

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

Diseño, simulación y construcción de un prototipo de un sistema automático y autónomo para el encendido y apagado de una bomba a diésel contra incendios, controlado con un PLC “LOGO”.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE TÉCNOLOGO
PROYECTO INTEGRADOR

ALEX MAURICIO BARRAGÁN MEDINA

barragan.alex.m@hotmail.com

DIRECTOR: ALFONSO BOADA

alfonso.boada@epn.edu.ec

CODIRECTOR: JORGE LOZA

jorge.loza@epn.edu.ec

Quito, Mayo, 2016

DECLARACIÓN

Yo, ALEX MAURICIO BARRAGAN MEDINA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito, es de mi total autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

ALEX MAURICIO BARRAGÁN MEDINA

Certificación

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor ALEX MAURICIO BARRAGAN MEDINA, bajo mi supervisión.

Ing. ALFONSO BOADA
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios que con su infinita bondad me dio fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible terminar, a mi familia por estar a mi lado en cada momento de mi vida.

Agradezco a la ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS y a todos mis ex profesores que con sus enseñanzas día a día desde las aulas me permiten desarrollarme mejor como persona y brindarme los conocimientos necesarios para poder desarrollar mi proyecto de titulación.

Agradezco al Ing. Alfonso Boada por la paciencia, comprensión y el tiempo brindado cuando fue mi profesor y en la actualidad como director de mi proyecto de tesis.

Agradezco al Ing. Jorge Loza por el tiempo brindado como codirector de mi proyecto de tesis.

ALEX MAURICIO BARRAGÁN MEDINA

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi cariño a mi madre Elvia porque con su sacrificio y esfuerzo me ayudó con mis estudios para nuestro futuro, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su apoyo.

A mi hermano Erick por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.

A mis compañeros y amigos pasados y presentes, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y aquellas personas que durante mi tiempo de estudiante estuvieron a mi lado apoyándome y logrando que mi sueño se haga realidad

Gracias a todos

ALEX MAURICIO BARRAGÁN MEDINA

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	1
2.1. Objetivo General.....	1
2.2. Objetivos Especifico	1
3. Marco conceptual.....	2
3.1. Generalidades.....	2
3.2. Sistemas de agua contra incendio	8
3.3. Principio de funcionamiento motores a diesel.....	15
3.4. Tablero de control	21
4. Ejecución	33
4.1. Descripción de actividades	33
4.1.1. Toma de información del sistema contra incendios.....	33
4.1.2. Análisis las condiciones para el encendido de la motobomba.....	35
4.1.3. Análisis las condiciones de apagado de la motobomba.....	36
4.1.4. Programación y la simulación en el software LOGO SOFT.....	37
4.1.5. Construcción del tablero.....	48
4.1.6. Ensamblado del prototipo.....	49
4.1.7. Pruebas del sistema.....	51
4.2. Recursos utilizados.....	54
4.2.1. Recursos Humanos.....	54
4.2.2. Recursos Técnicos.....	54
4.2.3. Lista de Materiales.....	55
4.2.4. Costos.....	57
4.3. Cronograma ejecutado.....	59
5. Resultados obtenidos.....	59
5.1. Resultados de la programación.....	59
5.2. Funcionamiento del prototipo.....	60
6. Análisis de resultados.....	62
6.1. Conclusiones.....	62
6.2. Recomendaciones.....	63
7. Bibliografía.....	65
8. Anexos.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Boca de incendio equipada.....	6
Figura 2. Partes de voca de incendio equipada.....	6
Figura 3. Válvula siamesa.....	7
Figura 4. Partes hidráulicas de un sistema contra incendio	8
Figura 5. Diagrama unifilar sistema contra incendio.....	8
Figura 6. Partes de una cisterna.....	9
Figura 7. Diagrama medidas de una sisterna.....	10
Figura 8. Partes de una red hídrica.....	10
Figura 9. Partes succión de una bomba contra incendios.....	11
Figura 10. Válvula de pie.....	11
Figura 11. Válvula check horizontal	12
Figura 12. Válvula de bola.....	12
Figura 13. Válvula de llenado con flotador.....	12
Figura 14. Neplo mixto.....	13
Figura 15. Neplo roscado.....	13
Figura 16. Unión tubería ranurada.....	13
Figura 17. Universal galvanizada.....	14
Figura 18. Manómetro de glicerina.....	14
Figura 19. Presóstato Square D.....	14
Figura 20. Bomba Jockey.....	15
Figura 21. Tiempo admisión motores diésel.....	16
Figura 22. Tiempo compresión motores diésel	17
Figura 23. Combustión motores diésel.....	17
Figura 24. Tiempo Escape motores diésel.....	18

Figura 25. Motobomba Barnes.....	18
Figura 26. Dimensiones motobomba.....	19
Figura 27. Partes bomba.....	20
Figura 28. Gabinete metálico.....	22
Figura 29. Entradas y salidas LOGO.....	22
Figura 30. Partes LOGO 12-24 VDC.....	23
Figura 31. Conexión Alimentación.....	23
Figura 32. Cableado de entradas y salidas LOGO.....	24
Figura 33. Sensor de nivel.....	28
Figura 34. Partes sensor de nivel.....	28
Figura 35. Mantenedor de carga BCF 025012.....	29
Figura 36. Dimensiones mantenedor de carga BCF 025012.....	30
Figura 37. Diagrama de entradas y salidas de mantenedor de carga BCF 025012.....	30
Figura 38. Motor de arranque.....	30
Figura 39. Motor de apagado de CC.....	31
Figura 40. Selector de dos posiciones.....	31
Figura 41. Luces piloto.....	31
Figura 42. Selector de tres posiciones.....	32
Figura 43. Pulsador tipo hongo.....	32
Figura 44. Breaker de dos polos.....	33
Figura 45. Diagrama de control del sistema de encendido y apagado de una motobomba Barnes de 10 Hp	40
Figura 46. Diagrama de fuerza del sistema de encendido y apagado de una motobomba Barnes de 10 HP.....	41
Figura 47. Programación en FBD.....	42
Figura 48. Simulación condición de reposo del sistema automático del control de la motobomba	43

Figura 49. Simulación condición de contacto del sistema automático del control de la motobomba.....	43
Figura 50. Simulación condición de arranque del sistema automático del control de la motobomba.....	43
Figura 51. Simulación condición siguiente del primer arranque del sistema automático del control de la motobomba.....	44
Figura 52. Simulación condición del segundo arranque del sistema automático del control de la motobomba.....	44
Figura 53. Simulación condición siguiente del segundo arranque y desactivación de la entrada I5 del sistema automático del control de la motobomba.....	44
Figura 54. Simulación condición del tercer arranque del sistema automático de control de la motobomba.....	45
Figura 55. Simulación condición siguiente al tercer arranque y desactivación de la entrada I5 del sistema automático del control de la motobomba.....	45
Figura 56. Simulación activación de la alarma después del tercer arranque del sistema automático del control de la motobomba.....	45
Figura 57. Simulación condición de apagado de la alarma por desactivación de la entrada I5 del sistema automático del control de la motobomba.....	46
Figura 58. Apagado de la motobomba por activación del paro general.....	46
Figura 59. Apagado de la motobomba por activación del paro general.....	47
Figura 60. Apagado de la motobomba por activación del paro general.....	47
Figura 61. Apagado de la motobomba por activación del paro general.....	47
Figura 62. Apagado de la motobomba por desactivación automático del selector de tres posiciones.....	47
Figura 63. Apagado de la motobomba por el sensor de nivel.....	47
Figura 64. Apagado de la motobomba por desactivación del automático en el selector de tres posiciones.....	48
Figura 65. Apagado de la motobomba por el sensor de nivel.....	48
Figura 66. Curva característica bomba Barnes HI_ FORCE 10 Hp.....	66
Figura 67. Vista superior de la motobomba.....	67
Figura 68. Arrancador por retroceso.....	67

Figura 69. Línea de movimiento del despresurizador.....	68
Figura 70. Sistema de regulación de velocidad.....	68
Figura 71. Línea de movimiento del despresurizador.....	69
Figura 72. Línea de movimiento del paso de combustible.....	69
Figura 73. Paso de combustible.....	70
Figura 74. Ubicación tanque de almacenamiento de agua.....	70
Figura 75. Pintado de la tubería color rojo.....	71
Figura 76. Presóstatos y manómetros del prototipo	71
Figura 77. Válvula check sin pintura.....	72
Figura 78. Gabinete metálico cerrado.....	72
Figura 79. Gabinete metálico abierto.....	73
Figura 80. Cableado componentes gabinete metálico.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Reserva de agua para incendios.....	5
TABLA 2. Materiales motobomba.....	19
TABLA 3. Características de bomba.....	19
TABLA 4. Características motor.....	19
TABLA 5. Lista de partes bomba.....	21
TABLA 6. Funciones básicas LOGO.....	25
TABLA 7. Funciones especiales SF LOGO.....	26
TABLA 8. Pruebas de fugas en la red hídrica.....	51
TABLA 9. Prueba de arranque manual de la motobomba.....	52
TABLA10. Prueba de apagado manual del motor a diésel.....	52
TABLA11. Prueba de encendido automático motobomba con tablero de control.....	53
TABLA12. Prueba apagado de la motobomba controlado con el LOGO desde el tablero de control.....	53
TABLA 13. Recursos Humanos	54
TABLA 14. Lista de materiales para el prototipo.....	55
TABLA 15. Precios del prototipo.....	57
TABLA 16. Cronograma Ejecutado.....	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Curva de rendimiento motobomba Barnes HI- FORCE 10 Hp.....	66
Anexo 2. Encendido sistema por retroceso.....	66
Anexo 3. Sistema de regulación de velocidad.....	68
Anexo 4. Sistema de paso de combustible.....	69
Anexo 5. Fotografía Prototipo.....	70
Anexo 6. Tablero de control.....	72

1. Introducción

El diseño, simulación y construcción de un prototipo de un sistema automático y autónomo para el encendido y apagado de una bomba a diésel contra incendios, controlado con un PLC “LOGO”, es de suma importancia para poder precautelar la salud de las personas y la integridad de los bienes materiales. Es un sistema relativamente económico en comparación a otros sistemas y de fácil utilización.

Para la implementación de este sistema se considerarán las reglas técnicas expuestas por el Registro Oficial N° 114.

El sistema automático permitirá disminuir los tiempos de respuesta ante un incendio. La energía de alimentación autónoma del sistema permitirá que el sistema funcione independientemente de la energía provista por la empresa eléctrica.

El controlador lógico programable “LOGO” procesará la información del sistema.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Diseñar, simular y construir un prototipo de un sistema automático y autónomo para el encendido y apagado de una bomba a diésel contra incendios, controlado con un PLC “LOGO”.

2.2. Objetivos específicos

Determinar los parámetros necesarios para la instalación de un sistema contra incendios.

Determinar las características de un controlador lógico programable “LOGO” para controlar el encendido y apagado autónomo de la bomba contra incendios.

Elaborar un programa en lenguaje FBD que responda a los requerimientos del problema

Realizar la simulación del programa y validarlo en el software LOGO SOFT.

Construir una maqueta demostrativa del sistema (prototipo).

3. Marco conceptual

3.1. Generalidades

Incendio

Es fuego grande que abrasa lo que no está destinado a arder.

El fuego es una manifestación energética de una reacción química llamada combustión (Bonilla y Velarde, 2008).

DISPOSICIONES GENERALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PARA TODA EDIFICACIÓN

Toda edificación que se enmarca en la Ley de Defensa Contra Incendios, es decir de más de 4 pisos, o que alberguen más de 25 personas, o edificaciones de uso exclusivo de vivienda que tengan más de 500 m², proyectos para la industria, proyectos arquitectónicos y de ingeniería, en edificaciones existentes, nuevas, ampliaciones y modificaciones, sean éstas públicas, privadas o mixtas, tales como: comercio, servicios, educativos, hospitalarios, alojamiento, concentración de público, industrias, transportes, parqueaderos, almacenamiento y expendio de combustibles o productos químicos peligrosos y de toda actividad que represente riesgo de incendio y especialmente el riesgo personal, adoptará las normas de protección descritas en el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios (Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, 2009).

Las edificaciones que fueren objeto de ampliación, remodelación o cambio de uso, en una superficie mayor a 100 m² sujetas al control del cuerpo de bomberos, deben sujetarse a las disposiciones del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios.

Si las obras aumentaren el riesgo de incendio por la nueva disposición funcional o formal, o por la utilización de materiales altamente inflamables, el Cuerpo de Bomberos de cada jurisdicción tendrá la potestad para prohibir y/o suspender su ejecución.

Las construcciones ya existentes, y que no hayan sido edificadas de acuerdo con las normas reglamentarias de protección contra incendio, deben suplir estas medidas de seguridad. Y las que no sean factibles de ejecución se compensarán con las que el Cuerpo de Bomberos de cada jurisdicción determine como las más idóneas.

Los subsuelos y sótanos de edificios sean destinados a cualquier uso, con superficie de pisos iguales o superiores a 500 m² deben disponer de sistemas automáticos (ROCIADORES Automáticos) de extinción de incendios (Regla Técnica Metropolitana, S.F.).

Especificaciones técnicas para la seguridad y protección contra incendios

Todo edificio público o lugar cerrado que se use como punto de reunión de personas, debe contar con un sistema de detección, alarmas contra incendios, extintores portátiles, sistemas contra incendios y de ser necesario accionados en forma automática a través de fuentes alternas eléctricas de respaldo, sistemas de ventilación, equipos necesarios para la prevención y el combate de incendios, que deben mantenerse en condiciones de ser operados en cualquier momento, para la cual deben ser revisados y autorizados anualmente por el Cuerpo de Bomberos de cada jurisdicción (Regla Técnica Metropolitana, S.F.).

Las edificaciones de menor riesgo con excepción de los edificios habitacionales de tres niveles o más, deben contar en cada piso con extintores contra incendios adecuados al tipo de materiales que existan en este, y al tipo de fuego que pueda producirse, debiendo colocarse en los lugares fácilmente accesibles y con los señalamientos que indiquen su ubicación, situados de tal manera que el acceso a los mismos desde cualquier punto del edificio no se encuentre a una distancia superior de 20 m.

Durante la construcción de alguna obra de cualquier tipo, deben tomarse las precauciones necesarias para evitar incendios, y suprimirlo mediante el equipo adecuado. Esta protección debe proporcionarse tanto al área ocupada por la obra y sus riesgos colindantes (Regla Técnica Metropolitana, S.F.).

La tubería, bombas y accesorios a utilizarse en una red hídrica contra incendios deben ser de acero, pintadas de color rojo a excepción de las válvulas.

Presión mínima de agua para incendio

La presión mínima de descarga en el pitón (válvula que permite la salida de agua en forma de chorro o presurizada) requerida en el punto más desfavorable de la instalación de protección contra incendios para vivienda será (3.5 Kg/cm²) (50 PSI) y para industria (5 Kg/cm²) (70 PSI). Este requerimiento podrá lograrse mediante el uso de un sistema adicional de presurización, el mismo que debe contar con una fuente de energía autónoma independiente de la red pública normal para lo cual se

instalará un sistema de transferencia automática y manual. (Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, 2009).

Sistemas contra incendios

Los sistemas contra incendios son un conjunto de equipos, dispositivos y sistemas diversos en la estructura de edificios, que sirven para precautelar la vida de las personas y salvaguardar los bienes en caso de un incendio; estos sistemas deben instalarse mediante un análisis de la edificación y posibles riesgos.

Columna de agua para incendios

La columna de agua es una instalación de uso exclusivo para el servicio de extinción de incendios. Es una tubería dispuesta verticalmente con un diámetro mínimo de 2½ pulgadas dependiendo del cálculo hidráulico y el número de equipos instalados para mayores secciones, a éstas se acoplarán las salidas por piso en diámetro mínimo de 1½ pulgadas, será de hierro galvanizado o cualquier material resistente al fuego, capaz de soportar como mínimo, una presión de 20 Kg/cm² (285 PSI) (Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, 2009).

En la base misma de la columna de agua para incendios entre la salida del equipo de presurización y la derivación hacia la boca de impulsión, existirá una válvula check (válvula unidireccional) a fin de evitar el retroceso del agua cuando se presurice la red desde la boca de impulsión para el caso de tanque de reserva bajo. Para el caso de reserva de tanque alto, la válvula check se colocará a la salida del tanque o del equipo de presurización de la red contra incendios.

Reserva de agua contra incendios

Llamada también cisterna, en la cual se almacenará agua en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de hidrantes, rociadores u otros elementos finales del sistema durante un tiempo determinado por las características y usos de los edificios.

Se construirá una cisterna exclusiva para incendios en el lugar graficado en los planos aprobados, con materiales resistentes al fuego y que no puedan afectar la calidad del agua. Cuando la presión de la red municipal o su caudal no sean suficientes, el agua provendrá de una fuente o tanque de reserva, asegurándose que dicho volumen calculado para incendios sea permanente.

Las especificaciones técnicas de ubicación de la reserva de agua y dimensionamiento del equipo de presurización estarán dadas por el

respectivo cálculo hidráulico contra incendios, el mismo que será revisado y aprobado por el cuerpo de bomberos de su respectiva jurisdicción.

Si la cisterna de reserva es de uso mixto; servicio sanitario y para la red de protección contra incendios; debe asegurarse que la acometida para cada una de ellos se ubique a alturas que justifiquen las respectivas reservas, colocándose siempre la toma para incendios desde el fondo mismo de la cisterna de reserva.

