

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE TANQUES ELEVADOS CONTROLADO POR UN PLC.**

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

**QUIROZ FRIAS DARWIN FERNANDO**

**dawinlee@hotmail.es**

**DIRECTOR: Ing. Christian Sebastián Bonilla Ribadeneira**

**chritian.bonilla@epn.edu.ec**

**CODIRECTOR: Ing. Marco Gilberto Bonilla Palacios**

**Quito, Febrero 2016**

## **DECLARACIÓN**

Yo Quiroz Frias Darwin Fernando declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Quiroz Frias Darwin Fernando

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Quiroz Frias Darwin Fernando bajo mi supervisión.

---

**Ing. Christian Bonilla**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**Ing. Marco Bonilla**  
**CODIRECTOR DEL PROYECTO**

## AGRADECIMIENTO

*A mis padres por darme su apoyo y por sus enseñanzas, por darme la vida para poder realizar todos mis sueños.*

*A todos mis profesores que han aportado con sus conocimientos, orientación y asesoría técnica.*

*Darwin.*

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo se lo dedico con amor a mis padres Roberto Quiroz y Rosa Alba Frias por brindarme su apoyo incondicional y son mi motivo de lucha de día a día.*

*Darwin*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	i
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.1 DEFINICIÓN SISTEMA DE BOMBEO .....	2
1.1.2 TIPOS DE SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA [1] .....	2
1.1.3 SISTEMAS DE BOMBEO DE TANQUE ELEVADO .....	3
1.1.4 NOMENCLATURA TÍPICA DE UNA INSTALACIÓN DE BOMBEO [2] ...	3
1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE BOMBEO TANQUE ELEVADO .....	4
1.2.1 BOMBAS .....	4
1.2.1.1 Desplazamiento positivo .....	5
1.2.1.2 Las Rotodinámicas [3] .....	5
1.2.1.2.1 Bombas Centrífugas [4] .....	6
1.2.1.3 Clasificación de las bombas centrífugas .....	7
1.3 ACOPLAMIENTO DE BOMBAS .....	9
1.3.1 SERIE .....	9
1.3.2 PARALELO .....	10
1.4 CURVA CARACTERÍSTICA DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA [5] .....	12
1.5 INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO [6] .....	13
1.5.1 VÁLVULA DE PIE Y COLADORES .....	13
1.5.1.1 Coladores. ....	13
1.5.1.2 Válvula de pie. ....	14
1.5.2 REDUCCIONES .....	14
1.5.3 VÁLVULAS DE APERTURA Y CIERRE .....	15
1.5.4 MANÓMETROS Y VACUÓMETROS .....	16

1.5.5 JUNTA DE EXPANSIÓN.....	16
1.5.6 REDUCCIONES INVERTIDAS .....	17
1.5.7 VÁLVULAS DE CHECK .....	17
1.5.8 VÁLVULAS DE DESCARGA.....	18
1.5.9 VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE .....	18
1.5.10 TUBERÍAS .....	19
1.5.11 CEBADO .....	20
1.5.11.1 Métodos De Cebado.....	20
1.5.11.1.1 Por gravedad.....	20
1.5.11.1.2 Con una bomba de vacío .....	20
1.5.11.1.3 Con eyector o aspirador.....	21
1.5.11.1.4 Manual .....	21
1.5.12 ARRANQUE .....	22
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>23</b>
<b>2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO</b> .....	<b>23</b>
2.1 DISEÑO DEL MÓDULO DEL SISTEMA DE BOMBEO POR TANQUES ELEVADOS .....	24
2.2 SELECCIÓN DE EQUIPO .....	25
2.2.1 TANQUES.....	25
2.2.2 BOMBAS.....	25
2.2.2.1 Placa de datos .....	26
2.2.2.2 Curva capacidad-altura total (Total Head - Capacity Curve) .....	26
2.2.3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	27
2.2.3.1 Material de construcción del sistema de bombeo .....	27

2.2.3.2 Implementación estructura metálica .....	28
2.2.3.3 Implementación del equipo de bombeo .....	29
2.2.3.3.1 Instalación de Bombas .....	29
2.2.3.3.2 Instalación tubería de succión .....	30
2.2.3.3.1 Instalación tubería de descarga .....	32
2.2.4 CÁLCULO DE PROTECCIONES PARA EL MÓDULO DEL SISTEMA DE BOMBEO. ....	34
2.2.4.1 Protección del alimentador .....	34
2.2.4.2 Calibre del conductor del alimentador .....	34
2.2.4.3 Protección del circuito derivado de cada motor .....	34
2.2.4.4 Conductor del circuito derivado de cada motor .....	35
2.2.4.5 Elementos térmicos de cada motor .....	35
2.2.5 GABINETE DE CONTROL.....	36
2.2.5.1 Accesorios instalados en gabinete .....	36
2.2.5.1.1 Breakers.....	36
2.2.5.1.2 Fusibles eléctricos.....	37
2.2.5.2 Dispositivos de mando manual .....	38
2.2.5.2.1 Pulsadores .....	38
2.2.5.2.2 Selector .....	38
2.2.5.2.3 Paro de emergencia .....	39
2.2.5.2.4 Luces piloto .....	40
2.2.5.2.5 Contactores .....	40
2.2.5.2.6 Relé Térmico.....	41
2.2.5.2.7 PLC easy.....	41



2.3 COSTO DEL PROYECTO .....	42
<b>CAPÍTULO III</b> .....	44
3. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONTROL.....	44
3.1 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA .....	44
3.1.1 MODO AUTOMÁTICO .....	45
3.1.2 MODO MANUAL .....	47
3.1.3 MODO A PRUEBA DE FALLO.....	47
3.2 DIMENSIONAMIENTO PLC .....	47
3.2.1 NÚMERO DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA DE CONTROL	48
3.2.2 EASY RELÉ SERIE 700 .....	49
3.2.2.1 Aparatos base easy700 .....	49
3.2.3 BREVE DESCRIPCION DEL SOFTWARE EASY SOFT .....	50
3.2.4 SOFTWARE DE SIMULACIÓN.....	50
3.3 DIAGRAMA DE ESTADOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO.....	52
3.3.1 ESQUEMA DE ESTADOS FUNCIONAMIENTO BOMBA 1 Y 2 .....	53
3.3.2 LAS TRANSICIONES.....	54
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	57
4. PRUEBAS Y RESULTADOS.....	57
4.1 PRUEBAS PREVIAS AL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO.....	57
4.1.1 PRUEBAS DE SIMULACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL EN SOFTWARE.....	58
4.1.2 PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO DEL PLC.....	58
4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA .....	58
4.3 RESULTADOS .....	59

<b>CAPÍTULO V</b> .....	60
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	60
5.1 CONCLUSIONES .....	60
5.2 RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
• LIBROS MANUALES.....	62
• DIRECCIONES ELECTRÓNICAS.....	62
<b>ANEXOS</b> .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1. Disposición de una instalación de bombeo .....	3
Fig.2. Componentes de un sistema de bombeo .....	4
Fig.3. Estructura de una bomba centrífuga .....	6
Fig.4. Tipos de impulsores de bombas centrífugas .....	9
Fig.5. Implementación de Bombas en serie .....	10
Fig.6. Curva H-Q de bombas en serie .....	10
Fig.8. Curva H-Q de bombas en paralelo .....	11
Fig.7. Implementación bombas en paralelo .....	11
Fig.9. Curvas características de una bomba .....	12
Fig.10. Accesorios de los sistemas de bombeo .....	13
Fig.11. Válvula de pie con colador. ....	14
Fig.12. Reducción excéntrica .....	14
Fig.13. Válvula de cierre .....	15
Fig.14. Manómetro. ....	16
Fig.15. Junta de expansión .....	16
Fig.16. Reducción concéntrica .....	17
Fig.17. Válvula check de compuerta basculante .....	18
Fig.18. Válvulas de admisión y expulsión de aire .....	19
Fig.19. Tuberías para industrias .....	19
Fig. 20. Esquema de la disposición de los tanques y bombas .....	24
Fig.21. Tanque Plastigama .....	25
Fig.22. Bomba Tekno .....	26
Fig.23. Total Head-Capacity Curve bomb TEKNO .....	26
Fig.24. Riel metálica perforada .....	27
Fig.25. Estructura metálica (vista lateral) .....	28
Fig.26. Estructura metálica (vista isométrica) .....	29
Fig.27. Bombas aseguradas a estructura .....	30
Fig.28. Instalación de tubería de succión .....	31
Fig.29. Tubería de succión con válvula de pie .....	31

Fig.30. Instalación de válvula check.....	32
Fig.31. Instalación de codos y válvulas de paso tipo bola.....	32
Fig.32. Instalación codos de 90° .....	33
Fig.33. Instalación tubería de retorno.....	33
Fig.34. Se ilustra la selección del calibre y tipo de conductores y de protecciones de sobre-corriente para cada bomba .....	35
Fig.35. Gabinete de control de 30x40x20.....	36
Fig.36. Breaker.....	37
Fig.37. Porta fusible .....	37
Fig.38. Pulsador .....	38
Fig.39. Selector 2 posiciones .....	39
Fig.40. Paro de emergencia .....	39
Fig.41. Luz piloto .....	40
Fig.42. Contactor de fuerza .....	40
Fig.43. Relé Térmico regulable .....	41
Fig.44. PLC Moeller easy 719 AC-RC.....	41
Fig.45. Esquema parte frontal del gabinete de control.....	45
Fig.46. Esquema del módulo con sus componentes .....	46
Fig.47. Ventana de trabajo easysoft.....	50
Fig.48. Simulacioneasy719-AC-RC.....	51
Fig.49. Diagrama de estado del funcionamiento de bomba 1 y bomba 2.....	54
Fig.50. Diagrama de estado del funcionamiento de bomba 3 y bomba 4.....	55
Fig.51. Cebado de bombas .....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de datos Bomba Tekno .....	26
Tabla 2. Descripción de componentes .....	46
Tabla 3 Entradas digitales .....	48
Tabla 4 Salidas digitales .....	48
Tabla 5. Descripción de componentes del módulo y su estado lógico inicial. ....	53
Tabla 6. Expresiones booleanas funcionamiento bomba 1 y bomba 2 .....	55
Tabla 7 Expresiones booleanas funcionamiento bomba 3 y bomba 4 .....	56

## **RESUMEN**

El proyecto tiene la finalidad, de construir e implementar un Sistema de Bombeo de Tanques Elevados Controlado por un PLC.

Como objetivo principal se plantea construir e implementar un módulo de simulación de un Sistema de Bombeo de Tanques Elevados Controlado por un PLC, que permitirá entender el funcionamiento y los elementos que conforman dicho sistema.

El proyecto se encuentra dividido en 4 capítulos además de conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

El Capítulo I hace referencia a definiciones y fundamentos teóricos que son necesarios para la elaboración del proyecto.

En el Capítulo II se presenta todas las condiciones de funcionamiento tomadas en consideración para el desarrollo del programa de control para el módulo del sistema de bombeo.

En el Capítulo III se describe los aspectos tomados en cuenta para el diseño y construcción del módulo del sistema de bombeo

En el Capítulo IV se muestra los resultados de las pruebas realizadas al módulo.

En el Capítulo V se presentan las conclusiones obtenidas al finalizar el proyecto y las recomendaciones que se deberán poner en práctica para el buen funcionamiento del sistema.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

La necesidad que se le ha presentado al ser humano, de transportar el agua de un lugar a otro, dio comienzo de diversos mecanismos para cumplir con esta intención, iniciando así el desarrollo tecnológico en sistemas de bombeo.

Tomando en cuenta esta necesidad el sistema de bombeo por tanques elevados es un sistema que ha demostrado ser una opción muy útil en lugares donde se requiere resolver problemas de suministro de agua.

Este sistema está formado en la parte inferior con un tanque, en el que se almacenará el agua que llega del abastecimiento público. Desde este tanque un número de bombas conectadas en paralelo, impulsarán el agua al tanque elevado.

El tanque elevado se encuentra por encima del nivel del terreno natural y desde este se hace descender una tubería vertical, que facilita la entrega del líquido por efecto de la gravedad.

Esta clase de sistemas de tanques elevados están diseñados para compensar las variaciones de consumo y mantener las presiones de servicio en la red de distribución.

Es por eso que la implementación de este módulo, permite observar de manera práctica todo el proceso y los elementos del sistema, ya que este sistema involucra una parte electromecánica, y de control mediante un PLC.

### **1.1.1 DEFINICIÓN SISTEMA DE BOMBEO**

Un sistema de bombeo se define como un conjunto de elementos tanto mecánicos como eléctricos, que transforma la energía que puede proceder de un motor eléctrico, de combustión, etc., a energía que un fluido adquiere en forma de presión o de velocidad, y de esta forma cumplir las especificaciones de caudal y presión que son necesarias en los diferentes procesos o aplicaciones que tienen estos sistemas de bombeo.

### **1.1.2 TIPOS DE SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA [1]**

Existen muchos tipos de sistemas de bombeo cuyos parámetros, diseño y aplicación tienen gran cobertura, van desde pequeñas unidades que son utilizadas para dosificación de cantidades mínimas, hasta grandes sistemas que manejan volúmenes considerables, para suministrar agua a extensas concentraciones urbanas.

La variedad de diseños cubren diferentes tipos de operación y sistemas para manejo de sustancias tan diversas como el agua, metales fundidos, concreto, etc.

A modo de ejemplo tenemos:

- El sistema de tanque elevado o de tanque a tanque.
- Sistema hidroneumático.
- Sistema combinado con tanque compensador.
- Hidroneumático con tanque de presión a entrada restringida

El presente proyecto se enfoca principalmente en un sistema de bombeo de agua por tanque elevado.



### 1.1.3 SISTEMAS DE BOMBEO DE TANQUE ELEVADO

Este tipo de sistema consiste en un tanque elevado, en el cual la bomba o bombas se encargan de llenar. En la parte inferior existe un depósito, el que puede ser superficial o subterráneo en el que se almacena el agua que llega desde el abastecimiento público.

Desde el tanque elevado se realiza la distribución por medio de la gravedad hacia las diferentes redes de distribución.

### 1.1.4 NOMENCLATURA TÍPICA DE UNA INSTALACIÓN DE BOMBEO

[2]

En toda instalación de bombeo se puede identificar perfectamente dos lados:

**Lado de succión.-** este lado está compuesto por la tubería entre la válvula antiretorno y la boca de entrada de la bomba.

**Lado de la impulsión.-** compuesto por una tubería de impulsión que es utilizada para conducir el agua desde puntos de menor cota hasta otros ubicados a cotas mayores.

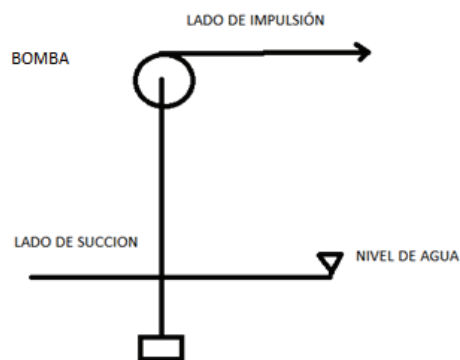


Fig.1. Disposición de una instalación de bombeo

## 1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE BOMBEO TANQUE ELEVADO

En un sistema de bombeo típico, a más de contar con tuberías que conectan los puntos de origen y destino, son necesarios otros elementos como son:

- Tanques de almacenamiento y de depósito que también cuenta con elementos de control y regulación.
- Y elementos que proporcionan la energía necesaria para el transporte del fluido como bombas.

