

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE ELECTRICIDAD



Tema:

ESQUEMA DE TRANSFERENCIA CON RECONECTADORES ENTRE LOS ALIMENTADORES

PRIMARIOS ALPACHACA NO.4 Y ALPACHACA NO.5 DE EMELNORTE S.A.

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico

Autor:

Moreno Aguirre Leiner Bruno

Director:

Segundo Hernán Pérez Cruz

Ibarra - 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003886288		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Moreno Aguirre Leiner Bruno		
DIRECCIÓN:	Vicente Rocafuerte y Obando Luna		
EMAIL:	lbmorenoa@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(062) 953938	TELÉFONO MÓVIL:	0958993159

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ESQUEMA DE TRANSFERENCIA CON RECONECTADORES ENTRE LOS ALIMENTADORES PRIMARIOS ALPACHACA NO.4 Y ALPACHACA NO.5 DE EMELNORTE S.A.
AUTOR (ES):	Moreno Aguirre Leiner Bruno
FECHA: DD/MM/AAAA	06 de junio del 2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Electrico
ASESOR /DIRECTOR:	Segundo Hernan Pérez Cruz

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de junio de 2024

EL AUTOR:

Moreno Aguirre Leiner Bruno
C.I, 1003886288



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Yo, Ing. Segundo Hernán Pérez Cruz MSc, en calidad de director del señor estudiante Leiner Bruno Moreno Aguirre, certifico que ha culminado con las normas establecidas en la elaboración del Trabajo de Integración Curricular en el tema: **“ESQUEMA DE TRANSFERENCIA CON RECONECTADORES ENTRE LOS ALIMENTADORES PRIMARIOS ALPACHACA NO.4 Y ALPACHACA NO.5 DE EMELNORTE S.A.”**.

Para la obtención del título de Ingeniería Eléctrica, aprobando la defensa, impresiones y empastado.

Ing. Segundo Hernán Pérez Cruz MSc
DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado lo dedicado a mis padres quienes me apoyaron en mis logros académicos y en mi formación como profesional enseñándome a encarar las adversidades y problemas que se tiene en la vida para siempre dar lo mejor de mí y superarme en la vida.

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco primeramente a Dios por darme la oportunidad de tener un título de tercer nivel.
- Al Ingeniero Ph.D. Segundo Hernán Pérez por guiarme e impartir sus conocimientos en este tema de estudio donde no habría podido culminar con éxitos sin la ayuda de ellos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
CAPÍTULO I	XVI
1.1 Problema de investigación	XVI
1.1.1. Planteamiento del problema.....	XVI
1.1.2. Formulación del problema	XVI
1.2 Objetivos	XVII
1.3 Alcance	XVII
1.4 Justificación	XVIII
CAPÍTULO II.....	19
2.1 Antecedes.....	19
2.2 Base teórica.....	20
2.2.1 Sistema eléctrico	20
2.2.1.1 Sistema de generación.....	21
2.2.1.2 Sistema de transmisión	21
2.2.1.3 Sistema de subtransmisión	21
2.2.1.4 Sistema de distribución	22
2.2.1.5 Subestaciones eléctricas.....	23
2.2.2 Topología de las redes de distribución.....	23
2.2.2.1 Alimentadores primarios tipo radial	23
2.2.2.2 Alimentador primario tipo anillo	24
2.2.2.3 Alimentador primario tipo malla	24
2.2.2.4 Clasificación de los alimentadores.....	25
VI	