Si el cálculo hidráulico contra incendios, por la altura de la edificación, hace necesaria la instalación de una cisterna intermedia, ésta será de una capacidad mínima de mil litros, alimentado por una derivación de 2½ pulgadas de diámetro, de hierro galvanizado, bronce o material similar que no sea afectado por el fuego, con un dispositivo automático de cierre flotante, que soporte una presión doble a la del servicio en ese lugar.

TABLA 1:

Reserva de agua para incendios

Nº de plantas	Superficie de plantas	Reserva de agua
Hasta 12	Hasta 600 m ²	13000 litros
De 13 a 20	Hasta 600 m ²	15000 litros
Hasta 12	Más de 600 m ²	13000 litros
De 13 a 20	Más de 600 m ²	24000 litros

Nota. En conjuntos extensos; se adoptará adicionalmente las normas de protección para las urbanizaciones.
Nota. Fuente: Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios. (2009). Quito. Edición especial.

Sistemas de rociadores automáticos

Las edificaciones nuevas contarán con un sistema de rociadores de funcionamiento automático, los cuales estarán conectados a la red hídrica contra incendios.

Sistemas de tubería vertical y conexión de mangueras

Las edificaciones con área bruta superior a 500 m² o edificaciones de dos pisos contarán con un sistema de tubería vertical.

Boca de incendio equipada

Este mecanismo de extinción constituido por una serie de elementos acoplados entre sí y conectados a la reserva de agua para incendios que cumple con las condiciones de independencia, presión y caudal necesarios, debe instalarse desde la tubería para servicio contra

incendios y se derivará en cada planta, para una superficie cubierta de 500 m² o fracción, que dispondrá de una válvula de paso con rosca NST a la salida en mención y estará acoplada al equipo de mangueras contra incendio.



Figura 1. Boca de incendios equipada

Los elementos constitutivos de la Boca de Incendios Equipada son:

Manguera de incendios.- Será de material resistente, de un diámetro de salida mínima de 1½ pulgadas por 15 metros de largo y que soporte 150 PSI de presión. En casos especiales se podrá optar por doble tramo de manguera, en uno de sus extremos existirá una boquilla o pitón regulable.

Boquilla o pitón.- Debe ser de un material resistente a los esfuerzos mecánicos así como a la corrosión, tendrá la posibilidad de accionamiento para permitir la salida de agua en forma de chorro o pulverizada.

Para el acondicionamiento de la manguera se usará un soporte metálico móvil, siempre y cuando permita el tendido de la línea de manguera sin impedimentos de ninguna clase.

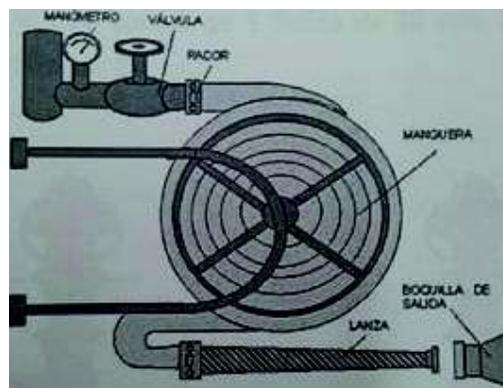


Figura 2. Partes boca de incendio equipada

Fuente: Quito. Bonilla y Velarde, 2008.

Gabinete de incendio.- Todos los elementos que componen la boca de incendio equipada, estarán alojados en su interior, colocados a 1.20 m de altura del piso acabado, a la base del gabinete, empotrados en la pared y con la señalización correspondiente. Tendrá las siguientes dimensiones 0.80 x 0.80 x 0.20 metros y un espesor de lámina metálica de 0.75 mm. Con cerradura universal triangular. Se ubicará en sitios visibles y accesibles sin obstaculizar las vías de evacuación, a un máximo de treinta metros 30 m entre sí.

El gabinete alojará además en su interior un extintor de 10 libras o 4.5 kilos de agente extintor, con su respectivo accesorio de identificación, una llave spanner, un hacha pico de 5 libras, la que debe estar sujeta al gabinete.

Los vidrios de los gabinetes contra incendios tendrán un espesor de 2 a 3 mm y bajo ningún concepto deben ser instalados con masillas o cualquier tipo de pegamentos.

Boca de impulsión para incendios

La red hídrica de servicio contra incendios dispondrá de una derivación hacia la fachada principal del edificio o hacia un sitio de fácil acceso para los vehículos de bomberos y terminará en una boca de impulsión o hidrante de fachada de doble salida hembra con anillos giratorios o siamesa en bronce bruñido con rosca NST, ubicada a una altura mínima de 90 cm del piso terminado hasta el eje de la siamesa; tales salidas serán de 2½ pulgadas de diámetro cada una y la derivación en hierro galvanizado del mismo diámetro de la cañería.

La boca de impulsión o siamesa estará colocada con las respectivas tapas de protección señalizando el elemento conveniente con la leyenda "USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS"; se dispondrá de la válvula check incorporada o en línea a fin de evitar el retroceso del agua (Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, 2009).



Figura 3. Válvula siamensa

3.2. Sistema de agua contra incendio

Es un conjunto de equipos y dispositivos que utiliza agua para precautelar la vida de los seres humanos y salvaguardar bienes. Todo sistema de agua contra incendio debe ser automático y tener una fuente de energía motriz autónoma.

Los sistemas de agua contra incendios tienen cuatro elementos fundamentales:

- Cisterna.
- Grupo presurizado.
- Red hídrica.
- Boca de incendios equipada.

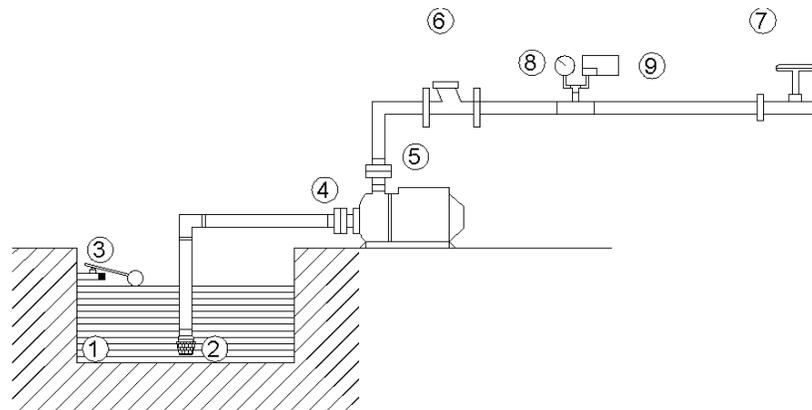


Figura 4. Partes hidráulicas de un sistema contra incendio.

Esta figura no tiene la conexión de boca de impulsión para incendios.

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.

- 1) Cisterna.
- 2) Válvula de pie.
- 3) Acometida llenado de cisterna.
- 4) Universal.
- 5) Bomba.
- 6) Válvula Check.
- 7) Válvula angular en la boca incendio equipada.
- 8) Manómetro.

9) Presóstato.

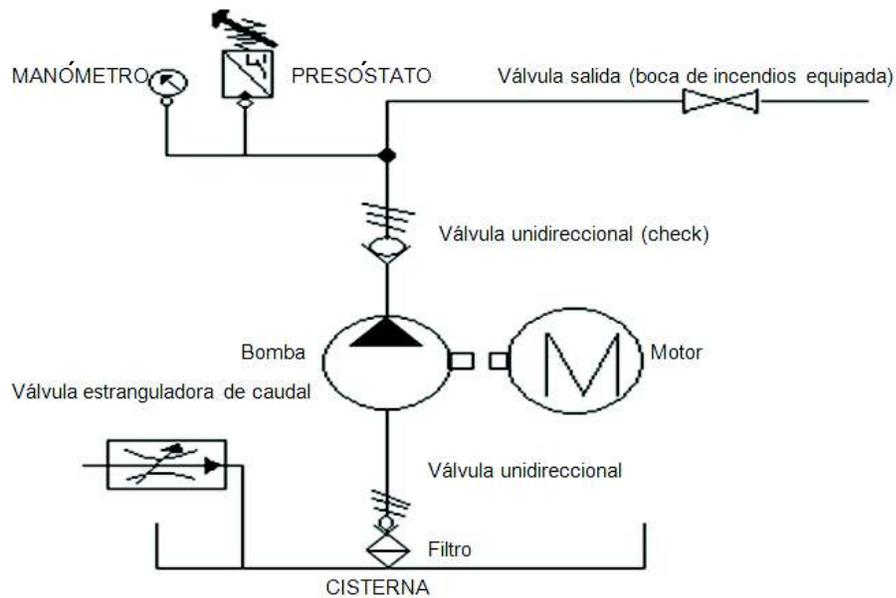


Figura 5. Diagrama unifilar sistema contra incendio.

Esta figura no tiene la conexión de boca de impulsión para incendios.

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.

La cisterna.- Es el lugar donde se va almacenar agua. La capacidad de la cisterna depende de los requerimientos mínimos calculados para el edificio en donde será instalado. La cisterna normalmente se ubica en la parte más baja del edificio y está fabricada de concreto. El llenado de la cisterna se hace desde una toma de agua potable es controlada por una válvula con accionamiento por un sensor de nivel tipo flotador.

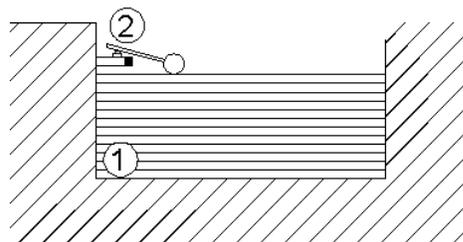


Figura 6. Partes de una cisterna

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.

- 1) Espacio almacenamiento de agua.
- 2) Acometida llenado de sistema con válvula accionada por sensor de nivel.

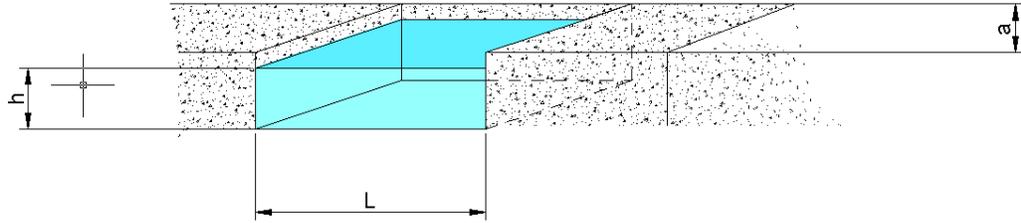


Figura 7. Diagrama medidas de una cisterna.

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.

$$V=l*a*h$$

V= Volumen de la cisterna (m³)

l =Largo de la cisterna (m)

a = Ancho de la cisterna (m)

h =Altura de la cisterna (m)

Conversión de unidades: 1m³= 1000 litros

Red hídrica.- Es toda la instalación hidráulica, desde las succiones acopladas en las entradas de las bombas, hasta las descargas en las bocas de incendio equipadas. La red hídrica se encuentra conformada por tubería de acero galvanizado. Los acoples que permiten las uniones con las bombas, las uniones entre tubos y las uniones con las bocas de incendio equipadas deben ser del mismo material de los tubos.

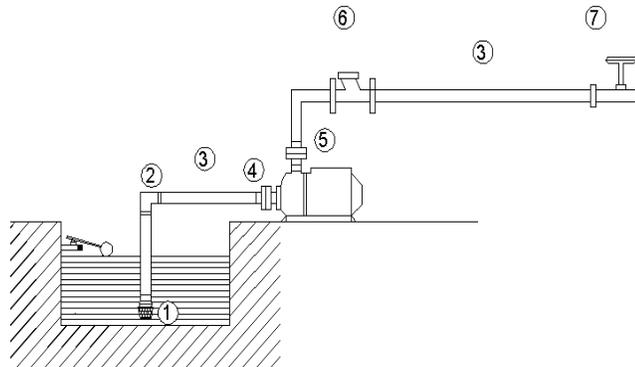


Figura 8. Partes de una red hídrica.

Esta figura no tiene la conexión de boca de impulsión para incendios.

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.

- 1) Válvula de pie.
- 2) Acople en forma de codo.
- 3) Tubería de acero galvanizado.
- 4) Acople universal de succión de la bomba.
- 5) Acople universal descarga de la bomba.
- 6) Válvula check.

7) Válvulas de accionamiento manual.

Para la instalación de una red hídrica se debe tener en consideración los siguientes conceptos.

Succión.- Es un tubo que va conectado desde la entrada a la bomba, hasta la parte más baja de la cisterna, en la cual se ubicará la válvula de pie; el diámetro de la tubería a ser conectada en la succión depende del diámetro de la entrada de agua en bomba.

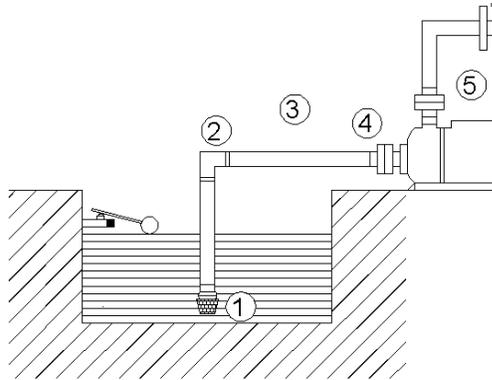


Figura 9. Partes succión de una bomba contra incendios

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.

- 1) Válvula de pie.
- 2) Acople en forma de codo.
- 3) Tubería de acero galvanizado.
- 4) Universal entrada de la bomba.
- 5) Bomba contra incendios.

Válvula de pie.- Es una válvula que va al final de la succión en la parte más baja de la cisterna. Está conformada por un filtro y una válvula check. La válvula de pie es importante porque con ello permanece cebada la bomba, lo cual significa mantener una presión de agua en la succión de la bomba.



Fotografía 10. Válvula de pie.

Válvula check.- Es una válvula de tipo unidireccional. Permite el paso de fluido en una sola dirección. Se la coloca en la descarga de cada bomba y permite mantener la presión en la tubería después de la descarga de la bomba; está ubicada en la boca de impulsión para incendios para evitar el desfogue de agua cuando funcione el grupo presurizador.



Fotografía 11. Válvula check horizontal

Válvula de bola.- Esta válvula es de accionamiento manual y se utiliza para cortar el paso de forma manual por mantenimiento en el sistema.



Fotografía 12. Válvula de bola

Válvula de llenado con flotador.- Esta válvula esta accionada por el flotador que está incorporado al sistema de apertura y cierre, es utilizada para el llenado de un tanque de reserva o cisterna y permite interrumpir el llenado cuando llega a una altura máxima para evitar el desbordamiento.



Fotografía 13. Válvula de llenado con flotador

Tubería.- La tubería a utilizarse en sistemas contra incendios debe ser de acero galvanizado y su área depende de los cálculos en el edificio a en el que se instale; se puede utilizar tubería para 150 psi o tubería para 200 psi. La tubería contra incendios debe ser pintada de color rojo a excepción de las válvulas. La tubería se clasifica en dos grupos.

- **Tubería Roscable.-** Esta tubería en sus extremos tienen roscas NPT y se la puede unir a sus acoples con roscas por ejemplo, uniones, universales, codos, derivaciones en T.
- **Tubería Ranurada.-** Esta tubería en sus extremos tiene una ranura; las ranuras se unen entre sí por medio de una brida empernada con empaque.

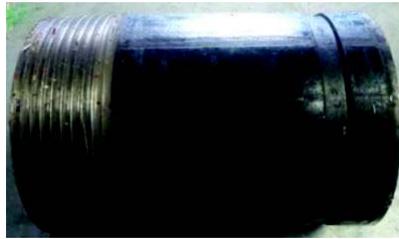


Figura 14. Neplo Mixto (Roscado y Ranurado)



Figura 15. Neplo Roscado



Fotografía 16. Unión tubería Ranurada

Universal.- Es un acople que se utiliza para unir dos tubos galvanizados con rosca NPT. Este acople sirve para dividir la instalación en áreas y además facilitar el armado, desarmado y mantenimiento. Las universales se deben colocar, por lo menos una en la succión de la bomba y una en la descarga.



Fotografía 17. Universal galvanizada

Manómetro.- Es un instrumento que sirve para medir la presión de un fluido. El manómetro a utilizar en estas instalaciones es un manómetro análogo. Su escala debe ser un 25% adicional de la presión de trabajo del sistema.



Fotografía 18. Manómetro de glicerina

Presóstato.-El presóstato también es conocido como interruptor de presión. Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.



Fotografía 19. Presóstato Square D

Grupo de presurización.- Es el conjunto de bombas que presurizaran la red hídrica. La capacidad de las bombas depende del caudal y la presión requerida por el sistema.

La bomba principal debe dar la presión y el caudal requerido por el sistema. Debe ser alimentada por una fuente de energía autónoma, que puede ser una bomba con motor eléctrico o una bomba con motor diesel. Esta bomba se activará en caso de un gran consumo o una gran pérdida de presión en la red hídrica.

La bomba secundaria o bomba jockey es una bomba de poco caudal pero de alta presión; esta bomba presurizará la red y recuperará la presión de la red en consumo mínimo o en caso de fugas en la red hídrica. Esta bomba puede estar conectada a la energía de la empresa eléctrica.



