

# **ANEXO A**

## **Guías de Laboratorio**

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL

BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS



Universidad  
del Cauca

**PRÁCTICA No 1**

**Reconocimiento del Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas**

**LABORATORIO DE CONTROL DE PROCESOS**

**Popayán 2014**

## TABLA DE CONTENIDO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| 2     | OBJETIVOS.....   | 1  |
| 3     | PREREQUISITOS Y MATERIALES .....   | 1  |
| 4     | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....   | 2  |
| 4.1   | Bombas Centrífugas.....  | 2  |
| 4.2   | Tipos de Conexión de Bombas .....  | 4  |
| 4.2.1 | Conexión en Serie.....   | 4  |
| 4.2.2 | Conexión en Paralelo.....  | 5  |
| 4.2.3 | Configuración Bombas Independientes .....  | 6  |
| 4.2.4 | Panel de control .....   | 7  |
| 5     | DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS. .... | 7  |
| 5.1   | Circuito Hidráulico .....  | 8  |
| 5.2   | Panel de Control de Mando.....   | 11 |
| 5.3   | Nomenclatura .....   | 16 |
| 6     | PROCEDIMIENTO .....  | 18 |
| 6.1   | Funcionamiento en las diferentes configuraciones .....                           | 18 |
| 6.1.1 | Configuración Motobomba1 Independiente .....                                     | 18 |
| 6.1.2 | Configuración Motobomba 2 Independiente .....                                    | 20 |
| 6.1.3 | Configuración Paralelo.....  | 21 |
| 6.1.4 | Configuración Serie.....   | 22 |
| 6.2   | Etiquetas .....  | 23 |
| 7     | Hacer: .....   | 25 |
| 7.1   | Diagrama de lazo .....   | 25 |
| 1     | INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| 2     | OBJETIVOS.....   | 1  |
| 3     | PREREQUISITOS Y MATERIAL NECESARIO .....   | 1  |
| 4     | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....   | 2  |
| 4.1   | Bomba Centrífuga .....   | 2  |
| 4.2   | Formas de conexión de las bombas .....   | 4  |
| 4.2.1 | Conexión en Serie.....   | 4  |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.2 | Conexión en Paralelo.....  | 5  |
| 4.2.3 | Configuración Bombas Independientes .....                                  | 7  |
| 4.3   | Pérdidas de Carga .....  | 7  |
| 4.3.1 | Pérdidas de Carga Primarias .....  | 8  |
| 4.3.2 | Pérdidas de carga secundarias.....   | 8  |
| 5     | PROCEDIMIENTO .....  | 10 |
| 5.1   | Curvas Características del sistema.....                                    | 10 |
| 5.1.1 | Configuración M1 .....   | 10 |
| 5.1.2 | Configuración M2 .....   | 11 |
| 5.1.3 | Configuración Paralelo.....  | 13 |
| 5.1.4 | Configuración Serie.....   | 14 |
| 5.2   | Pérdidas de Carga .....  | 17 |
| 1     | OBJETIVOS.....   | 1  |
| 2     | PRE-REQUISITOS Y MATERIALES .....  | 1  |
| 3     | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....   | 1  |
| 3.1   | Estados OFF y ON .....   | 1  |
| 3.2   | Relé .....   | 2  |
| 3.3   | Elementos de mando .....   | 2  |
| 3.4   | Contactos NA y NC .....  | 3  |
| 3.5   | Señalización .....   | 4  |
| 4     | PROCEDIMIENTO 1.....   | 5  |
| 4.1   | Configuración M1 .....   | 5  |
| 4.2   | Configuración M2 .....   | 6  |
| 4.3   | Configuración Paralelo .....   | 7  |
| 4.4   | Configuración Serie.....   | 8  |
| 5     | ANÁLISIS DE RESULTADOS .....   | 10 |
| 5.1   | <i>Configuración M1</i> .....  | 10 |
| 5.2   | Configuración M2 .....   | 11 |
| 5.3   | Configuración Paralelo .....   | 11 |
| 5.4   | Configuración Serie.....   | 12 |
| 5.5   | Determinar el consumo de corriente en cada una de las configuraciones..... | 12 |
| 6     | PROCEDIMIENTO 2.....   | 13 |
| 6.1   | Sobrecarga Bombas Centrífugas.....   | 13 |

|       |                        |    |
|-------|------------------------|----|
| 6.1.1 | Configuración M1 ..... | 13 |
| 6.1.2 | Configuración M2 ..... | 14 |
| 7     | Hacer: .....           | 15 |

## **1 INTRODUCCIÓN**

El Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas del Laboratorio de Control de Procesos es una plataforma experimental que permite generar 4 sistemas diferentes de funcionamiento para bombas Centrífugas; este cuenta con 2 bombas Centrífugas, 2 tanques plásticos, 3 electroválvulas, 3 manómetros, 3 sensores de nivel y un Panel de control de mando.

Además de las diferentes configuraciones de las bombas, el banco de pruebas permite experimentar con los valores de presión y caudal de las mismas, así como también con la lógica cableada asociada a la instrumentación.

La presente práctica tiene como propósito que el estudiante conozca los elementos que se encuentran en el Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas, así como también el flujo de energía a través del mismo y su funcionamiento general.

## **2 OBJETIVOS**

- Reconocer todos y cada uno de los elementos que hacen parte del Banco de Pruebas.
- Identificar las diferentes configuraciones en las que se puede operar el sistema.
- Conocer y relacionar las conexiones de entrada y salida de los instrumentos del Panel de control de mando.
- Familiarizar al estudiante con el sistema de marcación del cableado.

## **3 PREREQUISITOS Y MATERIALES**

- Herramienta de diseño de P&ID

## 4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 4.1 Bombas Centrífugas

Una bomba es una máquina hidráulica generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada, en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve.

El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todos estos factores relacionados según el principio de Bernoulli.

En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Las bombas centrífugas tienen un uso muy extenso en la industria ya que son adecuadas casi para cualquier servicio.

#### CAUDAL (Q):

- Es el volumen de líquido desplazado por la bomba en una unidad de tiempo.
- Se expresa generalmente en litros por segundo (l/s), metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h), galones por minuto (gpm), etc.
- El caudal puede representarse como una relación entre el volumen y el tiempo.

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

#### ALTURA DINÁMICA DE LA BOMBA (H):

- Es la energía neta transmitida al fluido por unidad de peso a su paso por la bomba centrífuga.
- Se representa como la altura de una columna de líquido a elevar.
- Se expresa normalmente en metros del líquido bombeado.(por ejemplo metros columnas de agua (m.c.a)
- Es la altura vertical que puede alcanzar un fluido desplazado por la bomba.
- La fórmula para hallar la altura dinámica de la bomba es la siguiente

$$H = \Delta h + (P2 - P1) + \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2g}$$

En donde

- H=altura dinámica (m)
- $\Delta h$ = diferencia de altura entre los dos manómetros que miden las presiones P1 y P2. (metros)
- P1 y P2=presiones en dos puntos (psi, bar, etc.)
- $V_1$  y  $V_2$  = velocidad que lleva el fluido dentro de la tubería (m/s)
- G= gravedad de la tierra ( $m/s^2$ )

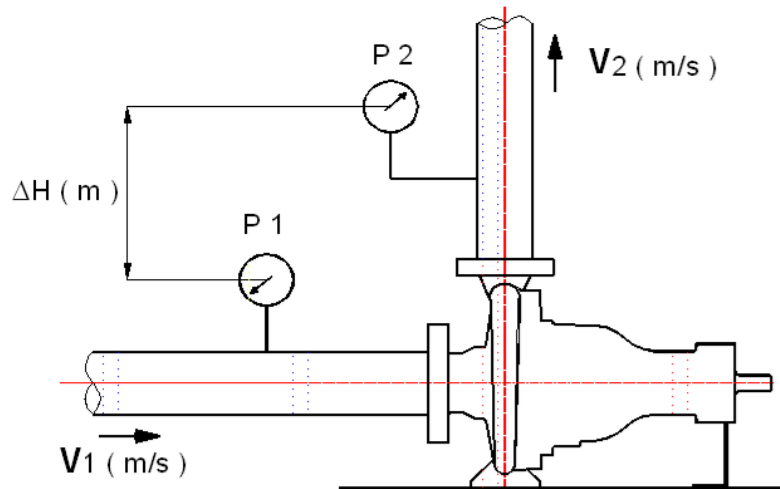


Figura 0.1. Funcionamiento bomba Centrífuga<sup>1</sup>.

### GRAVEDAD ESPECÍFICA (S):

<sup>1</sup> Hidrostaal.Slideshare.[Online].<http://www.slideshare.net/mecanicadefluidos/bombas-centrifugas-7934169>.



- Es la relación entre la masa del líquido bombeado (a la temperatura de bombeo) y la masa de un volumen idéntico de agua a 15.6 °C. (Relación de densidades)
- Se considera  $S=1$  para el bombeo de agua.

## 4.2 Tipos de Conexión de Bombas

Dos o más bombas pueden conectarse en serie o paralelo con el fin de aumentar su altura dinámica o el caudal. A continuación se detalla el funcionamiento de los dos tipos de conexión.

### 4.2.1 Conexión en Serie

Al conectar dos o más bombas en serie se logra un aumento proporcional de la presión total o final del sistema y de la altura dinámica total del mismo.

Si se tiene un sistema con dos bombas 1 y 2 en serie, la succión de la bomba 2 se alimenta con la descarga de la bomba 1

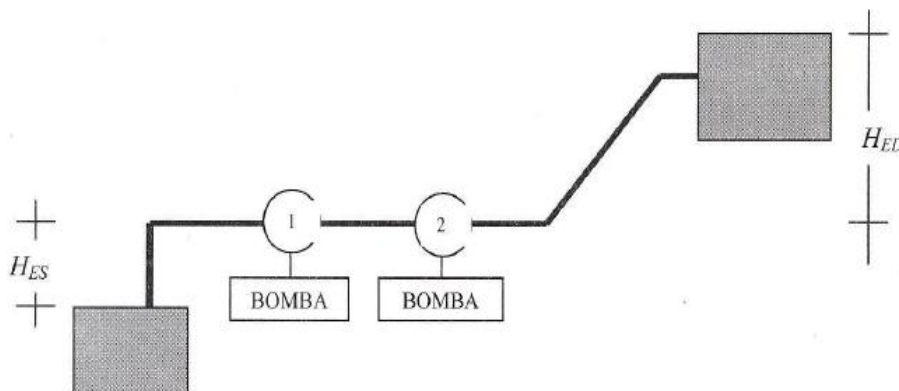


Figura 0.2. Conexión en serie<sup>2</sup>.

Cuando los impulsores de las bombas 1 y 2 se encuentran dentro de la misma carcasa, se tiene entonces una bomba de dos etapas, donde la etapa 2 se alimenta de la descarga de la 1. Así, se tiene un sistema que puede trabajar con una mayor presión. El sistema de

<sup>2 2</sup> Universidad del Cauca, "BOMBAS Y SISTEMAS DE BOMBEO," Popayan, Cauca.

bombas en serie se utiliza generalmente en pozos profundos, en los cuales la bomba es de varias etapas (usualmente entre 6 y 10).

Es de anotar que el caudal permanece constante mientras que la presión de descarga aumenta y por lo tanto, también la altura dinámica total.

- $Q_{total} = Q_1 = Q_2$
- $H_{total} = H_1 + H_2$

La curva característica del sistema en serie se puede apreciar en la siguiente figura:

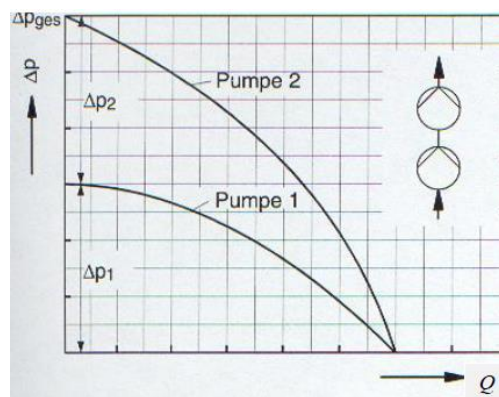


Figura 0.3. Curva característica del sistema en configuración serie<sup>3</sup>.

#### 4.2.2 Conexión en Paralelo

Para el abastecimiento o remoción de grandes flujos volumétricos de agua, el tipo más común de estación de bombeo consiste en un sistema de bombas operando en paralelo. El sistema en paralelo mantiene constante la presión de bombeo pero aumenta el caudal. En este caso cada bomba tiene la tubería de succión insertada en la fuente de agua y se conectan todas las salidas a una común.

La relación de caudal y altura dinámica es:

- $Q_{total} = Q_1 + Q_2$
- $H_{total} = H_1 = H_2$

<sup>3</sup> Universidad del Cauca, "BOMBAS Y SISTEMAS DE BOMBEO," Popayan, Cauca.

En la siguiente figura podemos ver el sistema en paralelo.

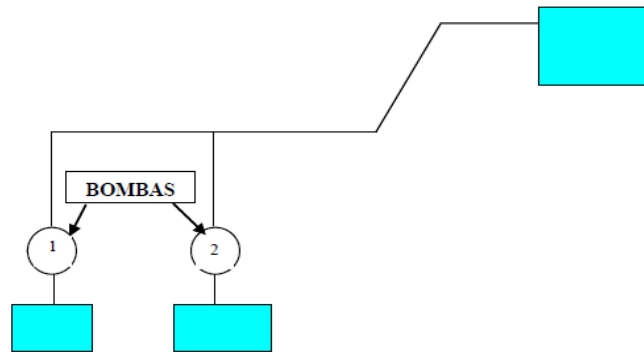


Figura 0.4. Conexión en paralelo<sup>4</sup>.

Por último el gráfico de la relación Caudal vs Altura dinámica (representada en la figura como  $\Delta P$ ).

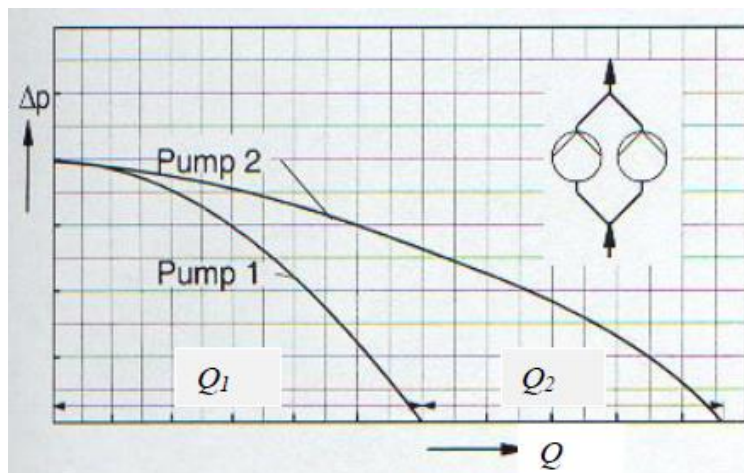


Figura 0.5. Relación Caudal vs Altura dinámica<sup>5</sup>.

### 4.2.3 Configuración Bombas Independientes

A diferencia de las configuraciones en serie y paralelo que accionan dos o más bombas al mismo tiempo, la configuración de bombas independiente acciona solo una bomba a la vez con lo cual el fluido tiene menor presión y menor caudal en comparación con las otras configuraciones.

<sup>4</sup> Universidad del Cauca, "BOMBAS Y SISTEMAS DE BOMBEO," Popayan, Cauca.

<sup>5</sup> Universidad del Cauca, "BOMBAS Y SISTEMAS DE BOMBEO," Popayan, Cauca

El gráfico que relaciona la altura dinámica y el caudal se muestra a continuación:

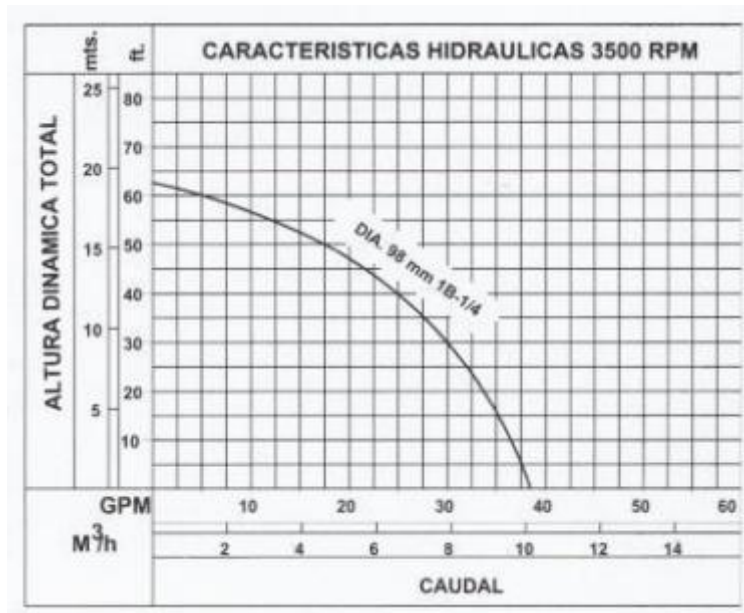


Figura 0.6. Altura dinámica vs Caudal<sup>6</sup>.

#### 4.2.4 Panel de control

Estructura que tiene un grupo de instrumentos montados en ella, los cuales están configurados en un diseño único para realizar tareas secuenciales.

## 5 DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS.

El Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas consta de 2 módulos llamados Circuito Hidráulico y Panel de Control de Mando.

<sup>6</sup> Ignacio Gomez IHM S.A.S. (2014) <http://www.igihm.com/index.php>. [Online]. <http://www.igihm.com/index.php>.







## 5.1 Circuito Hidráulico


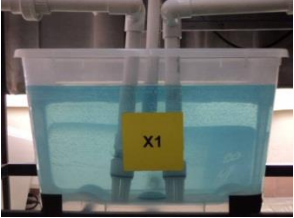




**Figura 0.7 Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas.**

El Circuito Hidráulico es el montaje físico y funcional a través del cual se desplaza el fluido, consta de 2 motobombas, 3 electroválvulas, 3 manómetros, 10 válvulas manuales, 2 tanques de almacenamiento, 11 codos, 4 metros de tubería de pvc de 1 pulgada, 2 cheques de pvc o granadas, 3 sensores discretos de nivel, 7 Tés de pvc y 4 metros de tubería de pvc de ½ pulgada. Está instrumentación está etiquetada bajo la norma ISA S5.1.

Las motobombas mueven el agua del Tanque 1 hacia el Tanque 2 a través de las tuberías según la configuración bajo la cual se desee trabajar (paralelo, serie o independiente).

| Elemento           | Descripción  | Tag  | Datos Técnicos   | Imagen  |
|--------------------|--|--|--|---|
| Tubería            | Ductos a través de los cuales pasa el agua en el Banco de Pruebas  |  | -1 pulgada para succión y desagüe<br>-1/2 pulgada para expulsión<br>-PVC   |    |
| Válvula de Purga   | Válvula que permite cebar o purgar la motobomba 2  | OVH1   | -1/2 pulgada<br>-PVC<br>-0 a 100%  |    |
| Válvulas Manuales  | Válvulas que al accionarlas manualmente permiten las diferentes configuraciones.                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FVH1</li> <li>• FVH2</li> <li>• FVH3</li> <li>• FVH4</li> <li>• FVH5</li> <li>• FVH6</li> <li>• FVH7</li> <li>• FVH8</li> </ul> | -1/2 pulgada<br>-PVC y Metálica<br>-0 a 100%                               |    |
| Válvula de Desagüe | Válvula que permite el desagüe del Tanque 2  | FVH9   | -1 pulgada<br>-PVC<br>-0 a 100%  |  |
| Manómetros         | Instrumentos que miden la presión a través de la tubería   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PI1</li> <li>• PI2</li> <li>• PI3</li> </ul>  | -0 a 100 psi<br>-0 a 60 °C<br>-Acrílico<br>-<br>Conexión 1/4<br>-FTB       |  |
| Electroválvula     | Dispositivos que accionados desde el control de mando posibilitan las diferentes configuraciones del sistema | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FY1</li> <li>• FY2</li> <li>• FY3</li> </ul>  | -<br>Conexión 1/2<br>-110 Voltios<br>-0 a 99 PSI<br>-5 a 80°C<br>-0 a 100% |  |

|                          |  |   |   |   |
|--------------------------|--|---|---|---|
|                          | permitiendo o inhibiendo el paso del fluido.   |   | -2W-160-15<br>-EBCHQ  |   |
| Motobombas               | Bombas hidráulicas que transportan el fluido desde el Tanque 1 hasta el Tanque 2 por medio de la tubería                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• JN1</li> <li>• JN2</li> </ul>                | -0.25 HP<br>-60Hz<br>-115 Voltios<br>-7.8 Amperios<br>-3450 R.P.M<br>-IHM |    |
| Tanque de abastecimiento | Tanque donde se almacena el fluido y desde el cual se distribuye hacia el Tanque 2 o tanque de recepción                                   | X1  | -Plástico<br>-40 litros   |    |
| Tanque de recepción      | Tanque hacia el cual se lleva el fluido transportado por la motobomba  | X2  | -Plástico<br>-24 litros   |   |
| Sensores Mecánicos       | Dispositivos que registran el nivel del fluido en el Tanque 2 o de recepción, se ubican dentro del mismo y miden nivel alto, medio y bajo. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• LEL</li> <li>• LEM</li> <li>• LEH</li> </ul> | -12 Voltios DC<br>- Discretos , on/off o switch<br>-0.5 Amperios          |  |



## 5.2 Panel de Control de Mando



**Figura 0.8 Panel de Control de Mando.**

En el Panel de Control de Mando se ubican todos los instrumentos que permiten conmutar las señales para poner en marcha el Banco de Pruebas.




