

**Investigación y análisis de los diferentes bancos de prueba en el ámbito universitario, como
apoyo a las prácticas y laboratorios**

Jose Rodrigo Ospina Reyes

Asesor

Iván Camilo Nieto Sánchez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI
Ingeniería en Electrónica

2024

Resumen

Las investigaciones y la documentación concernientes a los bancos de pruebas son escasas, se desconocen en gran parte las características para la fabricación de estos, los diferentes ámbitos donde se utilizan y los protocolos de uso, ya que van ligados a los laboratorios y generalmente se omite la especificidad de los bancos de pruebas ya sean físicos o virtuales, esta monografía se realizó con el objetivo de documentar los diferentes procesos y protocolos de fabricación y uso de los bancos de pruebas . Para el análisis se establecieron métodos de búsqueda en las diferentes fuentes certificables de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD y en bases de datos reconocidas, recopilando información y ejemplos de bancos de pruebas, para así establecer las bases de los diferentes criterios de investigación.

Se logró identificar las diferentes etapas de la creación de un banco de pruebas, los protocolos de uso para los bancos de pruebas físicos y virtuales, las diferentes ramas de la ciencia, tecnología e industria que los utilizan y se establecieron unos fundamentos con los cuales se puede crear un banco de pruebas virtual.

Palabras clave: Análisis, Bancos, prueba, Electrónica, Laboratorios.

Abstract

The research and documentation concerning test benches are scarce. The characteristics for the manufacturing of these, the different areas where they are used, and the usage protocols are largely unknown, as they are linked to laboratories and the specificity of test benches, whether physical or virtual, is generally omitted. This monograph was carried out with the aim of documenting the different processes and protocols for the manufacturing and usage of test benches. For the analysis, search methods were established in the different certifiable sources of the Universidad Abierta y a Distancia - UNAD, collecting information and examples of test benches to establish the bases of the different research criteria. The different stages of creating a test bench were identified, as well as the usage protocols for physical and virtual test benches, the different branches of science, technology, and industry that use them, and some foundations were established with which a virtual test bench can be created.

Keywords: Analysis, Bench, Electronics, Laboratories, Test.

Tabla de Contenido

Introducción	10
Descripción del Problema	11
Justificación	13
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos.....	14
Metodología	15
Tipo y Enfoque de la Investigación	15
Conceptualización de los Bancos de Prueba.....	17
¿Qué es un Banco de Prueba?	17
Tipos de Bancos de Prueba	19
Bancos de Prueba en Laboratorios.....	19
Ejemplo Banco de Prueba Torre de Enfriamiento	20
Bancos de Pruebas en Componentes Electrónicos.....	24
Ejemplo Banco de Pruebas para el Diagnóstico de Tarjetas Electrónicas.	24
Bancos de Pruebas en la Automoción.....	29
Ejemplo de un Banco de Prueba en el Área Automotriz	29
Bancos de Prueba en la Aviación	32
Ejemplo de Banco de Pruebas en la Aviación.....	33

Bancos de Prueba en la Industria Energética	35
Ejemplo de Banco de Pruebas en el Sector Energético	36
Bancos de Prueba en las Telecomunicaciones	40
Ejemplo de Banco de Pruebas en las Telecomunicaciones.....	40
Bancos de Pruebas en el Ámbito de la Electrónica y la Electricidad	43
Banco de Prueba Virtual GNU Radio	44
Banco de Prueba para la Investigación de Cohetería.....	46
Determinar el Uso de Bancos de Pruebas en Laboratorios Presenciales	49
Identificar los aspectos más importantes en el ensamble de bancos de pruebas	55
Establecer las Características que se Requieren en los Bancos de Pruebas Virtuales .	62
Ejemplo Banco de Pruebas Virtual	67
Protocolos para Utilizar los Bancos de Pruebas	69
Conclusiones.....	75
Recomendaciones	77
Referencias bibliográficas.....	78

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Ejemplos de Bancos de Prueba</i>	18
Figura 2	<i>Ejemplo de Bancos de Pruebas Didáctico</i>	18
Figura 3	<i>Ejemplo de Enfriamiento de Líquidos en Laboratorios</i>	20
Figura 4	<i>Esquema de la Torre de Enfriamiento Laboratorio de Fluidos ITM</i>	22
Figura 5	<i>Esquema de Conexión Arduino Mega de la Torre de Enfriamiento Laboratorio de Fluidos ITM</i>	23
Figura 6	<i>Diagrama de Bloques del Banco de Pruebas de Tarjetas Electrónicas</i>	27
Figura 7	<i>Resultado del Banco de Pruebas de Tarjetas Electrónicas</i>	28
Figura 8	<i>Diagrama Eléctrico del Creador de Fallas</i>	31
Figura 9	<i>Banco de Pruebas de Sensores y Actuadores</i>	32
Figura 10	<i>Diagrama de Bloques Fase de Diseño</i>	34
Figura 11	<i>Diagrama de Bloques Fase de Construcción</i>	34
Figura 12	<i>Diagrama de Bloques Fase de Validación</i>	35
Figura 13	<i>Diagrama Unifilar Banco de Pruebas Fotovoltaico</i>	38
Figura 14	<i>Banco de Pruebas Energía Fotovoltaica</i>	39
Figura 15	<i>Topología de Red PON</i>	41
Figura 16	<i>Banco de Pruebas red PON</i>	42
Figura 17	<i>Banco de Pruebas “GNU Radio”</i>	45
Figura 18	<i>Bosquejo de la Creación del Banco de Prueba Relacionado con Cohetería</i>	47
Figura 19	<i>Estudiantes UNAD Realizando Pruebas de Laboratorio</i>	50
Figura 20	<i>Montaje de Circuito Electrónico en Laboratorio UNAD</i>	54

Figura 21 <i>Personas que Participaron del Proyecto</i>	54
Figura 22 <i>Banco de Pruebas Festo</i>	59
Figura 23 <i>Protocolo Uso Banco de Pruebas Virtual</i>	67
Figura 24 <i>Pantallazo Banco de Pruebas Packet Tracer</i>	68
Figura 25 <i>Vestimenta Adecuada en un Laboratorio</i>	74
Figura 26 <i>Protocolo de Uso Banco de Pruebas Presencial</i>	83
Figura 27 <i>Protocolo de Uso Banco de Pruebas Virtual</i>	85

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Tabla Comparativa de Componentes</i>	56
Tabla 2 <i>Lista de Chequeo Componentes</i>	57
Tabla 3 <i>Enlace Protocolo de Uso Banco de Pruebas Presencial</i>	82
Tabla 4 <i>Enlace Protocolo de Uso Banco de Pruebas Virtual</i>	84

Lista de Apéndices

Apéndice A *Protocolo de Uso Banco de Pruebas Presencial* 82

Apéndice B *Protocolo de Uso Banco de Pruebas Virtual* 84

Introducción

Toda persona necesita tener espacios para desarrollar actividades prácticas sobre los conocimientos adquiridos durante un periodo académico, de cualquier materia universitaria, ya que se afianzan los conocimientos al interactuar de manera física con los diferentes componentes que un laboratorio puede brindar.

En este punto entran los bancos de prueba, los cuales son instrumentos diseñados para realizar experimentos de manera segura ya que se encuentran aislados y así protegen la infraestructura del laboratorio y a los estudiantes de posibles fallos, están diseñados de manera modular para realizar diferentes procesos en estos e interactuar dependiendo del concepto, artículo o teoría a probar.

Un banco de prueba engloba una serie de posibilidades ya que se utilizan en todas las materias de ciencias básicas, tecnológicas, químicas, mecánicas entre otras, dependiendo del proyecto a realizar. Hay, bancos de pruebas de cableado sencillo en el cual se prueban las diferentes teorías eléctricas hasta bancos de pruebas de software utilizado en la tecnología espacial con los cuales calculan diferentes variables para que un astronauta o una nave espacial pueda salir del planeta tierra, con ello se aclara que los bancos de pruebas son una parte fundamental para el desarrollo de nuevas tecnologías y a la formación del talento humano.

Descripción del Problema

Todos los estudiantes en modalidad presencial tienen acceso a diferentes laboratorios en sus universidades, los cuales les brindan profundización en los conocimientos adquiridos de manera teórica, teniendo en cuenta que al interactuar de manera física con los instrumentos se crean bases que perduran en el tiempo; si bien las personas que estudian en modalidad virtual cuentan con laboratorios en las diferentes sedes de las universidades se debe de tomar en cuenta que solo y según la página oficial de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, en esta estudian más de 230.167 personas, (Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD de Colombia. - Sitio oficial, 2023), las cuales dependiendo su programa académico van a tener o no la oportunidad de participar de un laboratorio presencial, ya que según el decreto 1295 de 2010 en el artículo 17, donde por lo menos el 80% de las actividades académicas se realizarán por medio de redes telemáticas. La institución cuenta con la capacidad de definir qué porcentaje se va a destinar para la realización de actividades presenciales (Talleres, Practicas, Laboratorios, Salidas de campo).

Teniendo en cuenta la perspectiva de los estudiantes se les hace necesario tener espacios donde se puedan realizar diferentes practicas relacionadas con sus cursos de manera autónoma, ya que gran parte de la población estudiantil tiene factores que no les permite tener una gran disponibilidad de tiempo, en primera instancia están las personas que alternan el estudio con su trabajo y vida familiar, con lo cual se les dificulta realizar laboratorios de manera presencial, a excepción de los citados por la universidad en cursos específicos, en segunda instancia están las personas que viven en lugares alejados de las grandes ciudades, en donde el asistir a un laboratorio presencial les costaría un gran desplazamiento y un costo monetario alto, es por esto que al tener un sitio virtual con acceso en cualquier lugar, asimismo en todo momento y teniendo

en cuenta que el laboratorio virtual no reemplaza un laboratorio presencial si ayuda complementar el proceso del componente práctico, toda vez que se contaría con un escenario previo para la aplicación de conocimientos abordados en el curso, de tal manera que al afrontar la práctica bajo el escenario establecido en el curso (en este caso in-situ(Laboratorio)), el estudiante ya cuente con destrezas desde el punto de vista conceptual y práctico que faciliten el desarrollo del laboratorio presencial, que si bien son muy productivos en ocasiones también son escasos en el mercado formativo actual. Es por esto que los estudiantes universitarios tanto presenciales y virtuales, necesitan material que complemente y apoye los componentes tanto teóricos como prácticos, por tal motivo se encuentra la necesidad de contar con un laboratorio virtual que incluya diferentes bancos de pruebas para que el estudiante afiance los conocimientos en el uso de equipos eléctricos y electrónicos, así como una experiencia básica en el manejo de componentes y objetos que se ven en una práctica previa a una sesión presencial.

Una alternativa son los bancos de pruebas ya que cuentan con bondades didácticas y modulares las cuales ponen a prueba las diferentes habilidades en los estudiantes, en el caso puntual del laboratorio virtual de análisis de circuitos instrumentación y compuertas lógicas, brinda la posibilidad de experimentar e interactuar con componentes electrónicos, realizando diferentes mediciones y simulando circuitos vistos en la parte teórica.

Justificación

Según el planteamiento anterior, y basado en la necesidad enmarcada en el proyecto denominado, *Desarrollo de un banco de pruebas para la experimentación virtual del laboratorio en el área de circuitos y lógica digital – Fase III*, del semillero de investigación en instrumentación y teleinformática, el cual pretende realizar el diseño de un banco de pruebas para el laboratorio virtual de análisis de circuitos, instrumentación y compuertas lógicas, por medio del modelamiento 3D, se debe realizar una investigación sobre el concepto de bancos de pruebas, en que campos se utilizan, que procesos y normativas se emplean para su creación y cuáles son los protocolos para su uso, obteniendo así bases y argumentos para el diseño del banco de pruebas virtual.

En ese sentido, esta investigación documentará el estado del arte frente al uso de bancos de prueba tanto presenciales como virtuales en la formación de la ingeniería, qué existe frente al diseño, desarrollo e implementación, los protocolos de usos de los bancos de prueba virtuales y presenciales, para que los estudiantes y cualquier población relacionada con el ámbito electrónico, eléctrico y de telecomunicaciones puedan comprender como utilizarlos, de manera correcta y segura.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la información sobre diferentes bancos de pruebas en ámbitos universitarios, estableciendo los protocolos de ensamble y uso en escenarios tanto presenciales como virtuales.

Objetivos Específicos

Determinar el uso de bancos de pruebas en laboratorios presenciales estableciendo las diferentes disciplinas que los utilizan.

Identificar los aspectos más importantes en el ensamble de bancos de pruebas recopilando generalidades que aporten a su creación.

Establecer las características que se requieren en los bancos de pruebas virtuales comparando las características de uso de los bancos de pruebas presenciales.

Documentar los protocolos de uso de un banco de pruebas obteniendo una recomendación evitando una mala manipulación de los elementos del laboratorio.

Metodología

Tipo y Enfoque de la Investigación

En esta monografía se tuvo un enfoque metodológico hacia la investigación documental de tipo mixto, donde se recolecto información de diferentes fuentes certificables escritas, tales como artículos, trabajos de grado y revistas relacionadas con el tema en cuestión. Por medio de una búsqueda sistemática que permite documentar los casos y realizar el análisis de diseño, usabilidad y proponer un uso adecuado en los laboratorios presenciales y virtuales.

Para la definición de la metodología, se muestra una serie de pasos, donde se describen los objetivos específicos, las actividades relacionadas y el resultado para la monografía:

1. Determinar el uso de bancos de pruebas en laboratorios presenciales estableciendo las diferentes disciplinas que los utilizan: Recopilación de información de tipo exploratorio, sobre los diferentes usos de los bancos de prueba, así como la aplicación en cada una de las ramas de la ingeniería, obteniendo la recopilación de la información dando así una introducción y una conclusión de cada criterio encontrado.
2. Identificar los aspectos más importantes en el ensamble de bancos de pruebas recopilando generalidades que aporten a su creación: Recopilación de los aspectos más importantes en el diseño, fabricación y puesta en funcionamiento de los bancos de prueba, posteriormente realizar un análisis de la información recopilada para su procesamiento.
3. Establecer las características que se requieren en los bancos de pruebas virtuales comparando las características de uso de los bancos de pruebas presenciales: De acuerdo con la información recopilada establecer los requerimientos necesarios para la creación de un banco de pruebas, dando así un bosquejo inicial.

4. Documentar los protocolos de uso de un banco de pruebas obteniendo una recomendación, evitando una mala manipulación de los elementos del laboratorio: Realizar documentación general sobre los protocolos de uso de los bancos de prueba en laboratorios tanto presenciales como virtuales teniendo en cuenta la información recopilada.

Conceptualización de los Bancos de Prueba

¿Qué es un Banco de Prueba?

Los bancos de pruebas son herramientas cruciales en diversas industrias para evaluar y garantizar la calidad y el rendimiento de productos y sistemas. Estos sistemas se utilizan para verificar que los artículos cumplen las normas de seguridad establecidas, así como su funcionamiento previsto.

Un banco de pruebas es un sistema diseñado para medir, analizar y evaluar el rendimiento de un producto o componente físico. Su complejidad puede variar, desde configuraciones sencillas hasta instalaciones muy especializadas. El objetivo principal de un banco de pruebas es someter un producto a condiciones controladas y reproducibles que simulen su entorno operativo real o sus límites de funcionamiento. Esto permite identificar defectos, evaluar la calidad y garantizar que cumple los requisitos y normas establecidos.

Los bancos de pruebas se emplean en todos los campos de la industria, pero específicamente en los ámbitos de la ciencia y la tecnología, donde se desarrollan a diario distintos productos que deben estudiarse a fondo antes de salir al mercado. También se utilizan en el ámbito estudiantil para simular distintas situaciones en las que los estudiantes puedan interactuar con un escenario que pueden encontrarse en su vida diaria como trabajadores o investigadores.

Al ser modulares, independientemente de su campo de acción o finalidad de diseño, permiten intercambiar y simular distintos escenarios, reduciendo los tiempos y costes de las pruebas, ya que no es necesario implantar o adquirir un prototipo de banco de pruebas específico.

