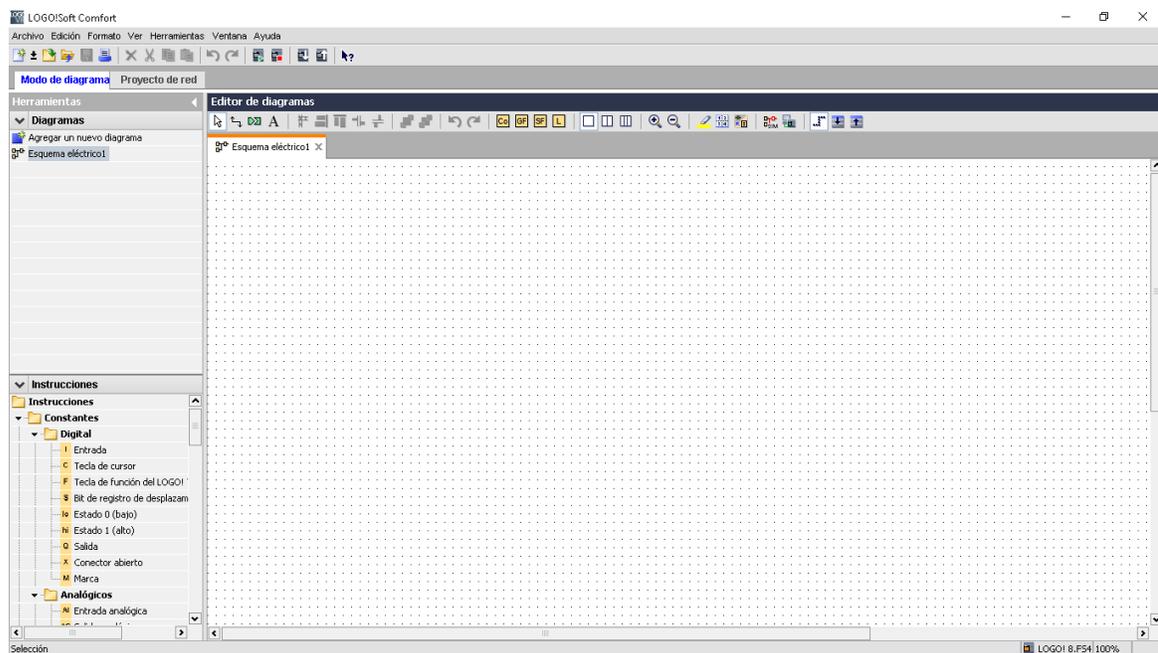


Figura 34. Interfaz de usuario Logo Soft Comfort V8 siemens. (siemens, siemens , 2018)

Para no perder la visión de conjunto, especialmente en el caso de trabajar con programas extensos en la parte inferior de la derecha de la interfaz de programación, se dispone de una barra de desplazamiento que permiten mover el esquema eléctrico en sentido vertical y horizontal.



La barra de herramientas se puede seleccionar y mover con el ratón, si sierra la barra de herramientas estándar, esta aparecerá siempre acoplada a la barra de menús.

### **Barra de herramientas (Herramientas):**

En la figura 37. Debajo se encuentra la barra de herramientas (herramientas), mediante los botones dispuestos en esta, se puede cambiar a diferentes modos de operaciones para crear o procesar un programa rápido y fácilmente.



Figura 37. Barra de herramientas (Herramientas). (siemens, siemens , 2018)

La barra de herramientas (herramientas) se puede seleccionar y mover con el ratón. Si sierra la barra de herramientas, esta permanecerá siempre acoplada sobre la barra de menús, en esta barra podemos encontrar el icono para programar en “KOP” que es en diagrama de escalera o encontraremos el icono para programar en “FUP” que es diagrama de bloques.

### **Barra de herramientas de simulación:**

En la figura 38. Solo es relevante para la simulación.

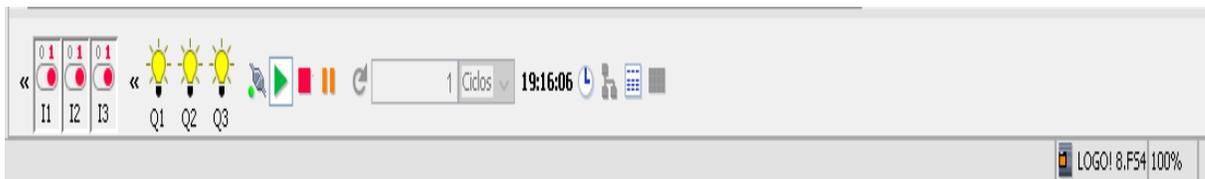


Figura 38. Barra de herramientas de simulación. (siemens, siemens , 2018)

## Interfaz de usuario y entorno de programación.

En la figura 39. Interfaz de usuario para proyectos de red, es utilizado para realizar conexiones con la unidad lógica LOGO a través de un cable de red ethernet hacia las pantallas LOGO TDE de siemens y realizar conexiones con pantallas HMI de siemens modelos KTP300, 400, 600, 700, 900 Y 1000, también logos con logos maestro esclavo.

