

Repotenciación de un módulo didáctico simulador de maniobras de protección, configuración: Doble Barra con Bypass.

Repowering of a Teaching Module for the Protection Maneuvers Simulator, Configuration: Double Bar with Bypass.
Dorian Sebastián Reyes Torres, Daniel Alejandro Vera Toapanta, Juan Carlos Merino, Néstor Jordán Zurita Camacho

INNOVACIÓN Y CONVERGENCIA: IMPACTO MULTIDISCIPLINAR

Enero - Junio, Vº6 - Nº1; 2025

- ✓ **Recibido:** 07/01/2025
- ✓ **Aceptado:** 29/01/2025
- ✓ **Publicado:** 30/06/2025

PAÍS

- Ecuador, Santo Domingo
- Ecuador, Santo Domingo
- Ecuador, Santo Domingo
- Ecuador, Santo Domingo

INSTITUCIÓN

- Universidad UTE
- Universidad UTE
- Universidad UTE
- Universidad UTE

CORREO:

- ✉ dorian.reyes@ute.edu.ec
- ✉ daniela.vera@ute.edu.ec
- ✉ mcjc7012693@ute.edu.ec
- ✉ nestor.zurita@ute.edu.ec

ORCID:

- ✉ <https://orcid.org/0009-0002-5064-1861>
- ✉ <https://orcid.org/0009-0004-5877-6474>
- ✉ <https://orcid.org/0009-0006-1608-5426>
- ✉ <https://orcid.org/0009-0002-1508-5927>

FORMATO DE CITA APA.

Reyes, D. Vera, D. Merino, J. Zurita, N. (2025). Repotenciación de un módulo didáctico simulador de maniobras de protección, configuración: Doble Barra con Bypass. Revista G-ner@ndo, Vº6 (Nº1,). 525 – 541.

Resumen

La simulación de maniobras en subestaciones eléctricas es una herramienta esencial en la formación de profesionales eléctricos y electromecánicos, proporcionando una experiencia práctica que complementa la teoría aprendida en el aula. Los módulos didácticos utilizados para este propósito deben ser eficientes, funcionales y fáciles de usar para maximizar su valor educativo. Sin embargo, muchos de estos módulos presentan problemas de organización y accesibilidad que pueden dificultar el aprendizaje. Este estudio se centra en la repotenciación y reorganización de un módulo didáctico para la simulación de maniobras de protección en subestaciones eléctricas con la configuración de doble barra con bypass; mejorando su funcionalidad y organización interna. La repotenciación del módulo comenzó con un diagnóstico inicial evaluando la funcionalidad y la constitución de circuitos internos. Posteriormente, se planificaron las mejoras necesarias, priorizando la organización del cableado y la reubicación de componentes clave; el peinado y la organización del cableado se llevaron a cabo para lograr un diseño más limpio y estructurado, facilitando la identificación de conexiones, reduciendo posibles errores durante las prácticas. Además, definieron sitios estratégicos como el módulo Bluetooth HC-06 y el Arduino Mega para la mejora de accesibilidad y funcionalidad del módulo.

Palabras clave: Repotenciación, Doble barra con Bypass, Arduino Mega.

Abstract

Simulation of maneuvers in electrical substations is an essential tool in the training of electrical and electromechanical professionals, providing a practical experience that complements the theory learned in the classroom. The teaching modules used for this purpose must be efficient, functional and easy to use to maximize their educational value. However, many of these modules present organizational and accessibility problems that can hinder learning. This study focuses on the repowering and reorganization of a teaching module for the simulation of protection maneuvers in electrical substations with the double busbar configuration with bypass; improving its functionality and internal organization. The repowering of the module began with an initial diagnosis evaluating the functionality and the constitution of internal circuits. Subsequently, the necessary improvements were planned, prioritizing the organization of the wiring and the relocation of key components; the combing and organization of the wiring were carried out to achieve a cleaner and more structured layout, facilitating the identification of connections, reducing possible errors during the practices. In addition, they defined strategic sites such as the HC-06 Bluetooth module and the Arduino Mega to improve the module's accessibility and functionality.

Keywords: Repowering, Double bar with Bypass, Arduino Mega.



