



*“Formando líderes para la construcción
de un nuevo país en paz”*

DESARROLLO DE UN BANCO DE CONTROL Y MONITOREO, ENLAZADO A LA NUBE PARA LA ORIENTACION DE PRACTICAS DE LABORATORIO.

Autor

MARÍA CAMILA RODRIGUEZ RODRIGUEZ

Director

ING. LUIS ERNESTO NEIRA ROPERO

**PROGRAMA INGENIERÍA ELECTRÓNICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA
2022**

Autor: María Camila Rodriguez Rodriguez

Director: Luis Ernesto Neira Ropero

Dedicatoria:

*Este es un logro que no es sólo mío, es un logro compartido
con mi familia y amigos.*

RESUMEN

En el siguiente proyecto se realizó el diseño y posterior desarrollo de un banco de pruebas para el control y monitoreo de variables en un sistema de tuberías y llenado de tanques. Además, enlazado a la nube mediante la herramienta Node red. Como primera medida se realizó la observación de los bancos existentes en el laboratorio, del mismo modo se ejecutó la búsqueda y selección de los componentes óptimos para el proyecto, anteponiendo el uso de componentes con los que ya cuenta el laboratorio. Para la elaboración de los diseños necesarios se utilizaron programas CAD para el diseño del tablero de control y el diseño del ensamblé del banco. De igual forma para la realización de un esquema de componentes se contó con la ayuda de la imagen raíz de TIA PORTAL.

PALABRAS CLAVE

PLC, sensores, instrumentación, actuadores, control, variables.

ABSTRACT

In the following project, the design and subsequent development of a test bench for the control and monitoring of variables in a piping and tank filling system was carried out. In addition, linked to the cloud through the Node red tool. As a first measure, the observation of the existing benches in the laboratory was carried out, in the same way the search and selection of the optimal components for the project was carried out, prioritizing the use of components that the laboratory already has. For the elaboration of the necessary designs, CAD programs were used for the design of the control panel and the design of the bank assembly. In the same way, for the realization of a component diagram, we had the help of the root image of TIA PORTAL.

KEY WORDS

PLC, sensors, instrumentation, actuators, control, variables.

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Esquema de un sistema automatizado.[3].....	15
Fig. 2. banco de pruebas.[12].....	16
Fig. 3. Esquema de un sistema de control.[3]	17
Fig. 4. Diagrama de bloques de un controlador proporcional-integral-derivativo.[13].....	19
Fig. 5. Diagrama esquemático del control de temperatura de un horno eléctrico.[13].....	20
Fig. 6. Diagrama de proceso (P&ID) de control de nivel en el tanque.[15]	21
Fig. 7. Representación de un medidor-transmisor.[16].....	21
Fig. 8. Diagrama en bloques del proyecto. Fuente: Autor	22
Fig. 9. Banco de pruebas para el control de un motor bifásico. Fuente: Autor .	23
Fig. 10. Banco de pruebas para el control de una banda transportadora. Fuente: Autor.....	23
Fig. 11. Banco de pruebas neumático. Fuente: Autor	23
Fig. 12. Motobomba sumergible AB-12A. Fuente: Autor.	24
Fig. 13. Motobomba KTC IDB-35. Fuente: Autor.....	25
Fig. 14. Variador de frecuencia. Fuente: Autor.	25
Fig. 15. Relé Térmico. Fuente: Autor.	26
Fig. 16. Contactor. Fuente: Autor.	26
Fig. 17. Disyuntor. Fuente: Autor.....	27
Fig. 18. Relé en base para riel. Fuente: Autor.....	28
Fig. 19. Relés con base. Fuente: Autor.	28
Fig. 20. Sensor de caudal. Fuente: Autor.....	29
Fig. 21. Sensor de nivel. Fuente: Autor.	29
Fig. 22. Sensor de presión.[18]	30
Fig. 23. Transmisor de temperatura.	30
Fig. 24. Válvula Solenoide metálica. Fuente: Autor.....	31
Fig. 25. Válvula plástica. Fuente: Autor.....	31
Fig. 26. Controlador PLC S7-1200.[19]	31
Fig. 27. Pantalla HMI KTP 700.[20]	32
Fig. 28. Breakers de 40A y 20A. Fuente: Autor.	32
Fig. 29. Relés con base. Fuente: Autor.	33
Fig. 30. Sensor de nivel.[21].....	33
Fig. 31. Diseño en SolidWorks del banco de pruebas. Fuente: Autor	34
Fig. 32. Esquema de los componentes del banco de pruebas. Fuente: Autor.	35
Fig. 33. Diagrama P&ID del banco de pruebas. Fuente: Autor.....	35
Fig. 34. Plataformas Dashboard. Fuente: Autor.	36
Fig. 35. Ensamble del sistema de tuberías y tanques. Fuente: Autor.	37
Fig. 36. Diseño de tablero de potencia y control. Fuente: Autor.....	38
Fig. 37. Dashboard en Ubidots. Fuente: Autor.	39
Fig. 38. Placa de motobomba trifásica. Fuente: Autor.....	45
Fig. 39. Placa de motobomba monofásica. Fuente: Autor.....	45

INTRODUCCIÓN

A través de los años la industria se ha visto en la necesidad de afrontar el reto de abastecer los diferentes productos y servicios que los seres humanos hemos ido integrando a lo largo del tiempo, a raíz de ello la industrialización ha sufrido cambios en los procesos de manufactura, calidad, servicios, entre otros. Dando paso a las revoluciones en todos los ámbitos de la industria, abarcando los retos y obteniendo una solución a la necesidad de reducir los tiempos en los procesos, mejorar la calidad y cantidad de productos y servicios ofrecidos por la industria, pero como antes, hoy en día también existen estas necesidades haciendo que se sigan creando nuevos proyectos de investigación y desarrollo los cuales nos llevaran a una nueva revolución en las tecnologías y la industria.

En las carreras con énfasis industrial se requiere que los estudiantes cuenten con bases fuertes en el manejo de equipos industriales, pero es evidente la carencia de equipos en los laboratorios de la mayoría de las universidades del país, lo que se ve reflejado en la calidad de la educación a nivel nacional. Los bancos de pruebas son herramientas útiles para replicar a escala procesos que son comúnmente encontrados en la industria, pues posibilita la puesta en marcha de pruebas a equipos y fenómenos de la vida real, para su comprobación.

En el laboratorio de automatización de la universidad de pamplona también se cuenta con la necesidad de aumentar el número de herramientas que faciliten el contacto con procesos industriales. Por lo que en este proyecto se creó un banco de pruebas que cuenta con múltiples variables que interactúan en un sistema de tanques y tuberías, el cual ayudara a que el estudiante desarrolle prácticas acordes a su formación y no solo se desenvuelva de buena manera en la parte teórica de las asignaturas que cursa.

PROBLEMA

La carencia de equipos para la realización de prácticas en los laboratorios de la universidad de Pamplona es evidente, lo que genera vacíos en la formación académica de los futuros profesionales. Debido a que en Colombia se ha visto reflejado en los últimos años que la mayoría de empresas precisan contratar personas con experiencia práctica con los instrumentos o equipos industrializados, todo esto ha llevado a contratar personal con conocimientos avanzados en la manipulación de elementos industriales.

De este modo se hace necesario generar herramientas para mejorar la formación de los alumnos, buscando eliminar los vacíos educativos y dificultades para aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos dentro de las distintas asignaturas que cursan los estudiantes, por este motivo no solo se debe buscar el fortalecimiento de la parte teórica de las asignaturas, sino además su parte práctica, con el fin de enriquecer el conocimiento sobre algunos de los procesos con los que más adelante se encontraran durante su vida laboral. Una excelente herramienta de aprendizaje son los bancos de pruebas que emulan procesos industriales, los cuales brindan la oportunidad de ampliar el conocimiento práctico de los estudiantes dándoles conocimientos aplicables en la industria y en su futuro empleo.

Debido a ello en el trabajo de grado que se realiza en la modalidad de diplomado se está desarrollando un banco de control donde los estudiantes obtengan una experiencia en equipos y procesos que puedan conseguir en el ámbito laboral.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente se ha convertido en un requerimiento importante para las empresas contratar profesionales idóneos y que puedan desenvolverse de buena manera en la industria. Es por esto que a los futuros profesionales se les hace necesario forjar una buena formación académica.

Con la elaboración de este proyecto se busca crear una herramienta académica que ayude a mitigar la falta de equipo existente en los laboratorios de la universidad, así como también complementar la educación de los alumnos.

En consecuencia, se piensa en el desarrollo de un banco de pruebas para el control y monitoreo de variables analógicas y discretas, presentes en un sistema de tuberías y tanques, también estará enlazado a la nube, complementando las herramientas existentes en el laboratorio de automatización y buscando desarrollar guías de laboratorio que den paso a establecer nuevas prácticas de laboratorio.

La generación de un nuevo banco de pruebas permite tener variedad en la emulación de procesos automatizados en el laboratorio, debido a que el sistema de tuberías y tanques que se realizó es más completo que los existentes, pues cuenta con la integración de múltiples variables, con el fin de emular un proceso industrial más reales, esto permite fortalecer el aprendizaje de los estudiantes que ven asignaturas en el laboratorio de automatización, por consiguiente mejora la formación práctica de los estudiantes que cursan carreras con énfasis en automatización en la universidad de pamplona.

DELIMITACIONES

Objetivo General

Desarrollar un banco de control y monitoreo, enlazado a la nube para la orientación de prácticas de laboratorio.

Objetivos Específicos

Definir las variables necesarias en la realización del banco de pruebas para el laboratorio de automatización industrial.

Determinar las especificaciones técnicas para la selección de sensores, actuadores y equipos a utilizar en la realización del banco de pruebas.

Crear Dashboard en la nube del banco de pruebas.

Interconectar el sistema de control y monitoreo a la nube.

Elaborar las guías de laboratorio para el manejo del banco de pruebas.

CAPITULO 1

1. REFERENTES TEÓRICOS

1.1. Antecedentes

A continuación, se mostrarán los antecedentes internacionales y nacionales que se encontraron en la investigación realizada.