Los bancos de pruebas tienen características variables en función de su aplicación, como el tamaño, la portabilidad y la manejabilidad. Aunque los laboratorios especializados diseñan

algunos bancos de pruebas, cualquiera puede desarrollar uno experimentalmente. En la Figura 1 y la Figura 2 se muestran ejemplos de bancos de pruebas.

Figura 1

Ejemplos de Bancos de Prueba



Nota. Bancos de prueba. Tomado de Aertecsolutions. (2022). <https://aertecsolutions.com/wp-content/uploads/2020/08/Header-TestBench-002.jpg>.

Figura 2

Ejemplo de Bancos de Pruebas Didáctico



Nota. Personal manipulando un banco de prueba. Tomado de Amatrol (2023). https://amatrol.com/wp-content/uploads/2021/12/890-PEC-B_PLCTrblshtng_wOpts_Interactive_CW_Cntxt_b_20130701.png.

Tipos de Bancos de Prueba

Se realiza una búsqueda utilizando fuentes confiables y bases de datos que la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) proporciona por medio de la E-Biblioteca con el fin de encontrar diferentes tipos de archivos donde se encuentren diseños y aplicaciones de los bancos de pruebas en los diferentes campos de las ciencias e ingenierías. Se darán generalidades y ejemplos de su aplicación en las distintas áreas.

Bancos de Prueba en Laboratorios

Los bancos de pruebas de laboratorio desempeñan un papel crucial en la investigación y el desarrollo. Se emplean para analizar meticulosamente componentes y sistemas en condiciones controladas. Por ejemplo, en la industria farmacéutica, se utilizan para evaluar la eficacia y seguridad de nuevos medicamentos.

Además, en la industria electrónica, los bancos de pruebas de laboratorio son indispensables para probar dispositivos electrónicos antes de su lanzamiento al mercado, así mismo para comprobar nuevas teorías o desarrollar nuevas tecnologías.

Figura 3

Ejemplo de Enfriamiento de Líquidos en Laboratorios



Nota. Torre de enfriamiento. Tomado de Glaciar ingeniería. 2021).

<https://glaciaringenieria.com.co/wp-content/uploads/2021/05/Tipos-de-torres-de-enfriamiento.png>.

Ejemplo Banco de Prueba Torre de Enfriamiento

En los laboratorios de termodinámica se utilizan distintos fluidos para realizar pruebas y experimentos, por ello se necesita una torre de enfriamiento con la cual se puedan enfriar grandes volúmenes de líquidos (agua) en diferentes procesos donde se requiere la recirculación del fluido. El mecanismo utilizado es el de transferencia de calor conocido como evaporación, en el cual una parte del líquido cambia su estado de líquido a gaseoso y así se adquiere la energía en forma de calor. (Andrés et al., 2019)

Por tal motivo un grupo de estudiantes de último semestre de la institución universitaria ITM en Medellín, Colombia optaron por desarrollar un banco de pruebas para el laboratorio de termodinámica buscando la interacción directa con el proceso de enfriamiento de diferentes líquidos, realizaron una investigación y visitaron diferentes entes relacionados con el tema hasta llegar a un prototipo, la torre de enfriamientos de tiro inducido a contraflujo, realizando un

control con Arduino y se medirán diferentes variables como temperatura, caudal y humedad, esta se ajusta con los requerimientos del laboratorio en las asignaturas de electromecánica, termodinámica y gestión energética.

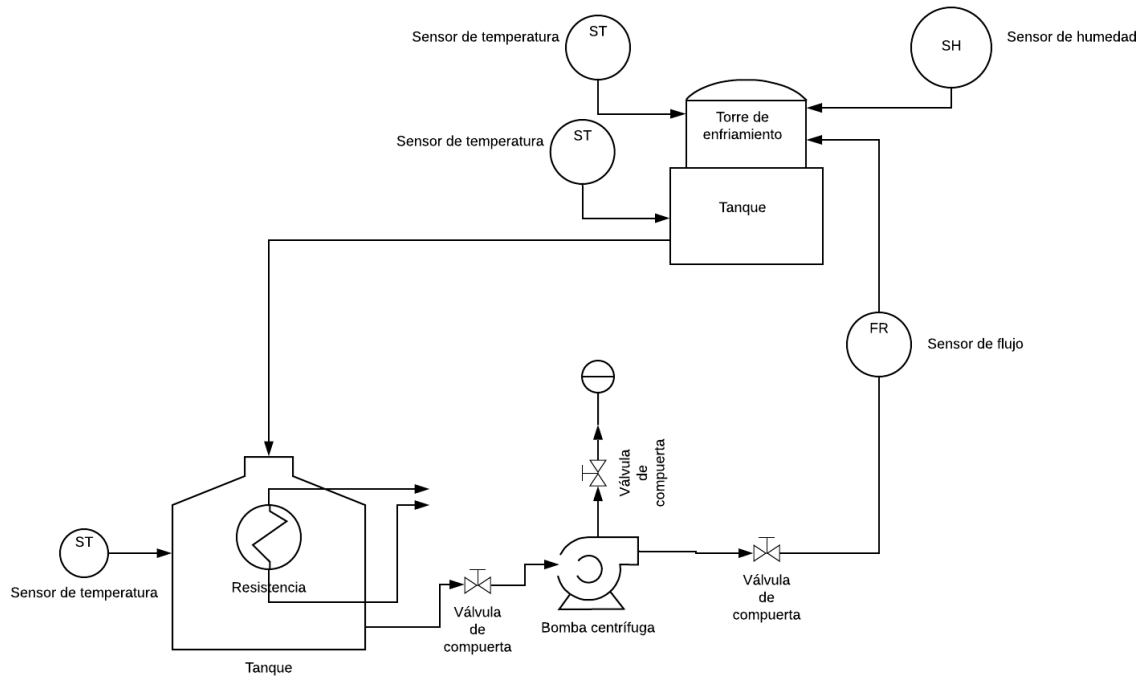
Se realizó un proceso para la construcción de dicho banco de pruebas los cuales son enumerados en pasos:

1. Se realiza construcción de una estructura metálica (acero inoxidable 304), con esta estructura se busca tener un soporte óptimo para la torre de enfriamiento.
2. Con el mismo material (Acero Inoxidable 304), se construye la torre de enfriamiento, en la cual se instala un ventilador, con esto se termina la parte estructural.
3. Se realiza el proceso de ensamble en el que se instala tubería PVC, una bomba y un tanque para realizar la simulación, este tanque se debió adaptar y poder obtener el proceso de calentamiento.
4. Se instalaron los diferentes sensores con los cuales se van a obtener las lecturas de las variables de interés.
5. Ya con todo el montaje procedieron a realizar la etapa de control con ayuda de un Arduino mega, el cual brinda diferentes posibilidades de configuración.
6. Realizaron la instalación de la parte de potencia los cuales van a controlar los diferentes motores del sistema.

A continuación, se muestra en la figura 4 y la figura 5 el esquema de la torre de enfriamiento y el diseño de conexiones con el Arduino mega.

Figura 4

Esquema de la Torre de Enfriamiento Laboratorio de Fluidos ITM

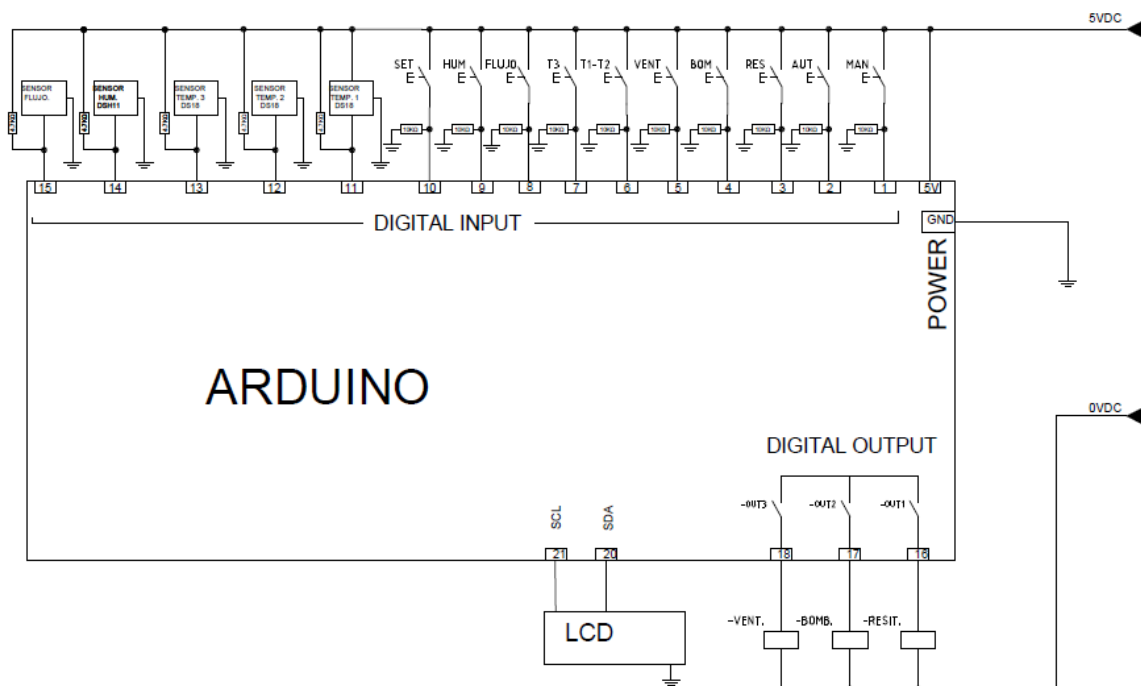


Nota. Diagrama de creación torre de enfriamiento. Tomado de C. A. J. Andrés & Adolfo. (2019).

<http://hdl.handle.net/20.500.12622/1663>.

Figura 5

Esquema de Conexión Arduino Mega de la Torre de Enfriamiento Laboratorio de Fluidos ITM



Nota. Esquema de conexión de un Arduino. Tomado de C. A. J. Andrés & Adolfo. (2019).

<http://hdl.handle.net/20.500.12622/1663>.

Para concluir el ejemplo del diseño de este banco de pruebas, se puede ver cómo se subsana una necesidad que tenían los estudiantes de dicho laboratorio para interactuar con los fluidos y sus aplicaciones, dejando como evidencia la importancia de interactuar de manera practica y poner a prueba sus conocimientos en un ambiente seguro como lo son los laboratorios y con equipos diseñados para estos procesos, brindando un espacio seguro y con altos estándares, que los llevaran a ser más competitivos en el mundo investigativo y laboral.

En cuanto a los laboratorios se puede evidenciar que es crucial contar con bancos de pruebas donde se puedan probar diferentes teorías, y productos nuevos, con esto se demuestra la

veracidad de la teoría y se evitan diferentes errores de fabricación, y por ende de distribución al público.

Bancos de Pruebas en Componentes Electrónicos

En la industria electrónica, los bancos de pruebas de componentes desempeñan un papel crucial para garantizar la calidad y fiabilidad de los circuitos, microchips y dispositivos electrónicos.

Estos bancos de pruebas permiten verificar la funcionalidad y el rendimiento de los componentes críticos antes de integrarlos en los productos finales, reduciendo así el riesgo de fallos en el mercado.

Además, existen diagnósticos preventivos que ayudan a evitar fallos correctivos. Estos fallos pueden detener por completo el funcionamiento de los equipos, provocando retrasos inesperados en diversos procesos industriales o residenciales, como en el caso del Internet de las Cosas (IoT).

Los bancos de pruebas diseñados para el diagnóstico de componentes electrónicos no sólo reducen el tiempo de inactividad de los equipos, sino que también minimizan los costes de diagnóstico, al tiempo que garantizan la funcionalidad futura gracias a su precisión.

Ejemplo Banco de Pruebas para el Diagnóstico de Tarjetas Electrónicas.

Como es conocimiento de todos, el mundo tecnológico avanza de una manera exponencial desde que inicio el siglo XX, con la comercialización de internet y el desarrollo de nuevos componentes electrónicos, se llegó al punto de poder conectar cualquier dispositivo electrónico a una red conjunta, esto es llamado internet de las cosas (IOT), la industria inmobiliaria no se ha quedado atrás, pues cada vez se construyen estructuras sofisticadas y llenas de tecnología que mantienen informados a sus residentes sobre diferentes variables que facilitan

su uso y pueden llegar a salvar su vida, uno de los casos puntuales son los ascensores los cuales brindan confort a los habitantes de pisos superiores evitando el desgaste al subir por las escaleras y acortando el tiempo de llegada a su hogar.

Los ascensores tienen bajo su responsabilidad la vida de los habitantes, por tal motivo el profesional Julián Isidro de la Cruz Valentín diseñó un banco de pruebas para testear la funcionalidad y diferentes fallas de las tarjetas electrónicas, para salvaguardar la integridad de sus usuarios y reducir los costos y el tiempo de atención de las empresas encargadas del mantenimiento de estos. (De la Cruz Valentín J.I, 2022)

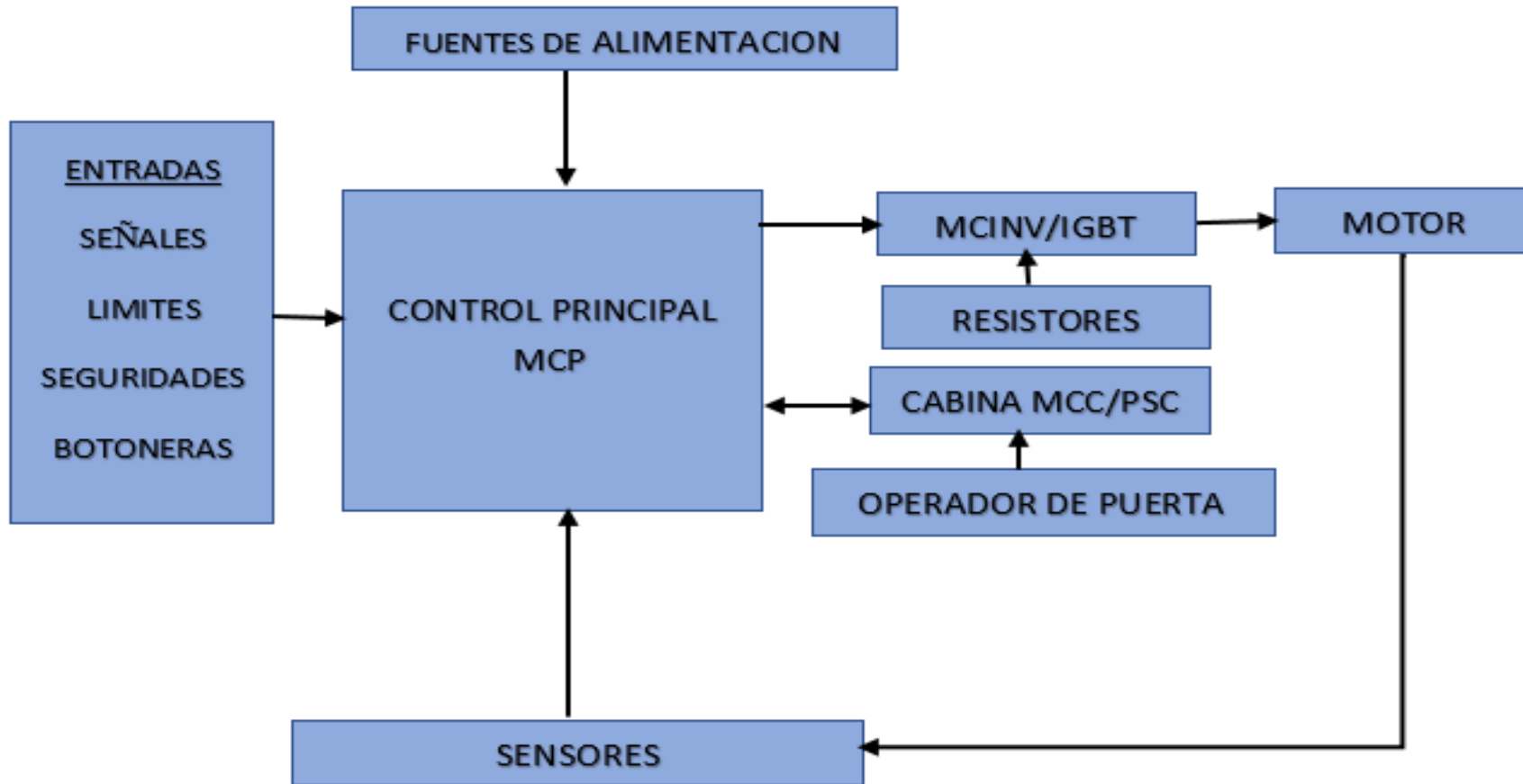
El proyecto cuenta con una serie de módulos los cuales fueron ensamblados para simular el funcionamiento de un ascensor para una unidad residencial de 23 pisos, en los siguientes pasos se describe el desarrollo de dicho proyecto:

1. Se realiza un diseño metálico, con perfilería para en el instalar los componentes.
2. Se instala un motor en la parte inferior derecha.
3. Se instala en la mitad de la estructura una lámina que simula la puerta del ascensor.
4. Se instala una caja metálica que contiene el mando de maniobras de cabina.
5. Se instala un módulo con las diferentes tarjetas que componen el control de un ascensor, cuenta con diferentes terminales para simular diferentes situaciones en la cabina.
6. Se instala un gabinete de potencia.
7. Se instala un freno de motor y unos contactores para el cierre de seguridad.
8. Se instala un tablero de pulsadores para simular la interfaz de usuario.
9. Se instala un motor de tracción Gearless que es el encargado de mover la cabina del ascensor.