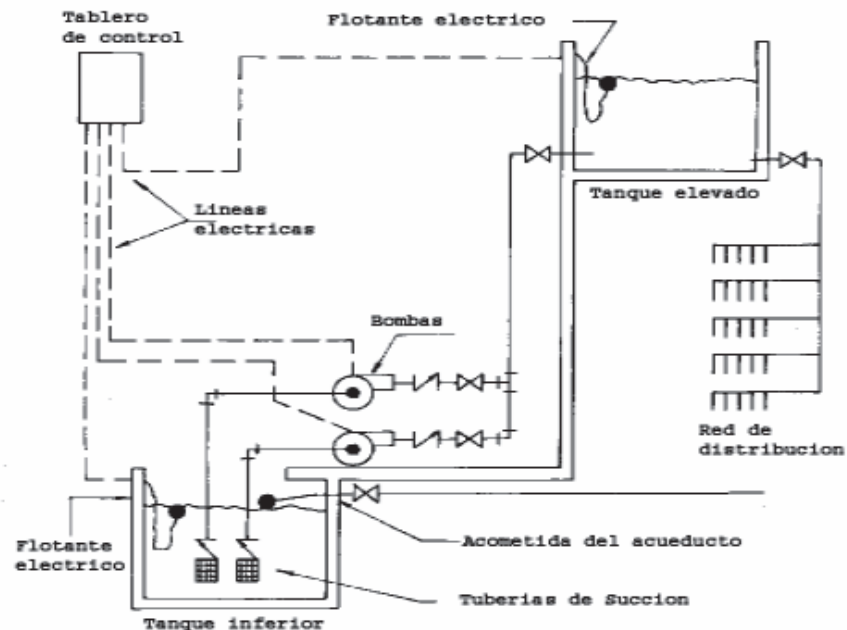


Fig.2. Componentes de un sistema de bombeo<sup>1</sup>

### 1.2.1 BOMBAS

La forma más común de clasificarlos es según su modo de operación las cuales son:

<sup>1</sup> [www.aducarte.weebly.com](http://www.aducarte.weebly.com)

- Desplazamiento positivo
- Rotodinámicas

### **1.2.1.1 Desplazamiento positivo**

Las bombas de desplazamiento positivo desplazan una cantidad de fluido por unidad de tiempo, aplicando una determinada fuerza (o par si son rotativas) a una serie de elementos de trabajo, pudiendo ser estos engranajes, tornillos, paletas, rotores, que se van llenando y vaciando en forma periódica.

En este grupo se encuentran las bombas que se usan en los quirófanos y la oleohidráulica, se las usa en el bombeo del petróleo de los pozos profundos y se usan en general en la industria pesada.

Los tipos más común de este tipo de bombas son:

- Paletas
- Lóbulos
- Tornillos
- Engranajes
- Reciprocantes
- Pulsátil

### **1.2.1.2 Las Rotodinámicas [3]**

Son aquellas que en el rotor consiguen incrementar la energía del fluido a base de aumentar la energía cinética por medio de la deflexión y el efecto centrífugo que provocan los álabes del rodete, recuperando esta energía posteriormente en forma de presión.

Los siguientes tipos son los más importantes:

- Centrifugas (radial, mixto y axial)
- Periféricas (unipaso, multipaso)
- Electromagnética

Las bombas centrífugas, debido a sus características, son las bombas que más se aplican en la industria.

#### 1.2.1.2.1 Bombas Centrífugas [4]

En las bombas centrífugas la energía se comunica al líquido por medio de álabes en movimiento de rotación. Este tipo de bombas son las usadas en la industria química, siempre que no se manejen fluidos muy viscosos.

Las bombas centrífugas de una etapa y monoblock, son ideales para movimientos de líquidos en general, con una profundidad máxima de aspiración de 7 m ó 9 m.

Las ventajas principales de las bombas centrífugas son:

- Caudal constante
- Tamaño reducido
- Sencillez de construcción
- Bajo mantenimiento
- Presión uniforme
- Flexibilidad de regulación

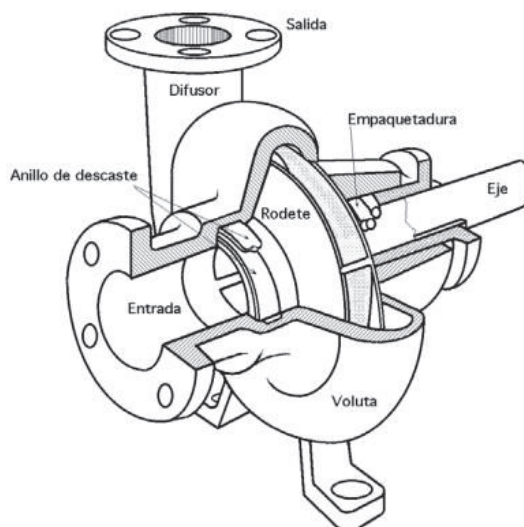


Fig.3. Estructura de una bomba centrífuga<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> [www.ocwus.us.es](http://www.ocwus.us.es)

A continuación se describe los componentes de la bomba centrífuga<sup>3</sup>:

- Una tubería de aspiración que termina en la brida de aspiración.
- Dentro de una cámara hermética dotada de entrada y salida gira una rueda (rodete), el verdadero corazón de la bomba.
- El rodete es el elemento rodante de la bomba que convierte la energía del motor en energía cinética. El líquido penetra axialmente por la tubería de aspiración hasta la entrada del rodete.
- El rodete es accionado por un motor, y va unido al eje, siendo este la parte móvil de la bomba (alimentado por el motor) proyecta el fluido a la zona externa del cuerpo-bomba debido a la fuerza centrífuga producida por la velocidad del rodete. El líquido, de esta manera, almacena una energía (potencial) que se transformará en caudal y altura de elevación (o energía cinética).
- La voluta es una parte fija que está dispuesta en forma de caracol alrededor del rodete a su salida. Su misión es la de recoger el líquido que abandona el rodete a gran velocidad, cambiar la dirección de su movimiento y encaminarlo hacia la brida de impulsión de la bomba.
- Una tubería de descarga conectada con la bomba, por la que el líquido es evacuado a la presión y velocidad creadas en la bomba.

### **1.2.1.3 Clasificación de las bombas centrífugas**

Las bombas centrífugas se clasifican de acuerdo a la trayectoria del fluido en el interior del impulsor en: flujo radial, flujo axial y flujo mixto.

---

<sup>3</sup> [www.quiminet.com](http://www.quiminet.com)

- a) **Flujo radial.**-El líquido entra axialmente en el impulsor a través de la boquilla de aspiración y es descargado radialmente hacia la carcasa de la bomba.

Se emplean cuando se requiere bombear líquidos a alturas entre intermedias y elevadas.

- b) **Flujo axial.**- La dirección del fluido en el impulsor entra en forma axial y sale axialmente, sin tener cambios de dirección.

Éstas bombas desarrollan su carga por la acción de un impulso o elevación de los alabes sobre el líquido y usualmente son bombas verticales de un solo paso.

Se utilizan para bombear grandes caudales a poca altura, especialmente agua potable o aguas residuales tratadas. Son de menor costo que las de flujo radial o mixto.

- c) **Flujo mixto.**- El movimiento del fluido dentro del impulsor se desarrolla en tres direcciones, tangencial, radial y axial al eje de giro del impulsor de la bomba.

Éstas bombas desarrollan su carga parcialmente por fuerza centrífuga y parcialmente por el impulso de los alabes sobre el líquido. Se emplean en servicios que requieren bombear a alturas intermedias.

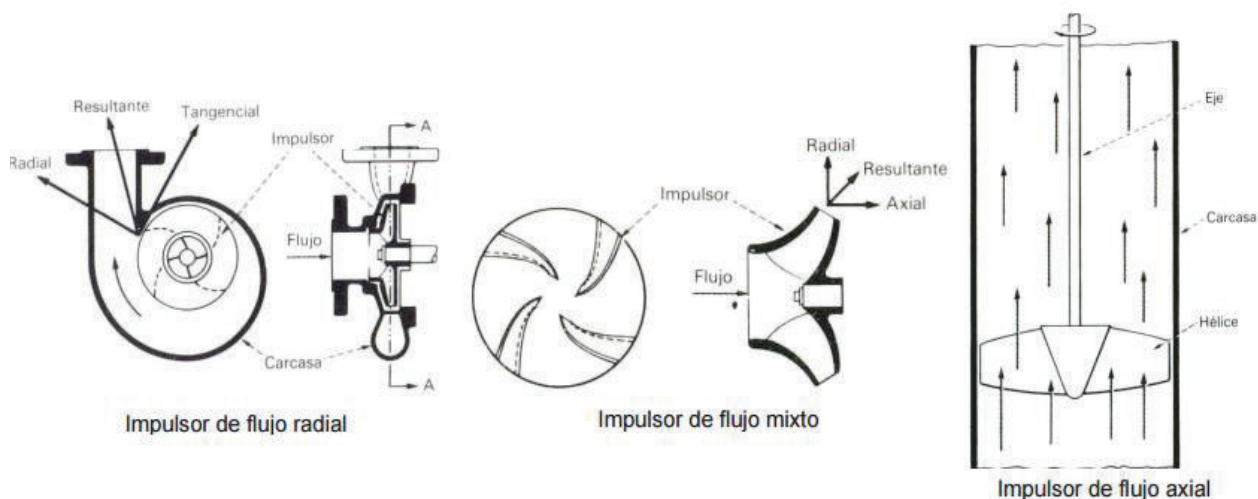


Fig.4. Tipos de impulsores de bombas centrifugas<sup>4</sup>

### 1.3 ACOPLAMIENTO DE BOMBAS

Según las necesidades existen dos tipos de acoplamiento

- Serie
- Paralelo

#### 1.3.1 SERIE

En el acoplamiento en serie, la tubería de impulsión de una bomba forma parte de la tubería de aspiración o succión de la siguiente bomba, consiguiendo de esta manera que el caudal bombeado sea el mismo para todas las unidades, y la altura de todo el conjunto es la suma de todas las alturas individuales de cada bomba.

Este tipo de acoplamiento no es el más común. Tiene su punto fuerte en instalaciones que bombean fluido a distintas alturas (poco corriente).

<sup>4</sup><http://bvs.per.paho.org/SCT/SCT2007-086/SCT2007086.pdf>

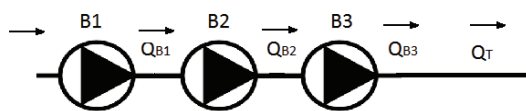
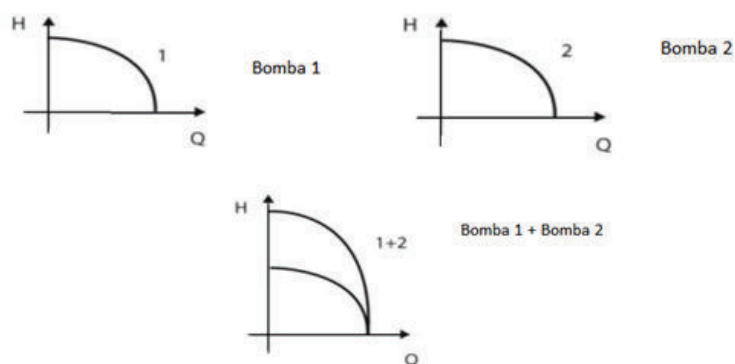


Fig.5. Implementación de Bombas en serie

$$1) Q_T = Q_{B1} = Q_{B2} = Q_{B3} \dots = Q_{Bn}$$

$$2) H_{BT} = H_{B1} + H_{B2} + H_{B3} \dots + H_{Bn}$$

Para bombas idénticas, la H máxima se duplicará o triplicará según el número de bombas iguales que se utilice y la Q máxima se mantendrá.

Fig.6. Curva H-Q de bombas en serie<sup>5</sup>

Se debe tener cuidado cuando acoplemos bombas diferentes. El punto de máximo caudal será el que marque la bomba con el mínimo caudal máximo. Otro inconveniente es los rendimientos del sistema, ya que será imposible garantizar que todas funcionen en sus puntos de máximo rendimiento.

### 1.3.2 PARALELO

En el acoplamiento en paralelo, todas las impulsiones de las bombas se conectan a un mismo tubo conocido como múltiple de impulsión. En este caso se suman todos los caudales, y manteniendo o conservando las alturas de cada bomba.

<sup>5</sup>Bombas Hidráulicas Rotodinámicas (Pérez, Ramiro V. Marbello, pág. 93)



El acople en paralelo de bombas generalmente se usa cuando en un abastecimiento de agua, el consumo oscila o varía mucho en el tiempo y donde es necesario dar mantenimiento a las bombas sin tener que parar toda la estación.

Se recomienda en este tipo de acoples que se utilice bombas de la misma características, ya que la bomba de mayor potencia puede impedir el buen funcionamiento de bombas de menor potencia.

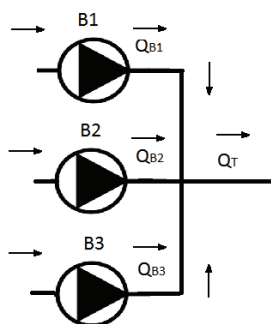


Fig.7. Implementación bombas en paralelo

$$3) Q_T = Q_{B1} + Q_{B2} + Q_{B3} + \dots + Q_{Bn}$$

$$4) H_{BT} = H_{B1} = H_{B2} = H_{B3} = \dots H_{Bn}$$

Para bombas idénticas, la Q máxima se duplicará o triplicará según el número de bombas iguales se utilice y La H máxima seguirá siendo la máxima.

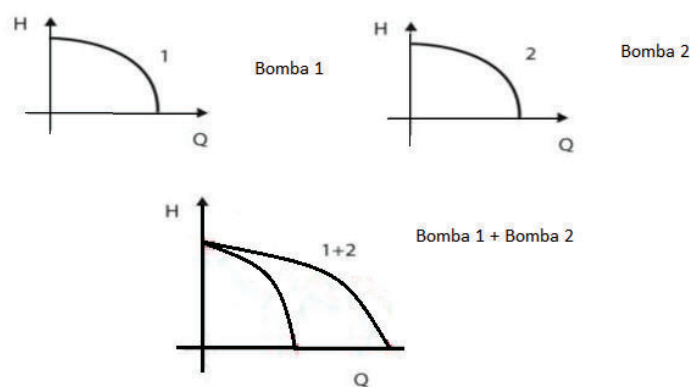


Fig.8. Curva H-Q de bombas en paralelo<sup>6</sup>

<sup>6</sup>Bombas Hidráulicas Rotodinámicas (Pérez, Ramiro V. Marbello, pág. 93)

## 1.4 CURVA CARACTERÍSTICA DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA [5]

Es un gráfico que representa la relación única de Carga – Caudal que garantiza la Bomba a determinada velocidad de rotación de su impulsor.

Los fabricantes de las Bombas, suelen generar para cada uno de sus modelos Catálogos, desde los cuales el diseñador de las Estaciones de Bombeo pueda seleccionar la Curva Característica de una Bomba Centrífuga, en función del punto de operación de la instalación en la que ésta se dispondrá.

Un ejemplo de Curva Característica de una Bomba Centrífuga se presenta en la figura, en la se describe sus componentes principales:

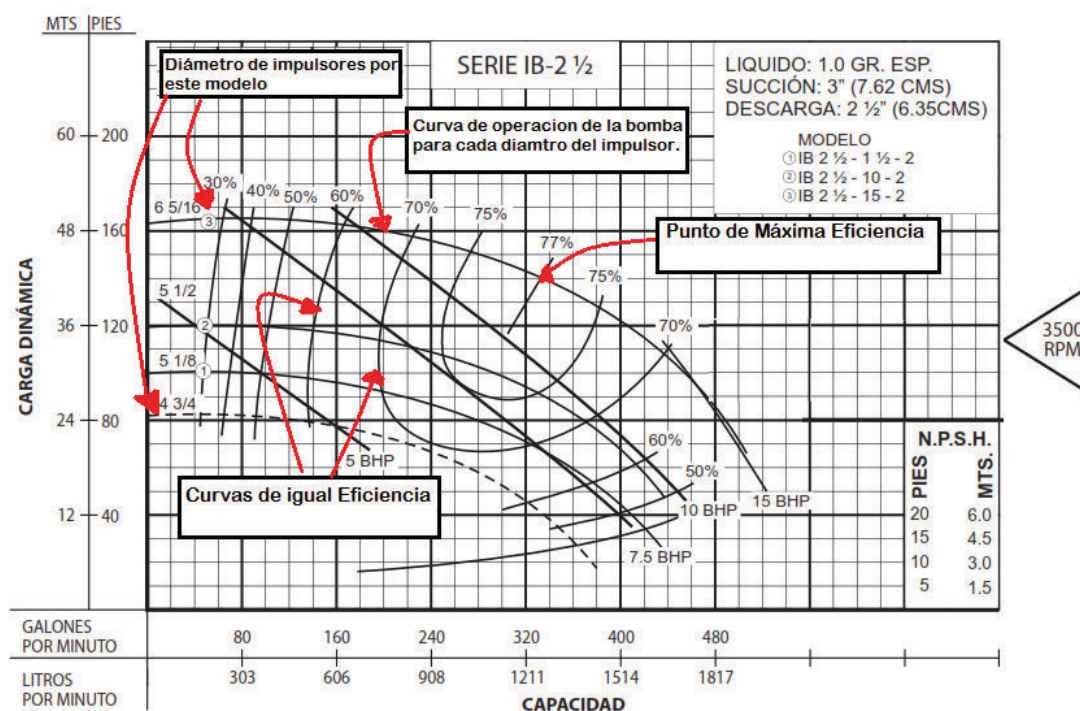


Fig.9. Curvas características de una bomba<sup>7</sup>

<sup>7</sup> www.hidroserVICIOSambientales.com

## 1.5 INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO [6]

Conjuntamente con las bombas y motores existen accesorios necesarios para un óptimo funcionamiento del conjunto motor- bomba.

