



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**Módulo automatizado de llenado de agua desionizada para analizadores
automatizados de bioquímica en la Empresa WP BIOMED S.A., 2023**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Autor

Jhony Enrique Verano Durand

Asesor

Ing. Carlos Enrique Bernal Valladares

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que

sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las Heroicas Batallas de Junín y Ayacucho”

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Jhony Enrique Verano Durand	72882782	18/12/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Carlos Enrique Bernal Valladares	15614554	0000-0002-7421-9537
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS Y	DNI	CÓDIGO ORCID
Jorge Antonio Sánchez Guzmán	17829652	0000-0002-2387-2296
José Antonio Garrido Oyola	15725918	0000-0002-8191-8600
Ernesto Diaz Ronceros	46943961	0000-0002-2841-7014

MÓDULO AUTOMATIZADO DE LLENADO DE AGUA DESIONIZADA PARA ANALIZADORES AUTOMATIZADOS DE BIOQUÍMICA EN LA EMPRESA WP BIOMED S.A., 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	brandsd.com Fuente de Internet	1%
6	rraae.cedia.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	1library.co Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1%

Módulo automatizado de llenado de agua desionizada para analizadores automatizados de bioquímica en la Empresa WP BIOMED S.A., 2023

Autor

Jhony Enrique Verano Durand

Tesis

Asesor

Ing. Carlos Enrique Bernal Valladares

**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad De Ingeniería Industrial, Sistemas E Informática
Escuela Profesional De Ingeniería Electrónica**

2024

DEDICATORIA

A mi familia, por su inquebrantable apoyo, amor y paciencia a lo largo de este camino. Vuestras palabras de aliento fueron mi motor en los momentos de duda.

Jhony Enrique Verano Durand

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profunda gratitud a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en mí en cada paso del camino. Vuestra paciencia y aliento fueron mi fuerza en los momentos más desafiantes.

A mi asesor, por su guía experta, su dedicación y su disposición constante para discutir ideas y proporcionar orientación valiosa. Sus conocimientos han sido fundamentales en la elaboración de este trabajo.

A mis amigos y compañeros, quienes compartieron este viaje conmigo, brindándome no solo camaradería, sino también momentos de distracción necesarios para mantener el equilibrio en este proceso.

A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por brindarme un entorno propicio para el aprendizaje y la investigación. Los recursos y oportunidades que ofrecen han sido invaluableles en mi formación.

A todos aquellos que participaron en mi estudio, por su tiempo y contribuciones. Sus perspectivas enriquecieron significativamente mi comprensión de la materia.

Este logro es el resultado de un esfuerzo colectivo y no habría sido posible sin el respaldo de cada uno de ustedes. ¡Gracias de corazón!

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO.....	7
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I.....	18
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
1.1. Descripción de la realidad problemática	19
1.2. Formulación del problema	20
12.1. Problema general	20
12.2. Problemas específicos	20
1.3. Objetivos de la investigación	20
13.1. Objetivo general	21
13.2. Objetivos específicos.....	21
1.4. Justificación.....	21
1.5. Delimitación.....	21
1.6. Viabilidad.....	22
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Antecedentes del estudio.....	24

2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	24
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	28
2.2	Bases Teóricas:.....	31
2.2.1	Automatización.....	31
2.2.2	Automatización industrial.....	32
2.2.3	Sistemas de control.....	32
2.2.4	Elementos de un sistema de control.....	34
3.2.1	Sistema de control de lazo abierto.....	35
3.2.2	Sistema de control de lazo cerrado.....	36
3.2.3	Sensor de flujo.....	36
3.2.4	Sensor de nivel.....	36
3.2.5	Medidores de nivel de líquidos.....	37
3.2.6	Campo de medida.....	37
3.2.7	Alcance.....	37
3.2.8	Error.....	38
3.2.9	Incertidumbre de la medida.....	38
3.2.10	Exactitud.....	38
3.2.11	Precisión.....	39
3.2.12	Zona muerta.....	39
3.2.13	Sensibilidad.....	39
3.2.14	Repetibilidad.....	39
3.2.15	Histéresis.....	40
3.2.16	El controlador PID.....	40

3.2.17	BS-120 Analizador químico	41
3.2.18	BS-230 Analizador químico – clínico	41
3.2.19	BS-240 Analizador químico – clínico	42
3.2.20	BS-240Pro Analizador químico – clínico	43
3.2.21	BS-200E Analizador químico	44
3.2.22	BS-360E Analizador químico	45
2.4.	Hipótesis e investigación.....	47
2.4.1.	Hipótesis general	47
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	47
2.5.	Operacionalización de las variables	48
2.5.1.	Operacionalización de las variables.....	49
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		50
3.1	Diseño metodológico.....	51
3.1.1	Tipo de investigación	51
3.1.2	Nivel de Investigación.....	51
3.1.3	Diseño.....	51
3.1.4	Enfoque	52
3.2	Población y muestra	52
3.2.1	Población	52
3.2.2	Muestra.....	52
3.3	Técnica para la recolección de datos.....	52
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		54

4.1	Análisis de resultados.....	55
4.2	Contrastación de hipótesis.....	59
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		61
5.1	Discusión de los resultados	61
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		63
6.1	Conclusiones	63
6.2	Recomendaciones.....	64
REFERENCIAS.....		66
7.1	Referencias bibliográficas	66
7.2	Referencias electrónicas	68
ANEXOS		70

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO BASADO EN UN PIC16F877A..	52
FIGURA 2. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO LÓGICA PARA LOS SENSORES	53
FIGURA 3. CONFIGURACIÓN DE CONTROL PARA LA PANTALLA LCD	54
FIGURA 4. PANTALLA LCD EN FUNCIONAMIENTO	54
FIGURA 5. CONFIGURACIÓN DEL MICROCONTROLADOR 16F877A	55
FIGURA 6. PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR 16F877A.....	55

RESUMEN

Título de la investigación: Módulo automatizado de llenado de agua desionizada para analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023. **Objetivo:** Determinar si el Módulo automatizado de llenado de agua desionizada se relaciona significativamente con los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023. **Metodología:** Investigación aplicada que es un enfoque científico que tiene como objetivo resolver problemas prácticos o aplicar conocimientos teóricos en situaciones del mundo real. **Hipótesis:** El módulo automatizado de llenado de agua desionizada se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023. **Población:** Todos los módulos automatizados de llenado de agua desionizada. **Muestra:** Para la muestra se seleccionó el tipo de módulo automatizado de llenado de agua desionizada para analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023. **Resultados:** Se desarrollo el sistema de control desarrollado para el módulo automatizado de llenado de agua desionizada para analizadores automatizados de bioquímica. **Conclusión:** El módulo automatizado de llenado de agua desionizada si se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

Palabras Claves: Sistema de control, módulo automatizado, analizadores automatizados de bioquímica

ABSTRACT

Research title: Automated deionised water filling module for automated biochemistry analyzers at WP BIOMED S.A., 2023. **Objective:** To determine whether the Automated Deionised Water Filling Module is significantly related to the Automated Biochemistry Analyzers at WP BIOMED S.A., 2023. **Methodology:** Applied research that is a scientific approach that aims to solve practical problems or apply theoretical knowledge in real world situations. **Hypothesis:** The automated deionised water filling module is significantly related to the automated biochemistry analyzers at WP BIOMED S.A., 2023. **Population:** All automated deionised water filling modules. **Sample:** The type of automated deionised water filling module for automated biochemistry analyzers was selected for the sample at WP BIOMED S.A., 2023. **Results:** The control system developed for the automated deionised water filling module for automated biochemistry analyzers was developed. **Conclusion:** The automated deionised water filling module is significantly related to the automated biochemistry analyzers at WP BIOMED S.A., 2023

Keywords: Control system, automated module, automated biochemistry analyzers

INTRODUCCIÓN

Un módulo automatizado de llenado de agua desionizada es un equipo diseñado para dispensar de manera controlada y automatizada agua desionizada o desmineralizada. Este tipo de agua se somete a un proceso de purificación para eliminar las sales y minerales disueltos, lo que la hace especialmente útil en aplicaciones donde se requiere agua de alta pureza, como en laboratorios, industrias electrónicas, farmacéuticas y otras áreas donde la contaminación iónica puede ser problemática. El control de nivel en analizadores automatizados de bioquímica es una parte esencial de asegurar la precisión y la confiabilidad de los resultados generados por estos equipos. Los analizadores automatizados de bioquímica son dispositivos utilizados en laboratorios clínicos para realizar una variedad de pruebas bioquímicas en muestras biológicas, como sangre o suero, para obtener información sobre la función de diversos órganos y sistemas del cuerpo. El control de nivel implica el uso de soluciones con concentraciones conocidas de sustancias químicas específicas que se analizan en las pruebas. Estas soluciones de control se analizan en el analizador junto con las muestras de los pacientes, y los resultados obtenidos de las soluciones de control se comparan con los valores esperados. Esto permite verificar si el analizador está funcionando correctamente y si los resultados que produce son precisos y consistentes. Aspectos clave del control de nivel en analizadores automatizados de bioquímica:

Soluciones de Control: Se utilizan soluciones de control comercialmente disponibles que contienen sustancias químicas con concentraciones conocidas. Estas soluciones son similares a las muestras de pacientes y se utilizan para simular diferentes niveles de concentración.