Fotografía 20. Bomba Jockey

Todo sistema de agua contra incendio debe tener una fuente de energía motriz autónoma por lo cual se divide en dos grupos.

a) Sistemas contra incendio con fuente de energía eléctrica provista por un generador eléctrico

Funcionan con una bomba principal eléctrica, alimentada con la energía producida por un generador a diesel. Estos sistemas deben ser instalados con un tablero de transferencia automática para encender el generador en caso de ausencia o falla de la energía provista por la empresa eléctrica.

b) Sistemas contra incendio con motobomba.

Funcionan con una bomba principal con una fuente de energía motriz obtenida por un motor diésel.

3.3. Principio de funcionamiento de motores a diesel

El motor diésel es un motor térmico de combustión interna que funciona mediante la ignición de la mezcla aire-diésel sin chispa, por lo cual es llamado también de auto encendido.

Para quemar el combustible, el motor diésel utiliza la elevada temperatura que alcanza el aire al ser comprimido en la carrera de compresión de los motores de cuatro tiempos.

En estas condiciones y poco antes del punto muerto superior del cilindro, se introduce el combustible de forma progresiva en forma de spray dentro de la cámara de combustión.

De esta forma se origina una combustión continua mientras dura la inyección del combustible. Este detalle provoca el excelente par de los motores diésel, ya que permite realizar la combustión a presión constante. Esto quiere decir, que aunque el pistón se desplace hacia el punto muerto inferior aumentando el volumen de la cámara de combustión, la presión (fuerza que impulsa al pistón) se mantiene.

Los cuatro tiempos del motor diesel son:

ADMISIÓN

En la carrera de admisión el pistón desciende hasta el punto muerto inferior manteniendo la válvula de admisión abierta. En la entrada de aire fresco no hay ninguna mariposa y el llenado es siempre total en cualquier condición de carga. (Electro inyección Coslada, 2011).

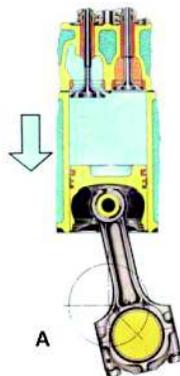


Figura 21. Tiempo de admisión motores diesel

Fuente: Madrid. Electro inyección Coslada S.L., 2011

COMPRESIÓN

Cuando el pistón alcanza el punto máximo inferior la válvula de admisión se cierra. El pistón completa su recorrido hasta el punto muerto superior con las dos válvulas cerradas comprimiendo el aire que hay dentro del cilindro y elevando su temperatura hasta 400/600 °C. (Electro inyección Coslada, 2011).

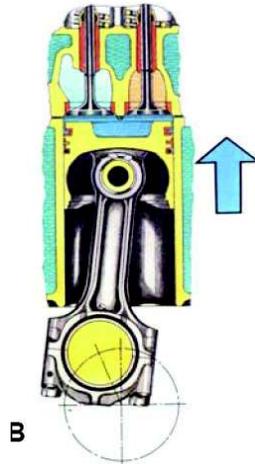


Figura 22. Tiempo de compresión motores diesel
 Fuente: Madrid. Electro inyección Coslada S.L., 2011

COMBUSTIÓN

Poco antes de llegar al punto muerto superior comienza el inyector a soltar combustible finamente pulverizado dentro de la cámara de combustión. El combustible se inflama de forma casi inmediata al entrar en contacto con el aire. (Electro inyección Coslada, 2011).

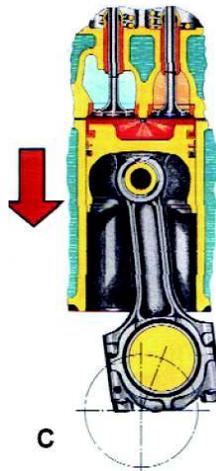


Figura 23. Tiempo de combustión motores diesel.
 Fuente: Madrid. Electro inyección Coslada S.L.2011.

ESCAPE

La presión generada por la temperatura de la combustión impulsa el pistón hacia abajo con notable fuerza. Parte de la energía cedida por la combustión se aprovecha para devolver el pistón al punto máximo superior aprovechando la inercia y barriendo los gases quemados. (Electro inyección Coslada, 2011).

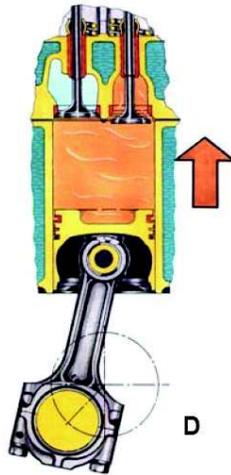


Figura 24. Tiempo de escape motores diesel
Fuente: Madrid. Electro inyección Coslada S.L.2011

La principal ventaja de los motores diésel comparados con los motores a gasolina es su menor consumo de combustible, el cual es más barato y más seguro.

Motobomba Barnes



Fotografía 25. Motobomba Barnes.
Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

Este equipo puede ser utilizado en diferentes áreas como por ejemplo: doméstica, agrícola, industrial y en sistemas contra incendios.

La motobomba se compone por un motor a diesel Hi- Force de 10 Hp y una bomba centrífuga.

El motor está constituido por: motor de arranque, tanque de combustible, mecanismo de regulación de velocidad, escape de gases, sistema de arranque por retroceso (cuerda enrollada al eje del motor) y motor propiamente.

Dimensiones y peso

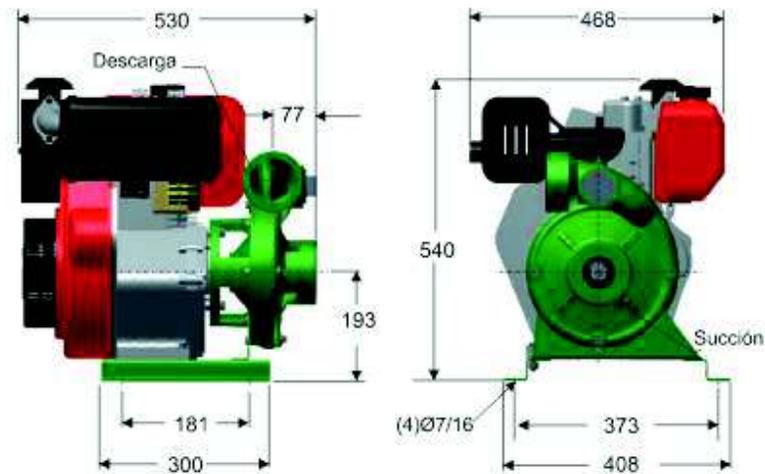


Figura 26. Dimensiones motobomba.

El peso es 78 Kg.

Las dimensiones están en m.m.

Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

TABLA 2.

Materiales bomba

Cuerpo	Hierro fundido ASTM A-48, clase 20
Impulsor	Hierro fundido ASTM A-48, clase 20
Sello mecánico	Carbón/ Cerámica/Buna-N
Acople intermedio	Hierro fundido ASTM A-48, clase 20
Empaques	Buna Nitrilo

Nota. Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

TABLA 3.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA

Ref.	Tipo de Bomba	Tipo de Acoplamiento	Succión	Descarga	H máx. (m)	Q máx. (gpm)	Cantidad de Impulsores
1E0364	Centrifuga	Monobloque	3"	3"	71	195	1
1E0375							

Nota: La H máx. Se logra con la válvula totalmente cerrada.

El Q máx. Se logra con la válvula totalmente abierta.

Nota. Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

TABLA 4.

CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

Tipo de alimentación	Marca del motor	Potencia (Hp)	Velocidad	Arranque
Diésel	Hi-Force	10	3600 rpm (Nominal)	1E0364 = Retráctil
				1E0375 = Eléctrico

Nota. Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

Partes de la bomba

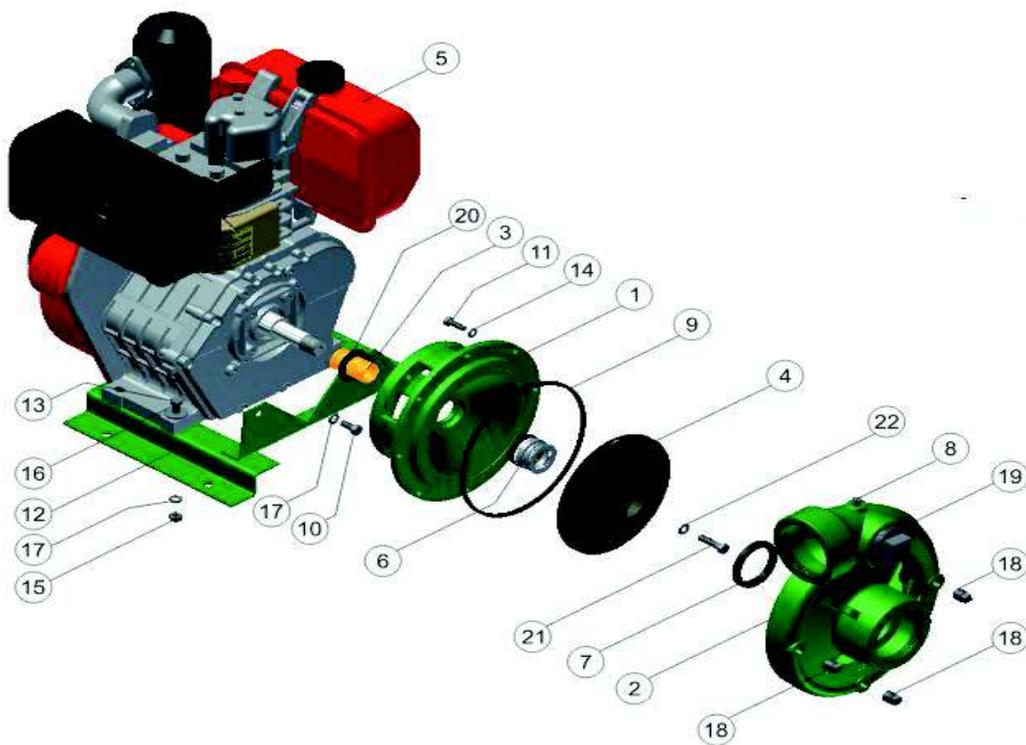


Figura 27. Partes de la bomba.

Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

TABLA 5.**Lista de partes bomba**

Nº	Descripción
1	Acople FE
2	Cuerpo FE
3	Camisa BR. 1 - 1/4
4	Impulsor FE
5	Motor D-10,0 3600-HF
6	Sello mec. 1-1/4 T1 01 20S BP4R
7	Copa "U "Línea HC- HCE
8	Tapo galvanizado 1/4 NPT
9	Anillo cuadrado caucho HC
10	Tornillo 3/8 * 1-1/4 NC.GR. 2
11	Tornillo 5/16* 1 NC.GR.5 IRIZ
12	Base en lámina bomba 2015 HC HI
13	Tornillo 3/8 * 1-1/2 NC.GR. 2
14	Guas A5/16 acero GR.5
15	Tuerca 5/16 NC. GR.2 IRIZADA
16	Arandela 3/8 Hierro GR.2 ZINC
17	Guas A3/8 acero GR.5
18	Tapo galvanizado 3/8 NPT
19	Tapo galvanizado 2 NPT
20	Arandela caucho 1-13/64
21	Tornillo 3/8* 1-1/2 NC INOXID
22	Guas A3/8 acero INOX

Nota. Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

3.4. Tablero de control

Es un conjunto de elementos que están destinados para la protección y control de un sistema.

Para el diseño y posterior elaboración de un tablero de control se considerará las potencias de los dispositivos a controlarse, para poder dimensionar los materiales a utilizarse y saber todas las condiciones de funcionamiento del sistema.

Partes del tablero de control

Gabinete metálico.- Es el lugar donde vamos armar el tablero de control, debe tener las medidas necesarias para ubicar todos los

elementos de control y protecciones utilizados en el sistema; debe ser de color rojo para poder ser utilizado en sistemas contra incendios.

Los gabinetes de control deben tener un fondo metálico desmontable, este es el lugar donde se van a ubicar los componentes.



Figura 28. Gabinete metálico.

Logo.-Es un módulo lógico universal de Siemens; tiene diferentes voltajes de trabajo en corriente alterna (100-200 V) o corriente continua (12-24 V), tiene 8 entradas digitales y cuatro salidas por relé; Logo tiene funciones básicas habituales programadas como por ejemplo: diferentes temporizadores, compuertas lógicas, marcas analógicas y digitales en conjunto con un grupo de funciones especiales; lo podemos programar desde la pantalla de programación o desde un computador utilizando un software llamado Logo Soft; en el caso de necesitar más entradas o salidas digitales podemos aumentar un bloque de entradas y salidas dependiendo de la necesidad. Logo tiene una memoria para 130 bloques de programa; en el cual podemos identificar las entradas con la vocal I y las salidas con la consonante Q.

En este módulo lógico podemos aumentar módulos de entradas y salidas tanto analógicas como digitales como se muestra en la figura 29.

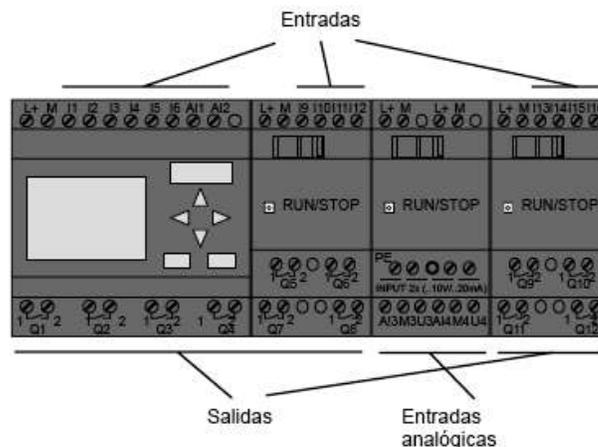


Figura 29. Entradas y salidas LOGO.
Fuente: Siemens. Manual LOGO, 2003.

Las entradas digitales y salidas por relé pueden tener el estado "0" o el estado "1". El estado "0" significa que no hay tensión en la entrada. El estado '1' significa que sí hay tensión.

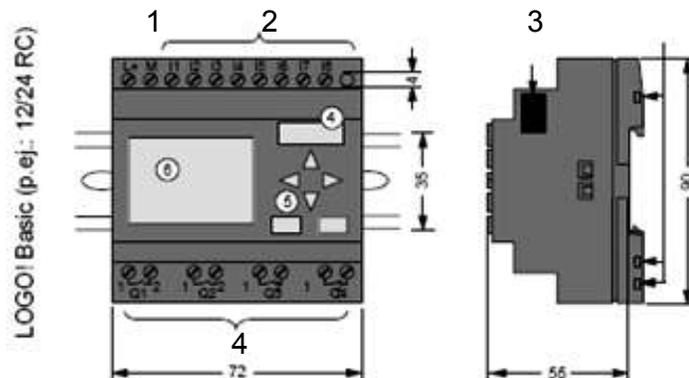


Figura 30. Partes LOGO 12-24 VDC.

Fuente: Siemens. Manual LOGO, 2003.

- 1) Alimentación
- 2) Entradas
- 3) Interfaz de ampliación
- 4) Salidas

La protección recomendada para un logo 12- 24 VDC es de 0.8 A. (Siemens, 2003).

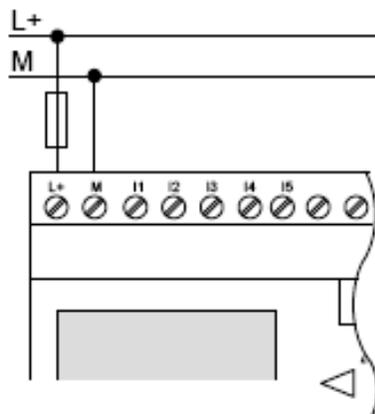


Figura 31. Conexión alimentación LOGO.

Fuente: Siemens. Manual LOGO, 2003.

Programación.- Es una representación de un esquema eléctrico de una forma diferente.

Programa es un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el PLC, a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar una secuencia de control deseada.

Logo Soft.- Es el software de programación para Logo que permite: crear, probar, simular, modificar, imprimir, y guardar los programas cómodamente.

Lenguaje de programación FBD.- Los lenguajes de programación permite al usuario ingresar un programa de control en la memoria del PLC, usando una sintaxis establecida; FBD significa “Diagrama de bloques de funciones”; es un lenguaje gráfico que permite al usuario programar elementos en tal forma que ellos aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico. Generalmente utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función.

Las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, porque la salida es representada por una variable asignada a la salida del bloque.

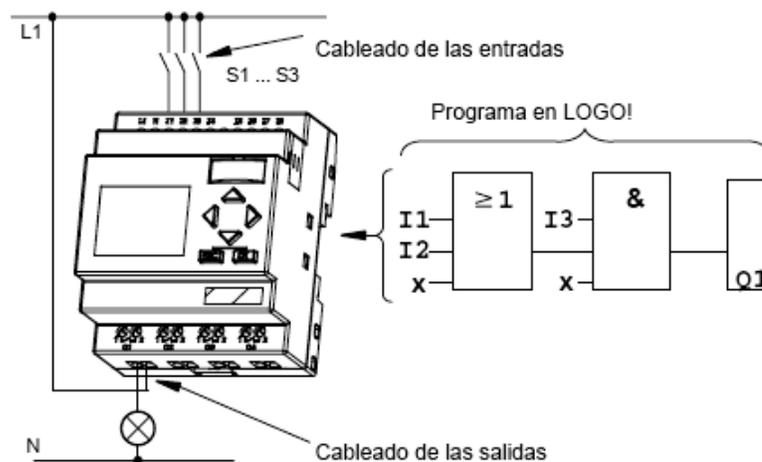


Figura 32. Cableado de entradas y salidas LOGO.