Introducción

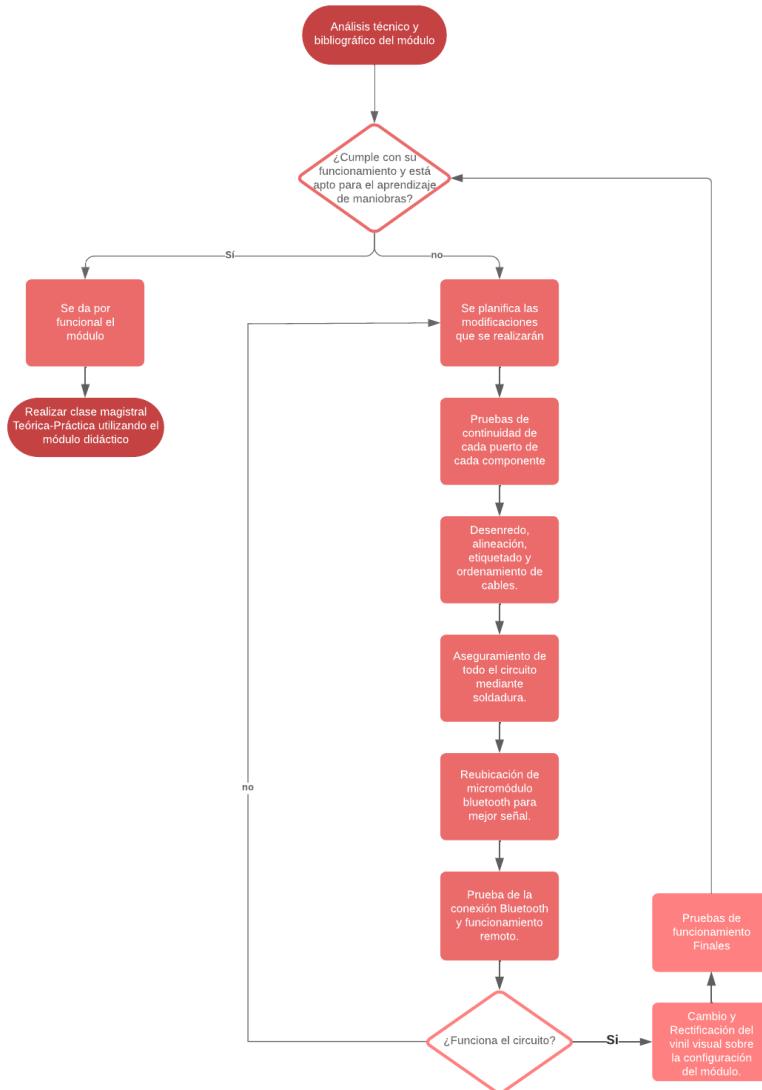
La simulación de las maniobras en alta tensión necesarias para las diferentes configuraciones de circuitos eléctricos en subestaciones eléctricas, es esencial para la formación de profesionales enfocados en el campo eléctrico (Duque & Vargas, 2020), siendo de extrema necesidad repotenciar los equipos didácticos que cumplen el rol de simuladores. Proporcionando una experiencia segura e introductoria a la parte práctica que complementa a los componentes teóricos aprendidos en el aula(Palacios-Talavera et al., 2025).

Por tal motivo se ha definido como objetivo general, Repotenciar un módulo didáctico de simulación de maniobras de protección en configuración de doble barra con bypass. Donde, se deben realizar acciones que se complementen como objetivos específicos, como lo son: Realizar un diagnóstico inicial del funcionamiento, circuito eléctrico y especificaciones técnicas del equipo; planificar las modificaciones técnicas de acuerdo con las necesidades de aplicación, aplicar las modificaciones técnicas según lo planificado; ejecutar pruebas de funcionamiento de cada maniobra posible y utilizar el módulo de simulación en una clase de protecciones eléctricas y alto voltaje.

Métodos y Materiales.

La metodología para la repotenciación del módulo didáctico de simulación de maniobras para una subestación en configuración de doble barra con bypass respondió al diagrama de flujo reflejado en la figura 1.

Figure 1. Proceso metodológico de repotenciación de un módulo didáctico simulador de maniobras, realizado en Lucidchart.



Nota : Proceso metodológico de repotenciación de un módulo didáctico simulador de maniobras, realizado en Lucidchart.

Considerando cada punto específico del proceso metodológico como indispensable para que la repotenciación se realice se pueden explicar por partes cada punto de la siguiente manera:

Para comprender el análisis técnico y bibliográfico del módulo (diagnóstico), se debe comprender que el módulo didáctico simulador de maniobras de protección con la configuración de doble barra con bypass fue un proyecto propuesto por estudiantes de octavo semestre de la carrera de electromecánica de la Universidad UTE sede Santo Domingo, del periodo abril -agosto 2024 en la materia de protecciones eléctricas y alto voltaje. Desarrollado bajo directrices técnicas definidas en el trabajo de titulación con el nombre de “Implementación de un módulo didáctico para la simulación de maniobras de una subestación eléctrica” cuyo autor es Marco Vinicio Narváez Velasteguí y es parte del repositorio virtual de la Universidad Técnica del Norte.