Estos accesorios se usan para protección para el sistema y para a obtener una buena eficacia del mismo, entre estos accesorios tenemos; tuberías, válvulas de cierre, y control, dispositivos de seguridad, piezas especiales, codos, reducciones, sistemas de cebados de las bombas, aparatos o instrumentos de medida etc.

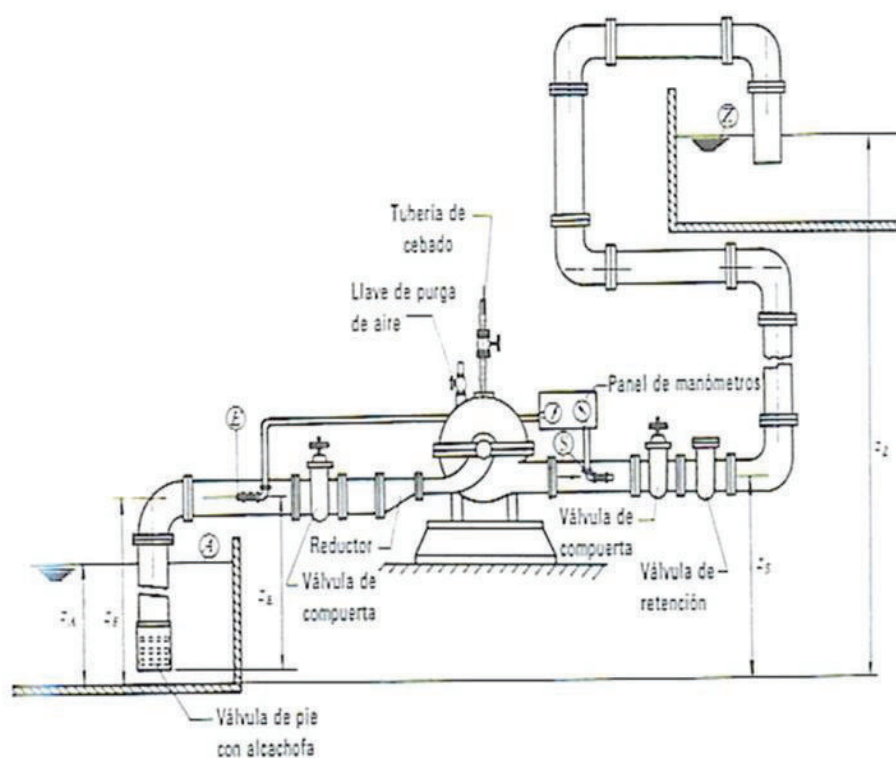


Fig.10. Accesorios de los sistemas de bombeo<sup>8</sup>

### 1.5.1 VÁLVULA DE PIE Y COLADORES

#### 1.5.1.1 Coladores.

Se requiere para evitar la entrada de materia extraña de diversos tamaños a la bomba (ramas, hierbas, papeles, etc.).

<sup>8</sup> Cebado e instalación de bombas (Manuel Martinez, 2009)

### 1.5.1.2 Válvula de pie.

Estas válvulas van colocadas al pie de las instalaciones, tiene la finalidad permitir el cebado de la bomba manteniendo llena la tubería después de parado el bombeo además de servir como filtro.



Fig.11. Válvula de pie con colador.<sup>9</sup>

Estos elementos originan una importante pérdida de carga. Si fuera preciso evitar esta pérdida para que no se produzca cavitación no se instalan estos elementos.

### 1.5.2 REDUCCIONES

Estas tienen que ser excéntricas para evitar la formación de bolsas de aire. Siempre que sea posible, las reducciones tanto en la succión como en la impulsión deben instalarse directamente a las bridas de la bomba. Esto produce mejor conversión de la velocidad y reduce las pérdidas hidráulicas que pueden causar la conexión directa de válvulas y codos.



Fig.12. Reducción excéntrica<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Grifos y accesorios para jardinería ([www.rmmcia.es](http://www.rmmcia.es))

<sup>10</sup> ([www./lima-distr.all.biz](http://www./lima-distr.all.biz))

Otra consideración es que el diámetro de la tubería de succión no puede ser menor que el diámetro de la entrada de la bomba.

### 1.5.3 VÁLVULAS DE APERTURA Y CIERRE

Los tipos de válvulas de apertura y cierre más utilizados en sistemas de bombeo son:

- De compuerta.
- De aguja o de descarga anular.
- De mariposa.
- Cilíndricas.

En las grandes estaciones donde las tuberías son de diámetros muy grandes y las presiones pueden ser muy elevadas, la maniobra es hecha por un operador movido por motor eléctrico.

Consta con 2 válvulas de compuerta en la aspiración y en la impulsión a veces no se instala la primera; pero de la segunda no se puede dejar fuera porque sirve para la regulación del caudal de la bomba.



Fig.13. Válvula de cierre <sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> (www.solostocks.com)

### 1.5.4 MANÓMETROS Y VACUÓMETROS

Cada bomba de una instalación de bombeo debería ser dotada de instrumentos destinados a indicar la presión de salida y la depresión o presión existente en la boca de entrada.

Para este fin se emplean respectivamente el manómetro y el vacuómetro, los cuales están colocados directamente a la bomba en tomas apropiadas.



Fig.14. Manómetro.<sup>12</sup>

### 1.5.5 JUNTA DE EXPANSIÓN

Las juntas de expansión se usan en las líneas de succión y descarga de las bombas centrífugas, para evitar que se transmita cualquier clase de esfuerzos de la tubería a la bomba, ya sea que estos esfuerzos sean por desalineamiento de la tubería o cualquier otra causa.



Fig.15. Junta de expansión<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup>([www.redimac.com.mx](http://www.redimac.com.mx))

<sup>13</sup>([www.boletinindustrial.com](http://www.boletinindustrial.com))

### 1.5.6 REDUCCIONES INVERTIDAS

Es un accesorio de forma cónica, son concéntricas pues ya no existe el problema de las bolsas de aire que podían presentarse en la succión. Siempre que sea posible deberá instalarse directamente a la brida de descarga de la bomba.



Fig.16. Reducción concéntrica<sup>14</sup>

### 1.5.7 VÁLVULAS DE CHECK

La válvula de retención en la impulsión impide el retroceso del fluido, cuando la bomba se para. Es necesario si la tubería de impulsión es muy larga o se encuentra a gran presión.

Pueden montarse indistintamente en posición vertical u horizontal.

Los objetivos de su colocación en la impulsión pueden ser:

- Impedir la rotación inversa del conjunto para preservar el motor cuando este no puede girar en sentido contrario sin sufrir daños.
- Preservar la bomba de sobrepresiones por golpe de ariete.

---

<sup>14</sup> ([www.lima-distr.all.biz](http://www.lima-distr.all.biz))

- Permitir el uso de tuberías, válvulas y accesorios de baja presión en el lado de succión de la bomba.
- Impedir el vaciado de las líneas de impulsión y posibles inundaciones de la casa de bombas.



Fig.17. Válvula check de compuerta basculante<sup>15</sup>

### **1.5.8 VÁLVULAS DE DESCARGA.**

Estas válvulas se colocan en la parte baja de la conducción y sirven para vaciarla y para limpiarla de posibles sedimentos que pueden haberse acumulado. Dependiendo de su tamaño podrán ser de operación manual, motorizada o de comando hidráulico.

### **1.5.9 VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE**

Sirven para expulsar el aire que pudo haber entrado a la tubería mezclado con el líquido o que ésta presenta antes de comenzar su funcionamiento. Igualmente para admitir aire en la tubería y romper así el vacío que pueda producirse dentro de esta e impedir la falla por aplastamiento. En general se colocan en las partes altas de la conexión o en los cambios fuertes de pendiente.

<sup>15</sup> (/www.irrigaciondemexico.com)





Fig.18. Válvulas de admisión y expulsión de aire<sup>16</sup>

### 1.5.10 TUBERÍAS

La instalación de las tuberías es de mucha importancia en la selección e instalación adecuada, ya que al no seguir las precauciones necesarias puede dañar considerablemente la instalación. Entre ellas tenemos, el peso de la tubería si esta no está firmemente instalada, independientemente del cuerpo de bomba puede dañar a esta gravemente, igualmente pueden presentarse averías en las bombas, si la tubería está expuesta a vibraciones u otros fenómenos similares.



Fig.19. Tuberías para industrias<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> (www.mx.all.biz)

<sup>17</sup> (www.arqhys.com)

### 1.5.11 CEBADO

El cebado de la bomba consiste en llenar de líquido la tubería de succión y la carcasa de la bomba, para facilitar la succión de líquido, evitando que queden bolsas de aire en el interior.

Las bombas de desplazamiento positivo son autocebantes, es decir, aunque estén llenas de aire son capaces de llenar de fluido el circuito de aspiración.

#### 1.5.11.1 Métodos De Cebado<sup>18</sup>

##### 1.5.11.1.1 *Por gravedad*

La forma más sencilla de cebar una bomba es instalarla de tal forma que la presión del aire y la gravedad hagan el trabajo. Para ello, se instala una válvula de alivio en la parte superior de la carcasa, la cual se puede abrir al arrancar la bomba con el fin de asegurar que se ha eliminado todo el aire.

##### 1.5.11.1.2 *Con una bomba de vacío*

Generalmente es usado para bombas medianas a grandes, pues se evita el uso de la válvula de pie.

El vacío se crea en la parte superior de la caja para extraer el aire y permitir que el fluido se eleve hacia la parte superior de la carcasa. Una vez que se logró el cebado se debe aislar el tanque de succión con el propósito de evitar la recirculación y el bajo rendimiento de la bomba.

Además que con una sola bomba de vacío se puede realizar el proceso de cebado a varios equipos.

---

<sup>18</sup>[www.0grados.com/como-cebar-una-bomba/](http://www.0grados.com/como-cebar-una-bomba/)

#### 1.5.11.1.3 *Con eyector o aspirador*

Una bomba que opera debajo de un elevador de succión puede ser cebada a través de un eyector o aspirador que esté instalado por encima de la carcasa de la bomba.

El aire comprimido, el vapor y el agua que se envían por el aspirador o eyector reducen la presión en la parte superior y dejan que el fluido suba para que salga por la válvula de alivio.

Se debe cerrar la válvula en el tubo de descarga cerca de la bomba y abrir la de succión para posteriormente conectar el eyector.

Cuando el eyector arranque se iniciará la descarga continua del fluido. En ese momento se debe encender la bomba.

#### 1.5.11.1.4 *Manual*

El cebado manual consiste en la operación de una válvula de pie, también conocida como válvula de retención. Ésta se tiene que instalar en la base de la tubería de succión.

Por otro lado, es necesario cerrar la válvula de la compuerta en la descarga y después verter líquido en la parte superior de la carcasa de la bomba hasta que el líquido se derrame.

Dicho método funciona porque la válvula de retención permite la circulación del fluido en una sola dirección dentro de la tubería de succión. Con este proceso se permite que la columna líquida no retroceda en caso de detención del equipo, manteniendo cebada la instalación.

Aunque el método resulta sencillo y barato, se recomienda únicamente para bombas de caudal poco elevado y se debe usar sólo cuando no exista otra forma de cebar la bomba.

### **1.5.12 ARRANQUE**

En el arranque la potencia puesta en juego podría exceder a la nominal del motor y, de no tomar precauciones, quemarlo. El arranque de bombas centrífugas conviene hacerlo con la válvula de impulsión cerrada, iniciando la apertura una vez alcanzada la velocidad de régimen, de forma de no sobrecargar el motor con la inercia propia del grupo motor – bomba, más la inercia de la columna del líquido que soporta.

## CAPÍTULO II

### 2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO

El sistema de bombeo por tanques elevados es de mucha importancia para el sector industrial con plantas a diferente nivel o en lugares donde se requiere resolver problemas de suministro de agua.

Como algunas aplicaciones de este sistema de bombeo tenemos: es usado cuando se requiere que exista abastecimiento de agua para todos los pisos de un edificio, o para poder suministrar agua a comunidades que están en sectores más altos.

El diseño e implementación del módulo de un sistema de bombeo de tanques elevados, ayuda a entender el funcionamiento y los elementos que conforman este sistema haciendo referencia a sistemas más complejos que se encuentran implementados en la industria, edificios, etc.

Todos los equipos que se requieren para el módulo se dimensionan de acuerdo a las condiciones de funcionamiento del módulo de simulación y debe estar constituido de tal forma que se muestre claramente las partes más importantes del Sistema de Bombeo por Tanques Elevados.

Luego del dimensionamiento se procede a diseñar el aspecto físico del módulo, al terminar con el diseño y dimensionamiento se inicia la elaboración de una lista de los equipos, accesorios y materiales para realizar la adquisición.

Una vez adquirido los elementos se procede a la construcción e instalación de la estructura metálica, el tablero eléctrico, sensores de nivel, así como las respectivas conexiones.

## 2.1 DISEÑO DEL MÓDULO DEL SISTEMA DE BOMBEO POR TANQUES ELEVADOS

El módulo consta principalmente de tres tanques cada uno ubicado a una altura diferente, el primer tanque sirve como tanque de abastecimiento, los otros dos tanques cuentan con un par de bombas respectivamente (Fig.20), estas se encargarán de alternar su funcionamiento para abastecer de agua a cada tanque siguiente.

El módulo se compone además con válvulas check, válvulas de paso y más accesorios que harán referencia a instalaciones más complejas que se encuentran el campo real.

Al tratarse de un módulo de simulación, se hace uso de una tubería de retorno conectada al primer tanque, de forma que simule o represente el consumo de agua.

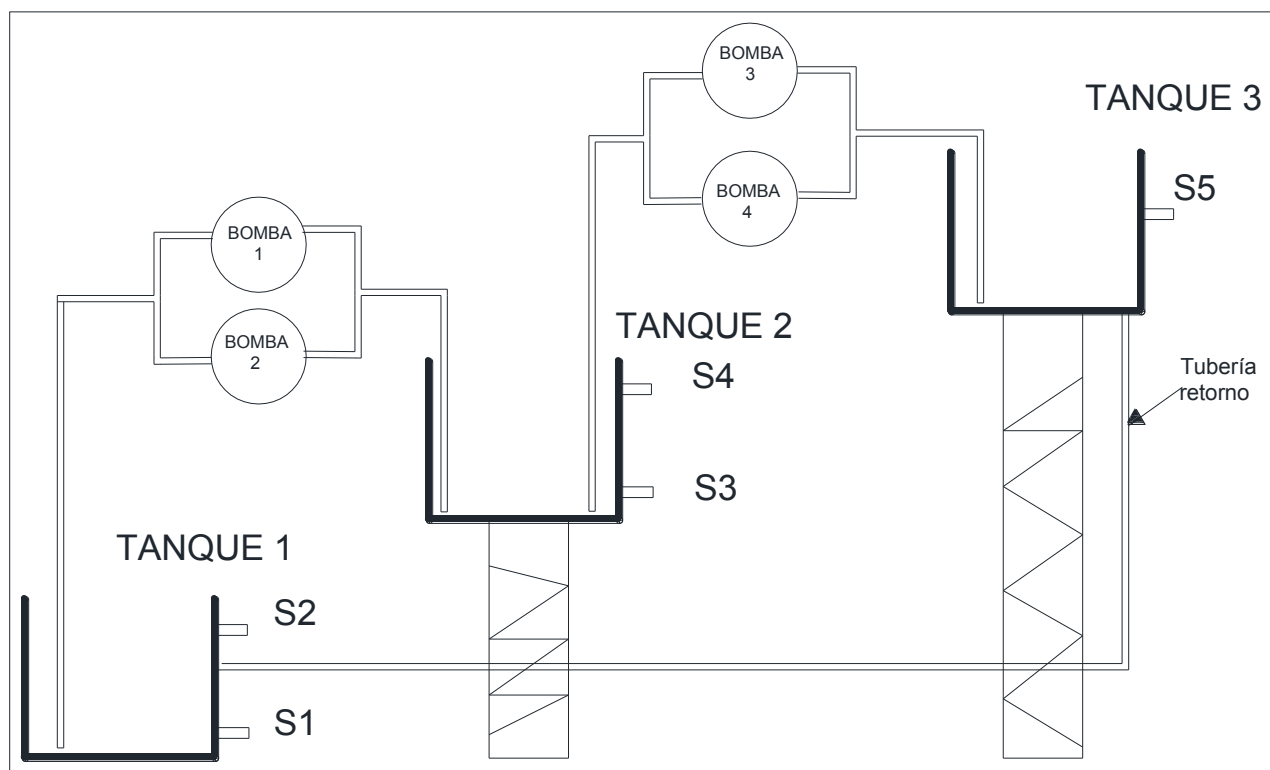


Fig. 20. Esquema de la disposición de los tanques y bombas.

