



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Departamento de Eléctrica, Electrónica y
Telecomunicaciones.

Carrera de Ingeniería Electromecánica

Trabajo de Integración Curricular, Previo a la Obtención del Título
de Ingeniero Electromecánico

Diseño e Implementación del Protocolo Industrial Común CIP, mediante el
uso de un módulo semi industrial multivariable en el Laboratorio de
Hidráulica y Neutrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE –
Sede Latacunga.

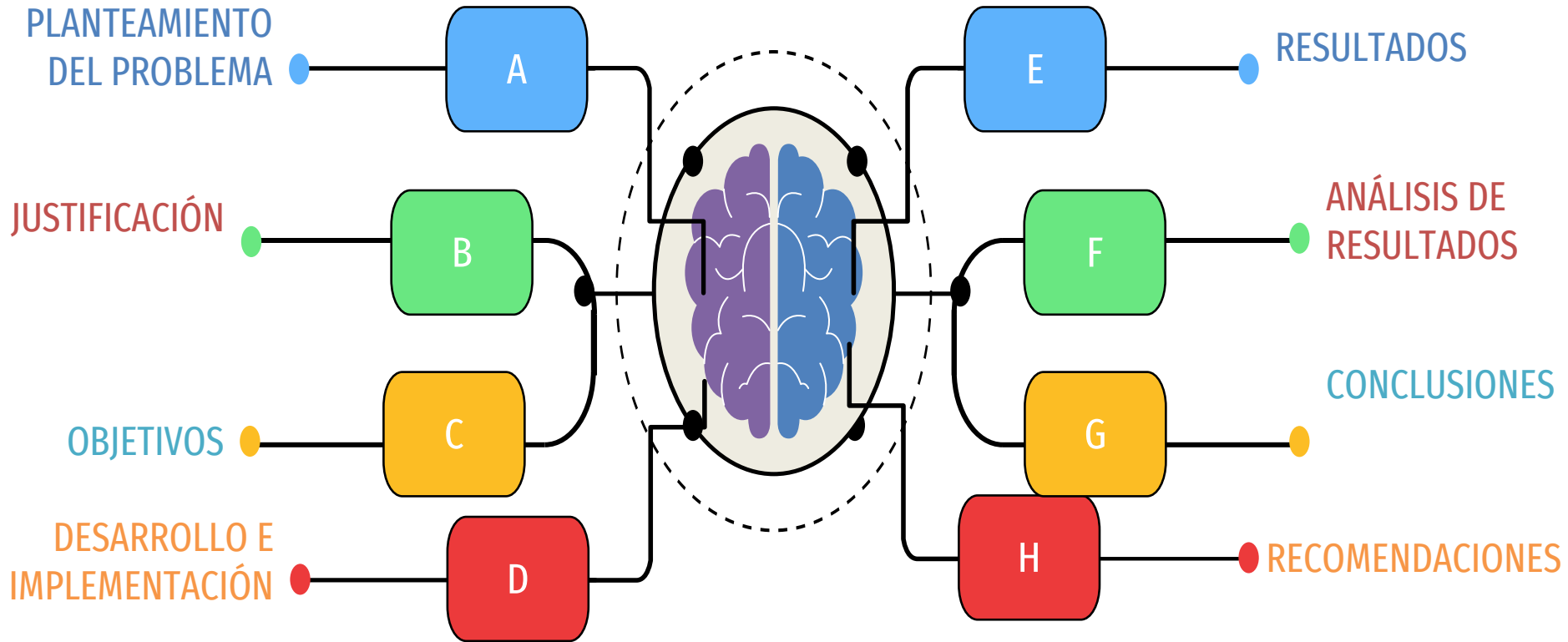
Autores: Acosta De La Cruz , Kevin Josué y Defaz Anchatuña Doménica
Monserrath.

Director: Ing. Sánchez Ocaña, Wilson
Edmundo

Latacunga, Marzo 2024



Contenido

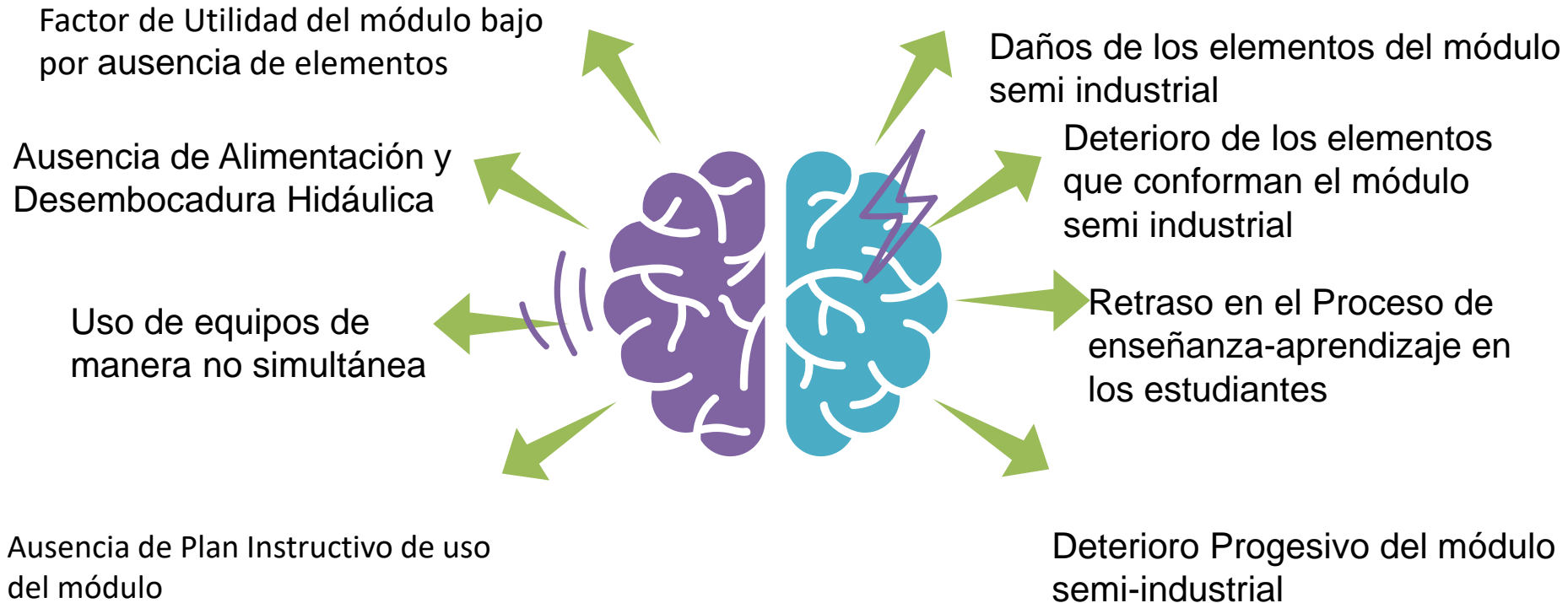


PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Diseño e Implementación del Protocolo Industrial Común CIP, mediante el uso de un módulo semi industrial multivariable en el Laboratorio de Hidrónica y Neutrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga.

CAUSAS

EFECTOS



JUSTIFICACIÓN

El siguiente proyecto pretende actualizar los módulos multivariables basados en sistemas de comunicación Ethernet y Serial, que pueden ser utilizados como medio de aprendizaje para los estudiantes de las diferentes carreras de Ingeniería que oferta la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.



También consideramos que este proyecto ayudará a tener un mayor conocimiento de lo que hoy se utiliza en las industrias y poder elevar al máximo el aprovechamiento que se da en los procesos industriales



Brindando facilidad tanto al personal docente como estudiantes en el manejo y operación del sistema hidráulico a ser controlado, alcanzando un mejor entendimiento del proceso y funcionamiento.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

*Diseño e Implementación del Protocolo Industrial Común CIP, mediante el uso de un módulo semi industrial multivariable en el Laboratorio de Hidrónica y Neutrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