Frecuencia de Control: Los controles se realizan regularmente, generalmente en cada corrida de pruebas o al inicio de cada turno, dependiendo del laboratorio y de las recomendaciones de las agencias reguladoras.

Rango de Control: Se utilizan soluciones de control con diferentes concentraciones que abarcan el rango de valores que el analizador podría encontrar en muestras de pacientes.

Los analizadores automatizados de bioquímica son equipos utilizados en laboratorios clínicos y de investigación para realizar una variedad de pruebas bioquímicas en muestras biológicas, como sangre, suero y plasma, con el fin de obtener información sobre la salud y la función de diversos sistemas y órganos del cuerpo. Estas pruebas son esenciales para el diagnóstico, seguimiento y tratamiento de enfermedades.

Características y componentes comunes de los analizadores automatizados de bioquímica:

Carga y Identificación de Muestras: Los analizadores pueden tener sistemas de carga automática de muestras, donde las muestras de pacientes se colocan en el equipo y se identifican mediante códigos de barras o RFID para evitar confusiones.

Módulos de Reacción: Estos módulos contienen reactivos y sondas necesarios para realizar las pruebas bioquímicas. Las reacciones químicas ocurren en estos módulos, y luego se detecta la respuesta para determinar las concentraciones de diferentes analitos.

Lectura de Resultados: El analizador mide y registra los cambios en la reacción química, ya sea a través de espectrofotometría, fluorometría, quimioluminiscencia u otros métodos, para determinar las concentraciones de compuestos específicos en la muestra.

Control de Temperatura y Agitación: Algunas pruebas bioquímicas requieren condiciones de temperatura y agitación específicas. Los analizadores pueden tener sistemas de control de temperatura y agitación para mantener condiciones óptimas.

Limpieza Automatizada: Para evitar la contaminación cruzada entre muestras, es crucial que los analizadores tengan sistemas automatizados de limpieza y enjuague entre pruebas.

Calibración y Control de Calidad: Los analizadores requieren calibración regular con estándares conocidos para garantizar resultados precisos. También incorporan controles de calidad, donde se analizan muestras de control de nivel conocido para verificar la precisión y la consistencia.

Interfaz de Usuario: Los analizadores suelen tener una interfaz de usuario, que puede ser una pantalla táctil o un panel de control, para configurar pruebas, revisar resultados y realizar otras operaciones.

Almacenamiento de Datos: Los resultados de las pruebas se almacenan en la memoria del equipo o se transfieren a sistemas de información de laboratorio (LIS) para su registro y análisis.

Automatización y Conectividad: Muchos analizadores pueden ser parte de sistemas automatizados más amplios, como líneas de trabajo automatizadas en laboratorios de alto rendimiento. También pueden estar conectados a redes de laboratorio para la gestión remota y el seguimiento de resultados.

Diversidad de Pruebas: Los analizadores pueden realizar una amplia gama de pruebas bioquímicas, incluyendo perfiles metabólicos, enzimas, proteínas, electrolitos, lípidos y más.

En resumen, los analizadores automatizados de bioquímica son herramientas esenciales en laboratorios clínicos y de investigación para realizar pruebas bioquímicas con alta precisión y eficiencia. Ayudan en la obtención de resultados confiables que son fundamentales para la toma de decisiones médicas y la investigación científica.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

“En el mundo donde hoy vivimos la automatización y el control de procesos son cada vez más necesarios en la industria, con sistemas de control más precisos errores mínimos y de bajo costo. Por procesos se entiende una secuencia de operaciones para obtener un resultado específico, mientras que el concepto de sistema es más general, siendo comúnmente definido como un conjunto de elementos que interactúan unos con otros para realizar una tarea” (Mayta y Tintaya, 2018, p. 18)

“El control automático tiene una participación cada vez más importante en la vida cotidiana y se ha convertido una parte importante en los procesos modernos, industriales y de manufactura. Además, brinda los medios para lograr el funcionamiento óptimo de sistemas dinámicos, mejorar la calidad y abaratar los costos de producción” (Mayta y Tintaya, 2018, p. 18)

Por lo tanto, “En los procesos industriales, los líquidos son generalmente bombeados y almacenados en tanques para realizar tratamientos químicos o mezclas” (García, 2018, p. 8)

“Un nivel inadecuado provoca fallas en los productos y altos costos, es por ello que un sistema de control de nivel preciso de líquido es vital, especialmente en procesos industriales donde los inventarios, producción por lotes y la eficiencia del proceso son medidas críticas” (García, 2018, p. 8)

Para el caso de los analizadores automatizados de bioquímica, usados en el área de biomédica, estos equipos trabajan con agua desionizada. Actualmente estos equipos

que proporciona la empresa WP BIOMED S.A. deben ser llenados de forma manual, así como también el proceso para retirar el agua desionizado.

Por lo tanto, encontramos un problema que necesitan una rápida solución para estos equipos y se propone el desarrollo de un módulo automatizado de llenado de agua desionizada para analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo se relaciona el Módulo automatizado de llenado de agua desionizada y los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se relaciona el Sistema de control y los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023?
- ¿Cómo se relacionan los Dispositivos electrónicos y los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023?

1.3. Objetivos de la investigación

13.1. Objetivo general

- Determinar si el Módulo automatizado de llenado de agua desionizada se relaciona significativamente con los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A. 2023

13.2. Objetivos específicos

- Determinar si el Sistema de control se relaciona significativamente con los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A. 2023
- Determinar si los Dispositivos electrónicos se relacionan significativamente con los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A. 2023

1.4. Justificación

La justificación de la presente investigación radica en la necesidad de automatizar el proceso de llenado con agua ionizado de los analizadores automatizados de bioquímica. Ya que, al ser actualmente un proceso manual para llenar los tanques de los equipos biomédicos, pueden ocurrir derrames o accidentes con el agua ionizada.

1.5. Delimitación

Delimitación temporal:

La investigación estará comprendida entre los meses de febrero del 2023 y mayo del 2023.

Delimitación espacial:

Esta investigación está comprendida en la empresa WP BIOMED S.A.

1.6. Viabilidad

La presente investigación es viable porque se cuenta con los conocimientos en el área especializada de automatización y se tiene los recursos económicos que demanda el estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Basantes y López (2022) en su trabajo de investigación plantearon como objetivo “Implementar un sistema automatizado para el control de nivel de fluidos dentro de un sistema de manejo de sustancias líquidas, mediante la utilización de controladores y conectividad para el monitoreo de manera portátil desde un smartphone” (p. 15). El tipo de investigación fue aplicado tecnológico con un nivel correlacional. Los resultados muestran que: “La comunicación que existe entre el HMI y el celular se encuentran comunicado gracias a un sistema de libre acceso dentro de los dispositivos que tiene como nombre TeamViewer mediante a una contraseña personal desde un dispositivo móvil se ingresa a la PC con el objetivo de reflejar y monitorear el sistema mostrado en la pantalla HMI” (p. 57). Finalmente, el autor concluye que: “De los experimentos que se realizaron para obtener la función que relaciona el caudal de la salida de la bomba respecto al nivel del primer tanque se obtuvo una toma de datos escritos en una tabla para conocer el caudal y tiempo de ingreso al tanque y determinar la ecuación general final” (p. 61).

