ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS TABLEROS ELÉCTRICOS DE CONTROL PARA EL FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO Y MANUAL DE CUATRO BOMBAS ELÉCTRICAS, PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA COMUNIDAD ALAMOR

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

ROBERTO XAVIER TITUAÑA AMAN

rotiam@hotmail.com

DIRECTOR: ING. PEDRO AMADEO ESTRELLA JURADO

peterstar@yahoo.com

Quito, Enero, 2015

DECLARACIÓN

Yo **Tituaña Aman Roberto Xavier** declaro que el siguiente trabajo realizado es de mi autoría y que no ha sido presentada por ninguna otra persona en ningún grado y/o profesionalmente, y que todas las consultas se han realizado en las referencias presentadas en este documento.

La ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL puede hacer uso de los derechos que corresponde a este trabajo, según lo establecido a la ley, Reglamento de propiedad Intelectual y por la Normativa Institucional Vigente.

_____

Tituaña Aman Roberto Xavier

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Roberto Xavier Tituaña Aman, bajo mi supervisión.

Ing. Pedro Estrella Jurado.

DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta hoy día, en segundo agradezco al Señor Ingeniero Pedro Estrella Jurado, por su ayuda en el presente Trabajo y todas sus enseñanzas en el transcurso de mi vida estudiantil en la Escuela de Formación de Tecnólogos.

DEDICATORIA.

A toda mi Familia sobre todo y en especial a mi Padre Nicolás Tituaña Suquillo, quien hasta el último día de su vida me dio todo su apoyo incondicional y enseñanza, que hoy en día espiritualmente me guía para poder sobresalir en mi vida profesional, a mi Madre María Aman Aseicha, que aun con su enfermedad sigue con fuerza para apoyarme y seguir adelante, a todos mis amigos que siempre están a mi lado en los buenos y malos momentos.

.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....x

RESUMEN……..……..……..….xi

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO.....1

1.1 ELECTROBOMBAS.....1

1.1.1 QUE ES UNA ELECTROBOMBA……..……..…….1

1.1.1.1 Bombas Centrífugas.....2

1.1.2 PARTES DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA.....3

1.1.3 DETALLES DE ARRANQUE Y OPERACIÓN.....5

1.2. TABLEROS DE CONTROL.....7

1.2.1. LUGAR DE INSTALACIÓN.....8

1.2.2 ESPACIO DE LOS TABLEROS.....8

1.2.3. ILUMINACIÓN.....8

1.2.4 NORMAS APLICABLES EN LA FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS.....9

1.2.4.1 Grado de protección IP.....10

1.3 DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.....10

1.3.1 CONTACTORES.....11

1.3.1.1. Clasificación.....11

1.3.1.2. Constitución de un contactor electromagnético.....12

1.3.1.3. Funcionamiento del contactor.....13

1.3.1.4. Simbología y referenciado de Bornes.....14

1.3.1.5. Elección de un Contactor Electromagnético.....15

1.3.2 PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRECARGAS.....16

1.3.2.1 Disyuntor.....17

1.3.2.2 Relés de Protección.....19

1.3.2.3 Relé de Control de Fases.....20

1.4 ÓRGANOS DE MANDO (PILOTOS Y PULSADORES).....21

1.4.1 PILOTOS Y PULSADORES.....22

1.5 SEÑALIZACION. 22

1.6 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....24

1.6.1 PARTES QUE COMPONEN LOS CONDUCTORES……..……25

1.6.1.1 El alma o elemento conductor.....25

1.6.1.2 Según su constitución.....25

1.6.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS DE ACUERDO A SU A SU AISLACIÓN Y NÚMERO DE HEBRAS.....26

1.6.4 CALCULO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....27

1.6.4.2 Caída de voltaje.....28

1.6.4.3 Criterio de la intensidad de corto circuito.....28

1.7 RIESGOS ELÉCTRICOS.....29

1.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS.....29

1.7.2 EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA SOBRE EL CUERPO HUMANO...29

1.7.4 LOCALIZACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS.....31

1.7.4 APARATOS ELÉCTRICOS DE BAJO VOLTAJE……..……..32

1.8 TRABAJOS Y MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELECTRICAS DE BAJO VOLTAJE…….……....34

CAPITULO II

ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES OPERATIVAS. ….....35

2.1 CONDICIONES ACTUAL DEL SISTEMA……...……...……...……....35

2.1.1 SISTEMA DE ENCENDIDO DE ELECTROBOMBA….....……..36

2.1.2. RED ELÉCTRICA DEL SISTEMA…….…..……....37

2.1.3 SEGURIDADES Y ALARMAS……...……..……..……..37

2.1.4 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS……..……...……...37

2.2 FALLAS ENCONTRADAS EN EL SISTEMA……...……..38

2.2.1 ENCENDIDO DE LAS ELECTROBOMBAS.....38

2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....40

2.4 SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA.....40

2.5 SUGERENCIAS A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL SISTEMA……....41

2.6 DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN…….....42

2.6.1 CONTACTORES……..……..42

2.6.2 SELECTORES……..……..42

2.6.2.1 Funcionamiento automático…….....42

2.6.2.2 Funcionamiento manual……...….43

2.7 RED ELÉCTRICA DEL SISTEMA……....……..…….……....44

2.7.1 CAIDAS DE VOILTAJE……...…..44

2.7.1.1 Causas……...……44

2.7.1.2 Efectos……..……44

2.7.2 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE CONDUCTORES……..…….44

2.7.2.1 Selección de un conductor……..……..…44

2.8 CONDICIONES PARA REALIZAR EL CIRCUITO…….....45

CAPITULO III

CONSTRUCCION DE TABLEROS

3.1 TABLERO DE CONTROL.....47

3.1.1 DISEÑO DE UN EQUIPO.....47

CIRCUITO DE CONTROL C1…….……..……...…49

3.2 GABINETE DE CONTROL.....50

3.3 CIRCUITO ELÉCTRICO.....52

3.4 DISTRIBUCIÓN DE LOS ÓRGANOS DE MANDO……..…….....56

3.5 ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES.....56

3.5.1 ELECCIÓN DE CONTACTORES.....57

3.5.2 ELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN. 59

3.5.3 CONDUCTORES.....59

3.6 ENSAMBLE DE GABINETE DE CONTROL……..…….……...62

Capítulo IV

4.1 PUESTA EN MARCHA.....65

4.2 CONCLUSIONES.....68

BIBLIOGRAFÍA……...……...……70

TERMINOLOGÍA……..……...…..71

ANEXO 1- Tabla de características de protección IP….……...……75

ANEXO 2- Partes internas de un contactor LC1-D…….…….76

ANEXO 3- Potencia y consumo de corrientes motores trifásicos……...……..77

ANEXO 4- Partes internas de un relé térmico LR2-D……...……....78

ANEXO 5- Catálogo Accesorios Bomba de agua……...……..79

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas de control y automatización se han convertido en sistemas fundamentales para el manejo de los procesos de producción de las plantas industriales y en algunos casos para uso doméstico.

Está comprobado que el aumento de la producción y seguridad están relacionados a la automatización, en la medida que se haga un uso eficiente de los equipos y sistemas asociados.

En la actualidad, las fallas de energía como las caídas de voltaje y perdidas de una de las fases, pueden ocurrir en cualquier momento, y en cualquier lugar, problema que puede afectar en su mayoría a la zona industrial, ya que esta trabaja con máquinas eléctricas trifásicas, las cuales deben tener una supervisión en especial con los motores eléctricos.

En muchos de los casos el factor humano también influye para que ocurran algunas fallas en el momento de producción o abastecimiento de un producto, daños que pueden ocasionar la destrucción de las maquinas e incluso accidentes a las personas que las operan.

La tecnología nos permite establecer una serie de estrategias para que el control sea efectivo, y con una selección adecuada de dispositivos de control y de seguridad, nos permitirá ahorrar energía y proteger cualquier tipo de máquina eléctrica que se encuentre en funcionamiento, lo que se convertía difícil hasta hace solamente algunos años atrás, en especial en procesos industriales complejos.

RESUMEN

En la actualidad el control electromecánico es una base fundamental en el campo industrial y doméstico, ya que su utilización va desde el encendido de un foco hasta el control de varias máquinas eléctricas, mecánicas y neumáticas, de gran potencia, ya sea individual o simultáneamente, y en momentos oportunos sin que se necesite la operación y supervisión visual del ser humano.

Por lo general su mando se lo hace con voltajes bajos, y mínimas corrientes, como son de 12-24-120 y hasta 220 voltios según sea las distancias que se encuentren de los tableros de control, hacia los elementos de fuerza y de movimiento mecánicos.

Las maquinas industriales a parte de su dimensionamiento para el desarrollo normal de un trabajo, y del encendido o apagado oportuno, necesitan de ciertas condiciones técnicas para empezar a trabajar con normalidad, tal es el caso de las electrobombas, estas necesitan a más de lo ya mencionado, otras condiciones para iniciar su funcionamiento tales como los niveles de agua, energía mínima y máxima, y el correcto dimensionamiento de sus conductores para su arranque y puesta en marcha entre otros.

Si ocurren fallas que pueden afectar el desarrollo normal de una maquina eléctrica o mecánica, que incluso puedan llegar a dañarlas, se necesitan mecanismos que puedan detectar dichas fallas y posteriormente detener su funcionamiento inmediatamente, provocando así una alarma visual y/o auditiva automática que informe de inmediato cualquier falla para su posterior supervisión y/o arreglo si lo necesiten.

A parte no solo se necesita poner automáticamente en marcha a una máquina, también se necesita alertar su estado de funcionamiento actual, para que una persona que se encuentre cerca de la maquina realizando operaciones de mantenimiento o inspección visual, no sufra de cualquier tipo de accidente ya sea leve o mortal. A parte de los indicadores visuales y/o auditivos, pondremos en conocimiento técnicas de seguridad industrial para realizar cualquier maniobra en las máquinas.

CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO.

Es importante la recopilación de información documentada para la realización de una investigación, aquí se establece un análisis de la teoría para construcción o modificación, simultáneamente la información recogida nos proporcionara un conocimiento profundo para el objeto de estudio, así se generara nuevos conocimientos para aportar ideas y mejoras hacia el elemento que está siendo investigado, la validez de una investigación se demuestra en las teorías que la apoyan, y en esa medida los resultados pueden generalizarse.

1.1 ELECTROBOMBAS

Las electrobombas son esenciales en todo el sistema de bombeo de fluidos, su mal diseño, falla en operación o falta de mantenimiento de sus partes eléctricas y mecánicas, pueden ocasionar graves problemas desde la pérdida del suministro del agua hasta un daño permanente de la electrobomba.

1.1.1 ¿QUE ES UNA ELECTROBOMBA?

Es una máquina que absorbe energía mecánica que proviene de un motor sea este eléctrico o de combustión, la transforma en una energía que transfiere a un fluido y se la conoce como energía hidráulica, la cual permite que el fluido pueda ser transportado de un lugar a otro, a un mismo o diferentes niveles. Como se observa a continuación la figura 1.1a es impulsada por un motor eléctrico y en la figura 1.1b es impulsada por un motor a combustión (motobomba). [1]

[1] http://www.bombasparaagua.com.mx/bombas-centrifugas.html

Figura 1.1a Bomba centrifuga BARNES.[2]

Figura 1.1b Motobomba EVANS.[3]

1.1.1.1 Bombas centrifugas.

Están compuestas por un elemento rotatorio denominado rodete (impulsor), el cual se encuentra dentro de una carcasa llamada voluta (forma de caracol o espiral). El fluido entra succionado a través del ojo del impulsor, pasando por los canales de éste y suministrándose una energía cinética mediante los álabes que se encuentran en el impulsor para posteriormente descargar el fluido en la voluta, el cual se expande gradualmente, disminuyendo la energía cinética adquirida para convertirse en presión estática (descarga) como se observa en la figura 1.1c.

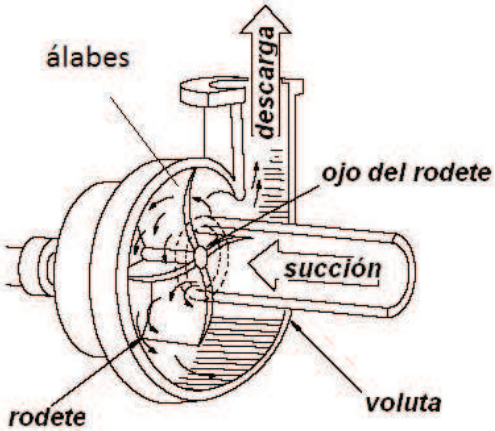


Figura 1.1c Funcionamiento básico de una electrobomba.[4]

[2] Fuente http://www.bombasparaagua.com.mx/bombas-centrifugas.html
[3] Fuente http://www.bombasparaagua.com.mx/bombas-centrifugas.html
[4] Fuente http://www.fullmecanica.com/definiciones/b/1677-bombas-centrifugas

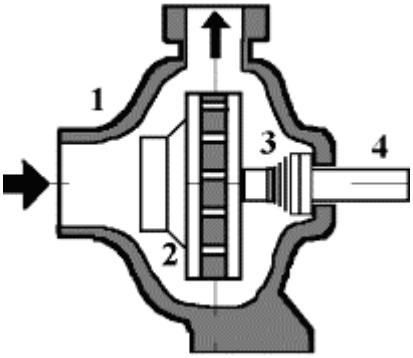


Figura 1.1d Vista lateral

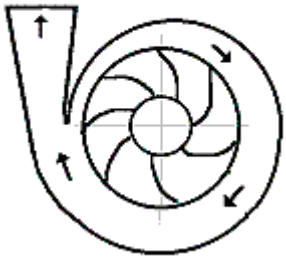


Figura 1.1e Vista frontal

La ventaja de las bombas centrífugas es que pueden operar por un largo tiempo prácticamente sin supervisión, observando que no exista goteo por la empaquetadura y que las chumaceras estén lubricadas correctamente en el caso que el motor este unido mediante acoplamientos flexibles con empaque de caucho.

1.1.2 PARTES DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA.

Carcasa. También conocida como voluta, es la parte exterior protectora de la bomba y cumple la función de convertir la energía de velocidad impartida al líquido por el impulsor en energía de presión. Como se observa en la figura 1.1e es el lugar donde se aloja los rodetes (impulsores).

Figura 1.1e Carcasa o voluta bomba de agua.[5]

[5] Fuente http://metaline.de/wSpanisch/einsatzgebiete/pumpen_foerdertechnik/29.php?navanchor=2110077

Impulsores. Este elemento recibe el líquido y le imparte una velocidad de la cual depende la carga producida por la bomba, se encuentra dentro de la voluta, a continuación en la figura 1.1f el ejemplo grafico de un impulsor.

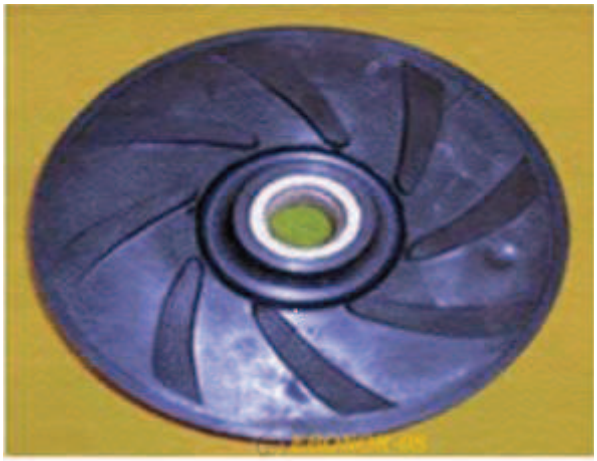


Figura 1.1f Impulsor 6 alabes[6]
(Innovaseals, 2008)

Anillos de desgaste. Se encuentran ubicados entre el impulsor y la carcasa, como se observa en la figura 1.1h, debido a la pequeña distancia que existe entre estos dos elementos, el anillo de desgaste protege un deterioro entre el impulsor y la carcasa, y por la facilidad de removerlos evita la necesidad de cambiar estos dos elementos.

Figura 1.1g anillos de desgaste

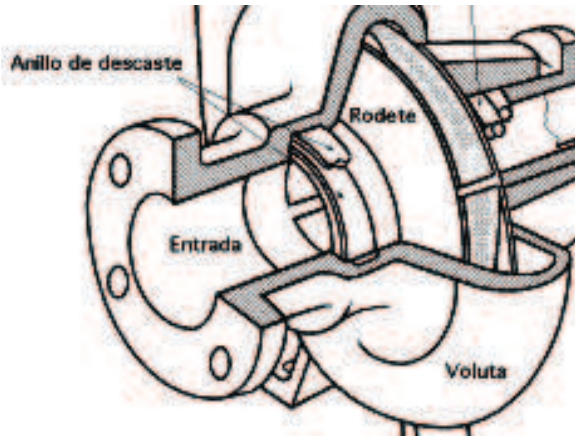


Figura 1.1h Ubicación anillo de Desgaste[7]

[6]Fuente http://innovaseals.com.mx/boletines/boletin08mayo/innovaseals_boletin_mayo01_no.8.html
[7] Fuente http://cucobooms.wordpress.com/about/

Empaques y sellos. La función de estos elementos es evitar el flujo hacia fuera del líquido bombeado a través del orificio por donde pasa el eje de la bomba para ser conectada al eje del motor que la hace girar, y evita el flujo de aire hacia el interior de la bomba, ya que el aire no permite el correcto funcionamiento de la bomba. Como se observa en la figura 1.1i los sellos son de un material suave y ajustado con un resorte mecánicamente como se observa en la figura 1.1j.

Figura 1.1i Sellos mecánicos cilíndricos Línea 400 marca FRALUGA[9]

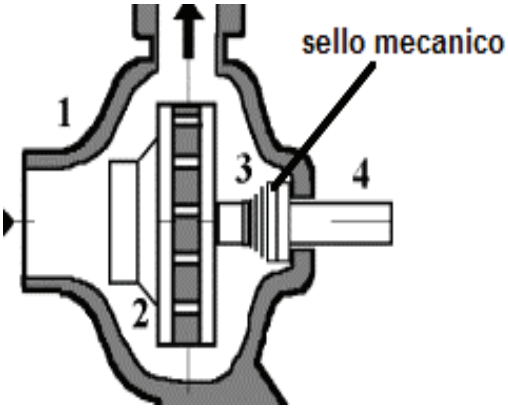


Figura 1.1j Ubicación sello mecánico[8].

Las bombas centrífugas, debido a sus características, son las bombas que más se aplican en la industria, las razones de estas preferencias son las siguientes:

Por su construcción.

Son aparatos giratorios de fácil acoplamiento con los motores que los mueven, en su mayoría sus partes son estándar, lo que quiere decir que son compatibles entre sí, y se pueden instalar en cualquier lugar sin la necesidad de hacer grandes modificaciones civiles (de construcción).

Ventajas económicas.

El precio de una bomba centrífuga es muy accesible ya que su construcción es sencilla, no ocupa demasiado espacio, y que todo su sistema es casi compacto (todo en uno solo), por lo cual reduce el peso, las bases en las cimentaciones (base

[8] Fuente http://www.benoit.cl/Bombas2.htm
[9] Fuente http://www.sellosfraluga.com.ar/sellos_bombas_centrifugas.htm

del lugar de instalación) son pequeños, y el número de elementos de la bomba son contados.

