



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA**

**PROCESO DE TITULACIÓN**

**ABRIL 2022 - OCTUBRE 2022**

**EXAMEN COMPLEXIVO DE GRADO O DE FIN DE CARRERA**

**PRUEBA PRÁCTICA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS DE  
INFORMACIÓN**

**TEMA:**

**“ANALISIS PARA ESTABLECER LA AUTOMATIZACION EN LAS REDES DE  
DISTRIBUCION DE CNEL LOS RIOS”**

**EGRESADO**

**FRANCO DELGADO JULIO CESAR**

**TUTOR**

**ING. AGAMA CHICO ALFONSO JACINTO**

**AÑO 2022**

## RESUMEN

El servicio eléctrico constituye uno de los elementos fundamentales sobre el cual se desarrollan las economías. Los clientes quieren contar con un servicio confiable, seguro y económico. Las Empresas Eléctricas buscan mejorar la calidad de servicio, disminuir costos y simplificar la operación. La automatización de sistemas eléctricos responde a estas necesidades.

La presente propuesta tecnológica tiene como objetivo de automatizar las redes de distribución eléctrica de la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP, en la cual cuenta con una cantidad alta de clientes que usan el servicio público de suministro de electricidad, lastimosamente los procesos actuales para realizar maniobras en la distribuidora son de forma manual, además no se tiene un control exhaustivo de la información.

La automatización en la redes Eléctricas se ha convertido en un requisito indispensable para su buen funcionamiento. El equipo eléctrico primario junto con sus subsistemas de medición, comunicaciones, control y protecciones aseguran la confiabilidad y disponibilidad de las Subestaciones.

La propuesta tendrá uso para algunas áreas estratégicas que conforman la empresa y así los procesos sean rápidos y seguros. Finalmente, se logrará automatizar y optimizar el tiempo de las desconexiones.

**Palabras claves:** Alimentador Primario, Subestación eléctrica, VLAN: (Virtual Local Area Network): Red de Área Local Virtual.

## **ABSTRACT**

The electrical service constitutes one of the fundamental elements on which the economies are developed. Customers want a reliable, safe and affordable service. The Electric Companies seek to improve the quality of service, reduce costs and simplify the operation. The automation of electrical systems responds to these needs.

The objective of this technological proposal is to automate the electrical distribution networks of the National Electricity Corporation CNELEP, in which it has a high number of clients that use the public electricity supply service, unfortunately the current processes to carry out maneuvers in the distributor they are manually, in addition there is no exhaustive control of the information.

Automation in electrical networks has become a requirement essential for its proper functioning. The primary electrical equipment together with its Measurement, communications, control and protection subsystems ensure the reliability and availability of the Substations.

The proposal will be used for some strategic areas that make up the company and thus the processes are fast and safe. Finally, it will be possible to automate and optimize the time of disconnections.

**Keywords:** Primary Feeder, Electrical Substation, VLAN: (Virtual Local Area Network): Virtual Local Area Network.

## TABLA DE INDICES

Contenido

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
JUSTIFICACIÓN .....	7
Objetivo General.....	8
Objetivos específicos.....	8
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	8
SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	8
MARCO CONCEPTUAL .....	9
CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP. ....	9
Fibra óptica, que es y cómo funciona.....	9
Tipos de fibra óptica.....	10
Switch industriales .....	11
Unidad terminal remota (RTU) .....	11
Sistema Scada.....	12
Cómo funciona un sistema SCADA .....	13
Niveles Funcionales.....	14
Componentes de un Sistema SCADA.....	14
Reconectores.....	17
Automatización de redes de distribución.....	17
Reconfiguración del alimentador para restauración del servicio.....	18
Ventajas de la Automatización. ....	18
MARCO METODOLOGICO .....	21
RESULTADOS .....	22
DISCUSION DE RESULTADOS.....	25
Condiciones para Habilitación del Automatismo en Cada Equipo .....	25
Condiciones .....	26
Escenarios de fallas.....	26
CONCLUSIONES.....	29
RECOMENDACIONES .....	30
BIBLIOGRAFIAS .....	31
ANEXOS.....	32

## INDICES FIGURAS

Figura 1: Cable Fibra Óptica .....	10
Figura 2: Switch Industrial .....	11
Figura 3: Componente del Sistema SCADA .....	12
Figura 4: Arquitectura del Sistema SCADA .....	16
Figura 5: Reconector y Tablero.....	17
Figura 6: Topología de la Comunicación .....	23
Figura 7: Unifilar del Sistema SCADA .....	24
Figura 8: Condiciones Lógica del Sistema.....	25
Figura 9: Pruebas de Corte de energía 1 .....	26
Figura 10: Pruebas Corte de energía 2 .....	27
Figura 11: Pruebas Corte de energía 3 .....	27
Figura 12: Pruebas Corte de energía 4 .....	27

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad CNEL LOS RIOS no posee sus redes de distribución inteligentes, se tiene equipos de apertura y cierre de circuitos eléctricos pero los mismos no poseen una red de comunicación robusta y consolidada, lo cual imposibilita que los dispositivos realicen acciones de manera remota o automática, debido a esto cuando ocurren fallas en las redes eléctricas debido a descargas atmosféricas, animales de diferente tipo que ascienden a las estructuras y causan cortocircuitos, accidentes de tránsito que generan averías en los postes o algún evento externo, la comunidad se ve afectada, los tiempos de reposición son muy largos debido a que las maniobras para energizar los sectores afectados se las realiza de forma manual y cuando existe lluvia está totalmente prohibido realizar maniobras debido al riesgo que existe por ende no se puede reponer el servicio y la empresa se ve afectada económicamente por la baja recaudación, así como también molestias al usuario final porque se le dificulta su diario vivir.

Además, es imposible monitorear de forma remota los parámetros eléctricos como corriente, potencia y voltaje los cuales son importantes para realizar análisis en las redes de distribución.

## **JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto se lo realiza enfocado en brindar el análisis necesario para poder solucionar los inconvenientes que existen en la actualidad en la empresa CNEL LOS RIOS, la meta es lograr que las redes de distribución de energía eléctrica sean inteligentes y no se necesite que las maniobras para la reposición del fluido eléctrico se las realice de forma manual lo cual en muchas ocasiones suele ser peligroso con esta solución el enfoque es reducir los tiempos de desconexión a los usuarios además de lograr ser una empresa que brinde un mejor servicio mejorando los índices de calidad del producto que ofrece.

Para lograr esta meta propuesta se necesita una red de comunicación propia y robusta que pueda mantenerse operativa perennemente puesto que las fallas del fluido eléctrico ocurren de manera inesperada y la red de comunicación debe estar activa para cuando esto suceda, se debe realizar una red en anillo de comunicación y realizar una correcta configuración de los switch para que en caso de falla por algún lado del nodo realicen la conmutación correcta con el fin de mantener siempre operativo los enlaces de red.

**Objetivo General.**

Analizar los métodos necesarios para establecer la Automatización en las redes de Distribución desde Centro de Control mediante un servidor scada para el mejoramiento de la calidad del servicio eléctrico.

**Objetivos específicos**

- Identificar los referentes teóricos relacionados con la topología de la red eléctrica, red LAN, dispositivos electrónicos y de comunicación que cuenta actualmente CNEL EP LOS RIOS.
- Diseñar la topología de la red de comunicación para los reconectores de media tensión, que serán utilizados para automatizar las redes eléctricas.
- Modelar los reconectores en una vista grafica al sistema Scada según su topología eléctrica y de comunicación.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Sistemas de información y comunicación, emprendimiento e innovación.

Este proyecto se realizará bajo unos análisis previos dados, buscando facilitar una adecuada manipulación de los datos con el uso del desarrollo tecnológico de la empresa.

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Redes y tecnologías inteligentes de software y hardware aplicado.

## MARCO CONCEPTUAL

### **CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP.**

El principal objetivo de la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP es manejar la distribución de electricidad y brindar el servicio de comercialización de energía eléctrica en el área concesión asignada. (CNEL, CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD, 2022).