El comportamiento de la simulación de maniobras de protección en una subestación debe ser funcional para la detección y eliminación de cualquier tipo de falla mediante el disparo de interruptores, aislando la zona del circuito donde se ha producido la falla (Christodoulou, Vita and Ekonomou, 2017). Además debe cumplir con condiciones específicas que han de denotar la calidad del circuito representado en el módulo simulador como lo es la confiabilidad, velocidad, selectividad, seguridad y sensibilidad que presenta frente a eventos inducidos de fallas (Bolotinha, 2019).

El enfoque y funcionamiento correcto basado en el estudio de protecciones eléctricas determinado por (Martínez Peralta et al., 2022), hace referencia a la coordinación de la activación de protecciones eléctricas en las subestaciones, constatando que en la aplicación de las maniobras eléctricas se debe seguir la metodología técnica para el momento de activación y desactivación, remarcando que en el paso de corriente es necesario comenzar con el cierre de seccionadores y posteriormente la activación de las protecciones tipo relé (Barberán & Suárez, 2017), en caso de que no se cumpla con esta secuencia, el módulo no permitirá que se realicen más modificaciones, sin embargo, para la desactivación de un circuito de manera manual es

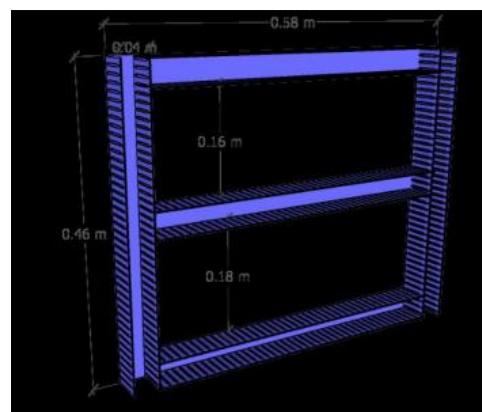
necesario aplicar un protocolo de maniobras distinto, priorizando la desactivación de las protecciones tipo relé y posteriormente desactivando los seccionadores (Quevedo, 2020), en el caso que no se cumpla con esta secuencia, la simulación lo asimilará como una falla y reaccionará como tal, lo cual implica a la apertura de la zona de protección que se esté realizando la maniobra, cumpliendo la misma función de una simulación de falla (Guapucal, 2021).

Partiendo desde el conocimiento bibliográfico del equipo podemos realizar un análisis comparativo de sus componentes, finalidades técnicas y didácticas (Puella, 2024). Sin embargo, se deben considerar con las necesidades y adaptaciones realizadas en el desarrollo del módulo por parte de los estudiantes de la Universidad UTE. Realizando el análisis técnico mediante pruebas manuales y remotas se puede diagnosticar que el tablero no se encuentra en condiciones óptimas para su correcto funcionamiento (Peña & Peña, 2024), los motivos son: los cables no están fijos al unirse al módulo de control, en este caso un Arduino Mega; existen muchos cables colocados a presión en las tuberías internas del módulo, la conexión bluetooth se encuentra limitada a realizar un entrelazamiento de tan solo tres metros; el diseño del vinil donde se puede divisar la configuración de la subestación a pesar de decir que es doble barra con bypass, solo existe una barra y bypass; las conexiones son confusas e indistinguibles; muchos micromódulos no están fijos, además, el funcionamiento aplicado en el módulo de la Universidad UTE no posee alarma en caso de falla, simplemente no permite que la maniobra se continue ejecutando.

En el caso de que el módulo después del diagnóstico inicial hubiese cumplido con el correcto funcionamiento integral, de tal manera que sea apto para la enseñanza y aprendizaje de maniobras de protección eléctrica en subestaciones con configuración de doble barra con bypass, se lo hubiese presentado como funcional y se utilizaba posteriormente en clases magistrales, sin embargo, al no estar funcional totalmente después del diagnóstico inicial se proceden a realizar una planificación de modificaciones técnicas, con ayuda de la bibliografía

como guía de ejecución (Flores, 2021), donde, se ha podido divisar variables técnicas importantes dentro del trabajo de titulación de Narváez, como: las dimensiones del tablero, basadas en la norma INEN; los espacios entre cada canaleta definida en la figura 2; el paso a paso de la construcción del código en Arduino y la arquitectura del sistema SCADA en el software LabView. Mientras que en un informe realizado por los estudiantes de la Universidad UTE se ha conseguido el diseño del circuito completo representados en la figura 3, figura 4 y figura 5.