En él, además del cableado podemos encontrar 2 contactores de potencia, 6 relés electromecánicos, 2 relés térmicos, 1 breaker, 3 borneras y 8 canaletas. Esta instrumentación está etiquetada bajo la norma IEC 1082-1.




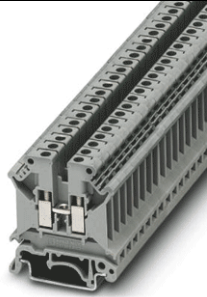


También es parte del Panel de Control de Mando la Caja Botonera que permite accionar la lógica secuencial cableada a través de los relés y contactores. En ella podemos encontrar 11 luces piloto, 6 pulsadores, una llave selectora, 3 borneras y un circuito conversor de voltaje de 110VAC a 12VDC.






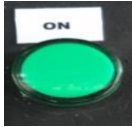














Figura 0.9 Caja Botonera.



| Elemento                | Descripción  | Tag   | Datos Técnicos   | Imagen  |
|-------------------------|--|-------|--|---|
| Breaker                 | Aparato capaz de interrumpir la corriente hacia el sistema de control de mando protegiéndolo contra posibles sobrecargas                 | F3    | -120 Voltios<br>-3 Amperios                                      |   |
| Contactador de potencia | Básicamente es un interruptor, es el elemento que permite o no el paso de corriente hacia cada motobomba haciendo que está se active.    | KM    | -12 Amperios<br>-220 Voltios<br>-AC3 TRIPOLAR<br>-NC1-1210 CHINT |  |
| Relé Térmico            | Es un elemento de protección, cuando la motobomba pide más corriente de la debida, este relé corta automáticamente el paso de corriente. | F1,F2 | -5.5 a 8 Amperios<br>-NR2-25 CHINT                               |  |

|                      |   |            |  |   |
|----------------------|---|------------|--|---|
| Relé Electromecánico | Instrumento que permite conmutar las señales de entrada y salida para accionar los circuitos de control de mando.                 | KA         | -14 pines<br>-5 amperios<br>-110 voltios |    |
| Base Relé            | Base en la cual van montados los relés electromecánicos   |            | -14 pines                                |    |
| Bornera blanca       | Instrumento que permite la conexión entre los diferentes puntos eléctricos.   | JB "X" (x) | Bornera plástica transparente            |    |
| Bornera gris         | Instrumento que permite la conexión entre los diferentes puntos eléctricos.   | JB "X" (x) | Bornera plástica gris                    |   |
| Cable                | Cable que conduce la electricidad a través de todos los elementos eléctricos del Banco de Pruebas                                 |            | Cable vehicular de calibre 18            |  |
| Canaleta             | Ductos que ayudan a proteger el cableado contra interferencias electromagnéticas, además ayudan a organizar el sistema de cables. |            | Canaleta Industrial                      |  |

## Caja Botonera

| Elemento           | Descripción  | Tag | Datos Técnicos         | Imagen  |
|--------------------|--|-----|------------------------|---|
| Piloto Nivel Bajo  | Señal luminosa que indica que el agua del Tanque 2 está en un nivel bajo             |     | -110 Voltios<br>-10 mA |    |
| Piloto Nivel Medio | Señal luminosa que indica que el agua del Tanque 2 está en un nivel medio            |     | -110 Voltios<br>-10 mA |    |
| Piloto Nivel Alto  | Señal luminosa que indica que el agua del Tanque 2 está en un nivel alto             |     | -110 Voltios<br>-10 mA |    |
| Piloto ON          | Señal luminosa que indica que la planta está lista para trabajar                     |     | -110 Voltios<br>-10 mA |   |
| Piloto OFF         | Señal luminosa que indica que la planta está energizada                              |     | -110 Voltios<br>-10 mA |  |
| Piloto Parallel    | Señal luminosa que indica que la planta está trabajando en configuración de Paralelo |     | -110 Voltios<br>-10 mA |  |
| Piloto Series      | Señal luminosa que indica que la planta está trabajando en configuración de Serie    |     | -110 Voltios<br>-10 mA |  |
| Piloto M1          | Señal luminosa que indica que la planta está trabajando con la Motobomba 1           |     | -110 Voltios<br>-10 mA |  |

|                  |   |  |   |   |
|------------------|---|--|---|---|
| Piloto M2        | Señal luminosa que indica que la planta está trabajando con la Motobomba 2          |  | -110 Voltios<br>-10 mA  |    |
| Piloto Overload1 | Señal luminosa que indica que la Motobomba 1 ha sufrido una sobrecarga de corriente |  | -110 Voltios<br>-10 mA  |    |
| Piloto Overload2 | Señal luminosa que indica que la Motobomba 2 ha sufrido una sobrecarga de corriente |  | -110 Voltios<br>-10 mA  |    |
| Llave Selectora  | Llave que permite energizar la planta, tiene dos estados, ON y OFF.                 |  | -22 mm<br>-3 posiciones<br>-EBCHQ<br>-110 Voltios                     |    |
| Botón Start      | Prepara la planta para que pueda funcionar.   |  | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Abierto<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |   |
| Botón Stop       | Pulsador que permite parar el funcionamiento de la planta                           |  | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Cerrado<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |  |
| Botón Parallel   | Pulsador que permite que la planta trabaje en configuración de paralelo             |  | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Abierto<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |  |
| Botón Series     | Pulsador que permite que la planta trabaje en configuración de Serie                |  | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Abierto<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |  |

|          |   |  |   |   |
|----------|---|--|---|---|
| Botón M1 | Pulsador que permite que la planta trabaje solamente con la Motobomba 1 |  | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Abierto<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |  |
| Botón M2 | Pulsador que permite que la planta trabaje solamente con la Motobomba 2 |  | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Abierto<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |  |

### 5.3 Nomenclatura

La instrumentación del Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas está etiquetada según la norma ISA S5.1 para el circuito hidráulico y la norma IEC 1082-1 para el Panel de control de mando.

A continuación se especifica la nomenclatura usada

#### NORMA ISA S5.1

La norma ISA S5.1 clasifica los instrumentos según la variable que miden y la función que cumplen, todas las letras utilizadas son mayúsculas, nunca serán más de 4 y tienen una traducción en inglés.

Primera letra: variable física bajo medición.

Segunda letra: función secundaria del instrumento.

Tercera letra: función principal.

Número: cuando existen dos o más instrumentos que realizan la misma función, se agrega un número al final para diferenciarlos.

- **Válvula manual = FVH1 (Válvula 1 de accionamiento manual por donde pasa caudal)**
  - F-----Flujo o caudal
  - V----- Válvula

- H-----Accionamiento manual
  
- **Válvula de purga=OVH1 (Válvula 1 de accionamiento manual para purgar las bombas)**
  - O-----Purga (Asignación libre de la letra O)
  - V-----Válvula
  - H-----Accionamiento manual I
  
- **Tanque de almacenamiento= X1**
  - X-----Tanque de almacenamiento (Asignación libre de la letra X)
  
- **Electroválvula= FY1 (Válvula 1 de accionamiento eléctrico por donde pasa caudal)**
  - F----Flujo o caudal
  - Y----- Válvula de accionamiento eléctrico (Asignación libre de la letra Y)
  
- **Motobomba=JN1 (Motobomba 1 que trabaja con potencia)**
  - J-----Potencia
  - N-----Motobomba (Asignación libre de la letra N)
  
- **Sensor de nivel bajo=LEL**
  - L---- Nivel
  - E----sensor
  - L----Bajo
  
- **Sensor de nivel Medio=LEM**
  - L----Nivel
  - E----Sensor
  - M----Medio
  
- **Sensor de nivel alto=LEH**
  - L----Nivel

- E----Sensor
- H----Alto
  
- **Manómetro=PI1 (Indicador de Presión 1)**
- P----Presión
- I----Indicador

### NORMA IEC 1082-1

La norma IEC1082-1 define y fomenta los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificarlos aparatos, diseñar los esquemas y realizar los equipos eléctricos.

- **KM**=Contactor de potencia.
- **F**=Elemento de protección.
- **KA**=Relé electromecánico.
- **JB+letra+número**=Bornera.
- **H**=Dispositivos luminosos de señalización.
- **M**=Motores.
- **S**=Pulsadores, interruptores.
- **Y**=Aparatos mecánicos accionados eléctricamente, electroválvulas, electroimanes, frenos, embragues, etc.

## **6 PROCEDIMIENTO**

### **6.1 Funcionamiento en las diferentes configuraciones**

#### **6.1.1 Configuración Motobomba1 Independiente**

1. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**
2. Conectar el banco de pruebas a 110 voltios.
3. Abrir totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desague del TANQUE X2.
4. Configuración Manual.

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo de la motobomba 1, esto es:

- Abrir totalmente: FVH1, FVH2, FVH3 y FVH4.
  - Cerrar totalmente: FVH7, FVH8, FVH5 y FVH6.
5. Encender la planta desde la botonera:
    - Mover hacia arriba el breaker F3 hacia arriba energizando la planta para su funcionamiento.
    - Mover la llave selectora hacia la opción "ON" con lo cual se encenderá la luz piloto roja etiquetada como "OFF" que indica que la planta ya está energizada.
    - Pulsar el botón "START" con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como "ON" que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
    - Una vez se encienda la luz piloto "ON" pulsar el botón M1 con lo cual la planta empezara a funcionar, observe que el piloto M1 de color amarillo se encenderá indicando que la motobomba 1 (JN1) está encendida.
  6. Registrar en la siguiente tabla, el cambio de presiones en los diferentes manómetros.

| Manómetros | Presión (PSI) |
|------------|---------------|
| PI1        |               |
| PI2        |               |
| PI3        |               |

7. Observar si los sensores de nivel se activan.



8. Levantar el diagrama PFD en el cual se muestre el recorrido del flujo a través de la tubería en esta configuración.
9. Pulsar el botón "STOP" y observar que solamente la luz piloto roja etiquetada como "OFF" permanece encendida, lo cual indica que la planta está parada.

### 6.1.2 Configuración Motobomba 2 Independiente

**1. ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTÉ CERRADA TOTALMENTE.**

2. Conectar el banco de pruebas a 110 voltios.
3. Abrir totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desagüe del TANQUE X2.
4. Configuración manual.

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo de la motobomba 2, esto es:

- Abrir totalmente: FVH5, FVH6 y FVH4.
- Cerrar totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH7 y FVH8.

**5. Funcionamiento de la configuración:**

- Pulsar el botón "START" con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como "ON" que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
- Una vez se encienda la luz piloto "ON" pulsar el botón M2 con lo cual la planta empezara a funcionar, observe que el piloto M2 de color amarillo se encenderá indicando que la motobomba 2 (JN2) está encendida.

**6. Registrar en la siguiente tabla, el cambio de presiones en los diferentes manómetros.**

| Manómetros | Presión (PSI) |
|------------|---------------|
| PI1        |               |
| PI2        |               |
| PI3        |               |

7. Observar si los sensores de nivel se activan.
8. Levantar el diagrama PFD en el cual se muestre el recorrido del flujo a través de la tubería en esta configuración.
9. Pulsar el botón “STOP” y observar que solamente la luz piloto roja etiquetada como “OFF” permanece encendida, lo cual indica que la planta está parada.

### 6.1.3 Configuración Paralelo

**1. ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE**

2. Conectar el banco de pruebas a 110 voltios.
3. Abrir totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desague del TANQUE X2.
4. Configuración Manual.

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo en paralelo, esto es:

- Abrir totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH4, FVH5 y FVH6.
- Cerrar totalmente: FVH7 y FVH8.

**5. Funcionamiento de la configuración:**

- Una vez se encienda la luz piloto “ON” pulsar el botón “PARALLEL” con lo cual la planta empezará a funcionar, observe que los pilotos M1, M2 Y PARALLEL de color amarillo se encenderán indicando que las 2 motobombas están activas y que la configuración actual es paralelo.

**6. Registrar en la siguiente tabla, el cambio de presiones en los diferentes manómetros.**

| Manómetros | Presión (PSI) |
|------------|---------------|
| PI1        |               |
| PI2        |               |
| PI3        |               |

7. Observar si los sensores de nivel se activan.

8. Levantar el diagrama PFD en el cual se muestre el recorrido del flujo a través de la tubería en está configuración.
9. Pulsar el botón “STOP” y observar que solamente la luz piloto roja etiquetada como “OFF” permanece encendida, lo cual indica que la planta está parada.

#### 6.1.4 Configuración Serie

**1. ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE**

2. Conectar el banco de pruebas a 110 voltios.
3. Arir totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desague del TANQUE X2.
4. Configuración manual.

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo de la motobomba 2, esto es:

- Abrir totalmente: FVH2, FVH3, FVH4, FVH7 y FVH8
- Cerrar totalmente: FVH1, FVH5 y FVH6.

5. Funcionamiento de la configuración:
  - Una vez se encienda la luz piloto “ON” pulsar el botón “SERIES” con lo cual la planta empezará a funcionar, observe que los pilotos M1, M2 Y SERIES de color amarillo se encenderán indicando que las 2 motobombas estan activas y que la configuración actual es serie.
6. Registrar en la siguiente tabla, el cambio de presiones en los diferentes manómetros.

| Manómetros | Presión (PSI) |
|------------|---------------|
| P11        |               |
| P12        |               |
| P13        |               |

7. Observar si los sensores de nivel se activan.
8. Levantar el diagrama PFD en el cual se muestre el recorrido del flujo a través de la tubería en está configuración.

- Pulsar el botón “STOP” y observar que solamente la luz piloto roja etiquetada como “OFF” permanece encendida, lo cual indica que la planta está parada.

## RESOLVER

- Realizar el diagrama P&ID del Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas.
- Trazar en el diagrama P&ID la trayectoria del flujo de energía a través de la tubería en cada una de las configuraciones.
- Elaborar una tabla con los valores de las presiones registradas por los manómetros en cada configuración.
- ¿Qué pasa con las presiones en las diferentes configuraciones?
- ¿En qué configuración se registran presiones más altas?
- ¿Describa las diferencias en el comportamiento de la motobomba 1 comparado con el de la motobomba 2? ¿Desplazan la misma cantidad de flujo?

## 6.2 Etiquetas

Llenar las siguientes tablas con las etiquetas asociadas a cada elemento.

| Bornera | Entrada | Pulsadores      | Salida | Bornera |
|---------|---------|-----------------|--------|---------|
|         | A4      | Llave Selectora | A3     |         |
|         | A4      | Start           | A3     |         |
|         | A2      | Stop            | A1     |         |
|         | A3      | M1              | A4     |         |
|         | A3      | M2              | A4     |         |
|         | A3      | Series          | A4     |         |
|         | A3      | Parallel        | A4     |         |

| Bornera | Entrada | Piloto    | Neutro | Bornera |
|---------|---------|-----------|--------|---------|
|         | X1      | ON        | X2     |         |
|         | X1      | OFF       | X2     |         |
|         | X1      | M1        | X2     |         |
|         | X1      | M2        | X2     |         |
|         | X1      | SERIES    | X2     |         |
|         | X1      | PARALLEL  | X2     |         |
|         | X1      | OVERLOAD1 | X2     |         |
|         | X1      | OVERLOAD2 | X2     |         |

| <b>Contacto</b> | <b>Contactador 1 (KM1)</b> | <b>Contactador 2 (KM2)</b> |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|
| A1              |                            |                            |
| A2              |                            |                            |
| 1/L1            |                            |                            |
| 3/L2            |                            |                            |
| 5/L3            |                            |                            |
| 13NO            |                            |                            |
| 2/T1            |                            |                            |
| 4/T2            |                            |                            |
| 6/T3            |                            |                            |
| 14NO            |                            |                            |

| <b>Contacto</b> | <b>Relé Térmico 1 (F1)</b> | <b>Relé Térmico 2 (F2)</b> |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|
| 98              |                            |                            |
| 97              |                            |                            |
| 96              |                            |                            |
| 95              |                            |                            |
| 2/T1            |                            |                            |
| 4/T2            |                            |                            |
| 6/T3            |                            |                            |

| <b>Contactos</b> | <b>Motobomba 1 (M1)</b> | <b>Motobomba 2 (M2)</b> |
|------------------|-------------------------|-------------------------|
| U                |                         |                         |
| V                |                         |                         |

| <b>Contactos</b> | <b>Electroválvula 1 (Y1)</b> | <b>Electroválvula 2 (Y2)</b> | <b>Electroválvula 3 (Y3)</b> |
|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| A1               |                              |                              |                              |
| A2               |                              |                              |                              |

## **7 Hacer:**

### **7.1 Diagrama de lazo**

Verificar las conexiones en el diagrama de lazo mostrado en la figura 7 y determinar cual o cuales son los errores presentes en dicha conexión, de ser encontrado o encontrados corregirlos de manera que su etiqueta corresponda a la de la conexión y realizar el respectivo diagrama de lazo corregido.

Los procedimientos de verificación de instrumentación deben realizarse con la planta desconectada de lo contrario en caso de hacerse mediciones con el multímetro, éstas podrían resultar erróneas.