Fuente: Siemens. Manual LOGO, 2003.

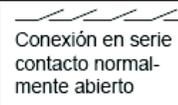
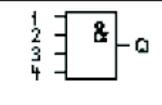
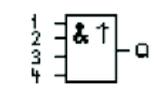
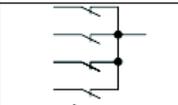
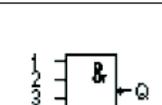
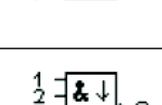
Lista de funciones básicas – GF

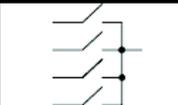
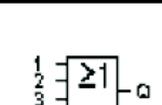
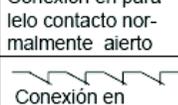
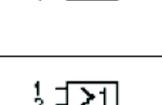
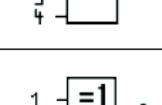
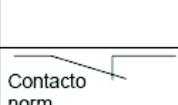
Las funciones básicas son elementos lógicos sencillos del álgebra de Boole.

Las entradas y funciones básicas se pueden negar de forma individual, es decir, que si en la entrada en cuestión hay un “1”, el programa utiliza un “0”. Si hay un “0”, se utiliza un “1”.

TABLA 6.

Funciones básica Logo.

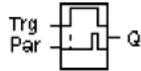
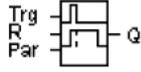
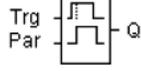
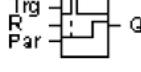
Representación en el circuito eléctrico	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 Conexión en serie contacto normalmente abierto		AND (AND)
		AND con evaluación de flanco
 Conexión en paralelo contacto normalmente cerrado		AND-NEGADA (NAND)
		NAND con evaluación de flanco

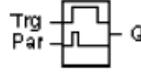
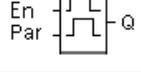
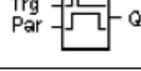
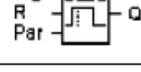
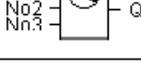
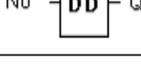
Representación en el circuito eléctrico	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 Conexión en paralelo contacto normalmente abierto		O (OR)
 Conexión en serie contacto normalmente cerrado		O-NEGADA (NOR)
 Alternador doble		O-EXCLUSIVA (XOR)
 Contacto norm. cerrado		INVERSOR (NOT)

Nota. Fuente: Siemens. Manual LOGO, 2003

TABLA 7.

Funciones especiales SF LOGO.

Representación en LOGO!	Designación de la función especial	Rem
Tiempos		
	Retardo a la conexión	Rem
	Retardo a la desconexión	Rem
	Retardo a la conexión/desconexión	Rem
	Retardo a la conexión con memoria	Rem

Representación en LOGO!	Designación de la función especial	Rem
	Relé de barrido (salida de impulsos)	Rem
	Relé de barrido disparado por flanco	Rem
	Generador de impulsos asíncrono	Rem
	Generador aleatorio	
	Interruptor de alumbrado para escalera	Rem
	Interruptor confortable	Rem
	Temporizador semanal	
	Temporizador anual	

Representación en LOGO!	Designación de la función especial	Rem
Contador		
	Contador avance/retroceso	REM
	Contador de horas de funcionamiento	Rem
	Interruptor de valor umbral	
Interruptor		
	Conmutador analógico de valor umbral	
	Interruptor analógico de valor umbral diferencial	
	Comparador analógico	
	Vigilancia del valor analógico	
Representación en LOGO!	Designación de la función especial	Rem
	Amplificador analógico	
Otros		
	Relé autoenclavador	REM
	Relé de impulsos	REM
	Textos de aviso	
	Interruptor de software	REM
	Registro de desplazamiento	REM

Nota. Fuente: Siemens. Manual LOGO, 2003

Contactador.-Es un dispositivo destinado a cerrar o abrir circuitos eléctricos, su accionamiento es por medio de una bobina, sus contactos principales serán utilizados para circuitos de fuerza y los secundarios serán utilizados para los circuitos de control.

Relé auxiliar.- Es de igual funcionamiento que los contactores y su función y contactos son destinados únicamente para el control.

Sensor de nivel.-Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo del nivel de agua.

Los sensores de nivel tipo flotador tienen un control ON – OFF el cual depende del nivel del agua que rodea al mecanismo de flotación.



Figura 33. Sensor de nivel tipo flotador.

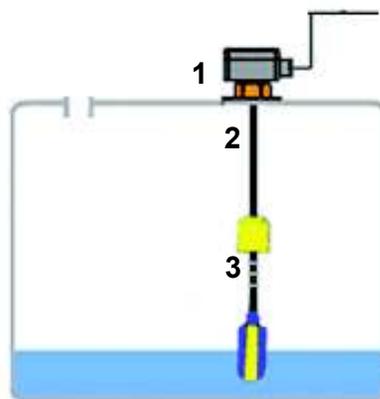


Figura 34. Partes de un sensor de nivel.

- 1) Contactos eléctricos
- 2) Cable eléctrico con protección al agua
- 3) Mecanismo de flotación

Mantenedor de carga de baterías.- El mantenedor de carga de batería está formado por circuitos electrónicos que transforman la energía eléctrica de una fuente de corriente alterna en corriente continua,

normalmente a 12 o 24 voltios que son los voltajes de trabajo de las baterías. Los mantenedores de carga recuperan la energía eléctrica perdida por las baterías de forma voluntaria o involuntaria; Los BCF 025012 son mantenedores de carga marca Lovato diseñados para ser montados en carril DIN.

Los cargadores de batería son de fácil instalación y montaje. Pueden conectarse permanentemente a la red y la carga, sin necesidad de desactivar el cargador durante los tiempos de carga pesada (como el arranque del motor) o cuando está en paralelo con la carga del alternador.



Figura 35. Mantenedor de carga BCF 025012.

Fuente: Lovato electric. Manual de operación.

Se recomienda una protección de 2 A en la entrada del mantenedor de carga. (Lovato electric. Manual de operación.)

Características generales:

- Fusible de entrada red eléctrica-.
- Fusible salida a batería.
- Bloqueo eléctrico en los siguientes casos: cortocircuito de los terminales batería, inversión de los terminales de la batería, bajo voltaje y batería desconectada.
- Protección IP 20.
- Led indicadores para: correcto voltaje en la salida y polaridad de la batería invertida.

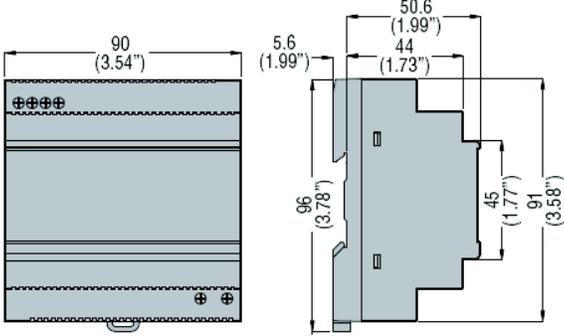


Figura 36. Dimensiones mantenedor de carga BCF 025012.
Fuente: Lovato electric. Manual de operación.

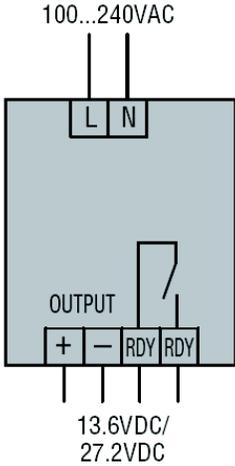


Figura 37. Diagrama de entradas y salidas mantenedor de carga BCF 025012.
Fuente: Lovato electric. Manual de operación.

Motor de arranque.- Es un motor de corriente continua, empleado para facilitar el encendido de los motores de combustión interna, su funcionamiento es venciendo la resistencia inicial de los componentes cinemáticos del motor de combustión al arrancar.

El motor de arranque está conectado al volante de inercia del motor de combustión por medio de un piñón llamado bendix; el bendix es activado y desactivado por medio de un electro imán, el cual se energiza desde los contactos con la llave.



Figura 38. Motor de arranque

Motor de apagado.- Es un motor de corriente continua que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, provocando un movimiento rotatorio, este motor esta acoplado a una polea la misma que enrollará un cable acoplado al control de velocidad del motor a combustión; disminuyendo la velocidad del motor de combustión al mínimo lograremos el apagado del mismo.

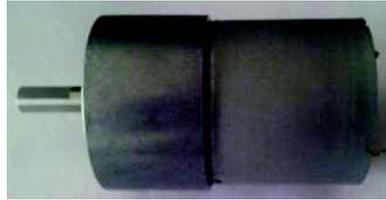


Figura 39. Motor de apagado de CC.

Aparatos de maniobra.- Son dispositivos que actúan para unir, interrumpir, conmutar o succionar uno o más circuitos eléctricos.

Selector de dos posiciones.- Es un elemento de maniobra que tienen dos posiciones: la primera de encendido y la segunda de apagado; puede ser utilizado con contactos normalmente cerrados o abiertos y se puede aumentar un mayor número de contactos, los cuales cuando se activen cambiarán de estado.



Figura 40. Selector dos posiciones

Luces piloto.- Son indicadores visuales que nos indican el estado o proceso de un sistema y serán alimentadas con 12 VDC.



Figura 41. Luces piloto

Selector de tres posiciones.- Es un elemento de maniobra que tienen dos contactos activados por una perilla que se la puede colocar en tres posiciones como se muestra en la figura 42:



Figura 42. Selector de tres posiciones

Posición de la izquierda activará el contacto 2.

Posición de la mitad desactivará los dos contactos.

Posición de la derecha activará el contacto 1.

Nunca se podrán activar los dos contactos al mismo tiempo.

Pulsador tipo hongo.- Es un elemento de maniobra que se lo utiliza en emergencia, llamado también paro general es de color rojo y con enclavamiento; sus funciones pueden ser utilizadas para quitar la energía o detener un proceso.

Es utilizado con contactos normalmente cerrados; para desenclavarlo hay que girarlo en dirección de las flechas señalizadas en la parte frontal.



Figura 43. Pulsador tipo hongo

Breaker.- Es un elemento de maniobra automático que desconecta un circuito eléctrico por un incremento de corriente de un valor determinado producido por una falla o sobrecarga; puede ser de uno, dos o tres polos y por su principio de funcionamiento se lo puede clasificar en: térmico, magnético o termo magnético.



Figura 44. Breaker 2 polos

4. Ejecución

Son todas las actividades, recursos y resultados obtenidos en el prototipo de un sistema de encendido y apagado para una motobomba a diesel marca Barnes HI-FORCE de 10 HP.

4.1. Descripción de actividades.

4.1.1. Toma de información del sistema contra incendios.

El sistema contra incendios debe funcionar en forma continua.

Todo sistema de agua contra incendios tiene una bomba principal; provista por una fuente independiente de energía de la empresa eléctrica. El prototipo utiliza una motobomba de 10 Hp marca Barnes con un motor diesel HI- FORCE.

En el prototipo se almacenará agua en un recipiente que representa una cisterna el cual almacenará 200 L.

En el prototipo se utilizará un sistema de recirculación para visualizar el funcionamiento de la motobomba contra incendios junto al tablero de control y de los sensores.

La presión de trabajo del sistema será de 50 psi.

En el sistema se ubicará un sensor de nivel tipo flotador el cual sensa un nivel mínimo de agua para que el sistema pueda funcionar.

En el prototipo no se alimentará al tanque de reserva con una válvula de llenado con flotador ya que la cisterna será llenada por recirculación.

Al final de la succión de la bomba se incorporará una válvula de pie la cual filtrará el agua y mantendrá una presión constante en la succión de la bomba.

La tubería y los acoples a utilizarse serán roscados de acero galvanizado de 3 ½" en la succión y se reducirá a 1 ½" en la descarga.

En la descarga se utilizará una válvula check la cual impide el retroceso del agua hacia la bomba.

La presión de trabajo del sistema se visualizará y medirá por medio de un manómetro ubicado después de la válvula check en la descarga de la bomba.

Los presóstatos son sensores de presión los cuales controlan el encendido y apagado de la bomba.

Toda la tubería y acoples a excepción de las válvulas son pintadas de color rojo.

La válvula de bola está ubicada después de los sensores y medidores de presión, su función será abrir o cerrar el paso de agua de forma manual, la misma que en general estará abierta para el correcto funcionamiento del sistema.

En el prototipo la válvula de paso será utilizada como válvula de descarga en el sistema de recirculación de agua.

El sistema no va a contar con una boca de impulsión para incendios.

El sistema tiene un control automático y manual de forma que funcionará todo el tiempo, con una fuente de energía independiente de la empresa eléctrica.

La fuente de energía eléctrica a utilizarse estará provista por dos baterías, principal a 12 VDC y secundaria a 12 VDC para el arranque de la bomba y para alimentar el tablero de control respectivamente.

Todas las entradas y las salidas serán controladas por un controlador lógico programable LOGO.

Todos los sensores y selectores serán conectados a las entradas del LOGO.

Lo que se controla en un sistema contra incendios es el encendido y el apagado de dos motores de corriente continua, los cuales darán el arranque y el paro de la motobomba.

4.1.2. Análisis las condiciones para el encendido de la motobomba.

Para encender el motor a diesel es necesario comprimir una mezcla de aire con diesel pulverizado, hasta una presión en la que se producirá una explosión de la mezcla. Para lo cual se debe mover el eje del motor ya sea de forma manual o automática.

La bomba principal se encenderá de tres formas diferentes:

- 1) La bomba principal se encenderá de forma manual, ubicando el selector de tres posiciones en manual y arrancando por medio de un switch y una llave; al girar la llave un paso a la derecha se conectará el cargador de baterías incorporado en la bomba con la batería principal. El segundo paso se mantendrá máximo 10 segundos y conectará el motor de arranque a la batería principal. Si la bomba no arranca se puede repetir el segundo paso para intentar un segundo o tercer arranque de ser necesario. El tiempo de espera entre arranques será de 15 segundos, lo cual está recomendado por el fabricante (Owner's Manual. AIR- COOLED DIÉSEL ENGINE, S.F.)

Si el motor de arranque se enciende repetidas veces en poco tiempo se puede recalentar y dañarse los bobinados del motor de arranque. Si se lo deja mucho tiempo encendido cuando el motor de combustión esté encendido se puede dañar el bendix por el choque con el volante.

- 2) El arranque de encendido manual por retroceso se lo realiza cuando no se puede encender el motor de arranque, ya sea por causas eléctricas o por daños en el bendix. Este arranque se realizará colocando el selector de tres posiciones en la mitad (apagado) y se procederá a encender halando una cuerda enrollada, por medio de un acople que hará girar el eje. Hay que descomprimir el motor después de cada intento por medio de una palanca la misma que estará ubicada en la parte superior del motor, esta acción se la realizará de forma manual.
- 3) La bomba principal se encenderá de forma automática cuando cumpla las siguientes condiciones:
 - El sensor de nivel debe sentir un nivel mínimo de agua.
 - El selector de tres posiciones debe estar en modo automático.
 - Se encenderá sólo cuando exista una baja en la presión de la red hídrica contra incendios a un valor de 60 Psi, la misma que será sensada con un presóstato de alta presión. Si la bomba no logra encender en el primer arranque se deberá dar un

segundo o tercer arranque, esta información será sensada por un presóstato de baja presión a un valor de 30 Psi.

El segundo y tercer arranque tendrán mayor duración que el anterior los cuales no superarán los 10 segundos y el tiempo entre cada arranque será de 15 segundos

Si la bomba no logra arrancar de forma automática se activará una alarma sonora, la cual se desactivará cuando la bomba se encienda o de forma manual con un selector de dos posiciones.

4.1.3. Análisis las condiciones de apagado de la motobomba.

El sistema se puede apagar de forma manual quitando el paso de combustible hacia el motor, lo cual se puede lograr cerrando la válvula de combustible que se encuentra en la salida del tanque de combustible o colocando el sistema de regulación de velocidad de la motobomba en posición de apagado.

El motor a diesel no se apagará si se suspende la energía eléctrica de la batería que va conectada al mismo, porque el motor para poder encender no necesita de chispa para lograr la explosión de la mezcla aire combustible

Si se corta el combustible con la válvula en la salida del tanque la motobomba permanecerá encendida hasta terminar el combustible residual en las cañerías y en el siguiente arranque hay que llenar todas las cañerías hasta la entrada de combustible en el motor de forma manual.

Si se corta el combustible con el sistema de regulación de velocidad, la bomba disminuirá su velocidad a cero en poco tiempo y no requiere de un llenado manual de las tuberías de combustible.

Para cortar el combustible en el sistema de regulación de velocidad de forma automática se energizará el motor de apagado.

El apagado automático se realizará cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- La red hídrica llegue a una presión pre establecida de 70 Psi, la misma que será sensada por el presóstato de alta presión o cuando el nivel del agua sensado por el sensor de nivel sea mínimo o cuando se presione el paro general tipo hongo.
- La orden de apagado automático será enviada desde el Logo al motor de corriente continua de apagado.

El tiempo de activado del motor de corriente continua de apagado será de 7 segundos.

Las órdenes de apagado tienen prioridad a las órdenes de encendido y esto será programado en el controlador lógico programable.

4.1.4. Programación y la simulación en el software LOGO Soft.

Para poder realizar la programación y la simulación del sistema de control que se instalará en el prototipo se deberá seguir los siguientes pasos:

Primero.- Definir las salidas a ser utilizadas para el sistema prototipo. Se utilizará las cuatro salidas integradas en el controlador lógico programable LOGO; las mismas que son de tipo relé, las cuales están identificadas por la letra "Q" acompañadas de un número del 1-4 que nos indica el orden.