Figura 2. Diagrama dimensional de canaletas (Narváez, 2019).



La figura 2 fue aplicada en la práctica con fidelidad de dimensiones en el módulo dispuesto por los estudiantes de la Universidad UTE, comprobado mediante mediciones con flexómetro, por lo que el diagrama de dimensiones de canaletas sirve como referencia perfecta para la planificación de modificaciones en caso de que se necesite cambiar cables.

Figura 3. Zona de Control del Circuito mediante ARDUINO MEGA (Universidad UTE, 2024).

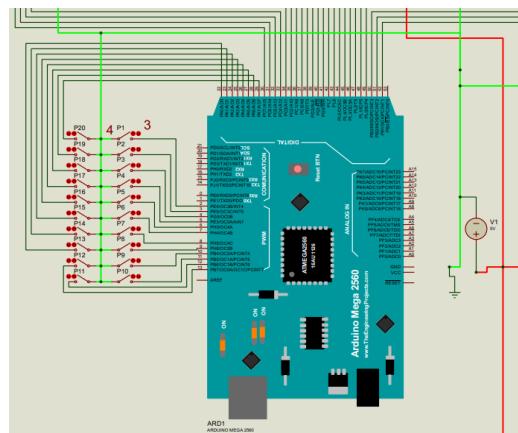


Figura 4. Fuente de energía y accionadores 1 y 2 de luces piloto (Universidad UTE, 2024).

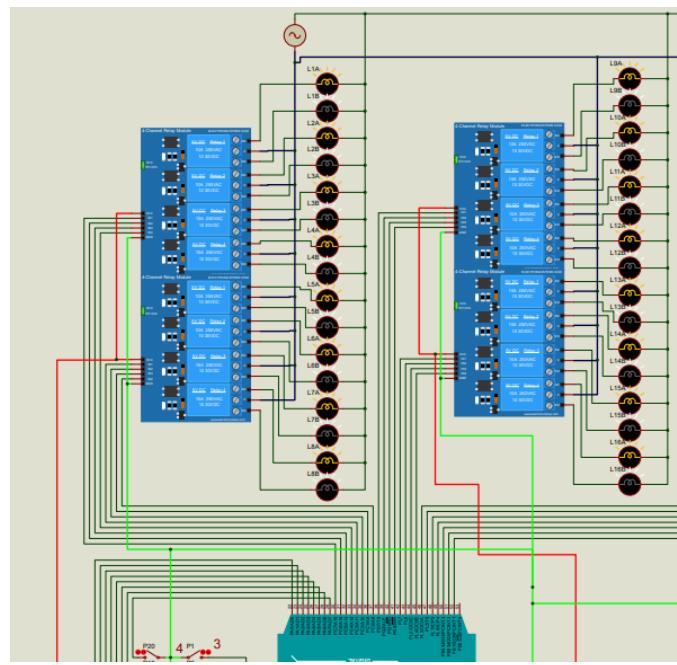
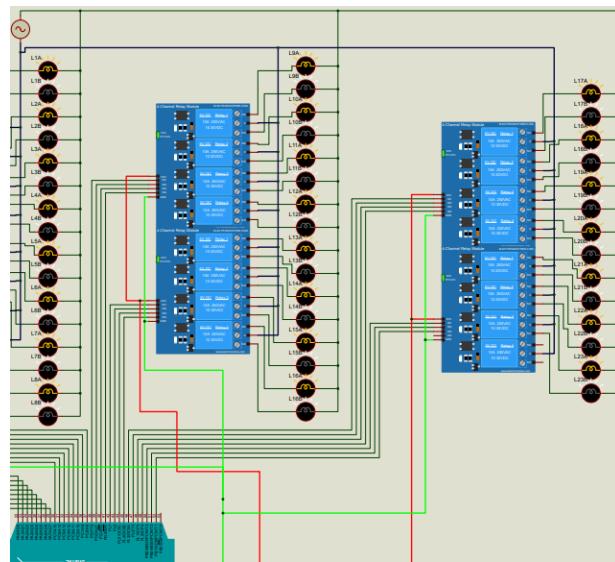


Figura 5. Fuente de energía y accionadores 2 y 3 de luces piloto (Universidad UTE, 2024).



Posteriormente al análisis técnico y revisión de la bibliografía complementaria se procede a realizar una planificación de modificaciones en aras de la repotenciación del módulo.