## 2.2 SELECCIÓN DE EQUIPO

Debido a que se trata de un módulo de simulación, la selección del equipo se encamina de manera que se muestre claramente los accesorios que posee un sistema real y poder ver su funcionamiento.

En el caso real de este tipo sistema de bombeo, este será dimensionado para cumplir las especificaciones de caudal y presión en las diferentes aplicaciones del sistema de bombeo por tanques elevados.

### 2.2.1 TANQUES

Se seleccionan 3 tanques de la marca Plastigama con una capacidad de 55 galones, esta capacidad será lo suficientemente grande para que las bombas puedan trabajar el tiempo necesario para poder observar su funcionamiento.



Fig.21. Tanque Plastigama

### 2.2.2 BOMBAS

Se selecciona 4 Bombas de la marca TEKNO DE 0.5 HP modelo (QB 60), por lo general no se encuentran bombas de menor potencia además con el caudal que maneja esta bomba tarda aproximadamente unos 7 minutos en transportar los 55 galones de los tanques mencionados anteriormente.



Fig.22. Bomba Tekno

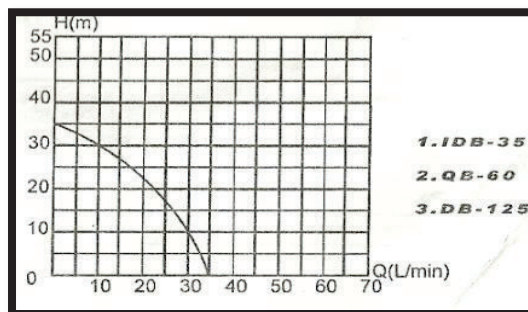
### 2.2.2.1 Placa de datos

La placa de datos se muestra a continuación.

<b>Bomba TEKNO (QB60)</b>			
<b>Q.</b> 5÷35 l/min.		<b>H.</b> 35÷5 m.	
<b>H.max.</b> 38 m		<b>Q.max.</b> 40 l/min	
1- Mot.	V. 110	<b>Hz</b> 60	3450 min <sup>-1</sup>
kW0.37	H.P. 0.5	In. 2.1 A	500 W.max
C. 20 µF.		VL. 250 V	

Tabla 1 Tabla de datos Bomba Tekno

### 2.2.2.2 Curva capacidad-altura total (Total Head - Capacity Curve)

Fig.23. Total Head-Capacity Curve bomb TEKNO<sup>19</sup>

<sup>19</sup>Water Pump Operation Manual



### 2.2.3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

El diseño está basado al tamaño de los accesorios que se van a instalar tales como son:

- 3 tanques de 55 galones
- 4 bombas de 0.5 hp
- Tablero de control

Además de tomar en cuenta estos accesorios en el diseño, también se toma en consideración las alturas de los tanques que es de 90 cm, a esto se le tiene que agregar unos centímetros más, ya que la altura mínima de succión que debe tener una bomba es de 1m.

#### 2.2.3.1 Material de construcción del sistema de bombeo

Para la construcción del módulo se utiliza riel perforada de 2.50 m de largo y un espesor de 2 mm que facilita y agiliza el armado del mismo.

Toda la implementación de la estructura se la realiza con tornillos y tuercas así dando mayor facilidad en el ensamblado de sus partes.

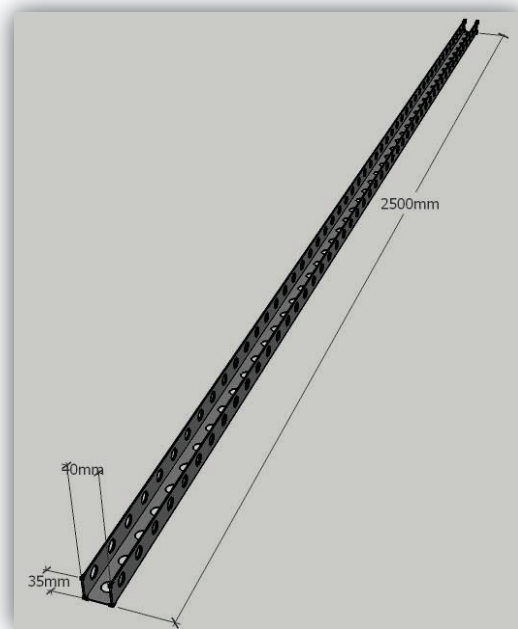


Fig.24. Riel metálica perforada

### 2.2.3.2 Implementación estructura metálica

Con las respectivas medidas de los accesorios que va a soportar la estructura se procede a la implementación de la estructura metálica mediante la sujeción de pernos y uniones.

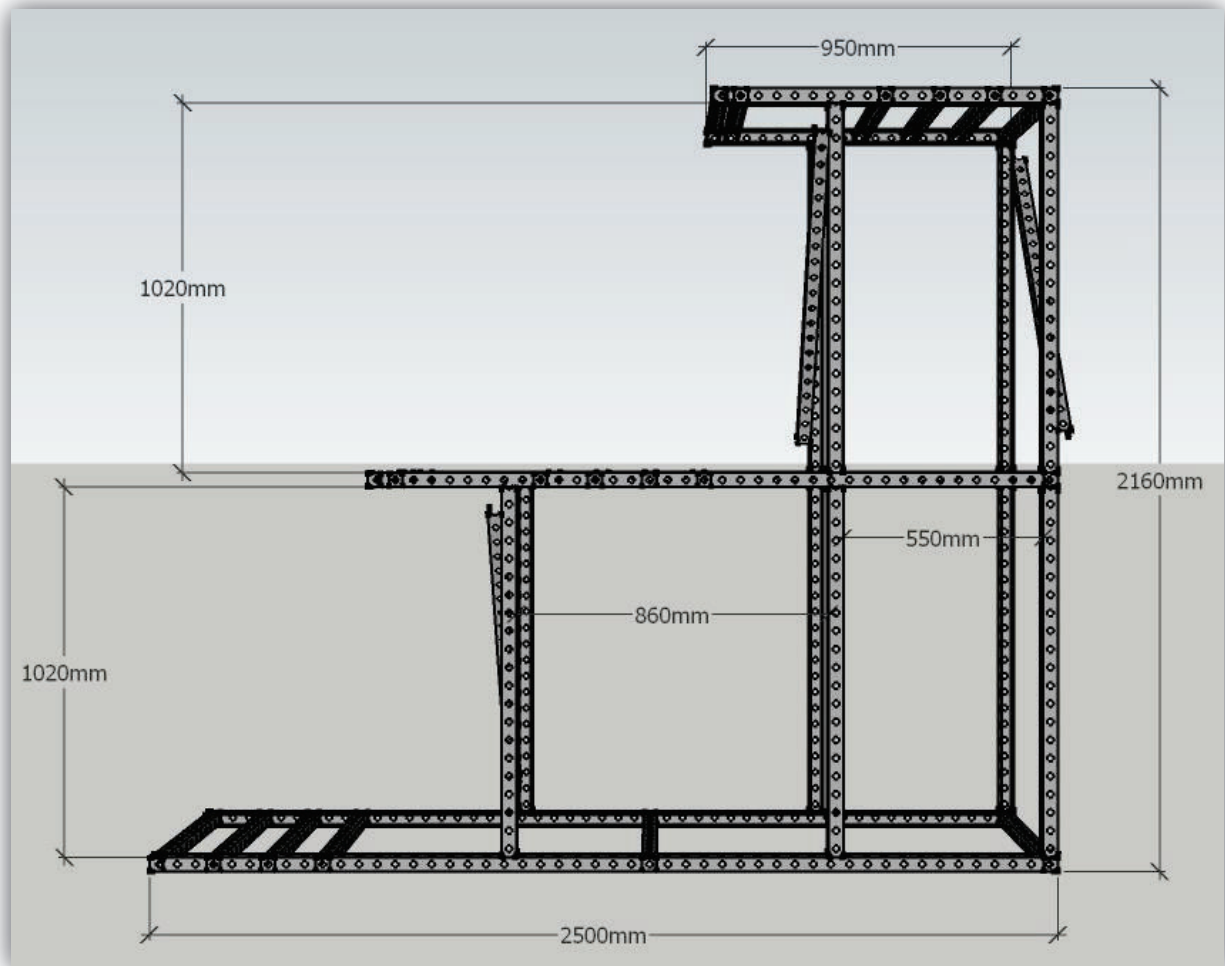


Fig.25. Estructura metálica (vista lateral)

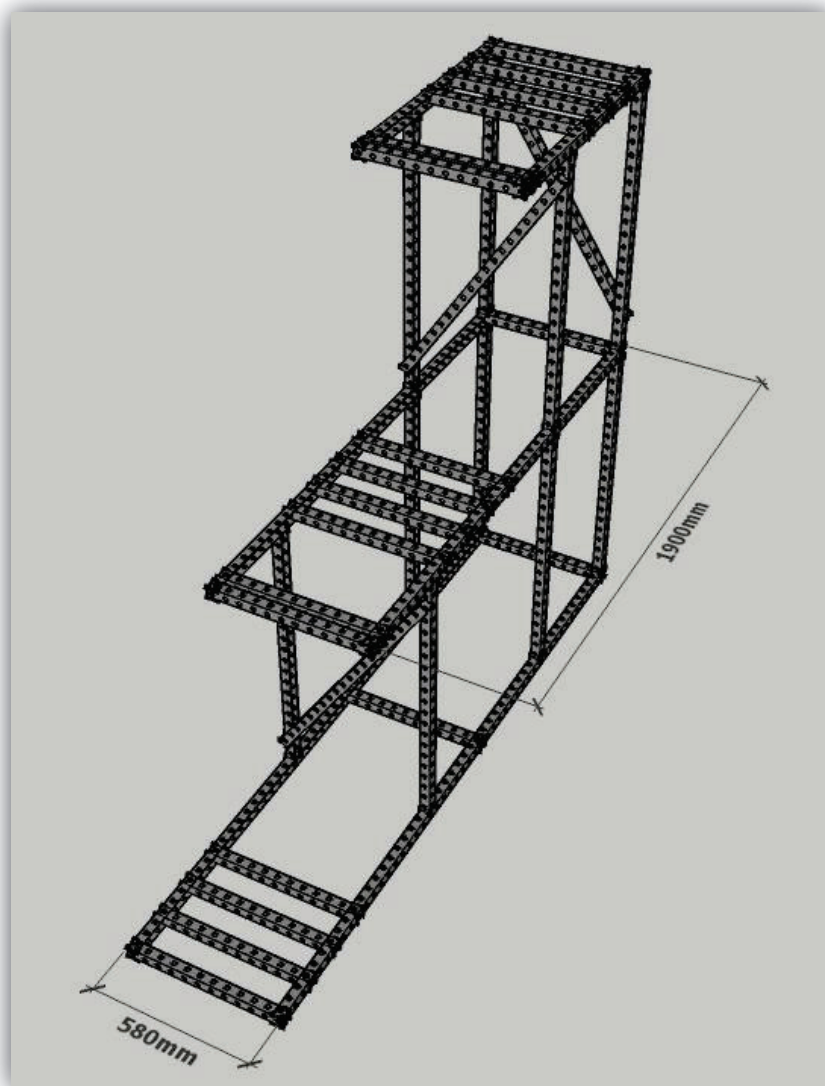


Fig.26. Estructura metálica (vista isométrica)

### 2.2.3.3 Implementación del equipo de bombeo

Una vez finalizado la implementación de la estructura del módulo, se procede a implementar todo el resto del equipo de bombeo como son: tanques, las bombas, tubería, codos, válvulas check, válvulas de paso, neoplos, reducciones, etc.

#### 2.2.3.3.1 Instalación de Bombas

Las Bombas se a sujetan a la estructura mediante tornillos, esto asegura que disminuya la vibraciones causadas por la bomba.



Fig.27. Bombas aseguradas a estructura

#### 2.2.3.3.2 *Instalación tubería de succión*

Para todo este proceso, tanto para la instalación tubería de succión y de descarga se utiliza: una tarraja manual para tubo de PVC para las diferentes rosca de los tubos, cinta de teflón con alrededor de 10 a 15 vueltas, Permatex que es un sellante utilizado para una buena instalación.

La tubería de succión de cada bomba es de 1 pulg, esto debido a que la parte de la succión de la bomba es del mismo diámetro, este sería el diámetro mínimo que se puede utilizar como tubería de succión, ya que los manuales de instalación aconsejan utilizar como mínimo el mismo diámetro de succión de la bomba.

Si se utiliza diámetros inferiores afectaría al desempeño de la bomba trayendo complicaciones en su funcionamiento reduciendo la eficiencia de la misma.

Es importante no permitir que la cinta de teflón cubra el extremo de la tubería puede restringir el flujo de agua o si fragmentos de la cinta se aflojan pueden entrar al sistema perjudicando a la bomba.



Fig.28. Instalación de tubería de succión

Otros accesorios que se utilizan son codos de 1 plg y una unión universal del mismo diámetro, este último con la finalidad de poder sacar los tanques para su posterior movilización.

Un accesorio importante en la tubería de succión es la válvula de pie de 1 plg, la que impide que impurezas sean succionadas por la bomba.



Fig.29. Tubería de succión con válvula de pie

### 2.2.3.3.1 Instalación tubería de descarga

Para la tubería de descarga se utiliza tubería y accesorio de 3/4 de pulg. Siguiendo este orden respectivamente: reducciones de 1 pulg a 3/4 de pulg, neplos de 3/4 de pulgada, y todo esto acoplado por una válvula check de instalación vertical de 3/4 de pulg, como se puede ver en la siguiente figura.



Fig.30. Instalación de válvula check

Posteriormente se instalan las válvulas de paso tipo bola, que sirven para regular el caudal de descarga de cada bomba hacia los respectivos tanques.

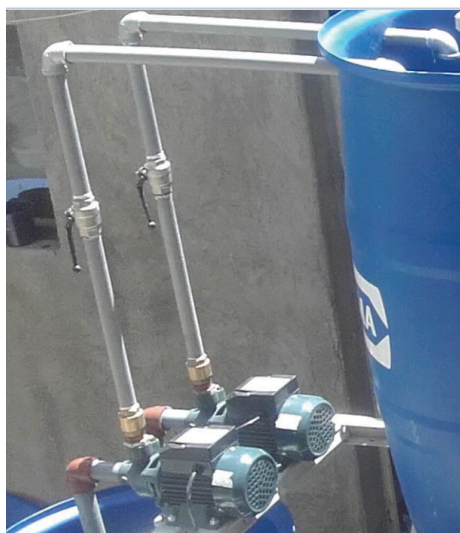


Fig.31. Instalación de codos y válvulas de paso tipo bola

Se hacen perforaciones en los tanques para poder insertar los tubos respectivamente y finalizando con la colocación de codos de 90° para suavizar la caída del agua hacia el tanque.