En la figura 6 se muestra el diagrama de bloques del banco de pruebas y en la figura 7 se pueden evidenciar los resultados del montaje de este.

Figura 6

Diagrama de Bloques del Banco de Pruebas de Tarjetas Electrónicas



Nota. Diagrama de bloques conexión de tarjeta. Tomado de De la cruz Valentín J.I. (2022).

<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/662>.

Figura 7

Resultado del Banco de Pruebas de Tarjetas Electrónicas



Nota. Banco de pruebas para ascensores. Tomado de De la cruz Valentín J.I. (2022).

<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/6620>.

Para concluir, en este proyecto se logró evidenciar como un banco de pruebas puede aplicarse a cualquier proyecto tecnológico que necesite una prueba, puede ayudar a evitar fallas catastróficas que pongan en riesgo la vida humana, de igual manera con los bancos de prueba se pueden agilizar procesos que ayuden a reducir el tiempo de operación y por ende costos ya sea por reincidencias o por fallos no detectados.

Bancos de Pruebas en la Automoción

La industria del automóvil depende en gran medida de los bancos de pruebas. Estos bancos de pruebas desempeñan un papel crucial en la evaluación de motores, sistemas de frenado y seguridad de los vehículos, garantizando que los coches sean seguros y cumplan las normas sobre emisiones.

Además, en la fabricación de vehículos eléctricos, los bancos de pruebas son esenciales para probar las baterías y los sistemas de propulsión. Estas instalaciones actualizan constantemente sus métodos y dispositivos para proporcionar a conductores y pasajeros mayor comodidad y seguridad.

Utilizando varios bancos de pruebas, todas las partes implicadas en el diseño, la producción y el mantenimiento de los vehículos pueden recibir formación. Esto garantiza que todos se mantengan informados sobre las nuevas tecnologías y puedan abordar eficazmente cualquier problema que pueda surgir.

Ejemplo de un Banco de Prueba en el Área Automotriz

En este ejemplo los integrantes de la academia journals tomaron como base de proyecto el análisis, pruebas y manipulación que se le realizan a los diferentes sensores y actuadores automotrices según el prototipo realizado por los integrantes de la escuela superior politécnica de Chimborazo.

Generalmente un mal diagnóstico no soluciona la falla de manera efectiva o en el peor de los casos se cambia un sensor o actuador que no tenía ningún problema, causando un desabastecimiento de clientes debido a fallas recurrentes en los vehículos, por tal motivo es importante la formación y la actualización de acuerdo con los fabricantes. Se debe tener en cuenta que el análisis de estos sensores y actuadores debe de ser rigurosa ya que son de extrema precisión. (Alejandro Osuna Villanueva & González Zavala, 2022)

El banco de prueba debe de ser modular según el tipo de sensor, su aplicación o su fabricante, podemos clasificar los sensores y actuadores de la siguiente manera:

Según su función y aplicación: sensores destinados a seguridad, tareas de mando y regulación o sensores de vigilancia.

Teniendo en cuenta sus características: sensores de señales pulsantes o señales digitales.

Para analizarlos se deben de tener en cuenta los siguientes parámetros:

Nombre.

Función.

Ubicación.

Condiciones de trabajo.

Formas de onda.

Síntomas de falla.

Comprobaciones.

La construcción del banco didáctico se realiza mediante el proceso descrito a continuación:

1. Construcción de la base metálica en perfilería de acero inoxidable, este debe de ser resistente ya que en él va instalado el motor y sus diferentes componentes para un funcionamiento optimo.
2. Se instala el motor y sus diferentes componentes como batería, motor de arranque, sistema de escape y radiador.
3. Se construye un tanque de combustible de acorde al diseño del banco de pruebas.

4. Se instala un panel de instrumentos, este le muestra al usuario diferentes estados del vehículo como el nivel de gasolina, todo con luces testigo simulando un panel de instrumentos de un auto real.

5. Se instala un acelerador manual.

6. Se instala un interruptor de encendido.

7. Se instala un conector de diagnóstico OBDII.

8. Se instala un sistema digital para la creación de fallas en el motor.

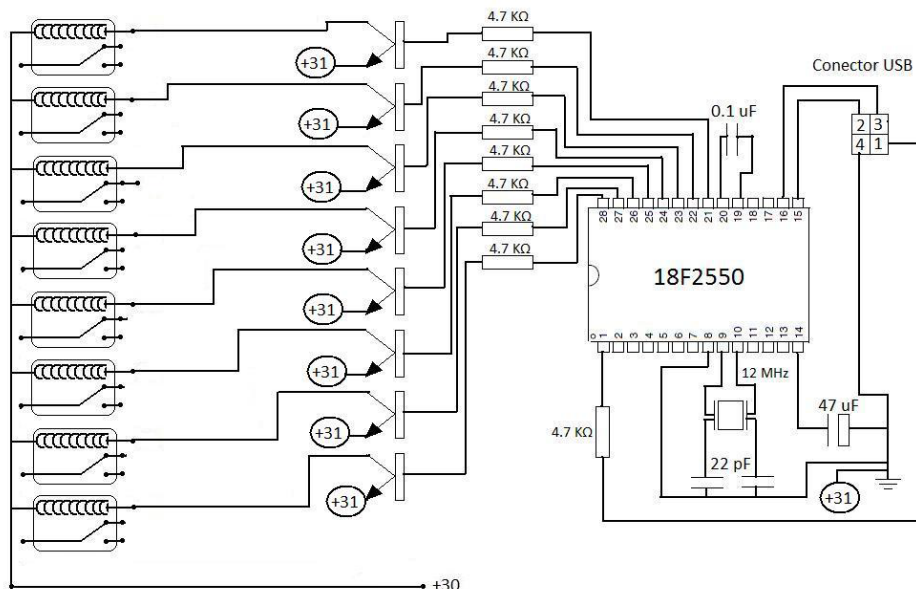
9. Se instalan los diferentes sensores que tiene de manera general los motores.

10. Se crea un circuito de averías.

En las figuras 8 y 9 se muestra el diagrama electrónico del creador de fallas y la representación física del banco de pruebas.

Figura 8

Diagrama Eléctrico del Creador de Fallas.



Nota. Diagrama del dispositivo creador de fallas. Tomado de Alejandro Osuna Villanueva & González Zavala. (2022). De Innovación, Análisis, Diseño y Desarrollo de Bancos de Pruebas con Sensores y Actuadores Automotrices.

Figura 9

Banco de Pruebas de Sensores y Actuadores



Nota. Montaje del banco de pruebas automatiz. Tomado de Alejandro Osuna Villanueva & González Zavala. (2022). De Innovación, Análisis, Diseño y Desarrollo de Bancos de Pruebas con Sensores y Actuadores Automotrices.

Bancos de Prueba en la Aviación

La aviación es otro campo en el que los bancos de pruebas desempeñan un papel crucial. Desde las pruebas de los motores de las aeronaves hasta la evaluación de sus componentes, estos sistemas permiten verificar la seguridad y el rendimiento de los equipos que funcionan en condiciones extremas.

La certificación de aeronaves y sistemas aeroespaciales depende en gran medida de los datos recogidos en los bancos de pruebas, ya que exige explorar nuevos métodos y tecnologías que aporten beneficios a la industria.

Ejemplo de Banco de Pruebas en la Aviación

Desde el área aeronáutica militar se llevan a cabo métodos de investigación e innovación, que permiten tener la delantera en tecnología militar y adecuarla a sus aeronaves, por medio de los bancos de pruebas especializados en tecnología aeronáutica se pueden probar diferentes componentes, nuevos métodos de supervisión y también diferentes softwares para la identificación de fallas.

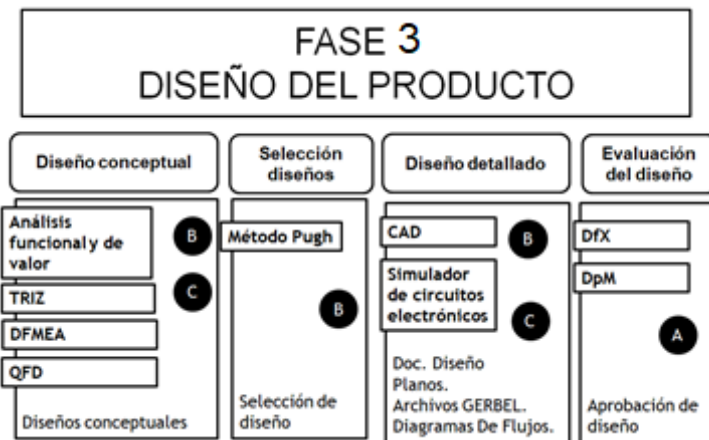
La escuela de aviación del ejército nacional de Colombia incursiono en un banco de pruebas digital para las pruebas detecta fallas de la GCU (Generator Control Unit), de las aeronaves Beechcraft King de diferentes modelos con esto se busca mejorar las relaciones de tiempo, costo y efectividad en la identificación de fallas para garantizar un funcionamiento cien por ciento óptimo de las aeronaves, ya que el proceso actual es engorroso debido al difícil acceso para la toma de parámetros ya que la GCU se encuentra en un lugar de difícil acceso, El proyecto planteado permite de manera automática tomar las muestras y generar los informes. (Cabrera-Arias C, Garay-Rairan F, Contreras-Gutiérrez D, Gómez-Vargas O, 2021)

Este proyecto se desarrolló por medio de fases las cuales indicaban un paso a paso para tener un buen funcionamiento de mismo:

La fase de diseño: En esta fase se evidencia el concepto de los diseños por medio de los diferentes integrantes, se describen las herramientas a utilizar, se define la factibilidad del producto, por último, se realiza una evaluación de este.

Figura 10

Diagrama de Bloques Fase de Diseño



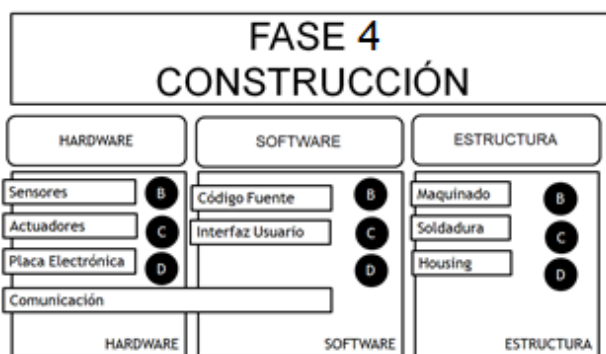
Nota. Esquema que describe la fase 1. Tomado de Cabrera-Arias C, Garay-Rairan F, Contreras-Gutiérrez D, Gómez-Vargas O. (2021).

<https://doi.org/10.21158/01208160.N89.2020.2819>.

Fase de construcción: En esta fase se lleva a cabo la construcción de la estructura, también se diseña el software para el debido funcionamiento y se implementa el hardware requerido para tener una integración efectiva y dar solución a la problemática anterior.

Figura 11

Diagrama de Bloques Fase de Construcción



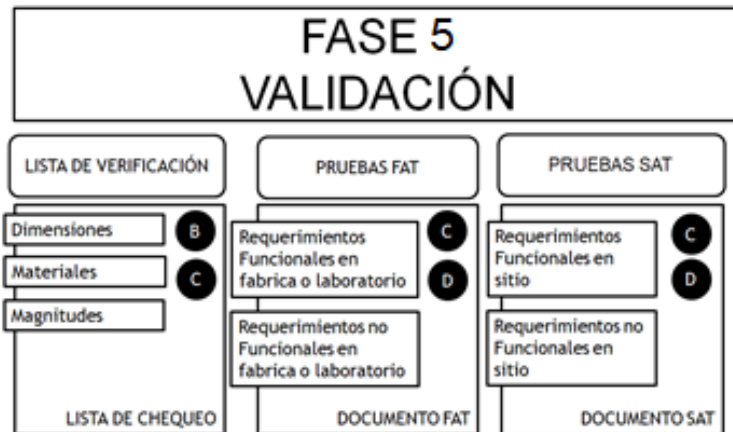
Nota. Esquema que describe la fase 2. Tomado de Cabrera-Arias C, Garay-Rairan F, Contreras-Gutiérrez D, Gómez-Vargas O. (2021).

<https://doi.org/10.21158/01208160.N89.2020.2819>.

Fase de validación: En esta fase se realizan diferentes pruebas al dispositivo, el grupo de expertos evidencian el funcionamiento y plantean diferentes observaciones con las cuales se decidirán los ajustes necesarios al proyecto, su reinicio o por el contrario su aprobación.

Figura 12

Diagrama de Bloques Fase de Validación



Nota: Adaptado de (Cabrera-Arias C, Garay-Rairan F, Contreras-Gutiérrez D, Gómez-Vargas O, 2021), por Cabrera-Arias, C. A., Garay-Rairan, F. S., Contreras-Gutiérrez, D. C., & Gómez-Vargas, O. E. De <https://doi.org/10.21158/01208160.N89.2020.2819>.

Para concluir este ejemplo, se puede evidenciar como gracias a los bancos de pruebas diseñados se automatiza un proceso, que se realizaba de manera manual por dos técnicos y que no tenía un tiempo establecido para un diagnóstico, con el banco de pruebas se está ahorrando tiempo, dinero y se obtiene una información confiable, que permite tener la aeronave en óptimas condiciones para su uso militar.

Bancos de Prueba en la Industria Energética

Los bancos de prueba desempeñan un papel vital en la generación y distribución de energía. Se utilizan para evaluar la eficiencia y la confiabilidad de turbinas, generadores y sistemas de energía renovable, como paneles solares y aerogeneradores, los cuales necesitan tener diferentes factores para que sean viables y dependiendo el uso que se les va a dar se deben de diseñar diferentes sistemas que suplan las capacidades, por tal motivo los bancos de

prueba son indispensables y se deben de tener en todos estos ámbitos ya sean en laboratorios educativos como en la industria.

Estos sistemas permiten optimizar la producción y la gestión de energía, reduciendo fallos y entregando al cliente final un sistema de energía confiable y que suple los requerimientos.