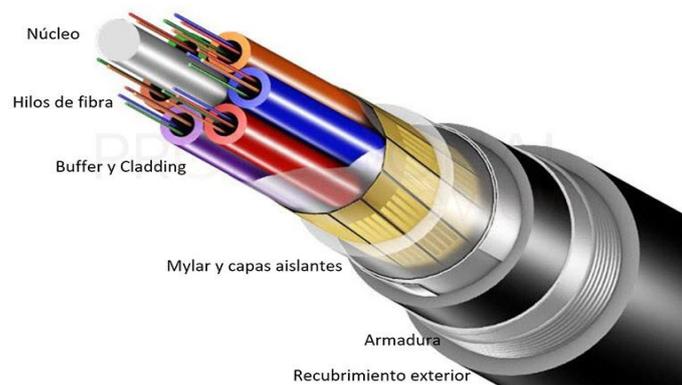
El análisis será dedicado para implementarlo en la dirección de distribución uno de los departamentos más importantes de la empresa debido a que incluye dentro de sus subprocesos al área de mantenimiento, construcciones, operaciones y alumbrado público.

El subproceso de mantenimiento de redes de distribución será el beneficiado con la puesta en marcha de la propuesta debido a que los equipos serian instalados en las redes de media tensión que son las que sufren las fallas o eventos no deseados.

El subproceso de operaciones sería el encargado de las configuraciones de protecciones, comunicaciones creación de lógicas condicionales para la correcta operación del automatismo, así mismo como la integración y modelado de la red en el HMI del SCADA.

### **Fibra óptica, que es y cómo funciona.**

La fibra óptica es un método de transmisión de datos mediante pulsos fotoeléctricos a través de un hilo de vidrio transparente u otro material plástico con la misma función. Estos cables pueden ser tan delgados como un cabello y son específicamente un medio para transmitir señales. Básicamente, a través de estos cables extremadamente delgados, se envía una señal óptica de un extremo al otro del cable. Esta luz puede ser producida por láser o diodo emisor de luz, y su uso más común es para transmitir datos a largas distancias, ya que este medio tiene mucho más ancho de banda que los cables metálicos, menor pérdida y mayor velocidad de transmisión. Otro aspecto muy importante a tener en cuenta es que las fibras ópticas no son sensibles a las interferencias electromagnéticas, por ejemplo, los cables de par trenzado se ven afectados en todos los casos y contribuyen a la necesidad de redundancia en todas las distancias. Es importante saber que las fibras ópticas no transmiten energía eléctrica, solo señales ópticas.



*Figura 1: Cable Fibra Óptica*  
 Autor: José Antonio Castillo

### **Tipos de fibra óptica**

Ya sabemos cómo funciona, pero aún no sabemos cómo viaja la luz dentro de estos cables. En este caso, es necesario distinguir entre fibra monomodo y fibra multimodo. En una fibra monomodo, un solo haz de luz viaja a través del medio. En el mejor de los casos, este rayo podrá alcanzar una distancia de 4000 metros sin el uso de un repetidor, y se usa un láser de una elevada intensidad para generar este rayo. Este plan es capaz de proporcionar hasta 10 Gbps por fibra. Por otro lado, en la fibra multimodo se pueden transmitir varias señales ópticas por un mismo cable, el cual es generado por LEDs de baja intensidad. Se utiliza para transmisiones de menor alcance, además de ser más económico y fácil de instalar.

### **Conclusiones y ventajas y desventajas de utilizar fibra óptica**

Sin duda, el futuro está claramente en la red de fibra óptica, núcleos de población relativamente pequeños cuentan con este tipo de conexión de alta velocidad, ya que es una de las principales ventajas. Además, dado que depende de la luz en lugar de la energía eléctrica, es completamente inmune a las interferencias y no genera nada. Al mismo tiempo, soporta muy bien los cambios de clima y temperatura y es muy ligero, al ser un elemento no metálico. Pero no todo está bien con las fibras ópticas, ya que una limitación es que el cable debe ser muy resistente y estar bien blindado para evitar que se rompa la fibra. Tampoco podemos transmitir electricidad, lo cual tiene sentido, por lo que cualquier cosa que necesite energía eléctrica debe tener una fuente de energía cerca. Cuando se trata de la instalación y conexión de cables de fibra óptica, es un proceso muy complejo y requiere una alta precisión de la señal para pasar de un cable a otro sin degradación de la señal. Los transceptores también son más caros y complejos y, en la mayoría de los casos,

se necesitan dispositivos que conviertan energía eléctrica en energía lumínica para llegar a nuestros hogares. (CASTILLO, 2019).

### Switch industriales

Los switches Industrial Layer 2 son dispositivos Ethernet manejables diseñados para funcionar de manera confiable en entornos industriales y de subestaciones con requisitos eléctricos y climáticos exigentes. Estos tipos de dispositivos pueden tener 24, 28, 32 y 48 puertos en configuraciones Fast Ethernet, Gigabit y 10 Gigabit, compatibles con funciones de software de Capa 2, como puertas de enlace, VLAN, multidifusión, QoS y bucle redundante rápido. Los conmutadores de capa 2 admiten la administración y la regulación mediante software de administración de red basado en consola, Telnet, Web y SNMP. En la actualidad, el producto se usa ampliamente en la automatización de sistemas de energía, redes de distribución de petróleo y gas y muchos otros sistemas de comunicación industrial. (ELECTRIC, ATA, 2019)



Figura 2: Switch Industrial  
Autor: ATA ELECTRIC

### Unidad terminal remota (RTU)

Un concentrador de datos o RTU es un equipo creado para el control y automatización de instalaciones. Tiene como objetivo gestionar los equipos físicos y a su vez comunicar con el sistema SCADA y son los equipos más utilizados para el telecontrol de instalaciones distribuidas, son llamadas concentrador de datos porque en dicho dispositivo se acogen todas las variables mecánicas, eléctricas, análogas o digitales que emiten los equipos en campo y luego son enviadas al sistema scada mediante un protocolo de integración normalmente MODBUS, DNP3 O IEC 61850.

Por ello, las RTUs han permitido un mejor y mayor telecontrol de las instalaciones distribuidas., en la gestión de infraestructuras principalmente se deben cumplir dos grandes requerimientos, la autonomía y la fiabilidad de los datos.

las RTUs se instalan principalmente en sitios distribuidos y/o desatendidos, implica que no hay operarios cualificados cerca cuando se produce un fallo o una avería. Por ello, los equipos deben poder seguir trabajando sea cual sea la problemática que se produzca, condiciones climáticas adversas, fallos de alimentación, fallos de comunicación, temblores, golpes, una RTU debe disponer del hardware y funcionalidades necesarias para que un problema del entorno no produzca un paro en las operaciones. (CAMPOS, 2019)



Figura 3: Componente del Sistema SCADA  
AUTOR: Fernando Campos

## Sistema Scada.

SCADA es el acrónimo en inglés de **Supervisory Control and Data Acquisition**, que traducido al castellano significa Control de Supervisión y Adquisición de Datos.

Por lo tanto, se refiere a un sistema que recopila datos de campo de múltiples sensores conectados a una estación base en una fábrica, fábrica u otra ubicación remota, y luego envía esos datos a una computadora central a través de un sistema de comunicación que los administra y controla. La estación maestra muestra los datos recibidos y también permite al operador efectuar labores de control a distancia. Los datos exactos en tiempo real ayudan a mejorar las operaciones de la industria y los procesos de producción.

Los sistemas de control de supervisión y adquisición de datos ayudan a administrar este complejo proceso industrial mientras mantienen la eficiencia y toman decisiones más inteligentes a través de técnicas de procesamiento de datos e informes de problemas. Todo esto se traduce en menores costos operativos en comparación con los sistemas no automatizados anteriores. El éxito de una eficaz aplicación del sistema SCADA tiene que ver con la implementación de tecnología comprobada y confiable, con una capacitación adecuada y completa de todo el personal en la operación del sistema.

### **Para qué sirve el SCADA**

En general, se utiliza el sistema SCADA para la automatización de procesos industriales complicados donde el control humano no es práctico y permite a las empresas industriales.