1.1.3 DETALLE DE ARRANQUE Y OPERACIÓN.

Antes de arrancar una electrobomba se debe chequear la lubricación del motor, si el eje de la bomba es accesible se debe girar con la mano para comprobar que los elementos dentro de la carcasa no estén remordidos (impulsores, sellos mecánico). Cuando un motor sé reacondiciona (se instala nuevamente), se debe chequear la dirección de la rotación de su eje antes de acoplar a la bomba, se arranca con la válvula de descarga cerrada, y la válvula de succión debe estar siempre abierta.
Una bomba con dispositivo automático de arranque, debe mantenerse con las válvulas tanto de succión como de descarga abiertas, la línea de succión de la bomba debe estar siempre llena de líquido, y nunca deben arrancar vacías caso contrario se ceban[10].
Con los elementos revisados y funcionando adecuadamente la bomba está lista para arrancar de esta manera:
Se energiza el motor eléctrico para que la electrobomba empiece a funcionar, cuando la bomba alcanza su velocidad normal (valor dato de placa), la válvula de descarga se abre nuevamente, si la presión de descarga permanece normal y estable, la bomba ha tomado succión y opera normalmente.
Si el líquido se evapora o entra aire en la carcasa de la bomba, la presión de descarga no sube o si sube y luego cae otra vez, la bomba probablemente ha perdido su succión y deberá ser cebada nuevamente ya que si llega a operar por algún tiempo vacía se puede sobrecalentar llegando a quemar los sellos.
Chequear la bomba que no haya escapes en la carcasa, caja de empaques, bridas etc. La prensa estopa[11] se chequea para ver que el escape sea suficiente para la lubricación en el eje, este no debe ser excesivo.
La temperatura del empaque y del rodamiento se chequea con frecuencia sin llegar a ser diario. Un aumento de temperatura puede ser indicio de una lubricación o enfriamiento deficiente probablemente mecánico. Si se detectan ruidos anormales

---

[10] Cargar de líquido una máquina o cualquier dispositivo para que funcione.
[11] Aro de material absorbente en los ejes de las bombas para evitar las fugas de líquido o gas al exterior.

debe determinarse de inmediato la causa, puede ser necesario corregir las condiciones de bombeo y si el problema mecánico es la bomba debe apagarse.
Una válvula check en la línea de descarga, impide el contra-flujo de líquido hacia la bomba, esta se recomienda instalarla para realizar labores de mantenimiento o cambio de la misma bomba.

1.2 TABLEROS DE CONTROL[12].

Un tablero de control, es un conjunto de elementos eléctricos que se utilizan para la protección, control, maniobra, medición, alarma, señalización, e interconexión, de máquinas electromecánicas, que cumplen una función específica dentro de un sistema determinado.
La fabricación y ensamblaje de un tablero de control eléctrico debe cumplir con criterios de diseño y normativas de seguridad que permiten su correcto funcionamiento, tomando en cuenta que una vez energizado debe garantizar la seguridad de operadores e instalaciones en las cuales se encuentran ubicados. Como se observa en la figura 1.2a el tablero está conformado con los elementos de control y sus respectivas protecciones como son breakers, guarda motores fusibles etc.

Figura 1.2a Tablero de control y protección[13]

[12] Fuente http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos
[13] Tablero de control y protección Bomba hidráulica Planta D-CONCRETO/INSERNIN Quito-Ecuador.

1.2.1 LUGAR DE INSTALACIÓN.

Los tableros se instalaran en lugares secos con una buena circulación de aire, con la finalidad de obtener un adecuado enfriamiento en sus elementos eléctricos, fácil acceso para reparaciones y labores de mantenimiento y en lo posible alejado de instalaciones como las de agua, combustibles etc., con la finalidad de evitar un daño en el caso de mojarlos, o que puedan convertirse en agentes explosivos. Para lugares húmedos, a la intemperie o polvorientos, los tableros deberán construirse con el grado (índice) de protección IP[14] adecuado al ambiente.

1.2.2 ESPACIO DE LOS TABLEROS.

La parte frontal del tablero debe tener el espacio suficiente que facilite cualquier trabajo de mantenimiento o nueva instalación, el cual se recomienda no ser menor a 1 metro, para el caso en que los tableros necesiten acceso posterior deberá dejarse detrás del mismo un espacio no menor a 0,5 metros. En los casos en que el tablero tenga puerta posterior, deberá dejarse una distancia, con puerta abierta, de 0,3 m.

1.2.3 ILUMINACIÓN.

El lugar donde se ubicara los tableros, deberá disponer de iluminación artificial adecuada, esto con el fin de operar en forma segura y efectiva los dispositivos de maniobra y correcta lectura de sus instrumentos de medición.
Como se observa en la figura 1.2c, los tableros de control se encuentran instalados en un cuarto donde el lugar es seco con una iluminación adecuada y lejos de tuberías de agua o agentes explosivos como lo son combustibles y gas, en la figura 1.2b el tablero se encuentra instalado en un lugar donde el polvo es constante, tiene una protección IP65 contra polvo fino y agua, esta normas las veremos más adelante en este mismo capítulo.

---

[14] IP índice de protección contra sólidos y líquidos.

Figura 1.2b Tablero Control Maquina UL[15]

Figura 1.2c Cuarto de Control.[16]

1.2.4 NORMAS APLICABLES EN LA FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS.

Se deben respetar todas las normas internas, ya que muchas fábricas y edificios designan dimensiones y colores para no confundirse entre instalaciones eléctricas, telefónicas, televisión por cable, circuitos cerrados de televisión etc. y hasta el tipo de material que se va a usar ya sea industriales en acero común y en hospitalarias y de alimentos en los cuales se usa materiales en acero inoxidable.

La NFPA (Asociación Nacional de Protección contra Fuego) y OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional) son normas de seguridad que se debe tomar en cuenta para evitar los accidentes contra incendios y protección del personal, el aislamiento de los tableros deben estar asociados con el tipo de voltaje que se manejen en ellos, ya que la protección en media y alto voltaje debe ser diferente a los tableros de control.

Cuando se adquiere un tablero se deben tomar en cuenta las normas NEMA (Asociación Nacional de fabricantes Eléctricos), este define un producto, proceso o procedimiento con referencia a sus características, nomenclatura, composición

[15] Tablero de control en intemperie, con protección IP65 Planta D-CONCRETO/INSERNIN Quito-Ecuador
[16] Cuarto de Control de Planta D-CONCRETO/INSERNIN Quito-Ecuador.

construcción, dimensiones, tolerancias, seguridad, características operacionales para el cual es diseñado.

1.2.4.1 Grado de protección IP

El índice o grado de protección es un estándar internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional 60529 que clasifica el nivel de protección que provee una aplicación eléctrica contra la intrusión de objetos sólidos o polvo, contactos accidentales o agua. El resultado es el Índice de protección (IP) la explicación a las letras IP es dada la norma IEC 60529 como se observa en la figura 1.2d, donde se identifica por un código que consiste en las letras IP seguidas por dos dígitos y/o una letra. Los dígitos ("números característicos") indican la conformidad con las condiciones resumidas en el **Anexo 1 pagina 75 Tabla de características de protección IP.** Cuando no hay índice de protección descrito con arreglo a este criterio, el dígito puede ser reemplazado por una letra X.

Figura 1.2d Identificación IP.[17]

1.3 DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.

Un dispositivo de control es un elemento que puede hacer funcionar una maquina eléctrica, mecánica, neumática etc., automáticamente, y un dispositivo de protección es un elemento que evita que las maquinas operen con valores diferentes a los del fabricante ya sean eléctricos, de presión etc. A continuación nombraremos los dispositivos más comunes de control y protección.

[17] Fuente http://es.wikipedia.org/wiki/Grado_de_protecci%C3%B3n_IP.

1.3.1 CONTACTORES.

Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la energía eléctrica, y con la posibilidad de ser accionado a distancia. Tiene dos posiciones de funcionamiento: una **estable o de reposo**, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra **inestable**, cuando actúa dicha acción. Podemos definir al contactor como el mecanismo electromagnético capaz de cerrar un circuito mediante el suministro de una señal eléctrica y abrirlo de nuevo (funcionamiento todo o nada). Como observamos en la figura 1.3a modelo de un Contactor AC3 para motor eléctrico de 9 Amperios 220 voltios.

Figura 1.3a Contactor Telemecanique[18]

1.3.1.1 Clasificación.

Contactores electromagnéticos. El funcionamiento de este se realiza al energizar una bobina el cual por medio del campo magnético que produce atrae un hierro móvil y este a su vez acciona los contactos cambiando de posición de abierto a cerrado y viceversa.

Contactores electromecánicos. Se accionan con ayuda de medios mecánicos, ya sean estos por medio de palancas, contrapesos cierre de compuertas etc.

[18] Fuente http://www.kentstore.com/lc1d09g7.aspx.

Contactores neumáticos. Se accionan mediante el paso de un gas, un ejemplo de estos tenemos los presostato de mando de un compresor.
Contactores hidráulicos. Se accionan por la presión de un líquido, un ejemplo claro de esto son los presostato de un acumulador de agua.

1.3.1.2 Constitución de un contactor electromagnético.

Contactos principales. Son los destinados a abrir o cerrar el circuito de fuerza[19] de un sistema, como se observa en la figura 1.3b, al energizar la bobina A1, A2 del contactor KM1, cierra los contactos N.O (normalmente abierto) dando paso a la energía y permitiendo el encendido de una maquina eléctrica.

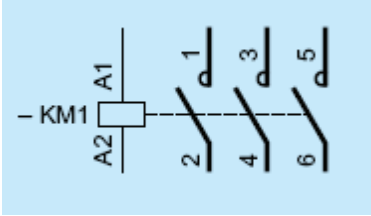


Figura 1.3b Contactos Principales (Fuerza o Potencia).[20]

Contactos auxiliares. Son los encargados de abrir y cerrar el circuito de mando[21]. Estos contactos permiten el paso de energía hacia las bobinas de los Contactores del circuito de fuerza, por lo general manejan bajos niveles de corriente, como observamos en la figura 1.3c tiene un funcionamiento similar que los contactos de fuerza, una bobina abre o cierra un contacto.

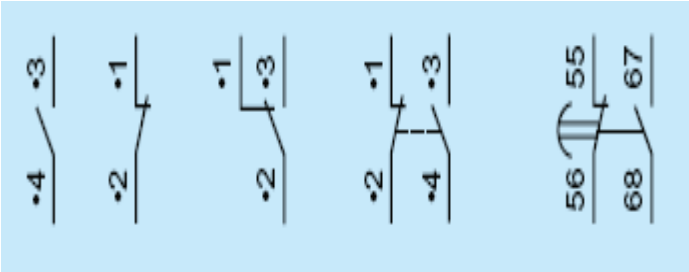


Figura 1.3c Contactos Auxiliares (Maniobra Mando).[22]

[19] Fuente Circuito que necesita mayor cantidad de corriente para su funcionamiento.
[20] Fuente telesquemario Telemecanique página 26.
[21] Fuente Circuito de control, emplea un mínimo de corriente para su funcionamiento.
[22] Fuente telesquemario Telemecanique página 26.

Bobina. Elemento que produce una fuerza de atracción FA (Campo Magnético) al ser atravesado por una corriente eléctrica. Su voltaje de alimentación puede ser continuo, alterno, o pueden operar en ambos voltajes como de observa en la figura 1.3d.

Bobina: 100-250 Vac /Vdc								
		CONT. AUX.		CORRIENTE [A]		UL/CSA		
REFERENCIA PARA PEDIDO	TIPO	NA	NC	AC3	AC1	USO GENERAL[A] *	TAMAÑO NEMA	PRECIO DE LISTA S/.
1SFL577001R7011	AF400-30-11	1	1	400	600	550	-	3,905.00
1SFL597001R7011	AF460-30-11	1	1	460	700	650	6	4,859.00
1SFL617001R7011	AF580-30-11	1	1	580	800	750	-	6,443.00
1SFL6B7001R7011	AF750-30-11	1	1	750	1050	900	7	8,537.00

Figura 1.3d Voltaje de Bobina para Contactor ABB 100-250VAC/Vdc[23]

Armadura. Parte móvil del contactor. Desplaza los contactos principales y auxiliares por la acción (FA) de la bobina, pasando a la posición abierto o cerrado.
Núcleo. Parte fija por la que se cierra el flujo magnético producido por la bobina y atrae a la armadura.
Resorte. Es el encargado de devolver los contactos a su posición original una vez que se corte el voltaje en la bobina y termine la acción FA en la armadura.
Todas estas partes se encuentran en el interior de un contactor como se observa en el **ANEXO 2 página 76. Partes internas de un contactor LC1-D.**

1.3.1.3 Funcionamiento del contactor.

Cuando la bobina se energiza genera un campo magnético intenso de manera que el núcleo atrae a la armadura con un movimiento muy rápido, y con este movimiento todos los contactos principales y auxiliares cambian inmediatamente de su primer estado cerrado o abierto.

[23]Fuente Catalogo contactores ABB. www.abb.com.ec

Los contactos auxiliares forman parte del circuito del contactor y aseguran las auto-alimentaciones[24], los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo.

Cuando la bobina deja de ser energizada, abre los contactos por efecto que genera la presión del resorte, dando lugar al retorno de la armadura a su sitio original de reposo.

La bobina está construida para resistir los choques mecánicos provocados por el cierre y la apertura de los contactos, y los choques electromagnéticos debidos al paso de la corriente por sus espiras. Con el fin de reducir los choques mecánicos la armadura y el núcleo se montan sobre amortiguadores que por lo general son de caucho.

1.3.1.4 Simbología y referenciado de Bornes.

Los bornes de conexión de los contactores se identifican mediante cifras o letras para la realización de esquemas y las labores de cableado en un tablero, o con la finalidad de un posterior cambio de cualquier elemento.
Los contactos principales se referencia con una sola cifra, del 1 al 6 como se observa en la fig.1.3.e es decir son los terminales de fuerza del circuito.
Los contactos auxiliares están referenciados con dos cifras, como se observa en la figura 1.3.e las cifras de unidades o cifras de función indican la función del contacto 1 y 2 contacto normalmente cerrados (NC), 3 y 4 contacto normalmente abierto (NA). La cifra de las decenas indica el número de orden de cada contacto en el contactor y las bobinas de un contactor se referencian con las letras A1 y A2.
El contactor se denomina con las letras KM seguidas de un número de orden.

[24] Energizar la bobina de un contactor usando sus propios contactos.

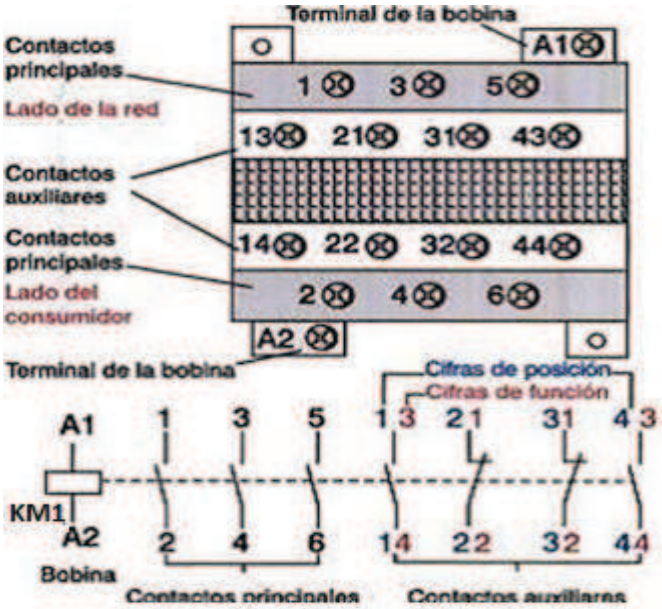


Figura 1.3e Terminales de un contactor[25]

1.3.1.5 Elección de un Contactor Electromagnético.

Es necesario conocer el tipo de servicio que va a realizar, ya que esto implica la resistencia que tenga los Contactores por la corriente y el número de veces que encienden, esto se observa en la tabla 1.3a, el voltaje nominal de funcionamiento y la corriente de consumo que va a ser aplicada a la salida del contactor, en el **Anexo 3 página 77 Potencia y consumo de corrientes motores trifásicos,** se observa unos ejemplos de la potencia de motores con su respectiva corriente. En los ejemplos más comunes la elección de Contactores son AC1 que sirven para cargas resistivas como niquelinas, luces incandescentes que se encienden una sola vez y su corriente es constante. La categoría AC3 que se utiliza en el encendido de motores jaula de ardilla, estos al arrancar consumen al menos 7veces la corriente nominal (Ie) y en algunos casos se encienden varias veces al día.

[25]Fuente http://controleselectricos.weebly.com/contactores.html Christian Camilo Valdez.

Tabla 1.3a Aplicaciones en el servicio eléctrico

Servicio	Aplicaciones
AC1	Se aplica a todos los aparatos que utilizan la corriente alterna (receptores) y cuyo factor de potencia es al menos igual a 0,95 (cos φ 0,95).
AC2	Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente así como a la marcha a impulsos de los motores de anillos, al cierre cuando el contactor establece la intensidad de arranque, del orden de 2,5 veces la intensidad nominal del motor.
AC3	Se refiere a los motores de jaula, el corte se realiza a motor lanzado, al cierre, cuando el contactor establece la intensidad de arranque del orden de 5 a 7 veces la intensidad nominal del motor
AC4	Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha a impulsos de los motores de jaula. El contactor se cierra con una punta de intensidad que puede alcanzar 5 e incluso 7 veces la intensidad nominal del motor.

1.3.2 PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRECARGAS.

Todos los receptores (Carga eléctrica) pueden sufrir averías de **Origen eléctrico** como son las de **sobre voltaje** que es un aumento considerable en el voltaje que hace funcionar la máquina, por lo general son problemas producidos en por las centrales generadoras de energía en nuestro caso la EEQ, la **caída de voltaje** son las que se produce por una distancia demasiada larga de la instalación de la maquina hacia el tablero, **desequilibrio o ausencia de fases** se produce por un cortocircuito o aumento de la carga en una sola línea, estos aumentan la corriente en la línea de sobrecarga, y si el sistema trifásico se encuentra protegido por breakers independientes se desactivara solo esta fase haciendo que queden dos

de las tres líneas conectadas y produciendo la ausencia de una fase, el desequilibrio por lo general se produce cuando en un sistema trifásico se encuentra instaladas cargas monofásicas que al perder un neutro origina dicho desequilibrio.
De origen mecánico el calado del motor que es la sobrecarga momentánea o prolongada en el provoca un aumento de la corriente que absorbe el motor, haciendo que los bobinados se calienten peligrosamente y lleguen a quemarse.
Con el fin de que dichos averías no dañen los componentes ni perturben la red de alimentación, todos los arrancadores deben incluir obligatoriamente la protección contra los cortocircuitos que detectan y cortan inmediatamente las corrientes anómalas superiores a 10 veces la In, y la protección contra las sobrecargas, que detectan los aumentos de corriente hasta 10 In y cortan el voltaje antes que el motor se recaliente y dañe los aislantes de los conductores.
Si es necesario, se pueden añadir protecciones complementarias como el control de fallos de aislamiento, de inversión de fases, de temperatura de los bobinados, etc. La protección corresponde aparatos específicos como disyuntores, relés de protección, relés de medida, funciones específicas integradas en los aparatos de funciones múltiples

1.3.2.1 Disyuntor.

Un disyuntor o interruptor automático es un elemento de protección, que abre un circuito eléctrico, cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, si se ha producido un cortocircuito, esto con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el daño que causó el disparo o desactivación automática.
Un guardamotor es un disyuntor magnetotérmico, especialmente diseñado para la protección de motores. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las intensidades elevadas de los arranques de los motores. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos, pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores.

Las características principales de los guardamotores, al igual que de otros interruptores automáticos magnetotérmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre, y la curva de disparo. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase, y no necesita de un elemento auxiliar para la interrupción de voltaje en un motor eléctrico. (Apagado del motor).