La planificación de las modificaciones es de vital importancia porque es el punto donde se plantea los pasos posteriores de la metodología y la secuencia a seguir para que la

repotenciación se realice adecuadamente (Lunetta & Guerra, 2023), determinando así que, los pasos a seguir sería comenzar con las pruebas de continuidad de cada puerto y de cada componente con ayuda de un multímetro electrónico; comprobando de esta manera el correcto estado de los elementos eléctricos y electrónicos o los elementos que están obsoletos y remplazarlos. El paso siguiente fue definido como medida preventiva, estética y organizativa en el que consiste el desenredo, alineación, etiquetado y ordenamiento de los cables (Cargua & Mendoza, 2021), al culminar con ese punto se prosigue al aseguramiento de todo el circuito mediante soldadura de estaño; paso necesario para no cometer el mismo error de ejecución que poseía el tablero previamente que era las fallas de funcionamiento y hasta cortos circuitos entre componentes por inestabilidad de los cables, la reubicación del módulo bluetooth se realizará después de que todos los sistemas manuales estén funcionando, consecuentemente se realizan pruebas de las conexiones remotas y el funcionamiento. Cuando todo esté correctamente ejecutado se procede a realizar el cambio y rectificación del vinil visual, por último, se realizan pruebas de funcionamiento finales. En el caso de que todos los pasos de la metodología se cumplan en totalidad y con éxito, se puede dar por funcional el módulo simulador de protecciones en configuración de doble barra con bypass, el cual se ha de utilizar para clases magistrales en la asignatura de protecciones eléctricas y alto voltaje.

En cuanto a los pasos metodológicos detallados, las pruebas de continuidad se han realizado por bloques primero las fuentes, pasando por las protecciones, posteriormente la zona de control, continuando con los demás elementos electrónicos para finalizar con los elementos de activación visual (García, 2020). Definiendo como error de funcionamiento en uno de los módulos de relés electrónicos y procediendo al cambio del dispositivo electrónico.

El desenredo, alineación, etiquetado y ordenamiento de cables también fue realizado por bloques definidos como zonas (Achig, 2021): eléctrica, electrónica, control e iluminación. En la zona de electricidad no se encontró problemas y se descartaron fallas, sin embargo, en la zona

electrónica se ha percatado de un daño en las comunicaciones provenientes de la zona de control, ya que, los cables no se encontraban dimensionados con correcta longitud, provocando de esta manera una comunicación intermitente con las señales de trabajo del microcontrolador, la solución fue realizar un redimensionamiento, seguido de corte y conexión de nuevos cables, todo esto se realiza en conjunto con la alineación desenredo y ordenamiento de los cables para poseer una fiabilidad más alta en funcionamiento, al concluir con estas actividades se procede al etiquetado de cada elemento y cada cable sirviendo como identificación más rápida y estructurada, facilitando el trabajo de repotenciación en futuros mantenimientos.

La necesidad de que el circuito funcione sin intermitencia y con seguridad de que no existirá desconexión voluntaria o involuntaria. Lleva a realizar el aseguramiento del circuito con soldadura tipo estaño específicamente en el microcontrolador (Villamar et al., 2023).

Para la zona remota se optimizó con una reubicación del módulo bluetooth HC-06. En el punto de diagnóstico se identificó que la conexión remota solo era posible si el dispositivo a conectarse se encontraba alrededor de 3 metros como máximo, llegando a la conclusión de que ocurría esto por el encapsulamiento del micro módulo bluetooth en el anaque tipo tablero del módulo, el cual está construido con acero laminado en frío y corta ligeramente el paso de ondas electromagnéticas ya que el acero puede bloquear o atenuar las señales de radiofrecuencia (Barberán & Suárez, 2017), debido a las propiedades del metal de reflexión, absorción o dispersión de ondas. Como parte de la reubicación también se realizó dos perforaciones en la pared lateral derecha del tablero y se ubicó el módulo HC-06 sobre esos orificios.

Figura 6. Parte interna del módulo didáctico simulador de protecciones en configuración de doble barra con bypass



La figura 6 muestra la distribución en el espacio de los dispositivos dentro del tablero del módulo didáctico simulador de protecciones en configuración de doble barra con bypass, donde, se puede distinguir un ordenamiento propio del cableado y de los elementos internos; acompañados de un etiquetado en lugares visibles, se puede observar la ubicación peculiar pero necesaria del módulo bluetooth HC-06, al costado inferior izquierdo de la canalización se puede apreciar un trenzado correcto que ayudará a preservar en un estado óptimo el cableado.