- Control de procesos industriales de manera local o remoto.
- Monitorear, extraer y procesar información en tiempo real
- Interacción continua con dispositivos como sensores, motores, dispositivos electrónicos, transformadores de los cuales se extraen sus señales análogas o digitales mediante el (HMI) interfaz hombre-máquina
- Guardar eventos en un archivo de registro

### **Donde se utiliza el SCADA**

Las industrias que manejan SCADA en sus operaciones cotidianas incluyen sistemas de agua potable y residuales, sistemas de distribución, transmisión y generación de energía, sistemas de petróleo y gas, plantas de fabricación, instalaciones de procesamiento de alimentos, acerías y las industrias químicas que también dependen en gran medida de SCADA. Los sistemas SCADA son una parte integral de muchas industrias. Sin embargo, debe actualizarse periódicamente para beneficiarse de las nuevas funciones ofertadas. El sistema utilizado de la mejor manera puede hacer que su producción sea más fiable y rentable. De hecho, los sistemas SCADA modernos pueden hacer más que recopilar datos y administrar dispositivos. Utilizan inteligencia artificial (IA) para analizar datos y tomar decisiones sin asistencia humana. Pueden operar en un entorno de nube, por lo que la supervisión y el control de SCADA se pueden realizar de forma remota mediante tabletas y teléfonos inteligentes.

### **Cómo funciona un sistema SCADA**

En general, la arquitectura de un sistema SCADA incluye cuatro niveles de funciones de producción. Las grandes unidades de producción, como las plantas de

energía nuclear y las refinerías, tienen sistemas de control y recopilación de datos complejos, y estos sistemas de control de monitoreo y adquisición de datos pueden tener diferentes niveles funcionales, a medida que el proceso de fabricación se vuelve más complejo.

### **Niveles Funcionales**

*El nivel funcional 0* incluye equipos de fábrica como sensores, controles, electrónica, válvulas y actuadores. Estas características pueden variar entre las aplicaciones.

*El nivel 1*, por otro lado, incluye módulos como un PLC (Controlador Lógico Programable) o RTU (Unidad Terminal Remota). Por lo tanto, este nivel contiene esencialmente procesadores electrónicos de recopilación de datos.

*El nivel 2* contiene computadoras que procesan la información de las unidades del nivel 1. Los datos se procesan y se presentan al supervisor para que el operador pueda tomar decisiones y pasar por alto si algo sale mal fuera de control.

*El nivel 3*, por otro lado, es el control del nivel de producción. Este nivel no controla directamente las operaciones de campo. Es otro nivel de monitoreo. Este grado también pone más énfasis en los objetivos.

El último nivel es el nivel 4, que es el nivel de planificación de la producción. En este nivel, los gerentes establecen programas de producción que tienen en cuenta muchos factores, como la demanda.

### **Componentes de un Sistema SCADA**

Un sistema SCADA básico consta de los siguientes componentes:

#### **1. Interfaz hombre-máquina (HMI)**

Es un dispositivo que permite al operador controlar los datos del proceso. Esto se logra mediante la vinculación de una base de datos y un software SCADA para proporcionar información de gestión, como planes detallados, datos de diagnóstico e información logística. Los operadores también pueden ver una representación gráfica de los equipos y datos ingresados.

#### **2. Sistema de supervisión**

El sistema actúa como un servidor de comunicación entre el interfaz hombre-máquina de las estaciones de trabajo de la sala de control y sus dispositivos, como PLC, RTU, sensores, etc. El SCADA más pequeño contiene una computadora que actúa como administrador o sistema host. Por otro lado, un SCADA grande contiene múltiples servidores, sitios de recuperación de datos y aplicaciones de software distribuidas.

### **3.Unidades terminales remotas (RTU)**

Son dispositivos electrónicos que están examinados por microprocesadores y se usan para transmitir los datos registrados a los sistemas de supervisión. También reciben datos del sistema maestro para controlar los objetos conectados.

### **4. Infraestructura de comunicaciones**

Por lo general, en los sistemas Scada se utiliza una mezcla de conexiones directas por cable enlace como también de forma lógica por medio de los switch o router, los protocolos de comunicación entre los dispositivos más utilizados para la implementación del sistema scada es el DNP.3, MODBUS, IEC61850, IEC 104.

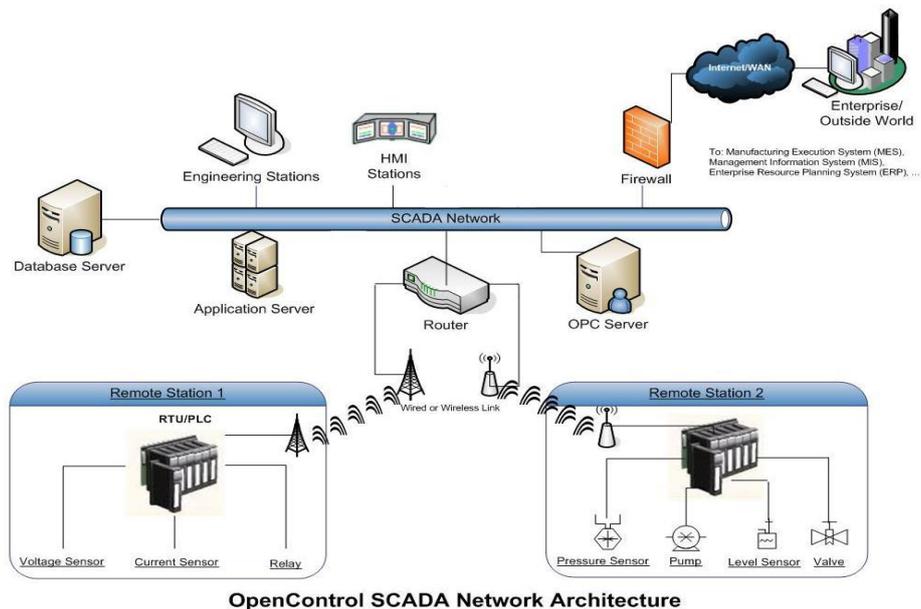
### **5. Programación SCADA**

La programación SCADA en HMI o estación maestra se utiliza para crear bloques, botones, esquemas o mapas que proporcionan información vital durante el proceso o el fallo de algún equipo.

La mayor cantidad de los sistemas de Control de Supervisión y Adquisición de Datos manejan interfaces estandarizadas en la programación.

#### **¿Por qué son importantes los sistemas SCADA?**

Permite a la empresa estudiar y predecir cuidadosamente la respuesta óptima a las condiciones medidas y predecir y automatizar estas respuestas en cualquier momento. Confíe en un control de máquina preciso para monitorear equipos y procesos que prácticamente elimina el error humano. Lo que es más importante, automatiza las labores de rutina y que consumen demasiado tiempo que antes realizaban los técnicos, lo que acrecienta aún más el rendimiento, optimiza la gestión en tiempo real de las fallas críticas de las máquinas y reduce los riesgos controlables para el medio ambiente. Además, se requiere un sistema SCADA para monitorear y controlar grandes movimientos geográficos que una empresa multinacional puede no tener suficiente mano de obra para realizar. Por lo tanto, la conectividad y operatividad confiable de estas áreas o ubicaciones es esencial para la rentabilidad.. (SICMA 21 , 2021)



*Figura 4: Arquitectura del Sistema SCADA*  
 Autor: Sicma 21

### Fallas de Corto Circuito

Un cortocircuito es un tipo de evento caracterizado por una corriente eléctrica muy grande en comparación con la corriente de funcionamiento normal del sistema. Esta clase de eventos se dan cuando un cable cargado eléctricamente cae al suelo o cuando dos cables se tocan estando energizados. Estos sucesos son ocasionados por un mal manejo del sistema por parte de terceros, accidentes de tránsito que hacen que las estructuras caigan al suelo, por animales que suben a las redes eléctricas o vegetación que entra en contacto con conductores energizados.

Muchos errores que ocurren en un sistema distribuido son transitorios. Un buen ejemplo de esto es la rama de un árbol que cae en el camino y hace que uno o más de ellos entren en contacto entre sí. Este es el breve tiempo que termina cuando el fuego devora la rama. Algunos otros daños son permanentes, por ejemplo, cuando uno o más cables se rompen y caen al suelo.