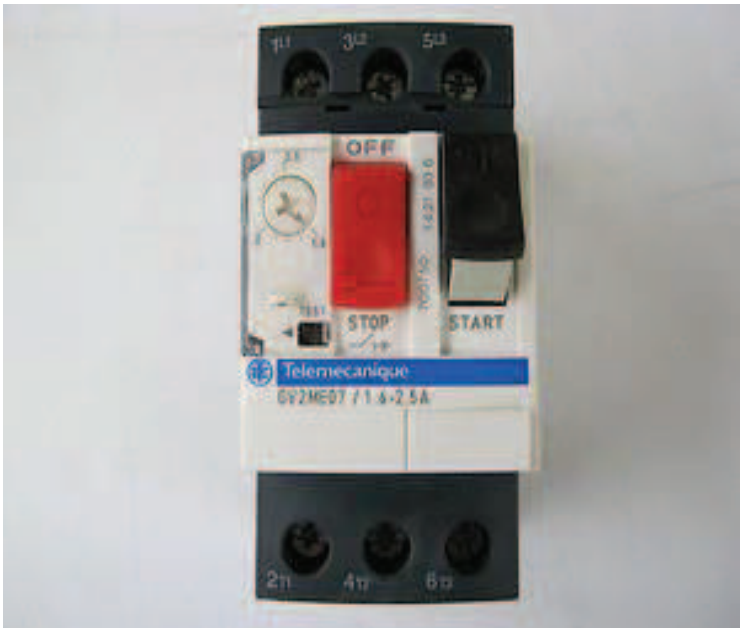


Figura 1.3f Telemecanique GV2ME07/ 1,6-2,5A Guardamotor Trifásico.[26]

[26] Fuente Accesorios de Potencia Electrotecnia http://siemensoutlet.blogspot.com

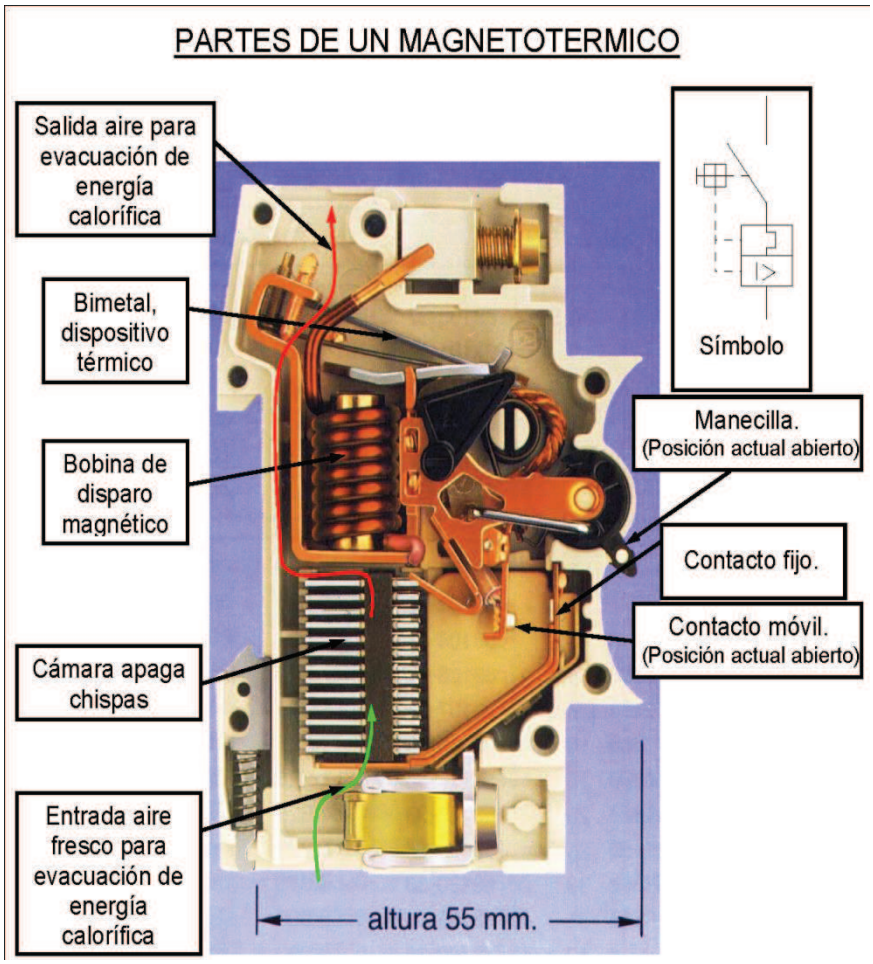


Figura 1.3h Partes de un magnetotérmicos.[27]

1.3.2.2 Relés de Protección.

Los relés son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas, optimiza la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas, evitando paradas imprevistas, volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas.

El funcionamiento general de los relés de protección es tal que, al sobrepasar o descender por debajo de un valor de la magnitud de acción que ellos vigilan, hace dispararse al interruptor de potencia.

[27] Fuente: Wikipedia. Licencia Creative Commons.

1.3.2.3 Relés de Protección Térmicos.

Se agrupa bajo este nombre a los interruptores automáticos con relé térmico asociado, necesario para la protección de circuitos y receptores contra sobrecargas. Es utilizado normalmente en la protección de motores y necesita de un elemento auxiliar para la interrupción de voltaje en un motor eléctrico. (Apagado del motor). Como se observa en el **Anexo 4 página 78 Partes internas de un relé térmico LR2-D**. Los elementos que componen un relé de protección térmico.

Figura 1.3i Relé de protección térmico Telemecanique.[28]

1.3.2.4 Relé de Control de Fases.

Para que un circuito funcione correctamente, el voltaje de alimentación en éste debe mantenerse según el rango que recomienda el fabricante. En caso de variación, y concretamente en caso de una caída de voltaje y aunque sea transitoria, los relés de mínima tensión permiten activar una alarma o interrumpir la alimentación de la instalación que sean controlados por contactores, para estos casos un corte de fase en el circuito puede llegar a afectar a un sector o a todo el conjunto de la instalación, por ejemplo si estos alimentan sistemas bifásico como controles de puertas sensores etc., por ejemplo una cisterna de agua se mantenga vacía no porque el sensor de encendido de la bomba dejó de funcionar, o sistemas

[28] Fuente http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/averias-proteccion.

trifásicos como son los motores la perdida de una fase prolongada puede quemar un motor. Por lo tanto conviene detectar este tipo de cortes en cuanto aparece, un controlador de alimentación de las 3 fases nos ayuda a detener inmediatamente esta falla.

La inversión de las fases puede provocar graves desperfectos mecánicos en una máquina, las averías de este tipo se producen por lo general, después de una intervención por motivos de mantenimiento o de reparación, un *controlador de orden de las fases* nos ayuda a prevenir estos problemas, como se observa en la figura 1.3j tenemos dos ejemplos de un controlador con orden de fase y un controlador de falla de fase.

Figura 1.3j Relés control de fase

1.4 ÓRGANOS DE MANDO (PILOTOS Y PULSADORES)

Entendemos por órganos de mando (funcionamiento), aquellos aparatos tales como botones-pulsadores, selectores, etc., incluidos dentro del circuito de mando de las maquinas-herramientas que permiten su control mediante accionamiento manual, estos órganos de mando deben ser fácilmente accesibles y situados cerca del operador de la máquina.

Los órganos puesta en marcha (arranque) deben concebirse de forma tal que eviten el peligro de una maniobra (accionamiento) involuntario.

En cuanto a la protección de los mismos se deben tomar todas las precauciones necesarias para evitar su deterioramiento, penetración de polvos, aceites y chorros de agua, los cuales puedan impedir su normal funcionamiento, en la figura 1.4a se observa algunos ejemplos de pulsadores, luces de emergencia y marcha para tableros de control.

Figura 1.4a Órganos de mando.

1.4.1 PILOTOS Y PULSADORES

Los pulsadores se usan en mandos generales de arranque y de parada, también en mandos de circuito de seguridad (paro de emergencia), estos pueden ser metálicos cromados para ambientes de servicio intensivo, totalmente plástico, para ambientes agresivos, estos se encuentran disponibles con diámetros de 16, 22 y 30mm. (Normas NEMA) los más comunes en el mercado.

La norma IEC 60204-1[29] establece el código de colores para visualizadores y pilotos, por ejemplo:

Piloto rojo: Emergencia, condición peligrosa se requiere una acción inmediata (presión fuera de límites, sobre recorrido, rotura de acoplamiento etc.

Piloto amarillo: Anormal, condición anormal que puede llevar a una situación peligrosa (presión fuera de los limites, activación de una protección etc.).

Piloto Blanco: neutro, información general (Presencia de tensión de red, etc.).

Pulsador amarillo: Anormal, acción en caso de condiciones anormales (poner de nuevo en marcha un ciclo automático interrumpido, etc.)

1.5 SEÑALIZACION.

El marcado de los botones pulsadores debe estar claro y ser permanente para permitir la identificación de las funciones que efectúan, además se recomienda

[29] Fuente http://www.sistemamid.com/preview.php?a=73989

señalar los botones de “Parada” con una “O” y los botones de “Puesta en Marcha” con una “I” cerca del botón pulsador o directamente sobre él, para facilitar su identificación a aquellas personas que tiene dificultad de distinguir colores, como se observa en la tabla se indica los estado de servicio con los siguientes colores:

Tabla 1.5a Simbología de colores indicadores de servicio.[30]

Colores para lámparas de señalización para indicación de estados de servicio		
Rojo	Estado normal	Indicación de que la máquina ha parado por medio de uno de los elementos de protección, por ejemplo, a causa de sobrecarga, por sobrepasar una posición límite o a causa de otra orden. Invitación a detener la máquina, por ejemplo, a causa de sobrecarga
Amarillo	Atención o precaución	Un valor (intensidad, temperatura) se aproxima a su valor límite aún admisible. Señal para el ciclo automático
Verde	Maquina preparada para servicio	Máquina lista para marcha: funcionan todos los dispositivos auxiliares necesarios. Las diversas unidades Se encuentran en la posición de partida y la presión hidráulica o la tensión de un convertidor tienen los valores prescritos, etc. El ciclo de trabajo ha terminado y la máquina se encuentra preparada para un nuevo arranque.
Blanco (sin color)	Los circuitos eléctricos se encuentran en tensión	Interruptor principal en la posición Conectado Elección de la velocidad o del sentido de giro
Azul	En servicio normal	Accionamientos individuales y dispositivos auxiliares están en servicio. La máquina está en marcha.

[30]Fuente MANANDES I+A Cía. Ltda http://www.elistas.net/cgi-bin/

Recomendaciones.

Los botones de arranque no deben sobresalir de las cajas donde van instalados con el fin de evitar una maniobra intempestiva; para ello pueden ser alojados en los huecos previstos a este efecto en la caja, o ser protegidos con viseras.
Los botones pulsadores de emergencia si pueden sobresalir, (incluso es recomendable que así sea) de las cajas donde van alojados.
Se recomienda colocar los botones pulsadores sobre una pared vertical; cuando se colocan sobre un pupitre, este debe tener una inclinación por lo menos de 10% sobre la horizontal.

1.6 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Un conductor eléctrico es un material que ofrece poca resistencia al paso de la electricidad, generalmente son aleaciones o compuestos con electrones libres que permiten el movimiento de cargas, este puede ser alambre (una sola hebra), o un cable (varias hebras o alambres retorcidos entre sí).
Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio, aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.
El uso de uno u otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo.
Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.
El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico[31] de alta pureza, 99,6%, y dependiendo del uso que se le vaya a dar, este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple: duro, semiduro y blando o recocido.

[31] Fuente http://www.electrocome.com/p-1-8/Cobre-electrolitico.htm

1.6.1 PARTES QUE COMPONEN LOS CONDUCTORES.

Los conductores eléctricos se componen de tres partes muy diferenciadas:
El alma o elemento conductor, el aislamiento y las cubiertas protectoras.

1.6.1.1 El alma o elemento conductor.

Se fabrica en cobre y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las Centrales Generadoras a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, grupos habitacionales, etc.).De la forma cómo esté constituida esta alma depende la clasificación de los conductores eléctricos.

1.6.1.2 Según su constitución.

Alambre: como se observa en la figura 1.6.a es un conductor eléctrico cuya alma está formada por un solo elemento o hilo conductor.

Figura1.6.a Alambre de cobre AWG14

Cable como se observa en la figura 1.6b es un conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.

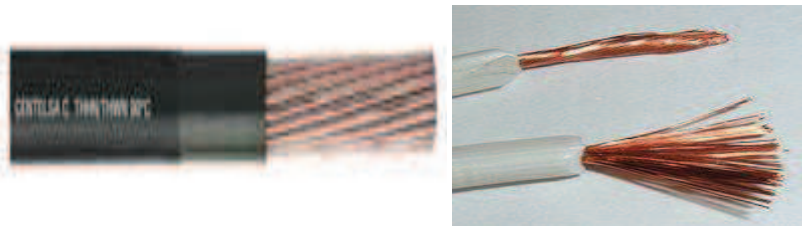


Figura 1.6b cable de cobre aislado.

1.6.2 SEGÚN NÚMERO DE CONDUCTORES.

Monoconductor es un conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislación con o sin cubierta protectora, como se observa en la figura 1.6c la cubierta protectora en la mayoría de veces el maleable y para la intemperie.

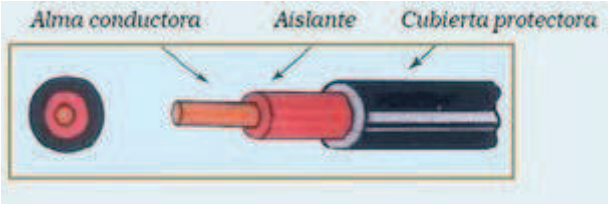


Figura 1.6c Cable mono conductor

Multiconductor es un conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envuelta cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes como se observa en la figura 1.6.d, este se lo conoce en el mercado como cable tipo sucre concéntrico.

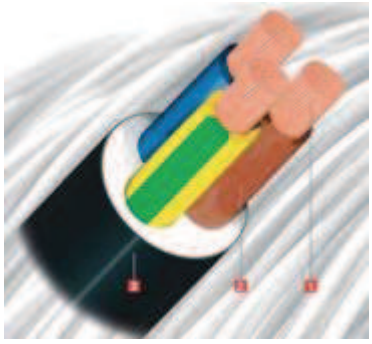


Figura 1.6d cable multiconductor concéntrico

1.6.3 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU AISLACIÓN Y NÚMERO DE HEBRAS.

La parte más importante de un sistema de alimentación eléctrica está constituida por los conductores.

Al proyectar un sistema, ya sea de potencia, de control o de información, deben respetarse ciertos parámetros imprescindibles para la especificación del cableado.

El voltaje del sistema ya sea el tipo continua Vdc, polo positivo o negativo, o alterna Vca, fases y neutro, sistema de potencia, punto central de aterramiento, corriente o potencia a suministrar, la temperatura de servicio, temperatura ambiente y resistividad térmica de los conductores, tipo de instalación, dimensiones (profundidad, radios de curvaturas, distancia entre vanos, etc.), sobrecargas o cargas intermitentes, tipo de aislación, cubierta protectora etc.

1.6.4 CALCULO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Para la selección de un conductor es importante tener en cuenta las condiciones ambientales en donde se va instalar, la capacidad de corriente que va a transportar y la distancia de la misma, para esto se podrá utilizar la tabla 1.6a para los voltajes monofásico y trifásicos.

Tabla 1.6a Ecuaciones para calculo conductores eléctricos.[32]

Tipo de corriente	Sección	Caída de tensión	Pérdida de potencia	Siendo
CONTÍNUA ($\cos\varphi = 1$) Y MONOFÁSICA	CONOCIDA LA INTENSIDAD		$\Delta W = \dfrac{200 \cdot L \cdot W}{K \cdot S \cdot V^2 \cdot \cos^2\varphi}$	S = Sección del conductor, en mm²
	$S = \dfrac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot \Delta V}$	$\Delta V = \dfrac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot S}$		I = Intensidad de corriente, en amperios
	CONOCIDA LA POTENCIA			V = Tensión de servicio, en Voltios
	$S = \dfrac{2 \cdot L \cdot W}{K \cdot \Delta V \cdot V}$	$\Delta V = \dfrac{2 \cdot L \cdot W}{K \cdot S \cdot V}$		W = Potencia transportada, en Watios
TRIFÁSICA	CONOCIDA LA INTENSIDAD		$\Delta W = \dfrac{100 \cdot L \cdot W}{K \cdot S \cdot V^2 \cdot \cos^2\varphi}$	L = Longitud de la línea, en metros
	$S = \dfrac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot \Delta V}$	$\Delta V = \dfrac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot S}$		ΔV = Caída de tensión desde el principio hasta el final de la línea, en Voltios
	CONOCIDA LA POTENCIA			ΔW = Pérdida de potencia desde el principio hasta el final de la línea en %
	$S = \dfrac{L \cdot W}{K \cdot \Delta V \cdot V}$	$\Delta V = \dfrac{L \cdot W}{K \cdot S \cdot V}$		K = Conductibilidad eléctrica, para el cobre 56

NOTA: La sección de los conductores se calcula para que la caída de tensión sea menor del 3% entre el origen y cualquier punto de utilización en la instalación.

[32] Fuente http://aporteselectricoschile.blogspot.com/2013/08/calculo-de-conductores-electricos.html

Todo cable debe tener una sección mínima normalizada que debe satisfacer tres condiciones para su instalación la Intensidad máxima Admisible o Calentamiento, la Caída de Voltaje y un criterio de Intensidad de corto circuito

1.6.4.1 Intensidad máxima Admisible o Calentamiento

Cuando el cable este trabajando a plena carga la temperatura nunca debe exceder la temperatura admisible asignada para el aislamiento del cable. Este valor se especifica en la instrucción ITC-BT-19[33] particulares de los cables y suelen ser de 70°C para los cables con aislamiento termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

1.6.4.2 Caída de voltaje.

La circulación de la corriente a través de los conductores ocasiona una caída de voltaje o diferencia entre las tensiones de origen y extremo de la conexión, los valores transportados en los cables deben en lo posible ser iguales a los recomendados por el fabricante en equipos y maquinas eléctricas instaladas.

1.6.4.3 Criterio de la intensidad de corto circuito.

A consecuencia de un cortocircuito en un régimen transitorio se debe limitar el exceso de temperatura para evitar daños en líneas y cables, se debe tomar en cuenta que en instalaciones de bajo voltaje las protecciones de sobre intensidad son las que limitan la duración de cortocircuito a tiempos muy breves.

[33]Fuente http://www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/reglamentos/itc_bt/itc-bt-19.htm

1.7 RIESGOS ELÉCTRICOS.

1.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS.

Los seres vivos también son conductores de la corriente eléctrica. Al estar expuestos a contactos con cables con voltaje o aparatos defectuosos, existe la posibilidad que circule corriente a través del cuerpo humano. Este se lo conoce como electrocución[34].

Para ello deben cumplirse en forma simultánea tres condiciones:

Que el cuerpo humano sea un buen conductor (lo cual se incrementa con la humedad), que forme parte de un circuito eléctrico, o que el cuerpo humano esté sometido a un voltaje peligroso (V).

1.7.2 LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA SOBRE EL CUERPO HUMANO.

La importancia de los efectos de la corriente sobre la salud depende de varias circunstancias, de las cuales destacamos la intensidad de la corriente (I), la resistencia del cuerpo humano al pasaje de la corriente (R), el tiempo que esté sometido el ser humano al contacto eléctrico y el recorrido de la corriente por el cuerpo humano.

Un efecto fisiológico, (está relacionado con el funcionamiento biológico de los seres vivos), depende del voltaje y la corriente que circule en el cuerpo humano produciendo electrización o electrocución. **Electrización** es el resultado cuando una persona forma parte del circuito eléctrico, circulando la corriente por el cuerpo, como mínimo se presenta un punto de entrada y otro de salida de la corriente, mientras que la **Electrocución** es fallecimiento debido a la acción de la corriente en el cuerpo humano.

Como se observa en la tabla 1.7a, se observa el efecto que provoca la corriente que circula por el cuerpo humano cuando se tiene contacto con un voltaje determinado, y

[34] Electrocución a causa de una descarga eléctrica, la persona sufre una parada cardiorrespiratoria, llegando en la mayoría de los casos a producir la muerte.

en la tabla 1.7a se observa los distintos pasos de la corriente por el cuerpo humano en diferentes lugares de contacto.

Tabla 1.7a Efectos de la Electricidad en el ser humano.[35]

CORRIENTE ALTERNA - BAJA FRECUENCIA

I mA	EFECTO	MOTIVO	
1 a 3	PERCEPCIÓN	El paso de la corriente produce cosquilleo. No existe peligro.	
3 a10	ELECTRIZACIÓN	El paso de la corriente produce movimientos reflejos.	
10	TETANIZACIÓN	El paso de la corriente provoca contracciones musculares, agarrotamiento.	
25	PARO RESPIRATORIO	Si la corriente atraviesa el cerebro.	
25 a 30	ASFIXIA	Si la corriente atraviesa el torax.	
60 a 75	FIBRILACIÓN VENTRICULAR	Si la corriente atraviesa el corazón.	