1.1.1. Antecedentes Internacionales:

V. K. Sundari, J. Nithyashri, S. Kuzhaloli, J. Subburaj, P. Vijayakumar, P. S. H. Jose. "Comparison analysis of IoT based industrial automation and improvement of different processes - Review". Presentan un análisis sobre las mejoras que trae consigo la implementación de la tecnología IoT en procesos industriales, para ello enseña los conceptos principales de IoT. su importancia en el control de procesos industriales, debate sobre sus distintas arquitecturas, las diferencias operativas entre IoT e IIoT dando como ejemplo una comparación del desempeño de un sistema que mejora de la calidad del aire incluyendo y no incluyendo esta tecnología. El resultado de este estudio demostró una mejora en el rendimiento implementando la tecnología IoT, dando como consecuencia un aumento del 7% en la calidad del aire que sale del sistema, debido a un adecuado control y un eficaz seguimiento de los procesos presentes en este sistema.[1]

Jailsingh Bhookya, M. Vijaya Kumar, J. Ravi Kumar, A. Seshagiri Rao. "Implementation of PID controller for liquid level system using mGWO and integration of IoT application". Muestran un sistema de control de nivel de líquido presente en un tanque y monitoreado en tiempo real usando la tecnología IoT, para ello hicieron uso de un controlado PID con algoritmo de optimización MGWO usado en MATLAB para administrar el nivel del líquido y así optimizar los valores de K_p , K_i y K_d del controlador, este controlador es creado haciendo uso de un microcontrolador ESP32 y programándolo en el IDE de arduino, también se creó una aplicación Android con ayuda de la plataforma Blynk que ayudara con el control y monitoreo de la planta de IoT, dando como resultado el aumento de la flexibilidad en el control y monitoreo en dicha planta. Además, nos da a conocer que el algoritmo MGWO supera los enfoques de ajuste de los métodos de Ziegler-Nichols y SIMC, mejorando el rendimiento del controlador.[2]

Guerrero Quezada Gustavo Israel, Arias Pozo Paúl Andrés, “Diseño y construcción de un banco didáctico de instrumentación para la calibración de los termopares tipo j, k & t, y control de un horno de tres etapas”. Muestran el desarrollo de un banco de pruebas, realizado con la finalidad de caracterizar termopares tipo k, j, t y controlar de manera autónoma el horno eléctrico que está conformado por 3 cámaras cilíndricas. La variación de temperatura del horno se realiza por medio de resistencias de cuarzo. Cada cámara se puede controlar de manera independiente y a cada una le corresponde un tipo de termopar distinto, lo que es una ventaja para su uso educativo. Para evaluar el diseño del equipo se usó un diagrama de la casa de calidad. La programación se realizó en Python por sus librerías amigables con el usuario. La implementación del control y automatización se realizó en un microcontrolador Raspberry Pi modelo B+, un plus es que se puede controlar de manera remota usando VNC Viewer. Otro resultado de este proyecto fueron unas guías de laboratorio para implementar prácticas de laboratorio.[3]

Pozo Constante Luis David, “diseño y construcción de un sistema inteligente para el control del nivel de aceite en un módulo didáctico de electrohidráulica”. Presenta la construcción de un módulo de prácticas que permita la verificación del correcto funcionamiento de un sistema electrohidráulico, con la ayuda de un PLC LOGO 230RC y pantalla HMI LOGO TD se diseñó una prensa electrohidráulica, estos permiten controlar el funcionamiento de la misma y ejercer un control sobre los niveles de aceite en el tanque evitando así fallas por la presión y lubricación en el sistema. En este sistema se implementa una bomba que esta sobre dimensionada permitiendo añadir más partes al sistema, tales como, electroválvulas, las cuales pueden ser accionadas de manera manual como por medio del PLC. El sistema contiene un sensor de nivel que emite una señal digital indicando al PLC un nivel de flujo bajo, para su respectiva acción de control.[4]

Pérez Serrano Ignacio, “Puesta en marcha, ensayos y documentación de un banco de calibración de caudalímetros para la futura industria 4.0”. Realizo un banco de pruebas para la calibración de caudalímetros de circuito cerrado de agua con impulsión por dos motobombas centrifugas con conexión variable, haciendo uso de equipos de la marca siemens. Se busco reemplazar prácticas de laboratorio para asignaturas como mecánica de fluidos II y maquinas hidráulicas, gracias a esto los alumnos podrán fortalecer sus conocimientos y

obtendrán un mejor desenvolvimiento en las áreas prácticas, pues brinda un entorno más cercano a la industria real. Futuramente este proyecto puede ser actualizado para seguir con los cambios tecnológicos. Con este proyecto generaron material complementario plasmado en guías y manuales, el cual anteriormente a este proyecto no era de fácil acceso.[5]

1.1.2. Antecedentes Nacionales:

Rúa Ramírez Edwin, Mendoza Jiménez Iván, Torres Suarez Edison, Flórez Serrano Elkin, Serrano Rico Juan, “Banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición del rendimiento de paneles solares fotovoltaicos”. Presentan la construcción de un banco de pruebas didáctico conformado por paneles solares fotovoltaicos que tiene como finalidad medir el rendimiento en pruebas didácticas, fomentando de esta forma el aprendizaje de sus componentes, validar su funcionamiento y caracterizar el sistema, su diseño fue realizado para la futura realización de distintas prácticas de laboratorio, algunas de ellas podrían ser: medir el voltaje y corriente salientes del sistema, identificar y evaluar las curvas de operación de los paneles, dependiendo de la radiación recibida por estos, realizar conexiones necesarias para su utilización en corriente alterna y directa. Algunos de los resultados más importantes vistos en la realización del sistema fueron: la afectación del rendimiento debido a la variación en la temperatura, determinar las condiciones ideales para mejorar la eficiencia en los paneles gracias a la incidencia del sol.[6]

Molina Conde Mayra Alejandra, Sánchez Rojas Juan Esteban “Rediseño, construcción y puesta a punto del banco didáctico para prácticas de neumática y electroneumática de los laboratorios de la universidad Antonio Nariño sede Ibagué”. Muestran el rediseño y construcción del banco de pruebas de neumática y electroneumática a un banco ya existente. Se realizó una ampliación en su área de trabajo y actualización de algunos de sus componentes, pues se le añadió un segundo tablero de instrumentos en su parte posterior el cual se incluyeron sistemas neumáticos y electroneumáticos, este rediseño se realizó haciendo uso de la herramienta SolidWorks y se diseñaron 5 circuitos neumáticos y 5 electroneumáticos con la ayuda del software FluidSIM. Seguidamente se procedió a verificar con simulación el correcto funcionamiento de los sistemas y su viabilidad. Entregando así el banco de pruebas y guías para el desarrollo de prácticas de laboratorio que se llevaran a cabo en la universidad.[7]

Pertuz Orozco Carol Stephanie, Salguero Nova Juan Manuel “Diseño de un banco didáctico para el control de procesos analógicos mediante el uso de infraestructura IOT en un laboratorio de automatización”. Muestran el desarrollo de un banco didáctico para el control de variables analógicas implementando la tecnología IOT, haciendo uso de componentes con los que ya contaba el laboratorio de instrumentación y control de procesos de la universidad de América. Para su realización fue necesario una caja que contiene los elementos del IoT. Con este proyecto se buscó suplir la necesidad de realizar un laboratorio remoto para las distintas asignaturas que lo requieran. Las variables manejadas fueron, caudal, nivel del fluido y presión, para ello realizaron un programa que permitiera realizar el control de manera remota y presencial, haciendo uso de LabVIEW y PLC. como resultado generaron una guía de laboratorio con la finalidad de validar el funcionamiento del banco didáctico. Además, fue necesario verificar el manual de montaje y mantenimiento. Finalmente se realizó el análisis de los costos del proyecto.[8]

Alfonso Gaitán Juan Diego, Buitrago Beltrán Cristian David, Medina Claros Wilmer Andrés “Diseño y construcción de un banco interactivo tipo industrial para implementar varias estrategias de control de temperatura mediante un PLC y adquisición de datos mediante ThingSpeak y MySQL”. Realizaron un control a la temperatura del agua contenida dentro de un tanque con capacidad de 50 litros, comparando la respuesta del sistema utilizando control On-Off y control PID para la verificación de los mismos, el sistema está conformado por 2 tanques y una motobomba de medio caballo de fuerza, con un tablero de control para las conexiones y el correcto funcionamiento del sistema. La finalidad del proyecto fue controlar la temperatura a un valor deseado por el usuario desde la HMI. Los datos fueron cargados a la plataforma ThingSpeak cada 20 segundos permitiendo analizar el comportamiento de la temperatura que se mostrará de forma gráfica en la pantalla HMI. Del mismo modo, se comprobó que al trabajar con temperatura iguales o mayores a 60°C en tuberías PVC es muy factible a presentar fallas, esto se debe a que el material no soporta temperaturas mayores a la mencionada. Además, concluyeron que para procesos de respuesta lenta es suficiente la implementación de un controlador On-Off.[9]

Muñoz Diaz Camilo Andrés “Diseño y simulación de un sistema de monitoreo para un proceso de control de temperatura mediante PLC e IoT para la empresa Educatia”. Realizo un banco de procesos para el control y monitoreo de la temperatura el cual será una herramienta de

capacitación para el personal en la empresa Educatia, con la integración de programación en PLC'S y la tecnología IOT, la conexión de los datos a la nube la realizo por medio de Node-red y la plataforma Ubidots. la herramienta permite que la empresa este un paso adelante en la tecnología actual, pues con la correcta capacitación del personal se lograra el cumplimiento de los parámetros necesarios en los procesos de la misma y la toma de decisiones en tiempo real.[10]

1.2. Marco Teórico

1.2.1. AUTOMATIZACIÓN

Es el conjunto de sistemas mecánicos, electromecánicos e informáticos que se utilizan para el manejo de procesos o procedimientos que funcionan con requerimientos mínimos de intervenciones humanas con propósitos como: reducir costos de producción, mejorar la productividad, mitigar riesgos al personal en actividades inseguras o repetitivas, ofrecer productos uniformes, estandarizar procesos, controlar la calidad, entre otros.[11]

1.2.2. AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Es la unión de operaciones y elementos computarizados, tanto en hardware como en software que permiten controlar los procesos industriales de forma autónoma o automática, utilizando tecnologías con el fin de aumentar la productividad y confiabilidad de las empresas reduciendo así costos de fabricación y mejorando la calidad de los productos.[3]

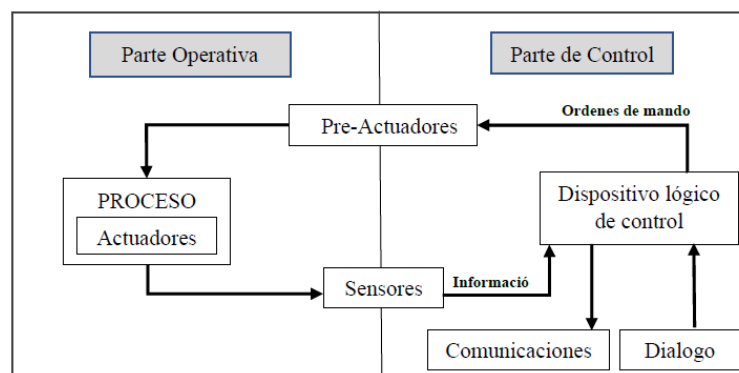


Fig. 1. Esquema de un sistema automatizado.[3]

1.2.3. COMPONENTES BÁSICOS QUE CONFORMAN LOS AUTOMATISMOS

- Sensor: Los sensores son dispositivo que tienen la capacidad de medir magnitudes físicas y las transforman en pulsos eléctricos.
- Planta: Puede estar compuesto por un único elemento o por un conjunto de elementos, con la finalidad de realizar una acción concreta, es el principal objeto del control automático.
- Controlador: Es el elemento encargado de establecer el control, a partir de la señal que proporciona un sensor o planta, de acuerdo con los parámetros establecidos en el operador y determina la señal de control que debe salir de este para activar el actuador manteniendo así el funcionamiento adecuado de un sistema.
- Operador: Está conformado por los elementos de mando y señalización, que facilitan la modificación o corrección de los parámetros de la planta que está siendo controlada.
- Actuador: Los actuadores son dispositivos que tiene la capacidad de ejercer la activación de algún proceso generando un efecto en el sistema que lo contiene. Por lo general recibe la señal de un controlador para ejercer su función según sea necesario.[12]

1.2.4. BANCO DE PRUEBAS

Su prioridad es implementar un entorno de trabajo en el cual los investigadores puedan testear sus soluciones teóricas a problemas de la realidad y obtener resultados de una manera empírica con el objetivo final de asegurar la seguridad de sus soluciones y poder implementarlas.[13] Pues permiten realizar pruebas de algún proceso y manejo de variables, está compuesto por un tablero de accionamiento, un controlador, una pantalla para la visualización del proceso, también puede estar acoplado a algún sistema para ejercer control y monitoreo sobre este, sus aplicaciones pueden ser educativas pues son herramientas útiles para complementar el aprendizaje. También se puede emplear para la obtención de datos, o ser un prototipo para la puesta a punto de un proceso.