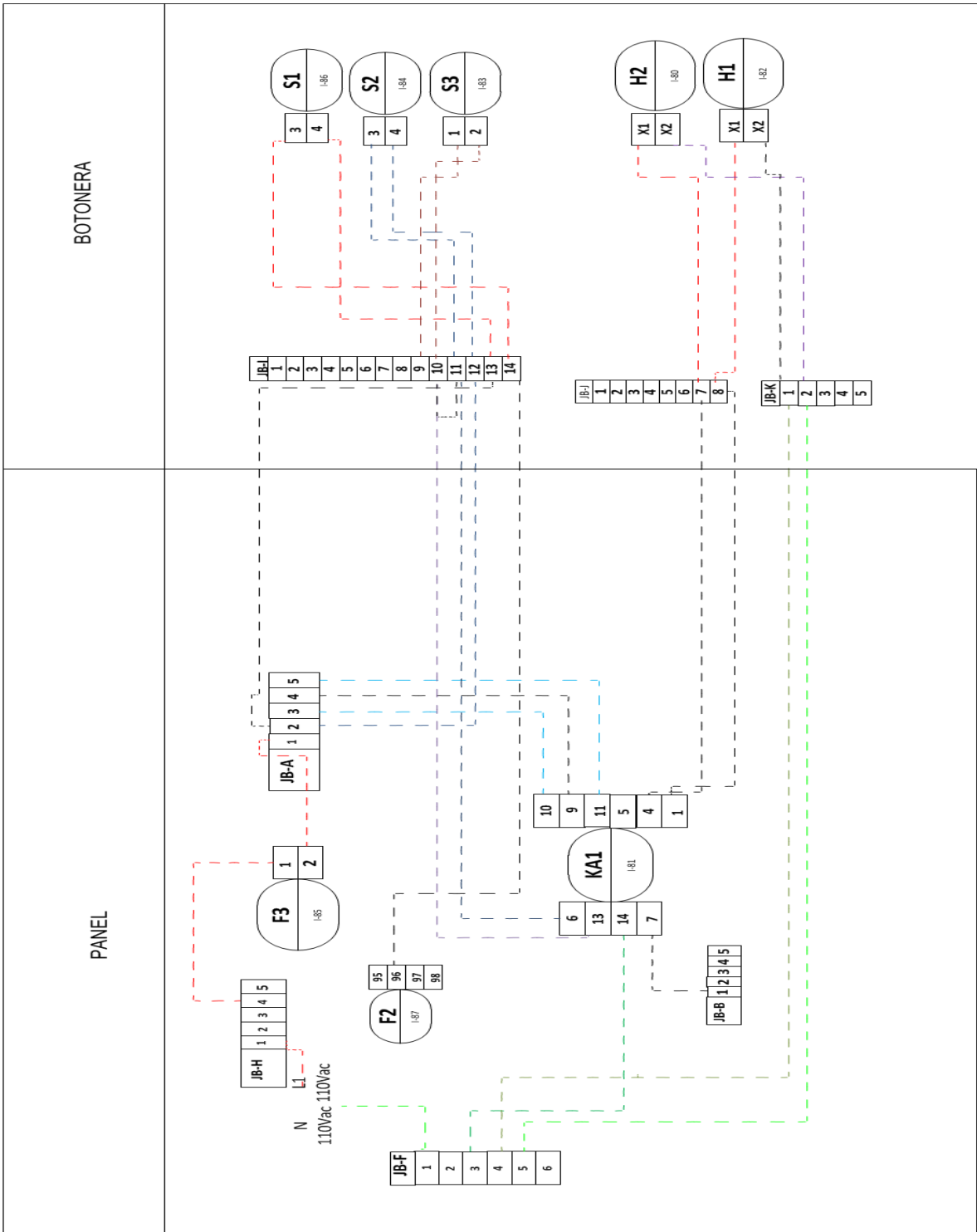


Figura 0.1 Diagrama de Lazo.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL

BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS



Universidad  
del Cauca

**PRÁCTICA No 2**

**Sistemas de Bombeo y Pérdidas de Carga den Conductos a Presión**

**LABORATORIO DE CONTROL DE PROCESOS**

**Popayán 2014**



## Tabla de Contenido

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| 2     | OBJETIVOS.....   | 1  |
| 3     | PREREQUISITOS Y MATERIALES .....   | 1  |
| 4     | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....   | 2  |
| 4.1   | Bombas Centrífugas.....  | 2  |
| 4.2   | Tipos de Conexión de Bombas .....  | 4  |
| 4.2.1 | Conexión en Serie.....   | 4  |
| 4.2.2 | Conexión en Paralelo.....  | 5  |
| 4.2.3 | Configuración Bombas Independientes .....  | 6  |
| 4.2.4 | Panel de control .....   | 7  |
| 5     | DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS. .... | 7  |
| 5.1   | Circuito Hidráulico .....  | 8  |
| 5.2   | Panel de Control de Mando.....   | 11 |
| 5.3   | Nomenclatura .....   | 16 |
| 6     | PROCEDIMIENTO .....  | 18 |
| 6.1   | Funcionamiento en las diferentes configuraciones .....                           | 18 |
| 6.1.1 | Configuración Motobomba1 Independiente .....                                     | 18 |
| 6.1.2 | Configuración Motobomba 2 Independiente .....                                    | 20 |
| 6.1.3 | Configuración Paralelo.....  | 21 |
| 6.1.4 | Configuración Serie.....   | 22 |
| 6.2   | Etiquetas .....  | 23 |
| 7     | Hacer: .....   | 25 |
| 7.1   | Diagrama de lazo .....   | 25 |
| 1     | INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| 2     | OBJETIVOS.....   | 1  |
| 3     | PREREQUISITOS Y MATERIAL NECESARIO .....   | 1  |
| 4     | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....   | 2  |
| 4.1   | Bomba Centrífuga .....   | 2  |
| 4.2   | Formas de conexión de las bombas .....   | 4  |
| 4.2.1 | Conexión en Serie.....   | 4  |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.2 | Conexión en Paralelo.....  | 5  |
| 4.2.3 | Configuración Bombas Independientes .....                                  | 7  |
| 4.3   | Pérdidas de Carga .....  | 7  |
| 4.3.1 | Pérdidas de Carga Primarias .....  | 8  |
| 4.3.2 | Pérdidas de carga secundarias.....   | 8  |
| 5     | PROCEDIMIENTO .....  | 10 |
| 5.1   | Curvas Características del sistema.....                                    | 10 |
| 5.1.1 | Configuración M1 .....   | 10 |
| 5.1.2 | Configuración M2 .....   | 11 |
| 5.1.3 | Configuración Paralelo.....  | 13 |
| 5.1.4 | Configuración Serie.....   | 14 |
| 5.2   | Pérdidas de Carga .....  | 17 |
| 1     | OBJETIVOS.....   | 1  |
| 2     | PRE-REQUISITOS Y MATERIALES .....  | 1  |
| 3     | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....   | 1  |
| 3.1   | Estados OFF y ON .....   | 1  |
| 3.2   | Relé .....   | 2  |
| 3.3   | Elementos de mando .....   | 2  |
| 3.4   | Contactos NA y NC .....  | 3  |
| 3.5   | Señalización .....   | 4  |
| 4     | PROCEDIMIENTO 1.....   | 5  |
| 4.1   | Configuración M1 .....   | 5  |
| 4.2   | Configuración M2 .....   | 6  |
| 4.3   | Configuración Paralelo .....   | 7  |
| 4.4   | Configuración Serie.....   | 8  |
| 5     | ANÁLISIS DE RESULTADOS .....   | 10 |
| 5.1   | <i>Configuración M1</i> .....  | 10 |
| 5.2   | Configuración M2 .....   | 11 |
| 5.3   | Configuración Paralelo .....   | 11 |
| 5.4   | Configuración Serie.....   | 12 |
| 5.5   | Determinar el consumo de corriente en cada una de las configuraciones..... | 12 |
| 6     | PROCEDIMIENTO 2.....   | 13 |
| 6.1   | Sobrecarga Bombas Centrífugas.....   | 13 |

|       |                        |    |
|-------|------------------------|----|
| 6.1.1 | Configuración M1 ..... | 13 |
| 6.1.2 | Configuración M2 ..... | 14 |
| 7     | Hacer: .....           | 15 |

# 1 INTRODUCCIÓN

El Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas del Laboratorio de Control de Procesos es una plataforma experimental que permite generar 4 sistemas diferentes de funcionamiento para bombas centrífugas; este cuenta con 2 bombas centrífugas, 2 tanques plásticos, 3 electroválvulas, 3 manómetros, 3 sensores de nivel y un Panel de control de mando.

Además de las diferentes configuraciones de las bombas, el banco de pruebas permite experimentar con los valores de presión y caudal de las mismas, así como también con la lógica cableada asociada a la instrumentación.

La presente práctica tiene como propósito que el estudiante conozca las características de las diferentes configuraciones en las que pueden trabajar las bombas centrífugas y entienda el concepto de pérdidas de carga.

## 2 OBJETIVOS

- Conocer principales características de las bombas centrífugas.
- Determinar las curvas características de un sistema de bombeo operando individualmente, en serie y en paralelo.
- Conocer los diferentes tipos de pérdidas que se presentan en las tuberías a presión.
- Calcular las pérdidas de energía en las diferentes configuraciones.

## 3 PRERREQUISITOS Y MATERIAL NECESARIO

- Haber realizado la práctica de reconocimiento de la instrumentación del Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas.
- Cronómetro

## 4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 4.1 Bomba Centrífuga

Una bomba centrífuga es una máquina hidráulica dinámica que transforma la energía mecánica en energía del flujo en movimiento, es capaz de mover un cierto volumen de líquido entre dos niveles.

Las bombas centrífugas generan un aumento de la presión del líquido bombeado por medio de la aceleración producida por la fuerza centrífuga. Esta fuerza es debida al movimiento rotatorio de los impulsores, dentro de una carcasa helicoidal. La salida del fluido en la descarga crea un vacío en la tubería de carga o de succión y el agua fluye entonces a través de esta tubería hacia el interior de la bomba. Dependiendo de la presión que se requiera, se usa una bomba centrífuga de una, dos o más etapas. La bomba centrífuga genera un caudal uniforme sin presiones intermitentes y por lo tanto es el tipo de bomba más común para transportar líquidos.

Este tipo de máquinas tienen un uso muy extenso en la industria ya que son adecuadas casi para cualquier servicio.

#### CAUDAL (Q):

- Es el volumen de líquido desplazado por la bomba en una unidad de tiempo.
- Se expresa generalmente en litros por segundo (l/s), metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h), galones por minuto (gpm), etc.
- El caudal puede representarse como una relación entre el volumen y el tiempo.

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

#### VELOCIDAD (V):

- Es la distancia que recorre un fluido en un tiempo determinado.
- Se diferencia con el caudal porque este se refiere a la cantidad y mientras que la velocidad se refiere a la longitud.
- Se expresa generalmente en metros sobre segundo (m/sg).

- Se relaciona con el caudal y el área de la tubería mediante la fórmula:

$$V = \frac{Q}{A}$$

### PRESIÓN O ALTURA DINÁMICA DE LA BOMBA (H):

- Es la energía neta transmitida al fluido por unidad de peso a su paso por la bomba centrífuga.
- Se representa como la altura de una columna de líquido a elevar.
- Se expresa normalmente en metros del líquido bombeado.(por ejemplo metros columnas de agua m.c.a )
- Es la altura vertical que puede alcanzar un fluido desplazado por la bomba.

La fórmula para hallar la altura dinámica de la bomba es la siguiente.

$$H = \Delta h + (P2 - P1) + \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2g}$$

En donde

- H=altura dinámica (m)
- $\Delta h$ = diferencia de altura entre los dos manómetros que miden las presiones P1 y P2. (metros)
- P1 y P2= presiones en dos puntos (PSI, BAR etc).  
 $V_1$  y  $V_2$  = velocidad que lleva el fluido dentro de la tubería (m/s)
- G= gravedad de la tierra ( $m/s^2$ )

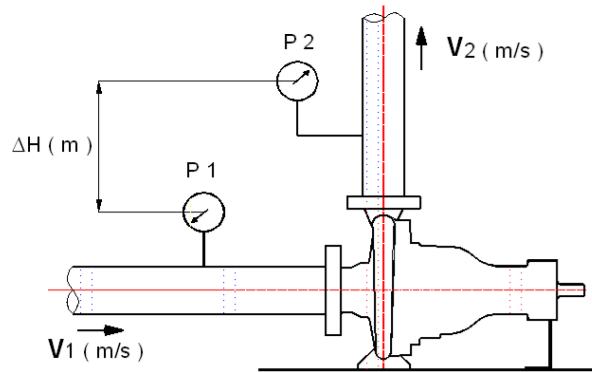


Figura 1. Funcionamiento bomba Centrífuga<sup>7</sup>.

## 4.2 Formas de conexión de las bombas

Dos o más bombas pueden conectarse en serie o paralelo con el fin de aumentar su altura dinámica o el caudal. A continuación se detalla el funcionamiento de los dos tipos de conexión.

### 4.2.1 Conexión en Serie

Al conectar dos o más bombas en serie se logra un aumento proporcional de la presión total o final del sistema y de la altura dinámica total del mismo.

Si se tiene un sistema con dos bombas 1 y 2 en serie, la succión de la bomba 2 se alimenta con la descarga de la bomba 1.

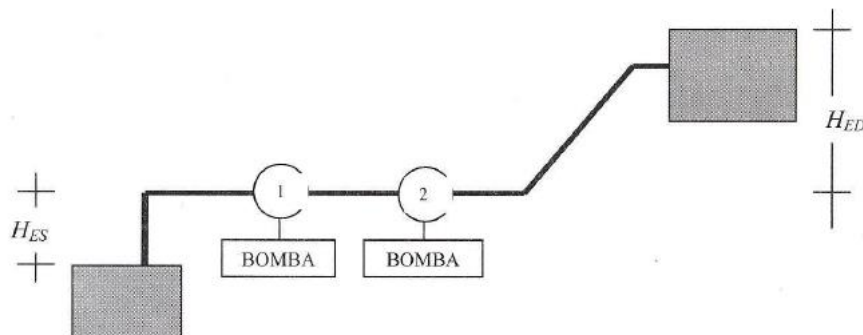


Figura 2. Conexión en serie<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Hidrostral.Slideshare.[Online].<http://www.slideshare.net/mecanicadefluidos/bombas-centrifugas-7934169>

<sup>8</sup> Universidad del Cauca, "BOMBAS Y SISTEMAS DE BOMBEO," Popayan, Cauca.

Cuando los impulsores de las bombas 1 y 2 se encuentran dentro de la misma carcasa, se tiene entonces una bomba de dos etapas, donde la etapa 2 se alimenta de la descarga de la 1. Así, se tiene un sistema que puede trabajar con una mayor presión. El sistema de bombas en serie se utiliza generalmente en pozos profundos, en los cuales la bomba es de varias etapas (usualmente entre 6 y 10).

Es de anotar que el caudal permanece constante mientras que la presión de descarga aumenta y por lo tanto, también la altura dinámica total.

- $Q_{total} = Q_1 = Q_2$
- $H_{total} = H_1 + H_2$

La curva característica del sistema en serie se puede apreciar en la siguiente figura:

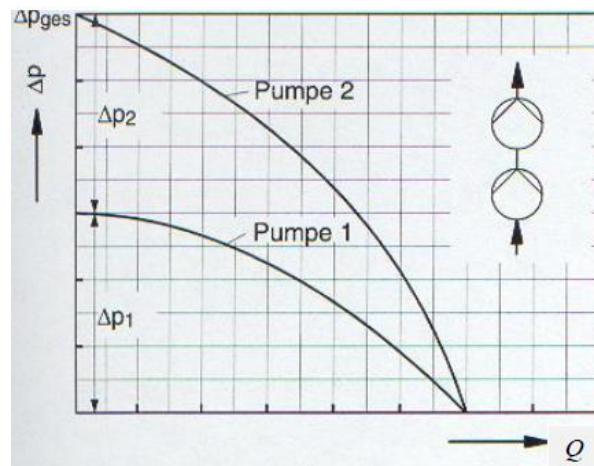


Figura 3. Curva característica del sistema en configuración serie<sup>9</sup>.

#### 4.2.2 Conexión en Paralelo

Para el abastecimiento o remoción de grandes flujos volumétricos de agua, el tipo más común de estación de bombeo consiste en un sistema de bombas operando en paralelo. El sistema en paralelo mantiene constante la presión de bombeo pero aumenta el caudal.

<sup>9</sup> Universidad del Cauca, "BOMBAS Y SISTEMAS DE BOMBEO," Popayan, Cauca



En este caso cada bomba tiene la tubería de succión insertada en la fuente de agua y se conectan todas las salidas a una común.

La relación de caudal y altura dinámica es:

- $Q_{total} = Q_1 + Q_2$
- $H_{total} = H_1 = H_2$

En la siguiente figura podemos ver el sistema en paralelo.

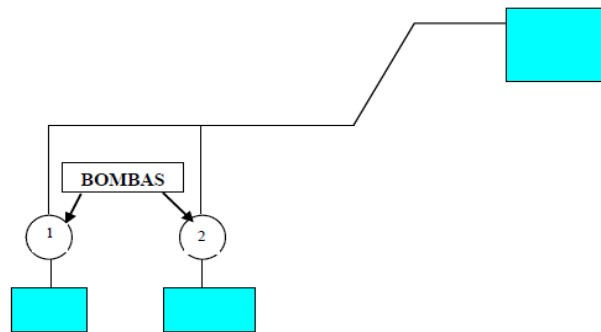


Figura 4. Conexión en paralelo<sup>10</sup>.

Por último el gráfico de la relación Caudal vs Altura dinámica (representada en la figura como  $\Delta P$ ).

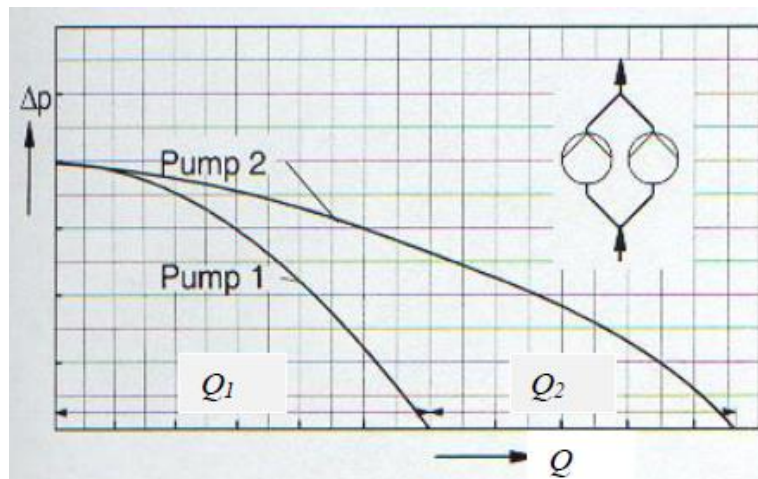


Figura 5. Relación Caudal vs Altura dinámica<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> Universidad del Cauca, "BOMBAS Y SISTEMAS DE BOMBEO," Popayan, Cauca.

<sup>11</sup> Universidad del Cauca, "BOMBAS Y SISTEMAS DE BOMBEO," Popayan, Cauca.

### 4.2.3 Configuración Bombas Independientes

A diferencia de las configuraciones en serie y paralelo que accionan dos o más bombas al mismo tiempo, la configuración de bombas independiente acciona solo una bomba a la vez con lo cual el fluido tiene menor presión y menor caudal en comparación con las otras configuraciones.

El gráfico que relaciona la altura dinámica y el caudal se muestra a continuación:

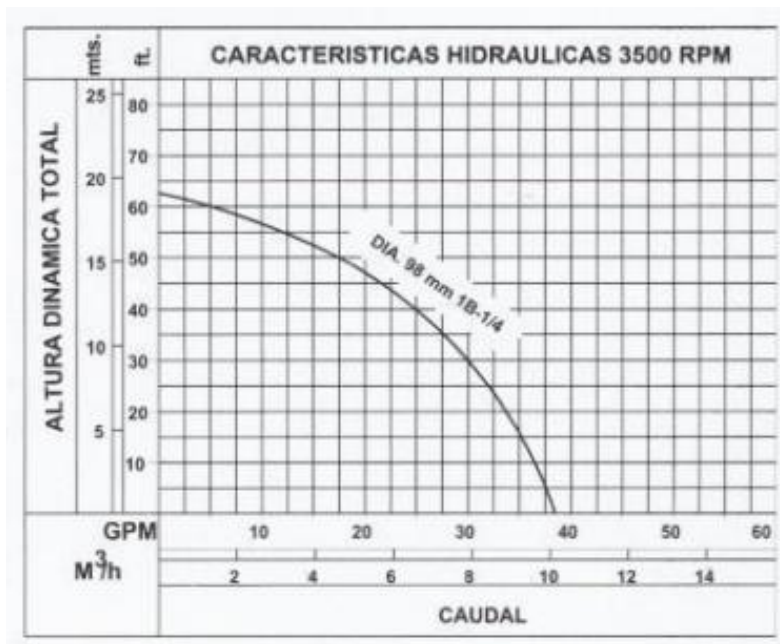


Figura 6. Curva característica bomba Centrífuga<sup>12</sup>.

### 4.3 Pérdidas de Carga

La pérdida de carga se refiere a la energía dinámica que pierde un fluido cuando pasa a través de una tubería; esta disminución se presenta debido a la fricción que se produce entre el fluido y las paredes de los ductos que lo contienen.

Existen dos tipos de pérdidas.

<sup>12</sup> Ignacio Gomez IHM S.A.S. (2014) <http://www.igihm.com/index.php>. [Online]. <http://www.igihm.com/index.php>

1. Pérdidas primarias
2. Pérdidas secundarias

#### **4.3.1 Pérdidas de Carga Primarias**

Las pérdidas de cargas primarias o de tramo recto se dan por la fricción producida por el fluido al pasar por la tubería que lo contiene, el rozamiento de las capas del mismo en régimen laminar y el rozamiento de las partículas entre sí en el régimen turbulento.

Estas pérdidas están determinadas por la longitud y diámetro de la tubería, la velocidad del fluido y el factor de fricción dependiente del material del conducto.

Las Pérdidas primarias se calculan mediante algunas fórmulas empíricas entre las que se destacan:

- Darcy-Weisbach
- Manning
- Hazen-Williams
- Scimeni
- Scobey

#### **4.3.2 Pérdidas de carga secundarias**

Las pérdidas de carga secundarias se dan en las formas de la tubería y en los accesorios de la misma en donde el flujo se estrecha, expande o cambia de dirección, entre dichos accesorios podemos nombrar las válvulas, codos, Tés entre otros.