Q1: Alimenta a un contactor que pone en condiciones de contacto a la motobomba

Las condiciones de contacto son:

- Unir el polo positivo de la batería principal (batería de alimentación motor de arranque, motor de apagado y alarma) al cargador de baterías que está incorporado en la motobomba.
- Separar el positivo de la batería principal con la unión del positivo de la batería secundaria (batería de alimentación al circuito de control) y el mantenedor de carga Lovato BCF 025012.

Q2: Alimenta al contactor de arranque, el mismo que conecta el positivo de la batería principal al polo positivo del motor de arranque.

El polo negativo de la batería principal estará conectado permanentemente a los polos negativos de la batería secundaria, mantenedor de carga Lovato BCF 025012, motor de arranque, motor de apagado y a la carcasa del motor a diesel.

Q3: Alimenta al contactor de apagado; conecta la batería principal con el motor de apagado.

Q4: Conecta al contactor que alimenta la alarma.

Segundo.- Definir las entradas a ser utilizadas para el sistema prototipo.

Utilizaremos las cinco primeras entradas integradas en el controlador lógico programable LOGO, las entradas están identificadas por la letra "I" acompañadas de un número del 1 al 8 que nos indican el orden.

I1: Se activa cuando el selector de tres posiciones este en automático.

I2: Se desactiva cuando el pulsador tipo hongo de color rojo se encuentre presionado

I3: Se desactiva cuando la cisterna no tenga un nivel mínimo de agua; esta será activada y desactivada por medio del sensor de nivel.

I4: Se activa por el presóstato de alta, cuando disminuya la presión en la descarga de la bomba.

I5: Se activara después del presóstato de alta a una presión mínima en la red hídrica.

Tercero.- Definición de los elementos de maniobra.

Selector de tres posiciones.- Utilizado en la posición 1 o de la izquierda como automático, en la posición 2 o medio como apagado y en la posición 3 o la derecha como manual.

Paro general tipo hongo de color rojo.- Da la orden de apagado para la motobomba y desconecta la fase en la alimentación del mantenedor de carga.

Selector de dos posiciones: Apaga la alarma sonora.

Cuarto.- Dimensionamiento y ubicación de las protecciones:

Un breaker de un polo de 2 A en la entrada del mantenedor de carga

Un breaker de 2 A para proteger el circuito de control.

Quinto.- Análisis de las condiciones y conexiones para funcionamiento del circuito.

El mantenedor de carga de las baterías e alimentado por una fuente de corriente alterna 110 V. La salida del mantenedor de carga es de 12 VDC y es conectado a la batería principal y secundaria.

Con la batería principal se alimenta al motor de arranque, motor de apagado y alarma.

Con la batería secundaria se alimenta al controlador lógico programable LOGO, las entradas, salidas y luces piloto.

Con el selector de tres posiciones se puede ubicar al circuito en condición de manual, automático o apagado.

Si el selector de tres posiciones está en posición de apagado la bomba solo puede ser encendida de forma manual desde el arranque por retroceso (girando el eje del motor por medio de una cuerda que se encuentra enrollada al eje del motor);

Si el selector de tres posiciones está en manual separaremos la conexión de la batería principal a la unión del mantenedor de carga con la batería secundaria y se podrá encender la motobomba con el switch y llave.

Para que la motobomba esté en condiciones de contacto en automático debe estar el selector de tres posiciones en automático, debe cerrarse el presóstato de alta para el primer arranque y de ser necesario debe cerrarse el presóstato de baja para el segundo o tercer arranque; es importante que el sensor de nivel esté activado, lo que implica que en la cisterna hay un nivel de agua superior al mínimo y que el paro general no se encuentre activado.

La batería principal se carga cuando el selector de tres posiciones esté en automático y la motobomba no esté en condiciones de contacto o que el selector de tres posiciones esté en apagado.

La motobomba estará en condiciones de arranque solo después de que la motobomba esté en condiciones de contacto y que haya pasado 2 segundos; la condición de arranque para el primer encendido del motor de arranque de la motobomba durará 3 segundos, para el segundo encendido del motor de arranque con el presóstato de baja dura 4 segundos y tercer encendido dura 5 segundos; el tiempo entre cada encendido será de 15 segundos.

El encendido del motor de apagado se realiza después de que la bomba se encienda automáticamente, cuando el presóstato de alta abra sus contactos o cuando se presione el paro general.

El encendido del motor de apagado es de 7 segundos.

La alarma suena después de 5 segundos que el motor de arranque se encienda por tercera vez. La alarma se puede desconectar desde el selector de dos posiciones.

Sexto.- Se procede a hacer los diagramas eléctricos de control y de fuerza.

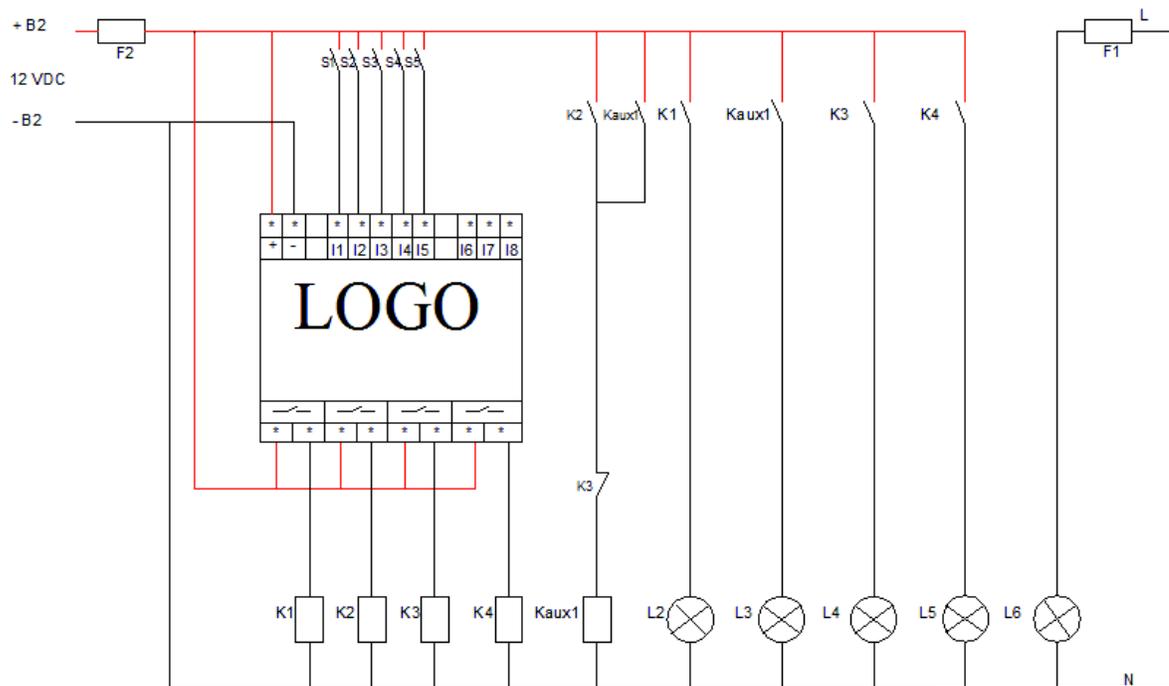


Figura 45. Diagrama de control del sistema de encendido y apagado de una motobomba Barnes de 10 Hp.

La luz piloto L6 trabajará 110 VAC para indicar la presencia de energía eléctrica en la entrada del mantenedor de carga.

Fuente: Alex Barragán, 2016.

F1= Breaker 1 polo protección entrada del mantenedor de carga.

F2= Breaker 1 polo protección sistema de control.

S1= Selector de tres posiciones en automático.

S2= Paro general.

S3= Sensor de nivel.

S4= Presóstato de alta.

S5= Presóstato de baja.

K1= Contactor 1

K2= Contactor 2

K3= Contactor 3

K4= Contactor 4

Kaux1= Relé auxiliar.

L1= Luz piloto verde 110 VAC.

L2= Luz piloto verde contacto 12 VDC.

L3= Luz piloto verde encendido 12 VDC.

L4= Luz piloto roja apagado 12 VDC.

L5= Luz piloto verde alarma 12 VDC.

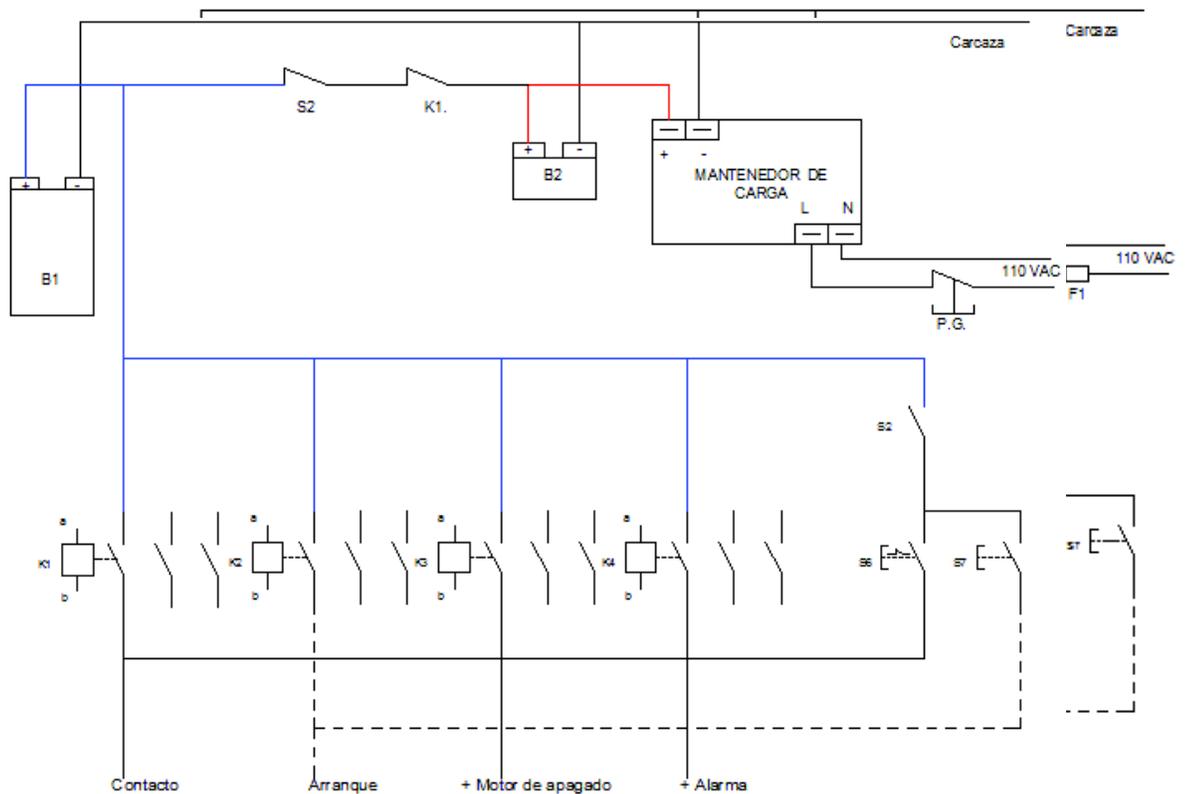


Figura 46. Diagrama de fuerza del sistema de encendido y apagado de una motobomba Barnes de 10 HP.

Fuente: Alex Barragán, 2016.

S6= Selector de dos posiciones.

S7= Selector de tres posiciones en manual.

B1= Batería principal.

B2= Batería secundaria.

Séptimo.- Se transforma todas las condiciones de funcionamiento del sistema, sensores y elementos de maniobra en un programa en lenguaje FBD.

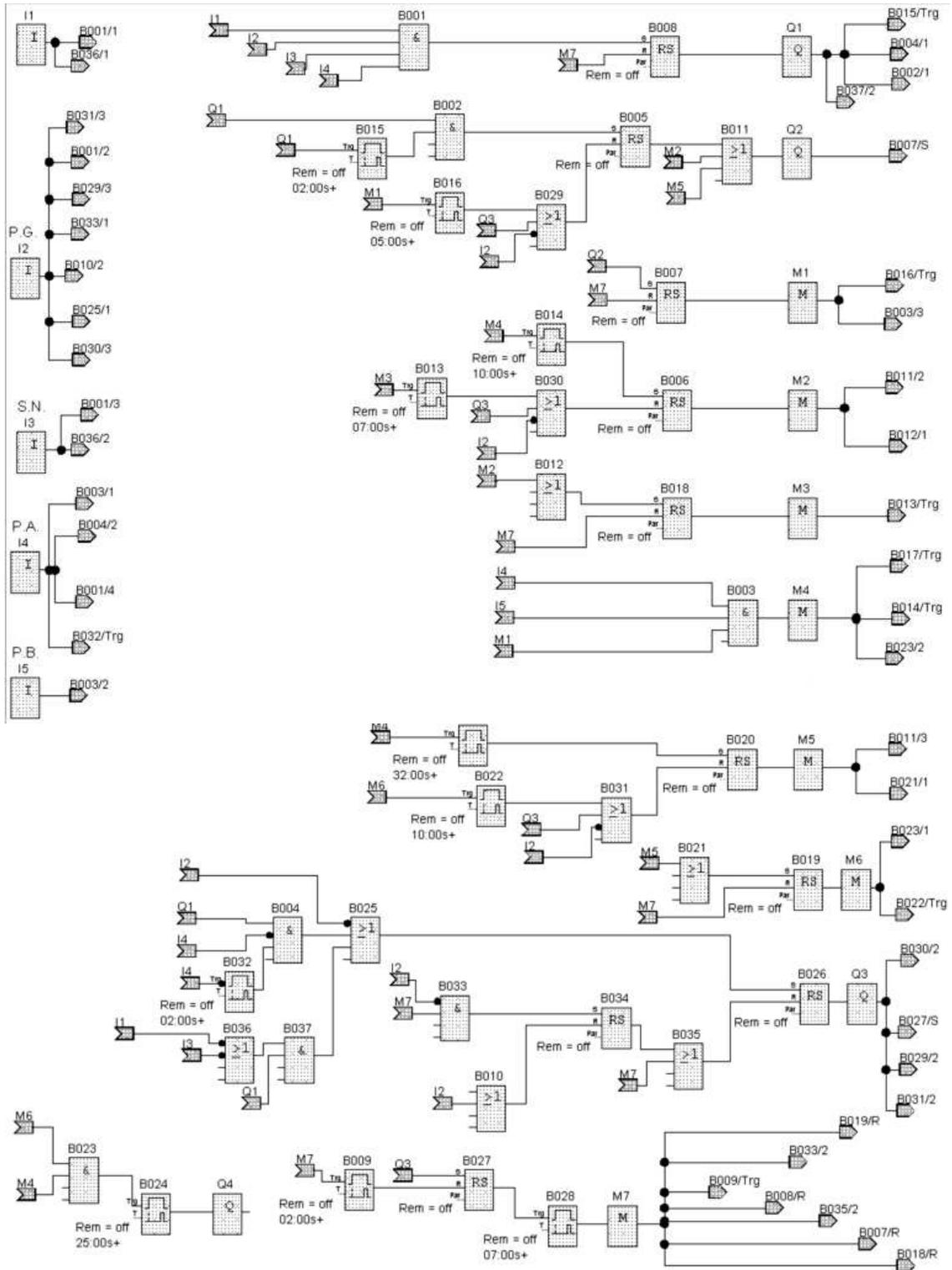


Figura 47. Programación en FBD.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

Octavo.- Simulación de la programación.

Secuencia de simulación para el encendido de la motobomba.

El inicio del programa se tiene activadas las entradas I1, I2, I3 y todas las salidas desactivadas. Esta son condiciones normales del sistema en reposo.

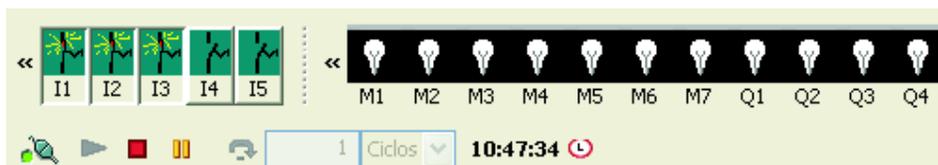


Figura 48. Simulación condición de reposo del sistema automático del control de la motobomba.

Las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, son marcas que representan contactores auxiliares internos del controlador lógico programable LOGO.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

Activando la entrada I4 y manteniendo las entradas I1, I2, I3 conectadas; se activara la salida Q1.

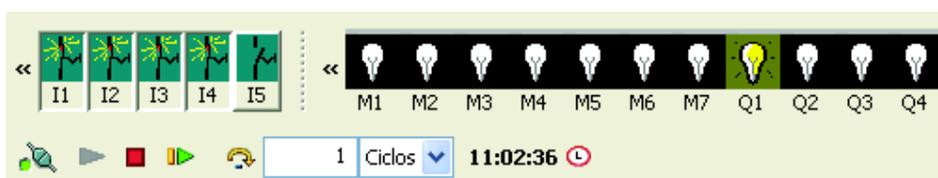


Figura 49. Simulación condición de contacto del sistema automático del control de la motobomba.

Las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, son marcas que representan contactores auxiliares internos del controlador lógico programable LOGO.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

La salida Q2 se activa después de 2 segundos de permanecer activada la salida Q1. Esto representa el primer arranque de la bomba.