Arias (2021) en su tesis plantearon como objetivo “Proponer un sistema de Telemetría para medición de caudal y nivel de agua en tuberías y tanques ubicados

en la sede Tanque Circular de la Empresa Veolía –Aguas de Tunja S.A. ESP” (p. 18). La investigación “se desarrolló a través de una metodología cualitativa que se sustenta en evidencias orientadas a describir un fenómeno con el fin de comprender y explicar usando diferentes técnicas, bajo el método deductivo, haciendo uso de conceptos generales de la instrumentación y la automatización, con el fin de inspeccionar de manera remota el proceso de medición y caudal de agua, con sus respectivos parámetros y controlar el sistema de manera remota para mejorar su eficiencia y eficacia. Las técnicas utilizadas fueron de tipo documental y de campo” (p. 45). Los resultados muestran “la unificación de las diferentes fases del proyecto que comprende la simulación de los datos recolectados por los macromedidores, programación del procesamiento e integración de las señales de caudalímetros y sensores de nivel junto con la configuración de alarmas High-Low, simulación de interfaz gráfica en pantalla HMI y su conexión y transmisión de datos por cable PROFINET” (p. 77). El autor concluye que: “Se dejan plasmados en una base de datos las características principales de la instrumentación hidrográfica elegida para el registro de datos de caudal y llenado de tanques, así como su comparación para una futura inversión en precios, esto para tener la seguridad de implementar la instrumentación específica y adecuada para el óptimo desarrollo e implementación del proyecto” (p. 80).

Cuenca y Mariscal (2020) en su tesis de pre grado plantearon como objetivo “Implementar un banco de pruebas de instrumentos de medición de nivel y flujo utilizando principios de instrumentación y electrónica, para la realización de

prácticas de mediciones y análisis de errores de medida, en el Laboratorio de Investigación de Automatización y Control de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi” (p. 24). El tipo de investigación fue aplicado tecnológico con un nivel correlacional. De los resultados se obtuvo el banco de pruebas al cual se le aplicaron diversas pruebas obteniendo para la “medición de sensores de flujo banco de pruebas de bomba centrífuga (B.C)”, que: “los valores de error en porcentajes bajos las oscilaciones vistas en la figura muestran variaciones de 0,2% en ciertos momentos, esto se debe a que el fluido al ser succionado por la bomba llega a tener ligeros cambios de presión” (p. 67). Finalmente, los autores concluyen que: “la instrumentación es de gran importancia ya que permite analizar y medir variables físicas que existen en diferentes procesos con equipos aplicados en la industria” (p. 88).

Llumiquinga (2019) en su tesis de pregrado planteó como objetivo “Desarrollar un control automático para bombeo de agua con variadores de velocidad para obtener presión constante” (p. 18). El tipo de investigación fue aplicado tecnológico con un nivel correlacional. Los resultados obtenidos indican que “En la prueba de modo automático, el sistema actúa de manera adecuado gestionando el encendido y el apagado de las bombas de acuerdo a la demanda existente en un determinado instante de tiempo, con ello se logra mantener la presión estable” (p. 101). Finalmente, los autores concluyen que: “Se realizaron pruebas de funcionamiento, en donde se validó el funcionamiento del sistema para mantener la presión constante. Al detectar una caída de presión el sistema

enciende la bomba al acercarse al valor del proceso el sistema reduce la velocidad de la bomba proporcionalmente a la demanda y si en el sistema ya no hay demanda el sistema se apaga” (p. 102).

Romero y Niño (2017) en su trabajo de investigación plantearon como objetivo: “Validar el sistema de obtención y distribución de agua purificada en TECMOL FARMACEUTICA S.A.S” (p. 19). El tipo de investigación fue experimental con un enfoque cuantitativo. Los resultados afirman que: “De acuerdo a lo observado en las gráficas se determinó que el sistema para obtener agua purificada tipo I es adecuado y se encuentra controlado, el agua entregada cumple con las especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, para el uso farmacéutico indicadas en la farmacopea USP NF39, por ende, puede ser usada como reactivo en análisis, servir de agua de suministro a los equipos HPLC y como contra muestra para los análisis que se realizan a terceros de aguas de uso farmacéutico” (p. 74). Finalmente, los autores concluyen que: “Se realizó el diagnóstico del sistema de obtención de agua purificada en Tecmol Farmacéutica S.A.S, con el cual se identificó el procedimiento que se debe llevar a cabo para la correcta operación del sistema, los equipos involucrados y el estado actual de los mismos, puntos críticos adicionalmente se incluyen las acciones correctivas a realizar para que el sistema cumpla en todos los aspectos y especificaciones de operación, instalación y diseño exigidos por las autoridades de vigilancia y control (INVIMA) de acuerdo a las Buenas Prácticas de Laboratorio” (p. 77).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Cuzcano (2021) en su trabajo de investigación plantea como objetivo “Realizar el diseño de un control no lineal por modo deslizante para controlar nivel en el proceso tanque con agua.” (p. 18). Con respecto al tipo y diseño de investigación, el autor menciona: “El desarrollo del presente trabajo de investigación es de tipo tecnológica y es aplicada con I + D, al simular el prototipo del sistema tanque de nivel de líquido, realizándose el análisis de su comportamiento no lineal y valorar la performance del diseño para mejorar la exactitud del control de agua mediante la técnica de control no lineal por modo deslizante” (p. 57). Los resultados indican que “el modelo del tanque de nivel se ha validado desde la perspectiva de la literatura utilizada ya que se trata de un modelo teórico” (p. 68). “Un adecuado análisis en la aparición del fenómeno del chattering en el control no lineal por modo deslizante resultara suprimido cuando sea reemplazado por una función saturación en la ley de control” (p. 68). “El desarrollo del algoritmo de control no lineal por modo deslizante y sus diferentes pruebas para el control de nivel de agua permitirá validar la performance del control de nivel de agua” (p. 70). El autor concluye que: “Las simulaciones efectuadas en el análisis del plano fase y el contexto de la estabilidad directa de Lyapunov para sistemas no lineales se ve garantizada ya que se verifica a que la función candidata de Lyapunov es semidefinida negativa.” (p. 75).

Jibaja (2021) en su tesis de investigación planteó como objetivo “realizar el diseño de un módulo automatizado de tratamientos de agua para extender el

conocimiento de este creciente rubro, y de la misma forma, servir de instrucción para los futuros estudiantes de Ingeniería Industrial” (p. 6). El tipo de investigación fue aplicado tecnológico. Como resultados se obtuvo que: “el 90% de los estudiantes creen que lo han ayudado con su aprendizaje”. Así mismo “se obtuvo un módulo con una capacidad de producción de 130 L/min, 200 L de almacén de agua pura y alimentación trifásica de 220 V. Se realizó una simulación del sistema a través de programas de modelado 2D y 3D como AutoCAD, y también automático, haciendo uso de softwares de programación como el SoMachine y el CitecSCADA” (p. 6). Finalmente, el autor concluye que: “el beneficio económico en base de: mandar a diseñar el módulo vs realizarlo en base a esta investigación. Teniendo como resultado una diferencia a favor de la investigación de S/. 18 897,72, lo que generará una ayuda para la universidad y sus futuros proyectos” (p. 6).

Paiva y León (2019) en su tesis plantearon como objetivo “Construir un Módulo didáctico de control de temperatura de un tanque de agua para la capacitación de los alumnos de la escuela profesional de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo” (p. 19). El tipo de investigación fue aplicado tecnológico. Los resultados muestran la programación en lenguaje Ladder para el PLC y la programación del HMI. El costo para el proyecto fue de S/. 8540.23. (p. 99). Finalmente, el autor concluye que: “la construcción de un Módulo didáctico de control de temperatura de un tanque de agua sirve para demostrar las competencias adquiridas en el área de automatización y control por

parte de los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo” (p. 6).

García (2018) en su tesis de pre grado planteó como objetivo “la implementación de un sistema de control PID a fin de mantener el nivel deseado de agua en un tanque, cuya salida varía aleatoriamente, buscando obtener un error en estado estable nulo” (p. 9). El tipo de investigación fue aplicado tecnológico. Los resultados indican que se desarrolló: “Un controlador PID convencional mediante la plataforma LabView, garantizando un error estable menor a 1mm. Los mejores modelos se obtuvieron usando el método de identificación no paramétrica modelo de 1er Orden usando el Toolbox de Identificación de Matlab y el método de identificación paramétrica Modelo ARMAX de Orden 1” (p. 72). Finalmente, el autor concluye que: “Se ha demostrado experimentalmente el desempeño del controlador con los parámetros hallados mediante el método de sintonía de Ziegler-Nichols con el modelo de 1er Orden hallado con el Toolbox de identificación de sistemas, al que se le introdujo lo datos obtenidos al excitar a la planta” (p. 72).