Los sistemas de distribución de energía eléctrica necesitan equipos de interrupción que detecten y aíslen fallas permanentes y fallas transitorias. Para controlar el tipo de fallas antes mencionadas existe un dispositivo ideal que se llama reconectador del cual se hablara en el siguiente párrafo . (CAMARRILLO, 2020)

## **Reconectores.**

El Reconector es un interruptor con reconexión automática, instalado normalmente en líneas de distribución. Es un equipo de protección que tiene la capacidad de detectar una sobrecorriente, interrumpirla y reconectar automáticamente para restablecer el servicio eléctrico. Posee un control que le posibilita realizar muchas reconexiones sucesivas, pudiendo, además, variar el intervalo y la secuencia de estas reconexiones, además de telecontrolarlo, es decir monitorearlo y operarlo de manera remota (ELECTRICIDAD, SECTOR, 2017).

El reconector es el elemento más importante de las Redes de Distribución dadas sus características avanzadas, las cuales integran en un único equipo las funcionalidades de Interrupción, Protección, Maniobra, Medición de Tensión en los 6 polos y medición de Corriente en las 3 fases lo que permite implementar múltiples funciones de protecciones de recierre, sobrecorriente, subtensión, sobretensión, detección de pérdidas de fase entre muchas otras, así como integración a sistemas SCADA e implementación de esquemas de automatismos. (ELECTRIC, ATA, 2019)



*Figura 5: Reconector y Tablero*  
Autor: ELECTRIC ATA

## **Automatización de redes de distribución**

la gestión operativa de las redes de distribución energía eléctrica es complicada debido a su extensión y topología. Las funciones de monitoreo, automatización y telegestión son primordiales para optimizar la confiabilidad de las redes, la programación de los trabajos, reducir las pérdidas, perfeccionar el mantenimiento y la planificación para la repotenciación y ampliación de las redes, responder de manera oportuna a incidencias y en definitiva mejorar la eficiencia y eficacia operativa.

Entre las soluciones actuales y futuras se consideran opciones y métodos para implantar la automatización de la distribución de energía eléctrica de acuerdo a diversas topologías y configuraciones de red.

Dentro de las normas de distribución, como elemento final establece los requerimientos de demanda con calidad, por lo que es necesario que los Sistemas Eléctricos de Distribución sean robustos, confiables y eficientes en el manejo de la energía.

En los desafíos de la automatización de redes de distribución, los comportamientos heterogéneos de estas se ven impactados en la calidad de servicio hacia los usuarios finales. La implementación de esquemas de automatización es difícil debido a la cantidad de equipos requeridos, así como la implementación de funciones y la reconfiguración de los alimentadores de las redes para abastecer la totalidad de la demanda desconectada. (FUTURO, ENERGIA Y, 2020).

### **Reconfiguración del alimentador para restauración del servicio.**

En la automatización de las redes eléctricas la función más importante es la restauración del servicio en el caso de que ocurra fallas en el alimentador. El principal objetivo de la reposición automática del servicio es la ejecución de una serie de operaciones entre los reconectores de enlace NA (normalmente abiertos) y los de seccionamiento NC (normalmente cerrados), las cuales permitan reponer el servicio lo más rápido posible y al máximo número de clientes luego de presentarse la falla en el alimentador. La restauración involucra realizar una transferencia de carga o interconexión entre las partes que no estén en falla del alimentador averiado hacia los alimentadores cercanos que funcionen de manera normal. (HENRIQUEZ, 2018)

### **Ventajas de la Automatización.**

La automatización a menudo, se orienta desde el punto de vista de un gasto y no desde la óptica de inversión versus beneficio. En estos casos se considera al sistema de automatización como otro elemento de la red para cumplir una función determinada como si se tratase de un mal necesario.

El objetivo de la automatización es el de considerar una serie de beneficios tangibles e intangibles; directos e indirectos, que van a dejar en claro que la automatización produce un beneficio a mediano y largo plazo.

Comenzando a enumerar los beneficios tangibles y directos, podemos decir que la inversión en automatización en el campo de la distribución, desde el momento de su implementación, produce beneficios en materia de:

- Reducción en los tiempos de intervención.
- Reducción en las horas hombre de asistencia.
- Reducción de los tiempos de indisponibilidad.
- Reducción de la energía no suministrada.
- Reducción de montos en las multas.

A lo antes enunciado debemos sumarle, aspectos no tangibles pero que en muchos de los casos son de real importancia, tales como:

- Aumento de la vida útil de las instalaciones y cuidado de los activos de la compañía.
- Mejora de la imagen empresarial.
- Mejora de las relaciones con la comunidad.
- Mejora en la operatividad de la empresa.
- Redistribución de tareas entre el personal, orientándolas a servicios para usuarios.
- Un mejor análisis del comportamiento de la red eléctrica.

Las fallas en los circuitos de distribución tienen un costo elevado no solo para los consumidores sino también para las Empresas y se manifiestan en aspectos tales como:

- Costo de mantenimiento.
- Reducción de la facturación.
- Multas.
- Costo social.
- Imagen de la Empresa Eléctrica.

La estadística mundial indica que el costo del KWH no distribuido es elevado y el costo del mantenimiento se debe principalmente a:

- Tiempo de localización de la falla.
- Personal de mantenimiento.

- Equipos de mantenimiento.
- Piezas de repuesto
- Tiempo del mantenimiento mismo.

Por ello, la automatización de sistemas es prácticamente necesaria y ha obtenido excelentes resultados en las empresas energéticas que la han implantado. Los aspectos anteriores deben tenerse en cuenta cuando se quiere implementar un proyecto de automatización, porque demuestran en cualquier caso que la inversión realizada se puede recuperar fácilmente en corto o mediano plazo. (REYES, 2015)

## MARCO METODOLOGICO

Para desarrollar los objetivos definidos en este trabajo, primero se realizará una investigación exploratoria, que brindará una visión general del campo de investigación que incluye la automatización de la distribución y los dispositivos dinámicos de protección utilizados en el sistema de distribución. Se realizará un estudio bibliográfico para estudiar a fondo todos los dispositivos automáticos de protección las características y aplicaciones de estos equipos, además de estudiar los protocolos que utilizan estos dispositivos para comunicarse, así como también los equipos de comunicaciones como switch, router, RTU y demás elementos. Es importante realizar una investigación cualitativa a través de entrevistas a los funcionarios de tecnología, scada y protecciones de CNEL LOS RIOS que son las áreas más importantes e involucradas en la realización del análisis, esto para obtener información que permita tener una mejor visión de cómo se maneja actualmente la automatización de las redes de distribución eléctrica.

Con la información obtenida del estudio exploratorio se propondrá un diseño gráfico para modelar la red de distribución en el HMI del scada y definir los puntos óptimos para la ubicación de los equipos automáticos de protección en los ramales principales del alimentador, puntos de transferencia de carga, y dispositivos a mitad de línea para el correcto restablecimiento de la energía eléctrica en caso de falla.

También se aplicará el método de investigación explicativa para evaluar el modelo propuesto y analizar los puntos óptimos de la ubicación de los dispositivos de comunicación y control del análisis presentado.

## RESULTADOS

De acuerdo a las metodologías utilizadas se obtuvieron resultados muy satisfactorios para el análisis para establecer la automatización en las redes de distribución eléctrica de CNEL LRS, dentro las investigaciones cualitativas mediante entrevistas a funcionarios de CNEL LOS RIOS y a docentes de la Universidad Técnica de Babahoyo se obtuvo información valiosa para desarrollar el presente tema.

Se logró definir los puntos más importantes donde estarán ubicados los equipos de apertura y cierre de circuitos eléctricos (reconectores), entre los alimentadores de distribución de la subestación Terminal Terrestre ubicada en la ciudad de Babahoyo en la avenida Juan Agnoletto y Vargas Machuca cerca al hospital del seguro de Babahoyo, la cual suministra de electricidad el 70% de la ciudad.