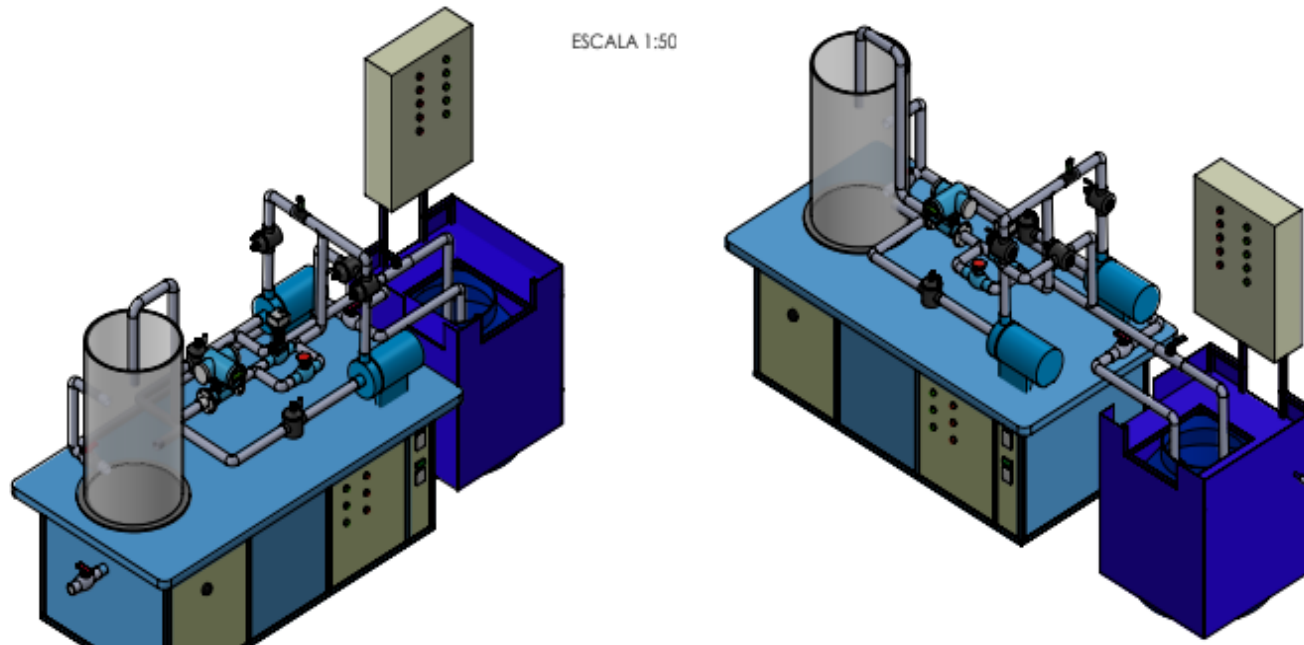
*Rediseño del sistema de succión y descarga del módulo semi industrial multivariable.

*Diseño e Implementación de la Interfaz física entre los dispositivos de potencia y medición del módulo y los equipos de automatización Industrial.

*Diseñar e implementar la Red de Comunicación Ethernet Industrial CIP



Diseño e Implementación

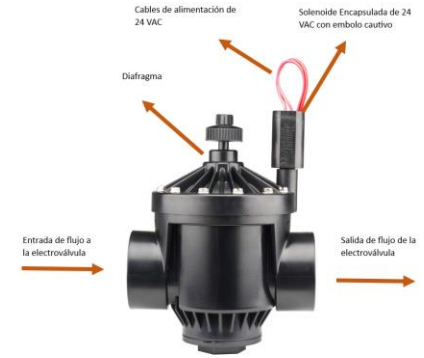


En este esquema se destacan las diversas actualizaciones que se han implementado con el propósito de mejorar la eficiencia y el control del sistema, se planea llevar a cabo la instalación de sistemas de toma de agua y desagüe. Además, se tiene prevista la modernización de las válvulas manuales mediante la incorporación de electroválvulas equipadas con solenoides. Este enfoque permitirá un control más preciso sobre la apertura y cierre del flujo de agua, lo que es esencial para la optimización del proceso.



Diseño e Implementación

Elemento	Elemento	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Sistema de alimentación y desagüe de agua	Tubería	Tubería de Cobre	Tubería de Plástico	Tubería de Hierro
	Codo 90 grados	Codo de Plástico		Codo de Hierro
Teflón	Tubo listo Teflón		Teflón de tubería plástica	
Válvula de agua	Válvula de Bola de paso total		Válvula de Globo	Válvula Termo Plástica
Unión universal	Unión Universal de plástico		Unión Universal de Hierro negro	Unión Universal de cobre



TANQUE CILÍNDRICO VERTICAL / TIPO BOTELLA USO SUPERFICIAL

Hermético, tapa de traba con seguro giratorio.



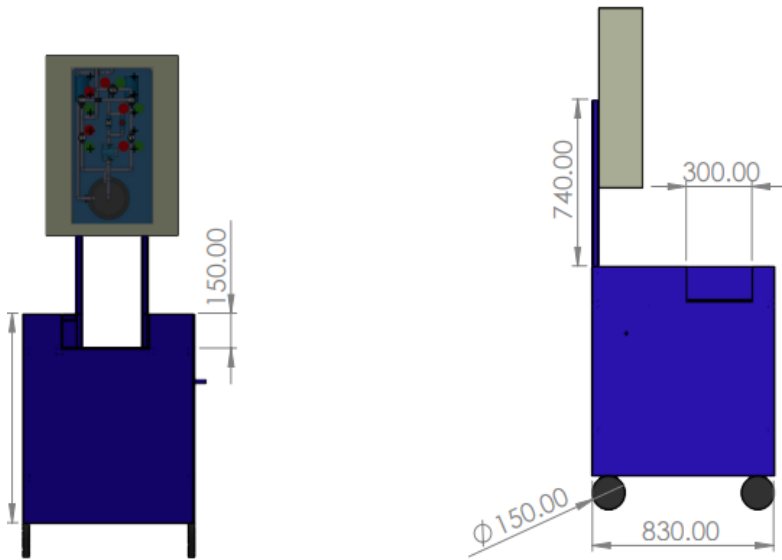
Especificaciones Técnicas



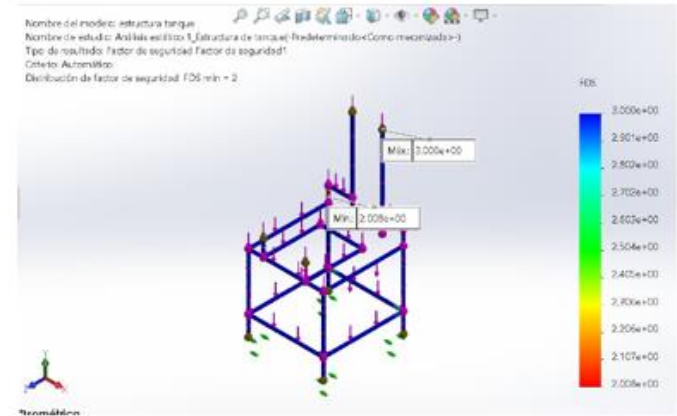
Capacidad litros	mm		
	A	B	H
250	550	695	880
500	550	860	1165
1100	550	1120	1465
1500	550	1568	1520



DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

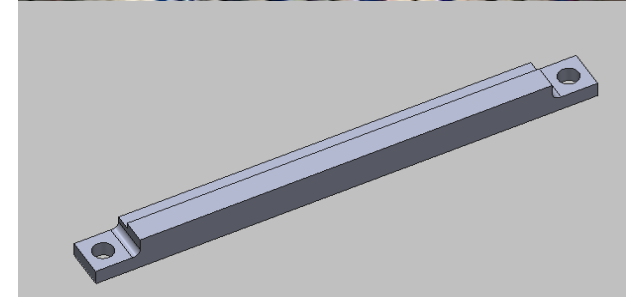
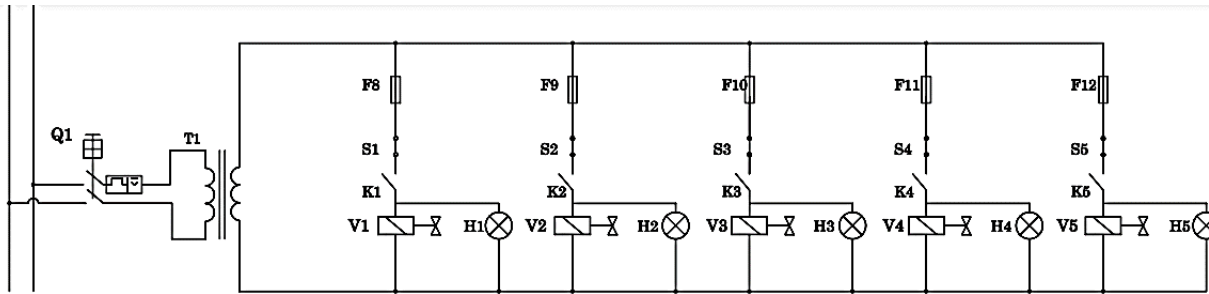


Análisis Estático de la Estructura (Factor de Seguridad)



La figura muestra la estructura con un factor de seguridad de 2 el cual busca garantizar que la estructura se encuentre diseñada y construida para soportar las cargas y operar con una amplia margen de seguridad, evitando así cualquier riesgo de falla.