Fig. 2. banco de pruebas.[14]

1.2.5. LAS SEÑALES QUE INTERVIENEN EN UN SISTEMA AUTOMÁTICO PUEDEN SER DE DOS TIPOS:

- Señal Analógica: representa magnitudes físicas que se desarrollan de manera continua pues varían de manera gradual.
- Señal Digital: esta señal puede representarse únicamente en 2 estados (alto '1' y bajo '0'), conocida también como señal binaria o lógica, es utilizada normalmente como señal de alarma independiente de su magnitud.[12]

1.2.6. SISTEMA DE CONTROL

se puede definir como un proceso en el que se busca que las señales salientes sean manipuladas por normas establecidas por las señales de entrada del sistema, sin dejarse influir por alteraciones que se puedan presentar en el proceso.[3]

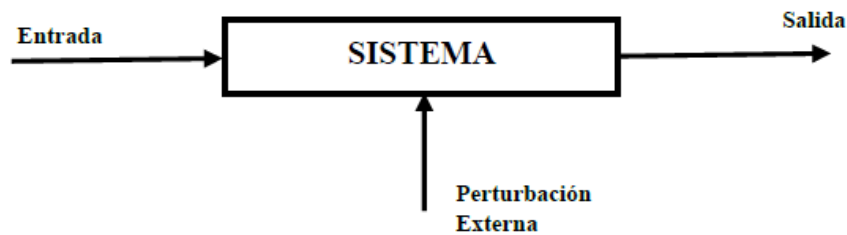


Fig. 3. Esquema de un sistema de control. [3]

1.2.7. TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

- Sistemas de Control Realimentados: Son sistemas que mantiene una relación determinada entre la salida y la entrada de referencia, las compara y usa la diferencia para controlar.
- Sistemas de Control en Lazo Cerrado: Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control en lazo cerrado. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente.
- Sistemas De Control En Lazo Abierto: Son sistemas en los que la salida no afecta la acción de control. En estos sistemas de control no se realiza retroalimentación con la entrada, ni se mide la salida.[15]

1.2.8. CLASIFICACIÓN DE CONTROLES INDUSTRIALES

Se clasifican de acuerdo a sus acciones de control:

- Acción de Control On/Off: En este sistema de control los elementos de actuación solo tienen dos estados fijos, encendido y apagado, es simple, económico y por ello es extensamente utilizado, tanto en controles domésticos como industriales.
- Acción de Control proporcional: La acción de control en este tipo de controlador está definida por la relación del controlador $u(t)$ y la señal de error $e(t)$ de la siguiente manera:

$$u(t) = K_p e(t) \quad (1)$$

en cantidades transformadas por el método de Laplace,

$$\frac{u(t)}{e(t)} = K_p \quad (2)$$

Donde K_p se considera la ganancia proporcional. Sin importar su mecanismo o su potencia de operación, el controlador proporcional es un amplificador con una ganancia ajustable.

- Acción de control integral: En la acción de control integral el valor de la salida $u(t)$ cambia proporcionalmente con respecto a la señal de error $e(t)$ de la siguiente manera:

$$\frac{du(t)}{dt} = K_i e(t) \text{ o } u(t) = K_i \int_0^t e(t) dt \quad (3)$$

Donde K_i es una constante que puede ajustarse. [15] la función de transferencia de este controlador es:

$$\frac{U(t)}{E(t)} = \frac{K_i}{s} \quad (4)$$

- Acción de control proporcional-integral (PI): se define mediante:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt \quad (5)$$

Y la función de transferencia de este controlador es:

$$\frac{U(t)}{E(t)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right), \text{ Donde } T_i \text{ es el tiempo integral.} \quad (6)$$

- Acción de control proporcional-derivativa (PD): se define mediante:

$$u(t) = K_p e(t) + K_p T_p \frac{de(t)}{dt} \quad (7)$$

Y su función de transferencia es:

$$\frac{U(t)}{E(t)} = K_p (1 + T_d s), \text{ donde } T_d \text{ es el tiempo derivativo.} \quad (8)$$

- Acción de control proporcional-integral-derivativo (PID): esta acción tiene ventajas de cada una de las acciones de control que la componen y su ecuación esta dada por:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_p T_p \frac{de(t)}{dt} \quad (9)$$

Y su función de transferencia es:

$$\frac{U(t)}{E(t)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (10)$$

donde K_p es la ganancia proporcional, T_i es el tiempo integral, T_d es el tiempo derivativo.[15]

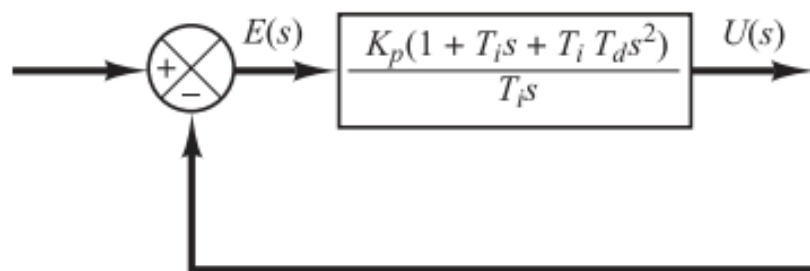


Fig. 4. Diagrama de bloques de un controlador proporcional-integral-derivativo.[15]

1.2.9. EJEMPLOS DE SISTEMAS DE CONTROL

- Sistema de Control de Temperatura: La temperatura del horno eléctrico se mide mediante un termómetro, que es un dispositivo analógico. La temperatura analógica se convierte a una temperatura digital mediante un convertidor A/D. La temperatura digital se introduce en un controlador mediante una interfaz. Esta temperatura digital se compara con la temperatura de entrada programada, y si hay una discrepancia (error) el controlador envía una señal al calefactor, a través de una interfaz, amplificador y relé, para hacer que la temperatura del horno adquiera el valor deseado.[15]

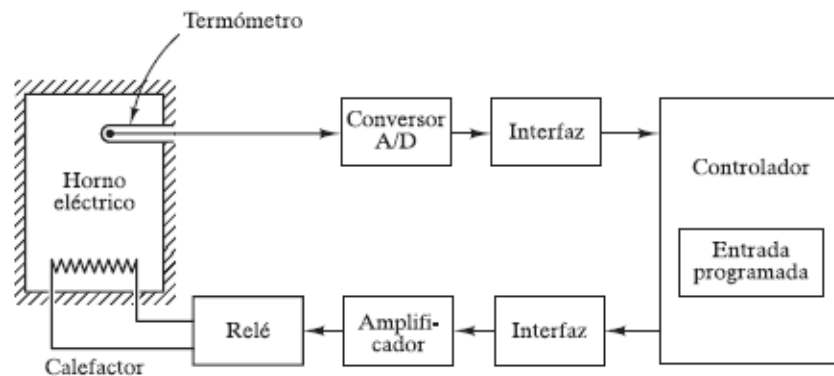


Fig. 5. Diagrama esquemático del control de temperatura de un horno eléctrico.[15]

- Sistema de Control de Nivel: Un medidor de nivel trabaja con la altura de un líquido sobre una línea de referencia, la presión hidrostática, o el desplazamiento de un flotador producido por el contenido de líquido en un tanque de proceso. Entre los elementos de medición podemos encontrar, sondas, cintas, niveles de cristal, nivel de flotador y magnético. Esta medición debe ser interpretada por un transmisor de nivel, el cual procesa la información suministrada por el sensor, también elimina cualquier ruido o interferencia que pueda generarse en la medición, estos datos son entregados por el al controlador para así poder ejercer la acción de control.[16]

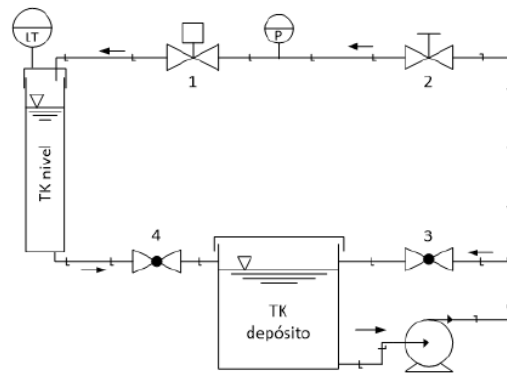


Fig. 6. Diagrama de proceso (P&ID) de control de nivel en el tanque.[17]

- Sistema de Control de Caudal: el caudal es el volumen de fluido que pasa por un determinado elemento en un tiempo determinado. Estos sistemas de control a menudo son encontrados en las industrias químicas, petroquímicas, farmacéuticas, etc. el flujo se puede gracias a 2 elementos, un elemento que se encarga de producir un fenómeno de medición como: diferenciales de presión, la turbina de rotación, etc. El segundo elemento se encarga de detectar el fenómeno anterior y medirlo, para llevar los datos hacia el transmisor para que este los comunique al controlador y realizar la acción de control.[18]

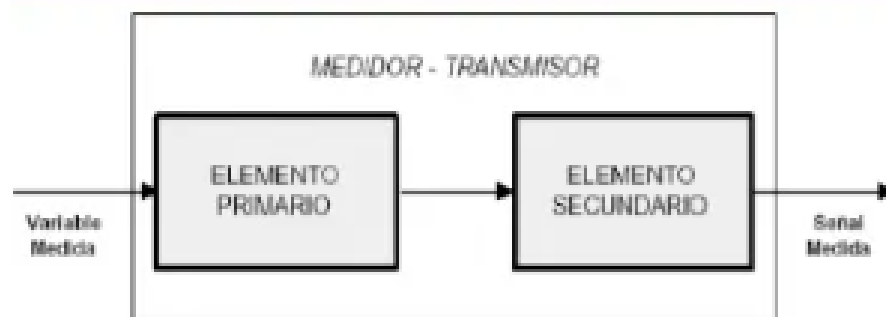


Fig. 7. Representación de un medidor-transmisor.[18]

- Sistema de Control de Presión: el control de esta variable es muy importante para la producción y seguridad en las operaciones que se realicen. Este sistema este compuesto por un elemento primario en contacto con el proceso y presenciara los cambios en la presión y un elemento secundario es el encargado de traducir la información del sensor y llevarla a valores entendibles por el controlador para que este de la orden al actuador.[19]