Todas las modificaciones pensadas en la repotenciación del módulo didáctico de simulación deben ser evaluadas con pruebas técnicas para determinar si existió modificaciones de funcionamiento que incumplan el protocolo de operación de maniobras eléctricas en subestaciones o disruptpciones del circuito interno (Quevedo, 2020), por ese motivo se realiza las pruebas de funcionamiento junto a pruebas de conexiones y funcionamiento de los modos remoto y manual. Como parte de las pruebas de funcionamiento realizadas se destaca que la conexión de bluetooth es mucho más amplia, llegando a cubrir los 10 metros del salón de clases donde se

encuentra ubicado, mientras que, en el funcionamiento manual, se eliminaron las intermitencias y los errores de simulación.

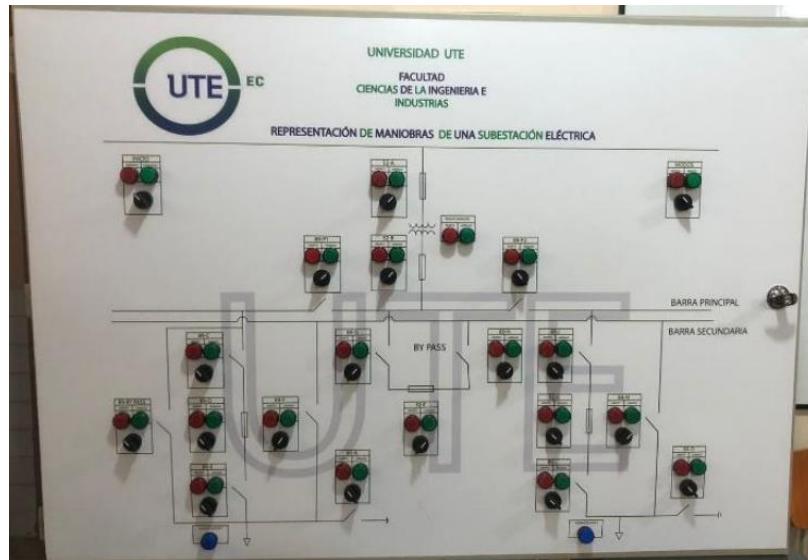
En el momento que el tablero pasa las pruebas de funcionamiento y conexiones, se comienza a realizar el enfoque en la parte frontal exterior del tablero, donde, se debe modificar el vinil que posee errores visuales y conceptuales. Para la modificación del vinil primero se debe realizar un dibujo del diseño de manera virtual en cualquier programa que permita realizar trazos lineales, realizar la impresión a la medida exacta de la puerta del tablero junto con sus perforaciones donde se encuentran en la zona de control y posteriormente se realiza la modificación desde el despegue del vinil erróneo, el cuál viene acompañado del desmontado de toda la zona de control (seccionadores, luces piloto, testigo); cabe recalcar que el desmontaje de la zona de control no es realizar obligatoriamente la desconexión del circuito, cuando todos los elementos de control están desmontados se procede a fijar el nuevo vinil modificado en la puerta del tablero, finalmente se vuelve a montar los componentes de control en el orden específico en el que se encontraban en el estado inicial y se realizan pruebas finales simulando diferentes escenarios para comprobar que el último montaje no se colocó ningún componente en un sitio incorrecto.

Figura 7. Vinil del módulo de simulación representando un circuito erróneo de doble barra con Bypass previo a repotenciación.



El vinil analizado en la figura 7 muestra varios errores, comenzando por el más evidente. La configuración de doble barra con bypass necesita obligatoriamente dos líneas horizontales con sus respectivas, donde una posea disyuntores y la otra no; a la entre la segunda y la tercera fila de selectores, contabilizando desde la zona superior a la inferior, a estas dos líneas se les debe acoplar la barra de bypass(Almanza et al., 2020), una en cada extremo de la barra. Otro error bastante visible es la simbología de las impedancias, que no completan el rectángulo respectivo de la simbología. A pesar de no ser visible con facilidad en la zona superior derecha donde se encuentra el selector de modo, hay un grave error pues indica que los modos del tablero son manual y automático, sin embargo, son, manual y remoto.

Figura 8. Vinil del módulo de simulación de maniobras en configuración de doble barra con bypass después de modificaciones.



Después de las modificaciones el vinil nuevo adherido representa la configuración de doble barra con bypass correctamente, apreciando en la figura 8 las modificaciones como la adición de la doble barra y la conexión la barra de bypass tanto a la barra principal como a la barra secundaria y la modificación del recuadro para la selección entre manual y remoto.