Dentro del análisis se considera realizar el circuito automatismo entre los alimentadores que se detallan a continuación:

**Alimentador Juan X Marcos**, suministra de energía eléctrica desde la subestación por la calle Juan X Marcos y sectores aledaños hasta la Avenida Camilo Ponce.

**Alimentador IESS**, suministra de energía eléctrica desde la subestación por la calle Vargas machuca y sectores aledaños hasta las calles Vargas machuca y Roldos.

**Alimentador By pass**, suministra de energía eléctrica desde la subestación por la calle Juan Agnoletto recorre el By Pass hasta la facultad de agronomía.

**Alimentador Mamey**, suministra de energía eléctrica desde la subestación por la ciudadela el mamey, avenida universitaria hasta el mercado “4 de mayo”.

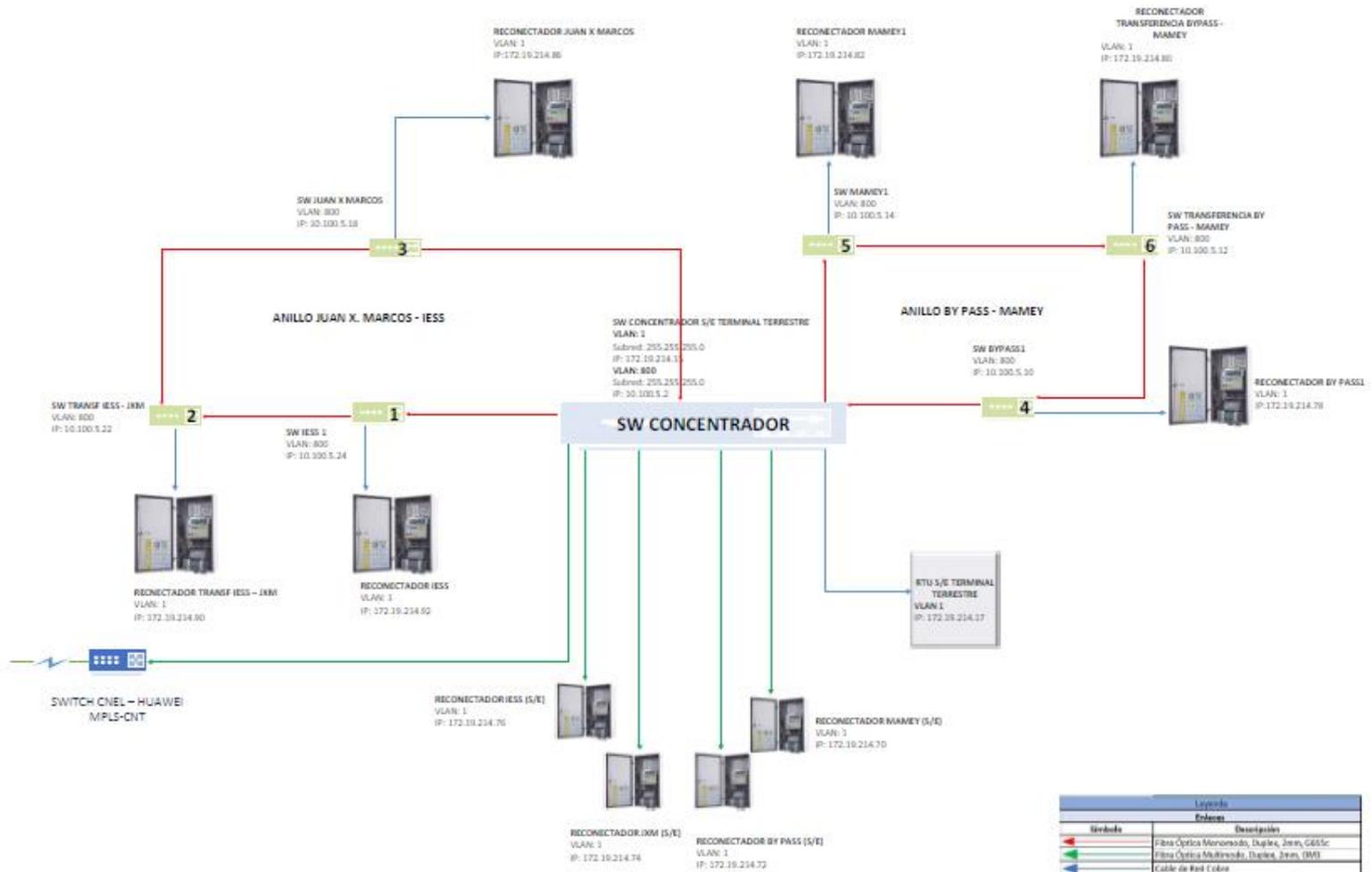
Dada esta pequeña reseña de cada alimentador y tomando en cuenta la topología de la red de media tensión se sostiene que se podrían realizar dos circuitos de automatismos: v

**Circuito de automatismo 1** Alimentador Juan X Marcos – Alimentador IESS.

**Circuito de automatismo 2** Alimentador By pass – Alimentador Mamey.

En el grafico que se presenta a continuación se detalla cómo sería la topología de la red de comunicación para los circuitos mencionados.

## TOPOLOGÍA DE COMUNICACIÓN AUTOMATISMO S/E TERMINAL TERRESTRE



*Figura 6: Topología de la Comunicación*  
 Autor: Julio Franco Delgado

Se debe instalar un switch concentrador industrial capa tres administrable de 24 puertos en el rack de la subestación Terminal terrestre para conectar los equipos involucrados en el automatismo, dicho switch estará conectado al switch principal de la subestación configurado con el segmento de red destinado por CNT.

De dicho dispositivo deberán salir 4 panch cord de fibra óptica multimodo para los re conectadores de cabecera ubicados en la subestación, los cuales están representados con la línea verde en el gráfico, además de un cable utp de cobre categoría 6 blindado para exteriores el cual conectara la RTU que es donde llegan todas las entradas digitales, analógicas y salidas digitales de los re conectadores.

También se deberá realizar un tendido de fibra óptica de 24 hilos anti tracking para comunicar todos los switch industriales que se encuentran en los postes donde están ubicados los re conectadores.

A continuación, se muestra un modelado de la red eléctrica en el scada con sus respectivos alimentadores, en el HMI presentado se muestran los diez reconectores involucrados en el automatismo de donde la persona encargada realizará la operación y monitoreo del sistema eléctrico, se deberá graficar las variables eléctricas más importantes y los reconectores de media tensión que son los que van a realizar las apertura y cierre automáticas en caso de fallas.