Las pérdidas secundarias se calculan mediante la fórmula:

$$Hrs = K \frac{V^2}{2g}$$

En donde

- Hrs= Pérdidas de carga secundarias (m.c.a)
- K= Coeficiente de fricción según el tipo de accesorio (adimensional)
- V= Velocidad media del fluido (m/sg)
- g= Aceleración de la gravedad ( $m/sg^2$ )
- Los valores de K para cada accesorio están dados de forma experimental por la siguiente tabla 1.



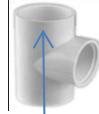

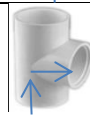


| Componente |                                    | K    | Diagrama  |
|------------|------------------------------------|------|---|
| Codos      | Radio corto 90° extremo liso       | 0.3  |    |
|            | Radio corto 90° extremo roscado    | 1.5  |    |
|            | Radio largo 90° extremo liso       | 0.2  |   |
|            | Radio largo 90° extremo roscado    | 0.7  |   |
| Tés        | Paso directo con extremo liso      | 0.2  |  |
|            | Paso directo con extremo roscado   | 0.9  |  |
|            | Salida de lado con extremo liso    | 1.0  |  |
|            | Salida de lado con extremo roscado | 2.0  |  |
| Válvulas   | Bola totalmente abierta            | 0.05 |  |

Tabla 1 Coeficientes de pérdidas de carga por accesorios.

## 5 PROCEDIMIENTO

### 5.1 Curvas Características del sistema

Antes de empezar se debe tener un cronómetro listo para las mediciones.

#### 5.1.1 Configuración M1

1. Conectar el banco de pruebas a la red eléctrica de 110 voltios.
2. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**
3. Cerrar totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desague del TANQUE X2.

#### 4. Configuración Manual

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo de la motobomba 1, esto es:

- Abrir totalmente: FVH1, FVH2, FVH3 y FVH4.
- Cerrar totalmente: FVH7, FVH8, FVH5 y FVH6.

#### 5. Con la válvula FVH4 totalmente abierta encender la planta desde la botonera:

- Mover el breaker F3 hacia arriba energizando la planta para su funcionamiento.
- Mover la llave selectora hacia la opción "ON" con lo cual se encenderá la luz piloto roja etiqueda como "OFF" que indica que la planta ya está energizada.
- Pulsar el botón "START" con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como "ON" que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
- Una vez se encienda la luz piloto "ON" pulsar el botón M1 con lo cual la planta empezará a funcionar, observe que el piloto M1 de color amarillo se encenderá indicando que la motobomba 1 está encendida.

#### 6. Cronometrar 10 segundos y mientras la planta está en funcionamiento registrar en la tabla 2.

- Valor de Presión indicado por los manómetros PI1, PI2 y PI3.
  - Nivel (volumen) del agua en el Tanque “X2” .
  - Tiempo tomado.
7. Pulsar el botón “STOP”; observar que solamente la luz piloto roja etiquetada como “OFF” permanece encendida, lo cual indica que la planta está parada.
  8. Abrir completamente la válvula de desagüe FVH9 hasta que el Tanque “X2” se vacíe. Una vez vacío el tanque, cerrar nuevamente la válvula FVH9 y repetir 5 veces el procedimiento desde el paso 4 para determinar el promedio del volumen y del tiempo (descartar las mediciones erróneas).

#### 9. **Cálculo del caudal**

Para hallar el caudal que entrega el sistema se debe dividir el volumen promedio entre el tiempo promedio, una vez hallado registrarlo en la tabla 2.

10. Repetir el procedimiento de los pasos 4, 5 , 6 , 7 y 8, con la válvula FVH4 abierta en un 70%, 50%, 20% y finalmente cerrada totalmente. Registrar los resultados en la tabla 2.
11. **Con los valores obtenidos realizar la gráfica Caudal Vs Presión en el manómetro 3 (PI3)**

NOTA: SE DEBE LLENAR UNA TABLA POR CADA CONFIGURACIÓN

#### 5.1.2 **Configuración M2**

1. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**
2. Cerrar totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desagüe del TANQUE X2.

### 3. Configuración Manual

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo de la motobomba 2, esto es:

- Abrir totalmente: FVH5, FVH6 y FVH4.
- Cerrar totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH7 y FVH8.

### 4. Con la válvula FVH4 totalmente abierta encender la planta desde la botonera:

- Pulsar el botón "START" con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como "ON" que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
- Una vez se encienda la luz piloto "ON" pulsar el botón M2 con lo cual la planta empezará a funcionar, observe que el piloto M2 de color amarillo se encenderá indicando que la motobomba 2 está encendida.

### 5. Cronometrar 10 segundos y mientras la planta está en funcionamiento registrar en la tabla 2.

- Valor de Presión indicado por los manómetros PI1, PI2 y PI3.
  - Nivel (volumen) del agua en el Tanque "X2" .
  - Tiempo tomado.
6. Pulsar el botón "STOP"; observar que solamente la luz piloto roja etiquetada como "OFF" permanece encendida, lo cual indica que la planta está parada.
7. Abrir completamente la válvula de desague FVH9 hasta que el Tanque "X2" se vacíe. Una vez vacío el tanque, cerrar nuevamente la válvula FVH9 y repetir 5 veces el procedimiento desde el paso 4 para determinar el promedio del volumen y del tiempo (descartar las mediciones erróneas).

### 8. Cálculo del caudal

Para hallar el caudal que entrega el sistema se debe dividir el volumen promedio entre el tiempo promedio, una vez hallado registrarlo en la tabla 2.

9. Repetir el procedimiento de los pasos 4, 5 , 6 , 7 y 8, con la válvula FVH4 abierta en un 70%, 50%, 20% y finalmente cerrada totalmente. Registrar los resultados en la tabla 2.
10. **Con los valores obtenidos realizar la gráfica Caudal Vs Presión en el manómetro 3 (PI3)**

### **5.1.3 Configuración Paralelo**

1. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**
2. Cerrar totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desague del TANQUE X2.

#### **3. Configuración Manual**

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo de las bombas en paralelo, esto es:

- Abrir totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH4, FVH5 y FVH6.
- Cerrar totalmente: FVH7 y FVH8.

4. **Con la válvula FVH4 totalmente abierta encender la planta desde la botonera:**
  - Pulsar el botón “START” con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como “ON” que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
  - Una vez se encienda la luz piloto “ON” pulsar el botón PARALLEL con lo cual la planta empezará a funcionar, observe que los pilotos M1, M2 y Parallel de color amarillo se encenderán indicando que 2 motobombas están activas y que la configuración actual es paralelo..
5. **Cronometrar 10 segundos y mientras la planta está en funcionamiento registrar en la tabla 2.**



- Valor de Presión indicado por los manómetros PI1, PI2 y PI3.
  - Nivel (volumen) del agua en el Tanque “X2” .
  - Tiempo tomado.
6. Pulsar el botón “STOP”; observar que solamente la luz piloto roja etiquetada como “OFF” permanece encendida, lo cual indica que la planta está parada.
  7. Abrir completamente la válvula de desagüe FVH9 hasta que el Tanque “X2” se vacíe. Una vez vació el tanque, cerrar nuevamente la válvula FVH9 y repetir 5 veces el procedimiento desde el paso 4 para determinar el promedio del volumen y del tiempo (descartar las mediciones erróneas).

#### 8. **Cálculo del caudal**

Para hallar el caudal que entrega el sistema se debe dividir el volumen promedio entre el tiempo promedio, una vez hallado registrarlo en la tabla 8.

9. Repetir el procedimiento de los pasos 4, 5, 6, 7 y 8, con la válvula FVH4 abierta en un 70%, 50%, 20% y finalmente cerrada totalmente. Registrar los resultados en la tabla 2.
10. **Con los valores obtenidos realizar la gráfica Caudal Vs Presión en el manómetro 3 (PI3)**

#### 5.1.4 **Configuración Serie**

1. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**
2. Cerrar totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desagüe del TANQUE X2.

#### 3. **Configuración Manual**

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo de la motobomba 1, esto es:

- Abrir totalmente: FVH2, FVH3, FVH4, FVH7 y FVH8.
- Cerrar totalmente: FVH1, FVH5 y FVH6.

**4. Con la válvula FVH4 totalmente abierta encender la planta desde la botonera:**

- Pulsar el botón “START” con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como “ON” que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
- Una vez se encienda la luz piloto “ON” pulsar el botón SERIES con lo cual la planta empezará a funcionar, observe que los pilotos M1,M2 Y SERIES de color amarillo se encenderán indicando que las 2 motobombas estan activas y que la configuración actual es serie.

**5. Cronometrar 10 segundos y mientras la planta está en funcionamiento registrar en la tabla 2.**

- Valor de Presión indicado por los manómetros PI1, PI2 y PI3.
- Nivel (volumen) del agua en el Tanque “X2” .
- Tiempo tomado.

**6. Pulsar el botón “STOP”; observar que solamente la luz piloto roja etiquetada como “OFF” permanece encendida, lo cual indica que la planta está parada.**

**7. Abrir completamente la válvula de desagüe FVH9 hasta que el Tanque “X2” se vacie. Una vez vacío el tanque, cerrar nuevamente la válvula FVH9 y repetir 5 veces el procedimiento desde el paso 4 para determinar el promedio del volumen y del tiempo (descartar las mediciones erróneas).**

**8. Cálculo del caudal**

Para hallar el caudal que entrega el sistema se debe dividir el volumen promedio entre el tiempo promedio, una vez hallado registrarlo en la tabla 2.

9. Repetir el procedimiento de los pasos 4, 5, 6, 7 y 8, con la válvula FVH4 abierta en un 70%, 50%, 20% y finalmente cerrada totalmente (CERRADA TOTALMENTE POR MAXIMO 3 SEGUNDOS). Registrar los resultados en la tabla 2.

10. Con los valores obtenidos realizar la gráfica Caudal Vs Presión en el manómetro 3 (PI3)

| VÁLVULA FVH4 TOTALMENTE ABIERTA |             |                  | VÁLVULA FVH4 70% ABIERTA |             |                  | VÁLVULA FVH4 50% ABIERTA |             |                  | VÁLVULA FVH4 20% ABIERTA |             |                  | VÁLVULA FVH4 TOTALMENTE CERRADA |             |                  |
|---------------------------------|-------------|------------------|--------------------------|-------------|------------------|--------------------------|-------------|------------------|--------------------------|-------------|------------------|---------------------------------|-------------|------------------|
| Tomas                           | Tiempo (sg) | Volumen (litros) | Tomas                    | Tiempo (sg) | Volumen (litros) | Tomas                    | Tiempo (sg) | Volumen (litros) | Tomas                    | Tiempo (sg) | Volumen (litros) | Tomas                           | Tiempo (sg) | Volumen (litros) |
| 1                               |             |                  | 1                        |             |                  | 1                        |             |                  | 1                        |             |                  | 1                               | 10          | 0                |
| 2                               |             |                  | 2                        |             |                  | 2                        |             |                  | 2                        |             |                  | Caudal 5                        |             |                  |
| 3                               |             |                  | 3                        |             |                  | 3                        |             |                  | 3                        |             |                  | Valor                           | Unidades    |                  |
| 4                               |             |                  | 4                        |             |                  | 4                        |             |                  | 4                        |             |                  | 0                               | lt/sg       |                  |
| 5                               |             |                  | 5                        |             |                  | 5                        |             |                  | 5                        |             |                  | Presión 5                       |             |                  |
| promedio                        |             |                  | promedio                 |             |                  | promedio                 |             |                  | promedio                 |             |                  |                                 | Valor       | Unidades         |
| Caudal 1                        |             |                  | Caudal 2                 |             |                  | Caudal 3                 |             |                  | Caudal 4                 |             |                  | PI1                             |             | PSI              |
| Valor                           | Unidades    |                  | Valor                    | Unidades    |                  | Valor                    | Unidades    |                  | Valor                    | Unidades    |                  | PI2                             |             | PSI              |
|                                 | lt/sg       |                  |                          | lt/sg       |                  |                          | lt/sg       |                  |                          | lt/sg       |                  | PI3                             |             | PSI              |
| Presión 1                       |             |                  | Presión 2                |             |                  | Presión 3                |             |                  | Presión 4                |             |                  |                                 |             |                  |
|                                 | Valor       | Unidades         |                          | Valor       | Unidades         |                          | Valor       | Unidades         |                          | Valor       | Unidades         |                                 |             |                  |
| PI1                             |             | PSI              | PI1                      |             | PSI              | PI1                      |             | PSI              | PI1                      |             | PSI              |                                 |             |                  |
| PI2                             |             | PSI              | PI2                      |             | PSI              | PI2                      |             | PSI              | PI2                      |             | PSI              |                                 |             |                  |
| PI3                             |             | PSI              | PI3                      |             | PSI              | PI3                      |             | PSI              | PI3                      |             | PSI              |                                 |             |                  |

Tabla 2 Registro de Datos

Responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué ocurre con la presión en los diferentes manómetros cuando la válvula FVH9 se va cerrando hasta evitar totalmente el paso de flujo?
2. ¿Qué configuración entrega un mayor caudal?
3. ¿Qué configuración genera una mayor presión?
4. ¿Qué ocurre cuando el manómetro PI3 marca 0 PSI?

## **5.2 Pérdidas de Carga**

1. Conociendo el flujo de energía a través de las tuberías, listar cuantos y de qué tipo son los accesorios que generan pérdidas de carga secundarias en cada una de las diferentes configuraciones.
2. Hallar las pérdidas secundarias de energía en cada una de las configuraciones apoyándose en la tabla 1.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL

BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS



Universidad  
del Cauca

**PRÁCTICA No 3**

**Reconocimiento de Diagramas de Control de Mando y Potencia**

**LABORATORIO DE CONTROL DE PROCESOS**

**Popayán 2014**

## TABLA DE CONTENIDO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| 2     | OBJETIVOS.....   | 1  |
| 3     | PREREQUISITOS Y MATERIALES .....   | 1  |
| 4     | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....   | 2  |
| 4.1   | Bombas Centrífugas.....  | 2  |
| 4.2   | Tipos de Conexión de Bombas .....  | 4  |
| 4.2.1 | Conexión en Serie.....   | 4  |
| 4.2.2 | Conexión en Paralelo.....  | 5  |
| 4.2.3 | Configuración Bombas Independientes .....  | 6  |
| 4.2.4 | PanelPanel de control .....  | 7  |
| 5     | DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS. .... | 7  |
| 5.1   | Circuito Hidráulico .....  | 8  |
| 5.2   | PanelPanel de Control de Mando .....   | 11 |
| 5.3   | Nomenclatura .....   | 16 |
| 6     | PROCEDIMIENTO .....  | 18 |
| 6.1   | Funcionamiento en las diferentes configuraciones .....                           | 18 |
| 6.1.1 | Configuración Motobomba1 Independiente .....                                     | 18 |
| 6.1.2 | Configuración Motobomba 2 Independiente .....                                    | 20 |
| 6.1.3 | Configuración Paralelo.....  | 21 |
| 6.1.4 | Configuración Serie.....   | 22 |
| 6.2   | Etiquetas .....  | 23 |
| 7     | Hacer: .....   | 25 |
| 7.1   | Diagrama de lazo .....   | 25 |
| 1     | INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| 2     | OBJETIVOS.....   | 1  |
| 3     | PREREQUISITOS Y MATERIAL NECESARIO .....   | 1  |
| 4     | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....   | 2  |
| 4.1   | Bomba Centrífuga .....   | 2  |
| 4.2   | Formas de conexión de las bombas .....   | 4  |
| 4.2.1 | Conexión en Serie.....   | 4  |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.2 | Conexión en Paralelo.....  | 5  |
| 4.2.3 | Configuración Bombas Independientes .....                                  | 7  |
| 4.3   | Pérdidas de Carga .....  | 7  |
| 4.3.1 | Pérdidas de Carga Primarias .....  | 8  |
| 4.3.2 | Pérdidas de carga secundarias.....   | 8  |
| 5     | PROCEDIMIENTO .....  | 10 |
| 5.1   | Curvas Características del sistema.....                                    | 10 |
| 5.1.1 | Configuración M1 .....   | 10 |
| 5.1.2 | Configuración M2 .....   | 11 |
| 5.1.3 | Configuración Paralelo.....  | 13 |
| 5.1.4 | Configuración Serie.....   | 14 |
| 5.2   | Pérdidas de Carga .....  | 17 |
| 1     | OBJETIVOS.....   | 1  |
| 2     | PRE-REQUISITOS Y MATERIALES .....  | 1  |
| 3     | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....   | 1  |
| 3.1   | Estados OFF y ON .....   | 1  |
| 3.2   | Relé .....   | 2  |
| 3.3   | Elementos de mando .....   | 2  |
| 3.4   | Contactos NA y NC .....  | 3  |
| 3.5   | Señalización .....   | 4  |
| 4     | PROCEDIMIENTO 1.....   | 5  |
| 4.1   | Configuración M1 .....   | 5  |
| 4.2   | Configuración M2 .....   | 6  |
| 4.3   | Configuración Paralelo .....   | 7  |
| 4.4   | Configuración Serie.....   | 8  |
| 5     | ANÁLISIS DE RESULTADOS .....   | 10 |
| 5.1   | <i>Configuración M1</i> .....  | 10 |
| 5.2   | Configuración M2 .....   | 11 |
| 5.3   | Configuración Paralelo .....   | 11 |
| 5.4   | Configuración Serie.....   | 12 |
| 5.5   | Determinar el consumo de corriente en cada una de las configuraciones..... | 12 |
| 6     | PROCEDIMIENTO 2.....   | 13 |
| 6.1   | Sobrecarga Bombas Centrífugas.....   | 13 |

|       |                        |    |
|-------|------------------------|----|
| 6.1.1 | Configuración M1 ..... | 13 |
| 6.1.2 | Configuración M2 ..... | 14 |
| 7     | Hacer: .....           | 15 |



# 1 OBJETIVOS

- Familiarizar al estudiante con un diagrama de mando
- Familiarizar al estudiante con un diagrama de potencia
- Entender el funcionamiento de un circuito básico de arranque de motores

## 2 PRE-REQUISITOS Y MATERIALES

- Haber realizado la práctica de reconocimiento del banco de pruebas para bombas Centrifugas.
- Multímetro

## 3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La lógica cableada industrial consiste en el diseño de automatismos en el que, el tratamiento de datos y señales se realiza mediante dispositivos como contactores auxiliares de relés electromecánicos, contactores de potencia, relés temporizados, diodos, relés de protección, válvulas oleo-hidráulicas o neumáticas y otros componentes. Surgió como un paso previo a la lógica programada e incluye funciones de comando y control, señalización, protección y potencia. La lógica cableada realiza tareas secuenciales que no permiten realizar cambios de variables ni parámetros; para realizar una tarea diferente es necesario rediseñar el cableado.

La lógica cableada más que una técnica, hoy en día constituye una filosofía que permite estructurar circuitos en forma ordenada, prolija y segura, sea en circuitos cableados o programados.

### 3.1 Estados OFF y ON

Desde un punto de vista teórico la lógica cableada opera de igual forma que la lógica tradicional, donde las variables solamente pueden tener dos estados posibles, “verdadero” o “falso”. En la lógica cableada “verdadero” es igual a un relé energizado o en ON, en el caso de los contactos el estado “verdadero” es el contacto CERRADO. En la lógica cableada un “falso” es igual a un relé desenergizado o en OFF, para los contactos el estado “falso” es el contacto ABIERTO.

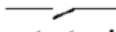



| Lógica                          | Circuito Digital        | Lógica Cableada  |
|---------------------------------|-------------------------|--|
| <b>FALSE</b><br><i>falso</i>    | <b>0</b><br><i>cero</i> | OFF  <i>contacto abierto</i><br> <i>relé desenergizado</i> |
| <b>TRUE</b><br><i>verdadero</i> | <b>1</b><br><i>uno</i>  | ON  <i>contacto cerrado</i><br> <i>relé energizado</i>     |

Figura 3.1. Lógica de estados de relés<sup>13</sup>.

### 3.2 Relé

En la lógica cableada, la mención de “relé” comprende diversos equipamientos eléctricos y electrónicos, de distinta tecnología y función. Todos estos equipos, aparatos o instrumentos, son considerados como “relés” en la medida de que cuenten con contactos eléctricos NA o NC de salida, y realicen una función particular de Lógica Cableada. Las entradas pueden ser bobinas, circuitos de medida de tensión, corriente, temperatura, nivel, accionamientos físicos y manuales, comandos remotos, por cable o por radiofrecuencia.