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

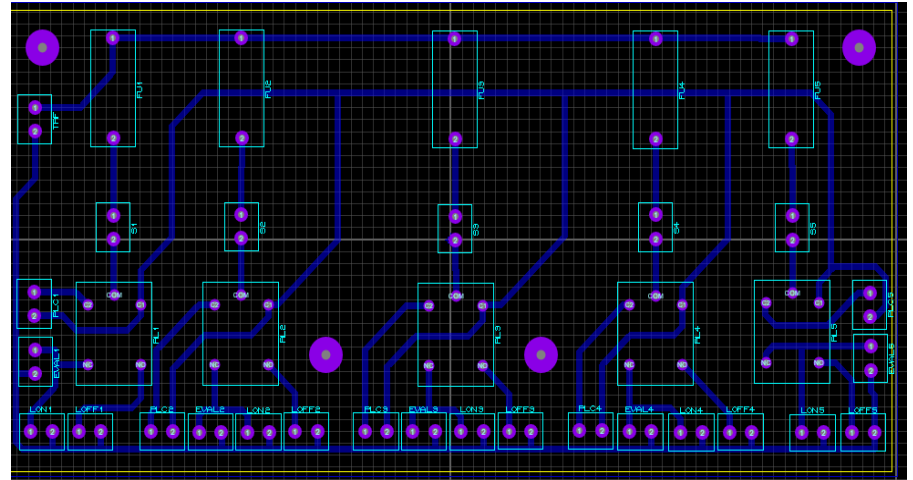
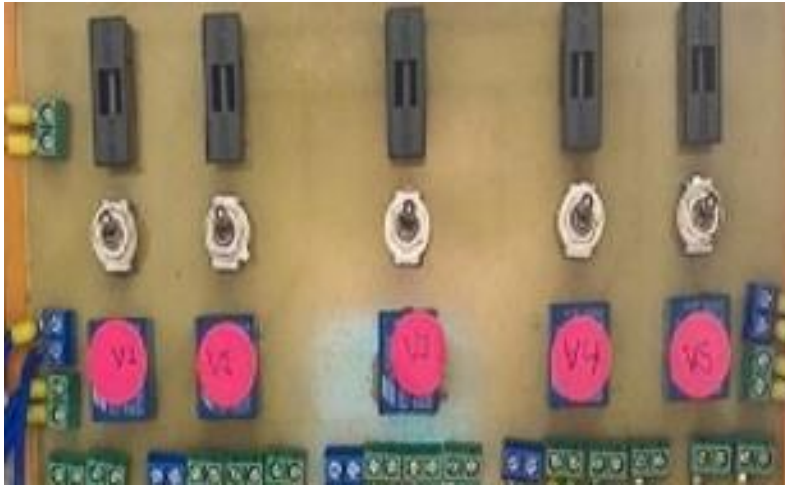


- Q1--> Interruptor automático bipolar magnetotérmico
- T1--> Transformador 110/24 VCA 3000mA
- F8...F12-> Fusible 250V a 400mA
- S1...S5-> Interruptores para mantenimiento de válvulas
- V1...V5-> Electroválvula 24VAC a 300mA
- K1...K5-> Contactos de relé NA
- H1...H5-> Luz indicadora 24VAC

Se ha implementado un Transformador de 3 Amperios con un sobredimensionamiento intencional para afrontar la eventualidad de todas las válvulas estén en estado activado. Cada válvula conlleva un consumo de 0,3 Amperios, y como salvaguarda ante sobre corrientes, se han incorporado fusibles de protección calibrados a 1 Amperio.



DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN



Se ha implementado un conmutador selector con la finalidad de permitir el mantenimiento sin necesidad de desconectar las restantes válvulas en caso de un fallo en alguna de ellas. Como elemento de control, se ha introducido un banco de relés de 24VDC. Estos relés asumen la responsabilidad de recibir la señal directa del PLC y, en respuesta, actuarán de manera precisa en la activación de cada válvula, para la señalización, se han integrado luces piloto de VAC.



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Componente	Observación	Mantenimiento Preventivo
Banco de Relés	Algunos relés exhibían deficiencias estéticas y no todas las interconexiones estaban adecuadamente ejecutadas.	Ejecutar ensayos de funcionalidad en los relés y verificar la continuidad de los cables.
Medidor de caudal Electromagnético PROMAG	Se constató que las conexiones del medidor de caudal se hallaban desconectadas durante la observación.	Es necesario consultar el manual de operaciones con el fin de ejecutar de manera precisa las conexiones y validar la corriente de salida, asegurándose de que se ajuste a los parámetros establecidos.
Actuador Lineal	Se constató que las conexiones del actuador lineal se hallaban	Consultar el manual de operaciones con el fin de ejecutar de manera



MANTENIMIENTO CORRECTIVO

<i>Componente</i>	<i>Observación</i>	<i>Mantenimiento Correctivo</i>
<i>Válvula de globo</i>	Al ser un componente de funcionamiento manual, no se puede realizar el control automático de control de nivel.	Se cambia la válvula globo por una electroválvula ON/OFF de 24 VAC, de la marca HUNTER modelo PGV-201.
<i>Collarín con válvula liberadora de presión</i>	El banco de pruebas, con una antigüedad que supera los 10 años desde su implementación.	Sustituir el collarín y la válvula liberadora de presión por una válvula de aire
<i>PLC Koyo Direct Logic 06</i>	Dado que el controlador lógico programable (PLC) de la marca Koyo no cuenta con una presencia consolidada en el panorama industrial,	Se realiza la sustitución del controlador lógico programable (PLC) Koyo por el PLC SIEMENS S7-1200, con la finalidad de optimizar la programación
<i>Conexión de circuitos</i>	Antes de realizar cualquier proceso en el módulo	Se realiza una reconfiguración en la



Tratamiento de señales

Equipo	INPUT	Señal Analógica Rango de medida	Operación
Sensor de Presión Cerabar TPMC 131-122F1A3C.	%IW96	4.....20 mA 0.....160 PSI	Presión manométrica de descarga. Unidad de presión (PSI)
Transmisor de caudal PROMAG	%IW98	4.....20 mA 0.....430 Litros/min	Medidor de caudal Litros por minuto (L/min)
aSensor ultrasónico UB800-18GM40-I-V1.	%IW100	4.....20 mA 0.....620 mm	Censa nivel Milímetros (mm)
Sensor de Presión Cerabar TPMC 131-122F1A3C.	%IW102	4.....20 mA 0.....160 PSI	Presión manométrica de succión. Unidad de presión (PSI)



Tratamiento de señales

<i>Equipo</i>	OUTPUT	Señal Análoga Rango de medida	Operación
<i>V.D.F Bomba A ATV11HU18M2A Cerabar TPMC 131- 122F1A3C</i>	%QW96	0.....10 Vdc 0.....60 Hz	Velocidad en la bomba B Hertz (Hz)
<i>Válvula Proporcional MLT 420*3055</i>	%QW98	0.....10 Vdc 0.....100 %	Apertura y cierre de la válvula en %



Tratamiento señales

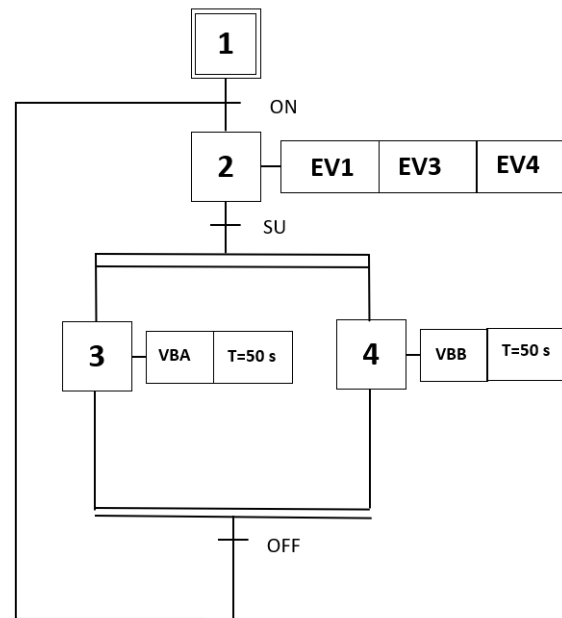
Equipo	OUTPUT	Señal discreta	Operación				
Electroválvula 1 Hunter PGV-201	%Q0.0	On: Encendido de la electroválvula Off: Apagado de la electroválvula	Permite el flujo del agua a través de la tubería.	Electroválvula 1 Hunter PGV-201	%Q0.4	On: Encendido de la electroválvula Off: Apagado de la electroválvula	Permite el flujo del agua a través de la tubería.
Electroválvula 1 Hunter PGV-201	%Q0.1	On: Encendido de la electroválvula Off: Apagado de la electroválvula	Permite el flujo del agua a través de la tubería.	V.D.F Bomba A ATV11HU18M2A Cerabar TPMC 131-122F1A3C	%Q0.5	On: Activación de la bomba centrífuga A a 60 Hz Off: Desactiva a la bomba centrífuga A a 60 Hz	Envía flujo de agua para alimentar al sistema.
Electroválvula 1 Hunter PGV-201	%Q0.2	On: Encendido de la electroválvula Off: Apagado de la electroválvula	Permite el flujo del agua a través de la tubería.				
Electroválvula 1 Hunter PGV-201	%Q0.3	On: Encendido de la electroválvula	Permite el flujo del agua a través de la				



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Cebado

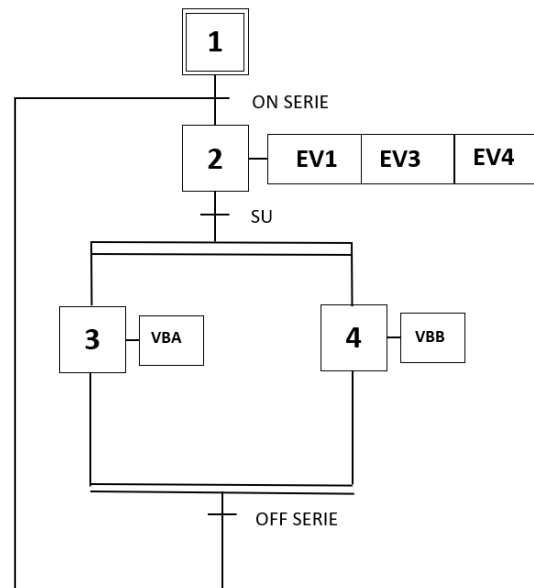
La primera tarea que debe ejecutarse en el módulo semi industrial es el cebado del Sistema, revisar que la apertura de la válvula V6 sea del 100%, esta tarea se debe seleccionar en los HMI de cada uno de los controles.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Serie

Para el proceso de conexión de bombas en serie es necesariamente que la válvula manual V6 se encuentre abierta el 50% y la válvula V7 y V8 se encuentren cerradas por completo, para poder verificar los cambios de presión que existe en el módulo cuando variamos la frecuencia de la bomba B.