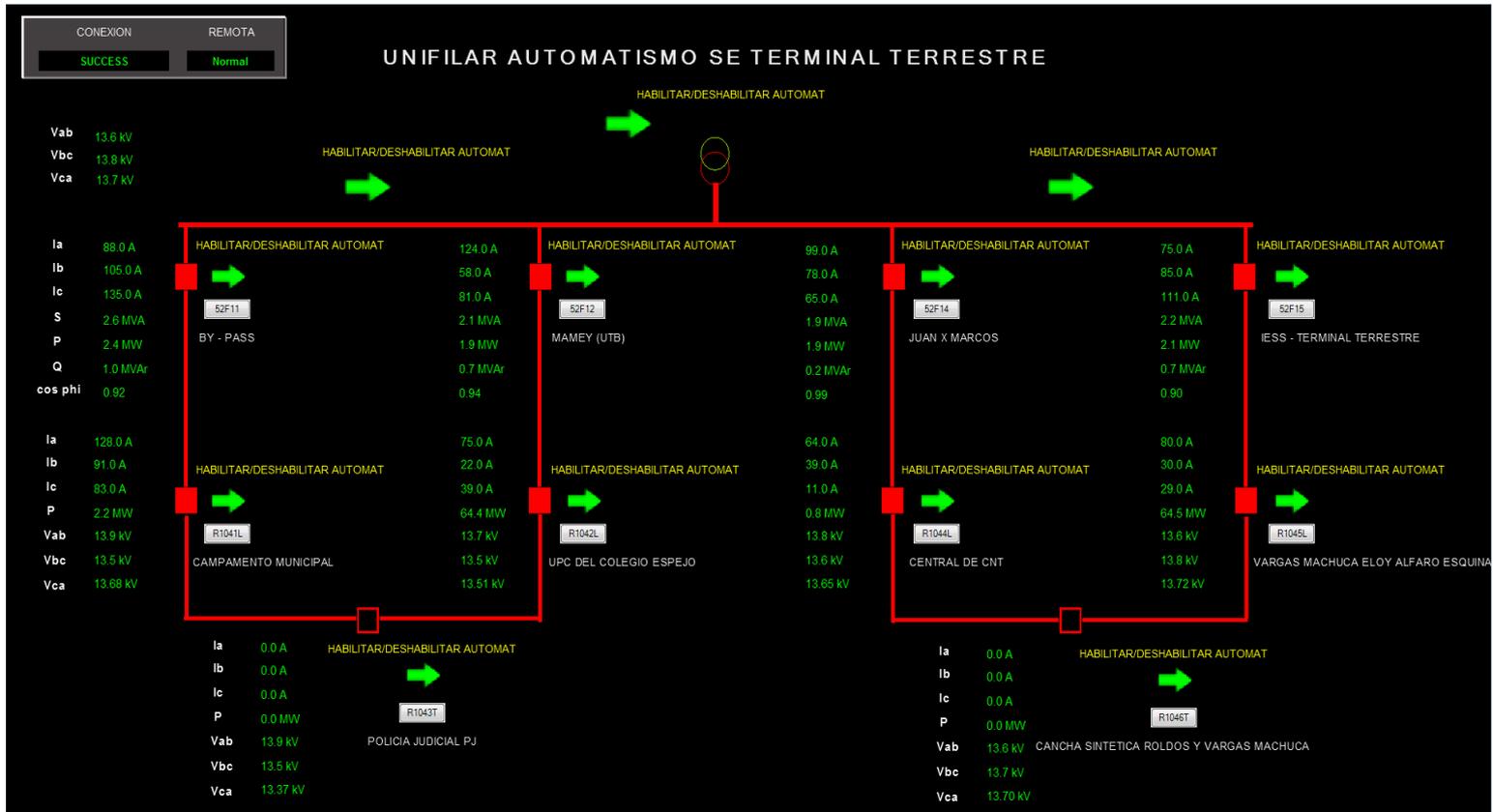


Figura 7: Unifilar del Sistema SCADA  
 Autor: Julio Franco Delgado

## DISCUSION DE RESULTADOS

Según el análisis realizado se explican las secciones dentro de la topología eléctrica de CNEL LRS en los cuales se ejecutará el restablecimiento automático en las redes de media tensión.

Se explica con ejemplos prácticos como se realiza la automatización, lo que sucede en el caso de existir cortocircuitos en las redes y las condiciones lógicas necesarias que se requieren para activar la automatización.

# BABAHOYO

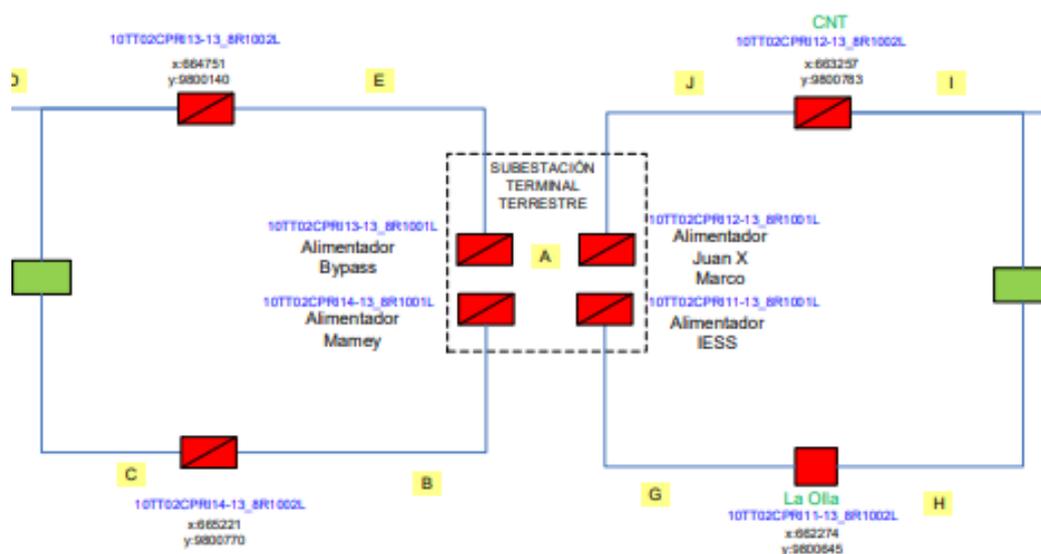


Figura 8: Condiciones Lógica del Sistema  
Autor: Julio Franco Delgado

Para este sistema tendremos una RTU instalada en la Subestación Babahoyo, que tomará los datos de los reconectores y relés de cabecera de la subestación Terminal Terrestre.

El sistema va ejecutar maniobras de recomposición para fallas en las secciones **B, E, G y J**. Para fallas en las secciones **A, C, F, H, I** no habrá maniobras de recomposición.

### Condiciones para Habilitación del Automatismo en Cada Equipo

El automatismo de RASD tomará en cuenta las siguientes condiciones de un determinado equipo para verificar si estará habilitado y disponible en la RTU, los equipos

involucrados en el automatismo deben cumplir todas las condiciones descritas a continuación:

### Condiciones

Comunicación con el equipo RTU ok.

Comunicación los alimentadores necesarios para hacer la verificación de carga antes de la transferencia ok.

Sin Etiqueta de Trabajo aplicada (Hot Line tag).

Verificación de sobrecarga en el alimentador de cabecera donde se transferirá la carga desconectada.

Relé en estado remoto

Recierre habilitado;

Sin protección de baja frecuencia alarmada (tomada desde los relés de cabecera);

Tener voltaje presente en las 3 fases en uno de los lados (no puede estar sin voltaje en los 2 lados), en el caso de los equipos de transferencia.

### Escenarios de fallas.

El lazo de automatismo deberá actuar cuando se presenten fallas en las Secciones **B, E, G o J** dichas fallas son detectadas por la actuación de la protección de sobrecorriente seguida de lockout de los equipos de cabecera que se encuentran en la sección **A**.

En los gráficos que se muestran a continuación se muestra los cuatro escenarios en los cuales debe actuar la reposición automática de los alimentadores.