Mayta y Tintaya (2018) en su tesis de investigación plantearon como objetivo: “Diseñar y realizar una análisis y comparación de un controlador PID y un controlador PID difuso en la plataforma de LabVIEW para el control de niveles de agua aplicados en el laboratorio de control y automatización de la EPIME” (p. 20). El autor “presenta una metodología para sintonizar automáticamente las

ganancias de un controlador PID (Proportional Integral Derivative). Los valores de la ganancia fueron ajustados con base en las propiedades estocásticas del error originado respecto al modelo de referencia seleccionado” (p. 63). Los resultados indican que: “la configuración realizada en el microcontrolador pro mini para el tratamiento de señales se hizo una comparación entre los valores reales y los valores que indican los sensores para su respectiva calibración” (p. 143). Finalmente, los autores concluyen que: “Con el controlador PID difuso se obtuvo un mejor tiempo de respuesta frente al controlador PID, mejorando en 10 seg. Así mismo se tiene una mejor estabilización frente al controlador PID. Además, la simulación con el software LabVIEW nos permite tener una experiencia interactiva con el funcionamiento de nuestra planta ya que permite visualizar en tiempo real como es el funcionamiento de nuestra planta” (p. 147).

2.2 Bases Teóricas:

2.2.1 Automatización

“La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la substitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la conocemos actualmente: la aplicación de la automática al control de procesos industriales. Ahora, por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se

genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto” (Asensio, 2005, p. 19).

2.2.2 Automatización industrial

Alvarez y Castro (2021) “La Automatización Industrial es la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorear un proceso, maquina, aparato o dispositivo que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana. Lo que se busca con la Automatización industrial es generar la mayor cantidad de producto, en el menor tiempo posible, con el fin de reducir los costos y garantizar una uniformidad en la calidad” (Paiva y León, 2019, p. 23).

2.2.3 Sistemas de control

Paiva y León (2021) “Recordemos que los automatismos y los robots son capaces de iniciar y detener procesos sin la intervención manual del usuario. Para ello necesitarán recibir información del exterior, procesarla y emitir una respuesta; en un automatismo dicha respuesta será siempre la misma, pero en un robot podemos tener diferentes comportamientos según las circunstancias. A esto se le llama un sistema de control. A la información que recibe el sistema del exterior se le denomina de forma genérica entrada o input. A las condiciones que existen en el exterior después de la actuación (o no actuación) del robot se les denomina de forma genérica salida u output” (p. 23).

Asociado al control aparecen tres tipos de variables que es necesario conocer para controlar los procesos:

- Variable controlada (CV): “Es la característica de calidad o cantidad que se mide y controla. La variable controlada es una condición o característica del medio controlado, entendiendo por tal la materia o energía sobre la cual se encuentra situada esta variable. Por ejemplo, cuando se controla automáticamente la temperatura del agua de un intercambiador de calor, la variable controlada es la temperatura mientras que el agua es el medio controlado” (p. 23).
- Variable manipulada (MV): “Es la cantidad o condición de materia o energía que se modifica por el controlador automático para que el valor de la variable controlada resulte afectado en la proporción debida. La variable manipulada es una condición o característica de la materia o energía que entra al proceso. Por ejemplo, en un intercambiador de calor cuando el elemento final de control modifica el caudal de vapor al proceso, la variable manipulada es el caudal mientras que el vapor es la energía de entrada” (p. 24).
- Variable de perturbación (DV): “Es toda variable que tiene influencia sobre la variable controlada pero no puede ser modificada directamente por la variable manipulada. Por ejemplo, la temperatura de entrada de agua en un intercambiador de calor. El sistema tiene que esperar a que el cambio en la temperatura del agua alcance la salida del proceso, donde se encuentra situada la variable controlada, para que ésta realice la acción correspondiente sobre la variable manipulada” (p. 24).

2.2.4 Elementos de un sistema de control

En todo sistema de control aparecen claramente diferenciados una serie de elementos característicos al mismo que es necesario clarificar:

- **Variable por controlar:** “Generalmente se le conoce como señal de salida. Constituye la señal que deseamos que adquiera unos valores determinados. En el ejemplo anteriormente descrito la señal de salida o variable a controlar sería la temperatura ambiente de la vivienda o de una habitación determinada” (p. 24)
- **Planta o Sistema:** “La planta o sistema constituye el conjunto de elementos que realizan una determinada función. En el ejemplo propuesto la planta o sistema lo constituiría toda la vivienda en su conjunto. El sistema estaría determinado por las relaciones de transmisión de calor en la misma con las aportaciones y fugas que presentase en función de sus características” (p. 24).
- **Sensor:** “El sensor es el elemento que permite captar el valor de la variable a controlar en determinados instantes de tiempo. En el caso propuesto consistiría en el elemento que permitiría conocer la temperatura de la vivienda en determinados momentos” (p. 24).
- **Señal de referencia:** “Es la señal consigna o valor que deseamos que adquiera la señal de salida (objetivo de control). En el ejemplo indicaría la temperatura que deseamos que tenga la vivienda a lo largo de toda la jornada” (p. 24)
- **Actuador:** “El actuador es el elemento que actúa sobre el sistema modificando de esta forma la señal de salida. En el caso de un sistema de calefacción

consistiría en la caldera que permite aportar mayor o menor cantidad de calor sobre el sistema o planta (vivienda) a regular” (p. 25).

- **Controlador:** “El controlador o regulador es el elemento que comanda al actuador en función del objetivo de control. En el ejemplo planteado anteriormente, el regulador tendría como misión decidir cuál debe ser la aportación de la caldera en todo instante para mantener el objetivo de control” (p. 24).

3.2.1 Sistema de control de lazo abierto

“Un sistema de control en lazo abierto es aquel en el que la señal de salida no influye sobre la acción de control. De esta forma el controlador o regulador no tiene en cuenta el valor de la señal de salida, ni se compara ésta con la señal de referencia para decidir la actuación en todo instante sobre el sistema. El caso más típico de un sistema de control en lazo abierto lo constituye la lavadora eléctrica donde el sistema de control va modificando el tiempo, la temperatura de lavado, etc. en función de la indicación del usuario y no en función del nivel de lavado de la ropa (que constituiría el objetivo de control). De esta forma el usuario decide el programa que desea realizar (señal de referencia), y el controlador actúa sobre los diferentes mecanismos del sistema (lavadora) de forma que realiza una serie de actuaciones sin tener en cuenta la señal de salida” (Paiva y León, 2019, p. 25).

3.2.2 Sistema de control de lazo cerrado

“En los sistemas de control en bucle cerrado existe una realimentación de la señal de salida o variable a controlar. En este tipo de sistemas se compara la variable a controlar con la señal de referencia de forma que en función de esta diferencia entre una y otra, el controlador modifica la acción de control sobre los actuadores de la planta o sistema” (Paiva y León, 2019, p. 25).

3.2.3 Sensor de flujo

“El flujo es una de las dos variables de proceso que se miden más frecuentemente, la otra es la temperatura; en consecuencia, se han desarrollado muchos tipos de sensores de flujo. Probablemente el sensor de flujo más popular es el medidor de orificio, que es un disco plano con un agujero. El disco se inserta en la línea de proceso, perpendicular al movimiento del fluido, con objeto de producir una caída de presión, la cual es proporcional a la razón de flujo volumétrico a través del orificio” (Paiva y León, 2019, p. 35).

3.2.4 Sensor de nivel

“Los tres medidores de nivel más importantes son el de diferencial de presión, el de flotador y el de burbujeo. El método de diferencial de presión consiste en detectar la diferencia de presión entre la presión en el fondo del líquido y en la parte superior del líquido, la cual es ocasionada por el peso que origina el nivel del líquido. Este sensor se ilustra en la figura 12. El extremo con que se detecta la presión en el fondo del líquido se conoce como extremo de alta presión, y el que se utiliza para detectar la presión en la

parte superior del líquido, como extremo de baja presión. Una vez que se conoce el diferencial de presión y la densidad del líquido, se puede obtener el nivel” (Paiva y León, 2019, p. 36).

3.2.5 Medidores de nivel de líquidos

“Los medidores de nivel de líquidos trabajan midiendo, bien directamente la altura de líquido sobre una línea de referencia, bien la presión hidrostática, bien el desplazamiento producido en un flotador por el propio líquido contenido en el tanque del proceso, bien aprovechando características eléctricas del líquido o bien utilizando otros fenómenos” (Creus Solé, 2010, p. 195).