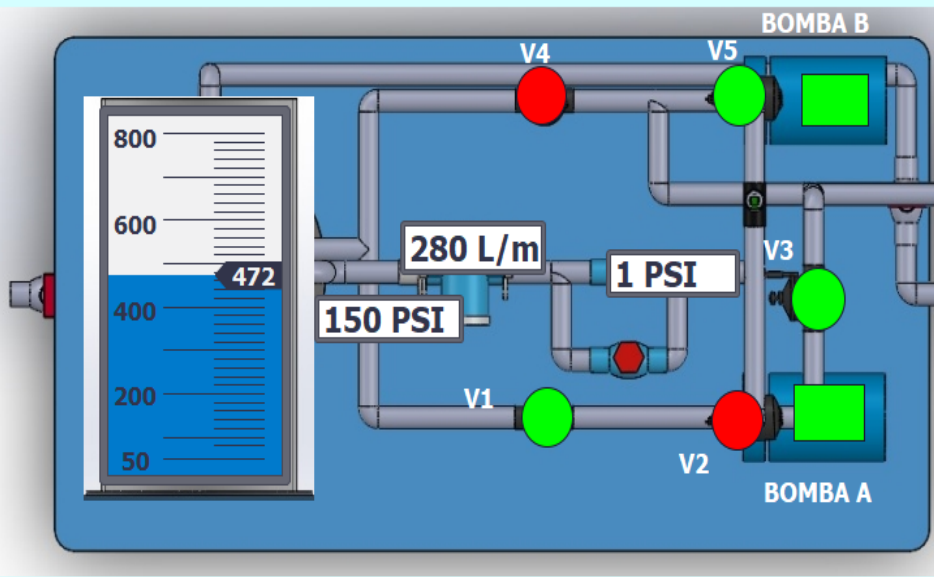


ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Serie

Módulo trabajando de control LOCAL , HMI de control en serie, Para la toma de datos se ingresó diferentes valores de frecuencia en la bomba B, y la bomba A trabaja a 60 Hz. Variamos la presión de descarga ingresando diferentes valores de frecuencia en la bomba B.

PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS EN SERIE



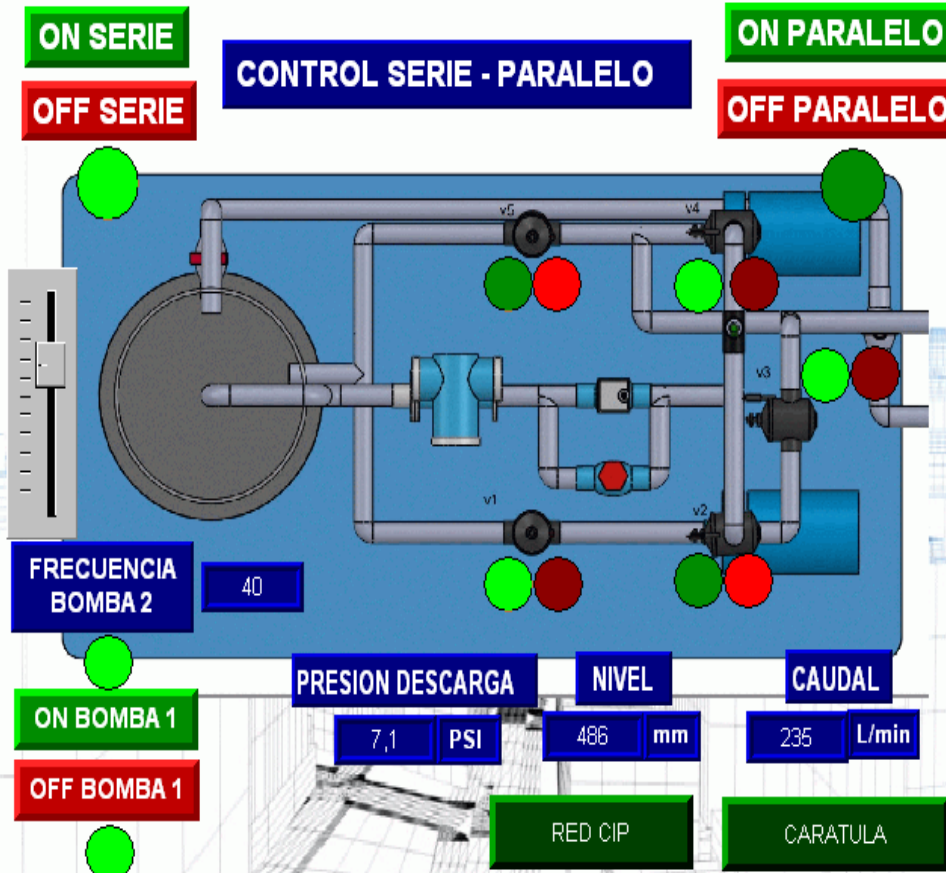
Bombas	Velocidad de bombas centrifugas	Temperatura	Caudal	Presión de descarga	Nivel de tanque
	(Hz)	(°C)	(Litros/min)	(PSI)	Altura (mm)
Bomba A	60	16	237	7,3	472
Bomba B	40				
Bomba A	60		243	7,4	472
Bomba B	50				
Bomba A	60		247	7,5	472
Bomba B	55				
Bomba A	60		250	7,8	472
Bomba B	60				



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Serie

Módulo trabajando de control REMOTO, HMI de control en serie



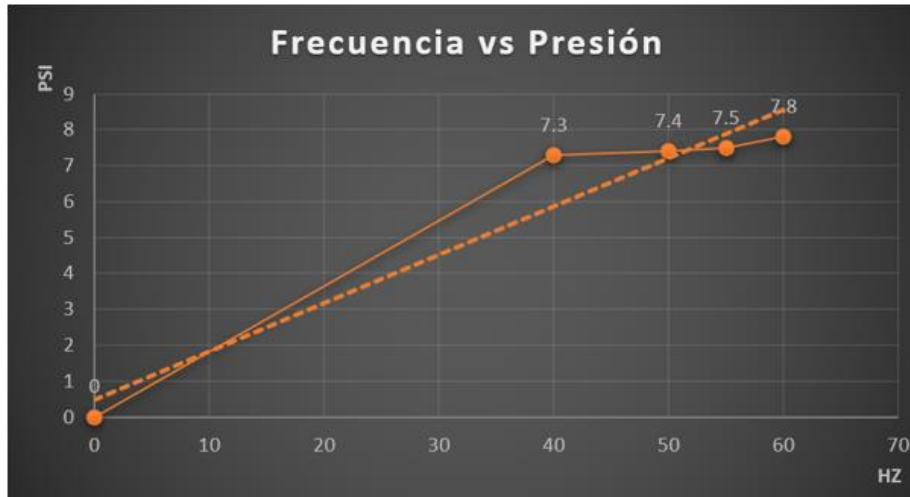
Bombas	Velocidad	Temperatura	Caudal	Presión de descarga	Nivel de tanque
Centrifugas	bomba B				Altura
	(Hz)	(°C)	(Litros/min)	(PSI)	(mm)
Bomba A	60	16	235	7,1	488
Bomba B	40				
Bomba A	60		240	7,4	487
Bomba B	50				
Bomba A	60		245	7,6	486
Bomba B	55				
Bomba A	60		249	7,8	485
Bomba B	60				



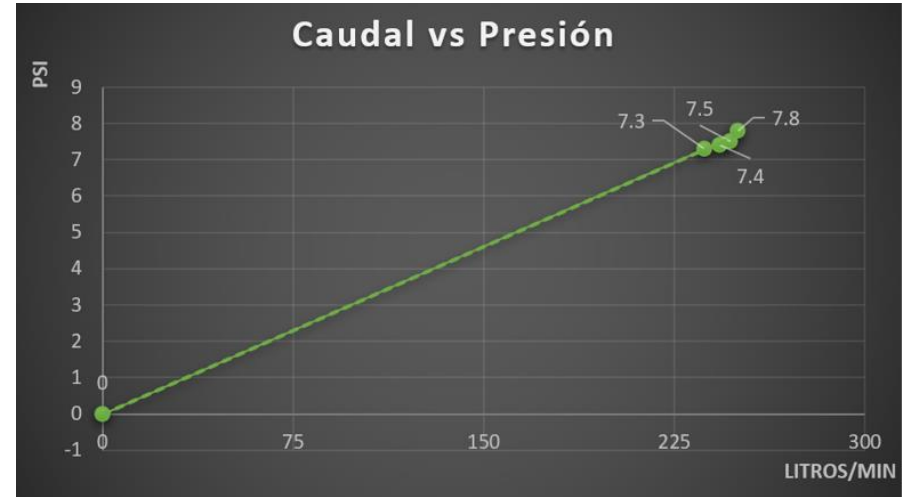
ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Serie