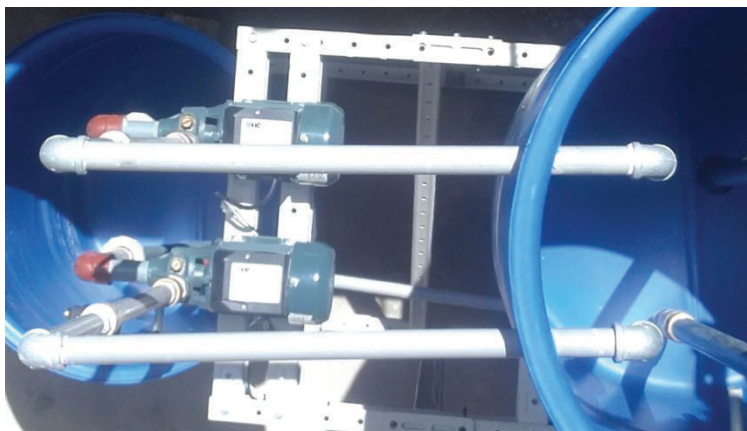


Fig.32. Instalación codos de 90°

Para terminar con la implementación del módulo se instala en la base del tanque más alto una tubería de retorno hacia el primer tanque con la finalidad que simule un consumo.



Fig.33. Instalación tubería de retorno

## 2.2.4 CÁLCULO DE PROTECCIONES PARA EL MÓDULO DEL SISTEMA DE BOMBEO.

Cálculo de las características principales de los circuitos derivados y el alimentador principal para las 4 Bombas TEKNO, 0.5 HP, 110 V, 60 HZ, In 2.1 Amp.

### 2.2.4.1 Protección del alimentador

#### Datos

- Bomba TEKNO, 0.5 HP,  $I_{pc} = 2.1$  Amp.  $I$  arranque máximo = 1,75  $I_{pc}$  según tabla

$$I = I \text{ arranque máximo (motor mayor)} + \sum I_{pc} \text{ (otros motores)}$$

$$I \text{ alimentador} = (1.75 \times 2.1) + (2.1+2.1+2.1)$$

$$I \text{ alimentador} = 9.975 \text{ Amp.}$$

Es decir, se puede emplear un fusible de 10 Amp.

### 2.2.4.2 Calibre del conductor del alimentador

La corriente máxima del alimentador es:

$$I = 1.25 I_{pc} \text{ (motor mayor)} + \sum I_{pc} \text{ (otros motores)}$$

$$I = 1.25 \times 2.1 + (2.1+2.1+2.1)$$

$$I = 8.925 \text{ Amp.}$$

Consultando la tabla de conductores, para 1 a 3 conductores THW se requiere un conductor Núm. 14 AWG.

### 2.2.4.3 Protección del circuito derivado de cada motor

#### Datos

- Bomba TEKNO, 0.5 HP, 110 V, 60 HZ, In 2.1 Amp,  $I = 1.75 I_{pc}$  Según tabla

$$I = 1.75 \times 2.1 = 3.675 \text{ Amp.}$$



Como todas las bombas tienen las mismas características se emplean fusibles de 4 Amp para cada una de las bombas.

#### 2.2.4.4 Conductor del circuito derivado de cada motor

La corriente máxima del alimentador es:

Bomba TEKNO, 0.5 HP, 110 V, 60 HZ, In 2.1 Amp.

$$I = 1.25 \times 2.1 = 2.625 \text{ Amp.}$$

Consultando la tabla de conductores, para 1 a 3 conductores THW se requiere un conductor Núm. 18 AWG.

#### 2.2.4.5 Elementos térmicos de cada motor

Para motores estándar con elevación de temperatura no superior a 40 °C, la capacidad de los elementos térmicos es de 1.25 Ipc obteniendo:

$$I = 1.25 \times 2.1 = 2.625 \text{ Amp}$$

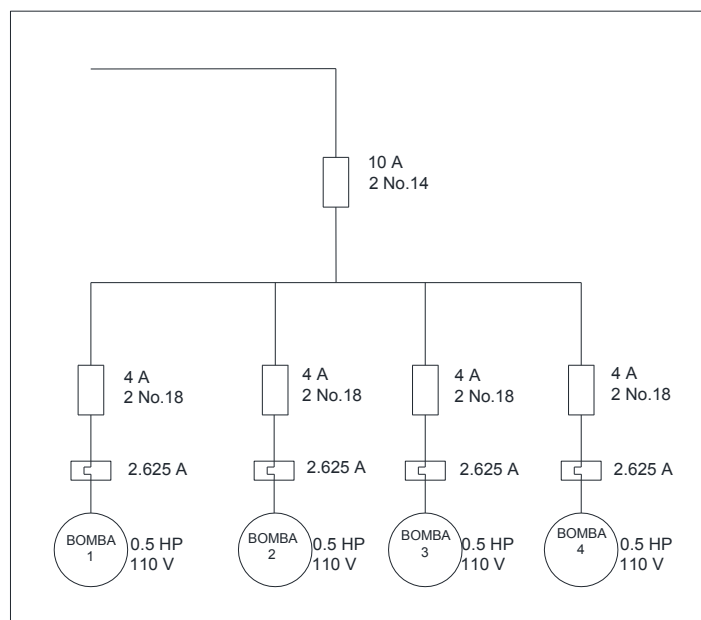


Fig.34. Se ilustra qweruiop879+la selección del calibre y tipo de conductores y de protecciones de sobre-corriente para cada bomba

### 2.2.5 GABINETE DE CONTROL

Los gabinetes son en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación funcione adecuadamente

Los tableros eléctricos deben cumplir con una serie de normas que permitan su funcionamiento de forma adecuada cuando ya se le ha suministrado la energía eléctrica. El cumplimiento de estas normas garantiza la seguridad tanto de las instalaciones en las que haya presencia de tableros eléctricos como de los operarios.



Fig.35. Gabinete de control de 30x40x20

#### 2.2.5.1 Accesorios instalados en gabinete

Se describe los componentes instalados en el gabinete de control

##### 2.2.5.1.1 Breakers

Este tipo de dispositivos tiene como objetivo garantizar la seguridad del sistema en caso de un funcionamiento erróneo o inadecuado de los equipos, conexiones inadecuadas o una mala manipulación del sistema.

Algunas características que nos presenta este dispositivo son:

- Diseño con limitación de energía que protege mejor durante el cortocircuito a los componentes instalados.
- Accesorio de fácil montaje en campo



Fig.36. Breaker

#### 2.2.5.1.2 Fusibles eléctricos

Es un dispositivo destinado a proteger la instalación y sus componentes contra sobrecorrientes, mediante el calentamiento y la fusión de uno varios elementos destinados y previstos para este fin. Interrumpiendo el flujo de la corriente eléctrica cuando esta sobrepasa el valor de la corriente de fusión del fusible dentro de un tiempo determinado.



Fig.37. Porta fusible

### 2.2.5.2 Dispositivos de mando manual<sup>20</sup>

Estos dispositivos son denominados de esta manera ya que permite activar o desactivar manualmente un proceso de automatismo eléctrico y son muy importantes en la interfaz hombre-máquina en aplicaciones industriales.

Como ejemplo tenemos que permiten al operador ordenar la ejecución de diversas operaciones, como el arranque, el paro, el cambio de velocidad y entre otras cosas.

#### 2.2.5.2.1 Pulsadores

Un pulsador es un elemento de conmutación (conecta y desconecta) manual por presión, cuyo contacto solamente tiene una posición estable. Al pulsarlo, cambia de posición, y al dejar de pulsarlo, retorna a su posición primitiva mediante un muelle o un resorte interno.

En un mismo pulsador pueden existir ambos contactos, que cambian simultáneamente al ser pulsados



Fig.38. Pulsador

#### 2.2.5.2.2 Selector

El selector es un conmutador con dos o más posiciones estables, en las que permanece tras su accionamiento. Los selectores son similares a los interruptores y

---

<sup>20</sup> <https://todoclase.files.wordpress.com/2011/11/2-aparatos-de-maniobra-manual.pdf>

conmutadores en cuanto a funcionamiento, aunque para su actuación suelen llevar un botón, palanca o llave giratoria (que puede ser extraíble).



Fig.39. Selector 2 posiciones

#### *2.2.5.2.3 Paro de emergencia*

Permite la parada inmediata de la instalación eléctrica cuando ocurre un accidente. Estos pulsadores llevan un dispositivo interno de enclavamiento de manera que, una vez pulsado, no se puede reanudar el funcionamiento de la instalación hasta que se desenclave.

En un mismo pulsador pueden existir ambos contactos, que cambian simultáneamente al ser pulsados (normalmente abierto y normalmente cerrado).



Fig.40. Paro de emergencia

#### 2.2.5.2.4 *Luces piloto*

Una luz piloto indica la existencia de una condición normal de un sistema o de un dispositivo.



Fig.41. Luz piloto

#### 2.2.5.2.5 *Contactores*

Un contactor es un dispositivo mecánico con la función de comando o conmutación de conexión, controlado por un electroimán con una operación tipo on/off.

Cuando la bobina del electroimán se encuentra energizada, el contactor se cierra y completa el circuito entre la fuente y la carga a través de sus contactos de potencia. Cuando la bobina es desenergizada, el contactor abre debido a la acción de un resorte.



Fig.42. Contactor de fuerza

### 2.2.5.2.6 Relé Térmico

Estos relés cumplen con la función de protección térmica del motor contra sobrecargas y van asociados a un contactor que es el que realiza la apertura del circuito de potencia.

Puesto que protegen solamente contra sobrecargas, los relés térmicos deben complementarse con una protección contra cortocircuitos

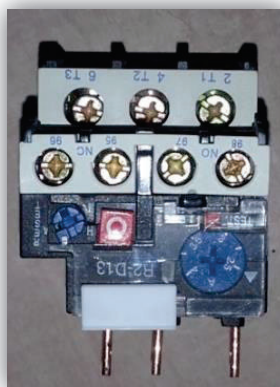


Fig.43. Relé Térmico regulable

### 2.2.5.2.7 PLC easy

El easy es un dispositivo que desarrolla control lógico programable de conmutación y manejo que se utiliza para sustituir los controles del relé y del contactor y con más funcionalidades.



Fig.44. PLC Moeller easy 719 AC-RC

### 2.3 COSTO DEL PROYECTO

Se indica el costo aproximado de los equipos, materiales y accesorios instalados en el módulo.

<b>MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
PLC	1	280	280
Contactador	4	12	48
Luz piloto 22mm	10	2	20
Selector	2	3.50	7
Bombas 1/2 hp	4	40	160
Borneras riel	40	0.40	16
Riel Din	1	1.50	1.50
Base porta fusible	2	2	4
Armario de control	1	70	70
Sensor de nivel horizontal	4	30	120
Sensor de nivel flotador	1	13	13
Válvulas de pie 1plg	4	10	40
Válvulas Check 3/4	4	6	24
Válvulas bola 3/4	4	4	16
Válvula bola 1/2	1	4	4
Codos 1 plg	4	1.30	5.20
Codos 3/4	8	1.20	9.60



Unión universal 1 plg	4	4	16
Tanque 50 GL	3	40	120
Tubo PVC 1 plg	1	14	14
Tubo PVC 3/4	1	16	16
Riel Metálica	10	10	100
pulsadores	1	2.50	2.50
<b>TOTAL PROYECTO</b>			<b>1103.30</b>

Una vez con los equipos ya en mano se procede a trazar el lugar donde se colocan todos los dispositivos de control y de protección considerando las dimensiones de los mismos.

## **CAPÍTULO III**

### **3. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONTROL**

La industria ha ido desarrollándose con la incorporación de PLC en todos sus procesos, todo esto debido a la fácil programación y compatibilidad que estos poseen para comunicarse con otros equipos.

Al desarrollar el programa de control hay que tener en cuenta que tipo de condiciones de funcionamiento se quiere dar al módulo de bombeo para que este se acerque a sistemas reales y más complejos, asimismo teniendo en cuenta la seguridad del operario y la de los equipos.

El sistema de control cuenta con la implementación de un PLC, que es el dispositivo principal de control.

El PLC se encarga de controlar a todas las condiciones de funcionamiento tanto manual como de forma automática, la alternación de bombas y de las demás condiciones que se desarrollen.

#### **3.1 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA**

El módulo trabaja de dos formas tanto manualmente como automáticamente teniendo en cuenta sus respectivas condiciones de funcionamiento.

Todo esto podrá ser detenido en un caso de cualquier suceso con su respectivo paro de emergencia.

### 3.1.1 MODO AUTOMÁTICO

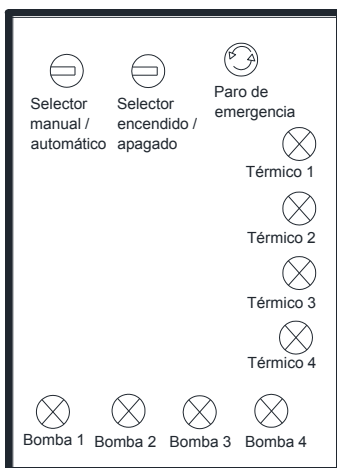


Fig.45. Esquema parte frontal del gabinete de control.

Primero se selecciona modo automático y se enciende el módulo, si no detecta nivel de agua por medio del sensor (S1) en el Tanque 1, no inicia con el ciclo de funcionamiento todo el sistema, caso contrario al detectarse nivel de agua en el tanque 1 el sistema inicia después de un tiempo T (10 segundos), de esta manera accionando la bomba 1 en el primer ciclo, y en el segundo ciclo se acciona la bomba 2 así alternando su funcionamiento.

Otra condición tomada en cuenta es que si existe nivel de agua en el tanque 2 detectado por medio del sensor (S3), transcurre un tiempo T (10 segundos) para que la bombas 3 o 4 funcionen, siempre y cuando el sensor flotador (S5) detecte la ausencia de nivel de agua en el tanque 3, de esta manera funciona la bomba 3 o la bomba 4 en el primer ciclo y segundo ciclo respectivamente, igualmente alternando su funcionamiento, caso contrario estas bombas no entran en funcionamiento.

Si se detecta máximo nivel de agua con la ayuda del sensor (S2) en el tanque 1, entra a funcionar la bomba que no está trabajando durante un tiempo T (6 segundos) que puede ser bomba 1 o bomba 2, y luego de finalizar el tiempo T (6 segundos) queda en funcionamiento la bomba que estaba trabajando inicialmente, de esta manera entrará ayudar la bomba que no esté en funcionamiento y trabajan las dos bombas durante ese tiempo de 6 segundos.

Al haber activado cada una de las bombas una cierta cantidad de veces, se enciende una luz piloto que significa mantenimiento preventivo, si hace caso omiso y se sigue activando las bombas un par de veces más, se enciende otra luz piloto y deja de funcionar todo el módulo inmediatamente.

Para iniciar nuevamente el módulo se presiona un botón de reset para que figure que se ha dado el mantenimiento

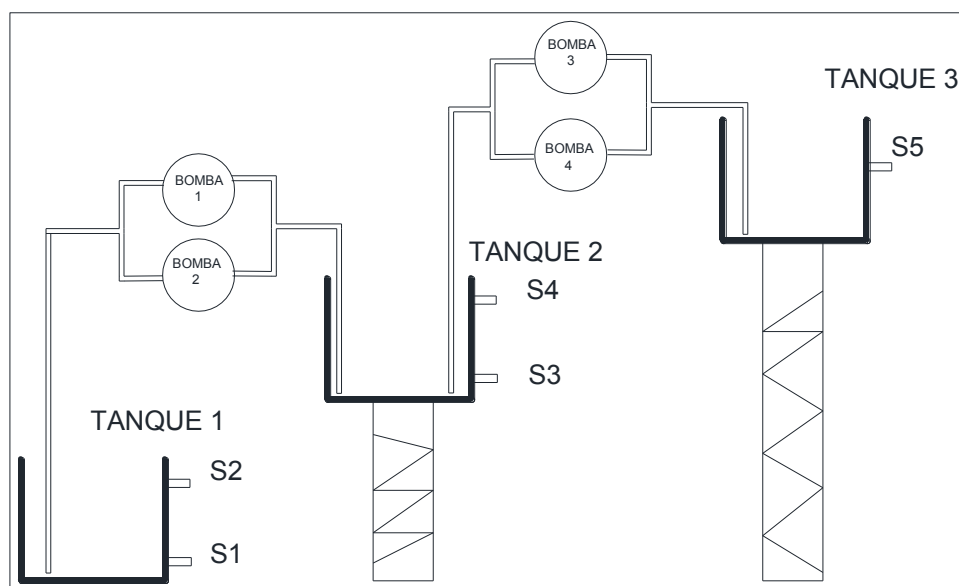


Fig.46. Esquema del módulo con sus componentes

Dispositivo	Detalle
S1	Sensor de nivel bajo tanque 1
S2	Sensor de nivel alto tanque 1
S3	Sensor de nivel bajo tanque 2
S4	Sensor de nivel alto tanque 2
S5	Sensor flotador tanque 3

Tabla 2. Descripción de componentes

### **3.1.2 MODO MANUAL**

Se selecciona modo manual y luego se enciende el módulo. Este modo consta con un pulsador para cada bomba, de manera si pulsamos una vez cada pulsador funcionará cada bomba sin necesidad de mantener presionado el mismo, deteniendo su funcionamiento con los sensores de nivel alto o apagando el módulo.