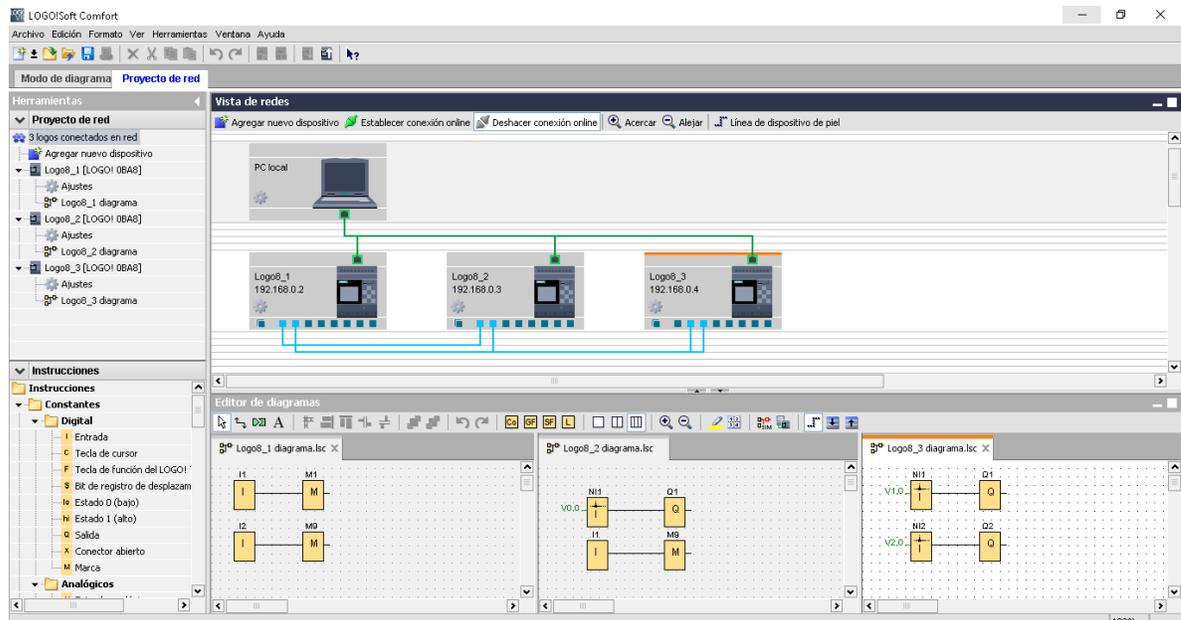


Figura 39. Interfaz de usuario para proyectos de red. (siemens, siemens , 2018)



Figura 40. Pantalla LOGO TDE visualizador de textos siemens y LOGO V8. (siemens, siemens , 2018)

### VI.3.- Cálculos de las instalaciones eléctricas de los motores de las bombas centrifugas.

Calcular la potencia de salida, la potencia de entrada, calcular la corriente de línea y arranque, cálculo de conductor eléctrico para un motor asíncrono de 10 HP trifásico.

<b>Voltaje motor en delta y en estrella 208-240 voltios / 480 voltios</b>	<b>P<sub>3</sub> = potencia de entrada coseno de fi: <math>\cos \phi</math>, es igual a 0.81.</b>
<b>Frecuencia HZ = 60</b>	<b>Amperios = 27.50-25.20 / 12.085</b>
<b>H.P = 10</b>	<b>RPM = 3500</b>
<b>NEMA Eff = 88.5</b>	<b>Código arranque = G</b>
<b>Nominal Factor Potencia PF= 83.8</b>	<b>VL= voltaje de línea 480V</b>

#### potencia de salida

P salida = 10 HP (1 HP= 746 Watts)

10 HP X 746 Watts / 1000 Watts

P Salida = 7.46 KW
--------------------

#### Potencia de entrada

P entrada = P salida / N Eff / 1000 Watts

P entrada = 7.46 KW / 88.5 / 1000

P = 8.42 KW

**Calcular la corriente de línea del motor:**

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \times \text{corriente línea} \times \text{Voltaje línea} \times \text{F.P}$$

$$\text{Corriente Línea} = P_{3\phi} / \sqrt{3} \times V_L \times \text{F.P}$$

$$\text{Corriente de línea} = 8.42 \text{ KW} / \sqrt{3} \times 480 \times 0.838 =$$

$$\text{Corriente de línea} = 12.085 \text{ amperios}$$

**Calcular la corriente de arranque:**

Tenemos que saber el **Factor de la multiplicación de la corriente de arranque**, por medio del código de la norma NEMA que en nuestro caso es “G” que nos brinda el valor de “5.6”

En muchos casos, los motores de inducción se pueden arrancar conectándolos directos a la línea de potencia. Sin embargo, en otros, las corrientes absorbidas por estos en la partida, originan algunas perturbaciones en las instalaciones o sistemas en el cual están conectados, por lo que se recomienda recurrir a los diversos métodos de arranque para los motores de inducción.

Para los motores de inducción tipo jaula de ardilla, existe una letra de código, la cual permite tener información de la corriente de arranque, debido a que esta puede variar ampliamente, dependiendo primero, de la potencia nominal del motor y de la resistencia del rotor en condiciones de arranque.