Frecuencia vs Presión



Caudal vs Presión

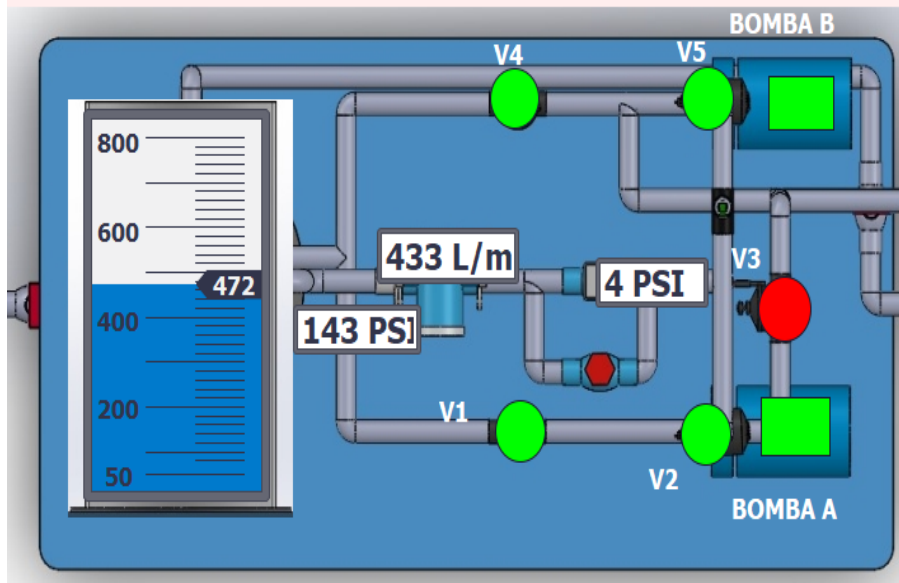


ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Paralelo

Para la toma de datos se ingresó diferentes valores de frecuencia en la bomba B, y la bomba A trabaja a 60 Hz. Variamos el caudal ingresando diferentes valores de frecuencia en la bomba B, el aumento del caudal dependerá de la frecuencia ingresada en la bomba B., Módulo trabajando en control LOCAL

PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS EN PARALELO



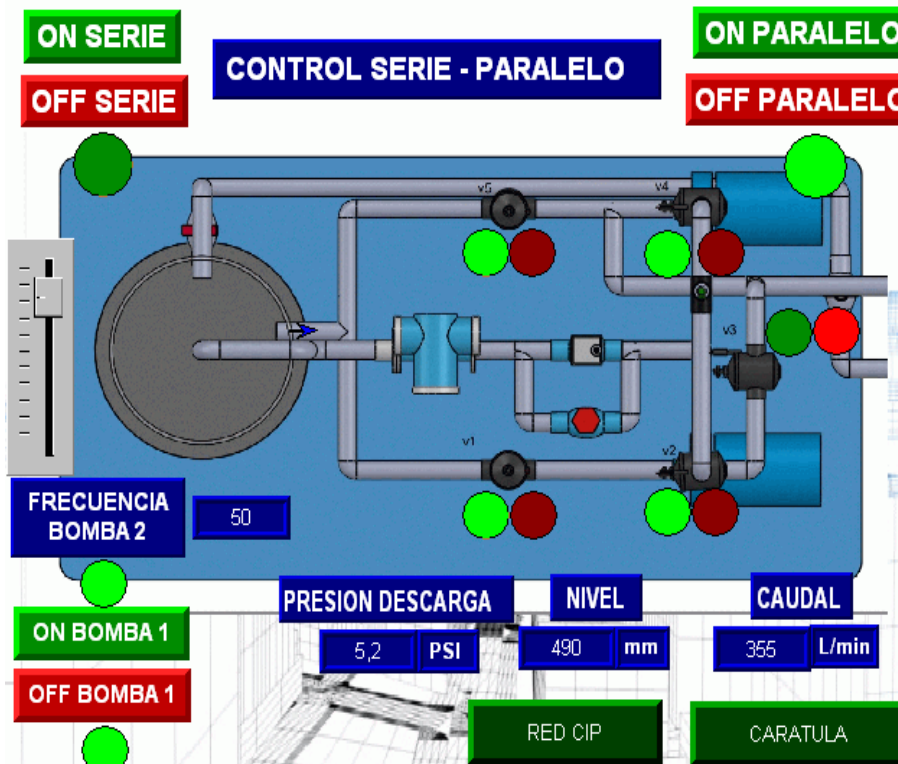
Bombas Centrifugas	Velocidad bomba B (Hz)	Temperatura (°C)	Caudal (Litros/min)	Presión de descarga (PSI)	Nivel de tanque Altura (mm)
Bomba A	60	16	300	3	472
Bomba B	40				
Bomba A	60		360	5,5	472
Bomba B	50				
Bomba A	60		390	6	472
Bomba B	55				
Bomba A	60		400	7	472
Bomba B	60				



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Paralelo

Módulo trabajando en control REMOTO



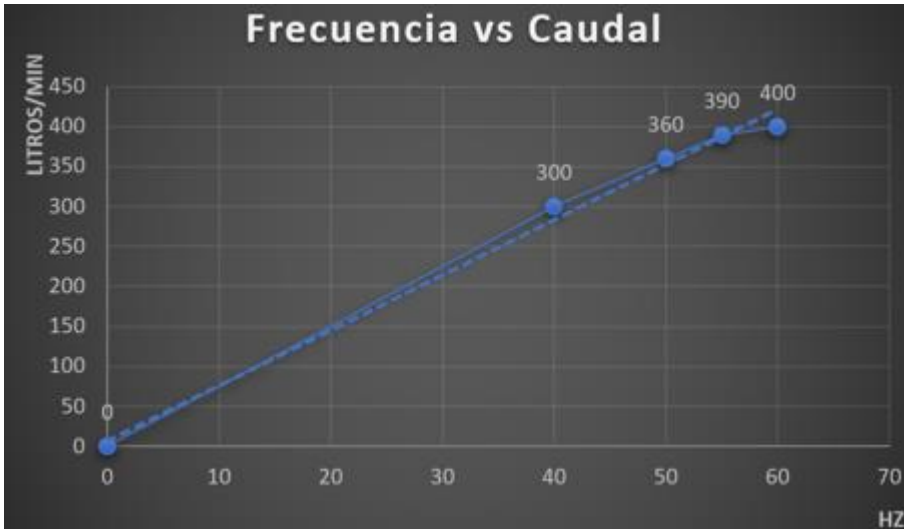
Bombas	Velocidad	Temperatura	Caudal	Presión de descarga	Nivel de tanque
Centrifugas	bomba B				Altura
	(Hz)	(°C)	(Litros/min)	(PSI)	(mm)
Bomba A	60	16	297	3,6	486
Bomba B	40				
Bomba A	60		355	5,2	486
Bomba B	50				
Bomba A	60		380	5,9	487
Bomba B	55				
Bomba A	60		399	6,7	486
Bomba B	60				



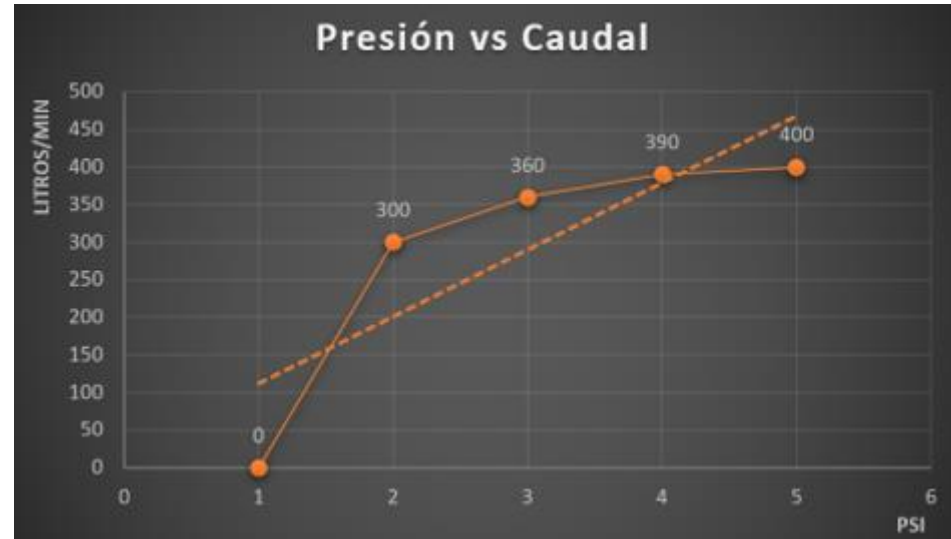
ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Paralelo