Ejemplo de Banco de Pruebas en el Sector Energético

Los integrantes de la universidad santo tomas seccional Tunja-Colombia desarrollaron un banco de pruebas basado en la energía fotovoltaica.

ya que esta tecnología de origen francés ha tenido un crecimiento exponencial en las últimas décadas, porque brinda beneficios para la sociedad no solo por su cuidado al medio ambiente si no por la oportunidad que genera a la humanidad en cuanto a puestos de trabajo. (Rúa-Ramírez, E., Mendoza-Jiménez, I. D., Torres-Suarez, E., Flórez-Serrano, E. G., & Serrano-Rico, J. C., 2021)

En este proyecto se va a evaluar el rendimiento de paneles monocristalinos, este banco de pruebas es modular y didáctico ya que permite realizar seis pruebas o aplicaciones diferentes, permitiendo cambiar la conexión de los paneles o de las baterías, cambiar el ángulo de los paneles para la captación de radiación, para así conocer todas las características de un sistema fotovoltaico. (Rúa-Ramírez, E., Mendoza-Jiménez, I. D., Torres-Suarez, E., Flórez-Serrano, E. G., & Serrano-Rico, J. C., 2021)

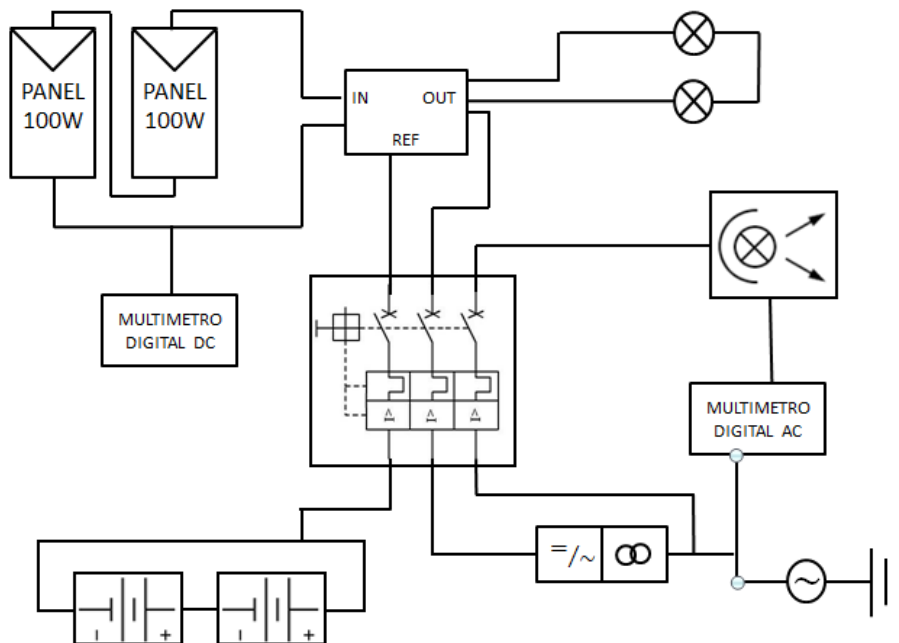
Este banco de pruebas se puede utilizar en el ámbito estudiantil y en la práctica de campo previo a la instalación de un sistema, ya que es bastante importante realizar pruebas antes de instalar un sistema, se debe observar la topografía y como optimizar la luz solar, por otro lado, se debe ver que conviene el en sistema si una conexión en serie o en paralelo.

Para la realización del banco de pruebas de un sistema fotovoltaico se utilizaron los siguientes pasos:

1. Presentaron un diseño unifilar de la conexión de todos los componentes del banco de pruebas.
2. Se evalúan los pros y los contras de los diferentes componentes y cual es el mejor en cuanto a la relación costo beneficio.
3. Se inicia con la construcción de la estructura la cual se realiza con perfilera metálica, se instala una lámina donde van los componentes, como el regulador, los bombillos DC y las protecciones.
4. Se instala una mesa de trabajo donde se ubica el inversor y las baterías.
5. Se instala una estructura superior donde se instalan los paneles solares de 100W.
6. En la estructura de los paneles se ponen dos amortiguadores los cuales nos ayudan a graduar el ángulo y a desmontar de manera segura en caso de daño en los paneles.

Al realizar un montaje ergonómico se garantiza la seguridad para los estudiantes, investigadores o profesionales que lo utilicen, también se instalaron brakers para tener protegido el sistema y al usuario en caso de un error de conexiones o mediciones.

En las figuras 12 y 13 se pueden apreciar tanto el plano unifilar creado por los estudiantes de la universidad santo tomas, como el resultado final del banco de pruebas didáctico.

Figura 13*Diagrama Unifilar Banco de Pruebas Fotovoltaico*

Nota. Diagrama de conexión banco de pruebas solar. Tomado de Rúa-Ramírez, E., Mendoza-Jiménez, I. D., Torres-Suarez, E., Flórez-Serrano, E. G., & Serrano-Rico, J. C. (2021). <https://doi.org/10.18273/REVUIN.V20N2-2021001>.

Figura 14*Banco de Pruebas Energía Fotovoltaica*

Nota. Banco de pruebas fotovoltaico. Tomado de Rúa-Ramírez, E., Mendoza-Jiménez, I. D., Torres-Suarez, E., Flórez-Serrano, E. G., & Serrano-Rico, J. C. (2021).

<https://doi.org/10.18273/REVUIN.V20N2-2021001>.

Para concluir este ejemplo de bancos de prueba en el sector energético se puede observar como un banco de pruebas ayuda en el diseño de nuevos sistemas y nuevas tecnologías en pro de la evolución humana, cambiando el consumo energético irresponsable por un consumo amigable con el medio ambiente, garantizando una vida saludable para la población.

Por otra parte, es de gran importancia que los nuevos profesionales en energía renovable tengan un espacio donde simular condiciones reales, con esto no se quedan solo en la teoría, y al enfrentarse al mundo laboral lo realizarán con conocimiento específicos y bases bien formadas.

Bancos de Prueba en las Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones son una piedra angular de la sociedad moderna. Desde las llamadas telefónicas hasta la transmisión de datos a alta velocidad, han transformado nuestra forma de vivir, trabajar y comunicarnos.

Detrás de cada avance tecnológico en este campo hay un componente crucial, aunque subestimado, los bancos de pruebas. Estos entornos desempeñan un papel vital en el desarrollo, mejora e implantación de nuevas tecnologías de telecomunicaciones. Garantizan la calidad y la fiabilidad para ofrecer un servicio de alta calidad y confiabilidad.

Los bancos de pruebas permiten a los ingenieros y desarrolladores simular diversas condiciones y escenarios de uso, garantizando el buen funcionamiento de los sistemas de telecomunicaciones. Realizan pruebas de resistencia, pruebas de carga, pruebas de seguridad, etc.

Además, los bancos de pruebas permiten probar nuevas tecnologías. En un campo tan dinámico como el de las telecomunicaciones, surgen constantemente nuevas normas e implementaciones, como las redes 5G y la expansión del Internet de las Cosas (IoT). Los ingenieros pueden probar y perfeccionar estas tecnologías en entornos controlados antes de su implantación a gran escala.

Ejemplo de Banco de Pruebas en las Telecomunicaciones

Es de conocimiento general que las tecnologías han avanzado y por ende el tráfico de internet también, cada día más usuarios tienen acceso a este servicio en sus hogares y las aplicaciones actuales requieren un ancho de banda mayor, actualmente se desarrolló una tecnología llamada (Fiber to the home - FTTH) la cual es la alternativa más usada gracias al acceso de banda ancha PON, su rentabilidad, eficiencia y bajo consumo energético la han posicionado y le han brindado dicha popularidad. (Téllez Garzón, J. L., Alvarado Jaimes, R., Romero Padilla, L., & Jaimes Vergel, G, 2022)

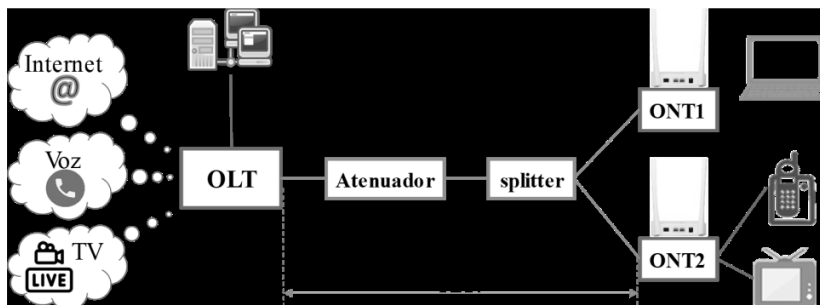
PON está diseñada para utilizar un único Hilo de fibra óptica para dar conexiones simultaneas a distintos usuarios finales, lo que ayuda a su velocidad de transmisión. Pero entonces la optimización de costos como en todo proyecto depende de las competencias de los profesionales y en el tema de FTTH hay un déficit en cuanto a plataformas físicas y didácticas para afianzar los conocimientos. (Téllez Garzón, J. L., Alvarado Jaimes, R., Romero Padilla, L., & Jaimes Vergel, G, 2022)

Por tal motivo los estudiantes de la Universidad de investigación y desarrollo proponen diseñar un banco de pruebas didáctico para redes PON mediante la siguiente metodología:

1. Revisaron las bibliografías de redes PON.
2. Analizaron los requerimientos y costos de los diferentes equipos para implementar el banco de pruebas.
3. Analizaron las competencias y conocimientos necesarios para la implementación de la res (FTTH/PON).
4. Diseñaron un plan de enseñanzas por medio de guías y manuales.
5. Por último, realizan la ejecución de este, con la siguiente topología.

Figura 15

Topología de Red PON



Nota. Esquema banco de pruebas PON. Tomado de Téllez Garzón, J. L., Alvarado Jaimes, R., Romero Padilla, L., & Jaimes Vergel, G. (2022). <https://doi.org/10.33304/REVINV.V17N1-2022011>.

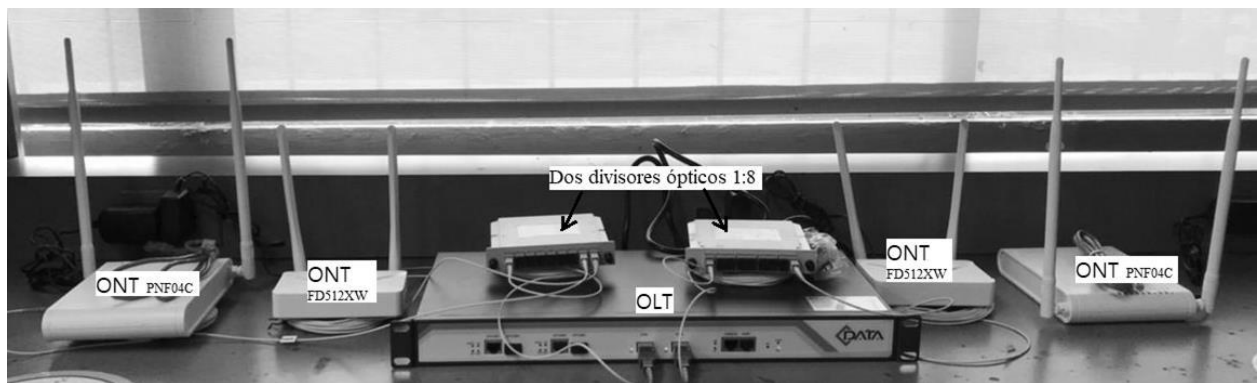
Realizaron una serie de pasos para la construcción del banco de pruebas:

1. Estudiaron el punto óptimo para la instalación de los equipos.
2. Instalaron el módulo OLT, que la fuente central, generalmente se encuentra en el punto físico del Proveedor.
3. Pasan a instalar los ONTs que son los modem del cliente final donde se conectan de manera alámbrica o inalámbrica los dispositivos finales.
4. Finalmente instalaron los dispositivos pasivos de la red, los cuales fueron dos divisores Ópticos, dos atenuadores ópticos y 6 patch cord, para así obtener dos redes diferentes conectadas al mismo servidor central.

En la figura 16 es mostrado el banco de pruebas diseñado para el laboratorio de telecomunicaciones para las unidades tecnológicas de Santander con sus equipos los equipos y demás dispositivos.

Figura 16

Banco de Pruebas red PON



Nota. Banco de pruebas red PON. Tomado de Téllez Garzón, J. L., Alvarado Jaimes, R., Romero Padilla, L., & Jaimes Vergel, G. (2022). <https://doi.org/10.33304/REVINV.V17N1-2022011>.

Para concluir este ejemplo de bancos de pruebas en las telecomunicaciones, se observa como un banco de prueba puede cambiar la percepción de una red y afianzar los conocimientos adquiridos de manera teórica, con estos se pudieron probar diferentes fases de

una red PON con FTTH y así cuando se instale de manera masiva en los hogares, funcione de manera óptima y sin problemas.

Bancos de Pruebas en el Ámbito de la Electrónica y la Electricidad

En cuanto a los bancos de prueba en los ámbitos de la electrónica y la electricidad, se entiende que juegan un papel crucial ya que de estos depende que un proyecto o un nuevo componente salga al público con la calidad y funcionamiento adecuado, si se pone en el ejemplo una empresa que se dedica a crear tarjetas gráficas, se debe de tener un banco de prueba donde pruebe la calidad de cada uno de los componentes que componen dicha tarjeta, asegurando así un diseño optimo y con un rendimiento adecuado, que perdure en el tiempo.

Si se toma una empresa que crea componentes electrónicos como capacitores, se debe de tener en cuenta un banco de pruebas el cual pueda generar el estrés exacto y controlado al capacitor para poder verificar que las especificaciones de este cumplen con lo solicitado.

Si se mira la industria eléctrica, en esta es indispensable el banco de prueba, al manejar altas tensiones no hay espacio para el error, en una empresa que se dedica al diseño y creación de transformadores se debe de realizar las pruebas de calidad y funcionamiento de estos, es por esto que se deben de tener bancos de prueba donde se pruebe componente por componente y finalmente se inyecte el voltaje que este debería de transformar.

Si se mira desde la perspectiva estudiantil, obtiene una prioridad más alta ya que se trata de pruebas que realizan personas que se encuentran en capacitación y estos bancos de prueba brindan seguridad y dinamismo al aprendizaje, por ejemplo un banco de pruebas, en el que se prueban amplificadores de voltaje tienen seguridad tanto externa como interna evitando accidentes graves, de igual forma cuentan con configuraciones predeterminadas donde los estudiantes solo deben enfocarse en los componentes que desean probar, además de esto brindan interfaces graficas amigables para el entendimiento total del curso.

A continuación, se referencian ejemplos sobre bancos de prueba presenciales y virtuales en el área de las ingenierías de electricidad y electrónica.

Banco de Prueba Virtual GNU Radio

GNU Radio es un banco de pruebas virtual de procesamiento de señales con la posibilidad de creación de sistema de radio definidos por software, este es utilizado en el ámbito académico y en la industria. Es de código abierto y por lo tanto es accesible a una amplia base de usuarios como estudiantes. Su interfaz y características lo hacen especialmente potente y versátil.

A continuación, se presentan las principales características que lo definen:

Su uso se desarrolla en micro unidades y unidades: en la micro unidad se trabaja con un gran concepto de la forma que se electrifica una señal y en unidades, se profundiza en los bloques que conforman la estructura principal. GNU radio y sus bloques constituyen un sistema modular que podemos usar, por ejemplo, para electrificar con modulación una señal de voz, para demodularla y luego convertirla de nuevo en una señal de voz en su salida.

Lo que se haga en GNU radio no tendrá consecuencias físicas si no se tiene acceso al hardware adecuado para mandar la señal al aire y recibirla.

Se presenta como ejemplo la tesis denominada “Diseño del laboratorio de comunicaciones 3, implementando el software libre “GNU Radio”, para la escuela de ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala”, en donde se describe el proceso de implementación de bloques que se encuentran por Default, así como la creación de bloques personalizados, para realizar ciertas acciones que se programen.

Como lo especifica la autora en el resumen del proyecto:

En el segundo capítulo se desarrolla la base teórica de lo que es el software libre GNU Radio y se especifican las características de bloques que lo componen. En el tercer capítulo se da una guía específica de lo que se debe realizar para crear bloques

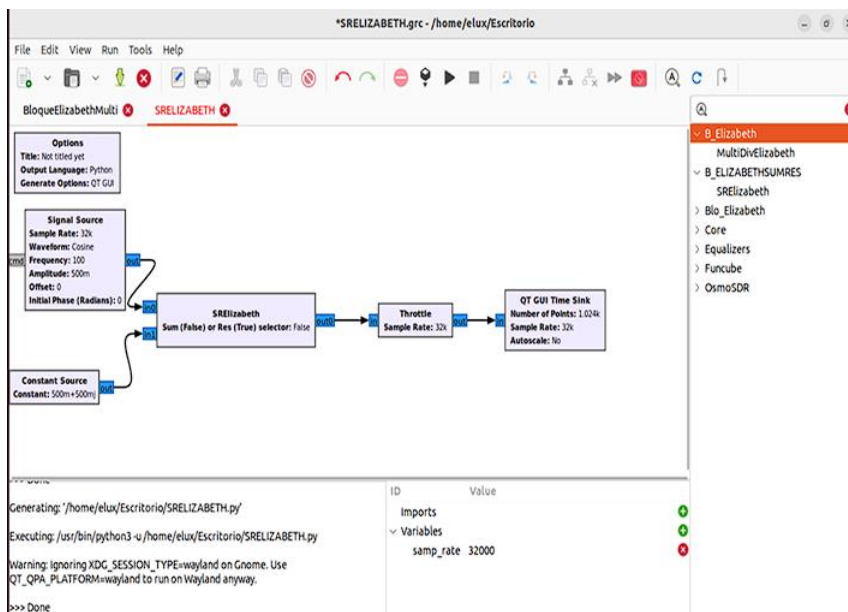
personalizados y que estos puedan ser utilizados en la interfaz de GNU Radio. (Lux Guarcas, 2023)

A continuación, se muestra el resultado de la creación de un nuevo bloque diseñado en el banco de pruebas GNU Radio y con el cual se pueden programar diferentes funcionalidades.