Como podemos observar en la figura 40. Las normas NEMA han establecido la letra de código para los motores tipo jaula de ardilla, la cual representa las condiciones de partida, cuando el motor parte a plena tensión o rompe la inercia, por lo que nos entrega información respecto a las corrientes de arranque. Los valores de la letra de código se resumen en la siguiente tabla, **ya que cada letra representa las veces que se multiplica la corriente nominal del motor.**

Letra de código	Corriente rotor bloqueado	Letra de código	Corriente rotor bloqueado
<b>A</b>	<b>0.00 A 3,14</b>	<b>L</b>	<b>9.00 A 9.99</b>
<b>B</b>	<b>3.15 A 3.54</b>	<b>M</b>	<b>10.00 A 11.19</b>
<b>C</b>	<b>3.55 A 3.99</b>	<b>N</b>	<b>11.20 A 12.49</b>
<b>D</b>	<b>4.00 A 4.49</b>	<b>P</b>	<b>12.5 A 13.99</b>
<b>E</b>	<b>4.50 A 4.99</b>	<b>R</b>	<b>14.0 A 15.99</b>
<b>F</b>	<b>5.00 A 5.59</b>	<b>S</b>	<b>16.0 A 17.99</b>
<b>G</b>	<b>5.60 A 6.29</b>	<b>T</b>	<b>18.0 A 19.99</b>
<b>H</b>	<b>6.30 A 7.09</b>	<b>U</b>	<b>20.00 A 22.39</b>
<b>J</b>	<b>7.10 A 7.99</b>	<b>V</b>	<b>22.4 Y MAYOR</b>
<b>K</b>	<b>8.00 A 8.99</b>		

Figura 41. Tabla código norma NEMA. (Electric, Franklin Electric, 2011)

**I arranque = I línea X (5.6)**

I arranque = 12.085 X 5.6

**I arranque = 67.68 amperios**

**Cálculo de conductor eléctrico:**

Motor de 10 HP (1 HP= 746 Watts)

10 HP X 746 Watts = 7460 watts

$I = P / V$

$I = 7460 \text{ watts} / 480 \text{ voltios}$

**I = 15.54 amperios**

El alambre necesario para la instalación de los circuitos eléctricos del motor es THHN multifilar número (12) el cual soporta 20 amperios y se requiere utilizar los colores por fase que serían color café para fase 1, color naranja para fase 2, color amarillo para 3 y color verde para polo a tierra.

**Cálculo de contactor eléctrico:** diferencia de potencial (DDP) en sus terminales es de 480 VAC y la corriente que lo atraviesa tiene una intensidad de 12.085

amperios, Para calcular la potencia, basta multiplicar la corriente por diferencia de potencial (DDP).

$P = 12.085 \text{ A} \times 480 \text{ V} = 5800$  esta es la Potencia en Watts, a menudo, la potencia se expresa en kW, de modo que  $1,000 \text{ W} = 1 \text{ kW}$ , Por lo tanto,  $5800 \text{ Watts} / 1000 \text{ W} = 5.8 \text{ KW potencia en KW}$ .

### **Cálculo de un guardamotor conociendo la potencia de un motor.**

Tenemos un motor con los siguientes datos:

HP (potencia en caballos): 10 HP

coseno de  $\phi$ : 0.81

rendimiento (factor de servicio), Eff 88.5%

Para calcular la intensidad de corriente que debe tener nuestro guardamotor, lo primero es calcular la potencia en W, Sabiendo que 1 (HP) es igual a 746 watts.

En este caso tenemos 10 HP que es igual a:

**KW= HP X WATTS**

**KW= 10 HP X 746 W= 7,460 Watts.**

El siguiente paso es calcular la intensidad con la siguiente formula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi \cdot \eta}$$

**Potencia:** es 7,460 watts

**U:** es igual a la tensión de alimentación del motor. 480 voltios

**coseno de  $\phi$ :**  $\cos \phi$ , es igual a 0.81

**$\eta$ :** es el rendimiento (factor de servicio) del motor según la placa del motor, Eff, es igual a 88.5%, 0.885

**Introduciendo los datos tendremos.**

$$I = 7.460 / \sqrt{3} \times 480 \times 0.81 \times 0.885$$

$$I = 7.460 / 596 = 12.51$$

$$I = 12.51 \text{ Amperios}$$

Por lo tanto, ya disponemos de la intensidad de la corriente a la que tiene que estar regulado el guardamotor, que es de 12.51 amperios, por lo cual el guarda motor tiene que tener un rango de regulación de corriente de 11 a 16 amperios.

**VI.4.- Implementar un método para control automático de las bombas centrifugas.**

En la empresa industrias cárnicas se trabajaba con carne bovina, la cual llega en piezas enteras y se requiere realizar diferentes procesos de corte y selección.

Se trabaja las 24 horas del día, el cual requiere de personal administrativo y personal de campo, el cual es llamado trabajadores de corte y selección.

El personal de corte y selección tiene que laborar en la empresa 24 horas, por lo que se tienen que hacer turnos, cada turno es de 8 horas y es rotado.