3.2.6 Campo de medida

“El campo de medida (range) es el espectro o conjunto de valores de la variable medida que están comprendidos dentro de los límites superior e inferior de la capacidad de medida, de recepción o de transmisión del instrumento. Viene expresado estableciendo los dos valores extremos” (Creus Solé, 2010, p. 4).

3.2.7 Alcance

“El alcance (span) es la diferencia algebraica entre los valores superior e inferior del campo de medida del instrumento” (Creus Solé, 2010, p. 4).

3.2.8 Error

“El error de la medida es la desviación que presentan las medidas prácticas de una variable de proceso con relación a las medidas teóricas o ideales, como resultado de las imperfecciones de los aparatos y de las variables parásitas que afectan al proceso” (Creus Solé, 2010, p. 4).

3.2.9 Incertidumbre de la medida

“Cuando se realiza una operación de calibración, se compara el instrumento a calibrar con un aparato patrón para averiguar si el error (diferencia entre el valor leído por el instrumento y el verdadero valor medido con el aparato patrón) se encuentra dentro de los límites dados por el fabricante del instrumento. Como el aparato patrón no permite medir exactamente el valor verdadero (también tiene un error) y como además en la operación de comparación intervienen diversas fuentes de error, no es posible caracterizar la medida por un único valor, lo que da lugar a la llamada incertidumbre de la medida o incertidumbre” (Creus Solé, 2010, p. 6).

3.2.10 Exactitud

“La exactitud (accuracy) es la cualidad de un instrumento de medida por la que tiende a dar lecturas próximas al valor verdadero de la magnitud medida. En otras palabras, es el grado de conformidad de un valor indicado a un valor estándar aceptado o valor ideal, considerando este valor ideal como si fuera el verdadero. El grado de conformidad independiente es la desviación máxima entre la curva de calibración de un

instrumento y una curva característica especificada, posicionada de tal modo tal que se reduce al mínimo dicha desviación máxima” (Creus Solé, 2010, p. 14).

3.2.11 Precisión

“La precisión (precisión) es la cualidad de un instrumento por la que tiende a dar lecturas muy próximas unas a otras, es decir, es el grado de dispersión de las mismas. Un instrumento puede tener una pobre exactitud, pero una gran precisión. A señalar que el término precisión es sinónimo de repetibilidad” (Creus Solé, 2010, p. 16).

3.2.12 Zona muerta

“La zona muerta (dead zone o dead band) es el campo de valores de la variable que no hace variar la indicación o la señal de salida del instrumento, es decir, que no produce su respuesta. Viene dada en tanto por ciento del alcance de la medida” (Creus Solé, 2010, p. 16).

3.2.13 Sensibilidad

“La sensibilidad (sensivity) es la razón entre el incremento de la señal de salida o de la lectura y el incremento de la variable que lo ocasiona, después de haberse alcanzado el estado de reposo” (Creus Solé, 2010, p. 16).

3.2.14 Repetibilidad

“La repetibilidad (repeability) es la capacidad de reproducción de las posiciones de la pluma o del índice o de la señal de salida del instrumento, al medir repetidamente

valores idénticos de la variable en las mismas condiciones de servicio y en el mismo sentido de variación, recorriendo todo el campo. La repetibilidad es sinónimo de precisión. A mayor repetibilidad, es decir, a un menor valor numérico (por ejemplo, si en un instrumento es 0,05% y en otro es 0,005%, este segundo tendrá más repetibilidad), los valores de la indicación o señal de salida estarán más concentrados, es decir, habrá menos dispersión y una mayor precisión” (Creus Solé, 2010, p. 16) (Creus Solé, 2010, p. 16).

3.2.15 Histéresis

“La histéresis (hysteresis) es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el índice o la pluma del instrumento o la señal de salida para el mismo valor cualquiera del campo de medida, cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos, ascendente y descendente” (Creus Solé, 2010, p. 17).

3.2.16 El controlador PID

“La utilidad de los controladores PID estriba en que se aplican en forma casi general a la mayoría de los sistemas de control. En particular, cuando el modelo matemático de la planta no se conoce y, por lo tanto, no se pueden emplear métodos de diseño analíticos, es cuando los controladores PID resultan más útiles. Se emplea para controlar procesos caracterizados por tener una entrada y una salida” (García, 2018, p. 49).

3.2.17 BS-120 Analizador químico

Especificaciones Técnicas

Función del Sistema: “Acceso automático, discreto y aleatorio, prioridad de muestras STA” (Mindray BS-120, p. 1).

Rendimiento: “Hasta 100 pruebas por hora (sin ISE), hasta 300 pruebas por hora con ISE (3 iones)” (Mindray BS-120, p. 1).

Principios de medición: “Fotometría de absorbancia, turbidimetría, tecnología de Electrodo Selectivo de Ion” (Mindray BS-120, p. 1).

Metodología: “Punto final, a tiempo fijo, cinético, ISE opcional. Químicas de reactivos singulares/duales monocromático/bicromático, calibración de multi-punto lineal/no lineal” (Mindray BS-120, p. 1).

Programación: “Sistema abierto con perfiles y cálculos definidos por usuario” (Mindray BS-120, p. 1).

Consumo de agua: 2.5L/hora

3.2.18 BS-230 Analizador químico – clínico

Especificaciones Técnicas

Función del Sistema: “Automático, discreto, acceso aleatorio, sobremesa Prioridad de muestras STAT” (Mindray BS-230 p. 1).

Rendimiento: “Hasta 200 test por hora, hasta 400 test por hora con ISE” (Mindray BS-230, p. 1).

Principios de medición: “Fotometría de absorbancia, turbidimetría, ion” (Mindray BS-230, p. 1).

Metodología: “Punto final, tiempo-fijo, kinético, ISE opcional, singulares/duales reactivos de química, monocromático / bicromático. Reactivo de paquete de sistema original listo para usar. Los sistemas cerrados o abiertos son opcionales” (Mindray BS-230, p. 1).

Reactivo/Manejo de muestra: “Reactivo/Bandeja de muestra: 80 posiciones para reactivos y 40 posiciones para muestras en compartimiento refrigerado(2~12°C) en 24 horas” (Mindray BS-230, p. 1).

Volumen de reactivo: 100-250 µl, paso por 0,5 µl

Volumen de muestra: 2-45 µl, paso por 0,1 µl

Reactivo/Sonda de muestra: “Detección de nivel de líquido, protección contra colisión vertical y comprobación de inventario, precalentamiento de reactivo” (Mindray BS-230, p. 1).

Limpieza de sonda: “Lavado automático para interior y exterior. Prórroga < 0,05 %” (Mindray BS-230, p. 1).

Dilución de muestra automático: Predilución y posdilución

Consumo de agua: <= 2 L/H

3.2.19 BS-240 Analizador químico – clínico

Especificaciones Técnicas

Función del Sistema: “Acceso automático, discreto y aleatorio, prioridad de muestras STAT” (Mindray BS-240 p. 1).

Rendimiento: “Hasta 200 test por hora, hasta 400 test por hora con ISE” (Mindray BS-240, p. 1).

Principios de medición: “Fotometría de absorbancia, turbidimetría. Tecnología de electrodo selectivo de iones” (Mindray BS-240, p. 1).

Metodología: “Punto final, tiempo-fijo, kinético, ISE opcional, singulares/duales reactivos de química, monocromático / bicromático. Reactivo de paquete de sistema original listo para usar. Los sistemas cerrados o abiertos son opcionales” (Mindray BS-240, p. 1).

Reactivo/Manejo de muestra: “Reactivo/Bandeja de muestra: 80 posiciones para reactivos y 40 posiciones para muestras en compartimiento refrigerado(2~12°C) en 24 horas” (Mindray BS-240, p. 1).

Volumen de reactivo: 10-250 µl, paso por 0,5 µl

Volumen de muestra: 2-45 µl, paso por 0,1 µl

Reactivo/Sonda de muestra: “Detección de nivel de líquido, protección contra colisión vertical y comprobación de inventario, precalentamiento de reactivo” (Mindray BS-240, p. 1).

Limpieza de sonda: “Lavado automático para interior y exterior. Contaminación < 0,05 %” (Mindray BS-240, p. 1).

Dilución de muestra automático: Predilución y posdilución

Consumo de agua: <= 4 L/H

3.2.20 BS-240Pro Analizador químico – clínico

Especificaciones Técnicas

Función del Sistema: “Acceso automático, discreto y aleatorio, prioridad de muestras STAT” (Mindray BS-240Pro p. 1).