Seleccione el nuevo bloque y agréguelo al espacio de trabajo de GNU Radio. Se puede observar las dos entradas y la única salida que se definieron en los archivos, agregue los demás bloques de fuentes de señal y constantes que serán las entradas del nuevo bloque, especifique el parámetro a utilizar en el bloque personalizado, ya sea true o false, agregue los bloques de Throttle y QT GUI Time Sink a la salida. (Lux Guarcas, 2023)

Figura 17

Banco de Pruebas “GNU Radio”



Nota. Creación de un nuevo bloque transformador. Tomado de Lux Guarcas. (2023).

<https://openurl-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/contentitem/edsbas:edsbas.57846DDE?sid=ebSCO:plink:crawler&id=ebSCO:edsbas:edsbas.57846DDE&crl=c>

Banco de Prueba para la Investigación de Cohetería

Se puede ver otro ejemplo de banco de pruebas enfocado en la electricidad y la electrónica en el diseño que realizaron los estudiantes de la ingeniería aeronáutica de del instituto politécnico nacional, en este caso realizaron un banco de pruebas real y funcional para la investigación de cohetes.

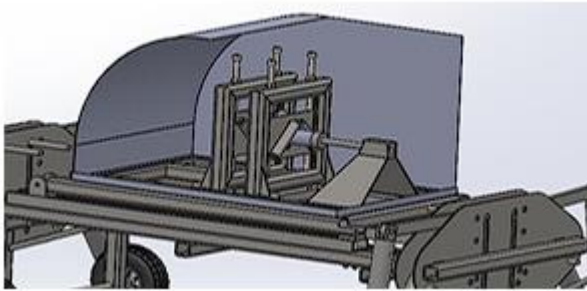
Según el resumen del artículo, se evidencio el interés de los estudiantes de educación media y superior en este tipo de rama de la ingeniería evidenciando la necesidad de realizar un banco de pruebas para este ámbito, que brindara seguridad y dinamismo, tal como se sita en dicho artículo:

En este trabajo se presenta el diseño y análisis estructural de un banco de pruebas en respuesta al creciente interés de la comunidad estudiantil de nivel medio superior y/o superior en áreas de cohetería experimental, adicionando protocolos de seguridad que permitan realizar las pruebas pertinentes para el análisis de configuraciones específicas de motores de cohete modelo de manera fácil y segura, salvaguardando la integridad del usuario. El banco de pruebas debe llegar a soportar un empuje máximo de 200N, con un factor de seguridad mínimo de 1.5 (encontrándose dentro de los límites aceptables para su uso), ser de fácil manufactura, contar con una cubierta aislante para el motor durante la etapa de pruebas, adquirir y guardar datos a través de una interfaz e implementarse a diferentes tipos y tamaños de motores.(De Anda Mariscal et al., 2021)

Cabe resaltar que si bien el banco de pruebas no está totalmente enfocado en la electricidad y la electrónica los componentes que controlan cada proceso que realiza un cohete para despegar y manipularlo está completamente ligado a la electrónica.

Figura 18

Bosquejo de la Creación del Banco de Prueba Relacionado con Cohetería



Nota. Diseño físico de banco de prueba relacionado con cohetería. Tomado de De Anda Mariscal. (2021). <https://openurl-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/contentitem/fap:161293639?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:fap:161293639&crl=c>.

Al indagar en diferentes fuentes certificadas la documentación actual que se tiene sobre los bancos de pruebas virtuales y los ejemplos mencionados anteriormente, no se encuentran grandes archivos que se centren directamente en este campo, si bien hay bastante documentación sobre el avance de la tecnología y como está brinda una amplia gama de posibilidades para adaptar y actualizar la educación convirtiéndola en un ambiente agradable y versátil para los estudiantes, logrando con la tecnología atraer el interés tanto de estudiantes de escuela como estudiantes universitarios como lo indican J. Ernesto Solanes, Sergi Montava-Jordà, Emilio Golf-Laville, Vicente Colomer-Romero, Luis Gracia y Adolfo Muñoz. En su artículo “Enhancing STEM Education through Interactive Metaverses: A Case Study and Methodological Framework”:

En los últimos años, el rápido crecimiento de la realidad virtual ha abierto nuevas posibilidades para crear mundos virtuales inmersivos conocidos como “metaversos”. Con avances tecnológicos como los auriculares de realidad virtual y la aparición de aplicaciones con interacción social, los metaversos ofrecen oportunidades emocionantes para la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y

Matemáticas). Este artículo propone la integración de metaversos en cursos STEM, permitiendo a los estudiantes establecer conexiones entre diferentes materias dentro de su plan de estudios, aprovechar los avances tecnológicos actuales y revolucionar las presentaciones de proyectos y la interacción con la audiencia.(Solanes et al., 2023)

No hay un protocolo de diseño o ejemplos de bancos de pruebas virtuales que apoyen laboratorios virtuales, enfocados principalmente a la electrónica y la electricidad, esto debido generalmente a que estas ingenierías se basan en trabajos de campo.

Generalmente los documentos que se encuentran tratan de protocolos o estándares para el diseño de los laboratorios virtuales, de manera genérica y aunque en algunos de estos nombran los bancos de pruebas no se lleva el tema a la profundidad requerida para el proyecto que actualmente se trabaja en la Universidad.

En el artículo de Walter Terkaja*, Kari Kleineb and Vladimir Kutsc “A framework for the design and use of virtual labs in digital engineering education”:

Se tratan temas de requisitos y aspectos rectores para el diseño y fabricación de un laboratorio virtual dirigido a ingenierías, como se aprecia en su resumen: Propone un marco para satisfacer las necesidades de las actividades de laboratorio virtual, integrando propósitos didácticos e investigativos con la tecnología habilitadora del Digital Twin. El estudio se basa en experiencias recopiladas de entrevistas y pruebas piloto en talleres con estudiantes, profesores y administradores de laboratorios de tres instituciones que implementan el concepto de laboratorio virtual. (Terkaj et al., 2024)

Determinar el Uso de Bancos de Pruebas en Laboratorios Presenciales

En los laboratorios presenciales principalmente en el ámbito educativo, los bancos de pruebas desempeñan un papel fundamental en el proceso de aprendizaje. Estos espacios están diseñados para brindar a los estudiantes la oportunidad de aplicar los conocimientos teóricos en un entorno práctico y controlado, siempre se ha dicho que no es lo mismo estudiar un libro que realizar una práctica, ambos se complementan y con la fusión de la etapas teóricas y prácticas los estudiantes adquieren capacidades para resolver problemas ligados a la asignatura en curso.

A continuación, se va a indagar e investigar la importancia y beneficios de utilizar bancos de pruebas en el contexto educativo y como estos ayudan a desarrollar múltiples habilidades, no solo profesionales si no personales.

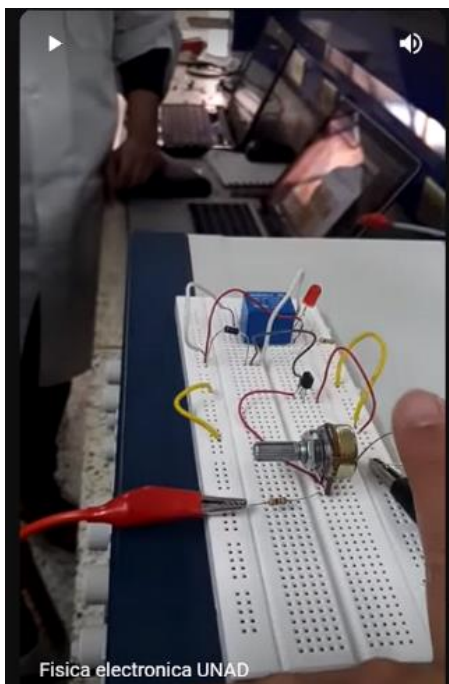
Aplicación práctica del conocimiento: Los laboratorios educativos presenciales permiten a los estudiantes experimentar directamente con conceptos teóricos interactuando de manera física con componentes de diferentes tipos, ya sean eléctricos, electrónicos, mecánicos, entre otros, fluidos e instrumentos que permiten simular situaciones que se presentan en la vida laboral e investigativa. Los bancos de pruebas son el lugar donde pueden realizar experimentos, ensayos y observaciones que respalden su comprensión de la teoría, por tal motivo se requiere contar con bancos de laboratorios especializado en diferentes ramas de las ciencias, por ejemplo se puede hablar del laboratorio de electrónica con el que cuenta la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), en su sede principal en la ciudad de Bogotá el cual presta el servicio a diferentes asignaturas de carreras tecnológicas, en este se pueden comprobar diferentes teorías eléctricas, electrónicas y de telecomunicaciones; Cuenta con diversos equipos de última tecnología así como bancos de pruebas didácticos y modulares en los cuales se realizan pruebas experimentales de componentes y circuitos electrónicos en donde los estudiantes ponen a prueba asignaturas

como electrónica digital, electrónica de potencia, electrotecnia, sistemas embebidos, entre otros.

En la figura numero 19 se muestra como estudiantes de la UNAD están haciendo uso de estos con bancos de prueba electrónicos realizando un proyecto de electrónica de potencia, con protoboards.

Figura 19

Estudiantes UNAD Realizando Pruebas de Laboratorio



Nota. Prueba en protoboard. Tomado de (J. Rodríguez. (2019).

<https://www.youtube.com/shorts/GpqmS59XCZY>.

Desarrollo de habilidades practicas: Los bancos de pruebas ofrecen a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades prácticas y destrezas técnicas por medio de experimentos, pruebas y montajes de diferentes circuitos tanto eléctricos cómo mecánicos. mismos estudiantes pueden aprender a manejar equipos específicos, realizar mediciones precisas y resolver problemas al mundo real ya que día a día se van implementando nuevas tecnologías y métodos a la industria, por lo tanto es importante actualizar y desarrollar nuevas

prácticas de laboratorios en donde los mismo estudiantes pueden innovar en la creación de estos, gracias a los bancos de pruebas modulares pueden intercambiar y probar diferentes técnicas, que en algunas veces no se han implementado en la industria y ser pioneros en una nueva tecnología o método de producción.

Para dar un ejemplo se trae a contexto la propuesta de los estudiantes de la UNAD de la sede de Cartagena de indias.

En el cual proponen crear una nueva practica de laboratorio en la celda de manufactura y con esto buscan realizar un aporte a los estudiantes los cuales van a adquirir conocimientos específicos en el tema y se logra subsanar diferentes problemas en el entorno laboral como la falta de experiencia y logrando aumentar la productividad optimizando los tiempos muertos y los no productivos. (Propuesta para la creación de una nueva practica de laboratorio en la celda de manufactura lucas nulle de la UNAD sede Cartagena de Indias., 2020)

Fomento de la curiosidad y la exploración: La experiencia en un laboratorio estimula la curiosidad de los estudiantes y los anima hacer preguntas, investigar y explorar, esta actitud promueve un aprendizaje más profundo y significativo, ya que si se quedan solo en la parte teórica no hay conexiones cerebrales tan fuertes y gran parte de esto se puede olvidar, cuando se realizan una practicas se conectan cien por ciento con ese entorno, se queda grabada esa práctica y posteriormente pueden modificar desarmar o poner en funcionamiento el banco de pruebas que se utiliza.

También es muy importante que el banco de pruebas sea amigable con los usuarios, de esta manera el cerebro se activa y absorbe todo el conocimiento que dicho experimento puede brindar.

Comprender la metodología científica: Los bancos de pruebas en laboratorios educativos presenciales permiten a los estudiantes familiarizarse con la metodología

científica, incluyendo la formulación de hipótesis, el diseño experimental y la recopilación de datos, al comprobar una teoría o realizar un prototipo, por medio de las tres pautas, observación, experimentación y medición. Por ende, un banco de pruebas está formando nuevos investigadores, despertando la curiosidad de quien los utiliza y así contribuyendo al desarrollo tecnológico del mundo y la industria.

Seguridad y control: Los laboratorios ofrecen un entorno controlado y seguro para llevar a cabo experimentos, lo que minimiza los riesgos asociados con ciertas actividades de igual manera los bancos de pruebas son diseñados con sistemas de seguridad que evitan fallos o accidentes tanto al operador de este como al entorno en el que se encuentran. Por otra parte, los estudiantes pueden aprender a trabajar de manera responsable y ética teniendo el control de su proyecto, gracias a las pautas para el uso de estos y la metodología que se enseña. Para dar un ejemplo la universidad abierta y a distancia UNAD trabaja bajo las metodologías de tareas y proyectos, esto ayuda a generar una base de responsabilidad y compromiso con sus Bosquejos, lo cual se ve reflejado al realizar un proceso en un laboratorio y utilizando un banco de pruebas.

Colaboración y trabajo en equipo: Los bancos de pruebas a menudo requieren que los estudiantes colaboren en proyectos y experimentos, esto fomenta el trabajo en equipo y la comunicación efectiva, habilidades esenciales en la vida profesional, siempre se debe buscar el bien común, enfocar los conocimientos adquiridos en la formación para aportar desde ese enfoque a realizar un mejor mundo.

En un banco de pruebas se desarrollan habilidades de trabajo colaborativo, al tener un diseño didáctico y modular, permite diferentes puntos de vista, dependiendo el pensamiento crítico que tenga cada estudiante, por ende, se fomenta el debate y así realizar pruebas comparativas y con el análisis de resultados mejora la eficiencia y la calidad del proyecto en cual se está trabajando.

Para concluir se describe el proceso general de un estudiante de la UNAD al realizar un laboratorio de electrónica utilizando bancos de pruebas.

Se realiza una simulación previa al desarrollo del componente práctico, para lograr tener una base de cómo se conectan los dispositivos, como debe funcionar el sistema y que resultados deben arrojar, posteriormente se realiza un estudio sobre las normas, de los laboratorios y como se debe ingresar a ellos, esta inducción la presenta el docente encargado de realizar dicha práctica.

Al llegar al laboratorio en este caso de manera presencial en el centro Jose Acevedo y Gómez de la ciudad de Bogotá, exigen los elementos de protección personal y la vestimenta adecuada, se realiza la solicitud de instrumentos, elementos y banco de pruebas con los que se realiza la práctica, se debe realizar una inspección visual de los componentes y realizar pruebas de funcionalidad. El banco de pruebas utilizado es una multi-protoboard la cual tiene diferentes puntos de conexión dependiendo el voltaje necesario para los componentes, también cuenta con diferentes conexiones en paralelo y en serie.