CAPITULO 2

2. METODOLOGÍA

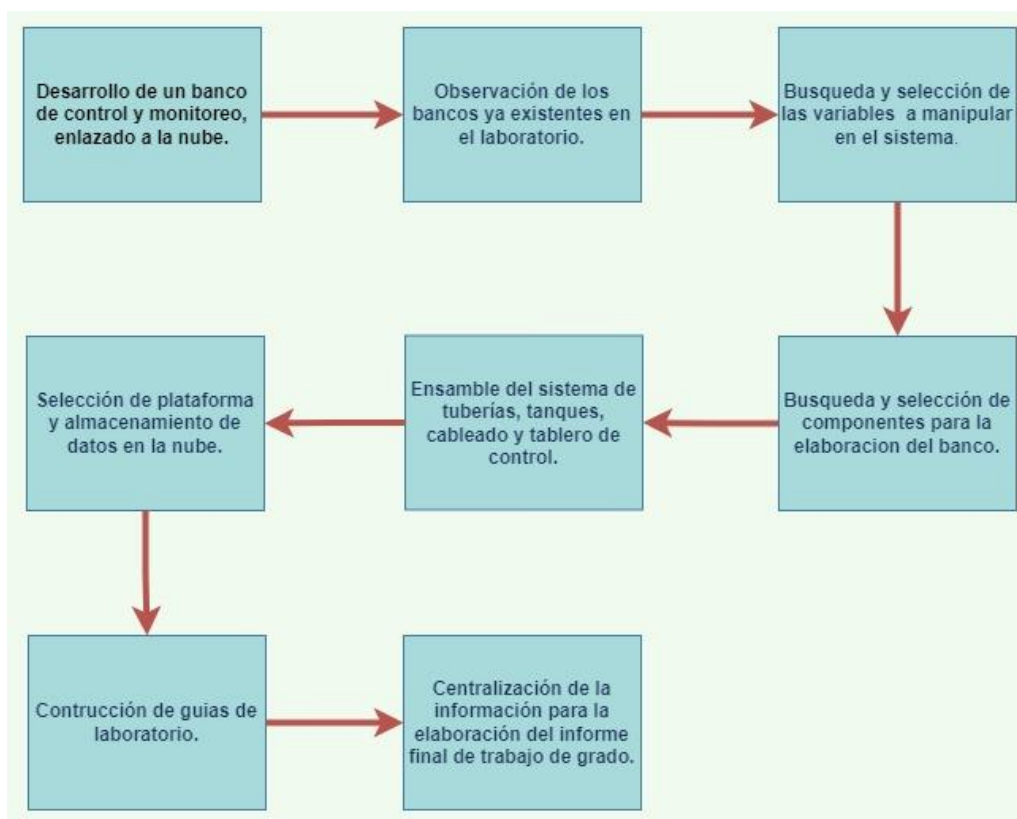


Fig. 8. Diagrama en bloques del proyecto. Fuente: Autor

2.1. Observación de los bancos ya existentes en laboratorio.

El laboratorio de automatización de la universidad de pamplona cuenta con los siguientes de bancos de pruebas:

- Un banco de pruebas para el control de un motor bifásico, con la implementación de un PLC LOGO! 8, 2 contactores para inversión de giro, relé térmico para la protección del motor, relés de 24v para la activación de los contactores y el cuidado de las salidas del PLC, así como también una etapa de señalización y mando compuesta por indicadores, pulsadores, zeta de emergencia y un selector.

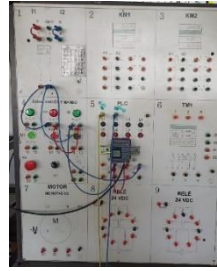


*Fig. 9. Banco de pruebas para el control de un motor bifásico.
Fuente: Autor*

- Un banco de pruebas para el control de una banda transportadora accionada por un motor trifásico, este cuenta con una etapa de potencia compuesta por breakers, un disyuntor, para protección del sistema, así como también dos contactores para su accionamiento y cambio de giro. Adicionalmente contiene un variador de frecuencia, con el que también se podría ejercer el control de la banda.



Fig. 10. Banco de pruebas para el control de una banda transportadora. Fuente: Autor

- Un banco de pruebas neumático, que cuenta con un controlador PLC S7 1200 1214 DC/DC/RL, una pantalla HMI, un módulo de alimentación, un módulo de red y un módulo de entradas analógicas, Indicadores, pulsadores, zeta de emergencia, electroválvulas, finales de carrera y cilindros neumáticos.

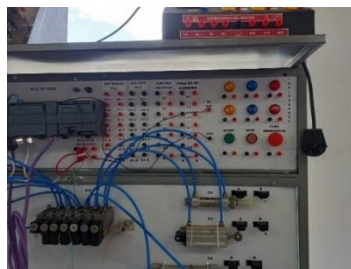


Fig. 11. Banco de pruebas neumático. Fuente: Autor

2.2. Búsqueda y selección de las variables a manipular en el sistema.

Se ve la necesidad de implementar un banco para pruebas en el laboratorio de automatización más completo y robusto. Es por esto que se realizara un sistema de tuberías y tanques, que contara con mínimo 3 variables a manipular. Para la selección de variables se tendrán en cuenta los elemento con los que ya se cuenta en el laboratorio es por esto que las variables escogidas serán la presión dentro del tanque 1, el caudal en la tubería que va hacia el tanque 1, el nivel en los tanques 1-2 y la temperatura del agua en el tanque 2.

2.3. Búsqueda y selección de componentes para la elaboración del banco.

A continuación se expondrán los componentes que hacen parte del proyecto con sus respectivas características:

2.3.1. Componentes seleccionados del laboratorio:

- Motobomba Trifásica:



Fig. 12. Motobomba sumergible AB-12A. Fuente: Autor.

Tabla 1. Especificaciones motobomba trifásica

Modelo	AB-12A
Potencia	40W
Voltaje	220V
Corriente nominal	0.24A
Velocidad	2800/3470rpm
Frecuencia	50/60Hz
Caudal	12L/min
Altura máxima	3m
Estado anterior del componente	Se encontraba sin ningún uso.

- Motobomba monofásica:



Fig. 13. Motobomba KTC IDB-35. Fuente: Autor.

Tabla 2. Especificaciones motobomba monofásica.

Modelo	AB-12A
Potencia	0.37kW – 0.5HP
Voltaje	110V/220V
Velocidad	3400rpm
Frecuencia	60Hz
Caudal	35L/min
Altura máxima	35m
Estado anterior del componente	Se encontraba ensamblada en un proyecto que no estaba en funcionamiento.

- Variador de frecuencia:



Fig. 14. Variador de frecuencia. Fuente: Autor.

Tabla 3. Especificaciones Variador.

Marca	Schneider Electric	
Modelo	ATV12H037M2	
	kW	HP
Potencia	0.37	0.5
	input	Output
Voltaje (V)	200-240	0...200/240
Frecuencia (Hz)	50/60	0...400
Corriente (A)	5.9 máx	2.4
Estado anterior del componente	Se encontraba sin uso	

- Relé térmico:



Fig. 15. Relé Térmico. Fuente: Autor.

Tabla 4. Especificaciones relé térmico.

Marca	Sassin
Modelo	LR2 D1314
Tensión de Aislamiento (Ue)- (Ui)	750V- 6kV
Corriente máx	12A
Corriente térmica convencional (I th)	5A
Rango de regulación	7A-10A
Fusible máximo gM	15A
Estado anterior del componente	Se encontraba sin uso

Tabla 5. Potencia asignada para los contactos auxiliares.

24V	100VA
48V	200VA
110V	400VA
230V	600VA
400V	600VA

- Contactor:



Fig. 16. Contactor. Fuente: Autor.

Tabla 6. Especificaciones contactor.

Marca	Sassin
Modelo	LC1 D3210
Tensión nominal de Aislamiento (Ui)	600V
Tensión soportada de impulso nominal (Uimp)	8kV
Corriente continua	50A
Corriente térmica convencional (I th)	50A
Estado anterior del componente	Se encontraba sin uso

Tabla 7. Clasificación de potencia estándar.

Clasificación de potencia estándar	
200V-220V	5.5kW
220V	7.5kW
440V	11kW
380V-480V	15kW
660V	18.5kW

- Disyuntor:



Fig. 17. Disyuntor. Fuente: Autor.

Tabla 8. especificaciones disyuntor.

Marca	CHINT
Modelo	NS2-25
Tención de Empleo (Ue)	690V
Tensión soportada de impulso nominal (Uimp)	8kW
Rango de regulación	4A-6.3A
Estado anterior del componente:	Se encontraba sin uso

Tabla 9. clasificación de potencia estándar.

Clasificación de potencia estándar	
230V	1.1kW
400V	2.2kW
415V	2.2kW
440V	3kW

- Relé de propósito general:



Fig. 18. Relé en base para riel. Fuente: Autor.

Tabla 10. Especificaciones relé.

Marca	SCHRACK
Modelo	RT424024
Tensión de bobina	24VDC
Corriente de bobina	16.7mA
Tensión de contacto	250VAC
Corriente de contacto	8A
Estado anterior del componente	Se encontraba sin uso

- Relé:



Fig. 19. Relés con base. Fuente: Autor.

Tabla 11. Especificaciones Relés.

Relé 1 Omron		Relé 2 Omron		Relé 3 Omron	
Marca	MY4	Marca	MY2	Marca	MY4N-GS
Tensión de bobina	24VDC	Tensión de bobina	24VDC	Tensión de bobina	24VDC
Corriente de bobina	37.7mA	Corriente de bobina	37.7mA	Corriente de bobina	37.7mA
Tensión de contacto	30VDC 250VAC	Tensión de contacto	30VDC 250VAC	Tensión de contacto	30VDC 250VAC
Corriente de contacto	5V	Corriente de contacto	10A	Corriente de contacto	3A
Estado anterior de los componentes		Se encontraban sin uso			

- Sensor de caudal:



Fig. 20. Sensor de caudal. Fuente: Autor.

Tabla 12. Especificaciones sensor de Caudal.

Modelo	FS300A
Tensión de operación	5V-24VDC
Consumo de corriente	15mA (5V)
Capacidad de carga	10mA (5VDC)
Rango de flujo	1-60L/min
Voltaje promedio de pulso	3.03mL
Pulsos por litro	330
Presión de trabajo máx	1.2MPa (12bar)
Rosca externa	3/4" NPS
Estado anterior del componente	Se encontraba sin uso

- Sensor de nivel:



Fig. 21. Sensor de nivel. Fuente: Autor.

Tabla 13. Especificaciones de sensor de nivel.

Marca	Lovato
Modelo	LVM 20
Tensión de operación	220-240VAC
Consumo de corriente máx	8A (250VAC)
Frecuencia	50/60Hz
Sensibilidad	2.5-50kOhm
Tensión del electrodo	7.5VAC
Potencia máx	3.5VA
Potencia disipada	1.8W
Estado anterior de los componentes	Se encontraba sin uso

- Sensor de presión:



Fig. 22. Sensor de presión.[20]

Tabla 14. Especificaciones presión.

Marca	Hilitand
Modelo	Hilitand7py6g9uith-01
Presión de operación	0-1.6MPA
Corriente de salida	4-20mA
Tensión de	8.32V
Estado anterior de los componentes	Se encontraba sin uso

- Sensor transmisor de temperatura:



Fig. 23. Transmisor de temperatura.

Tabla 15. Especificaciones transmisor de temperatura.

Marca	Rosemount
Modelo	644HANAJ6M5Q4
Corriente de salida	4-20 mA
Tensión soportada por los terminales del sensor	42,4 VDC
LCD display	si
Protección transitoria integral	si
Estado anterior de los componentes	Se encontraba sin uso

- Válvula solenoide de 1/2" metálica:



Fig. 24. Válvula Solenoide metálica. Fuente: Autor.

Tabla 16. Especificaciones Electroválvula metálica.

Modelo	2W160-15
Tensión de actuación	110VAC
Presión de trabajo	0-7Kg/cm ²
Tipo	Normalmente Cerrada (NC)
Estado del componente	Se encontraba sin uso

- Válvula Solenoide 1/2" plástica:

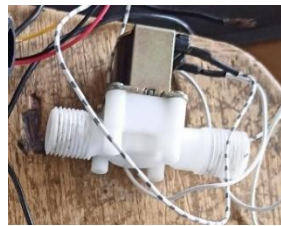


Fig. 25. Válvula plástica. Fuente: Autor.

Tabla 17. Características Electroválvula plástica.