Rendimiento: “240 pruebas fotométricas constantes por hora; hasta 400 T/H con ISE”
(Mindray BS-240Pro p. 1).

Principios de medición: “Fotometría de absorbancia, turbidimetría. Tecnología de electrodo selectivo de iones” (Mindray BS-240Pro p. 1).

Metodología: “Extremo, tiempo jo, kinético, ISE opcional, químicas de reactivo simple/doble, Monocromático / bicromático. Reactivo de paquete de sistema original listo para usar. Los sistemas cerrados o abiertos son opcionales” (Mindray BS-240Pro p. 1).

Reactivo/Manejo de muestra: “De 50 a 100 posiciones para reactivos y de 50 a 100 posiciones para muestras en compartimento de refrigeración 24 horas (2-12°C)”
(Mindray BS-240Pro p. 1).

Reactivo/Sonda de muestra: “Detección de nivel de líquido, protección contra colisión vertical, comprobación de inventario, precalentamiento de reactivo, detección opcional de obstrucción” (Mindray BS-240Pro p. 1).

Limpieza de sonda: “Lavado automático para interior y exterior. Residuos < 0,05 %”
(Mindray BS-240Pro p. 1).

Dilución de muestra automático: Predilución y posdilución

Consumo de agua: <= 6.5 L/H

3.2.21 BS-200E Analizador químico

Especificaciones Técnicas

Función del Sistema: “Automático, Discreto, Acceso aleatorio, Sobremesa
Prioridad de muestra STAT” (Mindray BS-200E, p. 1).

Rendimiento: “Constante 200 pruebas/hora (sin ISE), hasta 330 pruebas/hora con ISE” (Mindray BS-200E, p. 1).

Principios de medición: “Fotometría de absorbancia, turbidimetría, tecnología de Electrodo Selectivo de Ion” (Mindray BS-200E, p. 1).

Metodología: “Punto final, tiempo fijo, cinético, ISE opcional. Químicas de reactivo simple/dual, monocromático/bicromático. Calibración multipunto lineal/no lineal” (Mindray BS-200E, p. 1).

Programación: “Sistema abierto con perfiles definidos por el usuario y calculo químico. Reactivos del paquete del sistema listos para usar” (Mindray BS-200E, p. 1).

3.2.22 BS-360E Analizador químico

Especificaciones Técnicas

Función del Sistema: “Automático, Discreto, Acceso aleatorio, Sobremesa Prioridad de muestra STAT” (Mindray BS-360E, p. 1).

Rendimiento: “Hasta 360 pruebas fotométricas por hora, hasta 540 T/H con ISE” (Mindray BS-360E, p. 1).

Principios de medición: “Fotometría de absorbancia, turbidimetría, tecnología de Electrodo Selectivo de Ion” (Mindray BS-360E, p. 1).

Metodología: “Punto final, tiempo fijo, cinético, ISE opcional. Químicas de reactivo simple/dual, monocromático/bicromático.” (Mindray BS-360E, p. 1).

Programación: “Sistema abierto con perfiles definidos por el usuario y calculo químico. Reactivos del paquete del sistema listos para usar” (Mindray BS-360E, p. 1).

Consumo de agua: ≤ 6.5 L/H

2.3. Definición de términos básicos:

- ✓ Calidad de servicio: “La información de las magnitudes físicas es adquirida y convertida en una señal eléctrica. La variable del mundo físico es convertida en una señal eléctrica mediante un dispositivo sensor a fin de ser procesada adecuadamente” (Corrales, 2007).

- ✓ Infraestructura: “Consiste en el procesamiento, selección y manipulación de los datos, la cual puede ser realizada por un DSP (Procesador Digital de Señal). Un DSP es un sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un conjunto de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad” (Corrales, 2007).

- ✓ Distribución de datos: “El valor medido se presenta a un observador o se transmite a otro sistema. La señal que toma el sensor puede tener algunas características que la hacen poco adecuada para ser procesada (señal de pequeño nivel, espectro grande, falta de linealidad, etc.), estas características pueden ser corregidas en la etapa de acondicionamiento de la señal” (Corrales, 2007).

- ✓ Acondicionamiento de la señal: “Acondicionar una señal significa realizar las siguientes etapas: Convertir la señal, modificar el nivel de la señal, linealizar la respuesta y filtrar la señal” (Corrales, 2007).

- ✓ Linealización: “Consiste en obtener una señal de salida que varíe linealmente con la variable que se desea medir. Un caso bastante frecuente es la de un sensor donde la salida varía de forma exponencial con respecto a la variable a medir” (Corrales, 2007).

- ✓ Conversión de señal: “Se requiere cuando es necesario convertir un tipo de variación eléctrica en otro. Por ejemplo, un gran número de sensores varían su resistencia como consecuencia de la variación de la variable a medir. En estos casos se requiere un circuito que convierta estos cambios de resistencia en una tensión o en una corriente” (Corrales, 2007).

2.4. Hipótesis e investigación

2.4.1. Hipótesis general

- El módulo automatizado de llenado de agua desionizada se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

2.4.2. Hipótesis específicas

- El sistema de control se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

- Los dispositivos electrónicos se relacionan significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A.,

2.5. Operacionalización de las variables

Las variables de investigación se presentan a continuación:

- **Variable 1:** Módulo automatizado de llenado de agua desionizada
- **Variable 2:** Analizadores automatizados de bioquímica

2.5.1. Operacionalización de las variables

Cuadro 1.

Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Módulo automatizado de llenado de agua desionizada	Módulo que permite llenar con agua desionizada el recipiente de los analizadores de bioquímica	X.1. Sistema de control	X.1.1. Microcontrolador X.1.2. Programación del sistema X.1.3. Señales de entrada y salida	Tabla para registrar información sobre la variables independiente y dependiente
		X.2. Dispositivos electrónicos	X.2.1. Sensores de nivel X.2.2. Electroválvula X.2.3. Bomba de agua	
Analizadores automatizados de bioquímica	Es un dispositivo de laboratorio clínico diseñado para analizar diferentes sustancias químicas y otras características en un número de muestras biológicas	Y.1. Proceso de llenado de agua desionizada	Y.1.1. Velocidad de llenado Y.1.2. Tiempo de llenado Y.1.3. Llenado automatizado	
		Y.2. Capacidad del recipiente	Y.2.1. Capacidad en litros Y.2.2. Seguridad del sistema Y.2.3. Mantenimiento	

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación, pertenece al tipo de investigación aplicada. “Es aquella que está orientada a resolver objetivamente los problemas de los procesos de producción, distribución, circulación y consumos de bienes y servicios, de cualquier actividad humana, principalmente de tipo industrial, infraestructural, comercial, comunicacional, servicios, etc.” (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014, p. 93).

3.1.2 Nivel de Investigación

El nivel de la presente investigación es correlacional, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “es un tipo de estudio que tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular” (p.126)

3.1.3 Diseño

La investigación será experimental: “Las investigaciones experimentales se caracterizan porque el investigador puede manipular las variables independientes a su criterio para demostrar su influencia en la variable dependiente, para lo cual debe controlar las variables, formar grupos de control y de experimentación observar y medir los cambios en la variable

dependiente, evitando que factores externos e internos puedan producir hipótesis rivales” (Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagómez, 2014, p. 101).

3.1.4 Enfoque

Este trabajo de investigación tendrá un enfoque mixto, debido a que se adapta mejor con las definiciones y necesidades de la problemática.

Al respecto el enfoque mixto, “pretende conjugar los procedimientos de la investigación cuantitativa con los de la investigación cualitativa, en el convencimiento de que el reduccionismo, el extremismo en la investigación no conducen a nada bueno” (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014, p. 99)

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Todos los módulos automatizados de llenado de agua desionizada.

3.2.2 Muestra

Para la muestra se seleccionó el tipo de módulo automatizado de llenado de agua desionizada para analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023.

3.3 Técnica para la recolección de datos

Observación: La observación implica observar y registrar el comportamiento o eventos en su entorno natural. Puede ser participante (el observador interactúa con los participantes) o no participante (el observador no interactúa directamente). La observación es común en investigaciones etnográficas y de campo.

Análisis de documentos: Esta técnica implica el análisis de documentos escritos o registros, como informes, registros médicos, publicaciones, etc. Puede proporcionar información histórica y contextual valiosa.

Experimentos: En un experimento, los investigadores manipulan una o más variables independientes para observar su efecto en una variable dependiente. Esto se hace en un entorno controlado para establecer relaciones causales.