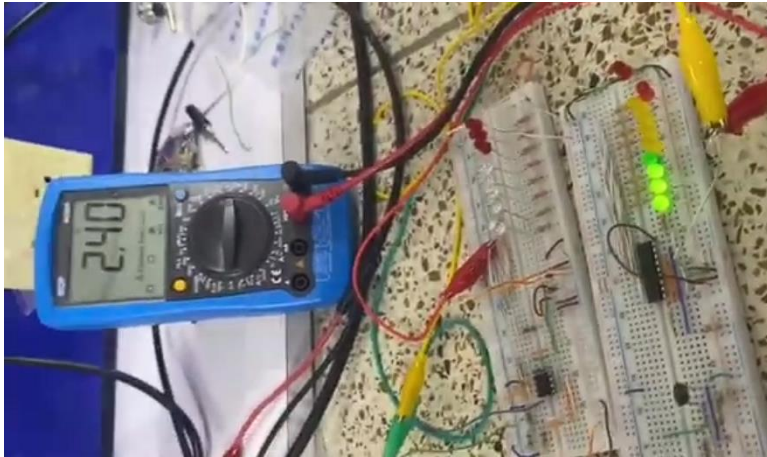
Es de gran importancia este dispositivo ya que permite conectar y desconectar diferentes componentes electrónico sin riesgo de accidentes, cuenta con aislamiento, y una protección externa en caso de realizar una conexión errónea, durante el montaje del circuito a estudiar, en este caso un amplificador de señales, se resuelven diferentes dudas que quedan en la parte teórica, se entiende de manera precisa el funcionamiento de los componentes y se puede evidenciar la funcionalidad comercial de los dispositivos, se pueden tomar diferentes medidas gracias a su fácil accesibilidad y compatibilidad con diferentes instrumentos.

Realmente contar con un banco de pruebas en la universidad ayuda a completar el proceso de aprendizaje en la materia, solidifica los conocimientos adquiridos de manera teórica y brinda la posibilidad de generar proyectos y prototipos con las bases que un banco

de pruebas ofrece, en las figuras 20 y 21 se muestra el desarrollo de un laboratorio y estudiantes que participaron del mismo:

Figura 20

Montaje de Circuito Electrónico en Laboratorio UNAD



Nota. Montaje electrónico. Tomado de (J. Ospina. (2022).

<https://www.youtube.com/watch?v=-LBGL1kBNLk>.

Figura 21

Personas que Participaron del Proyecto



Nota. Personas en un laboratorio electrónico. Tomado de (J. Ospina. (2022).

<https://www.youtube.com/watch?v=-LBGL1kBNLk>.

Identificar los aspectos más importantes en el ensamble de bancos de pruebas

Un banco de pruebas siempre tiene un propósito y es suplir la necesidad de comprobar una teoría ya sea en el ámbito industrial o educativo ya que estos desempeñan un papel crucial en la evaluación y verificación de una amplia gama de productos y sistemas, esta investigación se centra en la parte educativa, por lo tanto, se debe de tener un tema a tratar y comprobar por medio de un banco de pruebas, este debe estar apoyado por un espacio adecuado con las conexiones pertinentes para el buen desarrollo de este.

Se van a explorar una serie de aspectos importantes en el ensamblaje de bancos de prueba:

Diseño y planificación: Antes de ensamblar un banco de pruebas, es esencial realizar una planificación detallada de que necesita simular, como se va a simular y que se necesita para completar el proceso. Esto implica definir los objetivos de prueba los cuales van a dar un lineamiento de cómo se debe construir el banco de pruebas, los parámetros a medir, que brindan las especificaciones para llegar al resultado esperado por medio de los componentes precisos y las especificaciones técnicas, que son las que llevan a realizar un producto de calidad, un diseño bien concebido garantiza que el banco de pruebas sea efectivo y preciso, dure en el tiempo y cumpla con el propósito para el cual fue diseñado.

Selección de componentes: Elegir los componentes adecuados es fundamental. Esto incluye la selección de sensores, instrumentación, actuadores y sistemas de adquisición de datos que se adapten a las necesidades específicas de la prueba, la compatibilidad entre los componentes es esencial para un funcionamiento sin problemas, en este punto se deben de tener en cuenta las especificaciones técnicas que nos brinda el planteamiento del proyecto, se debe de realizar una comparación y argumentar en cada caso porque se eligió dicho componente, presentar sus características, costos y como se llegó a la conclusión que es el adecuado para ese proyecto específico.

Se recomienda realizar tablas de comparación para llegar a resultados puntuales y no cometer errores en la fase de ensamble, se diseña una tabla de comparación para los diferentes componentes, ver la tabla 1:

Tabla 1

Tabla Comparativa de Componentes

Componente	Características	Fabricante	Precio	Distribuidor	Análisis de aplicabilidad.
Componente 1					
Componente 2					

Nota. Tabla para comparar componentes en la creación de bancos de prueba.

Seguridad: La seguridad es de suma importancia en el ensamblaje de bancos de pruebas, se deben seguir rigurosas normativas y protocolos de seguridad para proteger a los operadores, investigadores y estudiantes y así evitar accidentes, se tiene en cuenta en el ensamble, que estos dispositivos son para realizar pruebas experimentales o para comprobar teorías, en el ámbito estudiantil son personas con poca experiencia que están aprendiendo de los componentes. Por tal motivo se deben de incluir la implementación de sistemas de paro de emergencias y medidas para el control de riesgos, tanto eléctricas como mecánicas, en el caso de protecciones eléctricas, fusibles que detengan el fluido eléctrico, y en cuanto a lo mecánico sensores o botones que generen un paro inmediato de todo el banco de pruebas.

En estos casos se debe de tener un interventor que sea graduado en seguridad y salud en el trabajo, que implemente normas como la ISO 45001 la cual establece un sistema de gestión de la salud y la seguridad en el trabajo o laboratorio.

Calibración y validación: Antes de utilizar un banco de pruebas, es de vital importancia calibrar y validar todos los instrumentos y sensores, esto garantiza la precisión de las mediciones y la confiabilidad de los resultados de la prueba.

Por tal motivo se debe de tener una lista de chequeo en la cual se pongan a prueba los diferentes sensores, instrumentos y dispositivos elegidos en la fase de selección de componentes, para garantizar y documentar la funcionalidad de cada uno, con esto se evitan fallos, accidentes y se garantiza un producto de calidad.

En la siguiente tabla se propone una lista de chequeo para un componente.

Tabla 2

Lista de Chequeo Componentes

Componente	Prueba física	Prueba de conectividad	Prueba de funcionalidad	Prueba de medición
Sensor 1				
Conclusión:				

Nota. Chequeo de componentes para la creación de bancos de prueba.

Automatización: En muchos casos de investigación, la automatización de las pruebas puede aumentar la eficiencia y la consistencia de los resultados, los sistemas de control y software especializado permiten realizar pruebas repetitivas de manera precisa y eficiente, esto se aplica para laboratorios industriales en los cuales el tiempo es una variable importante y los fallos no están permitidos, en el desarrollo de un banco de pruebas didáctico y educativo es buen dejar que el estudiante encuentre errores y así forme sus conocimientos.

Mantenimiento preventivo: Se debe de realizar un programa de mantenimiento preventivo, esto es importante para garantizar que el banco de prueba funcione de manera óptima a lo largo del tiempo, Esto incluye la limpieza regular, la calibración periódica y la

sustitución de componentes desgastados, estos mantenimientos los realiza personal calificado que este a cargo del laboratorio o subcontratando personas especializadas en el banco de pruebas.

Documentación: llevar un registro detallado de cada prueba realizada es importante para el análisis de datos y la trazabilidad de su planeación y construcción, esto incluye la documentación de configuraciones, procedimientos y resultados.

Desde la compra de componentes y planificación de la construcción del banco de pruebas se debe de tener documentos como datasheets y especificaciones, para anexarlo a la carpeta de documentación del banco de pruebas, se debe realizar un esquema de construcción, así como la programación o conexión necesaria para el óptimo funcionamiento de este. Esto con el fin de que el usuario final pueda realizar modificación, cambio o diferentes procesos en el banco de pruebas, También si es un banco de pruebas modular la persona que lo esté operando pueda intercambiar partes y realizar diferentes configuraciones.

Esta documentación debe de ser clara y precisa para asegurar que una persona con conocimientos básicos la pueda entender, con la documentación debe poder utilizar el equipo sin riesgo tanto para el humano como para la máquina.

Flexibilidad: Los bancos de pruebas deben ser diseñados con la flexibilidad en mente, los requisitos de prueba pueden cambiar con el tiempo o dependiendo lo que se va a comprobar por lo tanto un banco de pruebas adaptable puede ahorrar costos a largo plazo al evitar la necesidad de reconstruirlo por completo y brinda la posibilidad de comprobar diferentes teorías en este, un banco de pruebas para un laboratorio de electrónica debe tener la capacidad de medir desde una resistencia hasta el montaje de sistemas de automatización, con esto un laboratorio puede prestar servicio a diferentes asignaturas.

También se recomienda que un banco de pruebas sea didáctico y desmontable, como por ejemplo los bancos de pruebas de la empresa Festo, la cual realiza bancos de pruebas de

automatización y todos los módulos de estos se pueden adicionar e intercambiar para brindar una flexibilidad al usuario, En la figura 22 se muestra un ejemplo de un banco de pruebas flexible:

Figura 22

Banco de Pruebas Festo



Nota. Banco de pruebas modular Festo. Tomado de Festo. (2023).

https://www.festo.com/media/catalog/87450_488x366-j.jpg.

Eficiencia energética: En un mundo centrado en la sostenibilidad debido al daño climático de nuestro ambiente, es importante considerar la eficiencia energética en el ensamble de los bancos de pruebas, garantizar que este no va a incrementar el daño del ecosistema, teniendo en cuenta que van a estar en uso continuo gran parte del día y que las personas que lo utilizan en este caso estudiantes no son lo suficientemente conscientes del daño que causa derrochar energía. La optimización de los sistemas de enfriamiento,

iluminación y otros aspectos pueden reducir el consumo, también se pueden reemplazar por dispositivos compatibles con energía renovable, paneles solares o auto generadores eléctricos.

En este punto se puede hacer una aclaración general y es que no solo el banco de pruebas debe de tener una sostenibilidad eléctrica si no todo el complejo de laboratorios, teniendo en cuenta los 17 ODS con los que la ONU se rige actualmente.

Cumplimiento normativo: Asegurarse de que el banco de pruebas cumple con todas las normas, regulaciones y estándares aplicables es crucial, verificar las normas internacionales y de cada país donde esté está siendo implementado. Esto evita problemas legales y garantiza la calidad de los datos en distintos experimentos y pruebas, adicional se debe velar por la seguridad del operador, los instrumentos de medición en cada prueba y las instalaciones del laboratorio.

Por tal motivo es importante generar un proyecto y una planeación antes de la ejecución del banco de pruebas, podemos aplicarlo a las industrias que crean bancos de pruebas como su actividad comercial, pero también a los estudiantes que generan prototipos de estos basados en sus conocimientos y la teoría aprendida durante el proceso de formación con los cuales buscan suplir una necesidad de su institución y aportar al mejoramiento de proceso de esta.

Para concluir, el ensamblaje de bancos de pruebas es una tarea multidisciplinaria que requiere una cuidadosa planificación, selección de componentes, seguridad, calibración y documentación, un banco de pruebas bien diseñado y mantenido desempeña un papel crítico en la mejora de calidad de los productos y sistemas que se prueben, lo que a su vez contribuye al avance de la tecnología y la industria. En el ámbito universitario o educativo se deben de tener en cuenta parámetros adicionales como la seguridad del operador y especialmente que sean flexibles, modulares y didácticos para que presten un servicio

multifuncional y así los estudiantes puedan comprobar y apoyar los conocimientos adquiridos durante la fase teórica.

Todos pueden ensamblar un banco de pruebas el cual supla la necesidad de probar o comprobar un diseño, es importante conocer las pautas o las bases para la creación de un banco de pruebas que sea funcional y seguro, tanto para quien lo utiliza como para el entorno en el cual este va a operar.

Establecer las Características que se Requieren en los Bancos de Pruebas Virtuales

Los bancos de pruebas sean virtuales o físicos tienen un mismo objetivo y es comprobar una teoría, una simulación o diseñar un prototipo, en el caso de los bancos de pruebas virtuales, aparte de realizar comprobaciones, apoyan y ayudan a los estudiantes a llegar bien preparados a los laboratorios presenciales.

Por otro lado, un banco de pruebas virtual complementa el aprendizaje en un laboratorio presencial, tomando como referencia que en estos laboratorios los estudiantes tienen un acceso limitado a los equipos y que el tiempo en que se interactúa con los instrumentos es poco, debido a la cantidad de estudiantes y que el profesor debe apoyar cada práctica, por tal razón tener un banco de pruebas virtual es necesario, ya que se puede utilizar desde cualquier lugar a cualquier hora y el tiempo requerido para obtener un conocimiento fuerte en dicha área, gracias a que son desarrollados como softwares de computadoras y asequibles con una simple conexión a internet.

A continuación, se expone el concepto de laboratorios virtuales que propusieron Alberto Pedro Lorandi Medina, Guillermo Hermida Saba, José Hernández Silva y Enrique Ladrón de Guevara Durán⁵:

Los LV, al ser desarrollados como un sistema computacional accesible vía Internet, mediante un simple navegador, se puede simular un Laboratorio Convencional - LC en donde los experimentos se llevan a cabo siguiendo un procedimiento similar al que se sigue en un LC, pudiendo inclusive ofrecer la visualización de instrumentos y fenómenos mediante objetos dinámicos, programados mediante applets de Java, Flash, cgis, javascripts, PHP, etc., incluyendo imágenes y animaciones. Mediante el uso de aplicaciones privativas o libres ejecutadas vía Internet, se pueden obtener resultados numéricos y gráficos. Inclusive, mediante el uso de Ingeniería Asistida por Computador – CAE (siglas en inglés), se pueden tratar problemas de manera

matemática, para obtener las competencias necesarias perseguidas en el Diseño Instruccional - DI de las experiencias educativas. Comparado contra un LC, un laboratorio virtual presenta por ejemplo las siguientes ventajas:

Permite a un número mayor de estudiantes experimentar con un laboratorio de manera asíncrona sin importar que no coincidan en espacio.

Acerca al estudiante a los laboratorios mediante el uso de un simple navegador, pudiendo experimentar sin riesgos, y, además, permitiendo un horario completamente flexible para hacer sus prácticas, evitando el problema de solapamiento con los horarios de otras experiencias educativas.

Reduce drásticamente el costo de instalación y mantenimiento de un laboratorio, siendo una alternativa eficiente y económica de tomar en cuenta frente a cualquier LC.

Brinda un ambiente propicio para el autoaprendizaje, donde el estudiante tiene plena libertad de modificar las variables de entrada y configuración del sistema bajo análisis, además de aprender el uso y manejo de instrumentos, ofreciendo casi una completa personalización del experimento.

Mediante simulación, un LV puede permitir una visión mucho más intuitiva de aquellos fenómenos que, en su contraparte convencional, no pueden ser observados con la suficiente claridad gráfica.

El uso de un LV puede dar lugar a grandes cambios e innovaciones en el proceso de enseñanza, permitiendo obtener las competencias necesarias en un menor tiempo.

Puede enriquecer el proceso tradicional de modelar matemáticamente un sistema bajo estudio, para posteriormente desarrollar una práctica de laboratorio, en un LV, estos dos procesos pueden ser complementados por una serie de elementos multimedia que guíen al estudiante en su autoaprendizaje.

A diferencia de lo que puede aportar a un LC un Centro de Cómputo, en donde se tengan instaladas aplicaciones de simulación, un laboratorio virtual puede incrementar la diversidad didáctica, complementando con multimedia las metodologías convencionales.

Un estudiante puede experimentar libremente las veces que quiera sin el miedo a sufrir o provocar un accidente, sin tener que avergonzarse de realizar cuantas veces sea necesaria la misma práctica hasta obtener la competencia necesaria.

El estudiante puede asistir al laboratorio en cualquier momento, haciendo o usando las áreas que sea más significativas para él y recibir además la asesoría de sus profesores en los aspectos que su autoaprendizaje requiera.

Puede complementarse con aplicaciones y actividades diseñadas para facilitar la construcción de su propio conocimiento. (Medina A, Saba G, Silva J, de Guevara Durán E, 2011)

Teniendo en cuenta este concepto anterior se puede deducir que un banco de pruebas virtual se debe acomodar a las características que presenta un laboratorio virtual, siendo el banco de pruebas parte fundamental de estos.

En el banco de pruebas virtual se simulan situaciones que se realizan en un banco de pruebas presencial, debe de tener características similares en cuanto a su uso, conexión y forma gráfica, de tal manera que complemente los conocimientos adquiridos y no confunda al estudiante, ocasionando problemas o accidente al llegar al laboratorio presencial, vamos a enumerar diferentes pautas que debe de tener un banco de pruebas virtual.