[35] Fuente SEGURIDAD EN EL TRABAJO http://www.jmcprl.net/cursob02-1/Diapositiva30.html

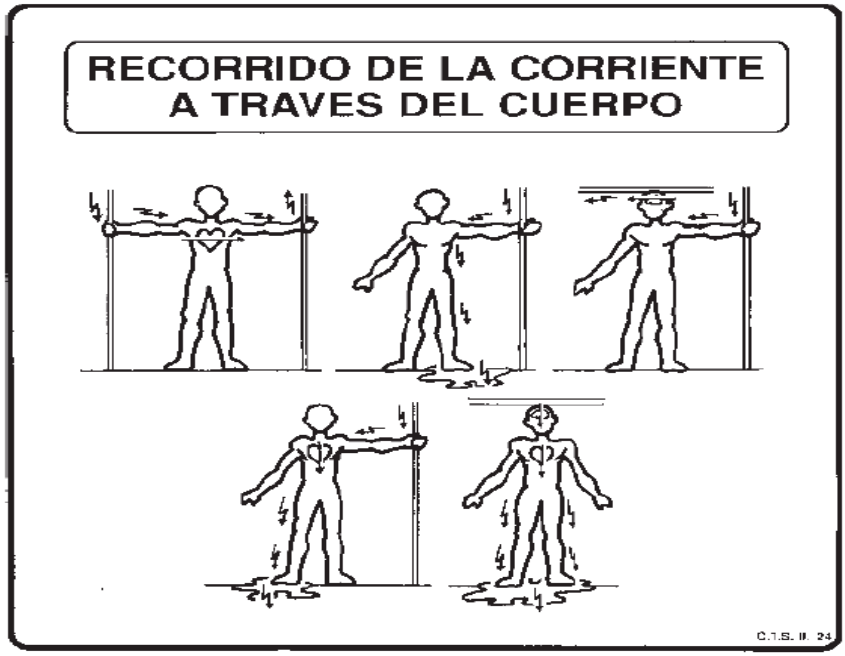


Fig. 1.7a Recorrido de la corriente según contacto.[36]

Existen efectos secundarios a causa de trabajar con elementos energizados como son las **caídas de altura y del mismo nivel** a causa de una electrización por el contacto directo del voltaje con el cuerpo, los **golpes contra objetos** estos se producen a causa de la electrización ya que el cuerpo humano tiende a alejarse del punto de origen donde se produjo el contacto con el voltaje y provocando tropiezo y golpes por caídas, **e incendios o explosiones** ya que el efecto producido por la unión de polos opuestos producen chispas que al estar cerca de combustibles líquidos, sólidos o gaseosos pueden ocasionar conatos o incendios.

1.7.3 LOCALIZACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS.

La ubicación de las fuentes y conductores, aislación, señalización, estado actual de los distintos elementos (encendidos o apagados) y el cuidado con que se usen, son todos elementos a tener en cuenta para la prevención de accidentes por electrocución. Como se observa en la figura 1.7b son ejemplos de señalización para advertir maquinas o sectores a donde se está dirigiendo.

[36] Fuente RIESGOS LABORALES http://riesgoslaborales.feteugt-sma.es/p_preventivo/riesgos_laborales/riesgos_laborales_3-6.htm

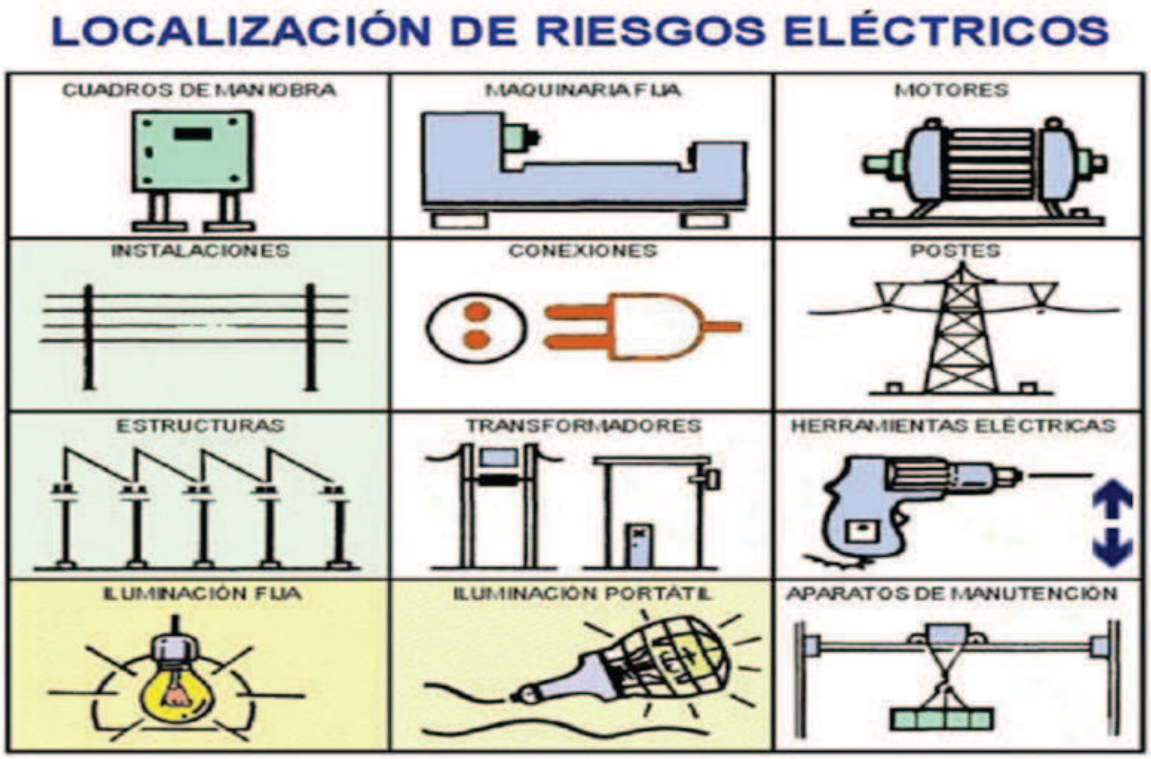


Figura 1.7b Señalización riesgos eléctricos.

1.7.4 APARATOS ELÉCTRICOS DE BAJO VOLTAJE.

Los aparatos se clasificarán respecto a la protección contra contactos indirectos en cuatro clases según el grado y el tipo de protección de cada uno:

Clase O: No llevan dispositivos que permitan unir las partes metálicas accesibles a un conductor de protección. Su aislamiento corresponde a un aislamiento funcional. Estos aparatos deberán ser desechados en la práctica.

Clase I: Equipos dispuestos para ser conectados a la red, en los que la protección contra descarga eléctrica no se confía solamente al aislamiento básico, sino que incluye, como medida adicional de seguridad el que las partes conductoras estén conectadas a la tierra de protección general del local, con el objeto de evitar que tales partes puedan convertirse en activas por fallo del aislamiento básico.

Llevan dispositivos que permiten unir las partes metálicas accesibles a un conductor de protección. Cuando la alimentación del aparato se realice por medio de un conductor flexible, este incluye el conductor de protección y su clavija para toma de corriente dispone de contacto para este último conductor.

Clase II: Equipos dispuestos para ser conectados a la red principal, en los que la protección contra descargas eléctricas no se confía solamente al aislamiento básico, sino que el factor de seguridad se incrementa por doble aislamiento o aislamiento reforzado, no necesitando conexión a la tierra protectora, es decir para conseguir el doble aislamiento, debe cumplirse que todas las partes susceptibles de contacto, que en caso de defecto puedan quedar en voltaje directa o indirectamente:

Clase III: Equipos en los que la protección contra descargas eléctricas se confía a la alimentación con voltajes de baja tensión de seguridad, que están previstos para ser alimentados bajo una tensión no superior a 50 voltios. No tienen ningún circuito interno ni externo que funcione a una tensión superior a esta.

Su indicación en la placa de características será: Clase III o el valor de la tensión nominal metido en un rombo como se observa en la figura 1.7c la clasificación del aparato y su respectivo símbolo que debe colocarse en los diferentes aparatos.

Clase del aparato	Símbolo
Clase 0	No existe símbolo.
Clase I	
Clase II	
Clase III	50

Figura 1.7d Simbología normalizada de protección en aparatos eléctricos.[37]

[37] Fuente http://www.mailxmail.com/curso-seguridad-instalaciones-electricas/proteccion-aparatos-electricos-baja-tension

1.8 TRABAJOS Y MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELECTRICAS DE BAJO VOLTAJE.

"TODOS LOS TRABAJOS SE REALIZARAN SIN VOLTAJE ELECTRICO."

Esta norma de seguridad es la que debe ser llevada a la práctica generalmente y a ser factible sólo excepcionalmente se permitirá trabajar con voltaje.
Las principales condiciones a cumplirse son las indicadas en el artículo 67 de la O.G.S.H.T. en su Apartado 2.[38]
Será aislada la parte en que se vaya a trabajar con cualquier posible alimentación, mediante la apertura (desconexión) de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo breakers, guarda motores etc.
Será bloqueado en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de seccionamiento, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
Se comprobará mediante un verificador (voltímetro) la ausencia de voltaje en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, ambos extremos de los fusibles, etc.).
No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos, sin comprobar que no existe peligro alguno.
Es recomendable que los aparatos de seccionamiento sean de corte visible, con objeto de que se pueda apreciar visiblemente que se han abierto todos los contactos.
El letrero o señalización a colocar ha de ser de material aislante con una zona en donde pueda figurar el nombre de la persona que realiza los trabajos.
Los comprobadores de tensión estarán protegidos y dotados de puntos de pruebas aislados menos en sus extremos en una longitud lo más pequeña posible para evitar cortocircuitos en las mediciones.
La señalización solamente será retirada por la persona que la colocó y cuyo nombre figura en ésta.

---

[38] Fuente http://www.jmcprl.net/NORMATIVA/ogsht/capitu06.htm.

CAPITULO II

2 ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES OPERATIVAS.

Cuando se reacondiciona (se instala nuevamente), cualquier elemento mecánico o eléctrico, se recomienda observar las condiciones actuales en las que se pone en funcionamiento, ya que en muchos casos se realizan instalaciones que no van acorde con las recomendaciones del fabricante ya sean estas eléctricas o mecánicas, acortando así la vida útil de las máquinas.

2.1 CONDICIONES ACTUAL DEL SISTEMA.

En el siguiente sistema de bombeo encontramos que existe una bomba de 10HP, 220 Voltios y una corriente de 31.7 Amperios con un caudal de Q= 250 Gpm (946,25 lts/m) que traslada agua desde una vertiente en el rio hasta una cisterna de 100 metros cúbicos donde el agua es tratada para que sea apta para consumo. Como se observa en la figura 2a es la forma en la que se encontraba instalada la electrobomba.

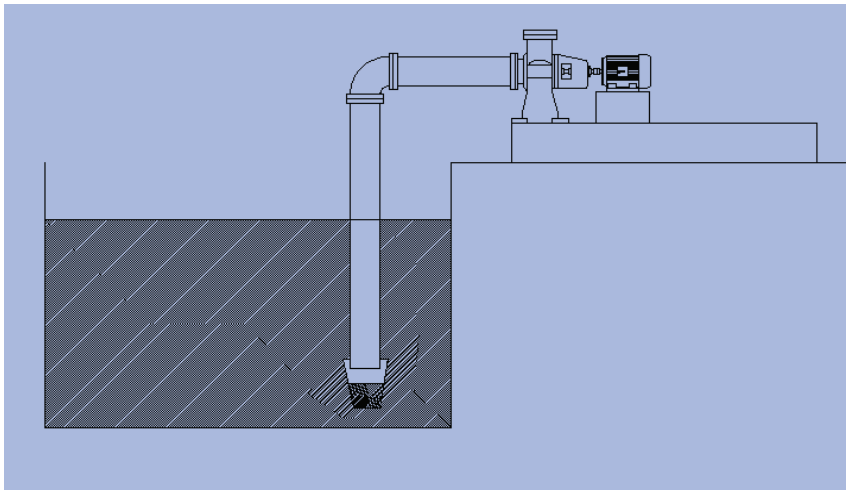


Fig. 2a Bombas instaladas.
(Tituaña, 2012)[39]

[39] Instalación de la electrobomba en Autocad.

Una segunda electrobomba de similares características se encargara de llevar el agua de la cisterna hasta un tanque elevado que se encuentra a una altura de 6 metros aproximadamente.
La electrobomba va a tener la suficiente capacidad de transportar el agua ya que tiene las siguientes características como indica la tabla 2a que fue sacada de los datos de placa de la electrobomba que se encuentra en la actualidad.

Tabla 2a Datos de placa Electrobomba.[40]

Tipo de bomba	Centrifuga
Tipo de Acoplamiento	Monoblock
Tipo de Impulsor	Balanceado Dinámicamente
Cantidad de impulsores	1
Tipo de cierre	Sello mecánico 1/4" tipo 1
Temperatura Máxima liquido	158°F (70°C) Continua

Al realizar el análisis de las necesidades operativas del sistema, es muy importante verificar y corregir (si fuera necesario), el funcionamiento actual de todo el sistema eléctrico y mecánico.

Para el mismo se verifica los siguientes puntos, el sistema actual de encendido de las electrobombas, las condiciones de la red eléctrica en el sistema, que Seguridades y tipos de alarma nos garantiza su correcto funcionamiento y las instalaciones de tuberías.

2.1.1 SISTEMA DE ENCENDIDO DE LAS ELECTROBOMBAS

El sistema consta de una electrobomba de 10HP, 220 voltios, 60Hz, el consumo de corriente de la electrobomba es de 31.7 Amperios. Esta es encendida manualmente por una persona mediante el uso de un breaker de 100 Amperios marca General Electric, que se encuentra instalado en una caja de breaker en un cuarto de control y directamente conectado a la red trifásica de 220 voltios, estas

[40] Anexo tabla electrobombas.

son encendidas cada vez que se lo necesite o por un cronograma establecido por los encargados de estas máquinas, todo esto dependerá del consumo diario de la comunidad.
Los días en el que se presentan mayores inconvenientes de encendido son los fines de semanas y feriados, ya que el personal encargado no labora con normalidad.

2.1.2 RED ELÉCTRICA DEL SISTEMA.

En el tablero principal es alimentado por una línea trifásica de 220 voltios, 60 Hertz con toma a tierra, la cual se deriva la conexión hacia el tablero de control que se encuentra a una distancia de 95 metros aproximadamente, cuatro cables 6 AWG en tubería PVC , y llega un voltaje de 216 voltios.
En este caso nos damos cuenta que existe una caída de voltaje de más o menos el 2% medidos con el voltímetro.

2.1.3 SEGURIDADES Y ALARMAS.

En este no se encuentra ningún tipo de seguridad tanto para la maquina como para las personas que la operan, no tenemos conexiones a tierra, no hay señalización visual ni auditiva, en el momento que se enciendan las electrobombas no se puede saber si hay caídas de voltaje, perdidas de fase que en muchos de los casos se vuelve en el principal problema para que los motores eléctricos lleguen a quemarse.

2.1.4 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.

La instalación de la tubería está basada en la recomendación del fabricante **ANEXO 5 página 79, Catalogo Accesorios Bomba de agua,** que es para la de succión de 3 pulgadas y la de descarga de igual manera de 3 pulgadas, las válvulas check y la de pie se encuentran instaladas para que no regrese el agua de la electrobomba hasta el tanque y así no se permite que la tubería se quede sin agua.

2.2 FALLAS ENCONTRADAS EN EL SISTEMA.

Después que se realiza la inspección de todo el sistema se procede con las correcciones, tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante y las necesidades de funcionamiento del sistema.

2.2.1 ENCENDIDO DE LA ELECTROBOMBA.

La primera falla que se encontró en este sistema, es el encendido de la electrobomba, se lo realiza mediante un breaker General Electric como se observa en la figura 2.2a, la función de los breaker es el de encender o apagar un circuito, y tener una reacción rápida cuando exista un problema de cortocircuito, pero este no puede detectar una caída de voltaje, una falta de una de las fases, y en el caso de un corto circuito o de una sobrecarga que ocurra en una de sus líneas, en algunos casos solo se desconectara la línea donde ocurrió cualquiera de las fallas mencionadas anteriormente, y las dos restantes se quedaran conectadas, un problema sumamente serio para los motores trifásico, ya que estos al fallar una fase, el motor eléctrico no se apaga, solo hace un ruido más fuerte de lo normal, que al no ser detectado rápidamente el motor se llega a quemar.

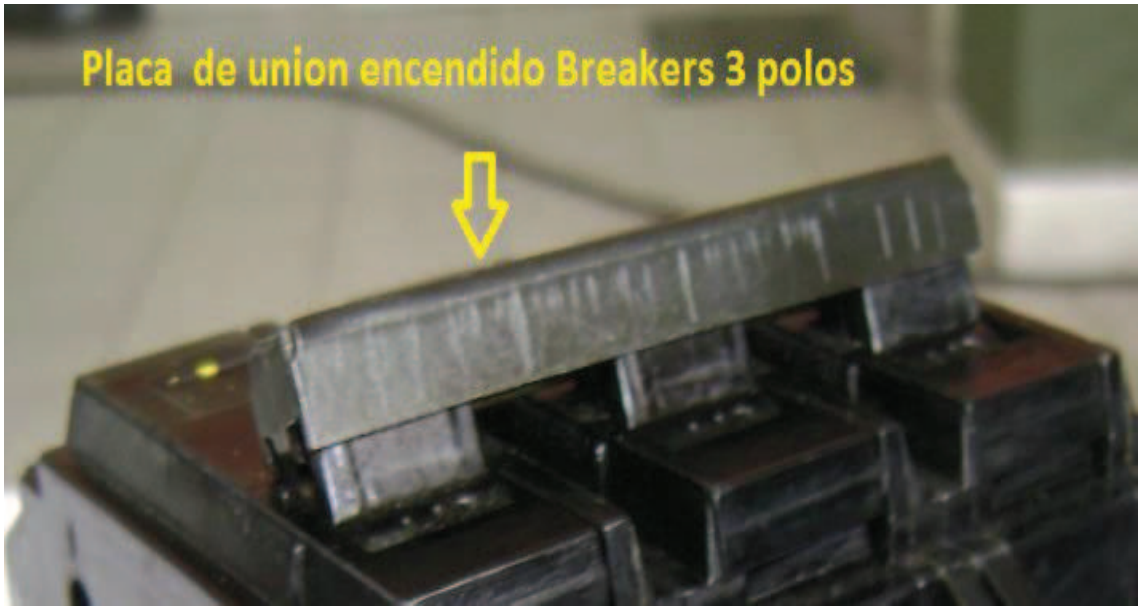


Figura 2.2a Breaker General Electric 3 polos

Como se observa en la figura 2.2b, en este caso el breaker trifásico General Electric, está constituido por la unión de tres breakers de un polo unidos por una placa metálica en las palancas de encendido.

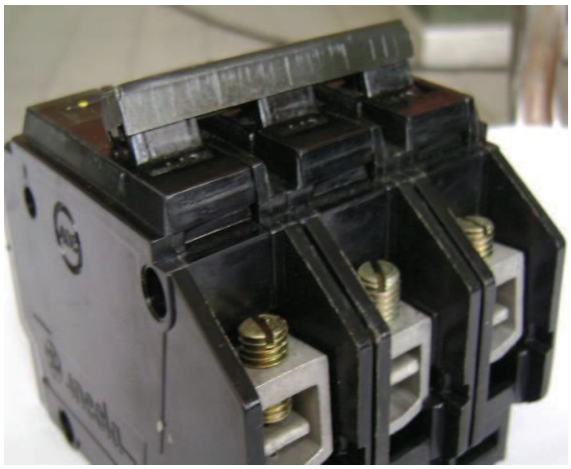


Figura 2.2b Breaker 3 polos

Figura 2.2c Breaker 1 polo

Ahora cuando se use este tipo de controles es necesario la operación y supervisión de una persona cuando la electrobomba esté en funcionamiento, para eliminar el riesgo ya mencionado anteriormente que puede ocasionar la pérdida de fase, caída de voltaje por cualquier motivo, para esto se recomienda usar un breaker tipo caja moldeada que si están diseñadas para detectar este tipo de problemas y tener una respuesta rápida y automática.

El Breaker tipo caja moldeada está diseñado para operar en niveles entre 12.5A y 1250A. Este tipo de interruptores son utilizados para distribución de energía eléctrica, protección de equipos contra sobrecargas o baja tensión. Por estas características este interruptor puede ser utilizado para proteger el motor de sobrecargas, cortocircuitos y niveles bajos de voltaje.