Cuando el personal se encuentra trabajando tienen muchos problemas con el suministro de agua potable, debido a que tienen poco fluido de agua y presión en las tuberías y se requiere agua en las 03 jornadas de trabajo, y los horarios de trabajo son, el primer turno laboral es 07:00 de la mañana hasta las 03:00 de la tarde, el segundo grupo es de 03:00 de la tarde hasta las 11:00 de la noche, y el tercer grupo es de las 11:00 de la noche hasta las 07:00 de la mañana y tienen que realizar producción debido a que a tempranas hora de la mañana salen los camiones cargados con carne bovina hacia diferentes zonas y negocios del país.

Debido a este problema encontramos que la producción de corte de corte de carne bovina se ve detenida, ya que requieren agua para la limpieza de la carne, en las áreas de selección de carne utilizan agua y a veces no tienen el vital líquido,

en el área de empaque de carnes y otras diferentes áreas que requieren agua para realizar su jornada laboral en la empresa industrias cárnicas.

Debido a este gran problema se tomó la decisión de realizar el trabajo de la implementación de un sistema de control para un equipo hidroneumático de bombeo de agua potable para industrias cárnicas.

El cual se tomó en cuenta la instalación de tres bombas centrifugas horizontales de 10 hp que tienen que alternarse cada 10 días, las cuales serán encendidas y apagados por un sistema de control automatizado, quien se encargara que mantengan agua potable las 24 horas del día, ya que la empresa requiere el vital líquido para que sus trabajadores no tengan percance al momento de realizar sus labores cotidianos y la producción de corte de carne bovina no tenga ningún atraso.

#### **Como se realizó el trabajo.**

El trabajo se realizó de acuerdo con las necesidades de la empresa, ya que requerían que las bombas centrifugas que ellos proporcionaron y ya se encontraban instaladas les proporcionaran agua.

Las bombas se encuentran alternándose cada diez días, con una presión de agua potable de 40 a 50 PSI, las bombas no arrancan o encienden de golpe, para prevenir el golpe de ariete hidráulico, se instaló un sensor para falta de agua potable en la cisterna, el cual evita que las bombas trabajen sin agua potable, se puede apreciar cuando las bombas se encuentran encendidas y apagadas por medio de la luces LED, se sabe cuál de las bombas se encuentra trabajando según la fecha de alternación que le corresponde a cada una de ellas.

Por lo cual se realizó la instalación de un equipo, para alternar las bombas centrifugas horizontales, que se llama unidad lógica programable (PLC) la cual se encarga de mandar a encender la bomba que le corresponde los 10 días seleccionados, así mismo manda a encender las otras bombas que corresponden, según la programación en el equipo.

Se trabaja con las presiones de agua potable en la tubería con un interruptor de presión o presostato, el cual trabaja con unos platinos que se cierran y se abren según la presión que se encuentra en la tubería, cuando la presión en la tubería es de 40 psi se cierran los platinos y cuando la presión en la tubería es de 50 psi se abren los platinos.

Para que las bombas no enciendan a plena carga o como un arranque directo y previniendo el golpe de ariete, se instaló un variador de frecuencia marca siemens modelo Sinamics V20, el cual manda a encender la bomba que le corresponda según el tiempo programado por la unidad lógica, de entre 0 Hz hasta la frecuencia que se requiera, en este caso 60 Hz.

El voltaje con que trabaja el variador de frecuencia es de 480 voltios, por lo cual también se programó, para que trabaja al voltaje requerido, a la corriente requerida, el tiempo de aceleración, el tiempo de deceleración y otros parámetros que se requieren para el óptimo funcionamiento del equipo.

Se instaló un sensor de nivel, en este caso se instaló un flotador electromecánico el cual su trabajo o su función es mandar una señal avisando a mi unidad lógica programable que la cisterna tiene o no tiene agua potable.

Ya que, si no tuviera el flotador electromecánico, que me estuviera censando el nivel de agua, la bomba de agua centrifuga entraría a trabajar sin agua y se dañarían los impulsores y se me cavitaría la tubería.

El tiempo en el cual se realizó este trabajo, tuvo que ser acorde y de la mano con la administración de industrias cárnicas, debido a que ellos, ya se encontraban utilizando las bombas del sistema hidroneumática nuevas de forma directa, las cuales encendían con un dispositivo de arranque directo paro y marcha, por lo cual se tuvo que tomar una decisión de dejar funcionando solamente una bomba centrifuga durante el trabajo de instalación del nuevo panel de control automatizado.

## **Para que se instalaron los accesorios eléctricos**

Los accesorios instalados son requeridos para el buen funcionamiento de las bombas y protección de ellas y a continuación mencionaremos los accesorios.

**Unidad lógica programable PLC:** se utiliza para que las bombas se alternen cada 10 días y mande el run al variador de frecuencia.

**Variador de frecuencia:** se utiliza para que las bombas centrifugas arranquen suavemente y no se produzca el golpe de ariete y a si mismo sea posible mayor tiempo de trabajo de las bombas.

**Transformadores de control:** se utilizaron para bajar la tensión que se encontraba en la acometida eléctrica cuyo voltaje es de 480 voltios y el voltaje de las bobinas de los contactores es de 240 voltios y la alimentación de la unidad lógica se realizó con 120 voltios.