De la misma manera, si no detecta nivel de agua en el tanque 1 con la ayuda del sensor (S1) no iniciará el funcionamiento de las bombas.

Asimismo si no se detecta nivel de agua en el tanque 3 con la ayuda del sensor (S4) no se inicia con el funcionamiento de la Bomba 3 o Bomba 4

### **3.1.3 MODO A PRUEBA DE FALLO**

Con la finalidad que en caso de un mal funcionamiento no se detenga el funcionamiento del módulo se toma en cuenta algunas consideraciones:

Si falla la bomba 1 entra a funcionar la bomba 2 y así de forma contraria, así mismo si falla la bomba 3, funciona la bomba 4 y así inversamente, además se informa de la avería con la asistencia de una luz piloto en el tablero de control.

## **3.2 DIMENSIONAMIENTO PLC**

Al dimensionar el PLC se tiene que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las condiciones de operación ya establecidas
- El número de entradas y salidas que se requieren
- Dimensionar para posible ampliaciones futuras en el sistema
- Requerimientos del sistema de control

### 3.2.1 NÚMERO DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA DE CONTROL

Para el programa de control ya desarrollado se utilizó un total de 16 entradas digitales y 6 salidas digitales.

<b>Entradas Digitales</b>	
<b>No.</b>	<b>ELEMENTO</b>
4	Sensor de nivel instalación horizontal
1	Sensor Flotador
4	Relé Térmico
1	Selector manual o automático
1	Pulsador de Reset mantenimiento
1	Pulsador encendido y apagado
4	Pulsador para cada bomba en manual

Tabla 3 Entradas digitales

<b>Salidas digitales</b>	
<b>No.</b>	<b>ELEMENTO</b>
1	Contactador de fuerza Bomba 1
1	Contactador de fuerza Bomba 2
1	Contactador de fuerza Bomba 3
1	Contactador de fuerza Bomba 4
2	Luz piloto de Mantenimiento

Tabla 4 Salidas digitales

### 3.2.2 EASY RELÉ SERIE 700 <sup>21</sup>

El relé de control inteligente, serie “easy700 relés de control”, son un sistema universal con características comunes de programación y operación: Para soluciones inteligentes en el campo de la ingeniería mecánica.

#### 3.2.2.1 Aparatos base easy700

- Suministro de tensión y entradas en las versiones disponibles: 24 V y 100 – 240 V AC, 12 V y 24 V DC.
- 12 entradas digitales.
- 4 botones P que pueden funcionar como entradas digitales
- 4 entradas analógicas posibles: 0 - 10 V (resolución 0 – 1023 bit), en las versiones 12 V, 24 V DC y 24 V AC.
- 6 salidas de relé: 8 A (10 A UL) u 8 salidas de transistor: 24 V DC/0.5 A por salida.
- 128 vías lógicas con 3 contactos y 1 bobina en serie.

El equipamiento también incluye:

- 16 textos de mando y señalización.
- 8 relojes temporizadores semanales y anuales.
- 16 relés temporizadores multifunción.
- 4 contadores de tiempo de servicio.
- 16 comparadores analógicos / interruptores de valor umbral.
- 2 contadores rápidos (variantes CC).

---

<sup>21</sup> [http://www.moeller.es/productos\\_soluciones/productos/control-y-visualizacion/easy-rele.html](http://www.moeller.es/productos_soluciones/productos/control-y-visualizacion/easy-rele.html)

- 2 contadores de frecuencia (variantes CC).
- Variantes disponibles con y sin display/teclado.
- Ampliación Easy-Link para tramos de ampliación y módulos de bus.

### 3.2.3 BREVE DESCRIPCION DEL SOFTWARE EASY SOFT

EasySoft consta con un editor gráfico que muestra directamente la representación del diagrama de circuito deseado.

Consta con menús de selección y las funciones de arrastrar y soltar hacen fácil de establecer los vínculos. Simplemente se selecciona los contactos y bobinas, y conectarlos con sólo un simple clic del ratón.

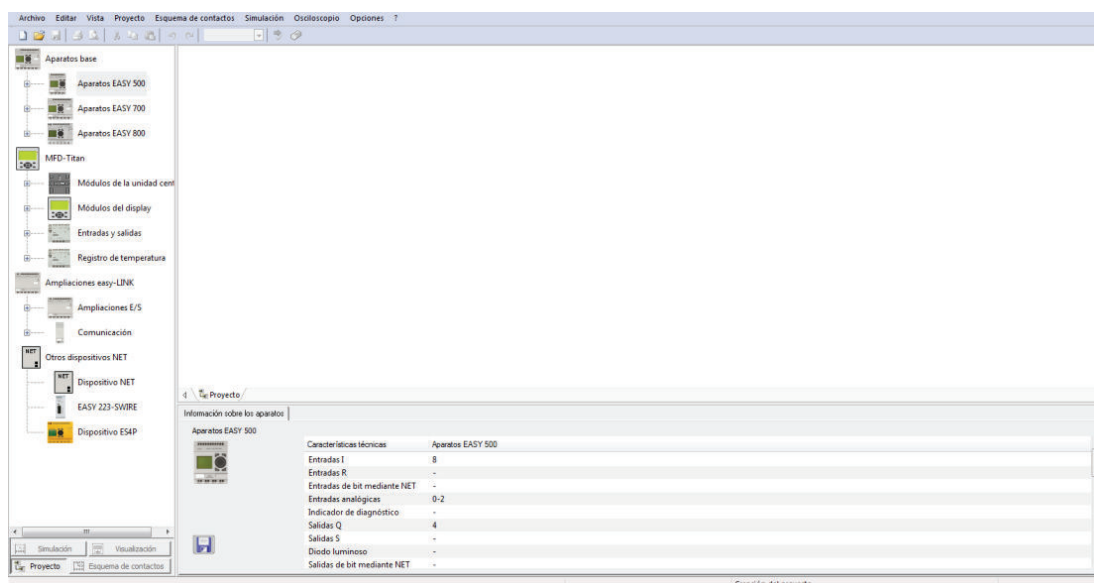


Fig.47. Ventana de trabajo easyssoft

### 3.2.4 SOFTWARE DE SIMULACIÓN

La herramienta de simulación integrada fuera de línea permite comprobar el correcto funcionamiento del diagrama del circuito antes de la puesta y sin un dispositivo conectado. Comentarios y nombres de contactos, bobinas y bloques de funciones permiten crear una estructura clara.



El programa easysoft ofrece una herramienta que permite realizar simulación del programa sin la necesidad de tener un equipo conectado el software ofrece 3 tipos de representación que son la DIN ENC, ANSI/CSA y representación específica del aparato.

El software nos permite comprobar el correcto funcionamiento del programa y corrigiendo fallos en el programa en fase de desarrollo y mejorar la calidad del programa.

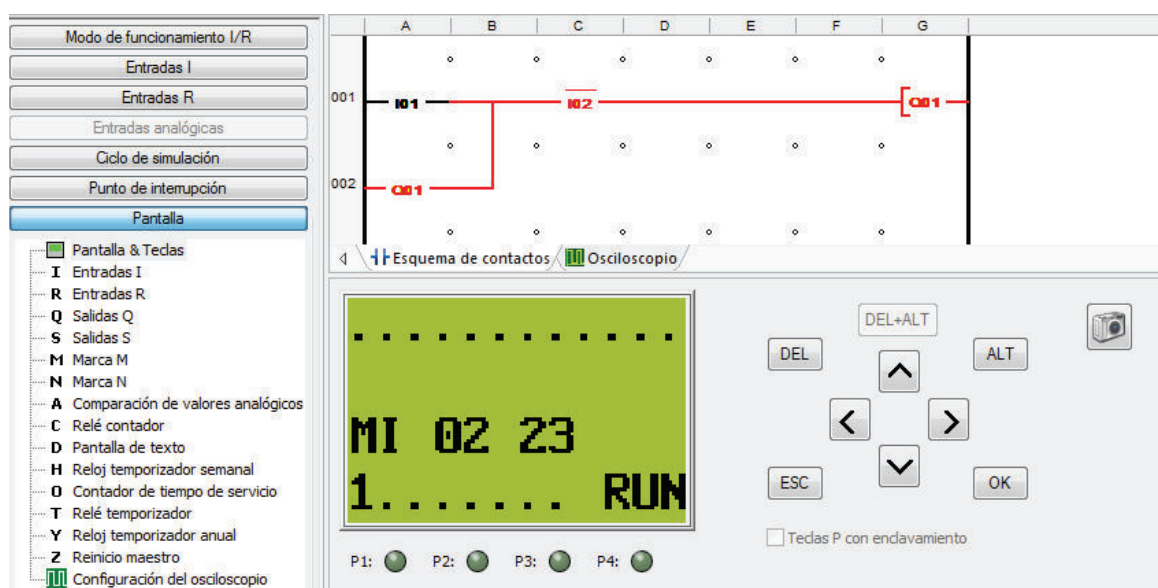


Fig.48. Simulaciones en PLC easy 719-AC-RC

Este modo de simulación tiene algunas características importantes que son:

- Modo de funcionamiento de las entradas del componente
- Simulación de entradas tanto digitales y analógicas
- Representación grafica de la pantalla del componente seleccionado.

### 3.3 DIAGRAMA DE ESTADOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO<sup>22</sup>

La lógica escalera (ladder) a menudo es escrita en forma no estructurada lo que se hace difícil de analizar y corregir. Esto puede ser remediado mediante un simple enfoque estructural llamado diagrama de estados.

Un diagrama de estados es una representación gráfica, un tipo especial de diagrama de flujo, de un proceso de control secuencial que muestra los posibles caminos que el proceso puede tomar y las condiciones booleanas necesarias para pasar de un estado al otro.

- El primer paso en este enfoque a la programación estructurada es preparar una descripción de lo que se necesita hacer.
- El segundo paso es trasladar esta descripción a un diagrama de estados, determinando los estados únicos a través de los cuales el proceso avanza.
- Cualquier cambio que se dé en las condiciones de salida necesita ser mostrado en un nuevo estado.
- El tercer paso es conectar estos estados con líneas y flechas para indicar las direcciones de cambio deseado.
- Finalmente, se agregan las condiciones lógicas.

---

<sup>22</sup> <http://sistemamid.com/download.php?a=4073>.

### 3.3.1 ESQUEMA DE ESTADOS FUNCIONAMIENTO BOMBA 1 Y 2

Designación	Dispositivo	Estado lógico inicial
S1	Sensor de nivel bajo tanque 1	1
S2	Sensor de nivel alto tanque 1	0
S3	Sensor de nivel bajo tanque 2	1
S4	Sensor de nivel alto tanque 2	0
S5	Sensor flotador tanque 3	1
T1	Temporizador habilita todo el sistema	0
T2	Temporizador funcionamiento bombas 1 y 2	0
T3	Temporizador habilita bombas 3 ó 4	0
C1	Contador error de mantenimiento bombas	0
Rc	Relé cambio funcionamiento bomba 1 ó 2	0
Rc2	Relé cambio funcionamiento bomba 3 ó 4	0

Tabla 5. Descripción de componentes del módulo y su estado lógico inicial.

- El diagrama consta con 5 procesos, solo un estado puede estar activado a la vez para evitar conflictos y un mal funcionamiento del sistema.
- Las flechas indican los caminos posibles.
- Las etiquetas en amarillo indican las expresiones booleanas de las transiciones que deben cumplirse para poder pasar de un estado al otro.

### 3.3.2 LAS TRANSICIONES

Con la finalidad de generar una mayor claridad se define las transiciones como otra variable interna que se describe en una tabla.

- Las transiciones depende de su estado inicial para que sean únicas.
- Como ejemplo (Tr\_01\_02 ) se lee como "transición desde el estado 1 al estado 2".

### TRANSICIONES BOMBA 1 Y BOMBA 2

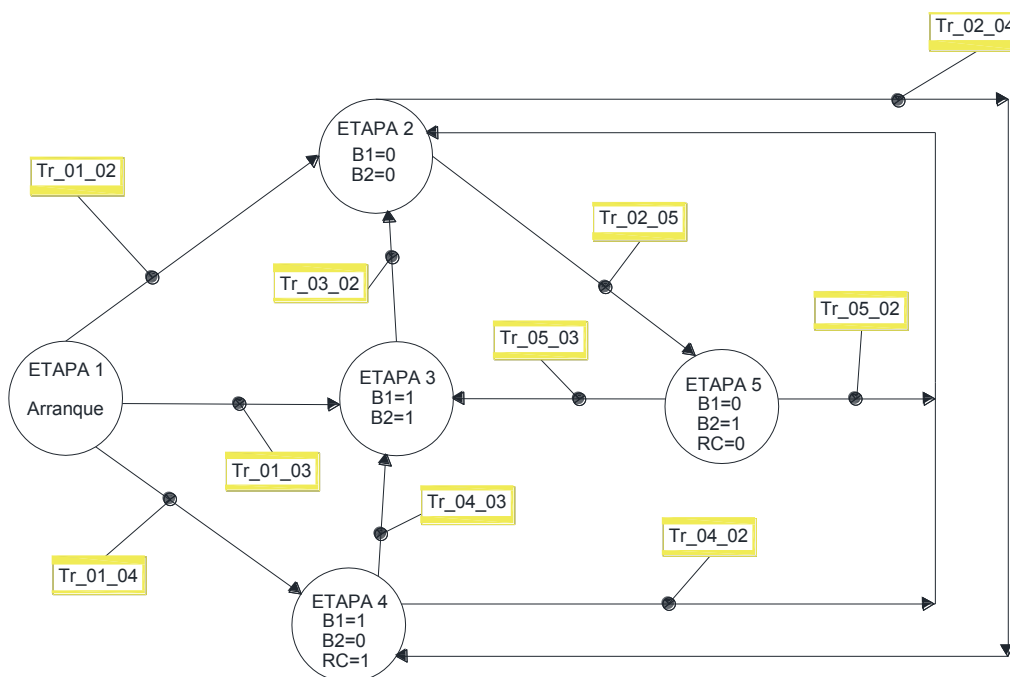


Ilustración 49. Diagrama de estado del funcionamiento de bomba 1 y bomba 2.

Transición	Expresión booleana
Tr_01_02	$S1+S4+C1$
Tr_01_03	$S2x\bar{S}4xT2xT1x\bar{C}1$

Tr_02_04	$\bar{S}1xS4x\bar{R}cxS3x\bar{C}1xT1$
Tr_02_05	$\bar{S}1xS4xRcxS3x\bar{C}1xT1$
Tr_03_02	S4+C1
Tr_04_02	S4+C1
Tr_04_03	S2x $\bar{S}4xT2xT1x\bar{C}1$
Tr_01_04	$\bar{S}1x\bar{S}4xT1x\bar{C}1$
Tr_05_02	S4+C1
Tr_05_03	S2x $\bar{S}4xT2xT1x\bar{C}1$

Tabla 6. Expresiones booleanas funcionamiento bomba 1 y bomba 2

### TRANSICIONES BOMBA 3 Y BOMBA 4

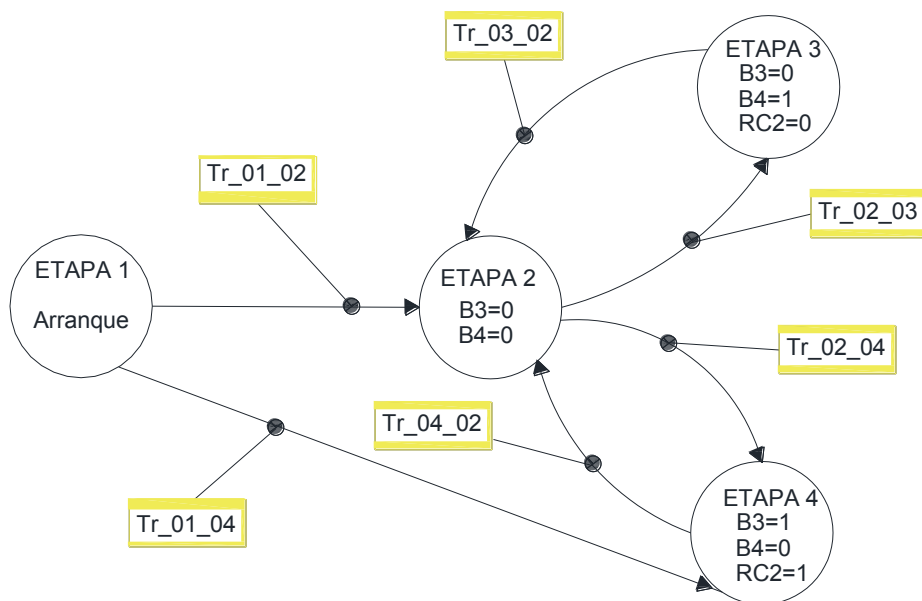


Fig.50. . Diagrama de estado del funcionamiento de bomba 3 y bomba 4.