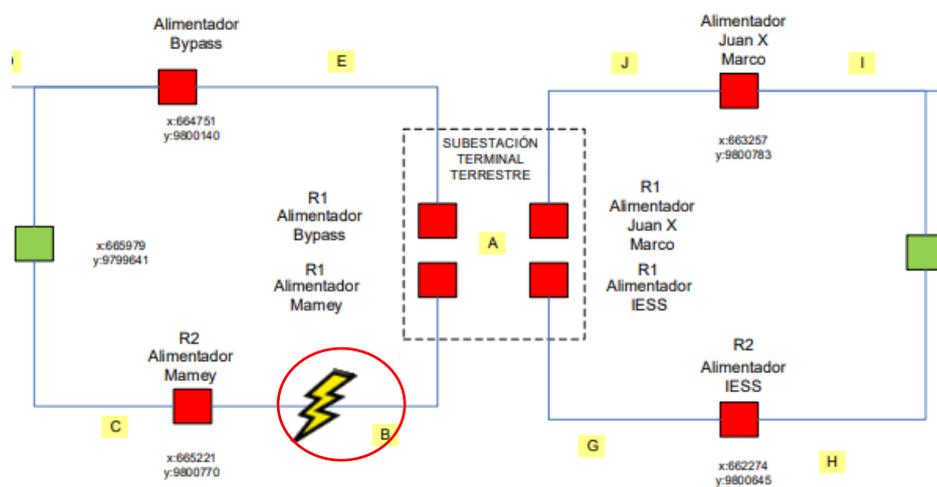


Figura 9: Pruebas de Corte de energía 1  
Autor: Julio Franco Delgado

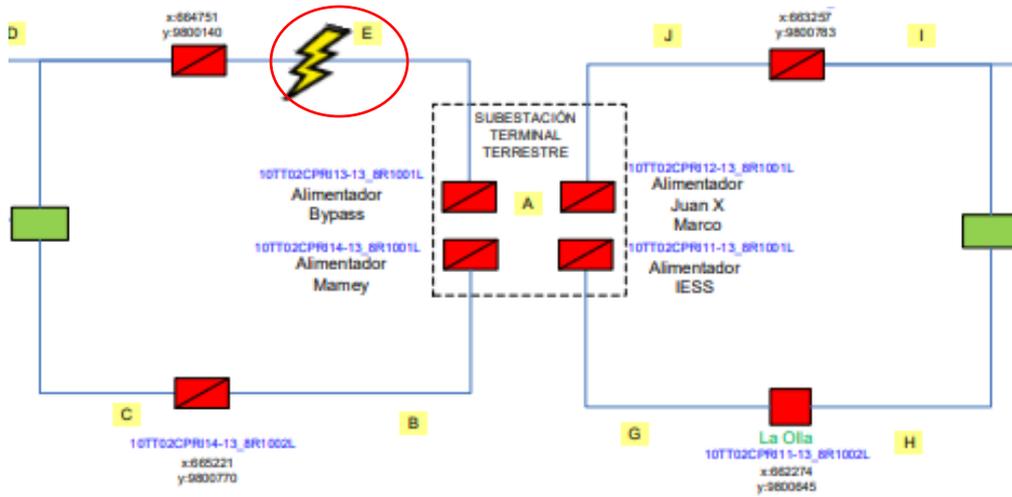


Figura 10: Pruebas Corte de energía 2  
 Autor: Julio Franco Delgado

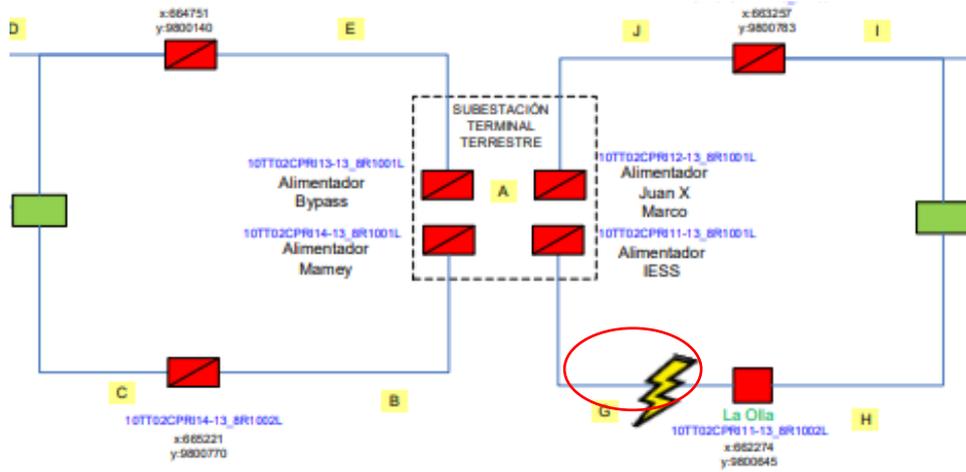


Figura 11: Pruebas Corte de energía 3  
 Autor: Julio Franco Delgado

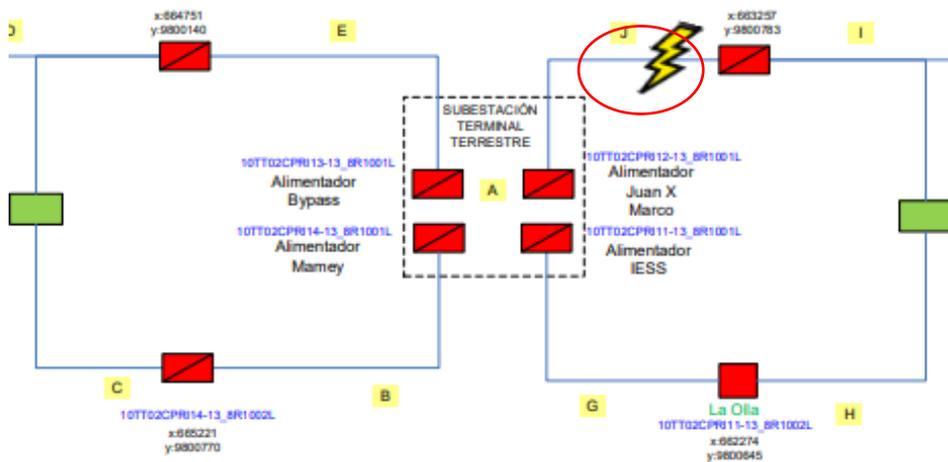


Figura 12: Pruebas Corte de energía 4  
 Autor: Julio Franco Delgado

Al momento de presentarse los cortocircuitos en las secciones descritas anteriormente, el sistema va a realizar los siguientes pasos para maniobra automática.

1. Detecta una actuación de la protección de sobrecorriente en los alimentadores Mamey, IESS, Juan X Marcos o Bypass seguido del estado de abierto del reconectador.
2. Verifica si habrá una sobrecarga en el alimentador al cual se le transferirá toda la carga excepto la sección con falla.
3. Se enviará un comando de apertura al primer reconectador a mitad de línea de la sección donde se encuentre la falla.
4. En caso de no haber sobrecarga para transferencia, envía un mando de cierre al reconectador Transferencia, para tomar parte de carga del alimentador fallado.
5. Concluida la maniobra, queda aislado el tramo donde se encuentre la falla.

## CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo se ha llegado a un conjunto de conclusiones consideradas de gran aporte para los cambios que experimentará la Red de 13.8 KV de CNEL LRS, fundamentalmente su sistema de comunicaciones y la unión de varios circuitos para la creación de lazos.

En la ejecución del análisis realizado para establecer la automatización en las redes de distribución de CNEL LOS RIOS se logró conocer y estudiar los equipos eléctricos y de comunicación que se deben utilizar para implementar el monitoreo y control remoto de la red de media tensión.

Se realizaron visitas en sitio con personal conocedor de las áreas donde se va a establecer el análisis, se recorrieron los cuatro alimentadores de media tensión en los cuales se realizó el estudio, El lugar más importante de las visitas técnicas realizadas fue a la subestación Terminal Terrestre que sería el lugar donde se colocaría el switch concentrador que sería el punto de conexión con el servidor scada mediante el switch principal de la subestación.

Se establecieron las topologías de las redes de fibra óptica que llegaran a cada uno de los reconectores instalados en los cuatro alimentadores involucrados en los lazos de automatismo.

Según la topología de la red eléctrica existente se realizó un bosquejo de diseño en el sistema scada que servirá para monitorear y controlar en tiempo real todos los equipos conectados.

Los tiempos de restablecimientos de los segmentos de circuitos no fallados, se restablecen en un tiempo máximo de 30 segundos, quedando pendiente el segmento fallado.

Con el automatismo se optimizan las maniobras realizadas a las redes de distribución dando cumplimiento a los criterios operativos, que deben cumplir los circuitos de distribución en cuanto a número de usuarios desconectados a lo que se le conoce como el índice de frecuencia y tiempo de desconexión (FMIK, TTIK)

Se incrementa la seguridad del personal de la empresa Distribuidora y de personas terceras al contar con un plan para el restablecimiento del suministro de energía mediante una contingencia.

## **RECOMENDACIONES**

Dar continuidad a este proyecto, con el objetivo de lograr la implementación de la automática en las redes de distribución primaria en CNEL LOS RIOS con el fin de mejorar los indicadores de índices de calidad del producto, mejorar la recaudación del servicio entregado y beneficiar a los usuarios.

En el caso de implementar este proyecto es recomendable crear un grupo humano de trabajo encargado netamente a las reparaciones de los equipos de comunicación, configuración de switch, fusión de fibra óptica en el caso de avería, cambios de cables utp, monitoreo y revisión constante de todos los dispositivos para mantener la confiabilidad del sistema.