Electroválvula de 12VDC	
Tensión de actuación	12VDC
Corriente de actuación	465mA
Presión de trabajo	0.02Mpa - 0.8Mpa
Tipo	Normalmente Cerrada (NC)
Estado del componente	Se encontraba sin uso

- Controlador:



Fig. 26. Controlador PLC S7-1200.[21]

Tabla 18. Especificaciones PLC.

Marca	SIEMENS
Modelo	PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/Rly
Referencia	6ES7214-1HG31-0XB0
Entradas digitales	14
Salidas digitales relés 2A	10
Entradas analógicas	2
Estado del componente	Se encontraba sin uso

- Pantalla:



Fig. 27. Pantalla HMI KTP 700.[22]

Tabla 19. Especificaciones HMI.

Marca	SIEMENS SIMATIC
Modelo	Panel Basic KTP700
Referencia	6AV2181-4GB00-0AX0
Tamaño de la pantalla	7"
Táctil	si
Estado del componente	Se encontraba sin uso

2.3.2. Componentes comprados:

- Breaker:



Fig. 28. Breakers de 40A y 20A. Fuente: Autor.

Tabla 20. Especificaciones Breaker.

Marca	DUKE ENERGY
Modelo	BA47-19
Corriente Nominal	40A
Fuerza nominal de cortocircuito	6kA
Frecuencia	50/60Hz
Tensión nominal de funcionamiento	120V-415V

- Relé:



Fig. 29. Relés con base. Fuente: Autor.

Tabla 21. Especificaciones relés.

Marca	Omron
Modelo	LY2N-J
Tensión de bobina	24VDC
Corriente de bobina	37.7mA
Tensión de contacto	28VDC 240VAC
Corriente de contacto	10A

- Sensor de nivel:



Fig. 30. Sensor de nivel.[23]

Tabla 22. Especificaciones del sensor de nivel.

Modelo	Sensor horizontal de nivel de agua tipo flotador
Tensión máx de conmutación	100VDC
Corriente máx	1A
Corriente de conmutación máx	0.5A
Tensión máx	220VDC
Potencia máx	10W

2.3.3. Cálculos protecciones del sistema:

- Motobomba Trifásica:

Para calcular las protecciones del sistema se debe calcular la corriente de arranque del motor con la siguiente ecuación: [24]

$$I_a = I_n * 0.8 \quad (11)$$

$$I_a = 0.24A * 0.8 = 1.92A$$

El amperaje soportado por los componentes de protección será mayor a 1.92A

- Motobomba Monofásica:

No se cuenta con los datos necesarios para hallar de manera teórica la corriente nominal, debido a esto se llevarán a cabo pruebas de corriente en la motobomba para la selección de los componentes de protección.

2.4. Diseño del sistema.



Fig. 31. Diseño en SolidWorks del banco de pruebas. Fuente: Autor

El banco de pruebas estará construido sobre un gabinete de estructura metálica. El sistema de tanques y tuberías contara con 3 tanques, dos tanques donde intervendrán las variables y uno de almacenamiento.

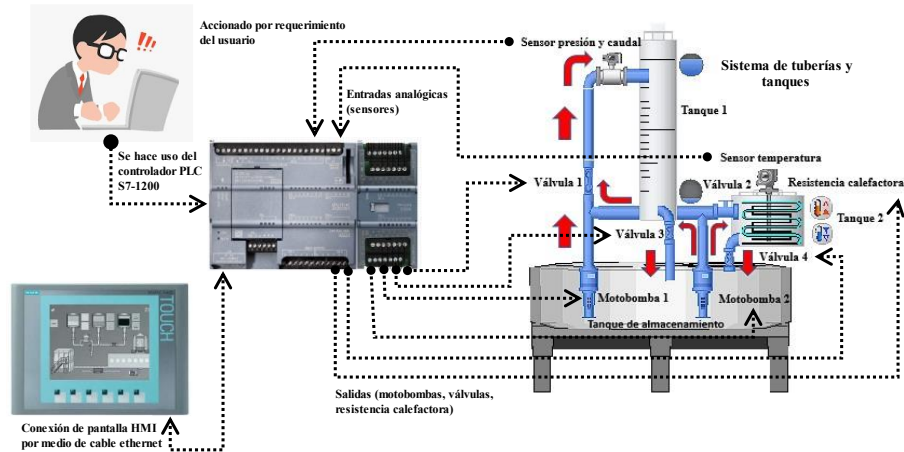


Fig. 32. Esquema de los componentes del banco de pruebas.
Fuente: Autor.

En la figura 30 se muestran los componentes con los que se construirá el banco de pruebas. En este se ve tanto el controlador PLC S7-1200, Pantalla HMI, como el sistema de tuberías y tanques con su respectiva señalización de dirección de flujo de líquido.

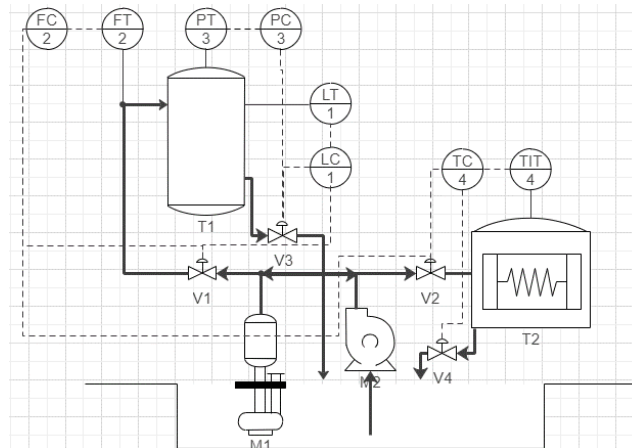


Fig. 33. Diagrama P&ID del banco de pruebas. Fuente: Autor.

Se realizó un diagrama P&ID con la estimación del sistema que se quiere construir. En el tanque 1 (T1) se encontrarán los sensores de nivel y presión ubicados dentro del tanque. El sensor de caudal se ubicará en la tubería de entrada al tanque 1 después de la electroválvula V1 que es la responsable de dejar fluir el agua a esta zona del sistema. La electroválvula V3 será la encargada del desagüe de T1. En el tanque 2 (T2) se encontrará el sensor de temperatura, nivel y una resistencia para calentar el agua dentro del tanque. La Electroválvula V2 será la encargada de dejar fluir agua a esta zona del sistema, mientras que V4 se encargará del desagüe de T2. También se contará con un tanque de almacenamiento.

2.5. Búsqueda plataformas de Dashboard.

En la búsqueda de un dashboard óptimo para la aplicación requerida, de fácil acceso y amigable con el usuario se encontraron las siguientes plataformas:

- IBM Cloud
- Google Sheets
- Ubidots
- Quick Start
- Node red

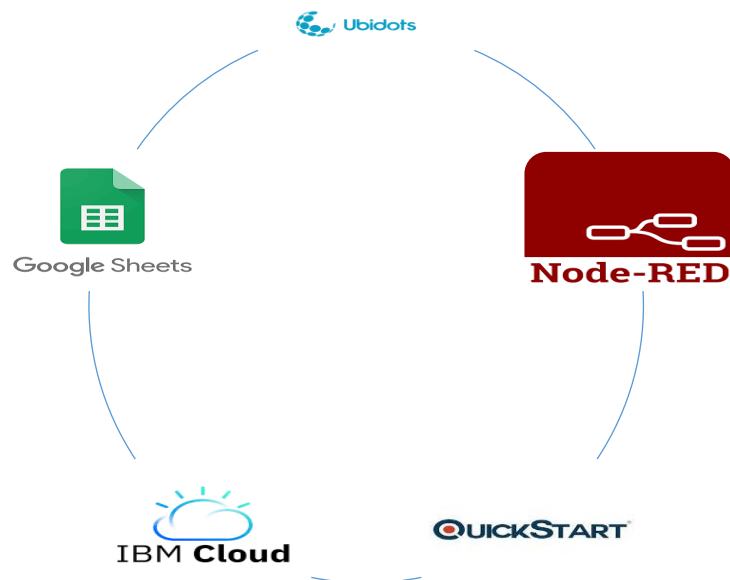


Fig. 34. Plataformas Dashboard. Fuente: Autor.

CAPITULO 3

3. RESULTADOS

3.1. Ensamble del banco de pruebas.



Fig. 35. Ensamble del sistema de tuberías y tanques. Fuente: Autor.

En la figura 32 podemos observar el resultado del ensamble del sistema de tuberías y tanques en el gabinete. Durante el proceso de ensamble del sistema se buscó la mejor ubicación para cada uno de los componentes en el gabinete. Para mejorar la estabilidad del tanque 1 se optó por mandar a hacer unas agarraderas metálicas atornilladas a la estructura que se ubicaron en la base y otra casi en el centro del tanque 1. La motobomba 2 también se aseguró a la estructura por medio de tornillos, con el fin de darle más estabilidad. Para el proceso de construcción de la red de tuberías, se iba midiendo y ensamblando poco a poco, con la finalidad de no desperdiciar materiales. se usaron cheques metálicos luego de las salidas de cada motobomba para su cuidado.

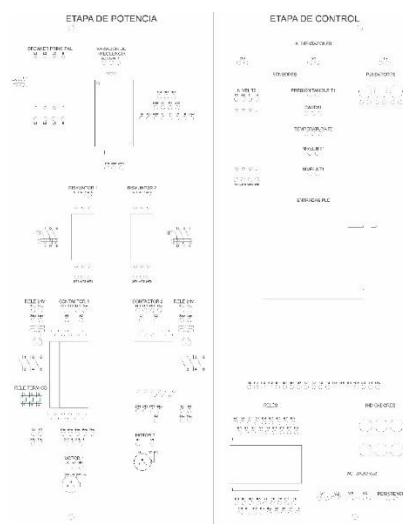


Fig. 36. Diseño de tablero de potencia y control. Fuente: Autor.

En la figura 33 se muestra el diseño del tablero que fue realizado en el programa CorelDRAW el cual se divide en una etapa de potencia y una etapa de control. La etapa de potencia está comprendida por breakers, disyuntores, contactores, un relé térmico, un variador, la alimentación de las motobombas, relés para el accionamiento de las bobinas de los contactores. Por su parte la etapa de control está comprendida por alimentaciones, sensores, actuadores, pantalla HMI, PLC y sus módulos. Cada uno de los elementos del tablero tiene sus entradas y salidas a borneras.



Fig. 37. Tablero de potencia y control. Fuente: Autor.

En la figura 37 podemos observar el tablero de potencia y control del banco de instrumentación, montado en el gabinete donde se encuentra el sistema de tuberías y tanques ubicado en la parte posterior del tablero. El tablero ya tiene incorporados sus respectivos componentes descritos anteriormente en el diseño del tablero.

3.2. Plataforma en la nube.

Teniendo en cuenta los requerimientos mencionados en la búsqueda de plataformas, el dashboard se está implementado en la plataforma Ubidots, ya que es una de las más completas, tiene una cuenta gratuita y además de fácil conexión. La conexión entre el PLC y la plataforma Ubidots se realiza mediante Node red, ya que es herramienta es muy versátil, rápida, sencilla y gratuita, para la comunicación entre hardware y servicios en línea.



Fig. 38. Dashboard en Ubidots. Fuente: Autor.

En la figura 36 podemos observar el dashboard creado en la plataforma Ubidots, que esta enlazado a su vez con la herramienta Node red, con botones para iniciar el proceso o pararlo, asi como indicadores del nivel de los tanques T1- T2, indicadores de la temperatura, la presión y el caudal del sistema de tuberías y tanques.