Pero aun este no es la solución final para que el sistema tenga una correcta protección, con un sistema automático para el encendido de las electrobombas se implementara dispositivos eléctricos que nos ayudaran a proteger y encender las electrobombas como son los Contactores, Selectores, Sensores de nivel Supervisores de fase, Balizas y Sirenas

2.3 FORMULACION DEL PROBLEMA.

¿Cómo evitar que una persona se encuentre apagando y encendiendo las electrobombas cada vez que se lo requiera?
Los dispositivos eléctricos de control, son elementos que se pueden accionar a distancia y automáticamente en el momento oportuno, sin requerir la necesidad de supervisión humana, con esto se conseguirá que las electrobombas se enciendan o apaguen automáticamente según el nivel de agua almacenada en los tanques de almacenamiento, o por alguna falla eléctrica o mecánica que se presente en el sistema.

2.4 SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA.

¿Qué se tomara en cuenta para la automatización del sistema del encendido y apagado de las electrobombas?
El número de veces que se encienden y se apagan las electrobombas, el consumo de agua de la comunidad, las fallas eléctricas más comunes en el sector, como son caídas de voltaje, perdidas de fase, falta de agua, el descuido por factor humano.

¿Qué elementos eléctricos se usaran para la automatización?
Se utilizara dispositivos de control para fuerza como contactores, relés para encendido de los motores, dispositivos de mando como pulsadores, dispositivos de seguridad como relés térmicos, supervisores de fase y pulsadores tipo hongo para efectuar paros de emergencia, selectores de tres posiciones para escoger el respectivo funcionamiento manual o automático del sistema y elección de la electrobomba a usar, dispositivos eléctricos de señalización visual y de audición, para aviso de falla o estado del sistema.

¿Qué beneficios se obtendrán al automatizar el sistema?
Los beneficios que se obtendrán al automatizar el sistema es que la supervisión por factor humano sea mínimo, ya que el encendido y apagado se producirá automáticamente y solo lo necesario, optimizando el consumo de tiempo, electricidad y agua.

También se conseguirá una respuesta inmediata y efectiva en el momento de una fallas que puedan dañar a la electrobomba ya sea eléctrica, mecánica o por falta de agua, este último resulta peligrosa ya que si la electrobomba funciona sin agua quema los sellos mecánicos, provocando fugas y el paro total de la electrobomba.

2.5 SUGERENCIAS A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL SISTEMA.

Como se mencionó en el capítulo anterior, las electrobombas son máquinas que nos facilitan en el traslado de agua de un lugar a otro, pero como toda máquina es muy necesario tomar en cuenta que necesita de un mantenimiento eléctrico y mecánico para que tenga un buen funcionamiento y una vida útil prolongada.

Aquí se aplica varios conceptos vistos en el capítulo anterior como es el de dimensionar correctamente cada elemento eléctrico, usar correctamente los elementos eléctricos, para que cumplan funciones adecuadas, evitar problemas por el descuido humano, automatizar el sistema para que en lo posible no dependa de la supervisión de una persona y las caídas de tensión en el sistema eléctrico de Fuerza y Control

PLACA DE DATOS MOTOR BOMBA DE AGUA.

Los valores de placa tomada de los motores eléctricos y necesarios para este trabajo son los presentados a continuación.

V = 220v (3~)	P = 10 HP	In = 31.7 A	N = 0.9

2.6 DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN.

Como se mencionó anteriormente los dispositivos necesarios para una automatización son los dispositivos eléctricos que se operan a distancia y los que se considera a continuación.

2.6.1 CONTACTORES.

Como se habló en el capítulo anterior los contactores son dispositivos que tienen la capacidad de cortar la energía eléctrica, la posibilidad de ser accionado a distancia automática o manualmente, con dos posiciones de funcionamiento, con este dispositivo se conseguirá que la electrobomba se encienda solo cuando sea necesario, en este caso cuando los tanques de almacenamiento de agua estén en niveles bajos.
Se tomara en cuenta que la mayoría de motores eléctricos ya vienen con dispositivos termistores que ayudan al momento de recalentamiento de motor, ya sea este por sobrecarga o falla en sus bobinas internas, para que este dispositivo ayude con efectividad es necesario la instalación de un contactor para que apague automáticamente el motor cuando ocurra este problema.

2.6.2 SELECTORES.

En este caso la recomendación es que exista otra electrobomba como back-up, lo que quiere decir que entre en funcionamiento cuando se necesite dar algún mantenimiento eléctrico o mecánico en la primera electrobomba o en el peor de los casos la electrobomba llegue a dañarse.
Con los selectores se podrá escoger la electrobomba que se desee que actué, o a su vez escoger que su funcionamiento sea automático o manual.

2.6.2.1 Funcionamiento Automático.

No se necesitara la supervisión constante de una persona, la electrobomba se encenderá solo cuando sea necesaria cuando el agua se encuentre en un nivel bajo

del tanque, y se apagara automáticamente, cuando el agua se encuentre en el nivel más alto en el tanque.
La electrobomba se apagara y no se volverá a encender cuando se produzca un cortocircuito, en una caída considerable de voltaje o una pérdida de fase en cualquiera de sus líneas, se encenderá automáticamente.
Al ocurrir una falla eléctrica, se emitirán unas alarmas visuales y auditivas con el propósito de dar aviso de inmediato y encontrar una pronto solución.

2.6.2.2 Funcionamiento manual.

Este tipo de funcionamiento se lo usara más en labores de mantenimiento, como por ejemplo el cebado de la electrobomba, limpieza del tanque de almacenamiento de agua, o en el caso extremo de que alguno de sus sensores se encuentre dañado.

2.6.3 SENSORES DE NIVEL.

Estos dispositivos ayudaran en el encendido y apagado automático de las electrobombas según el nivel que se encuentre el agua, y como complemento no dejara que la electrobomba entre en funcionamiento en el caso de no haber agua en los depósitos, porque como se recomendó en el capítulo anterior, si una electrobomba llega a funcionar en vació, se puede llegar a quemar los sellos de la electrobomba, lo que a continuación dejara de enviar agua.

2.6.4 SUPERVISORES DE FASE, LUCES Y SIRENAS.

El supervisor de fase es un dispositivo que nos ayudara a detectar una caída considerable de voltaje, o la pérdida total de una de las fases que alimentan al circuito trifásico.
Las luces y sirenas nos avisaran auditiva y visualmente de estos principales problemas, y así no permitir que se queme la electrobomba.

Con el funcionamiento automático de la electrobomba, no se quiere decir que no se necesitara la supervisión humana técnica, solo nos permitirá que esta sea menor, y que por un descuido la electrobomba no llegue a dañarse.

2.7 RED ELÉCTRICA DEL SISTEMA.

Los parámetros que se considera en un sistema eléctrico son el voltaje y la forma como se conduce hacia la máquina.

2.7.1 CAÍDAS DE VOLTAJE. Son breves disminuciones en los niveles de voltaje que ingresan a un sistema eléctrico. Este es el problema más común en el suministro eléctrico.

2.7.1.1 Causas. Normalmente por las exigencias de arranque de muchos aparatos eléctricos (incluyendo motores, compresores, ascensores, máquinas herramienta, etc.), lo que está manejando altos consumos de energía en un sistema interno o externo.
En un procedimiento conocido como "caídas de voltaje en cadena", las Centrales Eléctricas disminuyen sistemáticamente los niveles de voltaje en ciertas áreas durante horas o días en un momento dado.

2.7.1.2 Efectos. Una caída puede impedir que un equipo reciba la energía necesaria para funcionar correctamente, también reducen la eficiencia y vida útil de los equipos eléctricos, en particular de los motores eléctricos.

2.7.2 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE CONDUCTORES.

2.7.2.1 Selección de un conductor

Para la selección de un conductor se debe tener en cuenta las consideraciones Eléctricas, térmicas, mecánicas. Las principales características de cada una de ellas se pueden resumirse que las consideraciones eléctricas de tamaño (capacidad de corriente), tipo y espesor de la aislación, nivel de voltaje (baja, media

o alta), capacidad dieléctrica, resistencia de aislación, factor de potencia. Y que la caída de voltaje no sea muy elevada o las que especifique el fabricante en el dato de placa correspondiente a la máquina.
Consideraciones térmicas la compatibilidad con el ambiente, dilatación de la aislación, resistencia térmica.

Consideraciones mecánicas la flexibilidad, tipo de chaqueta exterior, armado, resistencia impacto, abrasión, contaminación.

2.8 CONDICIONES PARA REALIZAR EL CIRCUITO.

En la automatización de un sistema eléctrico o mecánico, se deben tomar en cuenta algunos parámetros y secuencias, para que el funcionamiento de un circuito sea lo más óptimo posible, y que colabore con el ahorro de energía e insumos que estos manejen, sin dejar a un lado el tema de seguridad, ya que como se mencionó anteriormente toda máquina eléctrica y mecánica necesita de un mantenimiento periódico para su correcto funcionamiento y vida útil, un personal calificado deberá realizar dichos mantenimientos siempre y obligatoriamente con las maquinas apagadas. Todos los sistemas automáticos deben estar correctamente diseñados para que las maquinas no se enciendan en los mantenimientos periódicos, para lo cual se tomara en cuenta que las electrobombas se encontraran ubicadas en un cuarto de control alejado de la comunidad, la cual se tomaran las siguientes condiciones parta el diseño de los tableros:

Las electrobombas se podrán encender automáticamente en el caso de que se encuentre en servicio para la comunidad, o manualmente en el caso de mantenimiento o limpieza de los tanques de almacenamiento.
Si los niveles de agua en los tanques de almacenamiento son muy bajos o no tenga agua, las electrobombas no podrán funcionar, salvo manualmente si se lo requiere y bajo la supervisión de la persona responsable del cuarto de control.
En el caso de fallas eléctricas tales como caídas de voltaje, perdidas de fases, recalentamiento del motor o por cualquier avería mecánica, se activara una alarma

visual y auditiva, entonces el sistema se apagara automáticamente, hasta que el personal técnico encuentre la falla y sea reparado totalmente.

Se utilizara 4 electrobombas que realizaran las siguientes funciones:

Electrobomba Nº1 (B1): esta funcionara llevando el agua desde la vertiente hacia el tanque donde se tratara el agua.
Electrobomba Nº2 (B2): esta funcionara como Backup (bomba de respaldo) de la electrobomba 1 (B1), en el caso que la bomba 1 tenga un desperfecto y ocasione un daño grave, permanente, o se la suspenda por mantenimiento y se detenga su funcionamiento por algún tiempo indeterminado.
Electrobomba Nº3 (B3): Esta funcionara llevando el agua desde el tanque donde se tratara el agua hacia el tanque elevado donde se repartirá a la comunidad por gravedad.
Electrobomba Nº4 (B4): Esta funcionara como Backup (bomba de respaldo) de la electrobomba 3 (B3), en el caso que la bomba 3 tenga un desperfecto y ocasione un daño grave, permanente, o se la suspenda por mantenimiento y se detenga su funcionamiento por algún tiempo indeterminado.

Las electrobombas B2 y B4 son opcionales, pero necesarias ya que si llegaran a fallar las electrobombas principales B1 y B3 la comunidad se quedaría sin agua hasta que estas sean reparadas.

CAPITULO III

3 CONSTRUCCION DE TABLEROS

3.1 TABLERO DE CONTROL

3.1.1 DISEÑO DE UN EQUIPO

Para la realizar un equipo de automatismo es necesario el análisis de un conjunto de condiciones, el dibujo de los esquemas, la elección de los componentes y su implantación podrá ser diferentes en función de la complejidad de la instalación. Por otra parte, la colaboración entre un mecánico, electricista o especialista en el área específica, con el fin de conocer el funcionamiento óptimo de la máquina y los beneficios que nos pueda dar la misma. Se procederá a realizar el tablero eléctrico de control tomando en cuenta lo siguiente:

Los gabinetes de control deben estar conformados por los elementos eléctricos adecuados e identificados, de igual manera los cables de control y fuerza, que a su vez deberán ir dentro de canaletas para evitar su enredo como se observa en la figura 3.1a, y poder tener una considerable reserva, esto con la finalidad de obtener un adecuado mantenimiento e incluso para que su reparación sea se inmediata.

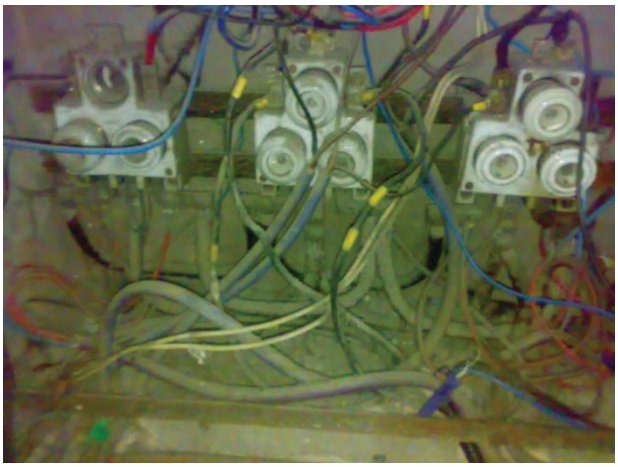


Figura 3.1a Conexión de fusibles de protección sin canaletas.

Estos gabinetes con las electrobombas estarán ubicados dentro de una caseta para protegerlos del contacto directo de la lluvia, el polvo y evitar en lo posible su deterioro.

Las electrobombas están diseñadas con un motor eléctrico tipo jaula de ardilla de 10HP que es energizado con un voltaje de 220Vac trifásico, consume una corriente aproximada de 31.7 Amperios por línea, y un factor de potencia de 0.8.
La distancia que existe de la toma principal de energía eléctrica hasta los cuartos de control es de aproximadamente 90 metros.
Con las condiciones mencionadas en el capítulo 2.8 se realiza el siguiente diagrama eléctrico para las condiciones mencionadas.

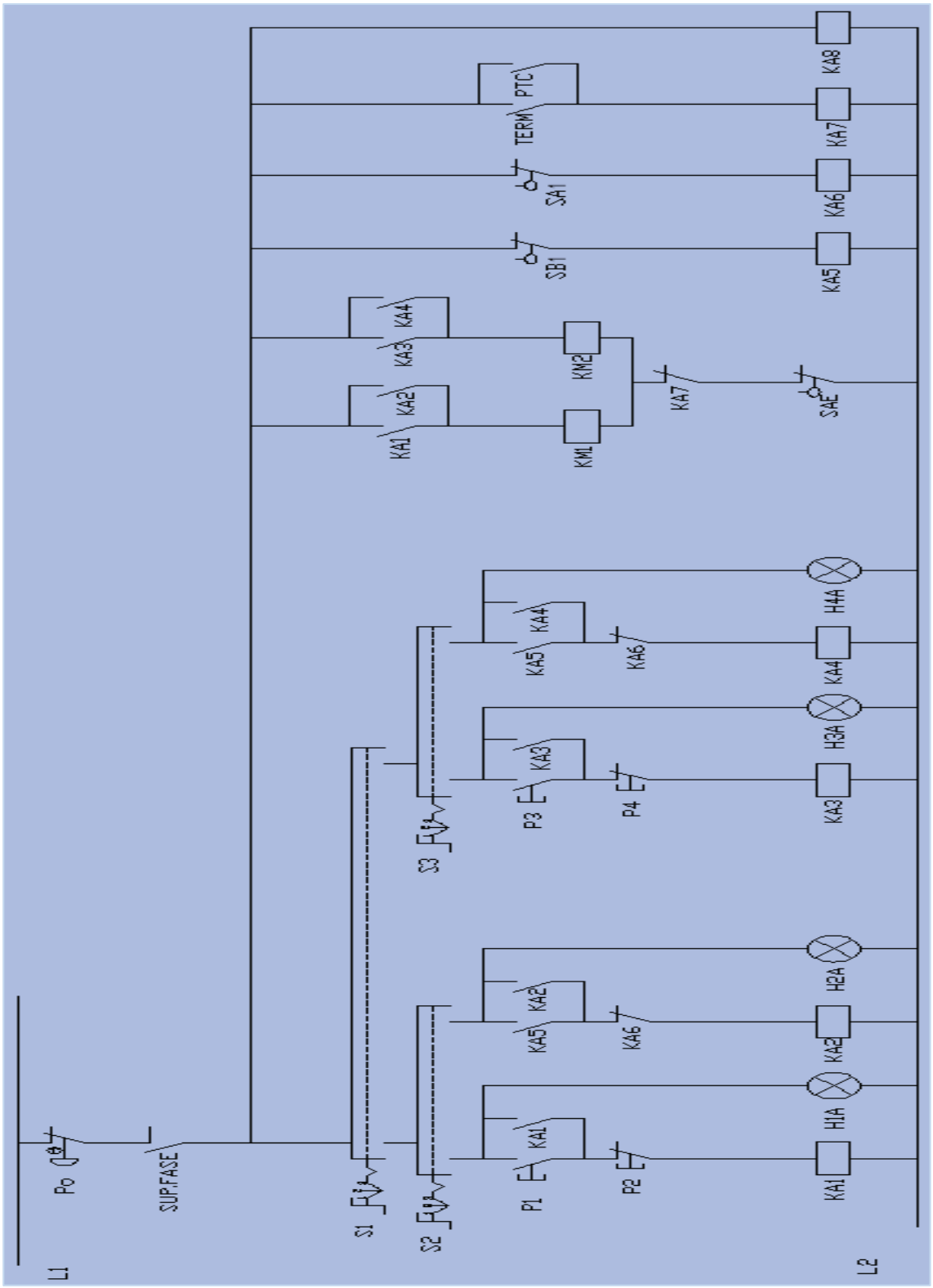


Fig. 3.1b Circuito de control[41]

[41] Circuito de control en base a las condiciones del capito 2.8

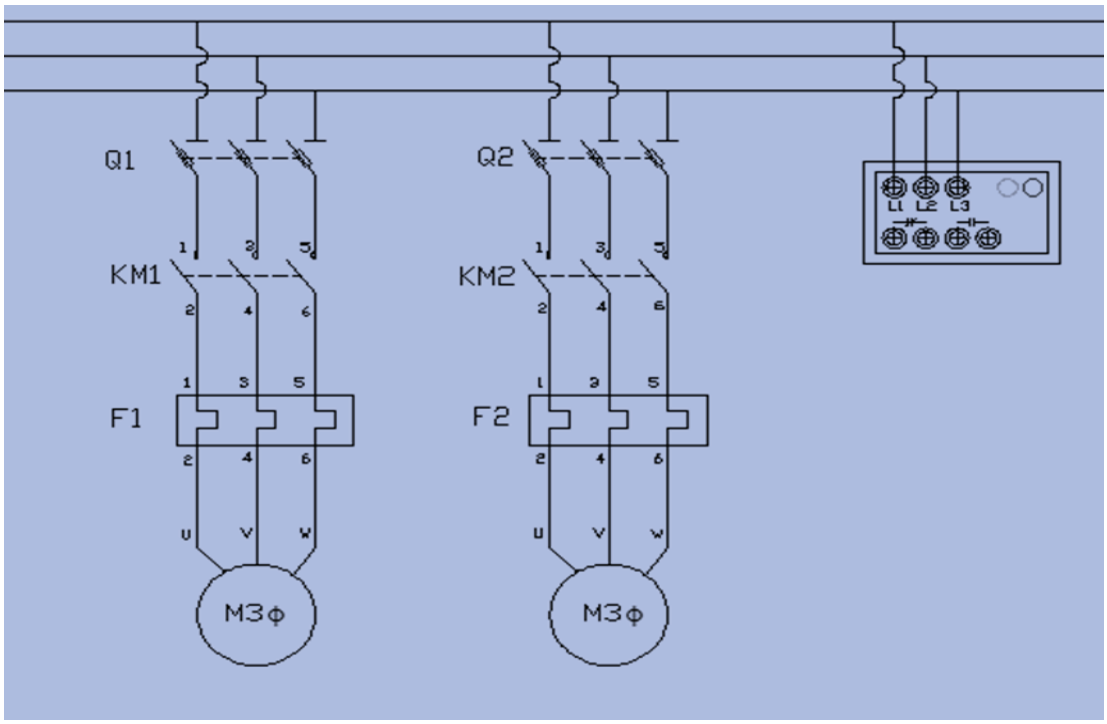


Figura 3.1c Circuito de Fuerza[42]

3.2 GABINETE DE CONTROL.

Si en verdad los gabinetes de control estarán ubicados en una caseta, estos no son totalmente cerrados, y el mantenimiento o limpieza del mismo en ocasiones se lo puede realizar con agua, por lo tanto puede llegar a entrar en los dispositivos eléctricos, como se mencionó en el capítulo 1 se utilizara el índice IP y en el **Anexo 1** se observa un gabinete adecuado IP65, que tiene como protección total el polvo, y los chorros directos de agua a baja presión en todas las direcciones.