Frecuencia vs Caudal



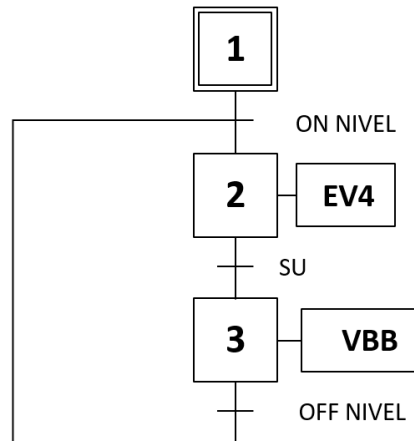
Presión vs Caudal



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Nivel

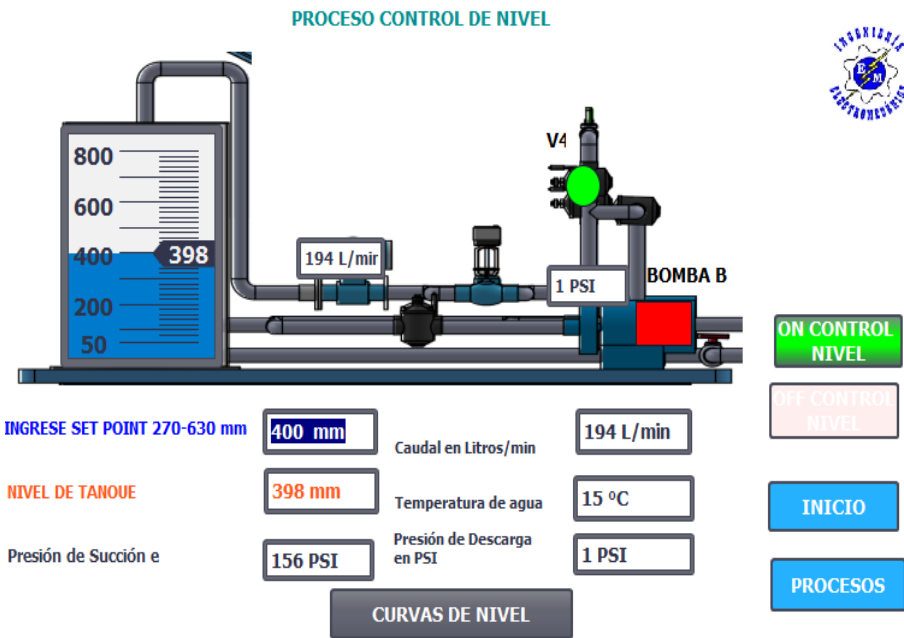
Se trabaja con una sola bomba centrífuga, el objetivo es controlar la variable de nivel o la altura de agua que va a tener el depósito de agua; Para el control de nivel se activan la válvula V4 y la bomba B que se encarga de controlar el nivel o la altura de agua del tanque. La válvula V7 se encuentra abierta al 50 % y V8 se encuentre cerrada por completo



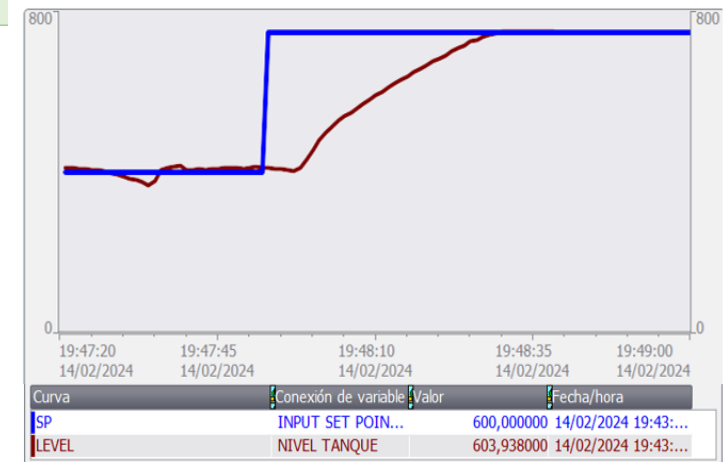
ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Nivel

Para la toma de datos se ingresó diferentes valores de set point, el control de nivel lo realiza la bomba B. La sintonización de la variable nivel se realizó con éxito, control LOCAL



Bombas	Set Point	Temperatura	Caudal	Presión de descarga	Nivel de tanque Altura
	270-630				
		mm	(Litros/min)	(PSI)	(mm)
Bomba B	400	15	37	0,5	400
Bomba B	450		50	0,5	450
Bomba B	500		60	0,5	500
Bomba	600		65	1	600



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Nivel


Control REMOTO

ACTIVAR CONTROL PID DE NIVEL

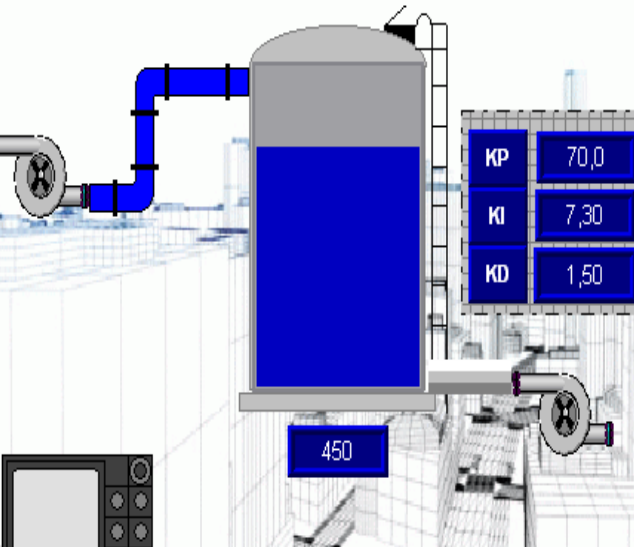
MAX → 580 mm

SET POINT 450 mm

MIN → 275 mm



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE



KP 70,0
 KI 7,30
 KD 1,50

FRECUENCIA DE LA BOMBA
 26 Hz

VOLTAJE INGRESADO A LA BOMBA
 4,3 V

NIVEL
 450 mm

PRESION DESCARGA
 0,2 PSI

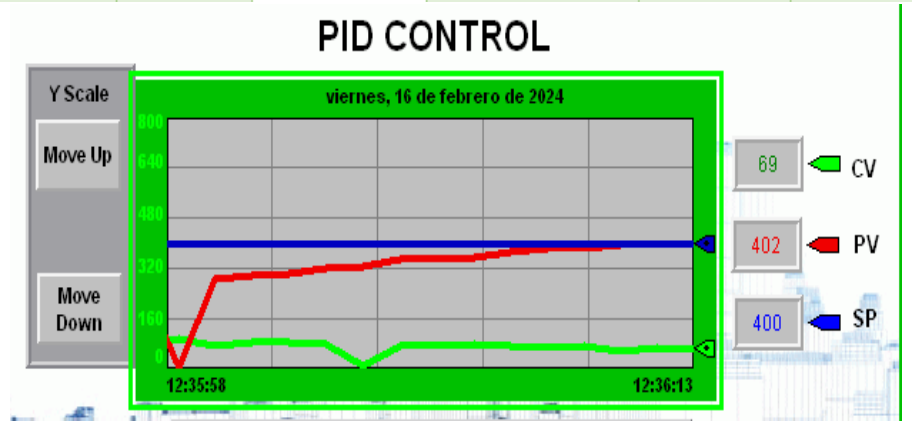
CAUDAL
 43 L/min

CURVA PID

CARATULA

SERIE - PARALELO

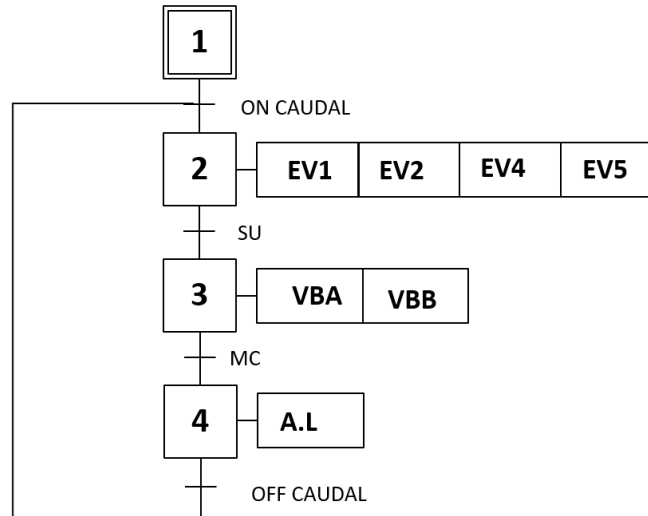
Bombas	Set Point	Temperatura	Caudal	Presión de descarga	Nivel de tanque Altura
Centrifugas	275-580		(Litros/min)	(PSI)	(mm)
Bomba B	400	15	40	0,2	400
Bomba B	450		43	0,2	450
Bomba B	500		50	0,5	500
Bomba B	550		56	0,5	550