**Monitor de voltaje trifásico:** se utilizó para la protección de las bombas contra condiciones inestables de voltaje.

**Supresor de transcientes:** se utilizó para la protección de los equipos, en altos voltajes no deseados mediante el bloqueo de la subida o el cortocircuito a tierra.

**Guardamotores:** se utilizaron protección de motores eléctricos en contra de cortocircuitos.

**Contactores:** se utilizaron interrumpir y establecer el paso de la energía eléctrica, ya sea en un circuito de potencia o de mando, en este caso se utilizaron en la salida del variador de frecuencia.

**Ventiladores para gabinete:** Se utilizaron dos ventiladores, con el propósito de que uno de ellos, el cual se encuentra en la parte inferior derecha del gabinete, introdujera aire fresco y ventilara internamente todos los accesorios instalados ya que generan calor.

Y el otro ventilador que se encuentra en la parte inferior izquierda tiene como tarea sacar el aire caliente producido por los equipos eléctricos que se encuentran internamente en el gabinete.

**Interruptores termomagnéticos (autómata):** Se utilizaron para un medio de protección y desconexión rápida de los circuitos de control y así mismo tener un mejor medio de vigilancia por cualquier corto circuito.

**Selectores de maneta dos posiciones:** Se utilizaron para el encendido y apagado de los instrumentos de accionamiento eléctrico, se utilizaron con tensión 480 voltios, intensidad nominal de corriente 10 amperios, tensión de aislamiento, número de contactos 02 con posibilidad de montar contactos auxiliares.

**Borneras para riel din:** Se utilizaron para las terminales de las conexiones eléctricas, las cuales fueron con conductores eléctrico número 12 thn y conductores eléctricos número 18 tffn.

El motivo principal de la utilización de todos estos accesorios, tiene una sola razón de ser, la cual fue realizarle a la empresa industrias cárnicas la instalación de un sistema hidroneumático tríplex, el cual quedo instalado en perfectas condiciones técnicas.

Por lo que se requirió trabajar con materiales nuevos y de buena calidad, con las especificaciones adecuadas y acorde al trabajo requerido por la empresa, en este caso, cuando terminamos el trabajo de la instalación del panel eléctrico automatizado, se procedió a realizarse pruebas, donde se observaron que se tenían que hacer algunos ajustes técnicos, luego se procedió, a realizarse los ajuste necesarios para el buen funcionamiento del panel eléctrico automatizado , nuevamente se realizaron pruebas al equipo, lo cual, mostro en los resultados finales, que todo el trabajo se encuentra en óptimas condiciones, lo cual permitió dar por finalizado el proyecto y entregarle todo el equipo eléctrico al personal de administración de la industrias cárnicas.

<b>Materiales electricos para sistema hidroneumático triplex</b>				
<b>CANT</b>	<b>U/M</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>P/UNITARIO</b>	<b>P/TOTAL</b>
1	UND	VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFASICO SIEMENS V20 10HP 480 VAC	C\$ 28,000.00	C\$ 28,000.00
1	UND	LOGO 8 230 RCE 120/240 VAC SIEMENS	C\$ 8,750.00	C\$ 8,750.00
2	UND	AUTOMATO SIEMENS 2POLOS 2AMP. 240/480 VAC	C\$ 1,050.00	C\$ 2,100.00
1	UND	GUARDAMOTOR 12-23 AMP. SCHNEIDER ELECTRIC 240/480 VAC	C\$ 3,430.00	C\$ 3,430.00
1	UND	GUARDAMOTOR 1.6-2.5 AMP. SCHNEIDER ELECTRIC 240/480 VAC	C\$ 2,000.00	C\$ 2,000.00
1	UND	SUPRESOR 50KA 3 TRIFASICO 380-480V SQUARE D	C\$ 21,000.00	C\$ 21,000.00
20	UND	BORNE DE PASO 1 POLO 6MM COLOR GRIS SIEMENS	C\$ 90.00	C\$ 1,800.00
20	UND	BORNE DE PASO 1POLO 2.5MM COLOR GRIS SIEMENS	C\$ 75.00	C\$ 1,500.00
3	UND	SELECTOR 2 POSICIONES 1NA 1NO SIEMENS	C\$ 650.00	C\$ 1,950.00
4	UND	LUZ PILOTO VERDE CON LED 230VAC SIEMENS	C\$ 2,415.00	C\$ 9,660.00
1	UND	LUZ PILOTO ROJO CON LED 230VAC SIEMENS	C\$ 2,415.00	C\$ 2,415.00
1	UND	RIEL DIN SIMETRICO 7.5MM EN "V" LEGRAND	C\$ 600.00	C\$ 600.00
1	UND	GABINETE HIMEL METALICO 600X400X250MM COLOR BLANCO	C\$ 3,640.00	C\$ 3,640.00
100	UND	TORNILLO PUNTA DE BROCA CABEZA ARANDELADA 1/2"	C\$ 1.75	C\$ 175.00
1	UND	CAJA EMT CONDUIT 2 X 4 X 1/2 UL PESADA METALICA	C\$ 35.00	C\$ 35.00