Así por ejemplo, un relé puede ser un control de nivel o temperatura ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, un relé electromecánico, un contactor con contactos auxiliares, un relé de sub o sobre tensión, un relé de protección y decenas de otras funciones, que distintos fabricantes de equipamiento industrial catalogan como “relés”.

### 3.3 Elementos de mando

Los elementos de mando básicos en lógica cableada son los siguientes:

<sup>13</sup> JMMR14.(2011,Julio)http://www.slideshare.net/. [Online]. <http://www.slideshare.net/jmmr14/rel-o-relevadores..>



Figura 3.2. Elementos de mando<sup>14</sup>.

### 3.4 Contactos NA y NC

Los contactos eléctricos de los relés pueden ser contactos normalmente abiertos NA, o normalmente cerrados NC. En los esquemas de conexión y de principio siempre se dibuja el contacto en su posición de reposo, con la bobina del relé desenergizada o en OFF. El contacto NC se dibuja cerrado y el contacto NA se dibuja abierto. Los relés se dibujan sin energizar.

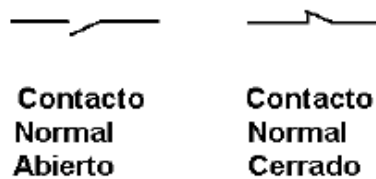


Figura 3.3. Representación de contactos en diagrama de lógica cableada<sup>15</sup>.

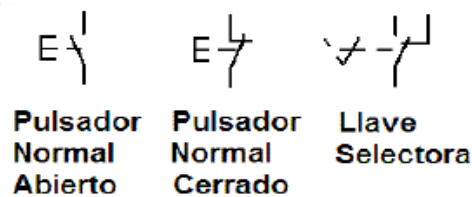


Figura 3.4. Representación de pulsador y llave selectora en diagrama de lógica cableada<sup>16</sup>.

<sup>14</sup> JMMR14.(2011,Julio)http://www.slideshare.net/. [Online]. <http://www.slideshare.net/jmmr14/rel-o-relevadores>.

<sup>15</sup> JMMR14.(2011,Julio)http://www.slideshare.net/. [Online]. <http://www.slideshare.net/jmmr14/rel-o-relevadores>.

<sup>16</sup> JMMR14.(2011,Julio)http://www.slideshare.net/. [Online]. <http://www.slideshare.net/jmmr14/rel-o-relevadores>.

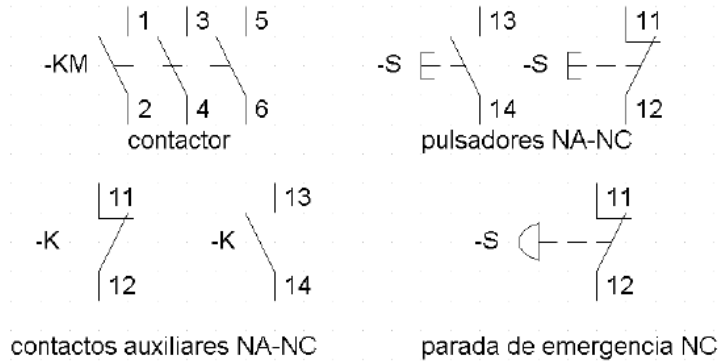


Figura 3.5. Representación de contactor en diagrama de lógica cableada<sup>17</sup>

### 3.5 Señalización

La señalización de estados y alarmas se realiza con luminosos, luces piloto o lámparas de señalización. La señalización se da con una polaridad independiente de la de mando, a los efectos de evitar inconvenientes en el mando en caso de falla de un luminoso.

La señalización comprende la indicación de los estados de marcha, parada, falla o defectos, posición de interruptores abiertos o cerrados. Para lo cual se emplea luminosos con lámpara incandescente o con LED. La lámpara es energizada mediante contactos auxiliares de contactores e interruptores, o con relés que copian la posición de los mismos. En autómatas de relés de gran tamaño, la polaridad empleada para la señalización es independiente de la polaridad de mando.

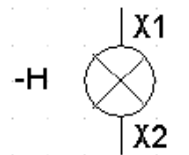


Figura 3.6. Representación de luz piloto en diagrama de lógica cableada<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> JMMR14.(2011,Julio)http://www.slideshare.net/. [Online]. <http://www.slideshare.net/jmmr14/rel-o-relevadores>.

<sup>18</sup> JMMR14.(2011,Julio)http://www.slideshare.net/. [Online]. <http://www.slideshare.net/jmmr14/rel-o-relevadores>.

## 4 PROCEDIMIENTO 1

IDENTIFICAR LOS CONTACTOS ACTIVOS DE CADA RELE SEGÚN LAS DIFERENTES CONFIGURACIONES

### 4.1 Configuración M1

1. Conectar el banco de pruebas a la red eléctrica de 110 voltios.
2. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE**
3. Configuración Manual  
Poner las válvulas manuales en la configuración para que la motobomba 1 opere independientemente, esto es:
4. Abrir totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH4 y FVH9.
5. Cerrar totalmente: FVH5, FVH6, FVH7, FVH8.
6. Encender la planta.

En el Panel de control encender la planta esto es:

- Mover el breaker F3 hacia arriba energizando la planta para su funcionamiento.
  - Mover la llave selectora hacia la opción ON con lo cual se encenderá la luz piloto roja etiquetada como "OFF" que indica que la planta ya esta energizada
  - Pulsar el botón "START" (botón inicio) con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como ON que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
  - Una vez se encienda la luz piloto "ON" pulsar el botón M1.
7. Anotar cuales elementos se activan cuando el Banco de Pruebas trabaja bajo esta configuración, esto es:

| Elemento        |               | Estado |             |
|-----------------|---------------|--------|-------------|
|                 |               | Activo | Desactivado |
| Motores         | Motobomba 1   |        |             |
|                 | Motobomba 2   |        |             |
| Contactores     | Contactador 1 |        |             |
|                 | Contactador 2 |        |             |
| Electroválvulas | Electro 1     |        |             |
|                 | Electro 2     |        |             |

|   |            |  |  |
|---|------------|--|--|
|   | Electro 3  |  |  |
| <b>Luces piloto (excluyendo las de nivel)</b> | OFF        |  |  |
|   | ON         |  |  |
|   | M1         |  |  |
|   | M2         |  |  |
|   | SERIES     |  |  |
|   | PARALLEL   |  |  |
|   | OVERLOAD 1 |  |  |
|   | OVERLOAD 2 |  |  |
| <b>Pulsadores</b>                             | LLAVE      |  |  |
|   | ON         |  |  |
|   | M1         |  |  |
|   | M2         |  |  |
|   | SERIES     |  |  |
|   | PARALLEL   |  |  |

Una vez anotados los datos se Presióna el botón “STOP” y se continua con la siguiente configuración.

## 4.2 Configuración M2

1. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**
2. Configuración manual.  
Poner las válvulas manuales en la configuración para que la motobomba 2 opere independientemente, esto es:
  - Abrir totalmente: FVH5, FVH6, FVH4 y FVH9.
  - Cerrar totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH7 y FVH8.
3. En el Panel de control encender la planta esto es:
  - Pulsar el botón “START” con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como ON que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
  - Una vez se encienda la luz piloto “ON” pulsar el botón M2.
4. Anotar cuales elementos se activan cuando el Banco de Pruebas trabaja bajo esta configuración, esto es:

| Elemento                               |               | Estado |             |
|--|---------------|--------|-------------|
|  |               | Activo | Desactivado |
| Motores                                | Motobomba 1   |        |             |
|  | Motobomba 2   |        |             |
| Contactores                            | Contactador 1 |        |             |
|  | Contactador 2 |        |             |
| Electroválvulas                        | Electro 1     |        |             |
|  | Electro 2     |        |             |
|  | Electro 3     |        |             |
| Luces piloto (excluyendo las de nivel) | OFF           |        |             |
|  | ON            |        |             |
|  | M1            |        |             |
|  | M2            |        |             |
|  | SERIES        |        |             |
|  | PARALLEL      |        |             |
|  | OVERLOAD 1    |        |             |
|  | OVERLOAD 2    |        |             |
| Pulsadores                             | LLAVE         |        |             |
|  | ON            |        |             |
|  | M1            |        |             |
|  | M2            |        |             |
|  | SERIES        |        |             |
|  | PARALLEL      |        |             |

Una vez anotados los datos se presiona el botón “STOP” y se continua con la siguiente configuración.

### 4.3 Configuración Paralelo

1. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**
2. Configuración manual  
Poner las válvulas manuales en la configuración de Paralelo, esto es:
  - Abrir totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH4, FVH5, FVH6 y FVH9.
  - Cerrar totalmente: FVH7 y FVH8.
3. En el Panel de control encender la planta esto es:

- Pulsar el botón “START” con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como ON que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
  - Una vez se encienda la luz piloto “ON” pulsar el botón Parallel.
4. Anotar cuales elementos se activan cuando el Banco de Pruebas trabaja bajo esta configuración, esto es:

| Elemento                                      |               | Estado |             |
|---|---------------|--------|-------------|
|   |               | Activo | Desactivado |
| <b>Motores</b>                                | Motobomba 1   |        |             |
|   | Motobomba 2   |        |             |
| <b>Contactores</b>                            | Contactador 1 |        |             |
|   | Contactador 2 |        |             |
| <b>Electroválvulas</b>                        | Electro 1     |        |             |
|   | Electro 2     |        |             |
|   | Electro 3     |        |             |
| <b>Luces piloto (excluyendo las de nivel)</b> | OFF           |        |             |
|   | ON            |        |             |
|   | M1            |        |             |
|   | M2            |        |             |
|   | SERIES        |        |             |
|   | PARALLEL      |        |             |
|   | OVERLOAD 1    |        |             |
|   | OVERLOAD 2    |        |             |
| <b>Pulsadores</b>                             | LLAVE         |        |             |
|   | ON            |        |             |
|   | M1            |        |             |
|   | M2            |        |             |
|   | SERIES        |        |             |
|   | PARALLEL      |        |             |

Una vez anotados los datos se presiona el botón “STOP” y se continua con la siguiente configuración.

#### 4.4 Configuración Serie

1. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**



2. Configuración manual.

Poner las válvulas manuales en la configuración de Serie, esto es:

- Abrir: FVH2, FVH3, FVH4, FVH7, FVH8 y FVH9.
- Cerrar: FVH1, FVH5 y FVH6.

3. En el Panel de control encender la planta esto es:

- Pulsar el botón “START” con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como ON que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
- Una vez se encienda la luz piloto “ON” pulsar el botón Series

4. Anotar cuales elementos se activan cuando el Banco de Pruebas trabaja bajo esta configuración, esto es:

| Elemento                                      |               | Estado |             |
|---|---------------|--------|-------------|
|   |               | Activo | Desactivado |
| <b>Motores</b>                                | Motobomba 1   |        |             |
|   | Motobomba 2   |        |             |
| <b>Contactores</b>                            | Contactador 1 |        |             |
|   | Contactador 2 |        |             |
| <b>Electroválvulas</b>                        | Electro 1     |        |             |
|   | Electro 2     |        |             |
|   | Electro 3     |        |             |
| <b>Luces piloto (excluyendo las de nivel)</b> | OFF           |        |             |
|   | ON            |        |             |
|   | M1            |        |             |
|   | M2            |        |             |
|   | SERIES        |        |             |
|   | PARALLEL      |        |             |
|   | OVERLOAD 1    |        |             |
|   | OVERLOAD 2    |        |             |
| <b>Pulsadores</b>                             | LLAVE         |        |             |
|   | ON            |        |             |
|   | M1            |        |             |
|   | M2            |        |             |
|   | SERIES        |        |             |
|   | PARALLEL      |        |             |

Una vez anotados los datos se presiona el botón “STOP”.

## 5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con la ayuda del multímetro, de ser necesario, determinar cuales contactos y reles se encuentran activos, dependiendo de la configuración en la que esté trabajando el Banco de Pruebas.

Una vez se tenga claro que elementos se activan en las diferentes configuraciones se procede a seguir las etiquetas de los mismos hasta llegar a una nomenclatura que indique algún contacto de los reles electromecánicos. Este procedimiento debe hacerse con la planta apagada y desconectada ya que en caso de tener dudas sobre las conexiones se deberá emplear el multímetro. La información debe ir consignada en las siguientes tablas.

### 5.1 Configuración M1

| Contactos |    | Relé 1<br>(KA1) | Relé 2<br>(KA2) | Relé 3<br>(KA3) | Relé 4<br>(KA4) | Relé 5<br>(KA5) | Relé 6<br>(KA6) |
|-----------|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|           | 1  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 2  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 3  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 4  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 5  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 6  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 7  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 8  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 9  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 10 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 11 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 12 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 13 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 14 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |

## 5.2 Configuración M2

| Contactos |    | Relé 1<br>(KA1) | Relé 2<br>(KA2) | Relé 3<br>(KA3) | Relé 4<br>(KA4) | Relé 5<br>(KA5) | Relé 6<br>(KA6) |
|-----------|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|           | 1  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 2  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 3  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 4  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 5  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 6  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 7  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 8  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 9  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 10 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 11 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 12 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 13 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 14 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |

## 5.3 Configuración Paralelo

| Contactos |    | Relé 1<br>(KA1) | Relé 2<br>(KA2) | Relé 3<br>(KA3) | Relé 4<br>(KA4) | Relé 5<br>(KA5) | Relé 6<br>(KA6) |
|-----------|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|           | 1  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 2  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 3  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 4  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 5  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 6  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 7  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 8  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 9  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 10 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 11 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 12 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 13 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 14 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |

## 5.4 Configuración Serie

| Contactos |    | Relé 1<br>(KA1) | Relé 2<br>(KA2) | Relé 3<br>(KA3) | Relé 4<br>(KA4) | Relé 5<br>(KA5) | Relé 6<br>(KA6) |
|-----------|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|           | 1  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 2  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 3  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 4  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 5  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 6  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 7  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 8  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 9  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 10 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 11 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 12 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 13 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|           | 14 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |

## 5.5 Determinar el consumo de corriente en cada una de las configuraciones

Conociendo los elementos que se accionan para permitir las diferentes configuraciones del banco de pruebas calcular el consumo de corriente del sistema de control de mando (correspondiente a reles, luces piloto, contactores y electroválvulas).

Para ello utilizar las siguientes tablas

| Elemento       | Consumo (mA) |
|----------------|--------------|
| Electroválvula | 176          |
| Contactores    | 68           |
| Relé           | 10           |
| Luz Piloto     | 11           |

| Configuración | Consumo (mA) |
|---------------|--------------|
| M1            |              |
| M2            |              |
| PARALELO      |              |
| SERIE         |              |

## **LEVANTAR DIAGRAMAS DE POTENCIA DE LAS MOTOBOMBAS**

- Seguir (y comprobar) las etiquetas asociadas a la motobomba 1 y al cable de alimentación a la red de 110 voltios
- Levantar el Diagrama de Potencia de dicha motobomba
- Seguir (y comprobar) las etiquetas asociadas a la motobomba 2 y al cable de alimentación a la red de 110 voltios
- Levantar el Diagrama de Potencia de dicha motobomba

## **6 PROCEDIMIENTO 2**

### **6.1 Sobrecarga Bombas Centrífugas.**

#### **6.1.1 Configuración M1**

1. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**
2. Conectar el banco de pruebas a 110 voltios.
3. Configuración Manual  
Poner las válvulas manuales en la configuración para que la motobomba 1 opere independientemente, esto es:
  - Abrir totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH4 y FVH9.
  - Cerrar totalmente: FVH5, FVH6, FVH7, FVH8.
  - Girar con la ayuda de un destornillador la perilla del amperaje, correspondiente al relé térmico F1 hasta la indicación de 5.5 amperios.
4. Encender la planta.

En el Panel de control encender la planta esto es:

- Mover hacia el breaker hacia arriba energizando la planta para su funcionamiento.
- Mover la llave selectora hacia la opción ON con lo cual se encenderá la luz piloto roja etiquetada como "OFF" que indica que la planta ya está energizada
- Pulsar el botón "START" con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como ON que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
- Una vez se encienda la luz piloto "ON" pulsar el botón M1

5. Esperar un tiempo de alrededor de 3 minutos hasta que el relé entre en acción y detenga el sistema.
  6. Observar que se prende el piloto de sobrecarga para M1, además de la luz de indicación de sobrecarga del relé térmico.
  7. Transcurrido un tiempo de aproximadamente 3 minutos pulsar el botón reset con lo cual la planta volverá a estar lista para su funcionamiento
  8. Realizar los pasos 1 a 7 girando la perilla del relé con la ayuda de un destornillador, hasta la indicación de 6 amperios, esperando un tiempo de 4 minutos en el paso 5.
  9. Realizar los pasos 1 a 7 girando la perilla del relé con la ayuda de un destornillador, hasta la indicación de 7 amperios, esperando un tiempo de 5 minutos en el paso 5.
- ¿Describe que suceda en la planta, explicando cómo actúa el relé térmico para la protección de la planta?

### 6.1.2 Configuración M2

1. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**
2. Configuración Manual.  
Poner las válvulas manuales en la configuración para que la motobomba 1 opere independientemente, esto es:
  - Abrir totalmente: FVH5, FVH6, FVH4 y FVH9.
  - Cerrar totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH7 y FVH8.
  - Girar la perilla del amperaje correspondiente al relé térmico F2 hasta la indicación de 5.5 amperios.
3. En el Panel de control encender la planta esto es:
  - Pulsar el botón "START" con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como ON que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
  - Una vez se encienda la luz piloto "ON" pulsar el botón M2
4. Esperar un tiempo de alrededor de 3 minutos hasta que el relé entre en acción y detenga el sistema.
5. Observar que se prende el piloto de sobrecarga para M2, además de la luz de indicación de sobrecarga del relé térmico.

6. Transcurrido un tiempo de aproximadamente 3 minutos pulsar el botón reset con lo cual la planta volverá a estar lista para su funcionamiento
7. Realizar los pasos 1 a 7 girando la perilla del relé con la ayuda de un destornillador, hasta la indicación de 6 amperios, esperando un tiempo de 4 minutos en el paso 4.
8. Realizar los pasos 1 a 7 girando la perilla del relé con la ayuda de un destornillador, hasta la indicación de 7 amperios, esperando un tiempo de 5 minutos en el paso 4.

## **7 Hacer:**

Realizar un diagrama de mando con los elementos existentes en la planta.

# **ANEXO B**

## **CARACTERÍSTICAS BOMBA CENTRÍFUGA MODELO 1B-1/4**



# BOMBAS **MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS**

**REF.: línea  
CARACOL**

**1" NPT**



## **USOS**

- Recirculación de agua.
- Bombeo Tanque bajo - Tanque alto.
- Transferencia de líquidos.
- Sistemas de riego (tipo jardín).
- Fuentes.
- Bombeo en general.

## **VENTAJAS**

- Motor mas seguro en el arranque por poseer centrífugo.
- Motor para trabajo continuo.
- Mayor par de arranque. No se pega.
- Mas caudal.
- Servicio muy simple.
- Bajo consumo de energía.



**Desde  
1924**

**IHM**

# BOMBAS MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS

REF.: línea  
CARACOL

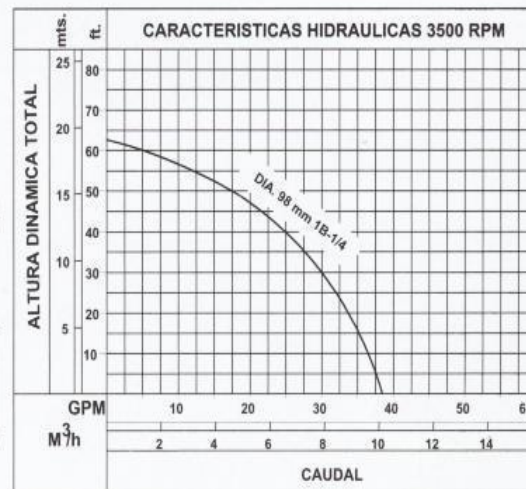
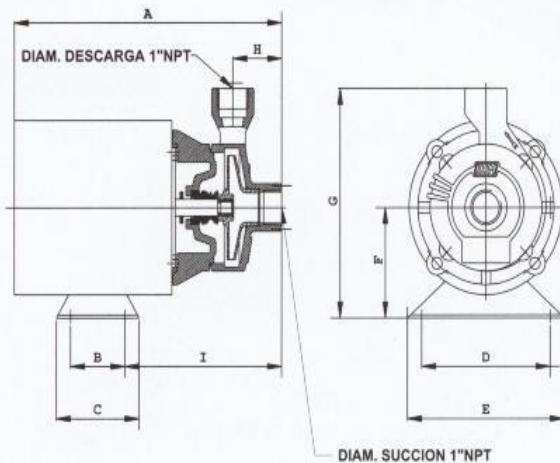
1" NPT

## CARACTERISTICAS DE DISEÑO

- ◆ Carcasa tipo caracol que permite el autoventeo, mejorando el cebado. Permite retirar el motor hacia atrás, facilitando el servicio y sin necesidad de retirar las tuberías de ella.
- ◆ Motor con bobinado extrafuerte. Permite la operación continua para períodos mayores de 8 horas. Arranque seguro con voltajes regulares. No se pega por poseer centrífugo. El eje esta soportado en rodamientos en ambos extremos.
- ◆ Empaque de buna N (caucho especial) reutilizable.
- ◆ Construida en hierro para garantizar resistencia y durabilidad en el montaje y la operación. Rotor en Noryl que ofrece mínimas pérdidas y máxima eficiencia con ahorro de energía, con inserto en bronce que aumenta su durabilidad.