Cabe aclarar que al encontrarse el sistema enlazado a la nube surge la duda de cómo protegerlo de posibles invasores en línea, es por esto que para acceder al dashboard dentro de la plataforma Ubidots se pide un acceso con usuario y contraseña, estos datos serán dejados para el uso del propio banco pues su aplicación es educativa, además de esto la alimentación del banco permanecerá apagada cuando no se encuentre en uso. lo que implicaría que el invasor deba tener acceso directo al banco para su manipulación, dificultando así la manipulación del banco por parte de terceros.

3.3. GUIAS

En cumplimiento de los resultados del proyecto se realizaron guías de laboratorio para la manipulación del banco de instrumentación resultante.

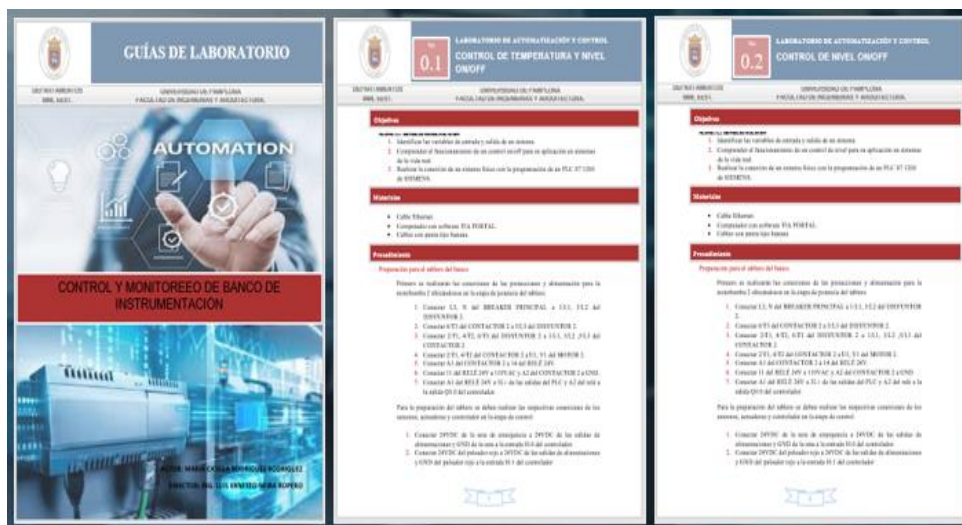


Fig. 39 Guías de laboratorio. Fuente: Autor.

Nota: las guías completas se encuentran en los anexos.

4. CONCLUSIONES

Para definir las variables utilizadas en el proyecto, primero se realizó un buen análisis, observación de los bancos y material presente en el laboratorio, queriendo así suplir las necesidades que tienen los alumnos a la hora de adquirir el aprendizaje. Se encontraron falencias en los equipos presentes en el laboratorio, como falta de etiquetas en los tableros de control, controladores no funcionales, entre otros.

Se evidencian los altos costos en equipos como sensores, actuadores, disyuntores, contactores, relés de accionamiento, controlador PLC. Es por esto que prefirió utilizar componentes con los que ya se contaba.

A pesar de la gran variedad de plataformas para la creación de Dashboard, no todas brindan una interfaz amigable con el usuario o la posibilidad de interconexión con un controlador PLC, lo que limita la creación de proyectos.

Node red es una herramienta muy completa para el enlace y carga de datos para los controladores PLC, debido a su gran número de librerías y su acceso gratuito. Lo que facilita la implementación y el enlace a la nube de los proyectos que lo requieran.

La generación de material didáctico para el laboratorio de automatización es esencial para facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, mejorando de esta forma sus destrezas en la etapa practica de la automatización, entregando una herramienta de aprendizaje que será amigable e intuitiva para docentes y estudiantes.

El diseño realizado para el tablero del banco de instrumentación, facilita futuras modificaciones en pro de mejorar los procesos de control dentro del sistema de tuberías y tanques, que requiera el laboratorio de automatización, abarcando mayor área de conocimiento en la automatización de la vida real. También la inclusión individual de cada entrada y salida de los componentes a conectores tipo banana genera la posibilidad de manipular por separado cada variable del sistema.

Para la construcción del tablero de instrumentación se verifico el correcto ajuste de los conectores tipo banana de los componentes, el espacio prudente entre las conexiones posteriores de los conectores, asi como la verificación de un buen ensamble y pegado de las tuberías pues una fuga de líquido puede llegar a generar fallas en el sistema eléctrico del banco y riesgos de seguridad que afectarían la integridad física del personal que este en contacto con el banco.

5. REFERENCIAS

- [1] V. K. Sundari, J. Nithyashri, S. Kuzhaloli, J. Subburaj, P. Vijayakumar, and P. S. H. Jose, "Comparison analysis of IoT based industrial automation and improvement of different processes - Review," in *Materials Today: Proceedings*, 2021, vol. 45, pp. 2595–2598. doi: 10.1016/j.matpr.2020.11.338.
- [2] J. Bhookya, M. Vijaya Kumar, J. Ravi Kumar, and A. Seshagiri Rao, "Implementation of PID controller for liquid level system using mGWO and integration of IoT application," *J Ind Inf Integr*, vol. 28, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.jii.2022.100368.
- [3] Guerrero Quezada Gustavo Israel and Arias Pozo Paúl Andrés, "Diseño y construcción de un banco didáctico de instrumentación para la calibración de los termopares tipo j, k & t, y control de un horno de tres etapas," Riobamba, 2021.
- [4] L. D. Pozo Constante, "Diseño y construcción de un sistema inteligente para el control del nivel de aceite en un módulo didáctico de electrohidráulica," QUITO, 2021.
- [5] I. Pérez Serrano, "Puesta en marcha, ensayos y documentación de un banco de calibración de caudalímetros para la futura industria 4.0," 2019.
- [6] E. Rúa-Ramírez, I. Mendoza-Jiménez, E. Torres-Suarez, E. Flórez-Serrano, and J. Serrano-Rico, "Banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición del rendimiento de paneles solares fotovoltaicos," *Revista UIS Ingenierías*, vol. 20, no. 2, Feb. 2021, doi: 10.18273/revuin.v20n2-2021001.
- [7] M. A. Molina Conde and J. E. Sánchez Rojas, "Rediseño, Construcción y Puesta a Punto del Banco Didáctico para Prácticas de Neumática y Electroneumática de los Laboratorios de la Universidad Antonio Nariño Sede Ibagué.," 2021.
- [8] Pertuz Orozco Carol Stephanie and Salguero Nova Juan Manuel, "Diseño de un banco didáctico para el control de procesos analógicos mediante el uso de infraestructura IOT en un laboratorio de automatización," 2021.
- [9] J. Diego, A. Gaitán, C. David, B. Beltrán, W. Andrés, and M. Claros, "Diseño y construcción de un banco interactivo tipo industrial para implementar varias estrategias de control de temperatura mediante un PLC y adquisición de datos mediante ThingSpeak y MySQL," 2021.
- [10] C. A. Muñoz Díaz, "Diseño y simulación de un sistema de monitoreo para un proceso de control de temperatura mediante PLC e IoT para la empresa Educatia Camilo Andrés Muñoz Díaz," 2021.

- [11] G. Alexandri, T. Reyes, Y. David, and P. Rodríguez, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS PARA LA PROGRAMACIÓN DE PLC SCHNEIDER ELECTRIC."
- [12] "Automatismos elctricos by perranko - Issuu." https://issuu.com/perranko/docs/automatismos_elctricos (accessed Nov. 27, 2022).
- [13] M. Díaz Mendoza, R. Figueras Rovira, M. Medrano Espelta, and C. Padial Izquierdo, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TESTBED PARA UNA SMARTCITY," 2018.
- [14] "Banco de pruebas para sistemas de seguridad - Elettronica Veneta S.p.A." <https://www.elettronicaveneta.com/es/prodotto/banco-de-pruebas-para-sistemas-de-seguridad/> (accessed Nov. 27, 2022).
- [15] K. Ogata, *INGENIERÍA DE CONTROL MODERNA*, 5th ed. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A., 2010.
- [16] E. F. ALONSO PINZÓN and J. F. LUGO BENÍTEZ, "INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE NIVEL PARA UN SISTEMA DE TANQUES DE HIPOCLORITO DE SODIO PARA BRINSA S.A," ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL, SANTAFÉ DE BOGOTÁ D.C, 2019. Accessed: Nov. 27, 2022. [Online]. Available: <https://repositorio.itc.edu.co/bitstream/handle/001/386/completo-convertido.pdf;jsessionid=109A79D1C1ED48AF8C6B1B748E87B46D?sequence=1>
- [17] A. Simmonds Mendoza, N. Cabrera Londoño, N. Berdugo Barandica, J. Roldán Mckinley, and E. Yime Rodríguez, "Implementación de control PID de nivel en laboratorio usando PLC Siemens S7-300," 2018. <https://www.redalyc.org/journal/5537/553756965016/html/> (accessed Nov. 27, 2022).
- [18] "Sistema de Control de Caudal | PDF | Scada | Descarga (hidrología)." <https://es.scribd.com/document/380209287/Sistema-de-Control-de-Caudal> (accessed Nov. 27, 2022).
- [19] S. M. Charre-Ibarra, J. A. Alcalá-Rodríguez, N. López-Luiz, and M. A. Durán-Fonseca, "SISTEMA DIDÁCTICO DE CONTROL DE PRESIÓN," *Formación universitaria*, vol. 7, no. 5, pp. 33–40, 2014, doi: 10.4067/S0718-50062014000500005.
- [20] "Amazon.com: Transductor de presión Hilitand Psi 4-20mA Salida G1/4" Transductor de presión de silicio para agua Gas Oil (0-1.6MPa) : Industrial y Científico." <https://www.amazon.com/-/es/Transductor-presi%C3%B3n-Hilitand-silicio-0-1-6MPa/dp/B07HL5CL54> (accessed Dec. 02, 2022).
- [21] "6AG1214-1BG40-5XB0 Siemens." <https://co.wiautomation.com/siemens/plc-sistemas/6AG1214-1BG40->

- 5XB0?gclid=EAlaIQobChMI3LHFmPXd-wIV8eGGCh0QJwRrEAQYASABEgLOP_D_BwE (accessed Dec. 02, 2022).
- [22] “6AV2123-2GB03-0AX0 SIEMENS SIMATIC HMI KTP700 | Siemens | WIAutomation.” <https://co.wiautomation.com/siemens/hmi-pc-industriales/simatic-hmi/6AV21232GB030AX0> (accessed Dec. 02, 2022).
- [23] “Flujo y Nivel: Sensor de nivel de líquido.” <https://didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/flujo-y-nivel/sensor-de-nivel-de-liquido-sensores-de-nivel-de-l%C3%ADquido-fluido-agua-interruptor-interruptores-flotador-flotadores-negro-detail> (accessed Dec. 02, 2022).
- [24] D. A. mejía Bugallo, “Elementos de Maniobra y Potencia,” 2022. <https://docs.google.com/presentation/d/1A194FJN3VKf9sX37pgLXYnRXvOPTsEAi/edit#slide=id.p1> (accessed Dec. 02, 2022).