La protección contra polvo es muy importante ya que en muchos de los casos, el polvo puede entrar a los contactos de los relés y contactores, y producir corrosión, lo que haría que su funcionamiento no sea el adecuado, si bien este no podría afectar al circuito de fuerza, afecta considerablemente al circuito de mando.

Una vez seleccionado el tipo de gabinete, se realizara una lista de elementos eléctricos con sus dimensiones para tomar en cuenta la medida del gabinete.

[42] Circuito de fuerza Electrobomba 1 con su backup. Circuito realizado en autocad.

1. 1 Breaker de 50 Amperios caja moldeada dimensiones (130x76x80)
2. 2 Contactores de 220voltios.
3. 9 Relés de 24 VDC.
4. 1 supervisor de fase.
5. 4 porta fusibles 24VDC
6. 20 borneras
7. 3 focos verdes de 24VDC, 22mmm
8. 3 focos rojos de 24VDC, 22mm
9. 4 focos amarillos de 24VDC, 22mm
10. Una baliza de 24VDC
11. Una sirena de 24VDC 15w
12. 3 selectores de 3 posiciones.
13. 2 pulsadores rojos de 22mm
14. 2 pulsadores verdes de 22mm
15. 1 botón de emergencia tipo hongo 24 voltios.

Solo las 6 primeras se instalaran en el doble fondo que se encuentra dentro del gabinete, el resto en la parte exterior. Tanto los relés de control como las borneras, se dejaran algunas para reserva. Como se observa en la figura 3.2a el gabinete seleccionado tiene una dimensión de 600x600 mm de longitud y 200 mm de profundidad.

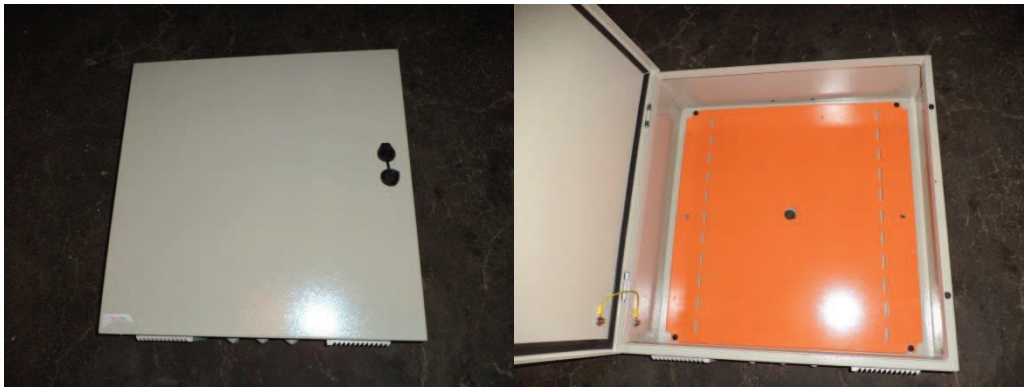


Figura 3.2a Gabinete de control.[43]

[43] Gabinete 600x600x200 mm Grado de protección IP 65.

3.3 CIRCUITO ELÉCTRICO.

Como se observa en la figura.3.3a un pulsador parada de emergencia tipo hongo b0 apagara el circuito C1 (electrobombas y alarma) manualmente por una persona en cualquier momento de emergencia o mantenimiento.

Figura 3.3a Botón pulsador parada de emergencia.[44]

En la fig. 3.3b un selector S1 de tres posiciones con llave permitirá seleccionar el funcionamiento de la electrobomba B1 o B2, pero no ambas a la vez.

Figura 3.3b selector de tres posiciones con llave. [45]

La electrobomba **B1** se podrá activar manual o automáticamente, según se necesite, mediante un selector **S2** de la figura 3.3c, para realizar tareas de mantenimiento o ponerla en servicio.

---

[44] Botón pulsador paro de emergencia 22mm metálico
[45] Selector con llave 22mm Telemecanique.

Figura 3.3c Selector dos posiciones.[46]

Un pulsador **P1** de color verde figura 3.3d encenderá la electrobomba **B1,** y otro pulsador **P2** de color rojo figura 3.3e apagara la electrobomba cuando este se encuentre funcionando manualmente.

Figura 3.3d Pulsador NO verde.

Figura 3.3e pulsador NC rojo

La electrobomba **B2** se podrá activar manual o automáticamente, según se necesite, mediante un selector **S3** de tres posiciones fig. 3.3f, para hacer tareas de mantenimiento o ponerlas en servicio.

[46] Selector dos posiciones plástico 22mm Telemecanique

Figura 3.3f Selector tres posicione.

Un supervisor de fase que se observa en la figura 3.3g protegerá a los motores de una caída de voltaje, o pérdidas de cualquiera de las fases que alimentan al motor ya que esto es perjudicial, y puede quemar al motor eléctrico. Esto se lo hace para proteger al motor ya que la energía eléctrica en la zona tiene variaciones y perdidas constante de energía.

Figura 3.3g Supervisor de fase y voltaje.[47]

[47] Supervisor de fase y voltaje Camsco, instalado en el tablero.

En la figura 3.3h se observa una luz verde que indicara el encendido de la electrobomba, y uno de color rojo indicara que se encuentra apagado.

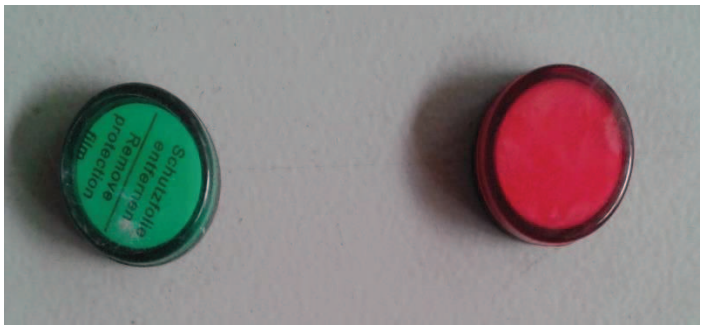


Figura 3.3h luces pilotos.[48]

Como se observa en la fig. 3.3i una luz intermitente de color rojo, y una bocina serán activadas en caso de que exista una falla en el sistema o problemas en cualquiera de los motores, caso contrario la luz verde permanecerá encendida.

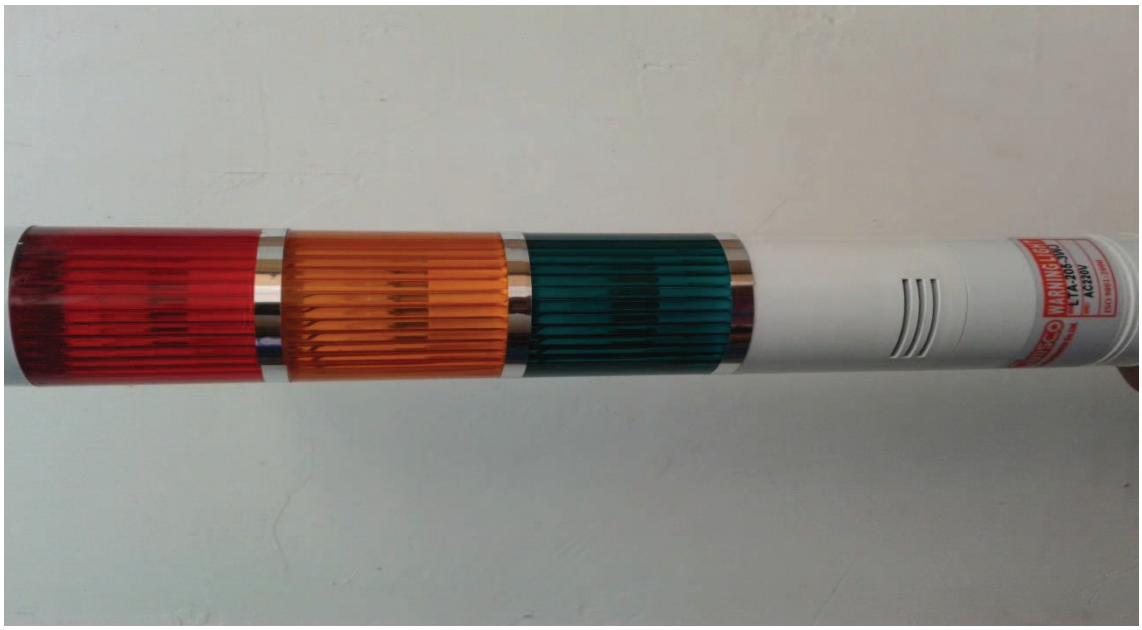


Figura 3.3i Baliza de tres luces con sirena Camsco.[49]

[48] Luces pilotos 22mm instalados en el tablero.
[49] Baliza de tres colores marca Camsco con sirena. Instalado en el tablero.

3.4 DISTRIBUCIÓN DE LOS ORGANOS DE MANDO

Una vez que los órganos de mando se han seleccionado, se procede a instalarlos estéticamente y en orden en la parte frontal del tablero de control, sin olvidar su respectiva señalización o nombre para evitar que los operadores se confundan al momento de hacerlos funcionar. En la figura 3.4a se observa la distribución que se ha seleccionado a cada elemento con su respectivo nombre.

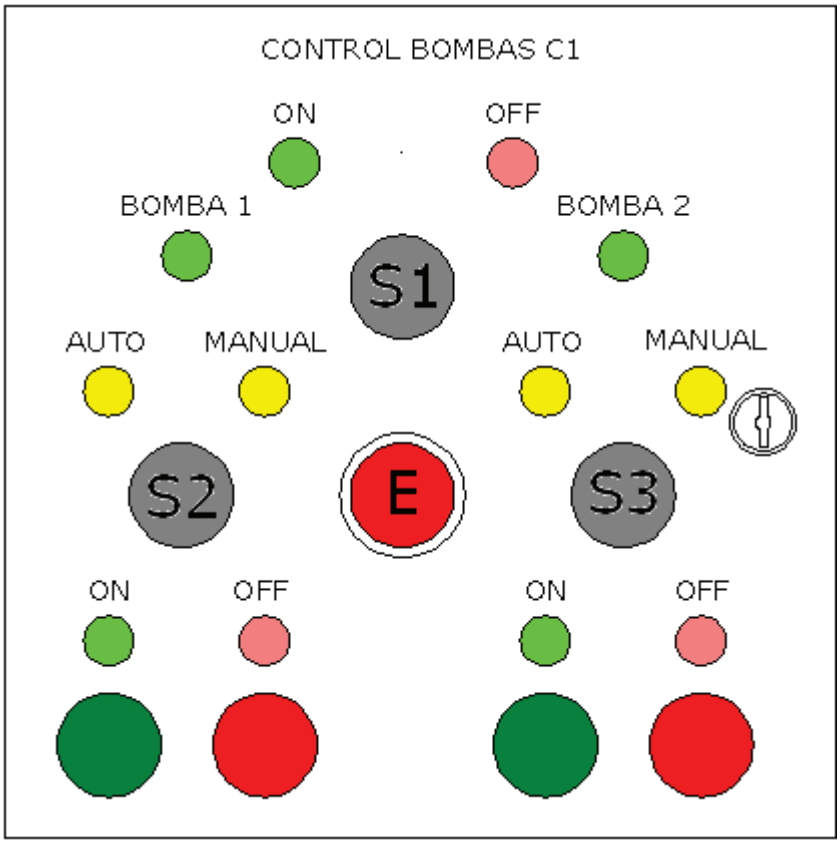


Figura 3.4a distribución mandos control C1[50]
(Tituaña, 2012)

3.5 ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES.

Para la elección de los componentes para nuestro circuito se tomara en cuenta la temperatura ambiente, en algunos de los casos se deberá modificar las condiciones ambientales, esto se lo puede hacer con elementos de enfriamiento como lo son

[50] Esquema en autocad de ubicación elementos de mando tablero C1.

ventiladores, filtros para evitar el ingreso de polvo y hasta en ocasiones se pondrá una recirculación mediante aire acondicionado, la coordinación de los aparatos que constituyen las salidas de potencia o relés de control, la selección entre los aparatos de protección hasta el disyuntor general, el tiempo de ciclo máquina deseado, en ocasiones se deberá tomar en cuenta los horarios que se desee que se encienda la máquina, el número de ciclos de maniobras, esto para escoger la categoría de uso de contactor (AC-1, AC-3, etc.).

En este circuito lo más importante será seleccionar correctamente los dispositivos que constituyen las salidas de potencia que son los contactores, debe ser correcto ya que la electrobomba se encenderá y se apagara varias veces, y se toma en cuenta la corriente, ya que el arranque de un motor consume de 6 a 7 veces su corriente nominal (In).

Con la corriente se podrá calcular los dispositivos de protección lo que es el Breaker caja moldeada (Disyuntor), los relés térmico y dimensionar los conductores, ya que hay una distancia considerable desde el transformador hacia las casetas de control.

3.5.1 ELECCIÓN DE CONTACTORES.

Para la elección del contactor a la salida de la potencia se debe tomar en cuenta la capacidad para establecer, soportar e interrumpir la corriente en el receptor que se desea controlar, en condiciones establecidas, sin recalentamientos ni desgaste excesivo de los contactos, los números de ciclo de maniobra y el tipo de motor eléctrico, el mismo se trata de un Motor tipo jaula de ardilla, tenemos datos de placa **220v, 31.7 Amperios, 7.5 kW , 10 Hp** y se encenderá varias veces al día con arranque directo, en el capítulo 1 pág. 15, se deberá usar un contactor tipo AC3 por la razón como vemos en la figura en el momento de arrancar todo motor jaula de ardilla alcanzara una corriente de arranque (Ia) de 5 a 7 veces la corriente nominal por un corto periodo de tiempo hasta volver a su corriente nominal (In).

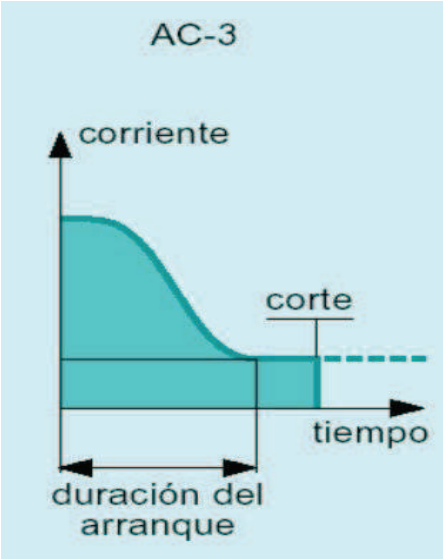
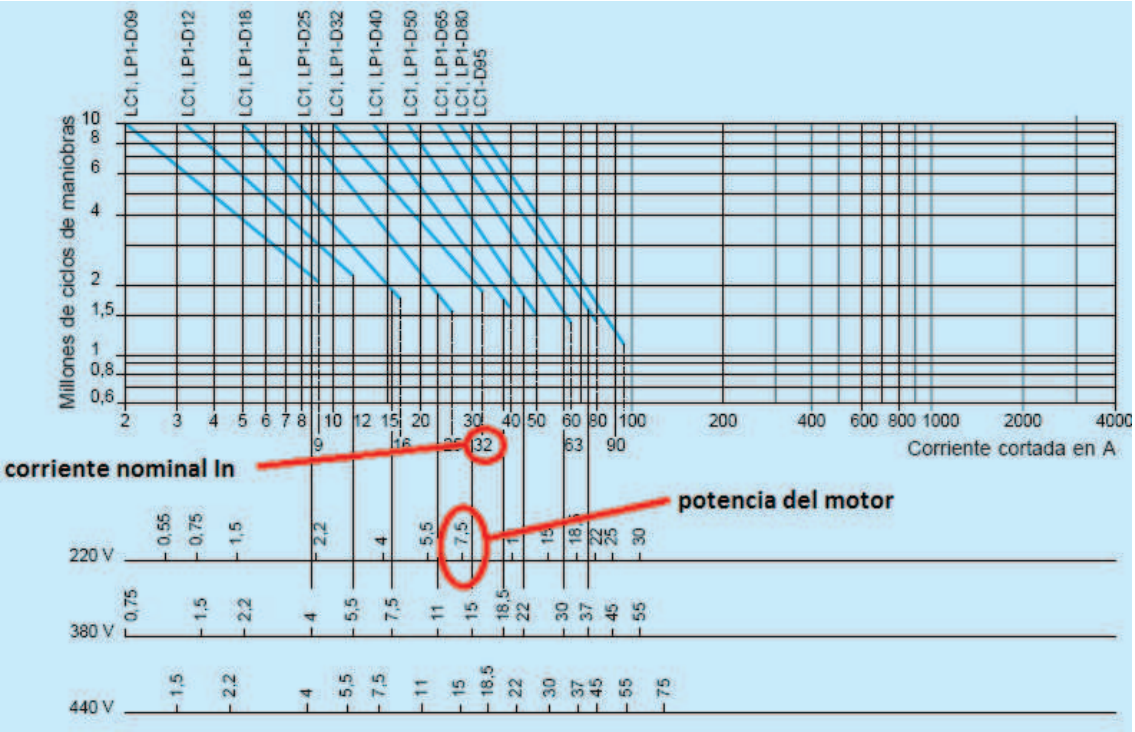


Figura 3.5a Corriente de disparo de arranque motor

Ahora se tomara el dato de placa lo que es potencia 7.5Kw y corriente Ie del motor que son 31.7 Amperios para con la tabla 3.5a conocer el modelo de contactor a elegir.

Tabla 3.5a Tabla durabilidad eléctrica SCHNEIDER[51]



[51] Fuente Telesquemario Telemecanic página 61

Como se observa en la tabla 3.5a tenemos un contactor LC1-D32, pero este se encuentra en los límites de la corriente máxima, por lo que se recomienda escoger siempre el inmediato superior ya que la carga a la que este expuesta el motor puede hacer que se eleve la corriente, por lo cual se instalara el LC1-D40.
Además de las ventajas de un arranque directo se toma muy en cuenta que la potencia del motor es débil con respecto a la de la red (la corriente es baja en comparación a las líneas de alimentación proveniente de la central generadora), la máquina accionada no requiere un aumento progresivo de velocidad, la caída de voltaje provocada por la corriente solicitada no perturba el funcionamiento normal a otros aparatos conectados a la misma línea, la máquina accionada no realiza sacudidas mecánicas y la seguridad de los usuarios no se ve comprometida.

3.5.2 ELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.

Para elegir los elementos de protección adecuados para el circuito debemos tomar en cuenta que los interruptores breakers no protegen en un 100% a los motores, estos son diseñados más para proteger a los conductores del circuito eléctrico, para lo cual se instalara los disyuntores tipo caja moldeada y calculara primero los conductores aguas abajo, tomando en cuenta las caídas de voltaje que puedan existir, cada motor deberá tener sus protecciones individuales relés térmicos contra sobrecarga y cortocircuito.
Para nuestro caso se recomienda escoger un relé térmico el inmediato superior de la corriente calculada para poder regularla, conforme el tiempo de uso del motor, ya que conforme al pasar de los años, el motor tiende a consumir un poco más de corriente, es ahí cuando debemos variar las corrientes del térmico.

3.5.3 CONDUCTORES.

Como se observó anteriormente la caída de voltaje en los conductores no debe ser muy elevado, debe siempre tomarse en cuenta los datos de placa del motor a instalarse y siempre respetando las recomendaciones del fabricante desde el

tablero de control hacia el motor, por lo cual primero se calculara la sección de los conductores y luego se comprobara las respectivas caídas de voltaje.

Como subestación de distribución tenemos un transformador de características, Voltaje primario de 13200, y secundario de 220-127 voltios. Este transformador se encuentra ubicado aproximadamente en la mitad de los dos cuartos de control, se deriva a un tablero principal con salida de 220-127 voltios trifásico con neutro, del cual se derivara a tableros de control para las electrobombas.