Sensores y dispositivos tecnológicos: En la era de la Internet de las cosas (IoT), los sensores y dispositivos tecnológicos pueden recopilar datos automáticamente, como en el caso de la monitorización de la salud o la recolección de datos ambientales.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

A continuación, se presenta el sistema de control desarrollado para el módulo automatizado de llenado de agua desionizada para analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

El sistema de control esta basado en un microcontrolador 16F877A el cual recibe las señales de los sensores de nivel para accionar las electroválvulas de control, así mismo se comunico con un circuito integrado PCF8574 que a su vez controla una pantalla LCD 16X2

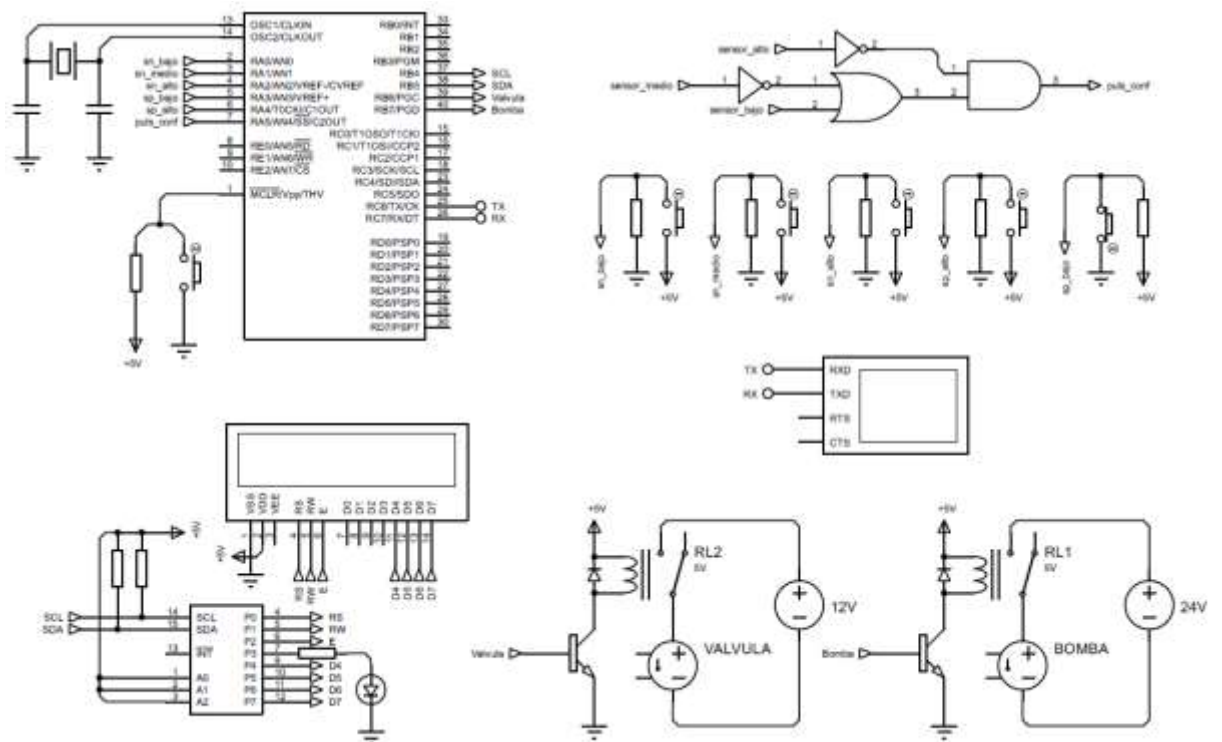


Figura 1. Sistema de control automatizado basado en un PIC16F877A

Así mismo para complementar esta comunicación se utilizó un PCF8574 que es un circuito integrado (IC) fabricado por NXP Semiconductors (anteriormente Philips Semiconductor) que funciona como un expansor de puertos de entrada/salida para comunicación a través del protocolo I²C (Inter-Integrated Circuit). El PCF8574 permite a un microcontrolador o un sistema interactuar con periféricos adicionales utilizando solo dos pines (SCL y SDA) del bus I²C.

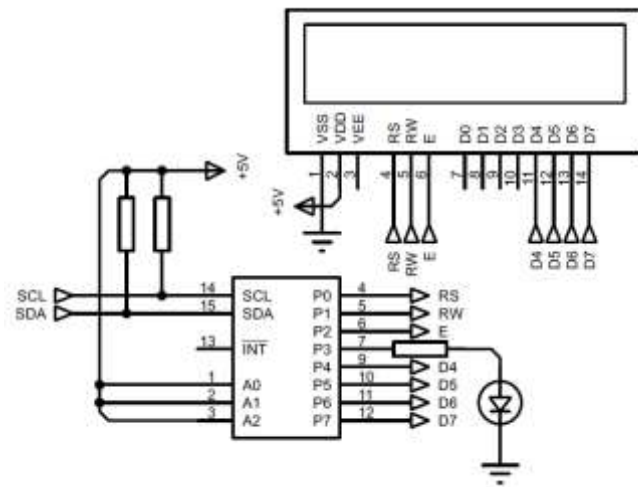


Figura 3. Configuración de control para la pantalla LCD

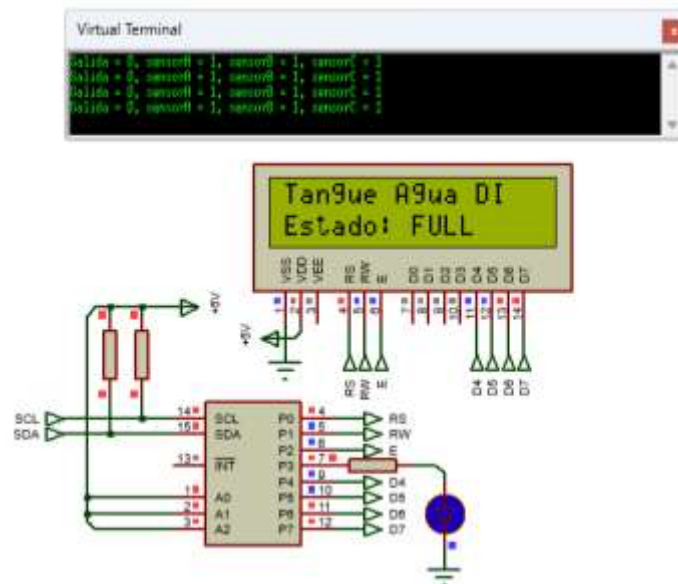


Figura 4. Pantalla LCD en funcionamiento

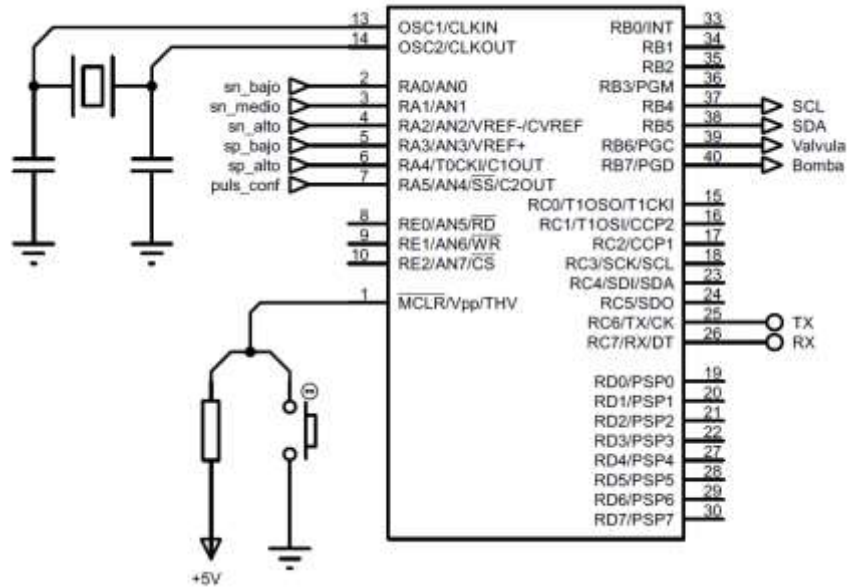


Figura 5. Configuración del Microcontrolador 16F877A

```

1  #include <16F877A.h>
2  #fuses HS, NOWDT
3  #use delay(clock=20M)
4  #use rs232(baud=9600, xmit=pin_c6, rcv=pin_c7)
5
6  #define SBajo PIN_A0
7  #define SMedio PIN_A1
8  #define SAlto PIN_A2
9  #define Flagconf PIN_A5
10 #define Valvula PIN_B6
11 #define Bomba PIN_B7
12
13 #define PCF_SDA PIN_B5
14 #define PCF_SCL PIN_B4
15 #use i2c(master, sda=PCF_SDA, scl=PCF_SCL)
16 #define PCF_ID 7
17 #define PCF 64
18 #define blacking P3
19 #define LCD_RS P0
20 #define LCD_RW P1
21 #define LCD_E P2
22 #define LCD_DB4 P4
23 #define LCD_DB5 P5
24 #define LCD_DB6 P6
25 #define LCD_DB7 P7