Figura 50. Simulación condición de arranque del sistema automático del control de la motobomba.

Las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, son marcas que representan contactores auxiliares internos del controlador lógico programable LOGO.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

La salida Q2 permanece activada durante 5 segundos y se procede a desactivar.



Figura 51. Simulación condición siguiente del primer arranque del sistema automático del control de la motobomba.

Las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, son marcas que representan contactores auxiliares internos del controlador lógico programable LOGO.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

De ser necesario el segundo y tercer arranque se tiene las siguientes condiciones:

La presión en la red hídrica disminuirá hasta cerrar los contactos en el presóstato de baja y activar la entrada I5, las entradas I1, I2, I3, I4 permanecerán activadas y se activará la salida Q2 por segunda vez después de 10 segundos de activarse la entrada I5.



Figura 52. Simulación condición del segundo arranque del sistema automático del control de la motobomba.

Las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, son marcas que representan contactores auxiliares internos del controlador lógico programable LOGO.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

Si la bomba pudo arrancar en el segundo arranque, se desactiva la entrada I5 por el aumento en la presión en la red hídrica.

El tiempo de activación de la salida Q2 en el segundo arranque es de 7 segundos.

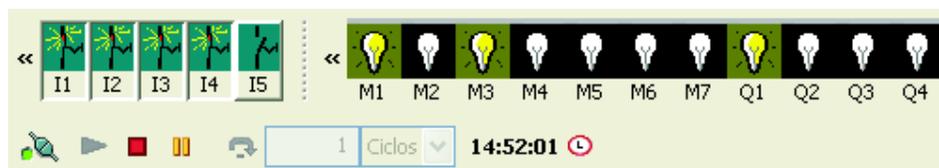


Figura 53. Simulación condición siguiente del segundo arranque y desactivación de la entrada I5 del sistema automático del control de la motobomba.

Las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, son marcas que representan contactores auxiliares internos del controlador lógico programable LOGO.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

Si después del segundo arranque la motobomba enciende, la entrada I5 se desactiva y la motobomba permanece en condición de contacto.

Si después del segundo arranque la motobomba no enciende, la entrada I5 permanece activada y se procede activar la salida Q2 por tercera vez; después de 15 segundos de haberse desactivado la salida Q2 por segunda vez y permanece activada un lapso de 10 segundos.

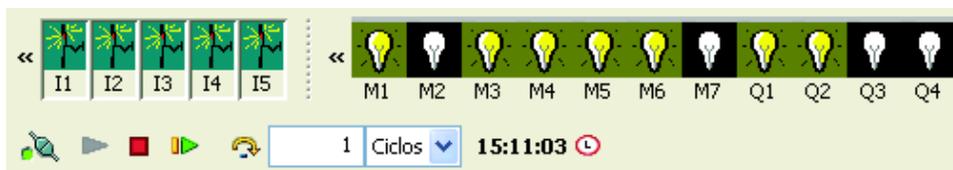


Figura 54. Simulación condición del tercer arranque del sistema automático de control de la motobomba.

Las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, son marcas que representan contactores auxiliares internos del controlador lógico programable LOGO.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

Si después del tercer arranque la motobomba enciende, la entrada I5 se desactiva y la motobomba permanece en condición de contacto.



Figura 55. Simulación condición siguiente al tercer arranque y desactivación de la entrada I5 del sistema automático del control de la motobomba.

Las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, son marcas que representan contactores auxiliares internos del controlador lógico programable LOGO.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

Si después del tercer arranque la motobomba no enciende, se activará la salida Q4 después de haberse desactivado la salida Q2 por tercera vez y haber esperado un tiempo de 25 segundos.

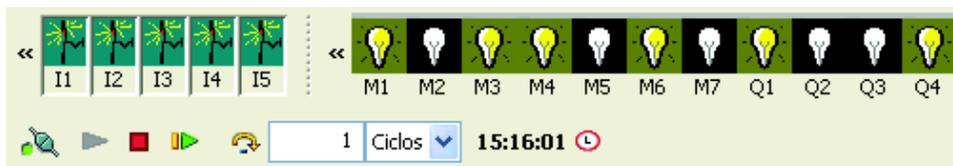


Figura 56. Simulación activación de la alarma después del tercer arranque del sistema automático del control de la motobomba.

Las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, son marcas que representan contactores auxiliares internos del controlador lógico programable LOGO.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

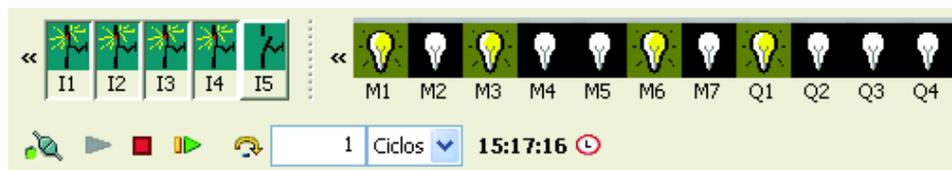


Figura 57. Simulación condición de apagado de la alarma por desactivación de la entrada I5 del sistema automático del control de la motobomba.

Las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, son marcas que representan contactores auxiliares internos del controlador lógico programable LOGO.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

El apagado manual de la alarma se realiza desde el selector de dos posiciones ya que su contacto se encuentra conectado en serie a la bobina del contactor en la salida Q4 del controlador lógico programable.

Para la activación de las salidas Q2, Q3, y Q4 permanece activada la salida Q1, para mantener aisladas la batería principal a la batería secundaria y evitar fallas en el controlador por falta de energía en el encendido del motor de arranque o de apagado o la alarma.

Secuencia de simulación para el apagado de la motobomba.

Desactivando la entrada I2 en cualquier momento después de inicializar el LOGO o desactivando las entradas I1, I3 después de activar la salida Q1; se activa la salida Q3 como se muestra en las figuras 58 a 65.

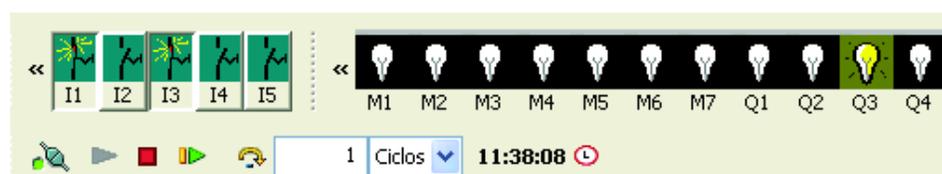


Figura 58. Apagado de la motobomba por activación del paro general.

Desactivando la entrada I2 en condiciones de reposo.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.



Figura 59. Apagado de la motobomba por activación del paro general.

Desactivando la entrada I2 después de activar I4. La salida Q2 no podrá activarse al mismo tiempo que la salida Q3 con preferencia de activado de Q3.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

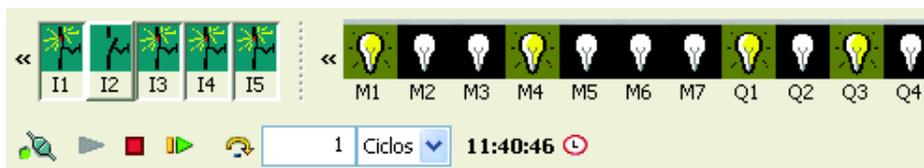


Figura 60. Apagado de la motobomba por activación del paro general.

Desactivando la entrada I2 después de activar I4 e I5.

La salida Q2 no podrá activarse al mismo tiempo que la salida Q3 con preferencia de activado de Q3.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.



Figura 61. Apagado de la motobomba por activación de paro general.

Desactivando la entrada I2 después de desactivar I1, I3, I4, I5.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.



Figura 62. Apagado de la motobomba por desactivación del automático en el selector de tres posiciones.

Desactivando la entrada I1 después de activar I4.

La salida Q2 no podrá activarse al mismo tiempo que la salida Q3 con preferencia de activado de Q3.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

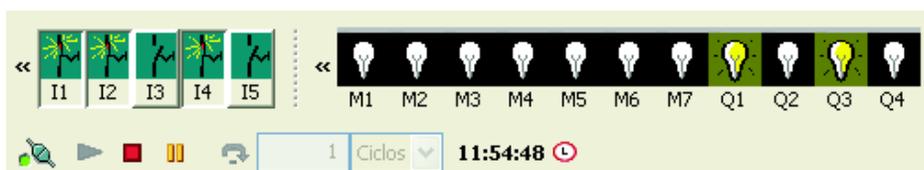


Figura 63. Apagado de la motobomba por el sensor de nivel.

Desactivando la entrada I3 después de activar I4.

La salida Q2 no podrá activarse al mismo tiempo que la salida Q3 con preferencia de activado de Q3.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

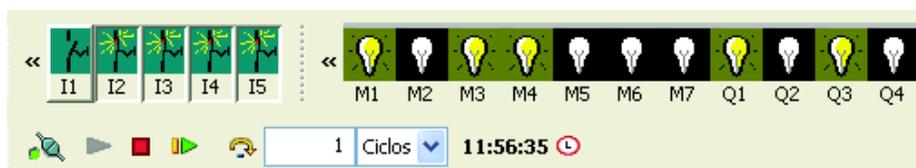


Figura 64. Apagado de la motobomba por desactivación del automático en el selector de tres posiciones.

Desactivando la entrada I1 después de activar I4, I5.

La salida Q2 no podrá activarse al mismo tiempo que la salida Q3 con preferencia de activado de Q3.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.



Figura 65. Apagado de la motobomba por el sensor de nivel.

Desactivando la entrada I3 después de activar I4, I5.

La salida Q2 no podrá activarse al mismo tiempo que la salida Q3 con preferencia de activado de Q3.

Fuente: Captura del simulador Logo SOFT. Alex Barragán, 2016.

Noveno.-El programa probado en las simulaciones se lo transfiere al controlador lógico programable ya sea de forma manual desde la pantalla de programación o desde un computador utilizando el cable de siemens para programación.

En el prototipo se transfiere el programa de forma manual desde la pantalla de programación.

4.1.5. Construcción del tablero

Para la construcción del tablero se procedió con las siguientes actividades:

Primero.- Se realizó los huecos en el gabinete metálico para las luces piloto, selectores y pulsador tipo hongo, luego se procedió al pintado del gabinete metálico de color rojo y a ubicar los elementos, en la fila superior se ubicó las luces piloto, en la fila de la mitad se ubicaron los selectores y al final en el centro del gabinete se ubicó el pulsador tipo hongo.

Segundo.-Se ubicó en el fondo desmontable los acomodadores ranurados y el riel DIN.

Los acomodadores ranurados se utilizan para colocar el cableado y en la riel DIN posteriormente se ubica: las protecciones, controlador lógico programable, mantenedor de carga, contactores, relé auxiliar, borneras.

Tercero.- Se procedió al cableado de la fuerza con cable #12 AWG y al cableado del control con cable #16 AWG.

Cuarto.- Se programó el controlador lógico desde la pantalla del mismo con las teclas de programación.

Esta programación se realiza desde la salida hacia las entradas y desde las marcas hasta las entradas, el tiempo correspondiente a cada timer se lo programará el momento de crear el bloque de función.

Quinto.- Se prueba la secuencia de funcionamiento cargado en el controlador lógico programable sin conectar el tablero de control a la motobomba o prueba en vacío.

4.1.6. Ensamblado del prototipo

Se ubica la bomba en un lugar de fácil acceso y con buena ventilación para la eliminación de los gases producidos por el motor a diésel.

Para el ensamblado del prototipo se procede con las siguientes actividades:

Primero.- Conexión de la tubería de 3" desde la succión de la bomba hasta la válvula de pie ubicada en el tanque de almacenamiento de agua; la tubería va a ser roscada y galvanizada, para evitar fugas en las uniones de las roscas se enrollara la rosca con teflón y se lo recubre con un sellador llamado IPS.

Segundo.- Conexión de la tubería en la descarga de la bomba y ubicación de los presóstatos y manómetro después de la válvula check.

La descarga de la bomba termina en la parte superior del tanque de almacenamiento de agua para alimentarlo al mismo y tener un sistema de recirculación.

Se ubica un acople universal en la descarga y en la succión de la bomba.

Tercero.- Conexión del tubo de cebado de la bomba, el mismo que tendrá un nivel superior al de la succión.

Cuarto.- Cebado de la bomba, este procedimiento se lo realiza para obtener un correcto funcionamiento de la bomba; cebar la bomba

consiste en llenar de líquido la succión y toda la carcasa de la bomba. Es importante eliminar todas las burbujas de aire después de cebar la bomba para evitar el fenómeno de cavitación.

La cavitación es un fenómeno hidrodinámico en el cual el agua cambia de estado líquido a vapor y de esta forma producir daños en la bomba.

Quinto.- Colocar aceite en el interior del motor, esta actividad se la realiza para lubricar y refrigerar al motor de combustión, se lo realiza retirando el tapón y llenando de aceite hasta el nivel indicado en el marcador ubicado en el tapón.

El aceite se lo debe cambiar cada 20 horas de trabajo durante los tres primeros cambios, a partir del cuarto cambio se lo realiza cada 50 horas. (Ower's manual. Air- Cooled Diesel Engine. S.F.)

Sexto.-Ubicación del tubo de escape desde la motobomba a un punto exterior.

El tubo de escape de la motobomba se lo une a un tubo con la curva necesaria para poder direccionar la salida del humo hacia arriba y esta unión se logra por medio de una brida soldada a la motobomba y al tubo.

Séptimo.-Llenado del tanque de combustible con diésel, esta actividad se la debe hacer antes de encender la bomba por primera vez llenando la tubería hasta la entrada del motor.

Se debe revisar el nivel de combustible después de utilizar la bomba para completar lo consumido y de esa forma asegurarnos que la bomba pueda encender y trabajar en posteriores arranques.

Octavo.-Pruebas manuales para comprobar que no existan fugas de agua en la tubería y expulsión del aire en las tuberías.

Esta actividad se la realiza arrancando la bomba de forma manual y con la válvula de descarga abierta para expulsar el aire que se encuentra dentro de la tubería.

Después de expulsar el aire en la tubería se cierra la válvula de descarga para presurizar la red hídrica, se apagará la bomba de forma manual y se procederá a visualizar fugas en la red hídrica.

Si no se detecta fugas después de presurizar la red hídrica se anota el valor de presión medido por el manómetro para realizar una inspección de fugas después de 24 horas, esta inspección se la realiza comparando el valor de presión medido después de 24 horas en el manómetro con el valor anotado en la primera inspección; si los valores de presión son iguales esto significa que no hay fuga en la red hídrica.

Si los valores de presión son diferentes se debe presurizar la tubería y hacer una inspección para poder corregir la fuga.

Si la presión no aumenta encendiendo el motor a diésel en la tubería significa que la bomba se encuentra descebada o con aire en la carcasa para lo cual se debe cebar la bomba nuevamente, expulsar las burbujas de aire y de ser necesario revisar el correcto funcionamiento de la válvula de pie.

Noveno.-Ubicación del tablero de control.

El tablero de control debe ubicarse en un lugar de fácil acceso y cercano a la motobomba, el mismo que será anclado a la pared con tacos y tornillos.

Decimo.- Cableado del tablero de control a la bomba.

En este cableado conectaremos: la batería principal de la bomba, el motor de arranque, el motor de apagado, presóstato de alta, presóstato de baja y los cables desde el switch activado por medio de la llave.

4.1.7. Pruebas del sistema

TABLA 8.
Pruebas de fugas en la red hídrica.

Nº	Arranque	Número de Fugas	Tiempo E.
1	Manual motor de arranque	3	30 min
2	Manual motor de arranque	1	60 min
3	Manual motor de arranque	0	24 horas

Nota. Tiempo E. Es el tiempo desde la presurización de la red hídrica hasta el control de las fugas.

Nota. Fuente: Alex Barragán. (2016). Quito.

La primera fuga fue ubicada en la universal conectada en la succión de la bomba.

La segunda fuga fue ubicada en el bushing de la derivación para los presóstatos y manómetros

Y la última fuga se ubicó en la válvula check, ubicada en la descarga de la motobomba

TABLA 9.
Prueba de arranque manual de la motobomba.

Nº	Descripción	Tiempo de Encendido (Seg.)
1	Primer arranque por retroceso	20
2	Segundo arranque por retroceso	10
3	Tercer arranque por retroceso	6
4	Cuarto arranque por retroceso	6
5	Quinto arranque por retroceso	6
6	Primer arranque motor de arranque	6
7	Segundo arranque motor de arranque	5
8	Tercer arranque motor de arranque	3
9	Cuarto arranque motor de arranque	3
10	Quinto arranque motor de arranque	3

Nota. En esta prueba primero se abrirá la válvula de bola, a continuación se procederá con los arranques.

Nota. Después de cada arranque se presurizará la red hídrica a 70 PSI.

Nota. El tiempo de espera entre encendidos del motor de arranque será de 15 segundos.

Nota. El tiempo de encendido del motor de arranque para las 5 pruebas será de 5 segundos.

Nota. El tiempo de encendido será el tiempo transcurrido después de abrir la válvula de bola hasta el encendido de la motobomba.

Nota. La presión de encendido es la presión marcada por el manómetro cuando la motobomba enciende.

Nota. Fuente: Alex Barragán. (2016). Quito.

TABLA 10.
Prueba de apagado manual del motor a diésel.