Transición	Expresión booleana
Tr_01_02	$S1 + \bar{S}5 + C1$
Tr_01_04	$\bar{S}1 \times S5 \times \bar{C}1 \times T1 \times T3$
Tr_02_03	$\bar{S}1 \times S5 \times Rcx \bar{C}1 \times T1 \times T3$
Tr_02_04	$\bar{S}1 \times S5 \times \bar{R}cx \bar{C}1 \times T1 \times T3$
Tr_03_02	$\bar{S}5 + C1$
Tr_04_02	$\bar{S}5 + C1$

Tabla 7 Expresiones booleanas funcionamiento bomba 3 y bomba 4

## CAPÍTULO IV

### 4. PRUEBAS Y RESULTADOS

Se realizan 2 tipos de pruebas al módulo. La primera, se comprueba el funcionamiento correcto de las bombas y de los sensores de nivel y que no existan fugas en el sistema de bombeo.

La segunda prueba que se realiza después de efectuar el montaje y la instalación del tablero de control, consiste en comprobar las condiciones de funcionamiento de la programación del PLC.

#### 4.1 PRUEBAS PREVIAS AL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO

Al finalizar la etapa de armado estructural del módulo del sistema de bombeo y del tablero de control en donde se encuentran los contactores de las bombas, PLC, etc.

Se procede a cebar las bombas previo a la puesta en marcha del sistema de bombeo, para realizar el primer arranque y comprobar que estas no tengan un mal funcionamiento por defecto de fábrica.



Fig.51. Cebado de bombas

#### **4.1.1 PRUEBAS DE SIMULACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL EN SOFTWARE**

Antes de realizar pruebas directamente en el PLC, se simula el programa en el software del easysoft, dando las condiciones de funcionamiento y observando que el programa no tenga ningún comportamiento extraño previniendo futuros daños en el PLC.

#### **4.1.2 PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO DEL PLC**

En esta etapa se energiza el PLC previamente con el programa cargado y se procede a simular el programa, estimulando las entradas del PLC y observando si el comportamiento de las salidas es el requerido.

#### **4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA**

Para realizar el primer arranque y verificar que el sistema de bombeo funcione correctamente se procede con el llenado de agua del tanque 1, se energiza el gabinete de control y se habilita la parte de control y de fuerza del tablero.

Se prueba primero el modo Automático este tiene un tiempo fluctuante dependiendo el consumo del tanque 3, pero en condiciones normales, con las llaves de paso tipo bola completamente abiertas del sistema y sin consumo, un ciclo tiene una duración de 5 minutos aproximadamente.

Al finalizar la acción anterior, se prueba el modo manual pulsado cada pulsador de cada bomba realizando pruebas de funcionamiento de todas las bombas.



### **4.3 RESULTADOS**

Luego de haber realizado todas las pruebas respectivas al módulo del sistema de bombeo, se observa que este tiene un funcionamiento normal no presenta ninguna anomalía o mal funcionamiento.

Logrando que funcione de una manera continua, según las condiciones de funcionamiento que el módulo posee.

Obteniendo que se acerque mucho a simular grandes sistemas que existen en la industria o en los diferentes campos de aplicación que tienen estos tipos de sistemas de bombeo.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- El módulo del sistema de bombeo por tanques elevados implementado, ha cumplido con los objetivos de ver el funcionamiento y los componentes principales de un sistema de bombeo por tanques elevados de esa manera haciendo referencia a sistemas más complejos.
- Todas las pruebas realizadas tanto eléctricas como ya en operación fueron de vital importancia para corregir fallas y lograr que todo el sistema funcione de manera correcta.
- Un adecuado dimensionamiento del equipo de bombeo permitirá que el mismo trabaje adecuadamente y no reduzca su eficiencia.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Si se desea realizar cualquier tipo de reprogramación en el PLC se recomienda revisar el manual de instrucciones ya que este tiene la función de los bloques que se pueden editar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### • LIBROS MANUALES

1. Instrumentación Industrial - Antonio Creus
2. Automatismos Industriales - Carlos Fernández José Moreno

### • DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

- [1] J. D. W. v., junio 2004. <http://sistemamid.com/download.php?a=752>.
- [2] R. V. Q. Machuca, UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, 2014. [http://ateneo.unmsm.edu.pe/ateneo/bitstream/123456789/4537/1/Quevedo\\_Machuca\\_Roger\\_Victor\\_2014.pdf](http://ateneo.unmsm.edu.pe/ateneo/bitstream/123456789/4537/1/Quevedo_Machuca_Roger_Victor_2014.pdf). [Último acceso: 26 01 2016].
- [3] A. U. Asensio, [academica-e.unavarra.es](http://academica-e.unavarra.es),  
<http://academicae.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/7703/578112.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 09 09 2015].
- [4] A. F. S. A. F. U. o. Salas, « ocwus,» August 05 2008. [http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%207.%20Bombas/tutorial\\_04.htm](http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%207.%20Bombas/tutorial_04.htm). [Último acceso: 25 07 2015].
- [5] [ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/sabes-que-es-la-curva-caracteristica-de-una-bomba-centrifuga/](http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/sabes-que-es-la-curva-caracteristica-de-una-bomba-centrifuga/).
- [6] «[www.fluidos.eia.edu.com](http://www.fluidos.eia.edu.com),  
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/instrumentacionbombas/instrumentacionbombas.html>. [Último acceso: 25 08 2015].
- [7] Pérez, Ramiro V. Marbello, BOMBAS HIDRÁULICAS ROTODINÁMICAS, Colombia sede medellin, facultad de minas universidad nacional de Colombia, pag. 87-104.

## **ANEXOS**

### ANEXO A

- Diagrama de conexión del PLC.

### ANEXO B

- Diagrama de conexión de fuerza del módulo del sistema de bombeo.

### ANEXO C

- Manual de Usuario.

### ANEXO D

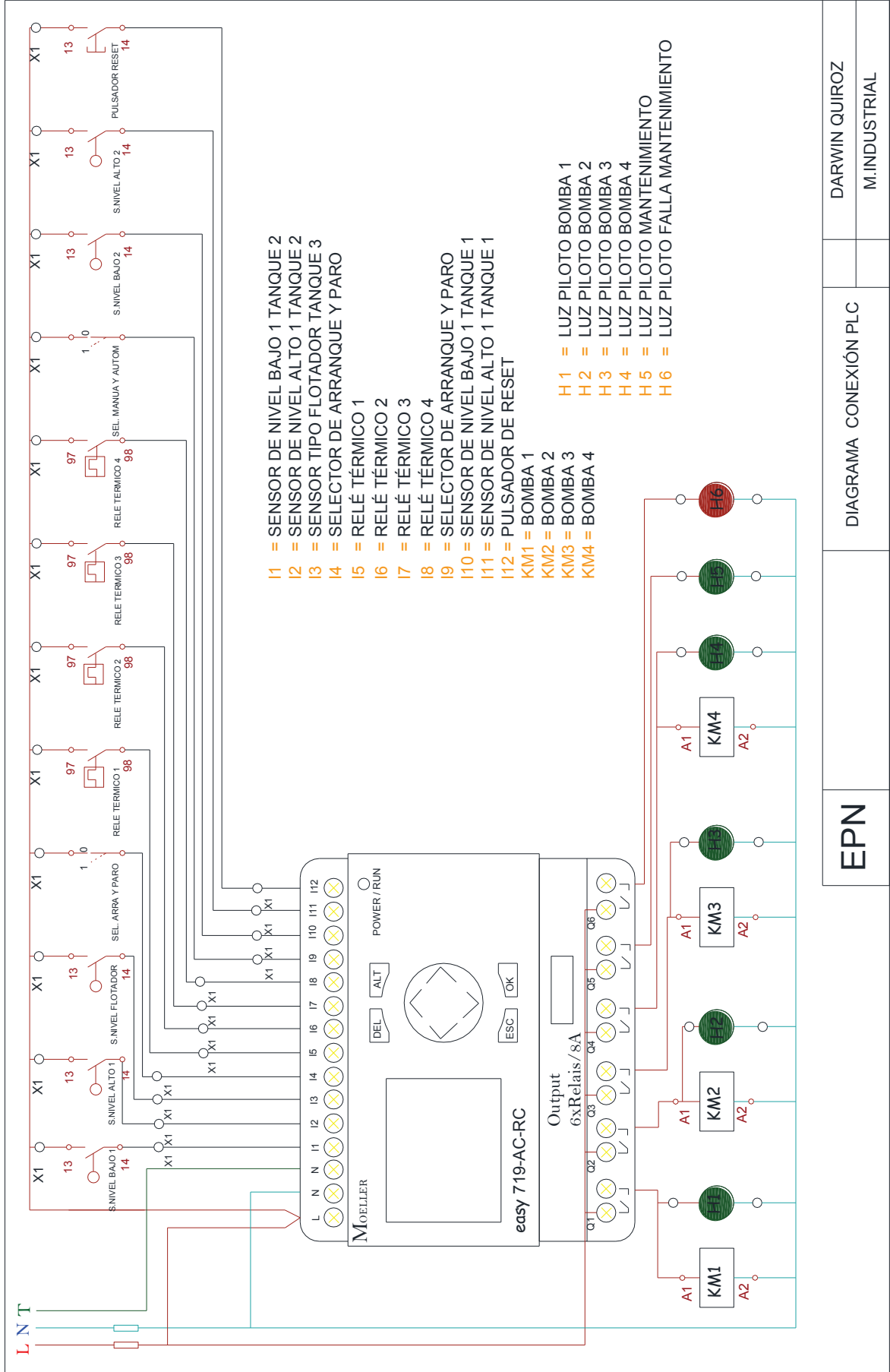
- Tablas para cálculo de protecciones de todo el módulo del sistema de bombeo.

### ANEXO E

- Datos técnicos de los sensores de nivel de líquido.

## **ANEXO A**

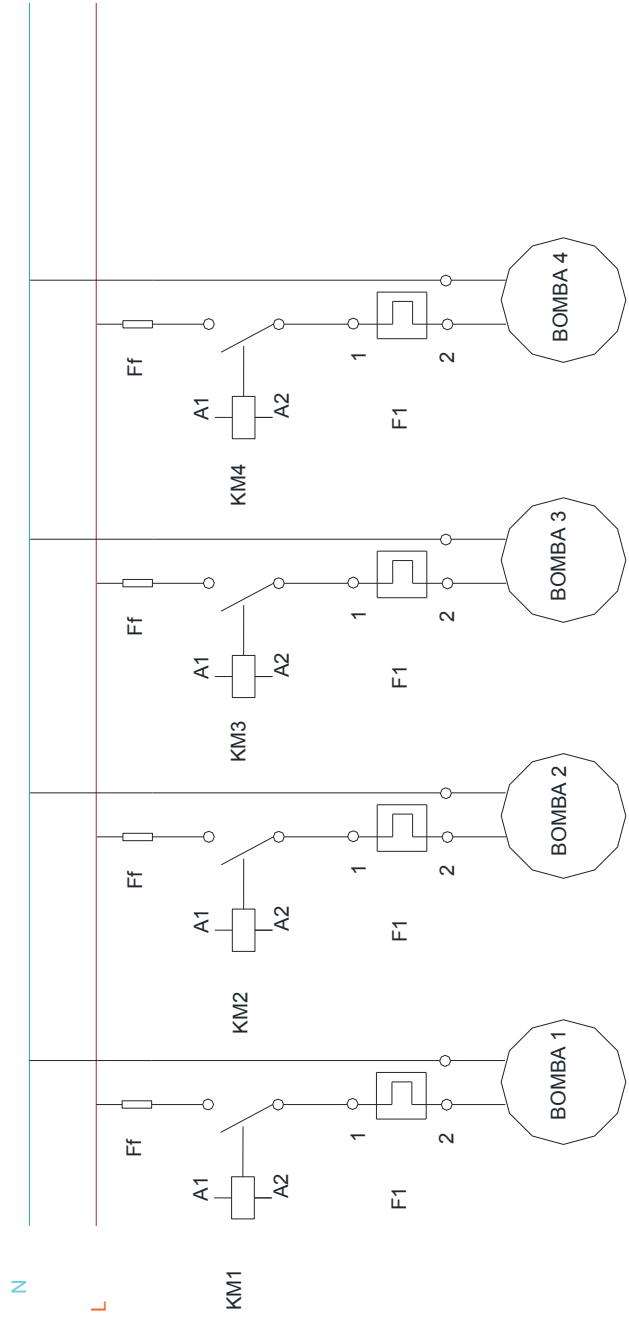
### **Diagrama de conexión del PLC.**



## **ANEXO B**

**Diagrama de conexión de fuerza del módulo del sistema de bombeo.**





<b>EPN</b>	DIAGRAMA CONEXIÓN FUERZA	DARWIN QUIROZ M.INDUSTRIAL
------------	--------------------------	-------------------------------

## **ANEXO C**

### **Manual de Usuario.**

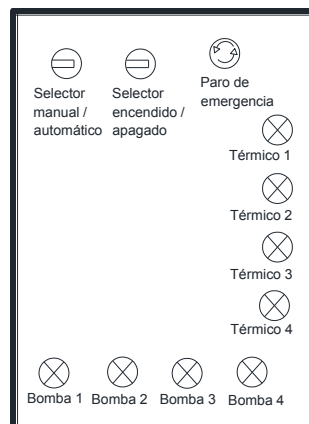
# MANUAL DE USUARIO

El proyecto fue desarrollado para el manejo alternado de 4 bombas, en el proceso de absorción de agua desde un tanque que sirve como abastecimiento para todo el sistema de bombeo por tanques elevados.

El sistema consta de 2 modos de funcionamiento:

- Automático
- Manual

## MODO AUTOMÁTICO



Para iniciar el modo automático se lo hace por medio del selector (manual/automático), se escoge modo automático y se enciende el módulo con ayuda del selector (encendido/apagado), si no se detecta nivel de agua por medio del sensor de nivel bajo (S1) en el Tanque 1, no inicia con el ciclo de funcionamiento todo el sistema.

Al haber activado cada una de las bombas una cierta cantidad de veces, se enciende una luz piloto que significa mantenimiento preventivo, si se hace caso omiso y se sigue activando las bombas unas 2 veces más, se enciende otra luz piloto y deja de funcionar todo el módulo inmediatamente.

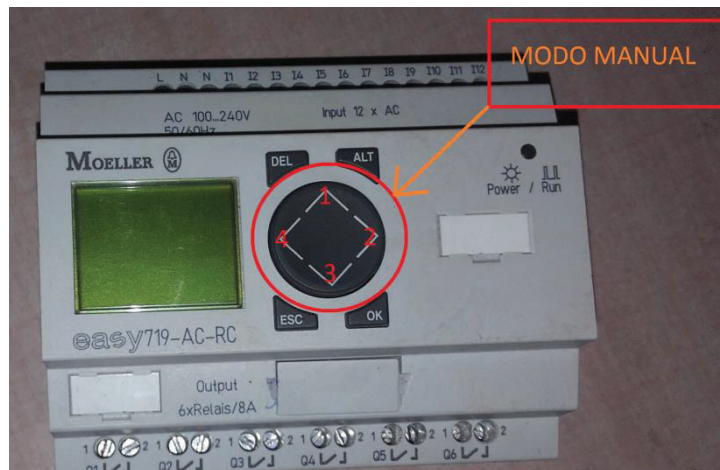
Para iniciar nuevamente el modulo se presiona un botón de Reset para simular que se ha dado el mantenimiento.