Cuando el módulo pasa las pruebas de funcionamiento finales después del cambio de vinil, se puede dar por culminado las modificaciones y se puede considerar repotenciado y listo para cumplir la función requerida en el ámbito didáctico.

Análisis de Resultados (Izquierda)

Realizando un análisis comparativo entre las condiciones iniciales y las condiciones finales del módulo, se define el éxito de la repotenciación, tal como se puede evidenciar en la tabla 1.

Descripción	Antes	Después
Funcionamiento	El funcionamiento correcto es intermitente.	El funcionamiento Correcto es Permanente.
Circuito de control	Suele generar fallas en la simulación de ciertas maniobras.	Todas las maniobras posibles para el módulo se simulan correctamente.
Interconexión	La conexión de bluetooth es de máximo 3 metros radiales.	La conexión de bluetooth ha sido probada a 10 metros radiales sin ningún inconveniente.
Cableado	Existe confusión por la cantidad de cables. Muchos cables no están cortados con las medidas correctas. Hay cables desconectados, enredados y no están fijos.	Todas las conexiones están etiquetadas. Están dimensionados a la medida exacta de la distancia entre elementos. Los cables están organizados, estirados y fijos con soldadura.
Circuito electrónico	Existen módulos de relé con fallas de funcionamiento.	Todos los elementos electrónicos funcionan correctamente.
Comprensión de la simulación	El vinil visual no expresa correctamente la configuración doble barra con bypass ni el cambio de manual a remoto.	El vinil visual expresa correctamente todos los elementos de la configuración de doble barra con bypass y muestra sin discusión el cambio de manual a remoto.

La tabla 1 muestra la comparativa de las condiciones técnicas del módulo antes y después de las modificaciones, al demostrar que las modificaciones realizadas hacen cumplir con el funcionamiento adecuado del módulo de simulación se puede dar como repotenciado al módulo de simulación de maniobras en configuración de doble barra con bypass.

Al realizarse una clase piloto con los estudiantes de la carrera de la Universidad UTE de la carrera de electromecánica de la materia de protecciones eléctricas y alto voltaje en el periodo académico octubre 2024 – febrero 2025, en continuidad del proceso académico y con aplicación evaluativa después de 24 horas de la clase piloto realizada, dando como resultado promedio entre los catorce estudiantes de la materia un resultado de 9,46875/10.

Conclusiones

La repotenciación del módulo simulador de maniobras de protección en configuración de doble barra con bypass, dejó operativo el dispositivo y sin ningún tipo de error, lo que permitirá a la Universidad UTE específicamente a la materia de protecciones eléctricas y alto voltaje, realizar prácticas, dar clases magistrales e incluso aplicar procesos de evaluación.

Se realizó un diagnóstico exhaustivo tanto desde el punto de vista técnico como bibliográfico previo a las modificaciones ejecutadas lo que permitió la identificación de áreas críticas que requerían mejoras y ajustes. En continuidad a la validez metodológica, la planificación de modificaciones técnicas basado en el diagnóstico inicial, sirvió como base en la ejecución de las reformas, dando un proceso secuencial que fue validado con el correcto funcionamiento del equipo.

La aplicación de modificaciones implementadas conforme a la secuencia metodológica y respondiendo a la planificación previa se lo puede definir como un proceso estándar no formal para futuros mantenimientos correctivos que se realicen al módulo de simulación. Se realizó una clase piloto con los estudiantes de la carrera de la Universidad UTE de la carrera de electromecánica de la materia de protecciones eléctricas y alto voltaje en el periodo académico octubre 2024 – febrero 2025, que demostró la factibilidad del uso de tecnología didáctica y de simulación como favorable para el aprendizaje de maniobras de protección eléctricas en subestaciones.