También se recomienda utilizar baterías y respaldos de energía que tengan la capacidad suficiente para garantizar la disponibilidad de los equipos de comunicación.

## BIBLIOGRAFIAS

- CAMARRILLO, J. R. (09 de 09 de 2020). *DIELCO*. Obtenido de <https://www.dielco.co/articulos/usos-de-los-reconectores-alta-o-media-tension>
- CAMPOS, F. (15 de 10 de 2019). *INDUSTRIAL M2M*. Obtenido de <https://www.m2mlogitek.com/que-es-una-rtu/>
- CASTILLO, J. A. (15 de 02 de 2019). *PROFESIONAL REVIEW*. Obtenido de <https://www.profesionalreview.com/2019/02/15/fibra-optica-que-es/>
- CNEL, CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD. (2022). *CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP*. Obtenido de <https://www.cnelep.gob.ec/quienes-somos/>
- ELECTRIC, ATA. (2019). *ATA ELECTRIC*. Obtenido de <https://www.ataelectric.com/productos/reconector>
- ELECTRICIDAD, SECTOR. (03 de 12 de 2017). *SECTOR ELECTRICIDAD*. Obtenido de <https://www.sectorelectricidad.com/19183/reconectores/>
- FUTURO, ENERGIA Y. (06 de 11 de 2020). *ENERGIA Y FUTURO*. Obtenido de <https://energiayfuturo.com/automatizacion-de-redes-de-distribucion/>
- HENRIQUEZ, C. H. (2018). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15379/1/UPS-CT007565.pdf>
- REYES, P. (2015). *AUTOMATIZACION DE SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA*. Obtenido de <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3192/Pedro%20Reyez%20S%C3%A1nchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SICMA 21 . (28 de 05 de 2021). Obtenido de SICMA 21 : <https://www.sicma21.com/scada-que-es-y-como-funciona/>

## ANEXOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA  
DECANATO

Babahoyo, 14 de julio de 2022  
D-FAFI-UTB-0280-2022

Ing.  
Fernando Patricio Reyes Romero, MAE  
**ADMINISTRADOR DE CNEL EP EN LOS RÍOS**  
Ciudad. –

De mis consideraciones:

Reciba un cordial saludo por parte de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática de la Universidad Técnica de Babahoyo, donde formamos profesionales altamente capacitados en los campos de Tecnologías de la Información y de Administración, competentes, con principios y valores cuya práctica contribuye al desarrollo integral de la sociedad, es por ello que buscamos prestigiosas Empresas e Instituciones Públicas y Privadas en las cuales nuestros futuros profesionales tengan la oportunidad de afianzar sus conocimientos.

El Señor **FRANCO DELGADO JULIO CESAR**, con cédula de identidad No. 120557066-4, Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, matriculado en el proceso de titulación en el periodo Abril 2022 – Septiembre 2022, trabajo de titulación modalidad Caso de Estudio, previo a la obtención del grado académico profesional universitario de tercer nivel como **INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**, solicita por intermedio del Decanato de esta Facultad el debido permiso para realizar el Caso de Estudio en la institución de su digna administración, el cual titula: **ANÁLISIS PARA ESTABLECER LA AUTOMATIZACIÓN EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE CNEL LOS RÍOS**.

Del señor administrador,

Atentamente,

  
**Lcdo. Eduardo Galeas Guijarro, MAE.**  
DECANO



C/c: Archivo

Av. Universitaria Km 2 ½ via Montalvo. Teléfono (05) 2572024 e-mail: decanotofafi@utb.edu.ec	Elaborado por: Mercedes Soto Valencia	Revisado por: Lcdo. Eduardo Galeas Guijarro, MAE
---	--	---

Hoja de Ruta

Fecha y hora generación: 2022-07-18 16:49:57 (GMT-5)

Generado por: Julio César Franco Delgado

Información del Documento			
No. Documento:	CNEL-LRS-ADM-2022-0829-E	Doc. Referencia:	--
De:	Mae Eduardo Enrique Galeas Gujarro, - DECANO, FACULTAD ADMINISTRACION, FINANZAS E INFORMATICA DECANO UTB	Para:	Sr. Mgs. Fernando Patricio Reyes Romero, Administrador UN CNEL EP, Encargado - LRS, Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
Asunto:	2022-0829-E: Decano UTB, solicita permiso para realizar el Caso de Estudio Análisis para establecer la Automatización en las Redes de Distribución Eléctrica CNEL EP-UNLRS, el Estudiante Julio César Franco Delgado.	Descripción Anexos:	--
Fecha Documento:	2022-07-15 (GMT-5)	Fecha Registro:	2022-07-15 (GMT-5)

Ruta del documento						
Área	De	Fecha/Hora	Acción	Para	No. Días	Comentario
LRS - Operaciones	Jorge Juan Falconi Crow (CNEL)	2022-07-18 16:10:43 (GMT-5)	Informar	Julio Cesar Franco Delgado (CNEL)	3	Su atención.
Unidad de Negocio CNEL EP Los Rios	Jenny Giordana Prieto Cartagena (CNEL)	2022-07-15 15:44:54 (GMT-5)	Informar	Julio Cesar Franco Delgado (CNEL)	0	DD Ing JFalconiC: Autorizada petición conforme a lo dispuesto por el Sr. ADM UNLRS, Mgs. PReyesR, fin SP-Estudante UTB realice estudio de caso denominado Análisis para establecer la automatización en las redes de distribución eléctrica CNEL LOS RIOS. Tlgs. JFrancoD. pvc y coordinación respectiva
Unidad de Negocio CNEL EP Los Rios	Jenny Giordana Prieto Cartagena (CNEL)	2022-07-15 15:43:32 (GMT-5)	Informar	Jorge Juan Falconi Crow (CNEL)	0	DD Ing JFalconiC: Autorizada petición conforme a lo dispuesto por el Sr. ADM UNLRS, Mgs. PReyesR, fin SP-Estudante UTB realice estudio de caso denominado Análisis para establecer la automatización en las redes de distribución eléctrica CNEL LOS RIOS. Tlgs. JFrancoD. pvc y coordinación respectiva
Unidad de Negocio CNEL EP Los Rios	Jenny Giordana Prieto Cartagena (CNEL)	2022-07-15 15:43:04 (GMT-5)	Reasignar	Farley Zapata Posada (CNEL)	0	DD Ing JFalconiC: Autorizada petición conforme a lo dispuesto por el Sr. ADM UNLRS, Mgs. PReyesR, fin SP-Estudante UTB realice estudio de caso denominado Análisis para establecer la automatización en las redes de distribución eléctrica CNEL LOS RIOS. Tlgs. JFrancoD. pvc y coordinación respectiva
Unidad de Negocio CNEL EP Los Rios	Fernando Patricio Reyes Romero (CNEL)	2022-07-15 15:43:04 (GMT-5)	Reasignar	Jenny Giordana Prieto Cartagena (CNEL)	0	Documento tomado por Jenny Giordana Prieto Cartagena de la Bandeja de Documentos Recibidos de Fernando Patricio Reyes Romero.
Unidad de Negocio CNEL EP Los Rios	Emna Hipatia Mendoza Zambrano (CNEL)	2022-07-15 15:30:08 (GMT-5)	Envío Electrónico del Documento	Fernando Patricio Reyes Romero (CNEL)	0	
Unidad de Negocio CNEL EP Los Rios	Emna Hipatia Mendoza Zambrano (CNEL)	2022-07-15 15:30:08 (GMT-5)	Registro	Fernando Patricio Reyes Romero (CNEL)	0	ADM UNLRS: Remito para vuestro conocimiento y fines consiguientes.

  
**RECIBIDO**  
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHUAYO  
 SECRETARÍA FAFI  
 20/07/2022 16:49:57  
 FECHA: HORA:

Dirección: Av. 9 de Noviembre 202 y General Barona / Babahoyo - Ecuador  
 Teléfono: (03) 2750989 - www.cnel.gob.ec

\* Documento generado por Quipux