## MODO MANUAL

Para iniciar el modo manual se lo hace por medio del selector (manual/automático), se escoge modo manual y se enciende el módulo con ayuda del selector (encendido/apagado), si no se detecta nivel de agua por medio del sensor de nivel bajo (S1) en el Tanque 1, el sistema no inicia con el ciclo de funcionamiento.

Para que funcione cada una de las bombas es necesario presionar los botones de navegación del PLC como se señala en la imagen, la disposición de cada bomba figura en el orden de la imagen,

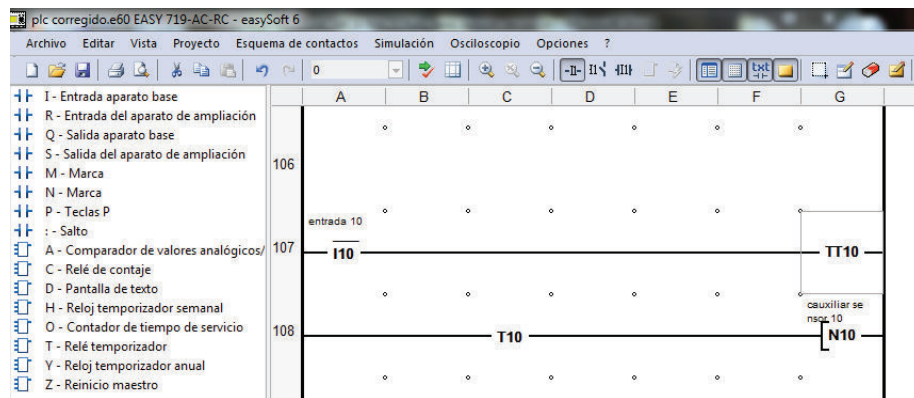
Al activar las bombas la única manera de pararlas es apagando en sistema con el selector (encendido/apagado).



## BLOQUES DE LA PROGRAMACIÓN DEL PLC EDITABLES

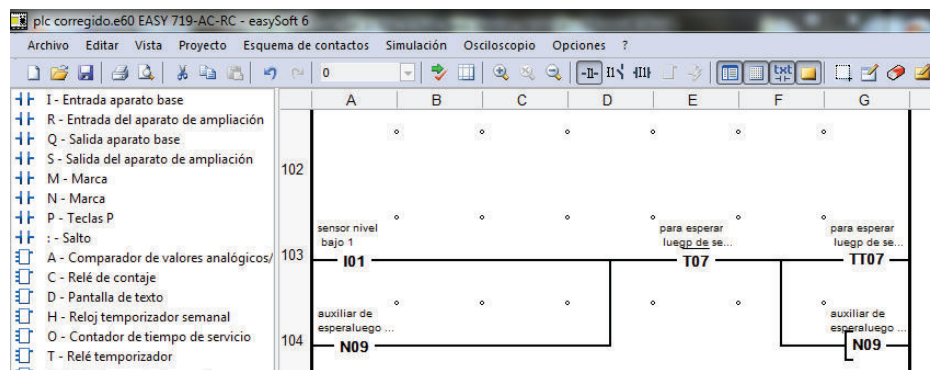
- **Bloque para cambiar tiempo activación del sistema.**

Para cambiar el tiempo de inicio del sistema en el momento que el sensor de nivel bajo del tanque 1 se encuentre desactivado, es necesario cambiar los parámetros el temporizador TT10.



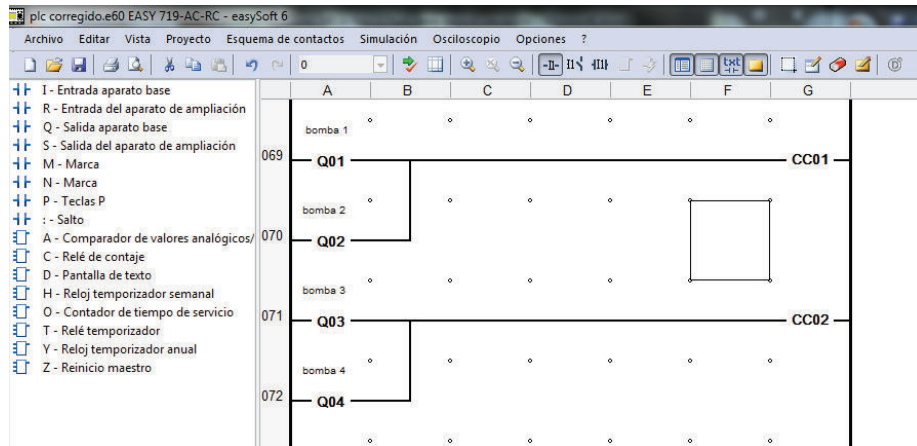
- **Bloque para cambiar tiempo de activación de bomba 3 o bomba 4.**

Para cambiar el tiempo de inicio del funcionamiento de la bomba 3 o bomba 4 en el momento que el sensor de nivel bajo del tanque 2 se encuentre desactivado, es necesario cambiar los parámetros el temporizador TT07.



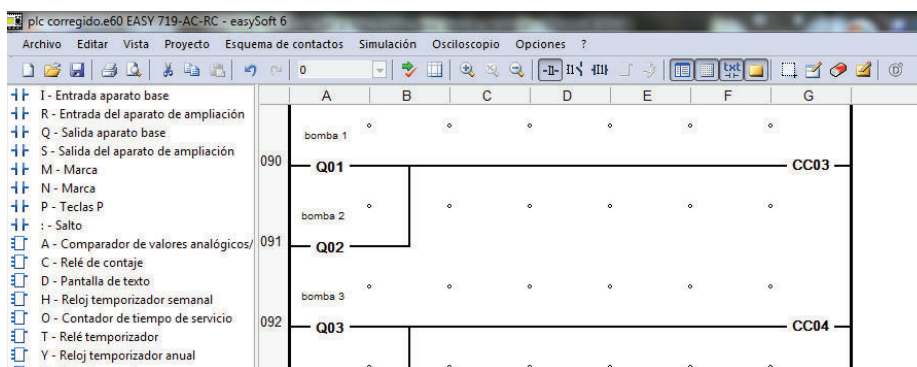
- **Bloque para cambiar número de activación de bombas para que encienda la luz de mantenimiento.**

Para cambiar el número de veces que las bombas encienden para encender la luz piloto de mantenimiento, es necesario cambiar los parámetros de los contadores CC01 y CC02.



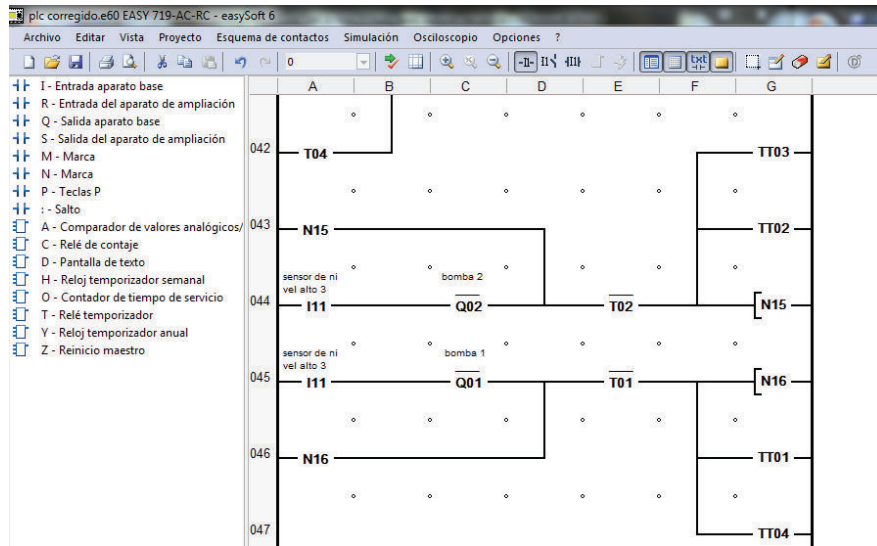
- **Bloque para cambiar número de activación de bombas para que encienda la luz de ERROR MANTENIMIENTO.**

Para cambiar el número de veces de activación de las bombas para encender la luz piloto de error mantenimiento, es necesario cambiar los parámetros de los contadores CC03 y CC04.



- **Bloque para cambiar tiempo de funcionamiento de bomba 1 y bomba 2.**

Para cambiar el tiempo de funcionamiento de bomba 1 y bomba 2 al tocar el sensor de nivel alto S2 del tanque 1, es necesario cambiar los parámetros de los temporizadores TT01 y TT02.



## **ANEXO D**

**Tablas para cálculo de protecciones de todo el módulo del sistema de  
bombeo**



**TABLA CAPACIDADES MÁXIMAS O AJUSTES PARA DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES**

TIPO DE MOTOR	PORCENTAJE DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA			
	FUSIBLE		INTERRUPTORES	
	Sin retardo de tiempo	Con retardo de tiempo	Disparo instantáneo	Tiempo Inverso
Monofásicos de todos los tipos son letra de código	300	175	700	250
Todos los motores de c.a. Monofásicos, polifásicos, tipo jaula De ardilla y motores síncronos con Arranque a pleno voltaje, con Resistor o reactor. Sin letra de código Con letra de código de F a V Con letra de código de B a E Con letra de código A	300	175	700	250
	300	175	700	250
	250	175	700	250
	150	175	700	150
Todos los motores de c.a. Monofásicos, polifásicos, tipo jaula De ardilla y motores síncronos con Arranque a través de auto Transformadores no mayor a 30 A Sin letra de código mayor a 30 A Sin letra de código Con letra de código de F a V Con letra de código de B a E Con letra de código A	250	175	700	200
	250	175	700	200
	250	175	700	200
	250	175	700	200
	150	150	700	150
Jaula de ardilla de alta reactancia no Mayor de 30A. Sin letra de código Mayor de 30 A sin letra de código Rotor devanada sin letra de código	250	175	700	250
	200	175	700	200
	150	150	700	150
Corriente directa(voltaje constante) No mayor de 50 HP sin letra de código Mayor de 50 HP sin letra de Código	150	180	250	150
	150	150	175	150

**TABLA CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE Cu BASADA EN  
UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30°C.**

CALIBRE	TIPO T.W. 60°C.				VINANEL 900 75 °C			
	A.W.G	1 a 3 CONDS. TUBO	4 a 6 CONDS. TUBO	6 a 9 CONDS. TUBO	1 CONDS. AIRE	1 a 3 CONDS. TUBO	4 a 6 CONDS. TUBO	6 a 9 CONDS. TUBO
14	15	12	10	20	15	12	10	20
12	20	16	14	25	20	16	14	25
10	30	24	21	40	30	24	21	40
8	40	32	28	55	45	36	31	65
6	55	44	38	80	65	52	45	95
4	70	56	49	105	85	68	59	125
2	95	76	66	140	115	92	80	170
0	125	100	87	195	150	120	105	230
00	145	116	110	225	175	140	122	265
000	165	132	115	260	200	160	140	310
0000	195	156	132	300	230	184	161	360
250	215	172	150	340	255	204	178	405
300	240	192	168	375	285	228	199	445
350	260	208	182	420	310	248	217	505
400	280	224	196	455	335	268	234	545
500	320	256	224	515	380	304	266	680

**TABLA DE TIPO DE CABLE AWG**

Calibre	Diámetro mm	Amperaje
16	1.29	3.7
18	1.024	2.3
19	0.912	1.8
20	0.812	1.5
21	0.723	1.2
22	0.644	0.92
23	0.573	0.729
24	0.644	0.577
25	0.573	0.457
26	0.511	0.361

## **ANEXO E**

### **Datos técnicos de los sensores de nivel de líquido**

# RSF80 Series

## Compact external fitting by 1/2"NPT



- 1/2"NPT External mount
- Available in Nylon, Polypropylene or PPS
- WRAS approved versions
- Many variants are UL recognised components File No. E171218
- Flying lead or M12 connection

Technical Specification	RSF83	RSF84	RSF88	RSF86
Material	Nylon	Polypropylene WRAS approved	Polypropylene UL approved	Polyphenylene Sulphide (PPS)
Colour	Black	Opaque	White	Grey
Temp. Range °C	-20 / +75	-20 / +100	-20 / +100	-10 / +120 *
°F	-4 / +167	-4 / +212	-4 / +212	+14 / +248 *
Min. Fluid SG	0.85	0.85	0.80	0.85
Must close level (SG=1)	7mm	8mm	8mm	9mm
Must open level (SG=1)	20mm	20mm	20mm	24mm

\* Maximum temperature requires ETFE cable to be specified.

Electrical Specification	25W (Y code)	100W (H code)
Contact Form	N/O (N/C)	N/O (N/C)
Switching Power Max	VA	25
Switching Voltage AC Max	V	240
Switching Voltage DC Max	V	120
Switching Current Max	A	0.6

All ratings are for resistive load only.

The RSF80 series are designed for mounting through the wall of a tank, via 1/2"NPT thread without requiring access to the inside of the tank.

Typical applications include diesel generators, hydraulic oil and gearbox oil levels.

They are manufactured in a range of plastics to suit most commonly used liquids.

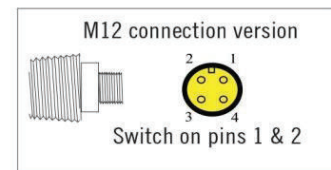
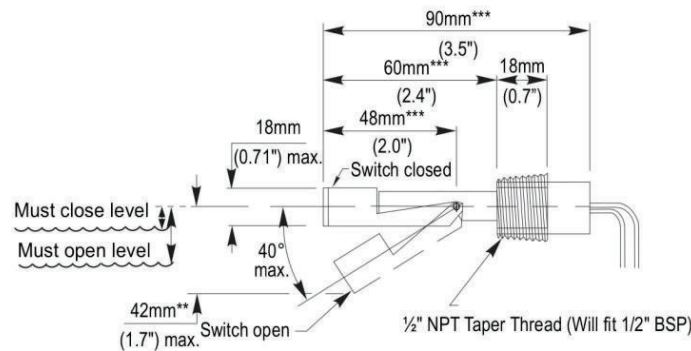
The switch can be fitted to achieve either make on rise (N/O) or make on fall (N/C) action by simply rotating through 180°.

Available with either flying leads or M12 circular connector socket. Cables are available for use with M12 connector versions.

Standard Parts	Material	Max Power	Leadouts	Approvals
RSF83H100R	Nylon	100VA	100cm PVC 16/0.2	WRAS
RSF83Y100R	Nylon	25VA	100cm PVC 16/0.2	WRAS
RSF84H100R	Polypropylene	100VA	100cm PVC 16/0.2	WRAS
RSF84Y100R	Polypropylene	25VA	100cm PVC 16/0.2	WRAS
RSF86H050T	PPS	100VA	50cm ETFE 19/0.2	WRAS & UL
RSF86H100R	PPS	100VA	100cm PVC 16/0.2	WRAS & UL
RSF86Y050T	PPS	25VA	50cm ETFE 19/0.2	WRAS & UL
RSF86Y100R	PPS	25VA	100cm PVC 16/0.2	WRAS & UL
RSF88H100R	Polypropylene UL	100VA	100cm PVC 16/0.2	UL
RSF88Y100R	Polypropylene UL	25VA	100cm PVC 16/0.2	UL
RSF83HP	Nylon	100VA	M12 connection	WRAS
RSF83YP	Nylon	25VA	M12 connection	WRAS
RSF84HP	Polypropylene	100VA	M12 connection	WRAS
RSF84YP	Polypropylene	25VA	M12 connection	WRAS
RSF86HP	PPS	100VA	M12 connection	WRAS & UL
RSF86YP	PPS	25VA	M12 connection	WRAS & UL
RSF88HP	Polypropylene UL	100VA	M12 connection	UL
RSF88YP	Polypropylene UL	25VA	M12 connection	UL

Custom versions can be made for particular applications. Please contact Cynergy3 with your requirements.

### Mechanical Dimensions



Cynergy3 Components Ltd.  
7 Cobham Road  
Ferndown Industrial Estate  
Wimborne, Dorset BH21 7PE  
Telephone +44 (0) 1202 897969  
Email:sales@cynergy3.com

\*\* 49mm RSF86  
\*\*\* Add 10mm to dims, RSF86

ISO9001 CERTIFIED

www.cynergy3.com