Definir sus características: un banco de pruebas virtual al igual que los físicos tienen diferentes módulos los cuales brindan funcionalidad, por tal motivo se debe de conocer que necesidades específicas se van a suplir con el banco de pruebas, que elementos van a

conectarse en este y de qué forma se van a realizar los diferentes montajes en él, para así mismo diseñar los componentes y los módulos.

Validación de resultados: Se debe de conocer que resultados debe arrojar la prueba, debido a esto se deben realizar una base de datos con todos los posibles resultados, con los cuales dependiendo del montaje que realice un estudiante obtenga una respuesta positiva o negativa y en caso de ser positiva obtener un valor.

Estado de protección: El banco de pruebas virtual debe de informar al usuario que está realizando una mala conexión o que hay un error en su montaje, esto con el fin de ayudar a identificar fallas en los conocimientos del estudiante o errores comunes que en un banco de pruebas virtual pueda causar daños a el equipo o un accidente al operador.

Instalación y flexibilidad de módulos: El banco de pruebas debe de tener la capacidad de realizar diferentes montajes en él, de manera simultánea o independiente. Realizar pruebas de diferentes áreas y poder obtener resultados en tiempo, dejando abierto al usuario el camino por el cual se desee trabajar, sin necesidad de modificar de manera abrupta el circuito.

Requerimientos de funcionamiento: Se debe analizar con que requerimientos cuenta la mayoría de la población a la que va dirigida dicho laboratorio, con el fin de que este sea asequible de manera fácil y sin necesidad de actualizar de manera general el equipo de cómputo actual. Realizarlo mediante programas y motores de búsqueda que estén actualizados pero que no consumas demasiados recursos. Esto brinda equidad de conocimientos y oportunidades para todos.

Seguridad: Contar con un código de programación y un método de acceso seguro es importante, este numeral va dirigido al laboratorio en general, que es la interfaz que reúne todo, incluido el banco de pruebas. Con esto se busca contar con confiabilidad al momento de realizar pruebas y que los datos o resultados no sean manipulados por terceros dando una

falsa percepción de que el montaje esta correcto y ocurran accidentes cuando se realicen de forma presencial.

También busca que solo las personas interesadas en ese laboratorio en específico y que pertenezcan a una institución tengan acceso, ya con la base de datos

De la universidad se depura qué alumnos y tutores tienen ingreso a estos laboratorios dependiendo el programa académico y la asignatura que se ve en ese semestre.

Los laboratorios y bancos de pruebas virtuales también deben de tener un protocolo de acceso, en el cual se cumplan diferentes pautas con el fin de tener una buena experiencia utilizando este, algunos de los protocolos más importantes para utilizar los bancos de pruebas virtuales son:

Contar con el conocimiento básico para utilizarlos.

Revisar los requerimientos del programa y que su equipo cumpla.

Contar con las credenciales de acceso.

Verificar la conexión a internet.

Definir el tema y el montaje a realizar.

Comprobar el funcionamiento del software.

Realizar la práctica y documentar los resultados.

En la figura 23, se presenta el diagrama de flujo con los protocolos para el uso de los bancos de pruebas virtuales:

Figura 23*Protocolo Uso Banco de Pruebas Virtual*

Nota. Paso a paso para el correcto desarrollo de un laboratorio virtual.

Ejemplo Banco de Pruebas Virtual

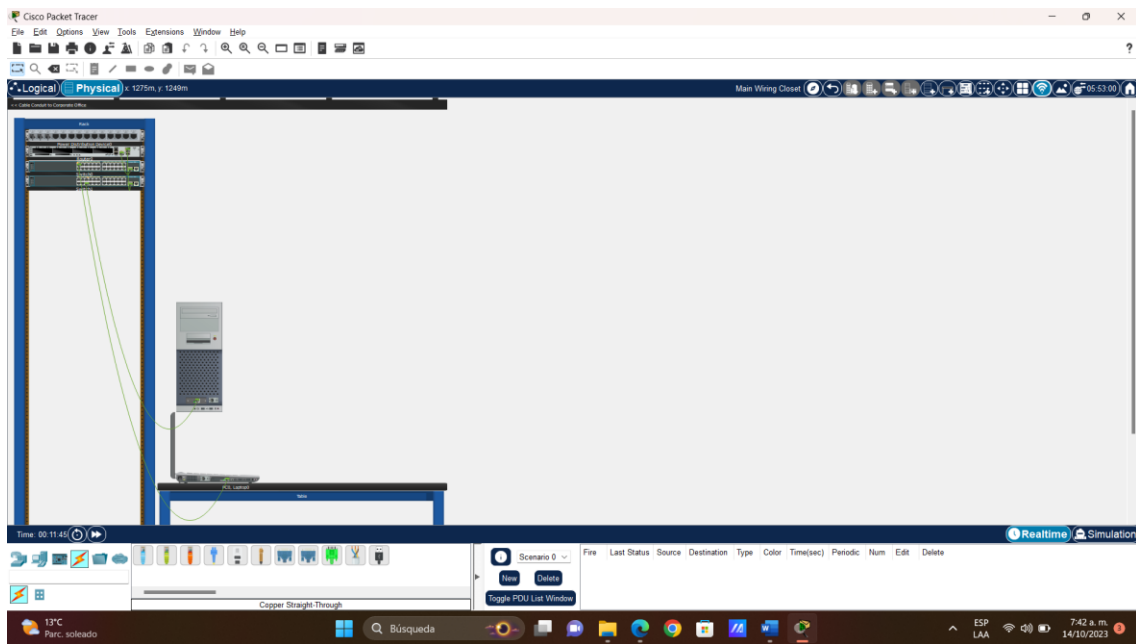
Como ejemplo de un banco de pruebas virtual se tiene el Software Packet Tracer proporcionado por la empresa Cisco, el cual presenta diferentes módulos en el que se pueden utilizar bancos de prueba que tienen simulado un Rack de comunicaciones, en el que se pueden intercambiar equipos y conexiones para determinar el funcionamiento específico de un experimento o comprobar una programación teórica.

Su interfaz didáctica es amigable con el estudiante y permite reproducir diferentes situaciones que se presentan a menudo en el ámbito laboral de las telecomunicaciones.

En la figura número 24 se muestra el banco de pruebas del software Cisco con un rack de comunicaciones.

Figura 24

Pantallazo Panco de Pruebas Packet Tracer



Nota. Banco de pruebas virtual Para telecomunicaciones.

Protocolos para Utilizar los Bancos de Pruebas

Los laboratorios desempeñan un papel fundamental en la educación permitiendo a los estudiantes aplicar los conceptos teóricos en un entorno práctico, Para garantizar la seguridad, eficacia y un aprendizaje significativo, es esencial establecer protocolos claros de uso de laboratorios en el ámbito educativo, por tal motivo hay elementos claves a considerarse en los protocolos para utilizar un laboratorio:

Seguridad: La seguridad personal es la principal preocupación al utilizar laboratorios en la educación, los protocolos deben incluir pautas específicas para prevenir accidentes. Esto incluye el uso adecuado de equipos de protección personal, la manipulación segura de sustancias químicas y la familiaridad con las salidas de emergencia.

Preparación y planificación: Antes de ingresar a un laboratorio, los estudiantes deben estar debidamente preparados, los protocolos deben especificar la necesidad de conocer los procedimientos experimentales, tener un conocimiento básico de lo que se va a realizar y seguir las instrucciones del instructor.

Limpieza y organización: la limpieza y organización son aspectos cruciales de un laboratorio, los protocolos deben incluir instrucciones para limpiar las áreas de trabajo después de cada sesión y para almacenar correctamente los materiales, un laboratorio limpio y organizado es más seguro y facilita la repetición de experimentos.

Uso responsable de equipos y materiales: Los protocolos deben enfatizar el uso responsable de equipos y materiales, los estudiantes deben ser conscientes de la importancia de cuidar los equipos, informar de cualquier mal estado o funcionamiento.

responsabilidad ética: Los protocolos también deben abordar la responsabilidad ética en el uso de los laboratorios, los estudiantes deben comprender la importancia de la honestidad académica y el respeto por la propiedad intelectual. El plagio y la falsificación de

resultados son inaceptables y deben ser sancionados de acuerdo con las normas de la institución.

Comunicación y colaboración: La comunicación efectiva y la colaboración son habilidades esenciales en un laboratorio educativo, los protocolos deben alentar a los estudiantes a compartir información, plantear preguntas y trabajar en equipo ya que esto promueve un ambiente de aprendizaje interactivo y estimulante.

Basándose en el reglamento de los laboratorios de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD la cual realiza diferentes usos dependiendo las áreas a tratar y cuenta con diferentes laboratorios los cuales prestan servicio a las diferentes asignaturas allí impartidas, se van a enumerar puntos importantes y generales en los protocolos para el uso de los distintos laboratorios en dicha institución, estos aplican a todos los desarrollos de prácticas en laboratorios sin importar la especialidad, para cada especialidad hay adiciones a los protocolos, estas son normas específicas (REGLAMENTO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO SISTEMA NACIONAL DE LABORATORIOS-V 7.0, 2023)

Indispensable contar con carné vigentes o acta de matrícula para el ingreso al laboratorio ya que con esto se garantiza su afiliación a la universidad y por ende que cuenta con los conocimientos básicos.

El estudiante debe de velar por el buen uso y estado de los instrumentos y elementos prestados para la realización de dicho laboratorio.

Se debe de presentar con la vestimenta adecuada como lo son, bata blanca preferiblemente de tela gruesa y siempre limpia.

Tener los diferentes elementos de seguridad antes y durante el laboratorio, estos son, gafas de seguridad, guantes, cofia, con esto se garantiza su seguridad personal.

Realizar una inspección visual antes de iniciar y si se encuentra algún elemento en mal estado informar al encargado del laboratorio.

Tener el lugar de trabajo ordenado y limpio, así se garantiza el buen funcionamiento de los equipos y se minimiza posibles riesgos.

Contar con lucides para la realización de los experimentos, evitar el consumo de alcohol y sustancias psicoactivas.

Realizar estrictamente la práctica indicada por el tutor evitar realizar otros experimentos pues puede poner en riegos a todos.

Identificar las distintas rutas de evacuación en caso de emergencia.

Obtener conocimiento previo de las pruebas a realizar, conocer lo básico de todos los equipos a maniobrar.

Permanecer un su puesto de trabajo en todo el desarrollo del laboratorio, evitar caminar y abandonar el lugar sin autorización. Sistema nacional de laboratorios.

La implementación efectiva de bancos de prueba requiere protocolos de uso sólidos. Estos protocolos son procedimientos detallados que establecen cómo debe llevarse a cabo el proceso de prueba ya que los equipos tienen diferentes funcionalidades dependiendo de los que se va a realizar en esto.

Hablando del ámbito académico, los bancos de pruebas son un elemento fundamental ya que con ellos se comprueban las diferentes teorías que estudian en la parte teórica, se le muestra a los estudiantes ejemplos prácticos de lo que pueden encontrar en la vida laboral o investigativa, al ser estudiantes muchas veces no cuentan con la experiencia de campo y pueden cometer errores que pongan en riesgo su integridad, la de sus compañeros o los equipos, por esto establecer protocolos de uso es importante en cada laboratorio; Es cierto que todos los laboratorios necesitan unos protocolos diferentes pero hay generalidades que siempre se llevan a cabo antes de utilizar un banco de pruebas.

En primera instancia está el protocolo prelaboratorio que lo debe de realizar un profesional experto en el tema a tratar, en la mayoría de los casos el tutor asignado al proceso,

este por medio de una serie de pasos debe inspeccionar los bancos de pruebas, las conexiones y los instrumentos con los que se va a realizar el laboratorio, algunos pasos importantes son:

Se realiza una inspección visual del banco de pruebas.

Se inicia revisando las conexiones al fluido eléctrico, se evidencia el estado físico y se realizan medición de parámetros.

Se determinan que módulos del banco de pruebas se va a utilizar dejándolos operativos e inhabilitando los demás módulos.

Se verifican los instrumentos con los que se probarán los diferentes pasos del laboratorio para que presente un buen estado físico y funcional.

Se realiza una aprobación del banco de prueba.

Se diseña una guía de paso a paso con la que se informa y educa al estudiante sobre las partes y funcionamiento del banco de pruebas a utilizar.

Por último, se solicitan elementos de protección personal para todos los asistentes al laboratorio.

En segunda instancia el estudiante está el protocolo de unos de la persona que va a utilizar el banco de pruebas:

Usar de manera adecuada todos los elementos de protección solicitados, para minimizar riesgos de accidentes.

Se debe de conocer cada una de las partes del banco de pruebas y cómo funcionan, revisando el manual de uso de este para garantizar el buen funcionamiento del equipo.

Revisar física y funcionalmente los instrumentos a utilizar, como multímetros osciloscopios para asegurar una medición exacta y buenas conclusiones del proyecto.

Realizar previamente una simulación del proceso en un software para así conocer el funcionamiento de los componentes, sus conexiones y resultados aproximados, esto ayuda a tener veracidad en las pruebas de campo.

Seguir las instrucciones del tutor y estar atentos al paso a paso para no cometer errores.

En tercera instancia está el protocolo de alistamiento del banco de pruebas:

Configuración del banco de prueba: Especifica la configuración física y electrónica del banco de prueba, incluyendo la instrumentación necesaria y las conexiones.

Condiciones de prueba: Define las condiciones ambientales y operativas en las que se realizará la prueba, como temperatura, humedad y carga.

Métodos de prueba: Describe cómo se llevará a cabo la prueba, incluyendo los parámetros a medir, las señales aplicar y los procedimientos de prueba.

Criterios de aceptación: Establece los estándares de calidad y rendimiento que el producto debe alcanzar para ser considerado aceptable.

Registro y análisis de datos: Detalla cómo registrarán y analizarán los datos de prueba, incluyendo las métricas a seguir y los informes a generar.

Se entiende que todos los laboratorios son diferentes en muchos aspectos, pero también presentan generalidades en cuanto a la vestimenta y los elementos de protección personal básicos de deben de tener tanto los participantes en el experimento como los docentes y acompañantes en el laboratorio. En la figura 25 se representa una persona vestida de manera correcta para entrar en un laboratorio educativo.

Figura 25*Vestimenta Adecuada en un Laboratorio*

Nota. Vestimenta que se debe portar para entrar a un laboratorio. Tomado de (Chemical. (2022). <https://chemicalandfoods.com/wp-content/uploads/2022/06/Captura-de-pantalla-2022-06-23-110101.png>.

Al inspeccionar las diferentes normas y protocolos para el uso de los laboratorios y los bancos de pruebas se realizan diagramas de flujo con los protocolos generales para utilizar los diferentes bancos de pruebas tanto presenciales como virtuales, estos pueden evidenciar gráficamente en los apéndices 1 y 2.

Conclusiones

En la investigación realizada se recopiló diferente información de las bases de datos de la Universidad nacional abierta y a distancia – UNAD, sobre el desarrollo, aplicación y protocolos de uso de diferentes bancos de pruebas, con esto se pudo conocer la necesidad que suplen los bancos de pruebas, al brindar la facilidad de comprobar una teoría, ensamblar un prototipo o conocer el funcionamiento de diferentes componentes. Se conoció como las ramas de la ciencia toman los bancos de prueba como un elemento crucial en el desarrollo de estas, implementado en ellos los nuevos diseños y productos, para así salvaguardar al consumidor final, entregando productos que cumplen con la normativa actual.

En cuanto a los protocolos de uso, se conocieron generalidades utilizadas en los laboratorios, para obtener una buena experiencia al desarrollar proyectos que implican la utilización de bancos de pruebas, se estudiaron las diferentes pautas que tienen las universidades, especialmente la UNAD, con sus estudiantes y tutores, antes, durante y después de utilizar un banco de pruebas presencial.

Se evidenciaron diferentes métodos para la creación de un laboratorio virtual, el cual implemente varios bancos de pruebas que apoyan y complementan las actividades presenciales, ayudando a los estudiantes a familiarizarse con los diferentes elementos y componentes con los que deben de interactuar durante su carrera profesional, fomentando un aprendizaje creativo y didáctico, evitando así accidentes y daños a los compañeros y elementos de la universidad.