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Caudal

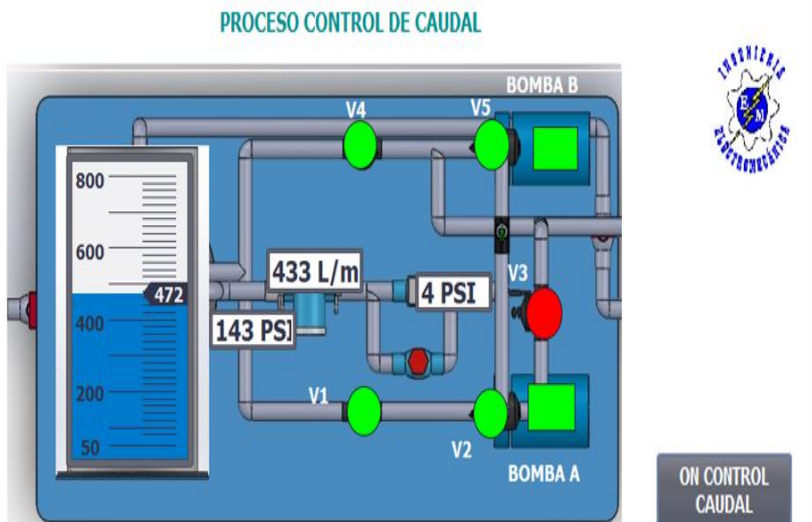
Para el proceso de control de caudal es necesariamente que la válvula manual V6 se encuentre abierta al 100% y la válvula V7 y V8 se encuentre cerradas por completo, para iniciar su funcionamiento es importante primero ingresar un set Point e ir cerrando poco a poco la válvula V6, para visualizar el control que se está realizando lo visualizamos en el transmisor de caudal o en el HMI, que corresponda al control remoto o local.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

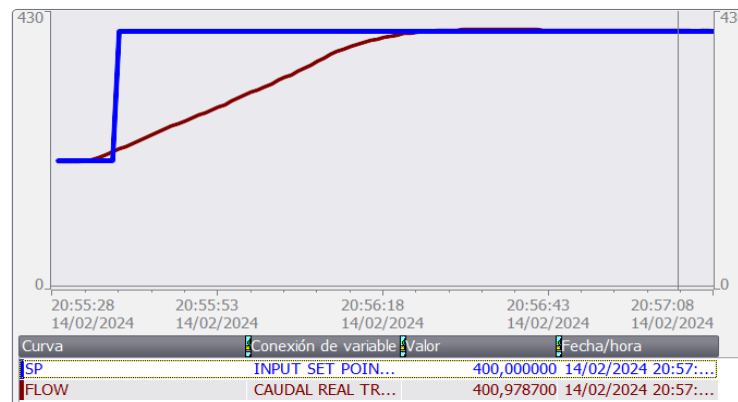
Operación Caudal

Para la toma de datos se ingresó diferentes valores de set point de caudal, el control de caudal lo realiza una válvula proporcional. La sintonización de la variable caudal se realizó con éxito-Control LOCAL



Bombas Centrifugas	Frecuencia (Hz)	Set Point Caudal (Litros/min)	Temperatura (°C)	Caudal (Litros/min)	Presión de descarga (PSI)	Nivel de tanque (mm)	Apertura de la válvula proporcional (%)
Bomba A	60	150	15	150	13	625	24
Bomba B	60	200		200	13	625	32
Bomba A	60	250		250	11	625	28
Bomba B	60	300		300	10	625	66

	(Hz)	(Litros/min)	(°C)	(Litros/min)	(PSI)	(mm)	(%)
Bomba A	60	150	15	150	13	625	24
Bomba B	60	200		200	13	625	32
Bomba A	60	250		250	11	625	28
Bomba B	60	300		300	10	625	66



Ingrese la frecuencia de la y presione enter **+0 Hz**

INGRESE SET POINT 100-430 **0 L/min**

Caudal en Litros/min **0 L/min**

Presión de Succión en PSI **0 PSI**

Nivel de agua en mm **-98 mm**

Presión de Descarga en PSI **0 PSI**

Temperatura del agua **100 °C**

ON CONTROL CAUDAL

OFF CONTROL CAUDAL

INICIO

PROCESOS

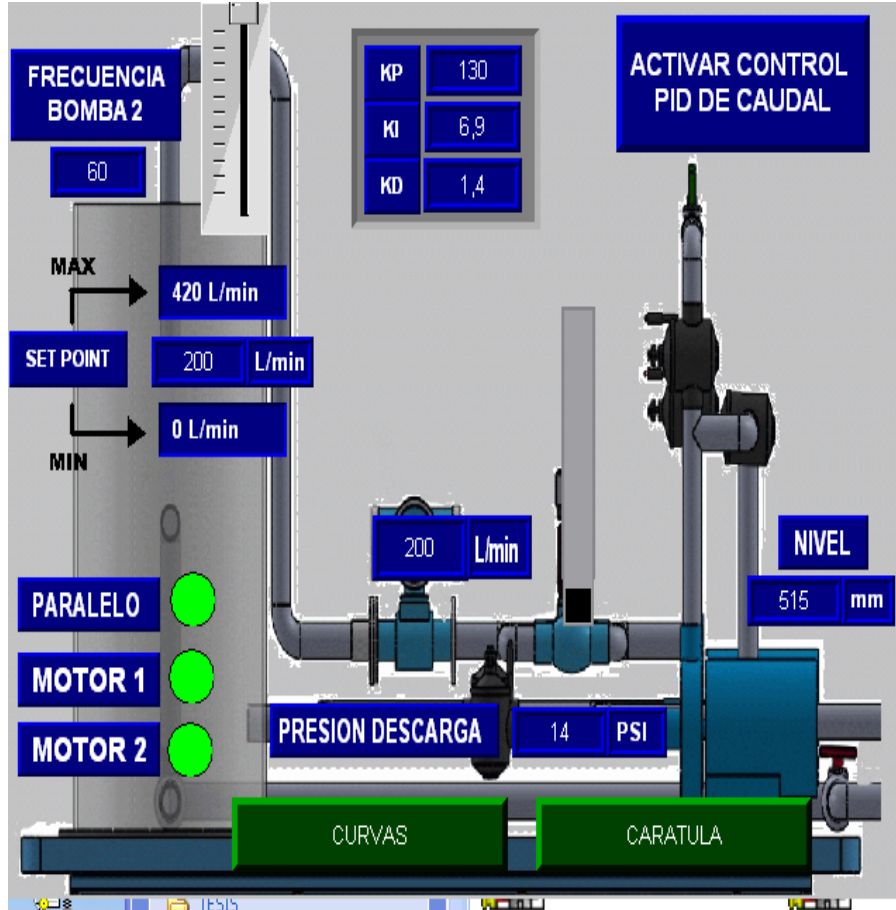
CURVAS DE CAUDAL



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Operación Caudal

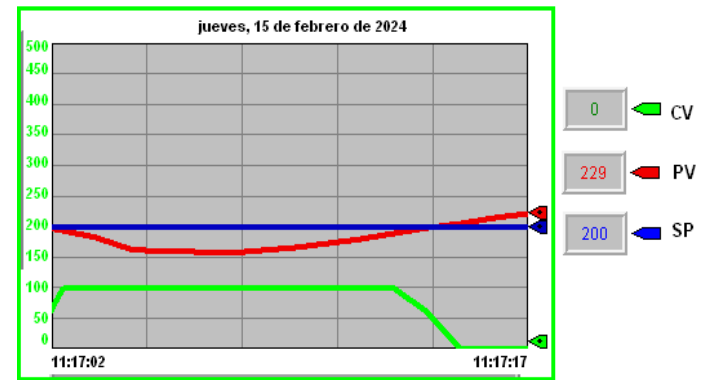
Control REMOTO



Bombas	Frecuencia	Set Point Caudal	Temperatura	Caudal	Presión de descarga	Nivel de tanque	Apertura de la válvula proporcional
		100-430				Altura	

	(Hz)	(Litros/min)	(°C)	(Litros/min)	(PSI)	(mm)	(%)
Bomba A	60	150	15	150	13	516	24
Bomba B	60						
Bomba A	60	200		200	12	517	32
Bomba B	60						
Bomba A	60	250		250	10	516	28
Bomba B	60						
Bomba A	60	300		300	8,9	517	66
Bomba B							

PID CONTROL CAUDAL



ANÁLISIS DE RESULTADOS

RED CIP

Con la programación de los procesos en los PLCs Allen Bradley Control Logix PAC 1756-L61, se implementa la Red CIP para enviar datos de productor a consumidor usando dos PLCs con la siguiente configuración