Nº	Descripción	Tiempo de Apagado (Seg.)
1	Primer apagado sistema regulación de velocidad	8
2	Segundo apagado sistema regulación de velocidad	6
3	Tercer apagado sistema regulación de velocidad	6
4	Cuarto apagado sistema regulación de velocidad	7
5	Quinto apagado sistema regulación de velocidad	7
6	Primer apagado válvula paso de combustible	52
7	Segundo apagado válvula paso de combustible	53
8	Tercer apagado válvula paso de combustible	52
9	Primer apagado sistema despresurizador	N.A.
10	Segundo apagado sistema despresurizador	N.A.

Nota. El apagado se procederá cuando la presión llegue a 70 PSI.

Nota. El apagado con el despresurizador disminuye la vida útil del motor a diésel.

Nota. N.A.= No aplica por posibles daños internos del motor a diésel.

Nota. Después de cada apagado con la válvula de paso de combustible, hay que llenar de forma manual el combustible en toda la tubería hasta la entrada al motor.

Nota. El tiempo de apagado es el tiempo desde que la bomba se activa cualquiera de los tres mecanismos de apagado hasta que la bomba se detenga completamente.

Nota. La presión de apagado es la medida después de que la bomba se haya detenido completamente.

Nota. Fuente: Alex Barragán. (2016). Quito.

TABLA 11.
Prueba de encendido automático motobomba con tablero de control.

Nº	Descripción	Tiempo de Encendido (Seg.)	Presión de Encendido (PSI)
1	Primer arranque	3	50
1	Segundo arranque	4	20
1	Tercer arranque	5	0
2	Primer arranque	3	50
2	Segundo arranque	4	20
2	Tercer arranque	5	0
3	Primer arranque	3	50
3	Segundo arranque	4	20
3	Tercer arranque	5	0

Nota. En esta prueba se abrirá la válvula de bola y la motobomba arrancará de forma automática.

Nota. Después de cada arranque la motobomba se presurizará a 70 PSI.

Nota. Los tiempos de encendido del motor de arranque serán: 5 segundos primer arranque, 7 segundos segundo arranque y 10 segundos tercer arranque.

Nota. Los tiempos entre encendido del motor de arranque serán de 15 segundos entre arranques.

Nota. El tiempo de encendido será el tiempo transcurrido después de abrir la válvula de bola hasta el encendido de la motobomba.

Nota. La presión de encendido es la presión marcada por el manómetro cuando la motobomba enciende.

Nota. Fuente: Alex Barragán. (2016). Quito.

TABLA 12.
Prueba apagado de la motobomba controlado con el LOGO desde el tablero de control.

Nº	Descripción	Tiempo de Apagado (Seg.)	Presión de Apagado (PSI)
1	Primer apagado automático	7	75
2	Segundo apagado automático	7	78
3	Tercer apagado automático	7	78
4	Apagado automático desde el paro general	7	65
5	Apagado automático desde el selector de tres posiciones	7	60
6	Apagado automático desde el sensor de nivel	7	50

Nota. El apagado automático se procederá cuando la presión llegue a 70 PSI.

Nota. El apagado automático se realizará con un motor de CC, el mismo que estará adaptado al regulador de velocidad.

Nota. El apagado desde el paro general se lo puede realizar en cualquier momento.

Nota. El apagado con el selector de tres posiciones o el sensor de nivel se los realizará solo cuando la motobomba se haya encendido,

Nota. El tiempo de apagado es el tiempo desde que la bomba se activa el mecanismo de apagado hasta que la bomba se detenga completamente.

Nota. La presión de apagado es la medida después de que la bomba se haya detenido completamente.

Nota. Fuente: Alex Barragán. (2016). Quito.

4.2. Recursos utilizados

4.2.1. Recursos Humanos.

TABLA 13.

Recursos humanos.

Nº	Descripción	Costo Hora	Nº Horas
1	Tecnólogo Electromecánico	12,50	12
2	Técnico Hidráulico	5.00	10

Nota. Fuente: Alex Barragán. (2016). Quito.

Tecnólogo Electromecánico.- Sus funciones son: diseñar, construir, instalar y probar el sistema de control automático y autónomo de encendido y apagado de una bomba a diésel contra incendios.

Técnico hidráulico.- Sus funciones son: Instalar la tubería con sus respectivos acoples, instalar la motobomba, ayudar con la instalación del tablero de control y ayudar con las pruebas.

4.2.2. Recursos Técnicos.

Los recursos técnicos son todas las herramientas y maquinaria utilizada para la elaboración del prototipo.

Taladro.- Máquina eléctrica rotatoria utilizada para hacer agujeros.

Destornilladores.- Herramientas manuales para ajustar o aflojar tornillos.

Cortadora de cable.- Sirve para cortar y pelar cable eléctrico.

Ponchadora.- Herramienta manual utilizada para poner terminales en cables.

Mordaza para tubo.- Es utilizada para sujetar tubos mientras se ubica los acoples.

Llave de tubo.- Es utilizada para ajustar o aflojar acoples roscados a la tubería.

Llaves mixtas.- Es una herramienta manual para ensamble de maquinaria.

Brocha.- Utilizada para pintar el gabinete y la tubería.

4.2.3. Lista de Materiales.

TABLA 14.

Lista de materiales para el prototipo.

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Bushing 3" a 2 1/2"	Reducción succión bomba
2	Neplo 2 1/2" *12 cm	Tubería succión
3	Universal 2 1/2"	Acople tubería succión
4	Neplo 2 1/2" *38 cm	Tubería succión
5	Codo 2 1/2"	Tubería succión
6	Neplo 2 1/2" *70 cm	Tubería succión
7	Neplo 2 1/2" *10 cm	Tubería succión
8	Neplo 2 1/2" *64 cm	Tubería succión
9	Unión 2 1/2"	Tubería succión
10	Válvula de pie 2 1/2"	Válvula unidireccional con filtro
11	Neplo 2 1/2" *30 cm	Tubería descarga
12	Bushing 2 1/2" a 2"	Tubería descarga
13	Bushing 2" a 1 1/2"	Tubería descarga
14	Neplo 1 1/2" *8 cm	Tubería descarga
15	Universal 1 1/2"	Tubería descarga
16	Neplo 1 1/2" *10 cm	Tubería descarga
17	Válvula check 1 1/2"	Tubería descarga
18	Neplo corrido 1 1/2"*4 cm	Tubería descarga
19	"T" 1 1/2"	Tubería descarga
20	Bushing 1 1/2 a 1"	Tubería para manómetro y presóstatos
21	Bushing 1" a 1/2"	Tubería para manómetro y presóstatos
22	Neplo 1/2" *30 cm	Tubería para manómetro y presóstatos
23	Cruz 1/2"	Tubería para manómetro y presóstatos
24	Neplo 1/2" *6 cm	Tubería para manómetro y presóstatos
25	Codo 1/2"	Tubería para manómetro y presóstatos
26	Bushing 1/2" a 1/4"	Tubería para manómetro y presóstatos
27	Neplo 1/4" *10 cm	Tubería para manómetro y presóstatos
28	Neplo 1/2" *6 cm	Tubería para manómetro y presóstatos
29	Unión reducción 1 1/2" a 1 1/4"	Tubería para manómetro y presóstatos
30	Neplo de 1/2" *10 cm	Tubería para manómetro y presóstatos
31	Neplo 1/2" *5 cm	Tubería para manómetro y presóstatos
32	Neplo 1 1/2" *57 cm	Tubería descarga
33	Codo 1 1/2"	Tubería descarga
34	Bushing 1 1/2 "a 1 1/4"	Tubería descarga
35	Neplo 1 1/2" *36 cm	Tubería descarga
36	Válvula de bola 1 1/4"	Tubería descarga
37	Neplo 1 1/4" *20 cm	Tubería descarga
38	Codo 1 1/4"	Tubería descarga
39	Neplo 1 1/4" * 16 cm	Tubería descarga

40	Neplo 1 1/4" * 25 cm	Tubería descarga
41	Pega IPS	Sellador de roscas para tubería
42	Teflón amarillo	Sellador de roscas para tubería
43	Bomba Barnes HI- FORCE 10Hp	Bomba con motor diésel
44	Motor C.C. apagado	Motor con caja reductora
45	Polea	Acople para el motor
46	Resorte de tracción	Acople para sistema de pagado
47	Cable de acero de apagado	Acople para sistema de apagado
48	Brida	Acople tubo de escape
49	tubo de escape	Para eliminar gases
50	Pintura color rojo tipo esmalte	Para gabinete metálico y tubería
51	Gabinete metálico 70*40*30cm	Tablero de control
52	Controlador LOGO 12-24 VDC	Controlador lógico programable
53	Mantenedor de carga Lovato	Cargador de baterías
54	Contactores 12 VDC	Elementos de maniobra bobina 12 VDC
55	Relé auxiliar con base de 8 pines	Contactos auxiliares para control bobina 12 VDC
56	Presóstato de alta	Sensor de presión
57	Presóstato de baja	Sensor de presión
58	Manómetro	Medidor de presión
59	Batería 7 Ah 12 VDC	Batería para control
60	Batería 40 Ah 12 VDC	Batería para fuerza
61	Pulsador tipo hongo	Paro general
62	Selector 3 posiciones	Manual, apagado y automático
63	Selector 2 Posiciones	Apagado alarma sonora
64	Luz piloto 110-220 VAC	Luces piloto color verde grande
65	Luz piloto 12 VDC	Luces piloto verdes y rojas pequeñas
66	Alarma sonora	Alarma sonora pequeña
67	Terminales U	Terminales para cables
68	Terminal de riel pequeño	Terminales para cables
69	Terminal tipo puntilla	Terminales para cables
70	Cable # 18 AWG	Cableado control
71	Canaleta tipo acomodador	Para cableado
72	Cable # 14 AWG	Cableado fuerza
73	Breaker 1 polo 2 A	Protecciones
74	Borneras	Bornes para cables

4.2.4. Costos.

TABLA 15.

Precios del prototipo.

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Valor Unitario	Valor Total
1	3	Bushing 3" a 2 1/2"	4,25	12,75
2	1	Neplo 2 1/2" *12 cm	5,00	5,00
3	1	Universal 2 1/2"	30,00	30,00
4	1	Neplo 2 1/2" *38 cm	8,00	8,00
5	4	Codo 2 1/2"	12,00	48,00
6	1	Neplo 2 1/2" *70 cm	10,00	10,00
7	1	Neplo 2 1/2" *10 cm	5,00	5,00
8	1	Neplo 2 1/2" *64 cm	10,00	10,00
9	1	Unión 2 1/2"	7,00	7,00
10	1	Válvula de pie 2 1/2"	54,00	54,00
11	1	Neplo 2 1/2" *30 cm	7,00	7,00
12	1	Bushing 2 1/2" a 2"	3,41	3,41
13	1	Bushing 2" a 1 1/2"	2,92	2,92
14	1	Neplo 1 1/2" *8 cm	2,00	2,00
15	1	Universal 1 1/2"	14,90	14,90
16	1	Neplo 1 1/2" *10 cm	2,00	2,00
17	1	Válvula check 1 1/2"	27,76	27,76
18	1	Neplo corrido 1 1/2"*4 cm	1,22	1,22
19	1	"T" 1 1/2"	8,31	8,31
20	1	Bushing 1 1/2 a 1"	2,41	2,41
21	1	Bushing 1" a 1/2"	2,04	2,04
22	1	Neplo 1/2" *30 cm	2,00	2,00
23	1	Cruz 1/2"	1,00	1,00
24	1	Neplo 1/2" *6 cm	1,50	1,50
25	2	Codo 1/2"	1,45	2,90
26	1	Bushing 1/2" a 1/4"	0,90	0,90
27	1	Neplo 1/4" *10 cm	1,00	1,00
28	1	Neplo 1/2" *6 cm	1,00	1,00
29	2	Unión reducción 1 1/2" a 1 1/4"	1,50	3,00
30	1	Neplo de 1/2" *10 cm	0,80	0,80
31	1	Neplo 1/2" *5 cm	0,80	0,80
32	1	Neplo 1 1/2" *57 cm	1,00	1,00
33	1	Codo 1 1/2"	2,45	2,45
34	1	Bushing 1 1/2 "a 1 1/4"	2,22	2,22
35	1	Neplo 1 1/2" *36 cm	4,00	4,00
36	1	Válvula de bola 1 1/4"	32,00	32,00
37	1	Neplo 1 1/4" *20 cm	2,25	2,25
38	2	Codo 1 1/4"	1,45	2,90
39	1	Neplo 1 1/4" * 16 cm	1,45	1,45

40	1	Neplo 1 1/4" * 25 cm	2,22	2,22
41	2	Pega IPS	10,09	20,18
42	4	Teflón amarillo	1,16	4,64
43	1	Bomba Barnes HI- FORCE 10 Hp.	1700,00	1700,00
44	1	Motor C.C. apagado	32,00	32,00
45	1	Polea	20,00	20,00
46	1	Resorte de tracción	2,50	2,50
47	1	Cable de acero de apagado	1,00	1,00
48	1	Brida	5,00	5,00
49	1	tubo de escape	3,00	3,00
50	1	Pintura color rojo tipo esmalte	4,38	4,38
51	1	Gabinete metálico 70*40*30cm	75,00	75,00
52	1	Controlador LOGO 12-24 VDC	179,21	179,21
53	1	Mantenedor de carga Lovato	110,00	110,00
54	4	Contactores 12 VDC	25,00	100,00
55	1	Relé auxiliar con base de 8 pines	7,45	7,45
56	1	Presóstato de alta	13,00	13,00
57	1	Presóstato de baja	18,00	18,00
58	1	Manómetro	8,00	8,00
59	1	Batería 7 Ah 12 VDC	22,00	22,00
60	1	Batería 40 Ah 12 VDC	100,00	100,00
61	1	Pulsador tipo hongo	8,00	8,00
62	1	Selector 3 posiciones	2,60	2,60
63	1	Selector 2 Posiciones	2,60	2,60
64	1	Luz piloto 110-220 VAC	1,00	1,00
65	4	Luz piloto 12 VDC	0,50	2,00
66	1	Alarma sonora	9,50	9,50
67	100	Terminales U	0,04	4,20
68	2	Terminal de riel pequeño	0,05	0,10
69	100	Terminal tipo puntilla	0,02	1,70
70	30	Cable # 18 AWG	10,00	300,00
71	1	Canaleta tipo acomodador	6,20	6,20
72	10	Cable # 14 AWG	12,00	120,00
73	2	Breaker 1 polo 2 A	8,00	16,00
74	20	Borneras	0,35	7,00
75	15	Hora trabajo tecnólogo electromecánico	12,50	187,50
76	10	Hora técnico hidráulico	5,00	50,00
77	1	Alquiler computadora	20,00	20,00
78	1	Diseño del programa	20,00	20,00
79	1	Extras: amarras, tornillos, etc.	50,00	50,00
		TOTAL		3562,87

4.2. Cronograma ejecutado.

TABLA 16.

Cronograma ejecutado.

Nº	Actividades	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
1	Presentación plan de titulación					
2	Toma de información del sistema contra incendios					
3	Analizar las condiciones para el encendido de la motobomba					
4	Analizar las condiciones de apagado					
5	Selección de los elementos a ser utilizados					
6	Realizar la programación y la simulación a cargarse en el LOGO					
7	Construcción del tablero					
8	Construcción del prototipo					
9	Pruebas del sistema					
10	Redacción informe final					

5. Resultados obtenidos.

5.1. Resultados de la programación.

Q1 se activa si las entradas I1, I2, I3 se activan.

Q2 se activa:

Después de 2 segundos de activarse la entrada I4.

Después de 10 segundos de activarse I5.

Después de 15 segundos de haberse desactivado Q2 por segunda vez.

Q3 se activa si:

Se desactiva I4 después de haberse activado.

Se desactiva I1 o I3 después de haberse activado I4.

Se desactiva I2 en cualquier momento.

Q4 se activa luego de 5 segundos después de desactivarse Q2 por tercera ocasiones.

Q4 se desactiva si I5 o I4 se desactivan.

Q3 se desactiva si después de 7 segundos de activarse.

Q2 se desactiva después de:

5 segundos del primer encendido de Q2.

7 segundos después del encendido de Q2.

Después de 10 segundos del encendido de Q2.

Q1 se desactivará después de que se desactive Q3.

5.2. Funcionamiento del prototipo.

El prototipo puede funcionar de forma automática o manual dependiendo de la ubicación del selector de tres posiciones.

Si el selector de tres posiciones se encuentra en apagado la motobomba solo se puede encender de forma manual mediante el sistema de encendido por retroceso para lo cual podemos seguir los pasos del Anexo 2.

El apagado manual con el selector de tres posiciones en apagado puede ser: con el sistema de regulación de velocidad o con el paso de combustible en los Anexo 3 y 4.

Si el selector de tres posiciones se encuentra en manual la bomba se puede encender de forma manual con el switch y la llave utilizando el motor de arranque y la batería principal ver el Anexo 5.

El apagado de la motobomba será: con el sistema de regulación de velocidad o con el paso de combustible en los Anexos 3 y 4.

Siempre para poder encender la motobomba de forma manual la válvula de bola en la descarga debe encontrarse abierta para evitar daños en el sello mecánico de la bomba o en la tubería.

Si el selector de tres posiciones se encuentra en automático el funcionamiento del prototipo será controlado desde el LOGO, las condiciones para el encendido de la motobomba son:

El selector de tres posiciones en automático.

Que exista agua en el tanque de reserva esto será censado por el sensor de nivel.