Buscando complementar la información que ya reposa en las bases de datos de la UNAD, junto con la investigación realizada y conociendo las diferentes generalidades para el diseño, ensamble y utilización de un banco de pruebas y para garantizar el correcto desarrollo de las prácticas en laboratorios, se realizó una serie de documentos, como diagramas de flujo, tablas y así mismo los protocolos de uso de estos tanto en ámbitos presenciales como

virtuales, indicando paso a paso la forma como se deben inspeccionar los diferentes elementos y aptitudes para desarrollar un componente practico, los cuales se materializaron en un documento.

Recomendaciones

Si bien la presente investigación se basa en los diferentes tipos de bancos de pruebas en el ámbito universitario, también se puede tomar en cuenta para cualquier ambiente donde se deseen emplear bancos de prueba para corroborar el funcionamiento de un producto o una teoría. Gracias que en este documento se tratan los diferentes tipos y campos donde se utilizan los bancos de pruebas, de igual manera se recomienda un debido proceso para su creación, con el fin de crear un producto de calidad y que perdure en el tiempo.

En el ambiente universitario se recomienda seguir las instrucciones que este documento presenta, para utilizar bancos de pruebas virtuales y presenciales de manera segura y poder aprovechar todo su potencial, sin poner en riesgo a la persona que lo manipula ni al ambiente donde se desarrolla el laboratorio.

En cuanto a los bancos de pruebas virtuales, se logra crear un punto de partida para el diseño y la fabricación de estos, dejando un protocolo de creación y un protocolo de uso, general que se puede aplicar a cualquier tipo de banco de pruebas virtual.

Igualmente es recomendable apoyarse de otros documentos que tratan sobre laboratorios virtuales y presenciales, con el fin de afianzar y resolver cualquier duda que se presente al momento de realizar el diseño de un banco de pruebas, buscar un documento que se centre en la temática específica del banco de pruebas y así obtener un producto de calidad.

Referencias bibliográficas

- Aertecolutions. (2020). *Header-TestBench-002.jpg (1600×700)*.
<https://aertecolutions.com/wp-content/uploads/2020/08/Header-TestBench-002.jpg>
- Alejandro Osuna Villanueva, J., & González Zavala, F. (2022). *Innovación, Análisis, Diseño y Desarrollo de Bancos de Pruebas con Sensores y Actuadores Automotrices como Medio para Lograr el Aprendizaje Significativo en Estudiantes Quinestésicos, Visuales y Auditivos*.
- Amatrol. (2021). *890-PEC-B_PLCTrblshntng_wOpts_Interact-CW_Cntxt_b_20130701.png (882×900)*. https://amatrol.com/wp-content/uploads/2021/12/890-PEC-B_PLCTrblshntng_wOpts_Interact-CW_Cntxt_b_20130701.png
- Andrés, C. A. J., & Adolfo, C. R. F. (2019). *Banco de prueba torre de enfriamiento de tiro inducido para laboratorios del ITM*. <http://hdl.handle.net/20.500.12622/1663>
- Andrés, J., Arboleda, C., Adolfo, F., Restrepo, C., & Sanín, D. (s/f). *Banco De prueba Torre Enfriamiento de Tiro Inducido Para Laboratorios Del ITM*.
- Cabrera-Arias, C. A., Garay-Rairan, F. S., Contreras-Gutiérrez, D. C., & Gómez-Vargas, O. E. (2021). Modelo para el desarrollo de proyectos de innovación en tecnología para la aviación: caso de estudio banco de pruebas digital para las pruebas caza fallas de la GCU1. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 89, 235–256.
<https://doi.org/10.21158/01208160.N89.2020.2819>
- Chemicalfood. (2022). *Captura-de-pantalla-2022-06-23-110101.png (561×586)*.
<https://chemicalandfoods.com/wp-content/uploads/2022/06/Captura-de-pantalla-2022-06-23-110101.png>
- De Anda Mariscal, Z. Y., Gasca García, S. I., Robledo Morales, J., Villagrán Padilla, R., Cruz Márquez, A., Briseño Granados, M., & Carrera Rodríguez, M. (2021). Diseño de un

Banco de Pruebas para Investigación en Cohetería Experimental en Instituciones de Nivel Medio-superior/Superior. *Congreso Internacional de Investigacion Academia Journals*, 13(10), 670–675. <https://openurl-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/contentitem/fap:161293639?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:fap:161293639&crl=c>

De, J. I., Cruz, L., Para Optar El, V., Profesional De Ingeniero, T., Asesor, E., Elvys, J., & Beltran Lima -Perú, A. (2022). Implementación de un banco de pruebas de tarjetas electrónicas en apoyo a una empresa de mantenimiento de ascensores, en la localidad de Lima-Perú. *Repositorio Institucional - UTP*.

<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/6620>

Festo. (2023). *87450_488x366-j.jpg (182×366)*.

https://www.festo.com/media/catalog/87450_488x366-j.jpg

Glaciar Ingeniería. (2021). *Tipos-de-torres-de-enfriamiento.png (480×217)*.

<https://glaciaringeneria.com.co/wp-content/uploads/2021/05/Tipos-de-torres-de-enfriamiento.png>

Lux Guarcas, E. M. A. (2023). *Diseño del laboratorio de Comunicaciones 3, implementando el software libre “GNU Radio”, para la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala*. [https://openurl-ebsco-](https://openurl-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/contentitem/edsbas:edsbas.57846DDE?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:edsbas:edsbas.57846DDE&crl=c)

[com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/contentitem/edsbas:edsbas.57846DDE?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:edsbas:edsbas.57846DDE&crl=c](https://openurl-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/contentitem/edsbas:edsbas.57846DDE?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:edsbas:edsbas.57846DDE&crl=c)

Medina, A. P. L., Saba, G. H., Silva, J. H., & de Guevara Durán, E. L. (2011). Los

Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería.

Revista Internacional de Educación en Ingeniería, 4(1), 24–30. [https://openurl-ebsco-](https://openurl-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/contentitem/edsbas:edsbas.57846DDE?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:edsbas:edsbas.57846DDE&crl=c)

com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/contentitem/asn:69726550?sid=ebSCO:plink:crawler
&id=ebSCO:asn:69726550&crl=c

- Ospina, J. R. (2022). *montaje en laboratorio de circuito instrumentación Unad 2022 - YouTube* [Broadcast]. <https://www.youtube.com/watch?v=-LBGL1kBNLk>
- Pitalua Naranjo, P. L. (2020). *Propuesta para la creación de una nueva practica de laboratorio en la celda de manufactura lucas nulle de la UNAD sede Cartagena de Indias*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38561>
- Rodriguez, J. (2019). *Fisica electronica UNAD - YouTube* [Broadcast]. <https://www.youtube.com/shorts/GpqmS59XCZY>
- Rúa-Ramírez, E., Mendoza-Jiménez, I., Torres-Suarez, E., Flórez-Serrano, E., & Serrano-Rico, J. (2021). Banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición del rendimiento de paneles solares fotovoltaicos. *Revista UIS Ingenierías*, 20(2). <https://doi.org/10.18273/REVUIN.V20N2-2021001>
- Solanes, J. E., Montava-Jordà, S., Golf-Laville, E., Colomer-Romero, V., Gracia, L., & Muñoz, A. (2023). Enhancing STEM Education through Interactive Metaverses: A Case Study and Methodological Framework. *Applied Sciences* 2023, Vol. 13, Page 10785, 13(19), 10785. <https://doi.org/10.3390/APP131910785>
- Téllez-Garzón, J. L., Alvarado-Jaimes, R., Romero-Padilla, L., & Jaimes-Vergel, G. (2022). Banco de pruebas didáctico para implementación y testeo de una red óptica pasiva para acceso banda ancha hasta el hogar. *I+D Revista de Investigaciones*, 17(1), 137–148. <https://doi.org/10.33304/REVINV.V17N1-2022011>
- Terkaj, W., Pessot, E., Kuts, V., Bondarenko, Y., Pizzagalli, S. L., & Kleine, K. (2024). A framework for the design and use of virtual labs in digital engineering education. *AIP Conference Proceedings*, 2989(1). <https://doi.org/10.1063/5.0189669/3179139>

UNAD. (2023a). *REGLAMENTO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO SISTEMA NACIONAL DE LABORATORIOS-V 7.0.*

UNAD. (2023b). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD de Colombia. - Sitio oficial.* <https://www.unad.edu.co/>

Apéndices

Apéndice A

Protocolo de Uso Banco de Pruebas Presencial

Tabla 3

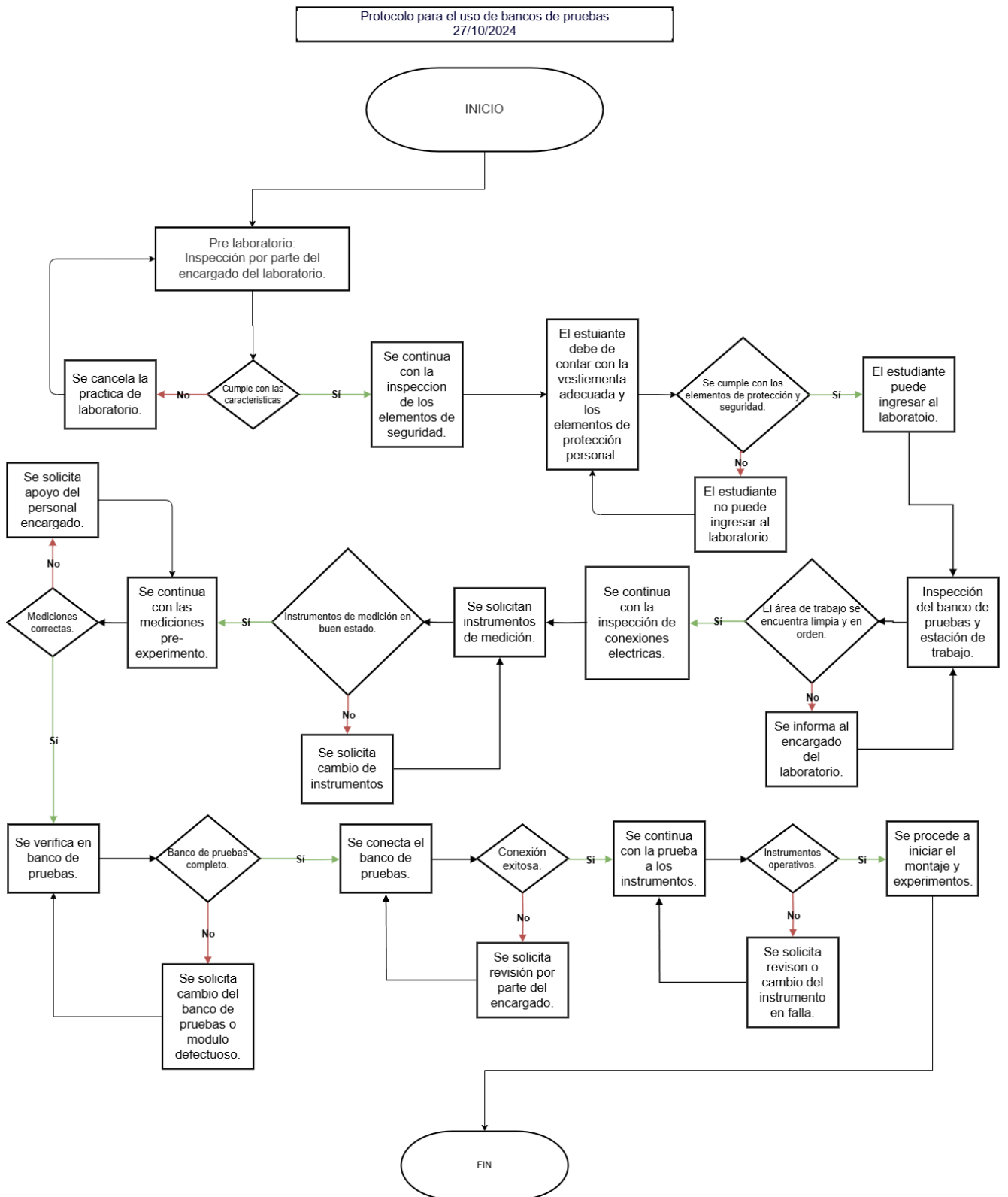
Enlace Protocolo de Uso Banco de Pruebas Presencial

Nombre	Enlace
Protocolo uso banco de pruebas presencial	Protocolo de uso banco de pruebas presencial 2024.drawio - Página-1

Nota. Tabla donde se referencia la fuente de creación del apéndice A.

Figura 26

Protocolo de Uso Banco de Pruebas Presencial



Nota. Diagrama de flujo, para el correcto uso del laboratorio.

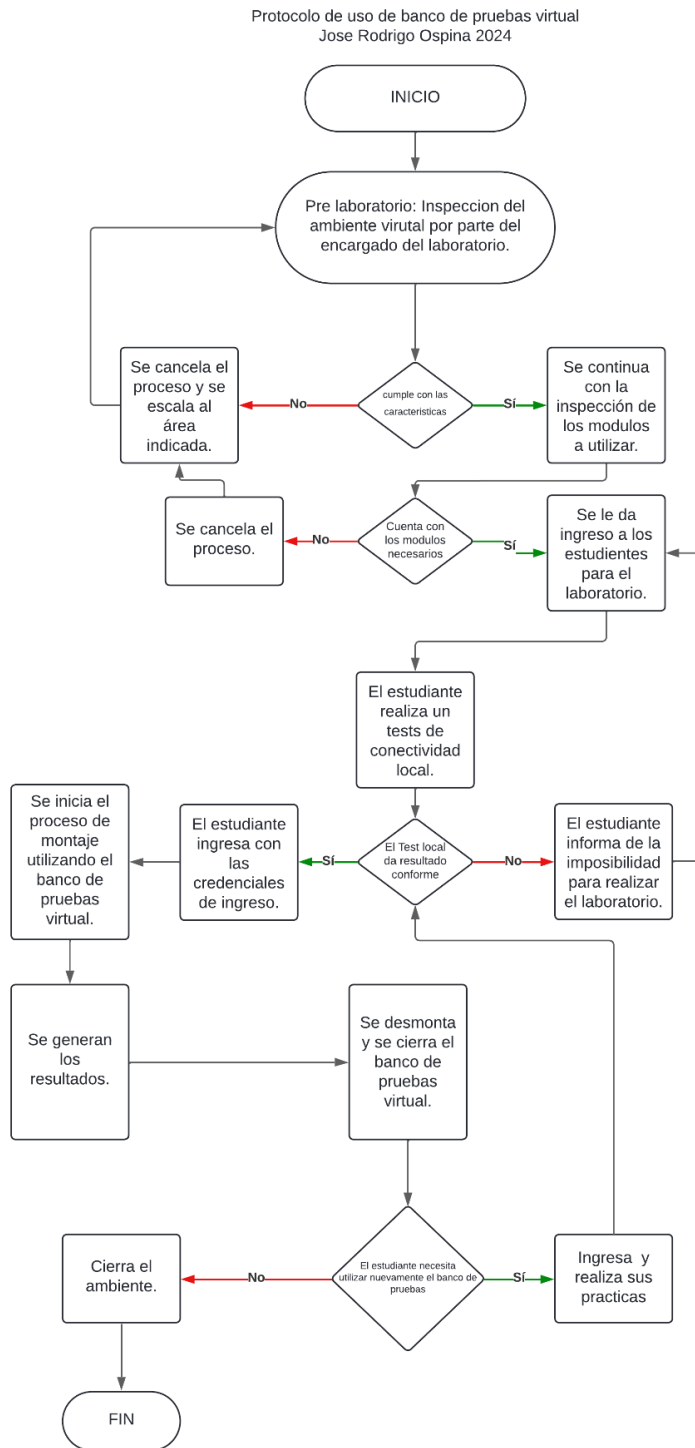
Apéndice B*Protocolo de Uso Banco de Pruebas Virtual***Tabla 4***Enlace Protocolo de Uso Banco de Pruebas Virtual*

Nombre	Enlace
Protocolo uso banco de pruebas virtual.	https://lucid.app/lucidchart/fc622f5d-902a-4c53-8b78-da3ced46e3de/view

Nota. Tabla donde se referencia la fuente de creación del apéndice B.

Figura 27

Protocolo de Uso Banco de Pruebas Virtual



Nota. Diagrama de flujo, para el correcto uso del laboratorio virtual.