2.2.3	Fallas en el sistema de distribución	26
2.2.3.1	Fallas transitorias	27
2.2.3.2	Fallas permanentes	27
2.2.3.3	Protección primaria.....	27
2.2.3.4	Protección de respaldo	27
2.2.4	Indicadores de servicio técnico en el sistema de distribución	28
2.2.4.1	Frecuencia media de interrupción.....	28
2.2.4.2	Tiempo total de interrupción.....	28
2.2.4.3	Límites de índices de servicio técnico	28
2.2.4.4	Otros indicadores	29
2.2.5	Reconectores	30
2.2.5.1	Loop automation	31
2.2.5.2	Criterios de transferencia de carga con reconectores	32
CAPÍTULO III.....		33
3.1	Enfoque y tipo de investigación:.....	33
3.2	Procedimiento	35
3.3	Materiales, equipos y software	40
CAPÍTULO IV.....		42
4.1	Resultados.....	42
4.2	Análisis	57
CONCLUSIONES.....		67
RECONENDACIONES		68
Referencias Bibliográficas		69

ANEXOS	74
Cronograma.....	84
Presupuesto	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Eléctrico [10]	21
Figura 2. Sistema de distribución, estructura de un sistema de distribución [13]	22
Figura 3. Subestación eléctrica pimampiro.....	23
Figura 4. Sistema radial-Topología tipo radial [3]	24
Figura 5. Sistema anillo- Topología tipo anillo [3]	24
Figura 6. Sistema malla- Topología tipo malla [3].....	25
Figura 7. Tipos de alimentadores [16].....	26
Figura 8. Indicadores SAIFI [21].....	29
Figura 9. Indicadores SAIDI [21].....	29
Figura 10. Indicador CAIFI [22]	30
Figura 11. Indicador CAIDI [22]	30
Figura 12. Reconector trifásico Schneider serie U	31
Figura 13. Loop automation ACRs Reconector Tie, Mit point, Feeder [25]	32
Figura 14. Subestación Alpachaca [28]	33
Figura 15.- Diagrama unifilar de la subestación Alpachaca [29]	34
Figura 16. Zonas de ubicación de los Reconectores Mit Point, Tie [32].....	38
Figura 17. Índices de servicio técnico acumulado del año 2022	42
Figura 18. Parámetros del alimentador Alpachaca No.4 en el software CYMDIST, en la condición del día.....	44
Figura 19. Parámetros del alimentador Alpachaca No.5 en el software CYMDIST, en la condición del día.....	44

Figura 20. Parámetros del alimentador Alpachaca No.4 en el software CYMDIST, en la condición de la noche.....	45
Figura 21. Parámetros del alimentador Alpachaca No.5 en el software CYMDIST, en la condición de la noche.....	45
Figura 22. Distribución de carga del alimentador Alpachaca No.4 en el software CIMDIST	46
Figura 23. Opción de límites de tensión en la ventana de flujo de carga en el software CYMDIST.....	46
Figura 24. Caso 1 falla en el alimentador Alpachaca No.5 condición en el día	48
Figura 25. Casos 2 falla en el alimentador Alpachaca No.4 condición en el día	49
Figura 26. Caso 3 falla en un intervalo del alimentador Alpachaca No.5 condición en el día....	50
Figura 27. Caso 4 falla en el intervalo del alimentador Alpachaca No.4 condición en el día.....	51
Figura 28. Aumento de conductor del alimentador Alpachaca No.5.....	55
Figura 29. Aumento de conductor del alimentador Alpachaca No.4.....	55
Figura 30. Ubicación de los capacitores en el software CYMDIST	56
Figura 31. Alimentador Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en condiciones iniciales en el día.	57
Figura 32. Alimentador Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en condiciones iniciales en la noche	57
Figura 33. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición del día, falla en el alimentador Alpachaca No.4.....	58
Figura 34. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición del día, falla en el alimentador Alpachaca No.5.....	58
Figura 35. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición del día, transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4	59

Figura 36. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición del día, transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5	59
Figura 37. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición en la noche, falla en el alimentador Alpachaca No.4	60
Figura 38. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición en la noche, falla en el alimentador Alpachaca No.5	60
Figura 39. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición de la noche, transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4	61
Figura 40. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición de la noche, transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5	61
Figura 41. Perfil de voltaje condición inicial en el día, alimentador Alpachaca No.4	62
Figura 42. Perfil de voltaje condición inicial en la noche del alimentador Alpachaca No.4.....	62
Figura 43. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico condición en el día, falla en el alimentador Alpachaca No.4.....	63
Figura 44. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico condición en el día, falla en el alimentador Alpachaca No.5.....	63
Figura 45. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico condición en el día, transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4	64
Figura 46. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico condición en el día, transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5	64
Figura 47. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico estudiado condición en la noche, falla en el alimentador Alpachaca No.4	65