El arranque se da por una pérdida de presión en la red hídrica, lo cual es provocado de forma voluntaria abriendo la válvula de bola en la descarga de la bomba, esta pérdida de presión será censada por el

presóstato de alta el cual da la orden para poner al sistema en contacto y posteriormente encender el motor de arranque el tiempo determinado para cada uno de los arranques.

Si la bomba no puede ser encendida en el primer arranque, la presión en la red hídrica seguirá disminuyendo hasta activar los contactos del presóstato de baja, el cual controla el segundo y tercer encendido del motor de arranque con sus respectivos tiempos de encendido e intervalo de tiempo entre el segundo y tercer encendido.

Si la motobomba no logra arrancar después del tercer encendido del motor de arranque se activará la alarma sonora, la misma que puede ser desactivada con el encendido manual de la motobomba o desde el selector de dos posiciones.

El apagado automático de la motobomba es activando el motor de c.c. de apagado que se encuentra acoplado al sistema de regulación de velocidad; el apagado automático se lo realizará por cuatro causas:

Primera.- Presurizando la red hídrica lo que significa que la presión en la red hídrica llegue a 70 psi, lo cual se logrará cerrando la válvula de bola en la descarga de la bomba, esta presión será sensada por el presóstato de alta.

Segunda.- Que el reservorio de agua se quede sin líquido lo cual es sensado por el sensor de nivel, esta condición dará la orden de apagado siempre y cuando haya arrancado la motobomba.

Tercera.- Moviendo el selector de tres posiciones a otra posición que no sea automático siempre y cuando haya arrancado la motobomba por lo menos una vez.

Cuarto.- En cualquier momento que se active el paro general tipo hongo, el cual no permite volver a encender el motor de arranque y de esa manera arrancar la motobomba.

Los funcionamientos de tubería y de las válvulas son:

La válvula de pie filtra el agua en la succión de la bomba y no permite el regreso del líquido hacia el tanque reservorio.

Las universales ubicadas en la succión y en la descarga permitirán un fácil y rápido acople y desacople entre la tubería de la succión y la descarga con la motobomba, puede ser utilizada en fugas de tubería o en mantenimiento de la motobomba.

Los codos son utilizados para direccionar la red tanto en la descarga como en la succión.

La válvula check es una válvula que impide el retroceso del agua desde la descarga hacia la bomba.

La válvula de bola es de accionamiento manual que sirve para permitir el paso del agua hacia la tubería vertical, está normalmente abierta; en el prototipo la válvula de bola es utilizada como válvula de descarga y por esa razón se puede abrir o cerrar.

Los presóstatos son los sensores que se accionarán dependiendo de la calibración, el de alta para el primer arranque y apagado de la motobomba y el de baja para el segundo, tercer arranque de la motobomba y activación de la alarma.

6. Análisis de resultados.

6.1. Conclusiones.

- Los sistemas de agua contra incendios son importantes para precautelar la integridad de las personas y de los bienes materiales.
- La válvula siamesa será de uso exclusivo de los bomberos, la cual contará con una válvula check que impedirá la despresurización de la red hídrica.
- Los parámetros a calcularse para una motobomba en un sistema de agua contra incendios serán la potencia del motor requerida para obtener el caudal y presión mínimos requeridos en la edificación a instalarse.
- Todo sistema de agua contra incendio debe funcionar con una fuente de energía alterna a la de la empresa eléctrica, para lograr que el sistema sea de energía autónoma se puede instalar un sistema con generador y tablero de transferencia o un sistema con una motobomba con motor de combustión a diésel; con ello se asegura el funcionamiento del sistema con o sin energía provista por la empresa eléctrica.
- Un sistema automático de agua contra incendios funcionará con una baja de presión en la red hídrica la cual puede ser completamente automática si se utiliza rociadores automáticos, o semi automática conectando la manguera contra incendios y abriendo la llave angular y pitón.
- Las pruebas de fugas sirven para disminuir las pérdidas de presión en la red hídrica por un mal acople en la tubería. Para

disminuir y eliminar las fugas se debe presurizar la red hídrica por lo menos tres veces, a una presión de un 15 % más de la de trabajo.

- El menor tiempo de encendido de la motobomba comparando entre el motor de arranque y el encendido por retroceso es el utilizado por el motor de arranque, por lo cual para el encendido automático se lo realizará encendiendo el motor de arranque.
- El menor tiempo de apagado y el más eficiente es utilizando el apagado con el sistema de regulación de velocidad, por lo cual el apagado de la motobomba se lo realizará acoplado un motor de c.c. al sistema de regulación de velocidad.

6.2. Recomendaciones.

- En el mantenimiento preventivo de la motobomba se debe cambiar el aceite del motor de combustión cada 20 horas de trabajo durante los tres primeros cambios; y, a partir del cuarto cambio, se lo debe hacer cada 50 horas de trabajo.
- Antes de encender la motobomba de forma manual hay que abrir la válvula de descarga para evitar que la presión en la red hídrica aumente y produzca daños en el sello mecánico de la bomba o fugas en la tubería.
- No disminuir el diámetro de la succión de la bomba en más de una medida por ejemplo de 3" a 2 ½" para evitar daños en sello mecánico de la bomba.
- La motobomba debe ser encendida 45 minutos por lo menos una vez al mes, para recircular el agua, que las piezas móviles trabajen y cerciorarse que el sistema se encuentre trabajando con normalidad.
- Después de cada prueba asegurarse de completar el nivel de diesel en el tanque de combustible para que el sistema pueda funcionar correctamente el momento que se lo requiera, ya sea por emergencia o por prueba rutinaria.
- La bomba se debe sujetar al suelo utilizando amortiguadores para disminuir las vibraciones.
- Antes de pintar el gabinete metálico perforar la puerta para ubicar las luces piloto, selectores y paro general para evitar quemaduras de la pintura terminada.
- Probar la secuencia de funcionamiento programada en el controlador lógico programable en vacío antes de conectarle al prototipo.
- Realizar el cálculo adecuado para cada edificación para ubicar una bomba con la presión y el caudal necesario para el respectivo sistema contra incendios.

- La pintura de la tubería se realizará cuando el sistema se haya probado y asegurarse que la tubería se encuentre libre de fugas.
- Si la instalación cuenta con una válvula de llenado de la cisterna con sensor de nivel, revisar su correcto funcionamiento y el nivel adecuado de agua 1 vez al mes.
- Para asegurarse la ausencia de fugas en la red hídrica se recomienda hacer la prueba hidrostática, dejando presurizada la tubería un tiempo de 12 o 24 horas.

7. Bibliografía

Payri, F. Desantes, J. (2011). *Motores de combustión interna alternativos*.

Cengel, Y. Cimbala, J. (2012). *Mecánica de Fluidos: Fundamentos y aplicaciones*.

Bonilla, M. Velarde, P. (2008). *PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN VIAS DE EVACUACIÓN MEDIANTE PRESURIZACIÓN EN EDIFICIOS Y LOCALES PÚBLICOS EN LA CIUDAD DE QUITO*. Quito, Ecuador: EPN.

AIR-COOLED DIÉSEL ENGINE. (S.F.). *Ower's Manual*.

Ministerio de Inclusión Económica y Social. (2009). *Reglamento de prevención, Mitigación y protección contra incendios*. Quito, Ecuador.

Lovato electric. (S.F.). *Manual de operación BCF*.

Sistemas de agua contra incendios. (s. f.). Recuperado el 14 de Enero del 2016, de http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/11_leg.pdf

Regla técnica metropolitana. (s. f.). Recuperado el 15 de Enero del 2016, de <http://www.bomberosquito.gob.ec/images/stories/reglastecnicas7.pdf>

Principios de funcionamiento de motor a diésel. (s. f.). Recuperado el 07 de Febrero del 2016, de <https://sites.google.com/a/misena.edu.co/aprendiendo-mecanica-diesel/principios-de-funcionamiento-de-motores-diesel>

Electro inyección, Coslada. *El motor diésel*. (s. f.). Recuperado el 08 de Febrero del 2016 del 2016 de http://www.talldemecanica.com/taller-boscho/cursos/common_rail/2_motor_diesel.html

Barnes de Colombia, Edarvico. *Alta presión diesel HD 3 100-HF*. (s. f.). Recuperado el 15 de Febrero del 2015 de <http://puntodeventa.c0/archivosdelusuario/archivos/curva;-f.tecnica,despiece-hd-1-100-hf-a-e.pdf>

SIEMENS. *Manual LOGO*. (06/2003). Recuperado el 02 de Mayo del 2016 de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf

8. Anexos

Anexo 1

Curva de rendimiento Barnes HI- FORCE 10 Hp

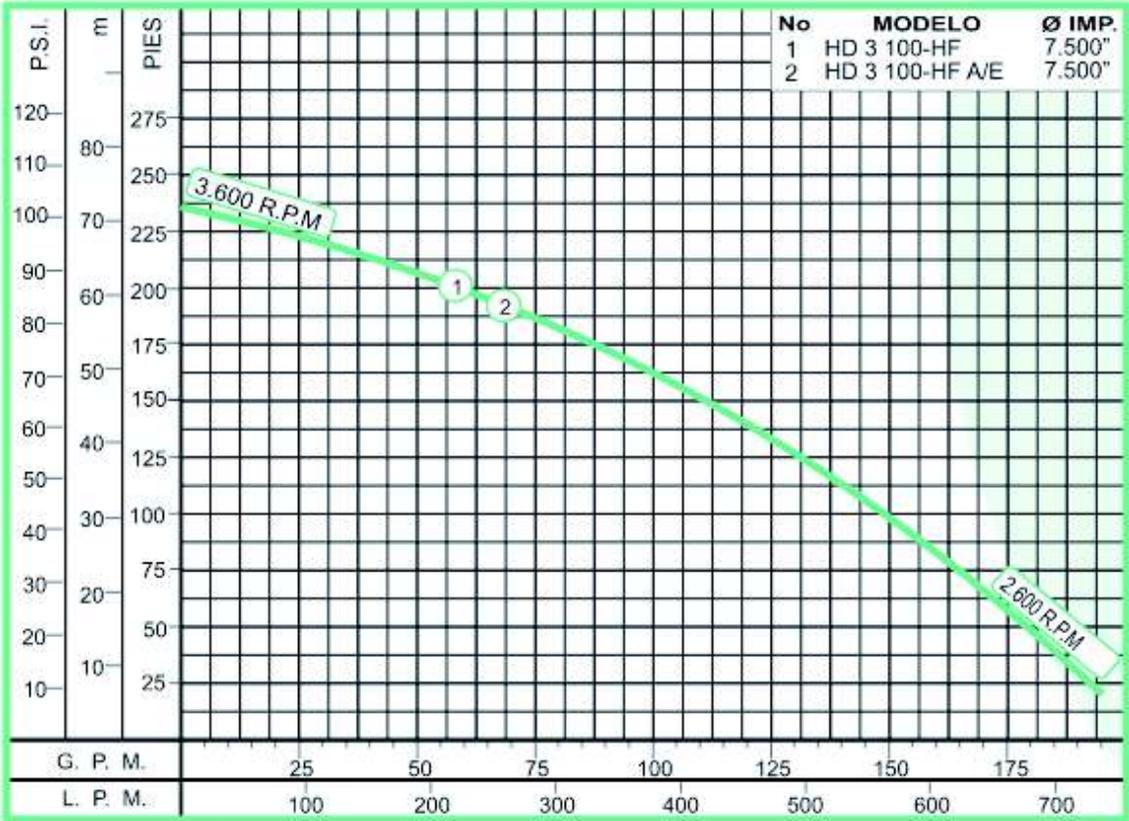


Figura 66. Curva característica bomba Barnes HI_ FORCE 10 Hp.

En la columna tenemos la presión en psi y la altura máxima en metros.

En las filas tenemos la medida del caudal de la bomba tanto en litros por minuto como en galones por minuto.

Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

Anexo 2

Encendido sistema por retroceso

Para poder encender una motobomba con el encendido por retroceso se sigue los siguientes pasos:

- 1) Bajar y mantener bajada la palanca del despresurizador ubicado en la parte superior de la bomba como muestra la figura 67.

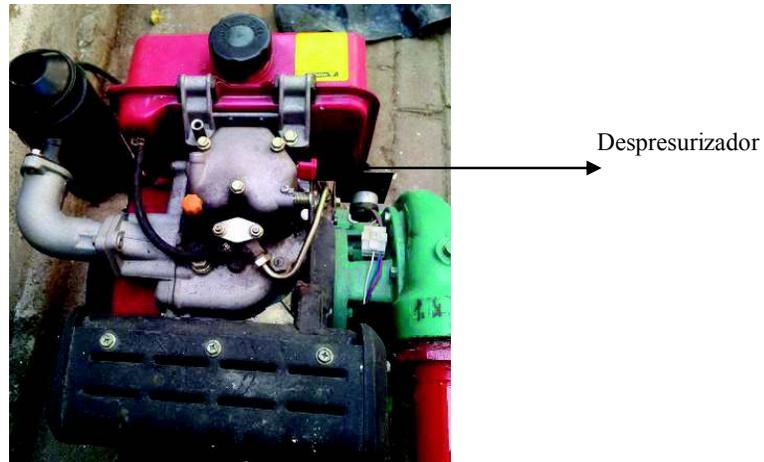


Figura 67. Vista superior de la motobomba.
 Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

- 2) Halar la cuerda enrollada al eje del motor de combustión interna mientras se suelta el despresurizador.



Figura 68. Arrancador por retroceso.
 Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

- 3) Si no enciende se debe repetir el paso uno y dos, recordar halar la agarradera del arrancador de una forma firme y en una sola línea de fuerza.



Figura 69. Línea de movimiento del despresurizador.

Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

ANEXO 3.

Sistema de regulación de velocidad

El sistema de regulación de velocidad permite acelerar el motor de combustión interna o apagarlo.

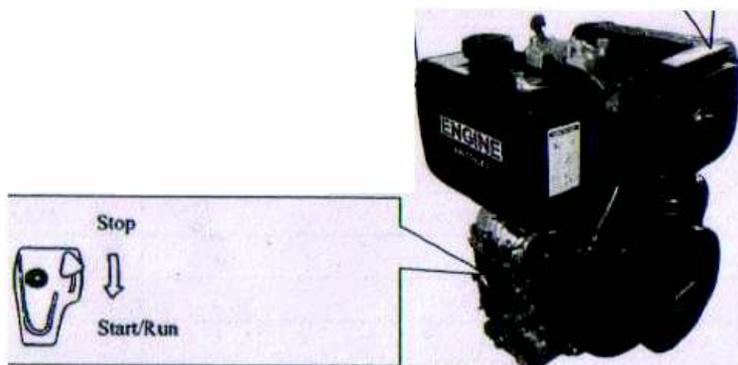


Figura 70. Sistema de regulación de velocidad.

Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

Acople del motor de apagado al sistema de regulación de velocidad.



Figura 71. Línea de movimiento del despresurizador.

Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

ANEXO 4.

Sistema de paso de combustible

Es una válvula que permite el paso de combustible desde el tanque al motor.

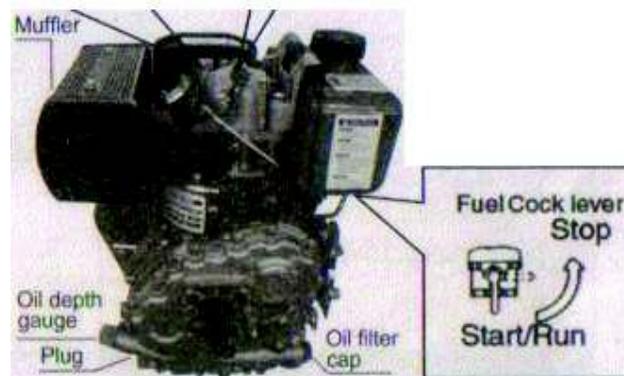


Figura 72. Línea de movimiento del paso de combustible.

Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.



Figura 73. Paso de combustible.
Fuente: Barnes de Colombia. Edarvico. S.F.

ANEXO 5.

Fotografía prototipo



Figura 74. Ubicación tanque de almacenamiento de agua.
Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.



Figura 75. Pintado de la tubería color rojo.

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.



Figura 76. Presóstatos y manómetros del prototipo.

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.



Figura 77. Válvula check sin pintura.

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.

ANEXO 6.

Tablero de control



Figura 78. Gabinete metálico cerrado.

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.

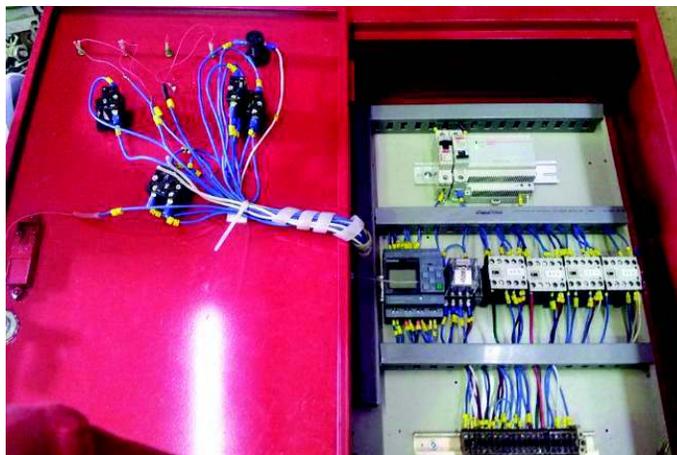


Figura 79. Gabinete metálico abierto.

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.



Figura 80. Cableado componentes gabinete metálico.

Fuente: Quito. Alex Barragán, 2016.