6. ANEXOS

6.1. Placas de Equipos

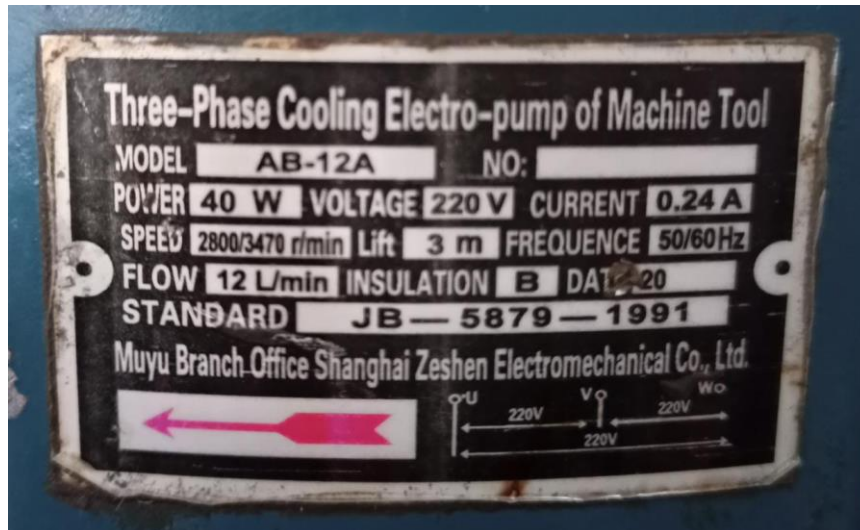


Fig. 40. Placa de motobomba trifásica. Fuente: Autor.

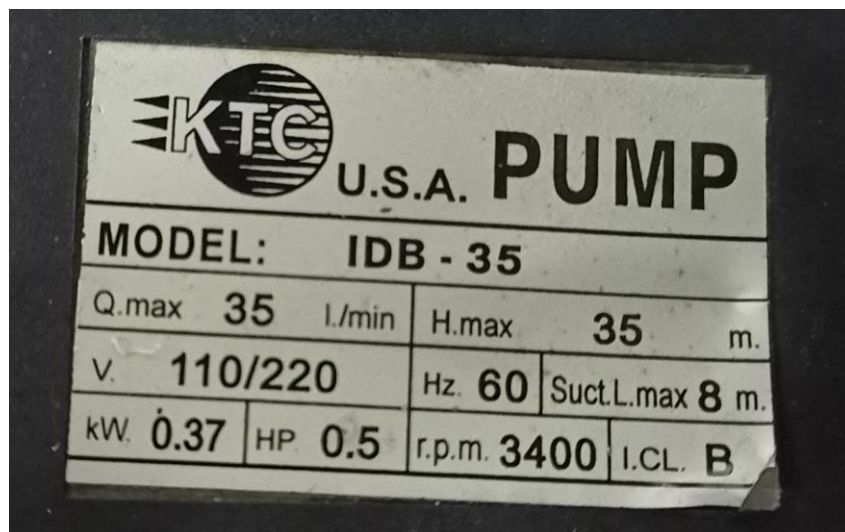


Fig. 41. Placa de motobomba monofásica. Fuente: Autor.

6.2. Guías de laboratorio



GUÍAS DE LABORATORIO

DEPARTAMENTOS
MMI, EEST.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.



CONTROL Y MONITOREEO DE BANCO DE INSTRUMENTACIÓN



AUTOR: MARIA CAMILA RODRIGUEZ RODRIGUEZ

DIRECTOR: ING. LUIS ERNESTO NEIRA ROPERO

Director: Luis Ernesto Neira Ropero



ÍNDICE

DEPARTAMENTOS
MMI, EEST.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.

[MARCO TEORICO](#)¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

[PRACTICA NO.1: CONTROL DE TEMPERATURA ON/OFF](#)¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

[PRACTICA NO.4: CONTROL DE NIVEL ON/OFF](#)¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

[PRACTICA NO.2: CONTROL DE CAUDAL Y NIVEL CON VARIADOR DE FRECUENCIA](#) ...¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

[PRACTICA NO.3: CONTROL DE PRESIÓN Y NIVEL CON VARIADOR DE FRECUENCIA](#) ..¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Cuando se hace uso de elementos de maniobra y potencia como es el caso de este banco de instrumentación que está compuesto por 2 motobombas, se deben tener en cuenta las distintas protecciones necesarias, pues se pueden presentar defectos en los circuitos que pueden ser producidos por: cortocircuitos o sobrecargas.

CORTO CIRCUITOS: Este fenómeno casi instantáneo ocurre por la unión de dos puntos del circuito, que están a diferente tensión, a través de una impedancia despreciable. Produce un aumento brusco de la corriente, con gran desprendimiento de calor, que puede destruir casi instantáneamente la parte afectada. Si se quieren disminuir los daños producidos por este fenómeno se recomienda cortar rápidamente la alimentación.

SOBRECARGA: se puede presentar de manera normal o transitoria prevista como el arranque de un motor, o de manera anormal o no transitoria no prevista como el exceso de carga, rozamientos, ...

Para la evasión de los daños por los fenómenos anteriores se hace el uso de protecciones como:

PROTECCIÓN MAGNÉTICA: su función es cortar automáticamente la alimentación del circuito, se hacen muy útiles para la protección de operarios e instalaciones.



Fig.1. Protección magnética electromecánica
Fuente: [24].

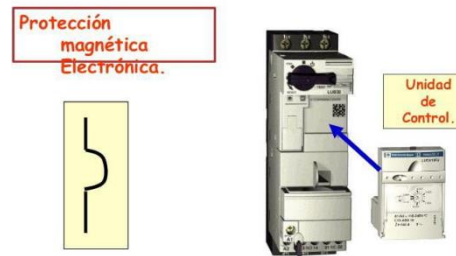


Fig.2. Protección magnética electrónica
Fuente: [24].

PROTECCION TERMICA: su función es detectar un defecto por sobrecarga y trabajar conjuntamente con el contactor que interrumpe la alimentación del circuito. Se utiliza normalmente para proteger el motor.



Fig.3. Relé térmico bimetálico. Fuente: [24].



Fig.4. Relé térmico electrónico. Fuente: [24].

Para la configuración del variador es recomendable ingresar directamente en el manual de usuario del mismo o descargarlo por medio del siguiente link:
[ATV12 user manual SP BBV28583 04.pdf](#)

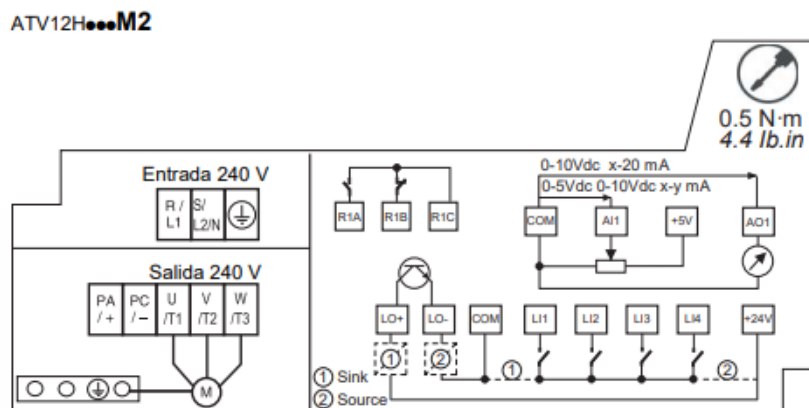


Fig. 5. Etiqueta del cableado variador.

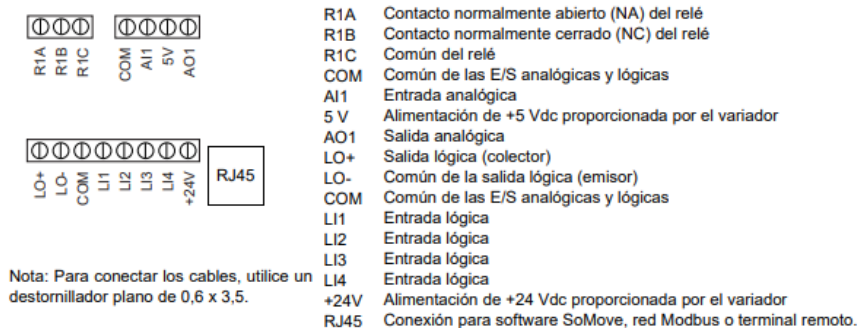


Fig. 642 Disposición de bornes de control.



No
0.1

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CONTROL DE TEMPERATURA Y NIVEL ON/OFF

DEPARTAMENTOS
MMI, EEST.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.

Objetivos

1. Identificar las variables de entrada y salida de un sistema.
2. Comprender el funcionamiento de un control on/off para su aplicación en sistemas de la vida real.
3. Realizar la conexión de un sistema físico con la programación de un PLC S7 1200 de SIEMENS.

Materiales

- Cable Ethernet.
- Computador con software TIA PORTAL.
- Cables con punta tipo banana.

Procedimiento

Preparación para el tablero del banco

Primero se realizarán las conexiones de las protecciones y alimentación para la motobomba 2 ubicándonos en la etapa de potencia del tablero.

1. Conectar L3, N del BREAKER PRINCIPAL a 1/L1, 3/L2 del DISYUNTOR 2.
2. Conectar 6/T3 del CONTACTOR 2 a 5/L3 del DISYUNTOR 2.
3. Conectar 2/T1, 4/T2, 6/T3 del DISYUNTOR 2 a 1/L1, 3/L2, 5/L3 del CONTACTOR 2.
4. Conectar 2/T1, 4/T2 del CONTACTOR 2 a U1, V1 del MOTOR 2.
5. Conectar A1 del CONTACTOR 2 a 14 del RELÉ 24V.
6. Conectar 11 del RELÉ 24V a 110VAC y A2 del CONTACTOR 2 a GND.
7. Conectar A1 del RELÉ 24V a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.0 del controlador.

Para la preparación del tablero se deben realizar las respectivas conexiones de los sensores, actuadores y controlador en la etapa de control.

1. Conectar 24VDC de la seta de emergencia a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND de la seta a la entrada I0.0 del controlador.



No
0.1

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CONTROL DE TEMPERATURA Y NIVEL ON/OFF

DEPARTAMENTOS
MMI, EEST.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.

2. Conectar 24VDC del pulsador rojo a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND del pulsador rojo a la entrada I0.1 del controlador
3. Conectar 24VDC del pulsador verde a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND del pulsador verde a la entrada I0.2 del controlador.
4. Conectar 14 del sensor NIVEL T2 a la entrada AI0.0 del controlador.
5. Conectar la alimentación del sensor TEMPERATURA T2 realizando conexión de + a L+ del controlador.
6. Conectar - del sensor TEMPERATURA T2 a la entrada AI.1 del controlador.
7. Conectar A1 del relé 2 a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.1 del controlador.
8. Conectar la alimentación del sensor NIVEL T2 realizando conexión de A1 a 110VAC y A2 a GND de la misma.
9. Conectar 110VAC de las salidas de alimentaciones a 1 del relé 2.
10. Conectar 3 del relé 2 a 110VAC de V2 y GND de V2 a GND de las salidas de alimentación.
11. Conectar A1 del relé 4 a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.2 del controlador.
12. Conectar 12VDC de las salidas de alimentaciones a 1 del relé 4.
13. Conectar 5 del relé 4 a 12VDC de V4 y GND de V4 a GND de las salidas de alimentación.
14. Conectar A1 del relé 5 a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.3 del controlador.
15. Conectar 24VDC de las salidas de alimentaciones a 1 del relé 5.
16. Conectar 5 del relé 5 a 24VDC de la RESISTENCIA y GND de la RESISTENCIA a GND de las salidas de alimentación.