## DIMENSIONES Y CURVAS DE RENDIMIENTO

| MODELO | Succ. X Desc. | HP  | FASES | VOLT | DIMENSIONES EN mm. |     |     |     |     |    |     |    |     | PESO Kg. |
|--------|---------------|-----|-------|------|--------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|----------|
|        |               |     |       |      | A                  | B   | C   | D   | E   | F  | G   | H  | I   |          |
| 1B-1/4 | 1"X1"         | 1/4 | MONOF | 110  | 335                | 100 | 130 | 140 | 174 | 84 | 200 | 52 | 150 | 9.5      |



Distribuido por:

Certificada por:



Calle 18 No. 39B-53. Tel... 368 6911  
Apartado 80049 Bogotá-Colombia



Desde 1924

Ignacio Gómez IHM SA

975160PU

# **ANEXO C**

## **MANUAL DE USUARIO**

# **1 DESCRIPCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS**

El Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas es una plataforma experimental que permite el estudio y la comprensión de los sistemas instrumentados, los diagramas de potencia y los diagramas de mando, así como también el funcionamiento de las bombas Centrífugas y la instrumentación asociada a ellas.

El Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas gracias a la acción de dos motobombas desplaza fluido entre dos tanques plásticos, uno destinado al almacenamiento y otro destinado a la recepción.

El fluido utilizado es agua a temperatura ambiente, éste es succionado por las mencionadas bombas a través de tuberías de 1 pulgada y descargado a través de tuberías de ½ pulgada

En las tuberías se encuentran instaladas 8 válvulas manuales y 3 electroválvulas las cuales restringen o permiten el paso del fluido desde el tanque de almacenamiento hasta el tanque de recepción; abriendo o cerrando secuencialmente dichos instrumentos se configuran 4 trayectorias diferentes por donde se puede mover el fluido.

El encendido y puesta en marcha del Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas se hace mediante una serie de pulsadores ubicados en una caja botónera los cuales energizan y accionan una determinada cantidad de dispositivos eléctricos que ponen en funcionamiento las motobombas y las electroválvulas.

Por último las tuberías tienen instalados 3 manómetros de glicerina capaces de medir rangos de presión de 0 a 100 PSI los cuales están ubicados en las descargas de cada una de las bombas y en la tubería de descarga hacia el tanque de recepción, esto permite determinar la presión de cada una de las bombas independientemente o en su acción conjunta.

Todos los elementos que conforman el Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas están etiquetados bajo dos normas internacionales, dichos elementos componen 2 módulos funcionales en los cuales se puede dividir la plataforma experimental, estos se denominan Circuito Hidráulico y Panel de Control de Mando.

## 1.1 Circuito Hidráulico

El Circuito Hidráulico hace referencia a las tuberías y demás instrumentos hidráulicos por los cuales circula el fluido. En la figura 1 se puede apreciar el circuito hidráulico del Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas, del cual hacen parte también electroválvulas, motobombas y manómetros. Toda la instrumentación asociada a este componente esta etiquetada bajo la norma ISA S5.1.



**Figura 7 Banco de Pruebas Para Bombas Centrífugas.**

A continuación se describen todos y cada uno de los elementos que hacen parte del Circuito Hidráulico del Banco de pruebas para Bombas Centrífugas.

### 1.1.1 Tubería

Material: PVC

Se encuentran instaladas en el Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas tuberías de diferente calibre, para la succión de las bombas se utilizaron tubos de 1 pulgada y para la descarga tubos de ½ pulgada. Cada tramo de tubería está etiquetado mediante la palabra “PIPE” (tubo en inglés) y un número que va desde el 1 hasta el 18 para permitir la identificación de cada sección.

Adicionalmente en cada tubería de succión se instalaron 2 válvulas de pie o cheques, las cuales impiden que el fluido se devuelva después de que las bombas realizan la aspiración. En la figura 2 se aprecian las válvulas mencionadas.

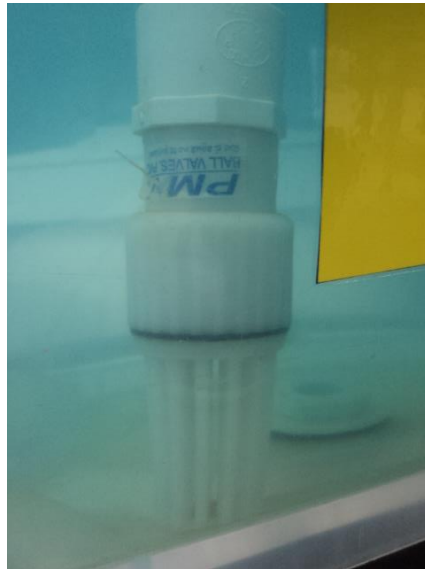


Figura 8 Válvula de Pie.

### 1.1.2 Válvulas Manuales

Las 4 trayectorias que puede recorrer el fluido se establecen a través de 8 válvulas manuales de bola, 5 válvulas metálicas y 3 de pvc.

Dado que la tubería es diferente en la succión y en la descarga, la válvula en la primera tiene un diámetro de 1 pulgada, mientras que en la segunda las 7 válvulas restantes poseen un diámetro de ½ pulgada.

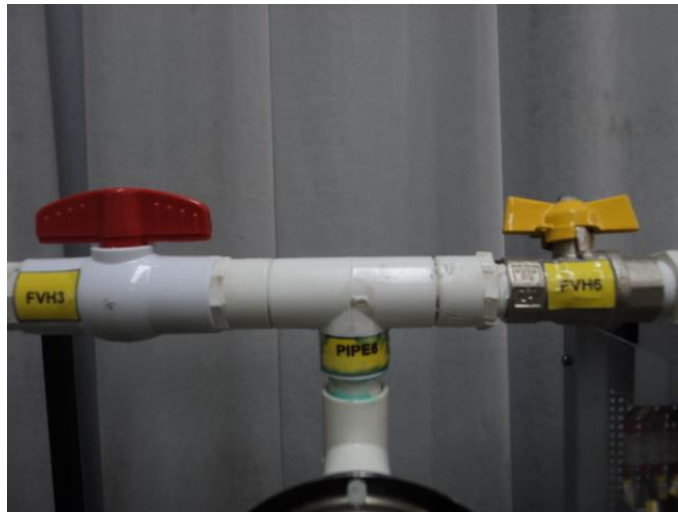
Sus etiquetas basadas en la norma ISA S5.1 se componen de 4 caracteres que indican su función y un orden.

Dichos caracteres se entienden de la siguiente manera.

Válvula manual = FVH1 (válvula manual para paso de flujo)

- F----Está asociada a la variable flujo
- V----- Su función es actuar como válvula
- H-----Es de accionamiento manual
- Número de orden del 1 al 9

En la figura 3 se observan algunas válvulas con sus respectivas etiquetas.



**Figura 9 Válvulas Manuales.**



### 1.1.3 Manómetros

En el Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas están instalados tres manómetros para medir la presión, estos se encuentran ubicados en las descargas de las bombas y en la tubería final.

Sus etiquetas basadas en la norma ISA S5.1 se componen de 3 caracteres que indican su función y un orden.

Dichos caracteres se entienden de la siguiente manera.

Manómetro = PI1 (elemento indicador de presión)

- P---- Está asociada a la variable presión
- I----- Su función es actuar como indicador
- Número de orden del 1 al 3

En la figura 4 se observan los 3 manómetros y su conexión.

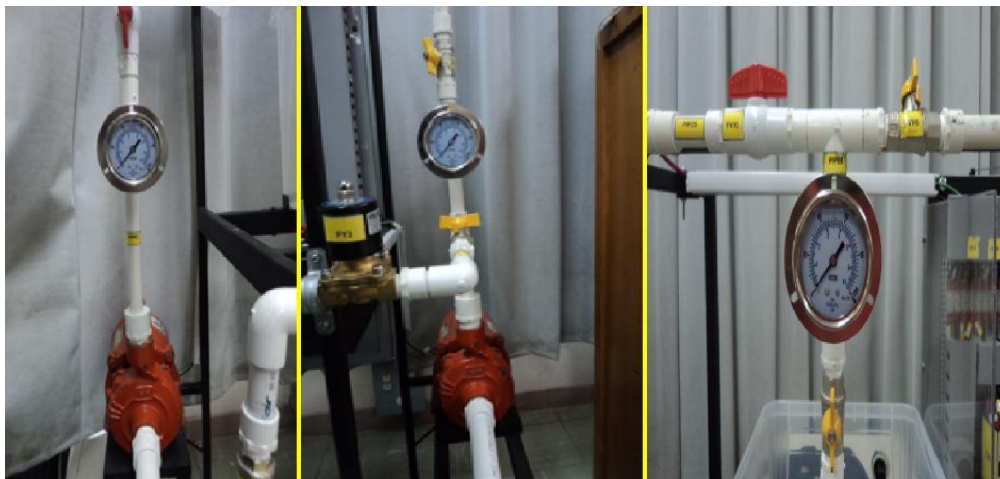


Figura 10 Manómetros P1, P2 y P3 respectivamente.

Las características de los manómetros se detallan a continuación.



- **Presión:** 0 a 100 psi
- **Temperatura:** 0 a 60 °C
- **Material:** Acrílico
- **Conexión:** ¼ de pulgada
- **Fabricante:** FTB

Para conectar los manómetros a la tubería se hizo una adaptación mediante un buje reductor metálico de ½ a ¼ de pulgada en el cual se insertó cada manómetro para luego ser unido a la tubería con una Tee rosada de pvc de ½ pulgada.

#### 1.1.4 Electroválvulas

Las electroválvulas se accionan mediante corriente eléctrica y establecen o inhiben el paso de flujo a través de las tuberías.

Sus etiquetas basadas en la norma ISA S5.1 se componen de 3 caracteres que indican su función y un orden.

Dichos caracteres se entienden de la siguiente manera.

Electroválvula= FY1 (electroválvula para paso de flujo)

- F----Está asociada a la variable flujo
- Y-----Carácter libremente asignado que indica válvula de accionamiento eléctrico
- Número de orden del 1 al 3

Las electroválvulas instaladas en el Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas son electroválvulas para uso general fabricadas por la empresa EBCHQ y sus características se mencionan a continuación.

- **Conexión:** ½ pulgada
- **Voltaje:** 110 Voltios
- **Presión:** 0 a 99 PSI
- **Temperatura:** 5 a 80°C

- **Apertura:** 0 a 100%
- **Modelo:**2W-160-15

En la figura 5 se observan las 3 electroválvulas y su conexión.



**Figura 11 Electroválvulas FY1, FY2, FY3 respectivamente.**

### 1.1.5 Motobombas

Las motobombas son máquinas hidráulicas accionadas eléctricamente que desplazan el fluido desde el tanque de almacenamiento hasta el tanque de recepción. En total se encuentran instaladas 2 en el Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas.

Sus etiquetas basadas en la norma ISA S5.1 se componen de 3 caracteres que indican su función y un orden.

Dichos caracteres se entienden de la siguiente manera.

Motobomba=JN1 (bomba de potencia)

- J----Está asociada a la variable potencia
- N----Carácter libremente asignado que identifica el instrumento como una bomba hidráulica
- Número de orden del 1 al 2

Las bombas utilizadas son fabricadas por la empresa Ignacio Gómez IHM S.A. y tienen las siguientes características:

- **Diámetro de succión y descarga:** 1 pulgada
- **Potencia:** 0.25 HP
- **Frecuencia:** 60Hz
- **Voltaje:** 115 Voltios
- **Corriente:** 7.8 Amperios
- **Revoluciones:** 3450 R.P.M
- **Modelo:** 1B-1/4
- **Fases:** Monofásico
- **Peso:** 9.5 kg
- **Caudal máximo:** 38 GPM
- **Altura dinámica máxima:** 18 metros

En la figura 6 se observan las 2 motobombas y su conexión.

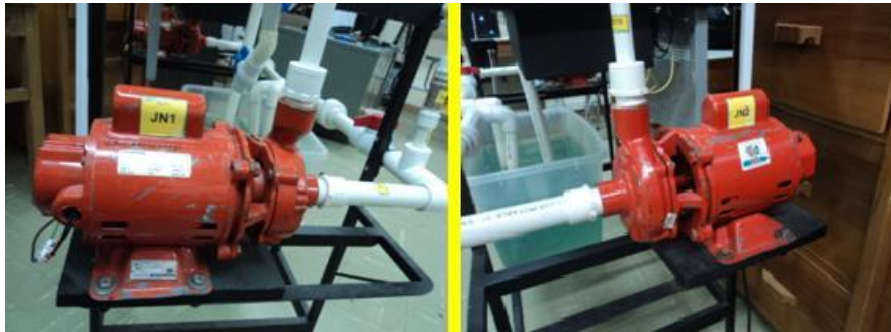


Figura 12 Motobombas JN1 y JN2 respectivamente.

#### 1.1.6 Sensores Mecánicos

Se encuentran instalados en el tanque de recepción, 3 sensores de nivel de tipo discreto, los cuales están ubicados a 3 alturas diferentes de manera que se activan uno después del otro cuando el nivel del agua sobrepasa cada altura.

Los sensores poseen una extensión móvil que normalmente se encuentra inclinada en 45 grados hacia abajo la cual se desplaza hacia una posición totalmente horizontal a medida

que el agua sube. Una vez alcanzada esta posición horizontal, el sensor permite el paso de corriente hacia los dispositivos luminosos que indican el nivel alcanzado.

Sus etiquetas basadas en la norma ISA S5.1 se componen de 3 caracteres que indican su función.

Dichos caracteres se entienden de la siguiente manera.

Sensor de nivel bajo=LEL

- L----- Está asociado a la variable nivel (level).
- E-----Su función es medir.
- L-----Mide un nivel bajo (low).

Sensor de nivel Medio=LEM

- L----- Está asociado a la variable nivel (level).
- E-----Su función es medir.
- M-----Mide un nivel medio (médium).

Sensor de nivel alto=LEH

L----- Está asociado a la variable nivel (level).

E-----Su función es medir.

H-----Mide un nivel alto (High).

El voltaje y corriente soportados por los sensores son 12 voltios DC y 0.5 amperios respectivamente.

En la figura 7 se observan los 3 sensores instalados en el tanque de recepción.



**Figura 13 Sensores.**

### **1.1.7 Estructura**

Para soportar toda la instrumentación, el Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas tiene una estructura metálica con barras de aluminio de  $\frac{1}{2}$  pulgada, está permite además desplazar la planta hacia prácticamente cualquier lugar, gracias a los deslizadores ubicados en su base.

La figura 8 muestra la estructura del Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas diseñada en el software Solid Edge.

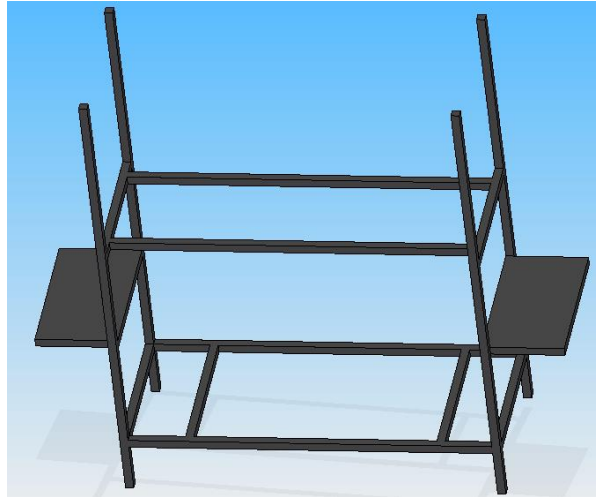


Figura 14 Estructura.

### 1.1.8 Tanques

Existen dos tanques instalados en el Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas, el primero denominado X1 situado en el extremo inferior de la estructura el cual se encarga de almacenar fluido y abastecer al tanque denominado X2 ubicado en el extremo superior de la estructura, este último llenado por acción de las motobombas.

El tanque X1 es un recipiente plástico transparente de 1,85 kg de peso con una capacidad máxima de 40 litros; se le han acondicionado una válvula de desagüe en el fondo y 4 pestañas metálicas removibles para asegurarlo a la estructura.

Las medidas de dicho tanque se especifican a continuación.

- **Largo:** 45 cm
- **Alto:** 35 cm
- **Ancho:** 25 cm

El tanque X2 es un recipiente plástico transparente de 0,8 kg de peso con una capacidad máxima de 27 litros. Dado que el llenado de este tanque ocurre en un tiempo bastante corto, el desagüe del mismo debe tener una capacidad equivalente, por ello se ha instalado en el fondo del tanque una tubería de desagüe de 1 pulgada; se ha instalado

además, una tubería de rebosadero con el fin de ayudar a evacuar el fluido del tanque cuando intente sobrepasar la capacidad del mismo.

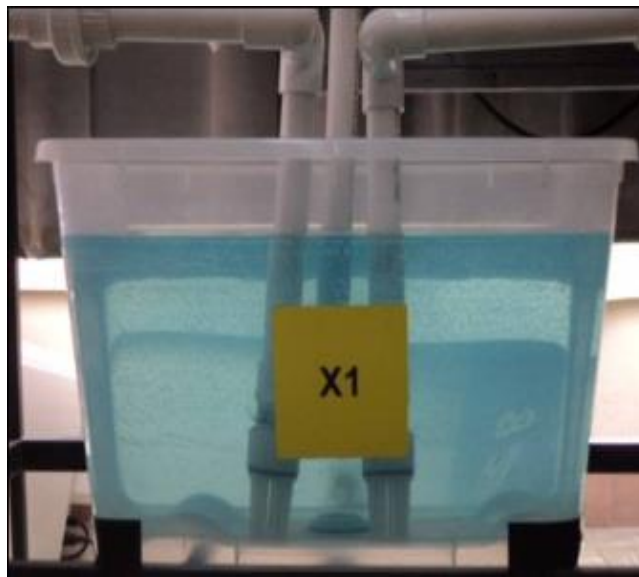
Ubicados en la parte posterior del recipiente se encuentran 3 sensores de nivel discretos, los cuales determinan un nivel bajo, medio o alto, dichos sensores están situados a 6, 15 y 24 cm respectivamente, esta altura es tomada desde el fondo.

Adicionalmente se ha adherido al tanque de recepción X2 una tabla numerada del 1 al 29 y del 0.08 al 22.55302; los primeros valores indican la altura en centímetros y los segundos el volumen en litros, esto con el fin de poder tener una medida de nivel a medida que el tanque se va llenando.

Las medidas del tanque de recepción X2 se especifican a continuación.

- **Largo:** 32 cm
- **Alto:** 32 cm
- **Ancho:** 24 cm

Las figuras 9 y 10 muestran en su orden los tanques X1 y X2.



**Figura 15 Tanque de Almacenamiento X1.**



**Figura 16 Tanque de Recepción X2.**

Las etiquetas de los tanques basadas en la norma ISA S5.1 se componen de 2 caracteres que indican su función y su número de orden.

Dichos caracteres se entienden de la siguiente manera.

Tanque =X1 (Tanque de almacenamiento)

- X----- carácter libremente asignado que identifica al instrumento como un tanque de almacenamiento
- Número de orden del y al 2

## **1.2 Panel de Control de Mando**

La lógica que gobierna el accionamiento de cada uno de los instrumentos eléctricos del Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas se realiza mediante una serie de relés y contactores dispuestos en un Panel de Control de Mando, el cual se encuentra instalado en el extremo derecho de la estructura que soporta la instrumentación.

En la figura 11 se observa el Panel de Control de Mando.