Referencias bibliográfica

- Achig, G. (2021). Diseño De Un Programa De Medidas Preventivas De Bloqueo Y Etiquetado Para Equipos E Instalaciones Eléctricas De Baja Tensión De La Empresa "Integración Avícola Oro S.A." Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. <Https://Repositorio.Puce.Edu.Ec/Server/Api/Core/Bitstreams/0edd563a-Ef0a-4ed5-A8f6-B8db78be2984/Content>
- Almanza, N., Murcia, L., & Segura, L. (2020). *Proyecto Trabajo Y Gestión Ambiental, Para La Gerencia Integral De Proyectos De Construcción De Subestaciones Eléctricas De Alta Tensión En Colombia Para Enel Codensa* Natalia Andrea Almanza Guzmán Luz Amanda Murcia Robayo. <Https://Repositorio.Escuelaing.Edu.Co/Handle/001/1300>
- Barberán, F., & Suárez, M. (2017). *Diseño Y Construcción De Un Módulo Didáctico De Protecciones De Redes De Distribución En Sistemas Eléctricos De Potencia*.
- Bolotinha, M. (2019). *Substations Equipment Inspection And Periodic Maintenance Improving The Reliability Of Hv And Ehv Equipment*. <Http://Www.Transformers-Magazine.Com>
- Cargua, Á., & Mendoza Cristhian. (2021). *Rediseño Y Mantenimiento Del Tablero De Control Y Automatización Del Sistema De Dosificación De Aceite De Palma Para Reducir Tiempos De Producción De Balanceados Del Grupo Avícola San Vicente*. <Http://Dspace.Espoch.Edu.Ec/Handle/123456789/15989>
- Christodoulou, C. A., Vita, V., & Ekonomou, L. (2017). *Studies For The More Effective Protection Of Mv/Lv Substations Against Lightning Overvoltages*. <Http://Www.Iaras.Org/Iaras/Journals/Ijce>
- Duque, J., & Vargas, A. (2020). *Implementación De Módulos Didácticos Para La Medición De Caudal*. <Http://Bibdigital.Epn.Edu.Ec/Handle/15000/21385>

- Flores Cesiah. (2021). *Diseño De Un Sistema De Gestión De Seguridad Y Salud Ocupacional En El Molino Latino Sac Para Reducir Costos Laborales*. <Https://Orcid.Org/0000-0002-1525-8149>
- García, K. (2020). *Implementación De Instrumento De Medidas Para El Análisis De Circuitos Electrónicos Analógicos En El Laboratorio De Electrónica En La Carrera De Ingeniería En Computación Y Redes*. <Https://Repositorio.Unesum.Edu.Ec/Bitstream/53000/2681/1/Garcia%20parrales%20katherin%20jhosia.Pdf>
- Guapucal, W. (2021). *Diseño De Módulo Didáctico Para Estudio De Coordinación De Protecciones Eléctricas De Sistemas De Potencia*. <Http://Dspace.Ups.Edu.Ec/Handle/123456789/19819>
- Lunetta, A., & Guerra, R. (2023). Metodología Da Pesquisa Científica E Acadêmica. *Owl Journal*, 1. <Https://Doi.Org/10.5281/Zenodo.8240361>
- Martínez Peralta, A. J., Chere-Quiñónez, B. F., Montes Molina, M., Preciado Adum, J. L., Yépez Quiroz, J. C., Acosta Carrillo, C. A., & Ayovi Gruezo, G. A. (2022). Electrical Protections In Electrical Substations: Documentary Analysis. *Sapienza*, 3(1), 1004–1021. <Https://Doi.Org/10.51798/Sijis.V3i1.280>
- Narváez Marco. (2019). *Implementación De Un Módulo Didáctico Para La Simulación De Maniobras De Una Subestación Eléctrica*. <Http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Handle/123456789/9602>
- Palacios-Talavera, E., Higareda Pliego, T. E., Arana-Llanes, J. Y., & Palacios-Talavera, E. (2025). Diseño Y Desarrollo De Suministros Para La Implementación En Un Simulador De Sismos A Escala. *Xikua Boletín Científico De La Escuela Superior De Tlahuelilpan*, 13(25), 91–97. <Https://Doi.Org/10.29057/Xikua.V13i25.13885>
- Peña, S., & Peña, M. (2024). *Sistema Automático Para Pruebas De Alto Voltaje Ac/Dc, Resistencia De Aislamiento Y Conexión A Tierra*.

Puella, K. (2024). *Propuesta De Plan De Mantenimiento De Tableros De Distribución Centrado En La Confiabilidad, Para Mejorar La Calidad De Servicio Eléctrico De La Unidad Minera Inmaculada - Ayacucho - 2023*. <Http://Hdl.Handle.Net/20.500.12918/9626>

Quevedo, Á. (2020). *Implementación De Un Módulo Didáctico De Simulación De Operación De Una Subestación Con Esquema De Barra Principal Y Barra De Transferencia Y Elaboración De Protocolos Para Procedimientos De Maniobras De Operación Y Mantenimiento.*

Villamar, H., Romero, H., & Ramos, P. (2023). *Robots Mini Sumo Rc De Competencia Para El Club De Robótica Del Instituto Superior Tecnológico Tsá Chila.*
<Https://Doi.Org/Https://Doi.Org/10.60100/Bciv.V3ie1.83>