Descripción de la programación:

El sistema para el control de temperatura on/off estará situado en el tanque 2, se requiere iniciar con el llenado del tanque 2 por medio del accionamiento de la motobomba M2 hasta que el sensor NIVEL T2 lo indique, seguidamente se encenderá la resistencia calefactora hasta que la temperatura del agua en el tanque sea la indicada, para el drenaje del tanque T2 se debe accionar la electroválvula V4.

Entregables

Realizar un informe donde se muestre la programación, sistema SCADA en TIA PORTAL y se evidencie el correcto funcionamiento de los automatismos con sus respectivas conclusiones



No
0.2

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CONTROL DE NIVEL ON/OFF

DEPARTAMENTOS
MMI, EEST.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.

Objetivos

1. Identificar las variables de entrada y salida de un sistema.
2. Comprender el funcionamiento de un control de nivel para su aplicación en sistemas de la vida real.
3. Realizar la conexión de un sistema físico con la programación de un PLC S7 1200 de SIEMENS.

Materiales

- Cable Ethernet.
- Computador con software TIA PORTAL.
- Cables con punta tipo banana.

Procedimiento

Preparación para el tablero del banco

Primero se realizarán las conexiones de las protecciones y alimentación para la motobomba 2 ubicándonos en la etapa de potencia del tablero.

1. Conectar L3, N del BREAKER PRINCIPAL a 1/L1, 3/L2 del DISYUNTOR 2.
2. Conectar 6/T3 del CONTACTOR 2 a 5/L3 del DISYUNTOR 2.
3. Conectar 2/T1, 4/T2, 6/T3 del DISYUNTOR 2 a 1/L1, 3/L2 ,5/L3 del CONTACTOR 2.
4. Conectar 2/T1, 4/T2 del CONTACTOR 2 a U1, V1 del MOTOR 2.
5. Conectar A1 del CONTACTOR 2 a 14 del RELÉ 24V.
6. Conectar 11 del RELÉ 24V a 110VAC y A2 del CONTACTOR 2 a GND.
7. Conectar A1 del RELÉ 24V a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.0 del controlador.

Para la preparación del tablero se deben realizar las respectivas conexiones de los sensores, actuadores y controlador en la etapa de control.

1. Conectar 24VDC de la seta de emergencia a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND de la seta a la entrada I0.0 del controlador.
2. Conectar 24VDC del pulsador rojo a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND del pulsador rojo a la entrada I0.1 del controlador



No
0.2

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CONTROL DE NIVEL ON/OFF

DEPARTAMENTOS
MMI, EEST.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.

3. Conectar 24VDC del pulsador verde a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND del pulsador verde a la entrada I0.2 del controlador.
4. Conectar S del sensor NIVEL A T1 a la entrada I0.3 del controlador.
5. Conectar la alimentación del sensor NIVEL A T1 realizando conexión de 24VDC a 1M de las entradas del controlador.
6. Conectar S del sensor NIVEL B T1 a la entrada I0.4 del controlador.
7. Conectar la alimentación del sensor NIVEL B T1 realizando conexión de 24VDC a 1M de las entradas del controlador.
8. Conectar A1 del relé 1 a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.1 del controlador.
9. Conectar 110VAC de las salidas de alimentaciones a 1 del relé 1.
10. Conectar 3 del relé 1 a 110VAC de V1, GND a V1, GND de las salidas de alimentación.
11. Conectar A1 del relé 3 a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.2 del controlador.
12. Conectar 12VDC de las salidas de alimentaciones a 1 del relé 3.
13. Conectar 5 del relé 3 a 12VDC de V3 y GND de V3 a GND de las salidas de alimentación.

Descripción de la programación:

El sistema para el control de nivel estará situado en el tanque 1, se requiere iniciar con el llenado del tanque 1 por medio del accionamiento de la motobomba M1 hasta que el sensor NIVEL A T1 lo indique, y se encenderá de nuevo M1 si el sensor NIVEL B T1 se enciende, para el drenaje del tanque T1 se debe accionar la electroválvula V3.

Entregables

Realizar un informe donde se muestre la programación, sistema SCADA en TIA PORTAL y se evidencie el correcto funcionamiento de los automatismos con sus respectivas conclusiones



No
0.3

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CONTROL DE CAUDAL Y NIVEL CON VARIADOR DE FRECUENCIA

DEPARTAMENTOS
MMI, EEST.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.

Objetivos

1. Identificar las variables de entrada y salida de un sistema.
2. Comprender el funcionamiento de un control de caudal para su aplicación en sistemas de la vida real.
3. Realizar la conexión de un sistema físico con la programación de un PLC S7 1200 de SIEMENS.

Materiales

- Manual del variador (link adjunto en el marco teórico).
- Cable Ethernet.
- Computador con software TIA PORTAL.
- Cables con punta tipo banana.

Procedimiento

Preparación para el tablero del banco

Primero se realizarán las conexiones de las protecciones y alimentación para la motobomba 1 ubicándonos en la etapa de potencia del tablero.

1. Conectar L1, L2 del BREAKER a 1/L1, 3/L2 del DISYUNTOR 1.
2. Conectar 2/T1, 4/T2 del DISYUNTOR 1 a R/L1, S/L2 del VARIADOR.
3. Conectar 2/T1, 4/T2, 6/T3 del VARIADOR a U1, V1, W1 del MOTOR 1.
4. Conectar puerto MODBUS con un cable RJ45 al puerto MODBUS del controlador.

Para la preparación del tablero se deben realizar las respectivas conexiones de los sensores, actuadores y controlador en la etapa de control.

1. Conectar 24VDC de la seta de emergencia a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND de la seta a la entrada I0.0 del controlador.
2. Conectar 24VDC del pulsador rojo a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND del pulsador rojo a la entrada I0.1 del controlador
3. Conectar 24VDC del pulsador verde a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND del pulsador verde a la entrada I0.2 del controlador.
4. Conectar S del sensor NIVEL A T1 a la entrada I0.3 del controlador.



LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CONTROL DE CAUDAL Y NIVEL CON VARIADOR DE FRECUENCIA

DEPARTAMENTOS
MMI, EEST.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.

5. Conectar la alimentación del sensor NIVEL A T1 realizando conexión de 24VDC a 1M de las entradas del controlador.
6. Conectar S del sensor NIVEL B T1 a la entrada IO.4 del controlador.
7. Conectar la alimentación del sensor NIVEL B T1 realizando conexión de 24VDC a 1M de las entradas del controlador.
8. Conectar la alimentación del sensor CAUDAL realizando conexión de 24VDC, GND a 24VDC, GND de las salidas de alimentaciones.
9. Conectar S del sensor CAUDAL a AI.0 de las entradas del controlador.
10. Conectar A1 del relé 1 a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.1 del controlador.
11. Conectar 110VAC de las salidas de alimentaciones a 1 del relé 1.
12. Conectar 3 del relé 1 a 110VAC de V1, GND a V1, GND de las salidas de alimentación.
13. Conectar A1 del relé 3 a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.2 del controlador.
14. Conectar 12VDC de las salidas de alimentaciones a 1 del relé 3.
15. Conectar 5 del relé 3 a 12VDC de V3 y GND de V3 a GND de las salidas de alimentación.

Descripción de la programación:

El sistema para el control de caudal estará situado en el tanque 1, se requiere accionar la motobomba M1 para iniciar con la medición de la variable, para la manipulación de la variable se utilizará un variador que modificará los parámetros de funcionamiento de la motobomba M1, la cual se apagará si el sensor NIVEL A T1 está activo, para el drenaje del tanque T1 se debe accionar la electroválvula V3.

Entregables

Realizar un informe donde se muestre la programación, sistema SCADA en TIA PORTAL y se evidencie el correcto funcionamiento de los automatismos con sus respectivas conclusiones.



No
0.4

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CONTROL DE PRESIÓN Y NIVEL CON VARIADOR DE FRECUENCIA

DEPARTAMENTOS
MMI, EEST.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.

Objetivos

1. Identificar las variables de entrada y salida de un sistema.
2. Comprender el funcionamiento de un control de Presión para su aplicación en sistemas de la vida real.
3. Realizar la conexión de un sistema físico con la programación de un PLC S7 1200 de SIEMENS.

Materiales

- Manual del variador (link adjunto en el marco teórico).
- Cable Ethernet.
- Computador con software TIA PORTAL.
- Cables con punta tipo banana.

Procedimiento

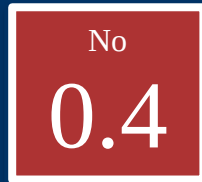
Preparación para el tablero del banco

Primero se realizarán las conexiones de las protecciones y alimentación para la motobomba 1 ubicándonos en la etapa de potencia del tablero.

1. Conectar L1, L2 del BREAKER a 1/L1, 3/L2 del DISYUNTOR 1.
2. Conectar 2/T1, 4/T2 del DISYUNTOR 1 a R/L1, S/L2 del VARIADOR.
3. Conectar 2/T1, 4/T2, 6/T3 del VARIADOR a U1, V1, W1 del MOTOR 1.
4. Conectar puerto MODBUS con un cable RJ45 al puerto MODBUS del controlador.

Para la preparación del tablero se deben realizar las respectivas conexiones de los sensores, actuadores y controlador en la etapa de control.

1. Conectar 24VDC de la seta de emergencia a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND de la seta a la entrada I0.0 del controlador.
2. Conectar 24VDC del pulsador rojo a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND del pulsador rojo a la entrada I0.1 del controlador
3. Conectar 24VDC del pulsador verde a 24VDC de las salidas de alimentaciones y GND del pulsador verde a la entrada I0.2 del controlador.
4. Conectar S del sensor NIVEL A T1 a la entrada I0.3 del controlador.



LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CONTROL DE PRESIÓN Y NIVEL CON VARIADOR DE FRECUENCIA

DEPARTAMENTOS
MMI, EEST.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.

5. Conectar la alimentación del sensor NIVEL A T1 realizando conexión de 24VDC a 1M de las entradas del controlador.
6. Conectar S del sensor NIVEL B T1 a la entrada IO.4 del controlador.
7. Conectar la alimentación del sensor NIVEL B T1 realizando conexión de 24VDC a 1M de las entradas del controlador.
8. Conectar la alimentación del sensor PRESIÓN realizando conexión de + a 24VDC de las salidas de alimentaciones.
9. Conectar - del sensor PRESIÓN a AI.0 de las entradas del controlador.
10. Conectar A1 del relé 1 a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.1 del controlador.
11. Conectar 110VAC de las salidas de alimentaciones a 1 del relé 1.
12. Conectar 3 del relé 1 a 110VAC de V1, GND a V1, GND de las salidas de alimentación.
13. Conectar A1 del relé 3 a 3L+ de las salidas del PLC y A2 del relé a la salida Q0.2 del controlador.
14. Conectar 12VDC de las salidas de alimentaciones a 1 del relé 3.
15. Conectar 5 del relé 3 a 12VDC de V3 y GND de V3 a GND de las salidas de alimentación.

Descripción de la programación:

El sistema para el control de presión estará situado en el tanque 1, se requiere iniciar con el llenado del tanque 1 por medio del accionamiento de la motobomba M1 hasta que el sensor NIVEL A T1 lo indique, para iniciar con la medición de la variable, para la manipulación de la variable se utilizará un variador que modificará los parámetros de funcionamiento de la motobomba M1, la cual se apagará si el sensor NIVEL A T1 está activo, para el drenaje del tanque T1 se debe accionar la electroválvula V3.

Entregables

Realizar un informe donde se muestre la programación, sistema SCADA en TIA PORTAL y se evidencie el correcto funcionamiento de los automatismos con sus respectivas conclusiones