UND	U/M	DESCRIPCION	P/UNITARIO	P/TOTAL
1	UND	TAPA CIEGA UL MET.2X4	C\$ 20.00	C\$ 20.00
1	UND	SWITCH FLOTE PARA CONTROL DE NIVEL	C\$ 900.00	C\$ 900.00
100	MTS	ALAMBRE CABLEADO TFF 16 UL COLOR NEGRO	C\$ 10.00	C\$ 1,000.00
1	UND	INTERRUPTOR DE PRESION DE AGUA 30-50PSI CH	C\$ 1,000.00	C\$ 1,000.00
2	UND	DUCTO RANURADO 25 60X40MMX2MT	C\$ 595.00	C\$ 1,190.00
20	MTS	ALAMBRE CABLEADO THHN NUMERO 12 CAFÉ	C\$ 13.00	C\$ 260.00
20	MTS	ALAMBRE CABLEADO THHN NUMERO 12 NARANJA	C\$ 13.00	C\$ 260.00
20	MTS	ALAMBRE CABLEADO THHN NUMERO 12 AMARILLO	C\$ 13.00	C\$ 260.00
20	MTS	ALAMBRE CABLEADO THHN NUMERO 12 VERDE	C\$ 13.00	C\$ 260.00
1	UND	TRANSFORMDOR DE MANDO 100 VA 480/240- 120 VOLTIOS SIEMENS	C\$ 4,340.00	C\$ 4,340.00
1	UND	TRANSFORMDOR DE MANDO 500 VA 480/240- 120 VOLTIOS SIEMENS	C\$ 7,000.00	C\$ 7,000.00
3	UND	CONTACTOR TRIFASICO 3 POLOS 480 VAC 35 AMPERIOS SCHNEIDER ELECTRIC	C\$ 6,500.00	C\$ 19,500.00
30	UND	BASE ADHESIVA 19X19 MM COLOR BLANCO 3M	C\$ 5.00	C\$ 150.00
10	PIE	COLOCHO PLASTICO DE 1/2"	C\$ 35.00	C\$ 350.00
SUB TOTAL				C\$ 123,545.00
IMPUESTO				C\$ 18,531.75
TOTAL				C\$ 142,076.75

## **VII.- Conclusiones.**

Cuando se logró determinar los términos de referencia para implementar un sistema hidroneumático, se basó en todo el conocimiento del sistema en general, ya que fue justamente necesario realizar los cálculos para instalar la bomba centrífuga requerida, y constituye una opción más que justificada y viable por la cantidad de ventajas que son presión constante, no permiten la acumulación de suciedad y algas en las tuberías, además de los beneficios que conlleva su instalación, como su bajo mantenimiento, el uso de poca tubería, la vida útil de las bombas debido a que no permanece encendida por periodos largos, y consumo bajo en energía debido a que posee un variador de velocidad.

Se diseñaron los planos de control y de fuerza, para presentar una propuesta garantizando la viabilidad técnica, con los cuales se logró una condición que hace posible el funcionamiento óptimo del sistema hidroneumático con la que se realizó el proyecto, atendiendo a sus necesidades ya que el siempre tienen agua potable y el equipo trabaja automáticamente, sin necesidad que el personal técnico lo esté manipulando, así mismo tendrán tiempo para ejercer otras funciones.

se realizaron los cálculos de las instalaciones eléctricas, para determinar el calibre del conductor eléctrico requerido para la instalación de acometida, que energiza el motor de la bomba centrífuga de 10 hp, la cual utiliza un sistema trifásico con voltajes de 277/480 voltios, también se realizó los cálculos para todos los dispositivos de protección

Se implemento un método que controla automáticamente las bombas centrífugas, debido a que anteriormente no tenían agua, por este problema se realizó el trabajo de la implementación de un sistema de control para un equipo hidroneumático de bombeo de agua potable para industrias cárnicas; el cual se tomó en cuenta la instalación de tres bombas centrífugas, que se alternan 10 días, las cuales son encendidas y apagados por un sistema de control automatizado, el cual se encarga de mantener agua potable las 24 horas del día, ya que la empresa requiere del vital líquido para que sus trabajadores no tengan ningún problema y atraso.

## VIII.- Recomendaciones.

Empresa industrias cárnicas: se requiere que el equipo eléctrico instalado, en este caso el panel de control automatizado, se le de mantenimiento preventivo cada 06 meses, lo cual es necesario la limpieza del variador de frecuencia para que la tarjeta electrónica no se sature de polvo ni de agua ya que si esto sucediera se produciría un corto circuito , limpieza de los ventiladores de aire, tanto el que introduce el aire, como el que saca el aire caliente del panel, esto es requerido para que todos los instrumentos electricos y electrónicos obtengan una ventilación necesaria y a si disipar el calor que producen algunos accesorios instalados en el panel de control.

También es requerido socar todos los contactos (tornillos) que se encuentran en los accesorios instalados como los contactores, guarda motores, interruptores termo magnéticos, transformadores de control, las borneras de conexión para el flotador eléctrico, el interruptor de presión, variador de frecuencia, este trabajo es para evitar flojedad en todos los bornes de conexiones eléctricas y no se produzca ningún recalentamiento en ningún punto de conexión.