**Figura 17 Panel de Control de Mando.**

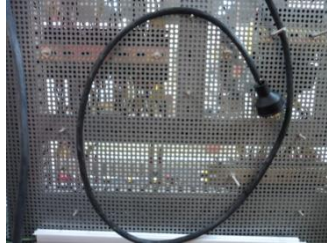



El etiquetado de la instrumentación eléctrica está basado en la norma IEC 1082-1 la cual define y fomenta los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificar los aparatos, diseñar los esquemas y realizar los equipos eléctricos.

El significado de la nomenclatura se describe a continuación.

- **KM**=Contactor de potencia
- **F**=Elemento de protección
- **KA**=Relé electromecánico
- **JB+letra+número**=Bornera
- **H**=Dispositivos luminosos de señalización
- **M**=Motores
- **S**=Pulsadores, interruptores
- **Y**=Aparatos mecánicos accionados eléctricamente, electroválvulas, electroimanes, frenos, embragues, etc.

A todos los instrumentos se les asigna además un número de orden el cual varía dependiendo de la cantidad de elementos del mismo tipo que existan en el Panel, exceptuando las borneras.

La tabla 1 describe todos los elementos dispuestos en el Panel de Control de Mando así como sus etiquetas o tags.

| Elemento                    | Descripción   | Tag       | Datos Técnicos   | Imagen  |
|-----------------------------|---|-----------|--|---|
| Cable<br>110<br>voltios     | Cable que conectado a una red de 110 voltios es capaz de energizar los dispositivos eléctricos del Circuito Hidráulico y el Panel de Control de Mando | No aplica | Cable encauchetado de calibre 12 para tomacorriente                    |    |
| Breaker                     | Aparato capaz de interrumpir la corriente hacia el sistema de control de mando protegiéndolo contra posibles sobrecargas                              | F3        | -120 Voltios<br>-3 Amperios  |  |
| Contactor<br>de<br>potencia | Elemento que hace las veces de interruptor, permite o inhibe el paso de corriente hacia cada motobomba haciendo que estas se activen.                 | KM        | -12 Amperios<br>-220 Voltios<br>-AC3<br>TRIPOLAR<br>-NC1-1210<br>CHINT |  |
| Relé Térmico                | Elemento de protección, si la motobomba pide más corriente, este relé corta automáticamente el paso de corriente hacia la misma.                      | F1,F2     | -5.5 a 8 Amperios<br>-NR2-25<br>CHINT                                  |  |




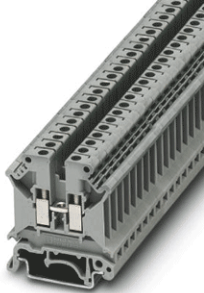


|                      |   |            |  |   |
|----------------------|---|------------|--|---|
| Relé Electromecánico | Instrumento que permite conmutar las señales de entrada y salida para accionar los circuitos de control de mando.                 | KA         | -14 pines<br>-5 amperios<br>-110 voltios |    |
| Base Relé            | Base en la cual van montados los relés electromecánicos   | No aplica  | -14 pines                                |    |
| Bornera blanca       | Instrumento que permite la conexión entre los diferentes puntos eléctricos.   | JB "X" (x) | Bornera plástica transparente            |    |
| Bornera gris         | Instrumento que permite la conexión entre los diferentes puntos eléctricos.   | JB "X" (x) | Bornera plástica gris                    |   |
| Cable                | Cable que conduce la electricidad a través de todos los elementos eléctricos del Banco de Pruebas                                 | No aplica  | Cable vehicular de calibre 18            |  |
| Canaleta             | Ductos que ayudan a proteger el cableado contra interferencias electromagnéticas, además ayudan a organizar el sistema de cables. | No aplica  | Canaleta Industrial                      |  |

Tabla 3 Descripción de Instrumentos del Panel de Control de Mando

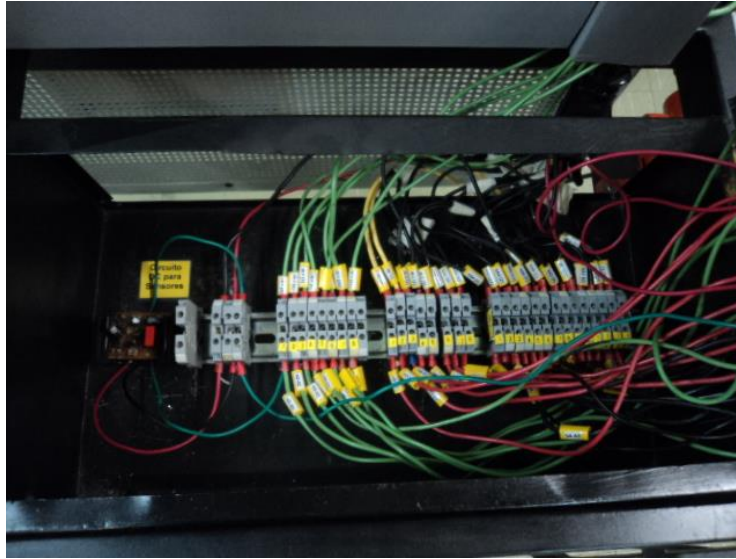
Hace parte del Panel de Control de Mando una Caja Botonera, en la cual se encuentran dispuestos los pulsadores que activan las motobombas y las electroválvulas que permiten establecer las diferentes trayectorias que puede recorrer el fluido en el Banco de Pruebas para Bombas Centrifugas; también se encuentran instalados en la Caja Botonera los pilotos luminosos que indican los estados de los instrumentos.

La instrumentación anteriormente mencionada se encuentra cableada por dentro de la Caja Botonera hacia el Panel de Control de Mando, para acceder al cableado solo es necesario levantar la tapa.

Las figuras 12 y 13 muestran la Caja Botonera y el cableado al interior respectivamente.



**Figura 18 Caja Botonera**






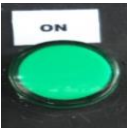





**Figura 19 Cableado al Interior de la Caja Botonera**

La nomenclatura basada en la norma IEC 1082-1 para los pulsadores y luces piloto de la Caja Botonera, así como su conexión se describe en la tabla 2.









| Tipo                | Instrumento     | Tag | Conexión Entrada | Conexión Salida |
|---------------------|-----------------|-----|------------------|-----------------|
| <b>Luces Piloto</b> | ON              | H1  | X1-linea         | X2-neutro       |
|                     | OFF             | H2  | X1-linea         | X2-neutro       |
|                     | PARALLEL        | H3  | X1-linea         | X2-neutro       |
|                     | SERIES          | H4  | X1-linea         | X2-neutro       |
|                     | M1              | H5  | X1-linea         | X2-neutro       |
|                     | M2              | H6  | X1-linea         | X2-neutro       |
|                     | OVERLOAD 1      | H7  | X1-linea         | X2-neutro       |
|                     | OVERLOAD 2      | H8  | X1-linea         | X2-neutro       |
| <b>Pulsadores</b>   | LLAVE SELECTORA | S1  | A3               | A4              |
|                     | START           | S2  | A4               | A3              |
|                     | STOP            | S3  | A2               | A1              |
|                     | PARALLEL        | S4  | A3               | A4              |
|                     | SERIES          | S5  | A3               | A4              |
|                     | M1              | S6  | A3               | A4              |
|                     | M2              | S7  | A3               | A4              |


**Tabla 4 Nomenclatura y conexión de Pulsadores y Luces Piloto.**

La descripción técnica y funcional de los elementos de la Caja Botonera se puede observar en la tabla 3.

| Elemento           | Descripción  | Datos Técnicos         | Imagen  |
|--------------------|--|------------------------|---|
| Piloto Nivel Bajo  | Señal luminosa que indica que el agua del Tanque 2 está en un nivel bajo             | -110 Voltios<br>-10 mA |    |
| Piloto Nivel Medio | Señal luminosa que indica que el agua del Tanque 2 está en un nivel medio            | -110 Voltios<br>-10 mA |    |
| Piloto Nivel Alto  | Señal luminosa que indica que el agua del Tanque 2 está en un nivel alto             | -110 Voltios<br>-10 mA |    |
| Piloto ON          | Señal luminosa que indica que la planta está lista para trabajar                     | -110 Voltios<br>-10 mA |    |
| Piloto OFF         | Señal luminosa que indica que la planta está energizada                              | -110 Voltios<br>-10 mA |   |
| Piloto Parallel    | Señal luminosa que indica que la planta está trabajando en configuración de Paralelo | -110 Voltios<br>-10 mA |  |
| Piloto Series      | Señal luminosa que indica que la planta está trabajando en configuración de Serie    | -110 Voltios<br>-10 mA |  |
| Piloto M1          | Señal luminosa que indica que la planta está trabajando con la Motobomba 1           | -110 Voltios<br>-10 mA |  |
| Piloto M2          | Señal luminosa que indica que la planta está trabajando con la Motobomba 2           | -110 Voltios<br>-10 mA |  |



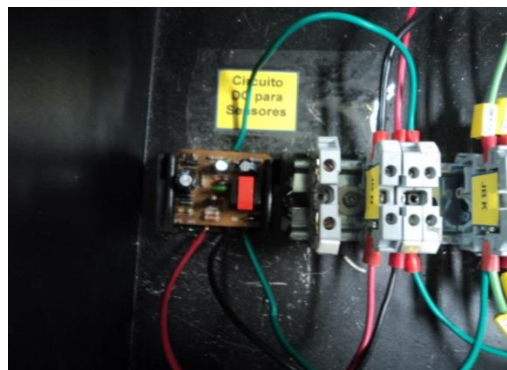
|                  |   |   |   |
|------------------|---|---|---|
| Piloto Overload1 | Señal luminosa que indica que la Motobomba 1 ha sufrido una sobrecarga de corriente | -110 Voltios<br>-10 mA  |    |
| Piloto Overload2 | Señal luminosa que indica que la Motobomba 2 ha sufrido una sobrecarga de corriente | -110 Voltios<br>-10 mA  |    |
| Llave Selectora  | Llave que permite energizar la planta, tiene dos estados, ON y OFF.                 | -22 mm<br>-3 posiciones<br>-EBCHQ<br>-110 Voltios                     |    |
| Botón Start      | Prepara la planta para que pueda funcionar.   | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Abierto<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |    |
| Botón Stop       | Pulsador que permite parar el funcionamiento de la planta                           | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Cerrado<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |   |
| Botón Parallel   | Pulsador que permite que la planta trabaje en configuración de paralelo             | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Abierto<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |  |
| Botón Series     | Pulsador que permite que la planta trabaje en configuración de Serie                | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Abierto<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |  |
| Botón M1         | Pulsador que permite que la planta trabaje solamente con la Motobomba 1             | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Abierto<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |  |

|          |   |   |   |
|----------|---|---|---|
| Botón M2 | Pulsador que permite que la planta trabaje solamente con la Motobomba 2 | -22 mm<br>-Plástico<br>-Normalmente Abierto<br>-110 Voltios<br>-EBCHQ |  |
|----------|---|---|---|

**Tabla 5 Descripción pulsadores y Luces Piloto.**

Las luces piloto asociadas a la indicación de nivel del tanque de recepción X2 están conectadas a un circuito diferente al del Panel de Control de Mando; dicho circuito reduce el voltaje de 110 voltios AC a 12 voltios DC y se conecta a las luces piloto por medio de una bornera denominada JB N.

La figura 14 muestra el circuito de reducción de voltaje de las luces piloto para indicación de nivel ubicado dentro de la Caja Botonera.



**Figura 20 Circuito Reductor de Voltaje para Luces Piloto.**

## 2 TRAYECTORIAS

El Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas permite generar 4 trayectorias o configuraciones diferentes para que el fluido sea transportado desde el tanque de almacenamiento X1 hasta el tanque de recepción X2. Dichas trayectorias y su puesta en funcionamiento se describen a continuación.

Antes de empezar se debe conectar el Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas a una red de 110 voltios y mover hacia arriba el Breaker etiquetado como F3.



## 2.1 Trayectoria Bomba 1 Independiente

10. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**

11. Abrir totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desagüe del TANQUE X2.

12. Configuración manual.

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo de la motobomba 1, esto es:

- Abrir totalmente: FVH1, FVH2, FVH3 y FVH4.
- Cerrar totalmente: FVH7, FVH8, FVH5 y FVH6.

13. Encender la planta desde la botonera:

- Mover la llave selectora hacia la opción “ON” con lo cual se encenderá la luz piloto roja etiquetada como “OFF” que indica que la planta ya está energizada.
- Pulsar el botón “START” con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como “ON” que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
- Una vez se encienda la luz piloto “ON” pulsar el botón M1 con lo cual la planta empezará a funcionar, observe que el piloto M1 de color amarillo se encenderá indicando que la motobomba 1 (JN1) está encendida.
- Para detener se debe pulsar el botón “STOP”.

El recorrido realizado por el fluido a través de las tuberías en esta configuración se muestra en la figura 15.

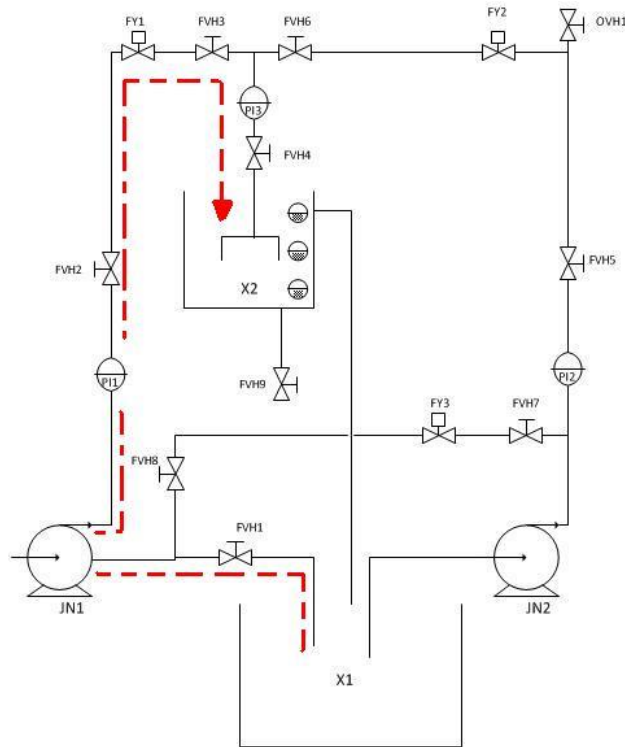


Figura 21 Trayectoria Configuración Bomba 1 Independiente

## 2.2 Trayectoria Bomba 2 Independiente

10. **ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE.**

11. Abrir totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desague del TANQUE X2.

12. Configuración manual.

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo de la motobomba 2, esto es:

- Abrir totalmente: FVH5, FVH6 y FVH4.
- Cerrar totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH7 y FVH8.

13. Encender la planta desde la botonera:

- Mover la llave selectora hacia la opción “ON” con lo cual se encenderá la luz piloto roja etiqueda como “OFF” que indica que la planta ya está energizada.

- Pulsar el botón “START” con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como “ON” que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
- Una vez se encienda la luz piloto “ON” pulsar el botón M2 con lo cual la planta empezará a funcionar, observe que el piloto M2 de color amarillo se encenderá indicando que la motobomba 2 (JN2) está encendida.
- Para detener se debe pulsar el botón “STOP”.

El recorrido realizado por el fluido a través de las tuberías en esta configuración se muestra en la figura 16.

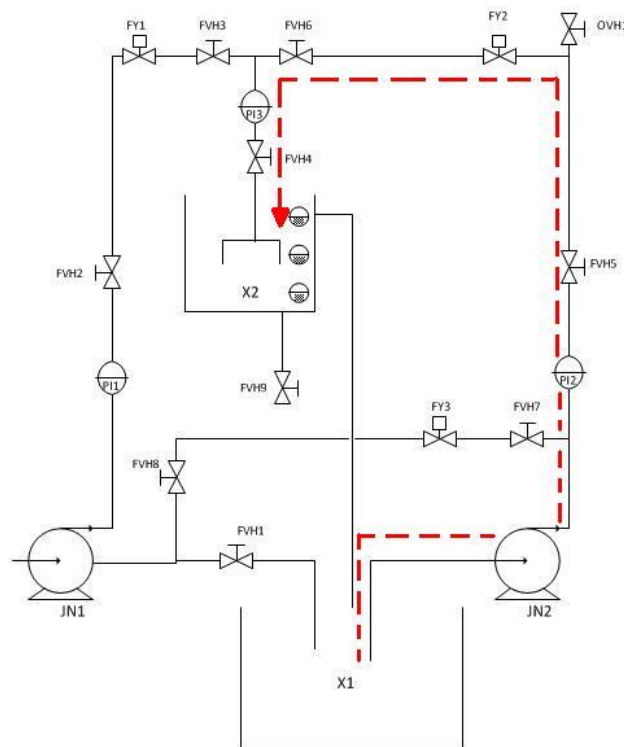


Figura 22 Trayectoria Configuración Bomba 2 Independiente.

### 2.3 Trayectoria Bombas en Serie

10. ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE

11. Abrir totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desagüe del TANQUE X2.

12. Configuración manual.

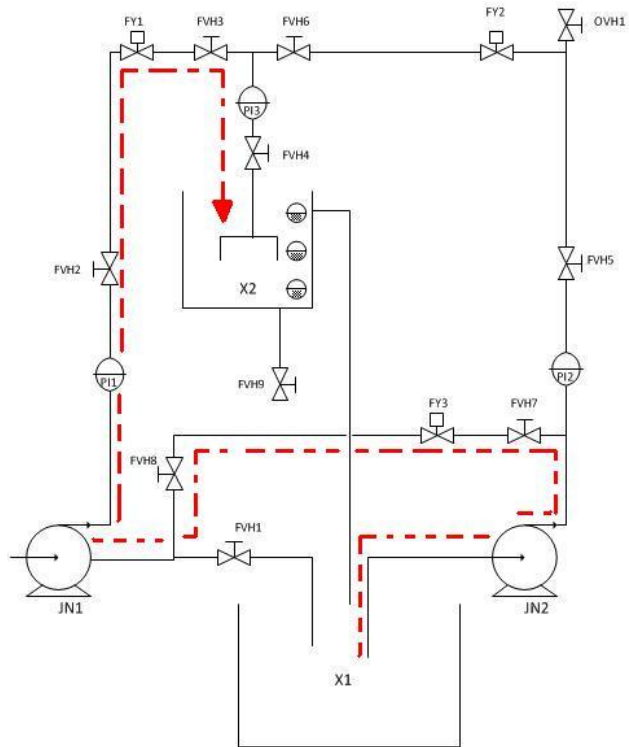
Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo de la motobomba 2, esto es:

- Abrir totalmente: FVH2, FVH3, FVH4, FVH7 y FVH8
- Cerrar totalmente: FVH1, FVH5 y FVH6.

13. Encender la planta desde la botonera:

- Mover la llave selectora hacia la opción "ON" con lo cual se encenderá la luz piloto roja etiquetada como "OFF" que indica que la planta ya está energizada.
- Pulsar el botón "START" con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como "ON" que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
- Una vez se encienda la luz piloto "ON" pulsar el botón "SERIES" con lo cual la planta empezará a funcionar, observe que los pilotos M1, M2 Y SERIES de color amarillo se encenderán indicando que las 2 motobombas están activas y que la configuración actual es serie.
- Para detener se debe pulsar el botón "STOP".

El recorrido realizado por el fluido a través de las tuberías en esta configuración se muestra en la figura 17.



**Figura 23 Trayectoria Configuración Bombas en Serie.**

## 2.4 Trayectoria Bombas en Paralelo

**10. ASEGURARSE QUE LA VÁLVULA DE PURGA (OVH1) ESTE CERRADA TOTALMENTE**

11. Abrir totalmente la válvula manual FVH9 que corresponde al desague del TANQUE X2.

12. Configuración manual.

Manipular las válvulas manuales para obtener la configuración de trabajo en paralelo, esto es:

- Abrir totalmente: FVH1, FVH2, FVH3, FVH4, FVH5 y FVH6.
- Cerrar totalmente: FVH7 y FVH8.

13. Encender la planta desde la botonera:

- Mover la llave selectora hacia la opción "ON" con lo cual se encenderá la luz piloto roja etiqueda como "OFF" que indica que la planta ya está energizada.

- Pulsar el botón “START” con lo cual se encenderá la luz piloto verde etiquetada como “ON” que indica que el Banco de Pruebas ya está listo para empezar.
- Una vez se encienda la luz piloto “ON” pulsar el botón “PARALLEL” con lo cual la planta empezará a funcionar, observe que los pilotos M1,M2 Y PARALLEL de color amarillo se encenderán indicando que las 2 motobombas estan activas y que la configuración actual es paralelo.
- Para detener se debe pulsar el botón “STOP”.