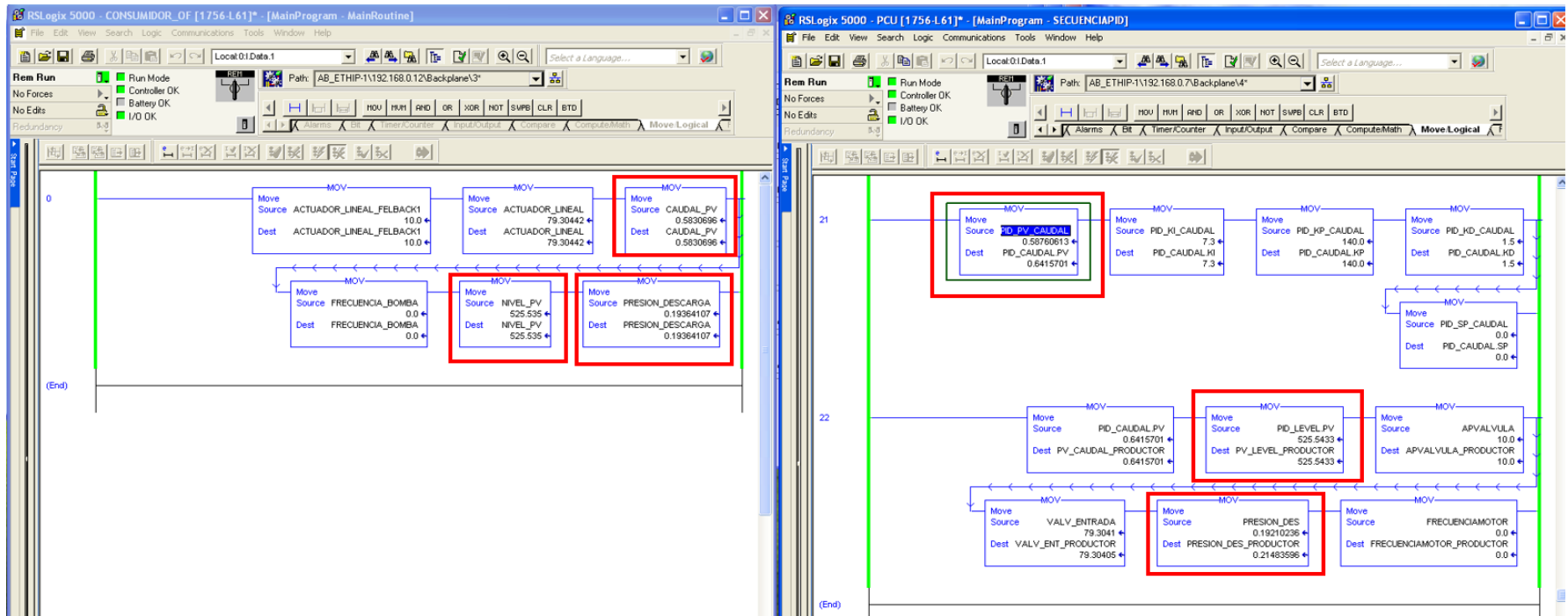
Allen Bradley Control Logix PAC 1756-L61	IP:
Productor	192.168.0.7
Consumidor	192.168.0.12



ANÁLISIS DE RESULTADOS

RED CIP

Una vez realizada la implementación de la red CIP se puede observar en el gráfico el envío de datos del productor (derecha) al consumidor (izquierda), se están enviando datos el nivel de agua del tanque, presión de descarga, caudal, etc. El envío de datos indica que existe comunicación entre los dos PLC's y la red se ha implementado con éxito

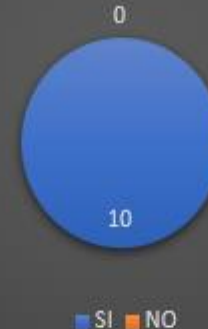


ENCUESTA

¿Pudo identificar con facilidad los sensores y actuadores que van en las entradas y salidas análogas, salidas digitales del PLC Allen Bradley Control Logix PAC 1756-L61?



¿Usted considera que el módulo semiindustrial multivariable se encuentra en óptimas condiciones, es decir, sin fugas de agua, cables en mal estado, conexiones en mal estado, etc. Para realizar los procesos de control de conexión de bombas en serie, bombas en paralelo, control de caudal y nivel?



¿Como califica la funcionabilidad del módulo semiindustrial multivariable?



ENCUESTA

¿Cuál fue el nivel de dificultad al momento de hacer un control Serie, Paralelo, PID de NIVEL y/o Caudal?



¿Se puede evidenciar la transferencia de datos del PLC Productor al PLC Consumidor a través de la pantalla HMI Panel View Plus 100?



¿Considera que el uso de los procesos de control implementados en el módulo semiindustrial multivariable aporta a la formación académica de los estudiantes de la asignatura de Controladores Lógicos Programables e Interfases de Comunicación?



CONCLUSIONES

- Se llevó a cabo el diseño e implementación del Protocolo Industrial Común CIP en el Laboratorio de Hidrónica y Neutrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga. Este proceso involucró varios aspectos, entre ellos el rediseño del sistema de succión y descarga de agua, así como la reconfiguración de la conexión de equipos de medición y actuadores en los PLCs. Se consideró también la renovación de un PLC para mejorar la robustez de la red de comunicación. Además, se realizaron labores de mantenimiento correctivo y predictivo para abordar las posibles fallas detectadas en el módulo. Como parte de la preparación para el control de los procesos, se llevó a cabo una nueva programación en equipos de potencia, como los VDF, y se procedió a la calibración de sensores de presión, caudal y nivel.



CONCLUSIONES

- Se llevó a cabo el diseño e implementación del Protocolo Industrial Común CIP en el Laboratorio de Hidrónica y Neutrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga. Este proceso involucró varios aspectos, entre ellos el rediseño del sistema de succión y descarga de agua, así como la reconfiguración de la conexión de equipos de medición y actuadores en los PLCs. Se consideró también la renovación de un PLC para mejorar la robustez de la red de comunicación. Además, se realizaron labores de mantenimiento correctivo y predictivo para abordar las posibles fallas detectadas en el módulo. Como parte de la preparación para el control de los procesos, se llevó a cabo una nueva programación en equipos de potencia, como los VDF, y se procedió a la calibración de sensores de presión, caudal y nivel.



CONCLUSIONES

- Se realizó un rediseño del sistema de succión y descarga de agua del módulo semi industrial multivariable, puesto que no existía una toma de agua para alimentar al sistema hidráulico y un desagüe para complementar los procesos de control, además resulto indispensable el cálculo del volumen de agua del tanque de alimentación y de las tuberías asociadas al sistema de control, para el cual se ha determinado un volumen necesario de 136 Litros, con este volumen se dimensiona un tanque de reserva de agua, sin embargo en el mercado se ha encontrado tanques de 250 Litros o de mayor capacidad, por lo tanto se implemento un tanque de reserva de 250 Litros que se acopla a las necesidades del módulo semiindustrial multivariable.



CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño e implementación de la interfaz física entre, dispositivos de potencia y equipos de medición del módulo, para lo cual se implementó un PLC S7-1200 el cual actúa como controlador local, se implementó un sistema Scada con una pantalla HMI TP700 Confort Panel, la cual controla y monitorea las variables de nivel y caudal, además el módulo semiindustrial multivariable cuenta con un control remoto, para lo cual se implementó un PLC Allen Bradley Control Logix el cual actúa como un controlador también se implementó un sistema Scada con una pantalla HMI Panel View Plus 100 el cual controla y monitorea las variables de nivel y caudal.



CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó la red de Comunicación Ethernet Industrial CIP la cual está conformada por dos PLCs Allen Bradley Control Logixs, un PLC funciona como productor y otro PLC como consumidor y la pantalla HMI Panel View Plus 100. Considerando la no disponibilidad de entradas análogas de corriente de 4 a 20 mA, se procedió a conectar una resistencia de 500 Ohms para transformar las señales de corriente en señales de voltaje, con la finalidad de conectar en el módulo de entrada y salidas análogas 1756-IF4FXOF2F disponibles de voltaje de 0-10 V. Este paso ha sido imprescindible para el control de nivel y caudal, además del envío de datos desde el PLC Productor al Consumidor. Con la implementación de la red CIP fue posible validar la funcionabilidad de las redes y los equipos Allen Bradley, utilizando equipos físicos usados en la industria 4.0.
- Dada la condición de que las válvulas del módulo semiindustrial son manuales, es indispensable usar electroválvulas, por lo tanto se tomó la decisión de sustituir, las válvulas manuales por electroválvulas de la marca Hunter para la automatización de los procesos de control.



RECOMENDACIONES

- Adquirir un nuevo módulo de entradas y salidas análogas tanto para control local como remoto, en el control local no se puede controlar más variables ya que no existe más salidas análogas en el módulo, y en el control remoto las entradas de corriente se encuentran averiadas.
- Debido a la antigüedad del módulo semiindustrial multivariable, se recomienda establecer un programa de mantenimiento cada cierto período de tiempo tanto en parte eléctrica, electrónica e hidráulica. Ya que con el pasar del tiempo el módulo ha ido teniendo fugas de agua y la conductividad de algunos cables disminuido.
- Para asegurar un rendimiento óptimo de los nuevos componentes implementados se recomienda elaborar un plan de mantenimiento predictivo. De este modo se pueden detectar fallas a tiempo y evitar que se dañen otros equipos del sistema



Gracias



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA