

## **Memoria Descriptiva**

### **01. Generalidades.**

La presente memoria descriptiva corresponde al desarrollo de las Instalaciones de Control y Automatización del módulo HM 362 Comparación de Bombas que será instalado en la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC) el cual se encuentra ubicado en el distrito de Barranco, Provincia de Lima, región Lima. Este proyecto contribuye al desarrollo de habilidades prácticas en control y automatización, cruciales para los ingenieros en formación.

En este documento se muestran los elementos necesarios a fin de implementar el sistema de Control y Automatización destinado a monitorear, supervisar y controlar el llenado de un depósito a través del control de Bombas Hidráulicas en serie y en paralelo del módulo.

### **02. Propiedades Y Objetivos**

#### **A. Objetivo.**

Automatizar el proceso de comparación de bombas hidráulicas de diversos tipos para el llenado de un depósito principal.

#### **B. Alcance.**

- Ingeniería de detalle para el dimensionamiento, conexión, configuración y puesta en marcha de la instrumentación que compondrá el sistema. También incluye los sistemas de comunicación (PLC, SCADA, Buses de campo, sensores, actuadores, etc). Para este propósito contamos con data del proceso.
- Entrega final del P&ID completo del proceso.
- Entrega final del LAS (Listado de Actuadores y Sensores).

### **03. Lineamientos Generales.**

#### **A. Lazos de control.**

Los lazos de Control del proceso pueden ser observados de forma esquemática en el P&ID presentado. Además, se presenta su descripción en la sección correspondiente a los lazos de control de este documento.

#### **B. Diseño eléctrico.**

Potencia.

Para este proyecto utilizaremos dos niveles de tensión de fuerza.

~ 400 V – 60 Hz

~ 230 V – 60 Hz

Estas líneas de tensión son cruciales para la alimentación de las bombas hidráulicas, que componen el core principal de este sistema. Se emplearán interruptores de protección para cada bomba para evitar sobrecargas y proteger el sistema en caso de cortocircuitos.

Automatización y control.

- La tensión de alimentación de los sistemas de automatización y control es de 24 VDC. Estos serán proporcionados por una fuente de poder que se conecta a la toma de 220 V.
- PLC S7-1500 con módulos de entradas y salidas digitales y analógicas.

### C. Descripción detallada del proceso.

Este módulo permite el estudio del comportamiento en funcionamiento de bombas hidráulicas centrífugas, bombas hidráulicas de émbolo y bombas hidráulicas de canal lateral. Todas las bombas hidráulicas son impulsadas por separado por motores de corriente trifásica. Los ensayos realizados en este módulo sirven para conocer los diversos tipos de bombas hidráulicas, sus características, curva característica entre otros.

El éxito en los ensayos se evaluará midiendo la eficiencia de las bombas hidráulicas en distintas configuraciones.

Llenado del depósito de alimentación.

El proceso inicia por el llenado del depósito de alimentación principal el cual ocurre con la apertura de la válvula automática DV01 y con el establecimiento de la apertura de la válvula analógica FV01 en 100%.

Comparación de bombas hidráulicas.

Una vez llenado el depósito de almacenamiento hasta el nivel requerido se procede con el proceso de comparación de bombas hidráulicas. Esto implica el encendido de las bombas hidráulicas y su posterior conexión en serie o paralelo (Bombas 1 Y 2).

Además, es necesario establecer la válvula automática DV11 como cerrada totalmente para evitar sobrepresión en la bomba P20.

### 04. Dimensiones y rango de operación de las variables físicas.

Dimensiones y volumen del depósito principal.

Tanque	Volumen	Dimensiones
01	192 L	80x60x40 cm

Rango de operación de las variables físicas.

Variable física	Rango de operación
Caudal en la línea principal	0 – 700 l/min
Presión entrada bombas	1 – 1.5 bar
Presión salida bombas	0 – 10 bar
Par de las bombas	0 – 15 Nm
Revoluciones de las bombas	0 – 3000 rpm

Potencia eléctrica de las bombas	0 – 3 kW
----------------------------------	----------

## 05. Memoria Descriptiva Para Automatización.

Secuencia de puesta en marcha e inicio.

### A. Llenado del depósito.

El inicio del proceso lo realiza el operador desde la pantalla del HMI, usando el comando “INICIO”. Con una confirmación adicional empezará el encendido de los sensores y actuadores instalados.

Adicionalmente mediante otro comando, el operador iniciará el proceso de llenado del depósito hasta el nivel que el proceso lo requiera.

### B. Arranque de las bombas hidráulicas.

Con la confirmación inicial del paso anterior se encienden las bombas hidráulicas.

### C. Alimentación y control de las bombas hidráulicas.

Para el control de las bombas hidráulicas también es necesario el arranque de los variadores de frecuencia respectivos.

## Parada del proceso.

La parada total del proceso se puede realizar desde el HMI (pantalla táctil).

### A. Bombas.

Se detienen todas las bombas hidráulicas y se establecen todos los variadores de frecuencia en 0.

- Apagar variadores de frecuencia VFD10, VFD20, VFD30, VFD40, VFD50.

### B. Vaciado del depósito.

Con el fin de asegurar que no existan derrames o fugas de agua se vacía el depósito por completo.

- Abrir válvula DV02. Luego de 30 segundos se cierra la válvula DV02.
- Abrir válvula DV03 para expulsar el agua residual de la tubería principal. Luego de 20 segundos se cierra la válvula.
- Cerrar válvulas DV11, DV01 y establecer apertura de válvula analógica FV01 en 0%.

## Lazos de control

Estos lazos de control deben estar programados en el Scada con los parámetros de los controladores PID, opciones adicionales, etc.

Lazo de control	Variable controlada	Rango del sensor asociado	Set point del lazo	Acción del lazo	Elemento de control final y posición
FC-01	Control de flujo	FT01 0 – 700 l/min	6-8 l/min, ajustable según las condiciones requeridas del proceso	Directo. El controlador PID ajusta el flujo basándose	Válvula analógica FV02. 0% 0 V 100% 24 V.

				en el caudal medido por el FT01, enviando señales a la válvula analógica para mantener el set point.	
LC-01	Control de nivel en el tanque principal.	PT-01.	La lectura del transmisor de presión será convertida para calcular cm de columna de agua. El set point estará en un valor entre 0-35 cm.	Indirecto. El control PID ajusta el flujo de entrada principal para mantener un nivel constante de flujo en el tanque cuando ocurre una perturbación (apertura de la válvula de desagüe)	Válvula analógica FV01. 0% 0 V 100% 24 V.
PC-01	Control de presión a la salida de la bomba 1.	PT10 Rango entre 100 mbar – 40 bar.	Depende de las necesidades del proceso. Valor entre 0 – 10 bar.	Indirecto. El controlador PID ajusta la velocidad del variador de frecuencia para alcanzar el valor deseado de presión en la tubería a la salida de la bomba.	Variador de frecuencia VFD10. 0% - 0 Hz 100% - 60 Hz.
PC-02	Control de presión a la salida de la bomba 2.	PT20 Rango entre 100	Depende de las necesidades del proceso.	Indirecto. El controlador PID ajusta la	Variador de frecuencia VFD20.

		mbar – 40 bar.	Valor entre 0 – 10 bar.	velocidad del variador de frecuencia para alcanzar el valor deseado de presión en la tubería a la salida de la bomba.	0% - 0 Hz 100% - 60 Hz.
PC-03	Control de presión a la salida de la bomba 3.	Control de presión a la salida de la bomba 3.	Depende de las necesidades del proceso. Valor entre 0 – 10 bar.	Indirecto. El controlador PID ajusta la velocidad del variador de frecuencia para alcanzar el valor deseado de presión en la tubería a la salida de la bomba.	Variador de frecuencia VFD30. 0% - 0 Hz 100% - 60 Hz.
PC-04	Control de presión a la salida de la bomba 4.	PT40 Rango entre 100 mbar – 40 bar.	Depende de las necesidades del proceso. Valor entre 0 – 10 bar.	Indirecto. El controlador PID ajusta la velocidad del variador de frecuencia para alcanzar el valor deseado de presión en la tubería a la salida de la bomba.	Variador de frecuencia VFD40. 0% - 0 Hz 100% - 60 Hz.
PC-05	Control de presión a la salida de la bomba 5.	PT50 Rango entre 100	Depende de las necesidades del proceso.	Indirecto. El controlador PID ajusta la	Variador de frecuencia VFD50.

		mbar – 40 bar.	Valor entre 0 – 10 bar.	velocidad del variador de frecuencia para alcanzar el valor deseado de presión en la tubería a la salida de la bomba.	0% - 0 Hz 100% - 60 Hz.
--	--	----------------	-------------------------	---	----------------------------

### Interlocks.

Estos interlocks son necesarios para mantener la integridad de los equipos y protección del personal que estará en contacto con el módulo.

N°	Condición	Disparador	Acción	Sensor asociado	Actuador asociado
1	Tanque vacío	Bajo nivel tanque principal	Parada de todas las bombas y variadores de frecuencia. Se impide el accionamiento de estos hasta que el tanque sobrepase el nivel mínimo requerido.	Sensor de nivel bajo LL01	Variador de frecuencia VFD10, VFD20, VFD30, VFD40, VFD50.
2	Tanque totalmente lleno	Tanque principal lleno	Cierre de válvula DV01 y establecer apertura de válvula FV01 en 0%.	Sensor de nivel alto HL01	Válvula digital DV01  Válvula analógica FV01
3	Presión excesiva salida bomba 1	Presión alta a la salida de la bomba P10 (mayor a 10 bares)	Abrir válvula DV10. Apagar variador de frecuencia VFD10.	Transmisor de presión PT10	Válvula digital DV10  Variador de frecuencia VFD10
4	Presión excesiva salida bomba 2	Presión alta a la salida de la bomba P20	Abrir válvula DV20. Apagar variador de frecuencia VFD20.	Transmisor de presión PT20	Válvula digital DV20

		(mayor a 10 bares)			Variador de frecuencia VFD20
5	Presión excesiva salida bomba 3	Presión alta a la salida de la bomba P30 (mayor a 10 bares)	Abrir válvula DV30. Apagar variador de frecuencia VFD30.	Transmisor de presión PT30	Válvula digital DV30  Variador de frecuencia VFD30
6	Presión excesiva salida bomba 4	Presión alta a la salida de la bomba P40 (mayor a 10 bares)	Abrir válvula DV40. Apagar variador de frecuencia VFD40.	Transmisor de presión PT40	Válvula digital DV40  Variador de frecuencia VFD40
7	Presión excesiva salida bomba 5	Presión alta a la salida de la bomba P50 (mayor a 10 bares)	Abrir válvula DV50. Apagar variador de frecuencia VFD50.	Transmisor de presión PT50	Válvula digital DV50  Variador de frecuencia VFD50

#### Alarmas.

TAG	Condición	Mensaje	Acción recomendada a seguir por el operario.
LL01	Nivel bajo	Bajo nivel de agua. Se recomienda añadir agua al tanque principal	Si el nivel de agua es bajo, el operador debe verificar el sistema de alimentación para asegurar el correcto llenado del tanque.
FT01	Caudal mayor a 700 l/min en línea principal	El caudal en la línea principal es mayor a 700 l/min. Se recomienda reducir la velocidad de los variadores de frecuencia.	El operario debe verificar que todos los variadores de frecuencia no estén funcionando a máxima capacidad.