El valor que llega hacia el tablero principal es de 220 voltios, no hay caídas de tensión hacia el tablero principal. Al tablero de control que se encuentra ubicado a 95m de distancia del principal llega un voltaje aproximado de 216 voltios, valor que se considera aceptable ya que no sobrepasa los 4 voltios, y el fabricante recomienda voltajes de 210Vac hasta 230Vac. Estos valores fueron medidos con voltímetro, con lo que se procederá a realizar cálculos para comprobar que son los conductores adecuados.

Aplicando la fórmula que se encuentra en la tabla 1.6a pág. 26, cálculo de sección de conductor, en sistema trifásico conocida la intensidad (corriente) consumida, da como resultado una sección S= 15.8617 mm².

Ahora se observa en la tabla 3.5b sección de conductores y calibres AWG consultada en la página web www.unicrom.com la sección en mm² y nos dará el calibre en AWG y la capacidad de corriente que puede conducir.

Tabla 3.5b Sección de conductores[52]

Calibre A.W.G	Diámetro mm	Sección mm^2	Intensidad en amperios			
			Aire libre		3 conductores en tubo	
			TW	desnudo	TW	asbesto
0000	11.58	107.20	300	370	195	340
000	10.38	85.00	260	320	165	285
00	9.36	67.42	225	275	145	250
0	8.25	53.48	195	235	125	225
2	6.54	33.62	140	175	95	165
4	5.18	21.15	105	130	70	120
6	4.11	13.29	80	100	55	95
8	3.26	8.32	55	70	40	70
10	2.59	5.29	40	55	30	55
12	2.05	3.29	25	40	20	40
14	1.62	2.08	20	30	15	30
16	1.29	1.29	12	16	8	16
18	1.02	0.85	8	12	6	12

www.unicrom.com

La sección calculada se encuentra entre el rango de 4 y 6 AWG, como los conductores irán dentro de tubería, la corriente es de 70 y 55 Amperios respectivamente, se recomendara instalar el conductor 6 AWG, por motivos que la sección calculada es la más cercana a este, el transporte de corriente es el adecuado y como máximo se tendrá una caída de voltaje de 4 Vac y la red llegara hasta 216 voltios, más una línea de neutro y tierra que será utilizadas para instalaciones de iluminación y tomacorrientes de 110 voltios, para maquinas herramientas que serán utilizadas para labores de mantenimiento.

Con este cálculo se comprobara que los conductores fueron escogidos adecuadamente, y que la caída de voltaje estará dentro del margen permitido, además la capacidad de conducción de corriente es el adecuado.

[52] Fuente http://www.unicrom.com/tut_calibres-conductores-electricos.asp

3.6 ENSAMBLE DE GABINETE DE CONTROL.

Una vez que se ha seleccionado los elementos eléctricos con sus respectivas características técnicas, empezamos con el ensamble del gabinete de control, tomando en cuenta que debemos ganar espacio, trataremos de distribuir en una forma ordenada cada uno de los elementos, como se observa en la figura 3.6a que se ha realizado un diagrama en autocad sobre la distribución de los elementos, así como se lo realizo en la puerta del tablero para procederá a realizarlo en el tablero como se observa en la figura 3.6b.

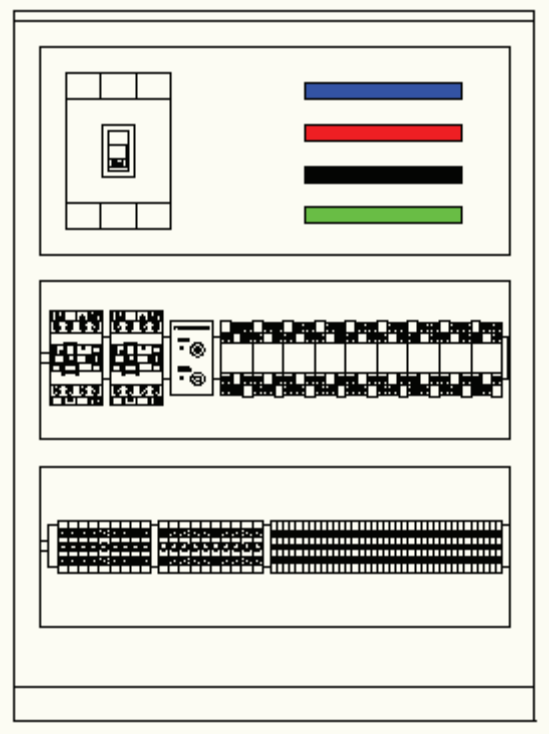


Figura 3.6a Distribución de elementos

Figura 3.6b Gabinete 600x600x200 mm.[53]

Como la distribución de elementos se la hizo en el grafico anterior, se procede a medir las canaletas, cortarlas para instalarlas como se observa en la figura 3.6c.

[53] Elementos eléctricos que se instalaran en el gabinete.

Figura 3.6c Medición de canaletas.

A continuación en la fig. 3.6d se realiza una distribución de los elementos eléctricos dentro del gabinete superficialmente, con el fin de tener una idea de su correcta ubicación y empezar a sujetar las canaletas.

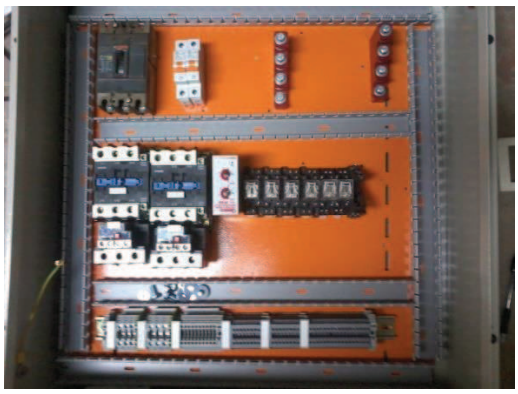


Figura 3.6d Distribución superficial de elementos eléctricos.

Fijamos las canaletas, las riel din con remaches hacia el doble fondo del tablero con el fin de dejar fijo estos elementos, y así los equipos eléctricos se los coloca con facilidad y sacarlos cuando se desee y sin ninguna dificultad.

La distribución y fijación de los mandos de control en la puerta del gabinete con sus respectivos etiquetados procedemos de igual manera a colocarlos superficialmente para comenzar a señalar su posición final como se observa en la fig. 3.6e.

Figura 3.6e Distribución superficial órganos de mando.

Una vez que la puerta del gabinete es señalado, se procede a perforar con la multi-broca en el taladro de pedestal, se toma la medida de 22mm para los dispositivos de mando. Como se observa en la fig. 3.6f los órganos se encuentran instalados y se puede observar su parte delantera y posterior.

Figura 3.6f Vista frontal y posterior puerta mandos de control.

Capítulo IV

4.1 PUESTA EN MARCHA.

Una vez realizada la instalación de cada uno de los elementos eléctricos, y sus conexiones, se procede a revisar las instalaciones en los puntos eléctricos de cada elemento, los terminales de breakers, contactores, borneras, los transformadores etc. entre sí y con respecto a tierra como se establece en la tabla 4.1a con un multímetro se comprueba continuidad entre sí y con tierra no existe esta continuidad.

Tabla 4.1a pruebas al azar de continuidad.

Origen	Destino	Entre si	Respecto a tierra	Observaciones
L1/Q1L1	Q1L1/L1	OK	OK	Sin novedad
L2/Q1L2	Q1L2/L2	OK	OK	Sin novedad
L3/Q1L3	Q1L3/L3	OK	OK	Sin novedad
Q1T1/L1’	L1’/Q1T1	OK	OK	Sin novedad
Q1T2/L2’	L2’/Q1T2	OK	OK	Sin novedad
Q1T3/L3’	L1’/Q1T3	OK	OK	Sin novedad
L1’/KM1L1	KM1L1/L1’	OK	OK	Sin novedad
L2’/KM1L2	KM1L1/L2’	OK	OK	Sin novedad
L1’/KM1L3	KM1L1/L3’	OK	OK	Sin novedad
L1’/KM2L1	KM2L1/L1’	OK	OK	Sin novedad
L2’/KM2L2	KM2L2/L1’	OK	OK	Sin novedad
L2’/KM2L3	KM2L3/L1’	OK	OK	Sin novedad
L1’/H1	H1/L1’	OK	OK	Sin novedad
L2’/H2	H2/L2’	OK	OK	Sin novedad

Se procede a encender en orden progresivo los elementos eléctricos, y se revisara su respectivo voltaje como se observa en la tabla 4.1b en cada terminal, en este proceso las electrobombas estarán desconectadas.

Tabla 4.1b Voltaje en los terminales de fuerza.

	Terminal	Voltaj	Terminal	Voltaj	Terminal	Voltaj
Barras	L1'/L2'	217	L1'/L3'	217	L1'/L2'	217
Break	Q1T1/Q1T2	217	Q1T1/Q1T3	217	Q1T2/Q1T3	217
KM1	KM1T1/KM1	217	KM1T1/KM1	217	KM1T2/KM1	217
KM2	KM2T1/KM1	217	KM1T1/KM1	217	KM1T2/KM1	217
Transf	H1/H2	217			X1/X2	119

Una vez que se comprueba el voltaje que llega a los contactos de fuerza del contactor son los correctos, se conectara a los bornes la electrobomba, y se comprobara la corriente de arranque y su corriente nominal.

La corriente nominal In del motor en la placa indica que es de 31.7A. La corriente al arrancar el motor es de 155A, como vemos en la pantalla del amperímetro lo que equivale a 4.889 veces la In, el contactor AC3 está diseñado para soportar una corriente por lo menos de 5 a 7 veces la In. Se observa que no sobrepasa la corriente del contactor seleccionado como se observó en la tabla 3.4ªa pág. 57.

Se mide la corriente que consume el motor cuando este empieza a funcionar, su medición es de 34.7A, este es 3A más del dato de placa, casi un 10% más de la nominal, el contactor que fue seleccionado es de 40 Amperios, que es un 30% más de la capacidad de corriente del motor.

Instalando provisionalmente breakers independientes en cada fase, se enciende la electrobomba y se empieza las pruebas simulando una pérdida de fase. Se comprueba que la luz cambia de verde a roja y suena la sirena de alarma. Como resultado de este se comprueba que el supervisor de fase capítulo 3, funciona correctamente.

A continuación se simulara un vacío total de una de las cisternas, esto se realiza activando el sensor de nivel de agua, y se comprueba que el motor no enciende cuando se encuentra en funcionamiento en automático. Cuando se lo pasa al modo manual la electrobomba enciende sin ningún problema. Esto solo se lo hará cuando necesite un mantenimiento o cebar la electrobomba.

Se simulara un lleno total de la cisterna activando el flotador nivel de agua, y se comprueba el funcionamiento total del sistema, la electrobomba se apaga automáticamente.

Como paso final se cambiara del sistema automático a manual y se encenderá la electrobomba, activando los sensores de nivel, simulando que esta la cisterna vacía y la otra llena, las electrobombas se encienden en cualquier momento, el modo manual funciona correctamente.

4.2 CONCLUSIONES.

Las instalaciones de las electrobombas son muy comunes hoy en día, nos facilitan el traslado de líquidos ya sea para consumo humano o industrial, sin embargo en muchas ocasiones un mal mantenimiento o descuido en su parte eléctrica o mecánica pueden generar pérdidas económicas, por lo que tendremos en cuenta lo siguiente:

Ninguna electrobomba debe funcionar en vacío (sin liquido) ya que este recalienta a los sellos, a continuación empezara las fugas, por lo que entrara aire en la carcasa y dejara de funcionar.

Un problema para que entre aire en la carcasa de la electrobomba es que la válvula de pie se encuentre dañada, por lo cual en la tubería de succión queda sin agua y entra a la carcasa aire inmediatamente.

Cuando la electrobomba pierda fuerza de succión, inmediatamente se debe apagar y revisar el problema ya sea este eléctrico o mecánico, no se debe forzar a la electrobomba para que este absorba el agua sin el respectivo cebado.

Todo motor eléctrico funciona con un voltaje mínimo y un máximo recomendado por el fabricante, cualquier variación en exceso de estos dos puede llegar a dañar eléctricamente al motor.

Todo sistema automático nos garantizan una protección adecuada tanto para las maquinas como para el ser humano que las opera, ya que a una falla el sistema mecánico, o cortocircuito, el sistema se apagara automáticamente, dando aviso con sus respectivas alarmas visuales como auditivas.

4.3 RECOMENDACIONES

Las electrobombas centrifugas son de bajo mantenimiento, no obstante su chequeo debe ser frecuente por las razones mencionadas de fugas o daños en los sensores de nivel, y para que una electrobomba pierda su cebado no solo es necesario el daño en los sellos mecánicos, este problema se puede suscitar también por roturas en el tramo de la tubería de succión.

Se recomienda chequear periódicamente los sensores de nivel de agua en la cisterna de succión, ya que estas se pueden trabar por oxido, o con algún objeto extraño que caiga dentro de la cisterna.

Nunca se debe forzar a la electrobomba a funcionar sin su respectivo cebado.

Se recomienda que los gabinetes de control se encuentren totalmente cerrados ya que, si entra el agua o polvo en exceso, estos pueden afectar a los contactos internos de contactores, sensores de nivel, y el agua afecte el funcionamiento de los supervisores de fase, y si se presenta problemas continuos(en un mismo día frecuentemente) de energía por parte de la central generadora, es recomendable apagar el sistema, ya que otra razón por la que se queman los motores eléctricos es debido al corte continuo y regreso inmediato de la energía eléctrica.

Se debe realizar una revisión periódica de todo el sistema, contactos, luces de las balizas, y sonidos de sirena, ya que si se llegan a dañar por cualquier motivo, no podrán dar el correcto aviso de una falla que se presente y puede generar desde que la comunidad se quede sin agua, hasta una daño parcial o total de las electrobombas.

Se recomienda siempre que las líneas estén equilibradas, (que tengan igual carga eléctrica cada una) hay que evitar conexiones de cargas elevadas monofásicas por ejemplo motores de 110Vac en una sola línea, y las conexiones en los terminales bien apretados, esta puede ser una razón para que los terminales se sulfaten y pierda una fase directamente al motor.

Todo sistema automático da una seguridad a las maquinas eléctricas y a sus operadores, pero se recomienda que siempre que se haga un mantenimiento se lo realice sin energía, con el tablero eléctrico bloqueado y con el conocimiento de terceras persona para que por error no energicen el tablero en cuestión.

BIBLIOGRAFÍA.

Alamos, J. (2009). Conductores Eléctricos. [En línea]. www.elprisma.com. Disponible en: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_electrica_y_electronica/conductoreselectricos/default2.asp

Centro de Investigación y Capacitación Eléctrica. CICE. (2011). Seguridad Industrial Operativa. Folleto Centro de Capacitación del Sector Eléctrico. Módulo1

Facultad Nacional de Ingeniería. (2009). Tableros Eléctricos. Instalaciones eléctricas Industriales [en línea]. Disponible en: http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos.

Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2003). Cálculos de Caídas de Tensión. Guía-BT-ANEXO 2. [En línea]. Disponible en: http://www.f2i2.net/Documentos/PuntoInfoLSI/rbt/guias/guia_bt_anexo_2_sep03R1.pdf.

Mun, M. (2012). Introducción Bombas Centrifugas. [En línea]. Disponible en: http://www.slideshare.net/MIGUELMUN/int-bombas-centrfugas.

Rodríguez, G. (1983). *Manual de Diseño Industrial*. México DF: Ediciones G.Gil.

SCHNEIDER ELECTRIC. (1999).Manual Electrotécnico Telesquemario. [En línea]. Disponible en http://www.schneiderelectric.es [18 de Mayo 2013].

SMEATON, R. (1991). Motores eléctricos: Selección, mantenimiento y reparación. México DF: editorial McGraw-Hill.

Zubicaray, V. (2003). Bombas: teoría, diseño y aplicaciones. México DF: editorial Limusa.

GLOSARIO.

ACCESIBLE.- (Aplicado al equipo). Se encuentra al alcance de personas, no está resguardado por puertas con seguridades, ni está localizado en lugares con difícil acceso.

ACCESORIO.- Parte de una instalación tal como un contacto, una boquilla, u otra parte cuya finalidad principal es realizar una función más mecánica que eléctrica.

A LA VISTA DE.- Un equipo está "a la vista de" otro, si este es visible desde algún equipo, y está ubicado a una distancia no mayor de 15 m de él.

INTEMPERIE.- Construido o protegido de tal manera que cuando este al exterior no interfiera su correcto funcionamiento. Un equipo a prueba de lluvia, hermético a la lluvia o al agua, puede cumplirlos requisitos de "A prueba de Intemperie", cuando la variación de las condiciones ambientales diferentes a la humedad, tales como nieve, hielo, polvo o temperaturas extremas no sean factores preponderantes.

ALAMBRE.- Es el producto de cualquier sección maciza, obtenido a partir del alambrón trefilado, laminación en frío o ambos procesos combinados, resultando un cuerpo de metal estirado generalmente de forma cilíndrica y de sección circular.

ALIMENTADO.- Conductores de un circuito entre los bornes de salida del equipo de conexión o el cuadro eléctrico del generador de una planta aislada.

ALIMENTADOR DE FUERZA.- Alimentador que sirve principalmente a una carga de fuerza como motores, transformadores etc.

ANUNCIO LUMINOSO.- Artefacto fijo, estacionario o portátil que forma un conjunto iluminado eléctricamente, con palabras o símbolos destinados a dar información o a llamar la atención.

BARRA COLECTORA.- Es un conductor o grupo de conductores que se utiliza como una conexión común para dos o más circuitos.

CABLE.- Conductor de alma retorcida, trenzada o cableada con aislante y otras cubiertas o sin ellas (cable unipolar) o combinación de conductores aislados entre sí (cable multipolar).

CAPACIDAD DE CORRIENTE.- Es el valor de la corriente en Amperes que puede transportar un conductor a la tensión nominal bajo condiciones de operación preestablecidas.

CIRCUITO DE CONTROL.- El circuito de control de un aparato o sistema, es el

circuito que transporta las señales eléctricas que gobiernan el funcionamiento del control, pero no transportan la corriente del circuito de fuerza principal.

CIRCUITO DE FUERZA DE BAJA POTENCIA- Un circuito diferente a los de control o señalización, pero que tiene su suministro de energía limitada de acuerdo con los requerimientos de los circuitos Clase II y Clase III.

CIRCUITO DERIVADO.- Parte de un sistema de alambrado que está comprendido entre el último dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito y las salidas.

CONDUCTOR.- Alambre o conjunto de alambres no aislados entre sí, destinados a conducir la corriente eléctrica. Puede ser desnudo, cubierto o aislado.

CONTROL.- Dispositivo o grupo de dispositivos que sirven para gobernar de alguna manera predeterminada la energía eléctrica entregada a los aparatos a los cuales está conectado.

CORRIENTE NOMINAL.- Valor eficaz de la corriente bajo condiciones nominales, al cual se refieren las características del equipo.

DISYUNTOR.- (Interruptor Automático).- Un dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medios no automáticos y abrir el circuito automáticamente sin dañarse, bajo condiciones de sobrecorriente predeterminadas y cuando funciona dentro de su capacidad nominal.

Ajustable.- Término calificativo que indica que el disyuntor ajustable es ajustado para abrir el circuito a varios valores de corriente y/o tiempo, dentro de un rango predeterminado.

Ajuste.- El valor de corriente y/o tiempo, al cual el disyuntor ajustable es ajustado para abrir el circuito.

De disparo instantáneo.- Término calificativo que indica que no se introduce ningún retardo intencional en la apertura del disyuntor.

De tiempo inverso.- Término calificativo que indica que se ha introducido un retardo intencional en la apertura del disyuntor. Este retardo de tiempo decrece conforme la magnitud de la corriente se incrementa.

No ajustable.- Término calificativo que indica que el disyuntor no tiene ningún ajuste para alterar el valor de corriente al cual deberá abrir o el tiempo requerido para su operación.

PERSONA CALIFICADA.- Persona capacitada en la construcción y la operación de los equipos eléctricos y de los peligros implicados.

PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.- (Aplicada a conductores y equipos).- Destinada a abrir el circuito si la corriente alcanza un valor que pueda causar una temperatura excesiva o peligrosa en los conductores o en el aislamiento de éstos.