```

Figura 6. Programación del microcontrolador 16F877A

4.2 Contratación de hipótesis

Hipótesis General

El módulo automatizado de llenado de agua desionizada se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

Análisis: Tal como se visualiza en la figura 1, se diseñó el módulo automatizado de llenado de agua desionizada controlados por niveles para suministrar los analizadores automatizados de bioquímica. De esta manera se comprueba que efectivamente existe una relación entre el módulo automatizado de llenado de agua desionizada y los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

Hipótesis específica 1

El sistema de control se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

Análisis: Tal como se visualiza en la figura 5 y 6, se desarrolló el sistema de control basado en un microcontrolador 16F877A al cual se le integró la programación elaborada en el software de pic c compiler que permite recibir la información de los sensores y en base a ellos tomar decisiones sobre el llenado del tanque. De esta manera se comprueba que efectivamente existe una relación entre el sistema de control y los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

Hipótesis específica 2

Los dispositivos electrónicos se relacionan significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

Análisis: Tal como se visualiza en las figuras 2, 3 y 4, se emplearon varios dispositivos electrónicos para complementar el sistema de control, dentro de los cuales tenemos un PCF8574, pantalla LCD 16X2, compuertas lógicas y sensores de nivel; todos estos dispositivos permiten realizar el control de nivel. Por lo tanto, se puede evidenciar que si existe una relación significativa entre los dispositivos electrónicos y los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1 Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos de las soluciones de control se comparan con los valores esperados para cada nivel de concentración. Se establecen límites aceptables de desviación para determinar si el analizador está funcionando dentro de un rango aceptable de precisión.

De estos resultados se coincide con Cuenca y Mariscal (2020) quienes realizaron un proyecto relacionado a mediciones de nivel y flujo para un banco de pruebas, ellos concluyen que “la instrumentación es de gran importancia ya que permite analizar y medir variables físicas que existen en diferentes procesos con equipos aplicados en la industria” (p. 88). El control de nivel en analizadores automatizados de bioquímica es un proceso crítico para garantizar la calidad y precisión de los resultados de las pruebas clínicas. Permite detectar problemas de funcionamiento del equipo y asegura que los resultados informados sean confiables, lo que es esencial para la toma de decisiones médicas precisas.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Podemos concluir que:

- Se logró diseñar el módulo automatizado de llenado de agua desionizada y se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023
- Se logró diseñar el sistema de control para el llenado de agua desionizada y se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023
- Se seleccionó los dispositivos electrónicos para el llenado de agua desionizada y se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023

6.2 Recomendaciones

- Si los resultados de control están fuera de los límites aceptables, se pueden tomar medidas correctivas. Esto podría incluir recalibración del analizador, verificación de reactivos, mantenimiento del equipo o incluso la suspensión temporal del uso del analizador hasta que se solucione el problema.
- Es esencial mantener un registro detallado de los resultados de control y las acciones tomadas en caso de desviaciones. Esto es importante para la trazabilidad y para demostrar la calidad y la precisión de los resultados del laboratorio.

REFERENCIAS

7.1 Referencias bibliográficas

- Arias, G. A. (2021). *Diseño de sistema para telemetría de caudal y nivel de aguas basado en control por PLC y HMI*. (Tesis pregrado). Universidad Santo Tomás. Tunja, Colombia.
- Basantes, S. B. y López, J. A. (2022). *Implementación de un sistema de control de nivel de líquido aplicando un controlador en cascada con monitoreo mediante un dispositivo móvil*. (Tesis pre grado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Corrales, D. L. (2007). *Instrumentación Industrial*. EPN, Quito, Ecuador.
- Creus Solé, A. (2010). *Instrumentación industrial*. México: Alfaomega.
- Cuenca, D. J. y Mariscal, M. C. (2020). *Diseño e implementación de un banco de pruebas para instrumentos de medición de nivel y flujo para el laboratorio de investigación de automatización y control de la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi*. (Tesis pre grado). Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.
- Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P. (2014) *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill España
- Llumiquinga, M. G. (2019). *Control automático para bombeo de agua con variadores de velocidad para obtener presión constante*. (Tesis pre grado). Universidad Tecnológica Israel. Quito, Ecuador.
- Mindray (s. f). BS-120 Analizador químico. Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd.
- Mindray (s. f). BS-200E Analizador químico. Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd.

Mindray (s. f). BS-230 Analizador químico-clínico. Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd.

Mindray (s. f). BS-240 Analizador químico-clínico. Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd.

Mindray (s. f). BS-240Pro Analizador químico-clínico. Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd.

Mindray (s. f). BS-360E Analizador químico. Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd.

Ñaupas-Paitán, H., Mejía-Mejía, E., Novoa-Ramírez, E., & Villagomez-Páucar, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (4th ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Romero, M. A. y Niño, S. (2017). *Validación del sistema de purificación de agua de la empresa Tecmol Farmaceutica S.A.S.* (Tesis pregrado). Fundación Universidad de América. Bogotá, Colombia.

7.2 Referencias electrónicas

Cuzcano, A. B. (2021). *Diseño de un control no lineal por modo deslizante para regular el nivel de proceso tanque de agua, Callado 2021.* (Tesis posgrado). Universidad Nacional del Callao. Lima, Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12952/6321>

García, R. M. (2018). *Implementación del sistema de control proporcional integral derivativo para controlar el nivel de agua en un depósito usando tarjeta de adquisición de datos USB-6008* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/13738>

- Mayta, L. A. y Tintaya, E. R. (2018). *Diseño de un controlador PID - difuso en la plataforma de labview para el control de niveles de agua aplicados en el laboratorio de control y automatización de la EPIME*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/9264>
- Paiva, M. J. y León, E. D. (2019). *Construcción de un módulo didáctico de control de temperatura de un tanque de agua para la capacitación de los alumnos de la escuela profesional de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. (Tesis pre grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayaque, Perú. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8942>
- Sánchez, J. (2021). *Diseño automatizado de un módulo de tratamientos de agua para el desarrollo de prácticas en el “Laboratorio De Procesos Industriales – USAT”*. (Tesis pre grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4142>

ANEXOS

ANEXO N°1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de Consistencia: “MÓDULO AUTOMATIZADO DE LLENADO DE AGUA DESIONIZADA PARA ANALIZADORES AUTOMATIZADOS DE BIOQUÍMICA EN LA EMPRESA WP BIOMED S.A., 2023”

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS
<p>Problema general ¿Cómo se relaciona el Módulo automatizado de llenado de agua desionizada y los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023?</p> <p>Problemas específicos ¿Cómo se relaciona el Sistema de control y los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023?</p> <p>¿Cómo se relacionan los Dispositivos electrónicos y los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023?</p>	<p>Objetivo general Determinar si el Módulo automatizado de llenado de agua desionizada se relaciona significativamente con los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A. 2023</p> <p>Objetivos específicos Determinar si el Sistema de control se relaciona significativamente con los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A. 2023</p> <p>Determinar si los Dispositivos electrónicos se relacionan significativamente con los Analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A. 2023</p>	<p>Justificación metodológica La justificación de la presente investigación radica en la necesidad de automatizar el proceso de llenado con agua ionizado de los analizadores automatizados de bioquímica. Ya que, al ser actualmente un proceso manual para llenar los tanques de los equipos biomédicos, pueden ocurrir derrames o accidentes con el agua ionizada.</p>	<p>Hipótesis general El módulo automatizado de llenado de agua desionizada se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023</p> <p>Hipótesis específicas El sistema de control se relaciona significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023</p> <p>Los dispositivos electrónicos se relacionan significativamente con los analizadores automatizados de bioquímica en la empresa WP BIOMED S.A., 2023</p>	<p>Variable 1: Módulo automatizado de llenado de agua desionizada</p> <p>Variable 2: Analizadores automatizados de bioquímica</p>	<p>Tabla para registrar información sobre la variables independiente y dependiente.</p>