Verificar si el supresor de transcientes se encuentra en buen estado y si no es así se tiene que reemplazar por uno en óptimas condiciones y que cumpla todos los estándares técnicos requeridos para su buen funcionamiento, se requiere para que al momento de alguna anomalía en la red de distribución eléctrica como por ejemplo un transciente no dañe ningún equipo electrico.

se tienen que verificar las bujías de señalización led que se instalaron en la puerta del gabinete las cuales nos avisan cuando y cuál de las bombas de encuentran trabajando y si alguna de ellas se encuentra en mal estado se tiene que reemplazar por una que se encuentre en perfectas condiciones, y cumplan con todos los estándares técnicos requeridos para su buen funcionamiento, para la realización de estos trabajos se tiene que tener mucho cuidado debido a que el voltaje que energiza el panel de control es de 480 voltios y también encontraremos 120/240 voltios el cual se utiliza para el área de control, lo más recomendable en este caso, es realizar cualquier trabajo sin tención y rotular el panel eléctrico que energiza

nuestro panel de control para que no se produzca ningún percance o alguna muerte de un ser humano.

### **Trabajos futuros.**

También se puede realizar adaptaciones en el panel de control, como por ejemplo el cambio la unidad lógica programable de siemens, por la instalación de una tarjeta Arduino, se puede realizar el cambio del variador de frecuencia Sinamics v20, por un variador de frecuencia más económico, como por ejemplo puede ser un variador de frecuencia marca titan, siempre y cuando cumplan con todos los parámetros técnicos necesarios para el funcionamiento óptimo de las instalaciones eléctricas.

Instalación de un sensor de temperatura, que tiene que gobernar los ventiladores de aire, debido a que se encuentran trabajando conectados directamente con dos autómatas, y trabajan las 24 horas del día, lo cual lo requerido, es que los ventiladores trabajen solamente cuando el variador se encuentre encendido.

Revisión de presostato cada 03 a 04 meses, para ver sus contactos internos y que se encuentren en buen estado, de lo contrario se requiere el cambio total, si no lo cambiaran, presentara desperfectos al momento de trabajar las bombas centrifugas.

Revisión de flotador eléctrico o bolla cada 06 meses, este trabajo es sumamente necesario, debido a que este dispositivo evita que las bombas trabajen sin agua, si esto lograra pasar, los impulsores de la bomba se dañarían por completo y el motor se quemaría, debido a que el eje quedaría pegado y se recalienta la bobina.

Revisión de la cisterna para almacenar 20.000 galones de agua, este trabajo es requerido para evitar fugas del vital líquido hacia el exterior, ya que si sucede este problema toda el agua se perdería y la cisterna quedaría vacía.

Se requiere el reemplazo de presostato por un sensor transductor de presión, el cual se tiene que conectar con en variador de frecuencia y el logo siemens.

## IX.- Bibliografía.

- acomee. (martes de julio de 2011). *acomee*. Obtenido de <https://www.acomee.com.mx/articulo.php?search=MT0150A&id=SIEMENS&pro=MT0150A>
- aprender, L. y. (24 de abril de 2019). *Logica y Control para aprender*. Obtenido de <http://logicaycontrol.blogspot.com/>
- capris. (jueves de junio de 2015). *capris*. Obtenido de <https://capris.cr/square-d-sdsa3650-supresor-de-transitorios-tr.html>
- centrifugas, D. b. (miercoles de junio de 2017). *Definicon bombas centrifugas*. Obtenido de [https://www.academia.edu/8014551/BOMBA\\_CENTR%C3%8DFUGA\\_DEFINICI%C3%93N\\_Las\\_Bombas\\_centr%C3%ADfugas\\_tambi%C3%A9n\\_llamadas\\_Rotodin%C3%A1micas](https://www.academia.edu/8014551/BOMBA_CENTR%C3%8DFUGA_DEFINICI%C3%93N_Las_Bombas_centr%C3%ADfugas_tambi%C3%A9n_llamadas_Rotodin%C3%A1micas)
- centrifugas.net, b. (martes de octubre de 2011). *bombas centrifugas.net*. Obtenido de <https://www.bombascentrifugas.net/2019/02/sistema-hidroneumatico.html>
- comofunciona.co.com. (jueves de septiembre de 2019). *comofunciona.co.com*. Obtenido de <https://comofunciona.co.com/el-interruptor-termomagnetico/>
- comofunfiona.co.com. (lunes de noviembre de 2016). *comofunfiona.co.com*. Obtenido de <https://comofunciona.co.com/el-interruptor-termomagnetico/>
- compresor.com, m. (08 de abril de 2019). *mundo compresor.com*. Obtenido de <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/presostato>
- coparoman. (sabado de mayo de 2015). *coparoman*. Obtenido de <https://coparoman.blogspot.com/2015/05/conexion-de-flotador-electrico.html>
- EATON. (jueves de Octubre de 2013). *EATON*. Obtenido de [https://www.ciemicr.org/backend/files/catalogo/3867\\_Eaton%20Power%20Quality\\_SPD\\_Spanish\\_CFIA.pdf](https://www.ciemicr.org/backend/files/catalogo/3867_Eaton%20Power%20Quality_SPD_Spanish_CFIA.pdf)
- eicos. (miercoles de marzo de 2011). *eicos*. Obtenido de <https://www.eicos.com.br/videos/sensor-de-nivel/index.php>
- eicos. (09 de abril de 2019). *eicos.com*. Obtenido de <https://www.eicos.com/datos-tecnicos/que-es-un-sensor-de-nivel/>
- electric, C. (martes de agosto de 2017). *Crescent electric*. Obtenido de <https://www.cesco.com/Square-D-by-Schneider-Electric-LC1D09LE7-Schneider-Electric-LC1D09LE7-Contactor-600VAC-9AMP-lec-options/p2134270>