El recorrido realizado por el fluido a través de las tuberías en esta configuración se muestra en la figura 18.

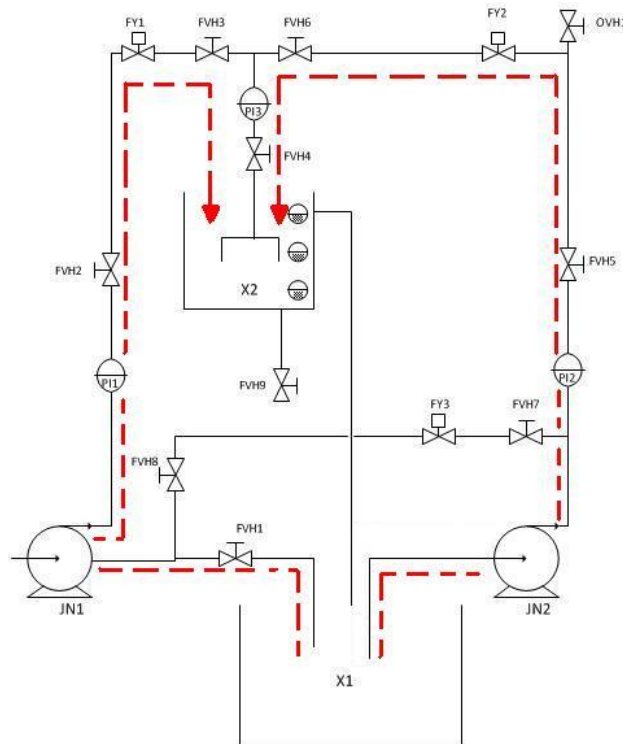


Figura 24 Trayectoria Configuración Bombas en Paralelo.

### 3 PURGA O CEBADO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

Para que una bomba Centrífuga funcione correctamente necesita estar llena de fluido incompresible, es decir de un líquido.

La purga o cebado de una bomba consiste en llenar de líquido la tubería de succión de la misma y su carcasa evitando que queden bolsas de aire para que el fluido pueda ser aspirado.

El Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas posee una válvula manual etiquetada como OVH1 mediante la cual se puede cebar la bomba JN2. Dicha válvula se observa en la figura 19.



**Figura 25 Válvula de Purga OVH1.**

Para cebar la motobomba JN2 se deben abrir completamente las válvulas manuales OVH1 y FVH5, posteriormente se vierte el fluido a través del agujero dejado por la válvula OVH1, de manera que la carcasa de la motobomba y su tubería de aspiración se llenen totalmente; una vez terminado el proceso cerrar completamente la válvula de purga OVH1.

Para cebar la motobomba JN1 basta con activar la configuración en serie manipulando las válvulas y los pulsadores de la Caja Botonera.

## **4 LAVADO DE TANQUES Y MANTENIMIENTO**

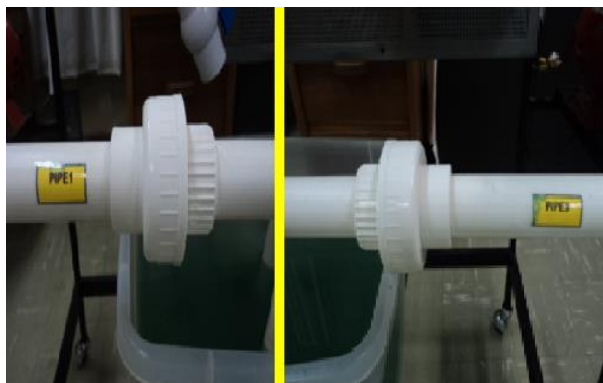
Para lavar los tanques es necesario limpiar previamente el tanque de recepción X2 y posteriormente el tanque de almacenamiento X1; primero se debe abrir completamente la

válvula manual FVH9 y una vez abierta se procede a limpiar el tanque de recepción X2 con agua, jabón y detergente no corrosivo. Asegurarse de que al finalizar no quede rastros de jabón o espuma.

Para lavar el tanque X1 es necesario separarlo de la estructura del Banco de Pruebas para Bombas Centrífugas para lo cual se deben seguir las siguientes instrucciones.

1. Retirar la tubería de rebosadero del tanque de recepción X2 etiquetada como PIPE17 desatornillando la agarradera que lo une a la estructura.
2. Retirar los ductos de aspiración de las motobombas JN1 y JN2 desenroscando las uniones universales instaladas en cada uno de ellos.
3. Extraer el tanque y vaciarlo abriendo totalmente la válvula manual ubicada en el fondo del mismo.
4. Lavar el tanque con esponja, agua y con cualquier detergente o jabón para ropa o pisos que no sea corrosivo.
5. Ubicar el tanque en la posición en la que se encontraba. Dado el caso que no quepa, desatornillar las pestañas que lo aseguran, ubicarlo y volverlas a atornillar.
6. Instalar nuevamente las tuberías de desagüe y aspiración.
7. Llenar de agua el tanque hasta un 90% de su capacidad.

Las uniones universales se muestran en la figura 20, estas van asociadas a las tuberías PIPE1 y PIPE9.



**Figura 26 Uniones Universales.**



# **ANEXO D**

## **DIAGRAMAS Y PLANOS**

A continuación se adjuntan los diagramas de lazo, potencia, control de mando y P&ID. Dado que se han etiquetado los instrumentos bajo dos normas internacionales diferentes, existen elementos que se identifican con diferentes simbologías dependiendo de la norma, este es el caso de las electroválvulas y las bombas Centrífugas.

La simbología y terminología usada por cada norma es descrita por las tablas 1 y 2. g



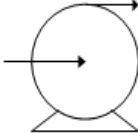
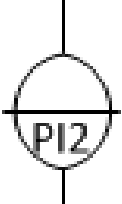
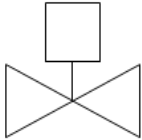

| INSTRUMENTO              | TAG                              | SIMBOLO   |
|--------------------------|----------------------------------|---|
| Tanque de Almacenamiento | X + Número de orden              |    |
| Válvula Manual           | FVH + Número de Orden            |    |
| Bomba Centrífuga         | JN + Número de Orden             |  |
| Manómetro                | PI + Número de Orden             |  |
| Electroválvula           | FY+ Número de Orden              |  |
| Sensor de Nivel          | LE + L,M o H (low, médium, high) |  |

Tabla 1 Simbología ISA S5.1 Diagrama P&ID

| Elemento   | Tag | Símbolo |
|--|-----|---------|
| Contactador  | KM  |         |
| Elemento de Protección   | F   |         |
| Relé Electromecánico   | KA  |         |
| Dispositivo luminoso de señalización                           | H   |         |
| Motores  | M   |         |
| Pulsadores   | S   |         |
| Aparatos mecánicos accionados eléctricamente (electroválvulas) | Y   |         |
| Línea de Alimentación  | L   |         |
| Línea de Neutro  | N   |         |

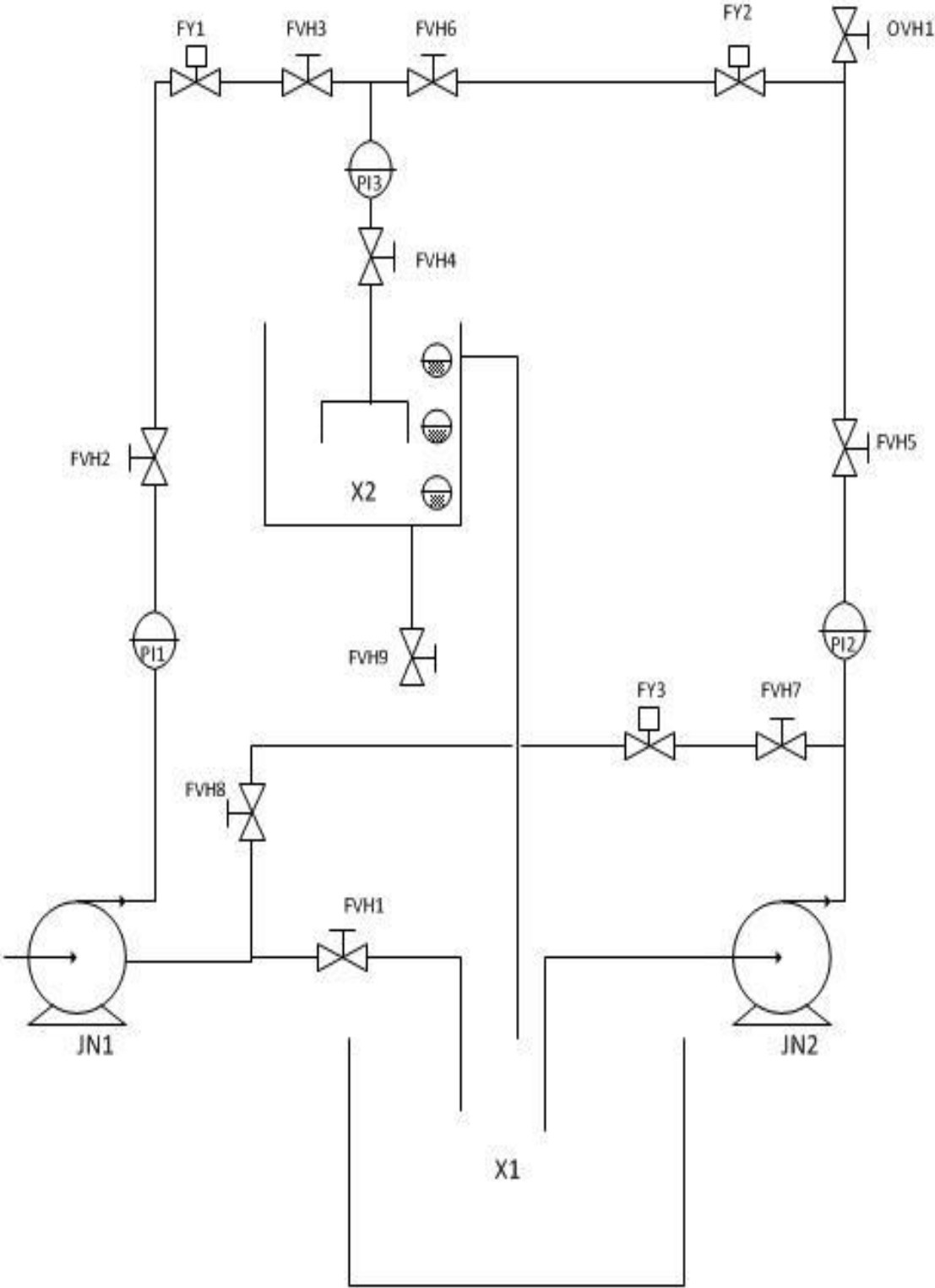
Tabla 2 Simbología IEC 1082-1 Diagrama de Potencia, Control de Mando y de Lazo.

Los diagramas se han realizado mediante diferentes software a continuación se especifica cada uno.

- Diagrama P&ID: Microsoft Office Visio 2010
- Diagrama Circuito de Potencia: Automation Studio 5.0
- Diagrama de Lazo del Circuito de Potencia: Microsoft Office Visio 2010
- Diagrama Circuito de Control de Mando: Automation Studio 5.0

- Diagrama de Lazo del Circuito de Control de Mando: Microsoft Office Visio 2010

### 1 DIAGRAMA P&ID



## 2 DIAGRAMA DE POTENCIA

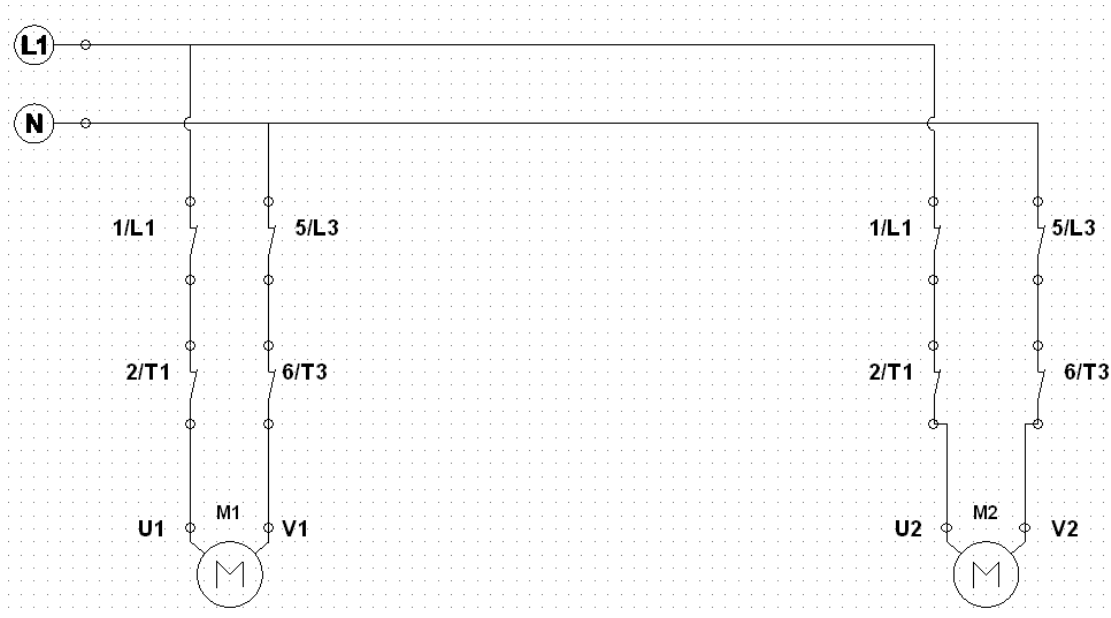


Diagrama Circuito de Potencia.

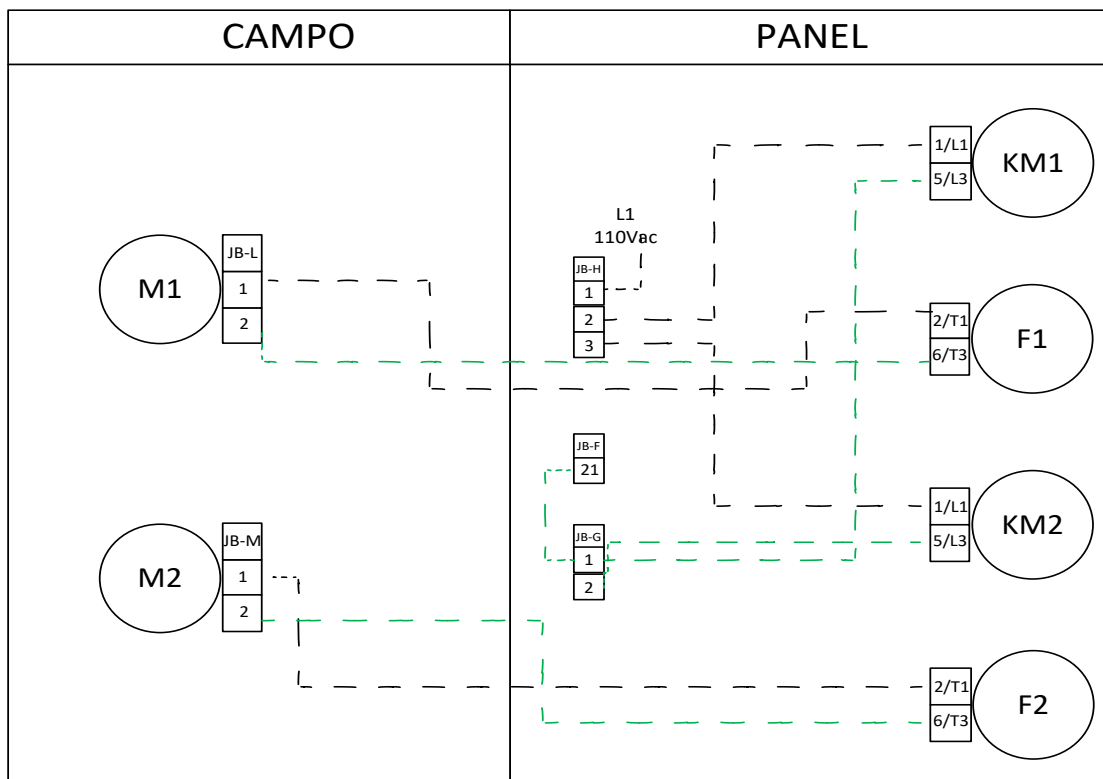
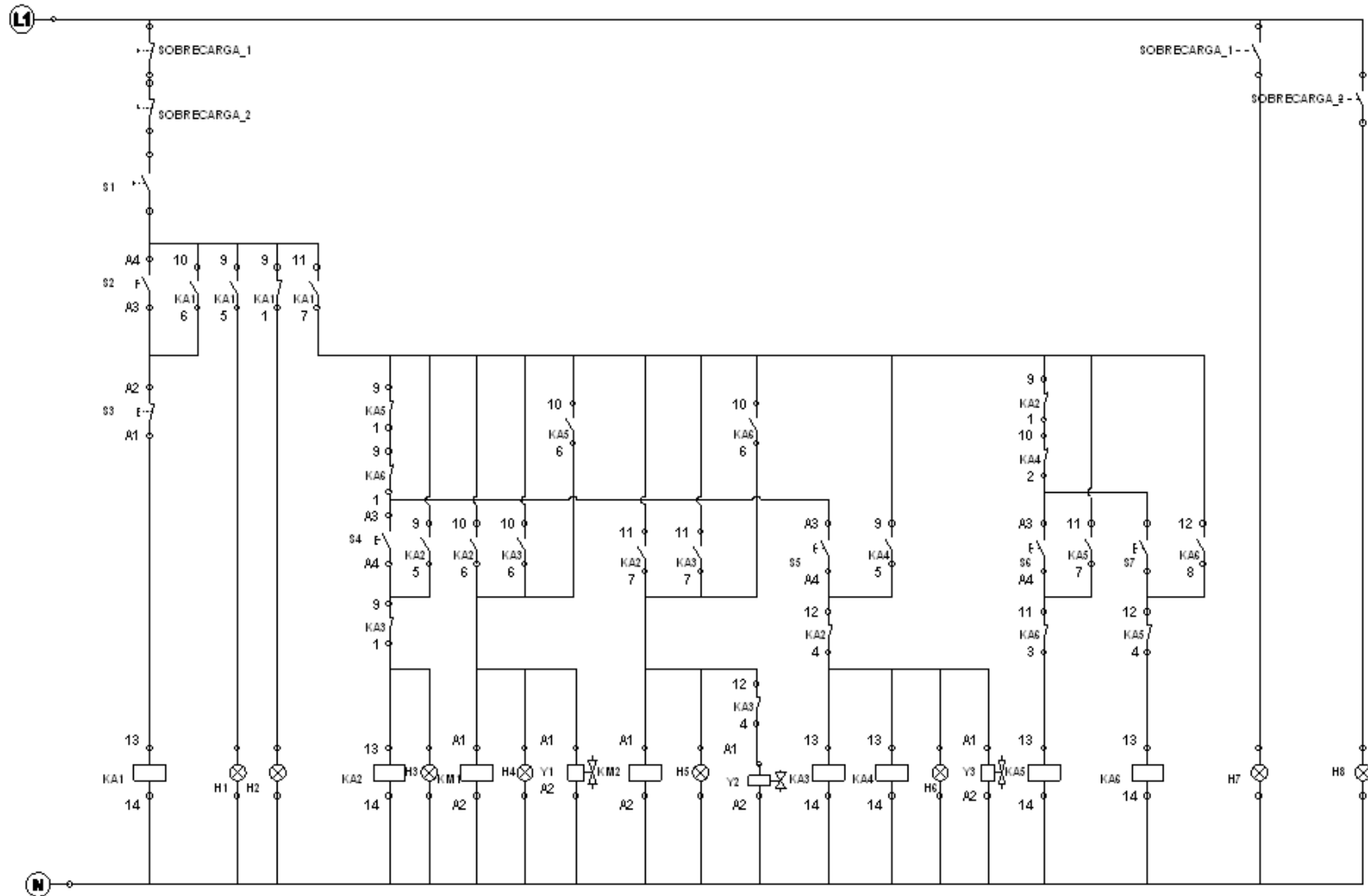


Diagrama de Lazo del Circuito de Potencia.

### 3 DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE CONTROL DE MANDO



Circuito de Control de Mando.

## **4 DIAGRAMA DE LAZO**

El Diagrama de Lazo dada su complejidad y su tamaño no es posible adjuntarlo en este documento, sin embargo puede consultarse en el cd anexo incluido en la monografía.