PROTECTOR TÉRMICO.- (Aplicado a motores).-Un dispositivo de protección que forma parte integral de un motor o de un moto-compresor y el cual, cuando está aplicado apropiadamente, protege al motor contra daños por sobrecalentamiento debido a sobrecargas o fallas en el arranque.

SERVICIO:

Continuo.- Tipo de servicio que exige el funcionamiento a una carga constante por tiempo indefinido.

Intermitente.- Tipo de servicio que exige el funcionamiento por períodos alternados: con carga y sin carga; con carga y parada, con carga, sin carga y parada.

Nominal.- Servicio que debe cumplir una máquina o un aparato y para el cual ha sido diseñado.

Temporal.- Tipo de servicio que exige funcionamiento a una carga constante por un tiempo cortó definido.

Variable.- Tipo de servicio que exige el funcionamiento a cargas e intervalos de tiempo que pueden estar ambos sujetos a amplias variaciones.

SOBRECARGA.- Exceso de carga sobre el valor nominal de plena carga de un equipo o sobre la capacidad de corriente de un conductor, la cual cuando persiste por un tiempo suficientemente prolongado puede causar daño o sobrecalentamiento peligroso. No se incluyen cortocircuitos ni fallas a tierra

SOBRECORRIENTE.- Corriente anormal, mayor que la corriente de plena carga Puede resultar por sobrecarga, cortocircuito o por fallas a tierra.

TABLERO.- Un panel diseñado para montar en forma de un único panel, barras colectoras, dispositivos automáticos contra sobrecorrientes y con, o sin interruptores para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; adosados o empotrados en la pared o tabique y accesible sólo por su parte frontal.

VOLTAJE (de un Circuito).- Es el valor eficaz de la diferencia de potencial entre dos conductores cualesquiera del circuito referido.

TERMINAL.- Parte de un circuito o pieza de aparatos la cual está destinada para la recepción de conductores por medio de los cuales puede ser conectado eléctricamente a otro circuito o pieza de aparatos.

TOMACORRIENTE.- Dispositivo de contacto instalado en una salida para la conexión de un sólo enchufe.

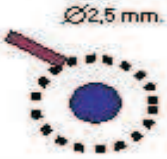
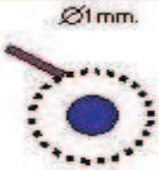
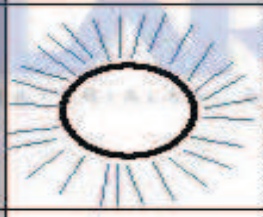
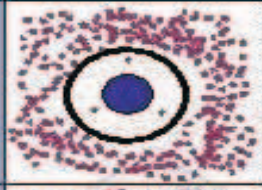
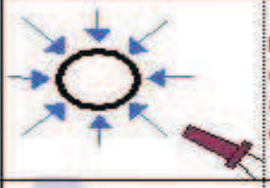
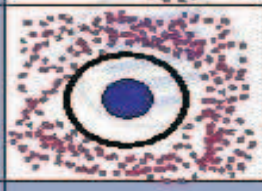
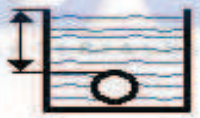
DISYUNTOR-. Dispositivo de desconexión, capaz de conectar, transportar e interrumpir corrientes bajo condiciones de carga normal y también conectar, transportar (por un tiempo definido) e interrumpir corrientes bajo condiciones anormales especificadas, tales como las de un cortocircuito.

SECCIONADOR.- Dispositivo de maniobra destinado a separar un circuito eléctrico de la fuente de energía en forma visible. No tiene capacidad de interrupción de corriente y está destinado a ser manipulado solamente después que el circuito ha sido abierto por algún otro medio.

SECCIONADOR FUSIBLE EN ACEITE.- Seccionador fusible en el cual todo o parte del soporte fusible y su fusible-cinta o cuchilla desconectora están montados en aceite con completa inmersión de los contactos y la parte del fusible-cinta, de modo que la interrupción del arco formado por la apertura del fusible-cinta o por apertura de los contactos, ocurra en aceite.

ANEXO 1

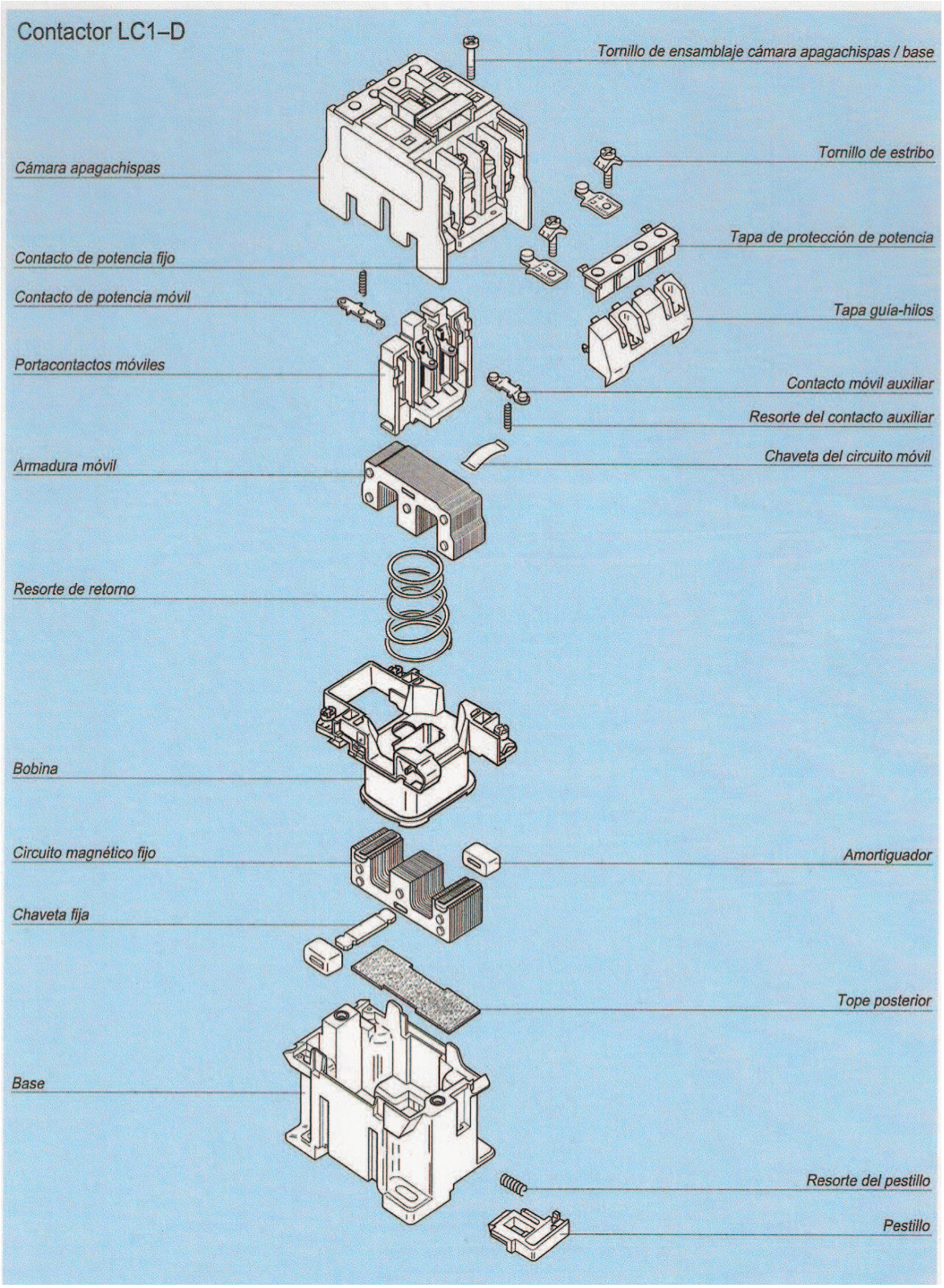
Tabla de características de protección IP.[54]

1ª CIFRA: PROTECCION CONTRA LOS CUERPOS SOLIDOS			2ª CIFRA: PROTECCION CONTRA LOS LIQUIDOS		
INDICE	TEST		INDICE	TEST	
0		Sin Protección	0		Sin Protección
1		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50mm. (ej.: contactos involuntarios de la mano)	1		Protegido contra caídas verticales de gotas de agua (condensación)
2		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12,5mm. (ej.: dedos de la mano)	2		Protegido contra caídas de agua hasta 15° de la vertical
3		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5mm. (ej.: herramientas, cables)	3		Protegido contra caídas de agua hasta 60° de la vertical
4		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1mm. (ej.: herramientas finas, pequeños cables)	4		Protegido contra las proyecciones de agua en todas direcciones
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5		Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones
6		Totalmente Protegido contra el polvo	6		Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes del mar
			7		Protegido contra inmersión
			8		Protegido contra los efectos prolongados de inmersión bajo presión

[54] Fuente Materiales eléctricos Lara (Chile). http://lara.cl/Indices_de_Proteccion_IP.html

ANEXO 2

Partes internas de un contactor LC1-D. [55]



[55]Fuente Control de potencias, Comando todo o nada: Telesquemario Telemecanique página 24.

ANEXO 3

Potencia y consumo de corrientes motores trifásicos.[56]

Tabla para Motores Trifásicos

Capacitores para compensar motores asincrónicos trifásicos 3 x 400 Vca. 50 Hz.

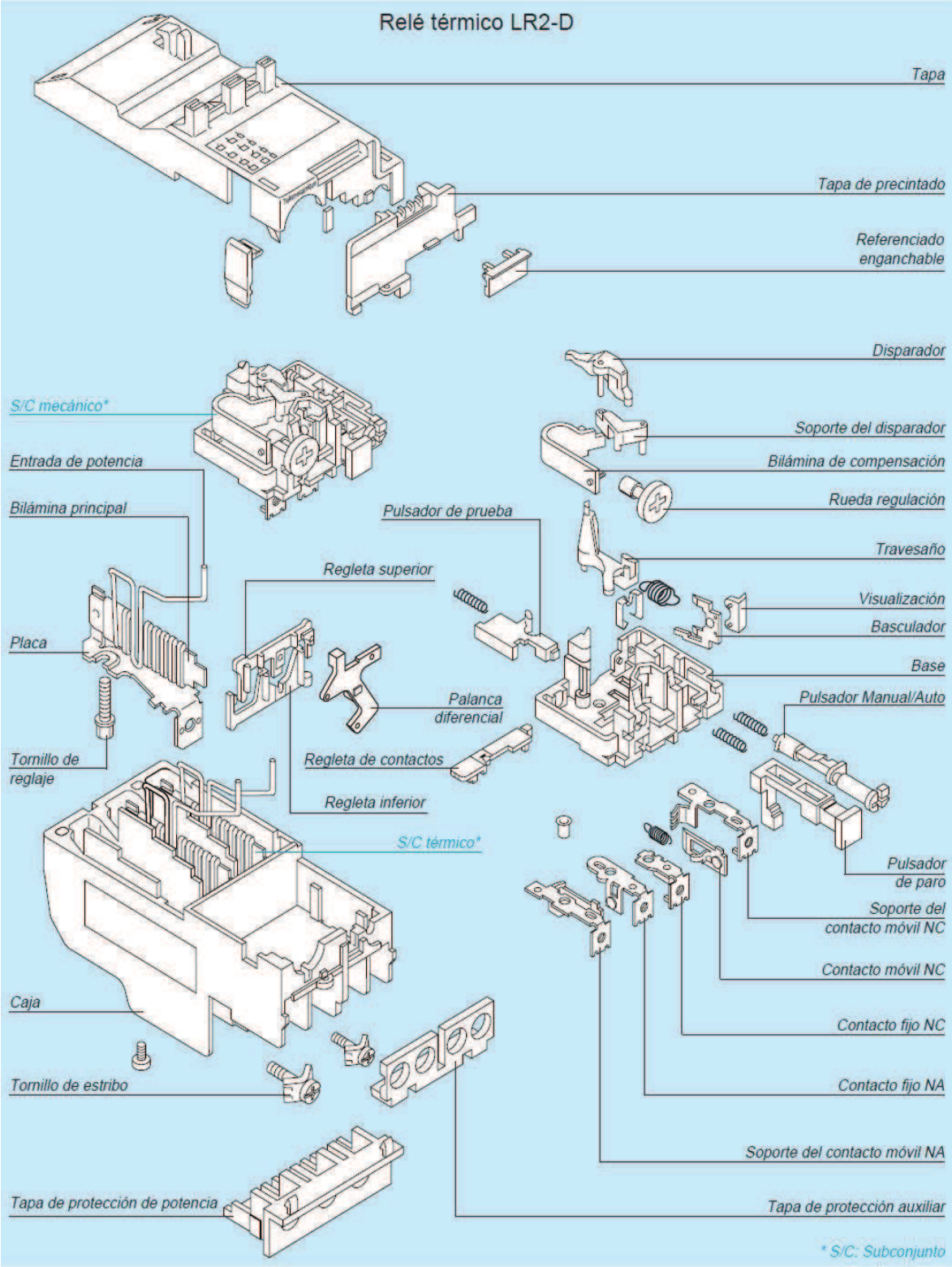
Potencia en el eje. (H.P.)	Potencia en el eje. (KW)	Velocidad de sincronismo. (R.P.M.)	Corriente a plena carga. (A.)	Potencia React. Capac.Optima. (KVAR)	Capacitor en KVAR
1	0,75	750	2,475	0,5586	0,75
		1000	2,275	0,5173	0,50
		1500	2,038	0,3800	0,50
		3000	1,838	0,2750	-
1,5	1,1	750	3,475	0,9387	1,00
		1000	3,275	0,7210	0,75
		1500	2,763	0,6538	0,75
		3000	2,550	0,3570	0,50
2	1,5	750	4,063	0,9149	1,00
		1000	3,976	0,8533	1,00
		1500	3,600	0,7686	0,75
		3000	3,417	0,3740	0,50
3	2,2	750	6,000	1,5176	2,00
		1000	5,525	1,0213	1,00
		1500	5,150	0,9247	1,00
		3000	4,925	0,4450	0,50
4	3	750	7,813	2,0300	2,00
		1000	7,463	1,5500	1,00
		1500	6,950	1,3400	1,00
		3000	6,288	0,5660	0,50
5,5	4	750	10,215	2,6700	3,00
		1000	9,875	1,9950	2,00
		1500	8,600	1,5500	1,00
		3000	8,140	0,6600	0,75
7,5	5,5	750	13,800	3,3675	3,00
		1000	13,500	2,6100	2,00
		1500	11,750	1,8500	2,00
		3000	11,313	0,6900	0,75
10	7,5	750	18,225	4,3290	4,00
		1000	16,850	3,3300	3,00
		1500	15,650	2,5500	2,00
		3000	14,763	0,8100	0,75
15	11	750	25,815	5,8640	6,00
		1000	24,520	4,5100	5,00
		1500	22,000	3,2240	3,00
		3000	22,038	1,7600	2,00
20	15	750	33,800	8,0000	8,00
		1000	31,480	5,3800	5,00
		1500	30,060	4,6370	5,00
		3000	28,840	2,3200	2,00
25	18,5	750	38,000	7,5600	7,00
		1000	38,200	7,3200	7,00
		1500	38,100	5,0150	5,00
		3000	34,760	3,5000	3,00
30	22	750	44,000	10,3200	10,00
		1000	45,380	8,9600	9,00
		1500	44,620	6,4100	6,00
		3000	41,780	4,8100	5,00
40	30	750	60,000	12,3800	12,00
		1000	58,000	10,7600	10,00
		1500	56,850	9,4000	10,00
		3000	56,430	6,6200	7,00
50	37	750	75,000	17,6200	17,00
		1000	71,000	12,7500	12,00
		1500	70,000	11,7640	12,00
		3000	70,450	8,4520	8,00
60	45	750	89,000	19,9500	20,00
		1000	86,000	15,9500	16,00
		1500	84,000	13,1400	13,00
		3000	83,000	9,1380	10,00

Los valores de esta tabla se han calculado como promedio de los motores normalizados de plaza. Por lo tanto pueden encontrarse diferencias con algun modelo en particular.

[56] Fuente www.capacitorescampos.com.ar.

ANEXO 4

Partes internas de un relé térmico LR2-D.[57]



[57] Fuente Control de potencia, Protecciones contra sobrecargas Telesquemario Telemecanique página 16.

ANEXO 5.

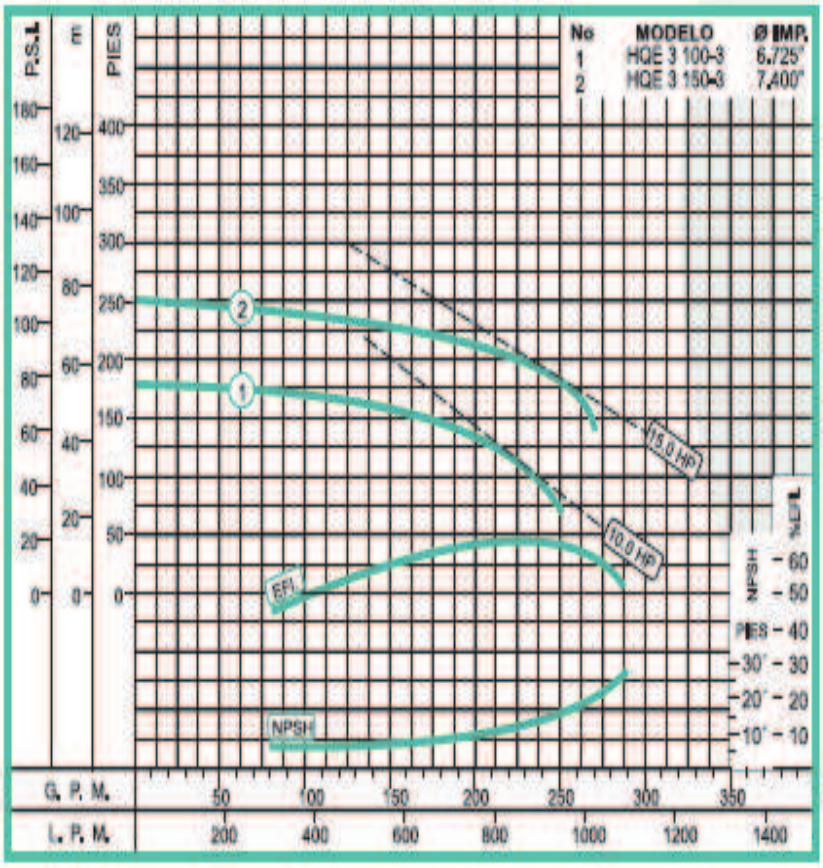
Catalogo Accesorios Bomba de agua.[58]

Características de la bomba	
Tipo de bomba	Centrifuga
Tipo de acoplamiento	Monobloque
Tipo de impulsor	Cerrado, balanceado dinamicamente, (ISO G6.3)
Cantidad de impulsores	1
Tipo de cierre	Sello mecánico 1 1/4" tipo 1
Temperatura max. liquido	158°F (70°C) Continua

Modelo	Ref.	Potencia (HP)	Fases	Amperaje 220 V	Amperaje 440 V	Succión	Descarga	H max. (mca) *	Q max. (GPM) **
HQE 3 100-3	1E0533	10,0	Trifasico	31,7	15,85	3"	3"	55	250
HQE 3 150-3	1E0534	15,0	Trifasico	46,1	23,0	3"	3"	76	270

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada
** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta

Curva de rendimiento



Aplicaciones

Uso doméstico
- Extracción de agua de pozos llanos y profundos
- Llenado de tanques elevados
- Llenado tanque bajo-tanque alto

Sector agrícola
- Aprovisionamiento de aguas limpias
- Sistemas de trabajo pesado y continuo
- Extracción de agua de pozos llanos y profundos
- Lavado de establos
- Riego por aspersión

Industria
- Aprovisionamiento de aguas limpias
- Sistemas de trabajo pesado y continuo
- Industria Minera
- Industria Petroquímica
- Industria Química
- Lavado a presión de maquinaria
- Recirculación de agua en torres de enfriamiento
- Sistemas Contra Incendio
- Sistemas de Presión

Construcción
- Aprovisionamiento de aguas limpias
- Distribución de agua en unidades residenciales
- Sistemas Contra Incendio
- Sistemas de Presión

Institucional
- Acueductos

[58]Fuente Catalogo Bomba de agua.