Electric, F. (martes de octubre de 2017). *Franklin Electric*. Obtenido de <https://www.pumpagents.com/FranklinPumps/10FPDB2-T.html>

electric, s. (10 de abril de 2019). *schneider electric.com*. Obtenido de [https://www.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER\\_ELECTRIC/content/live/FAQS/290000/FA290198/es\\_ES/Curvas%20disparo%20aparamenta%20modular%20Acti9.pdf](https://www.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/290000/FA290198/es_ES/Curvas%20disparo%20aparamenta%20modular%20Acti9.pdf)

Global, P. (lunes de febrero de 2019). *PQ Global*. Obtenido de [http://www.pqglobal.com/surge-protection-devices\\_sp.html](http://www.pqglobal.com/surge-protection-devices_sp.html)

Indupal. (jueves de marzo de 2017). *Indupal*. Obtenido de <http://indupal.com/?product=bombas-fps-d-series>

life, S. I. (04 de abril de 1996-2019). *Siemens*. Obtenido de <https://new.siemens.com/global/en.html>

Linio. (martes de agosto de 2014). *Linio*. Obtenido de <https://www.linio.com.co/p/presostato-compresor-30-50-psi-jtjfn>

logo, s. (17 de octubre de 2015). *siemens*. Obtenido de <http://siemenslogo.com/logo-8-y-nuevo-logo-soft-comfort-v8/>

maxelectronica. (martes de juni de 2013). *maxelectronica*. Obtenido de <http://www.maxelectronica.cl/magneticos/414-sensor-flotante-de-nivel-vertical-para-liquidis-magnetico-na-onoff.html>

prucommelciarle. (08 de abril de 2019). *prucommelciarle*. Obtenido de <https://www.prucomercialre.com/que-es-un-transformador-de-control/>

prucomercialre.com. (09 de abril de 2019). *prucomercialre.com*. Obtenido de <https://www.prucomercialre.com/que-es-un-sensor-de-nivel/>

Quiminet.com. (miercoles de mayo de 2017). *Quiminet.com*. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/caracteristicas-de-las-bombas-centrifugas-2701271.htm>

Quiminet.com. (26 de Julio de 2018). Obtenido de Quiminet.com: <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-variador-de-frecuencia-y-como-es-que-funciona-60877.htm>

schneider. (miercoles de julio de 2013). *schneider*. Obtenido de <https://www.grupodebiase.com/mini-interruptor/7224-24337-interruptor-termomagnetico-multi-9-c60n-2p-16a-schneider-24337.html>

schneider, g. m. (jueves de julio de 2009). *guarda motor schneider*. Obtenido de [https://images.search.yahoo.com/yhs/search;\\_ylt=AwrEeCJU5opdt0sAHRoPxQt.;\\_ylu=X3o](https://images.search.yahoo.com/yhs/search;_ylt=AwrEeCJU5opdt0sAHRoPxQt.;_ylu=X3o)

---

DMTByMjB0aG5zBGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZ0aWQDBHNIYwNzYw--  
?p=guardamotor+schneider&fr=yhs-iba-1&hspart=iba&hsimp=yhs-1

siemens. (20 de enero de 2017). *logo*. Obtenido de <http://siemenslogo.com/que-es-un-siemens-logo/>

siemens. (19 de julio de 2018). *siemens*. Obtenido de <http://siemenslogo.com/logo-8-y-nuevo-logo-soft-comfort-v8/>

simcom. (martes de septiembre de 2015). *simcom*. Obtenido de <http://www.motorsaver.com.mx/pdf/460.pdf>

subir.cc. (lunes de febrero de 2011). *subir.cc*. Obtenido de [https://subir.cc/guardamotor/#Composicion\\_de\\_un\\_Guardamotor](https://subir.cc/guardamotor/#Composicion_de_un_Guardamotor)

symcom. (martes de julio de 2013). *symcom*. Obtenido de <http://www.electricidadgeneral.com/descargas/voltaje/Monitor%20de%20Voltaje%205VP03460.pdf>

symcom. (07 de abril de 2019). *symcom electric motor*. Obtenido de <http://www.electricmotorwholesale.com/SymCom-460/>

tuveras.com. (10 de abril de 2019). *tuveras.com*. Obtenido de <http://www.tuveras.com/aparamenta/magnetotermico.htm>

unicrom, e. (24 de junio de 2009). *electronica unicrom*. Obtenido de <https://unicrom.com/contactor/>

wholesale, e. m. (10 de abril de 2019). *electric motor wholesale*. Obtenido de <http://www.electricmotorwholesale.com/SymCom-460/>

## X.- Anexos.