Figura 48. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico estudiado condición en la noche, falla en el alimentador Alpachaca No.5 65

Figura 49. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico estudiado condición en la noche, transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4 66

Figura 50. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico estudiado condición en la noche, transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5 66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	29
Tabla 2.	36
Tabla 3.	37
Tabla 4.	37
Tabla 5.	38
Tabla 6.	40
Tabla 7.	41
Tabla 8.	41
Tabla 9.	41
Tabla 10.	41
Tabla 11.	43
Tabla 12.	47
Tabla 13.	48
Tabla 14.	49
Tabla 15.	50
Tabla 16.	51
Tabla 17.	52
Tabla 18.	52
Tabla 19.	53
Tabla 20.	53
Tabla 21.	54
Tabla 22.	56

Resumen

Los índices de servicio técnico de la empresa EMELNORTE S.A. en el año 2021 tuvieron en tiempo total de interrupción (TTIK) 2.035 horas, en frecuencia media de interrupción (FMIK) 4.9312 interrupciones estos datos son concernientes al alimentador Alpachaca No.4, mientras que en el alimentador Alpachaca No.5 el indicador TTIK obtuvo 14.6764 horas y el indicador FMIK 8.881 interrupciones por lo que el alimentador Alpachaca No.5 sobrepasa los valores permitidos por la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR), perjudicando de forma directa a los usuarios que realizan diferentes actividades económicas, domésticas y también a la empresa distribuidora de energía eléctrica por las multas generadas, en base a los datos de índices de servicio técnico del año 2022 determinamos la demanda máxima de los alimentadores e ingresamos los datos al software CYMDIST donde realizamos la distribución de carga y la ubicación de los reconectores automáticos, donde como resultado obtuvimos el aumento de confiabilidad del sistema de distribución en caso de fallas por lo que en conclusión la ubicación de reconectores y transferencia de carga mejora la cargabilidad de los alimentadores, para lo que realizar un esquema de transferencia automática con reconectores entre los alimentadores primarios Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 disminuirá los índices de interrupción en el servicio eléctrico, mediante la utilización de un software especializado.

Palabras claves

Índices de servicio técnico eléctrico

Distribución de carga eléctrica

Transferencia de carga con reconectores

Fallas en el sistema de distribución

Flujos de carga eléctrica

Abstract

The technical service indexes of the company EMELNORTE S.A. in 2021 show there was a total interruption time (TTIK) of 2,035 hours, in average frequency of interruption (FMIK) 4.9312 interruptions. These data concern the feeder Alpachaca No.4, while in the Alpachaca No.5 feeder the TTIK indicator obtained 14.6764 hours and the FMIK indicator 8.881 interruptions, So the feeder Alpachaca No.5 exceeds the values allowed by the Regulation and Control Agency of Energy and Non-Renewable Natural Resources (ARCERNNR). In this way, directly harming users who carry out different economic, domestic and also to the electricity distribution company itself for the fines generated; Based on the data of technical service indices for the year 2022 we determine the maximum demand for the feeders and enter the data into the CYMDIST software where we perform the load distribution and the location of automatic reclosers, where as a result, we obtained an increase in the reliability of the distribution system in case of failures, So in conclusion the location of reclosers and load transfer improves the load ability of the feeders. Therefore, making a scheme of automatic transfer with reclosers between primary feeders Alpachaca No.4 and Alpachaca No.5 will reduce the interruption rates in the electrical service, by using specialized software.

Keywords:

Electrical technical service indexes

Electrical charge distribution

Load transfer with reclosers

Failures in the distribution system

Electrical charge flows

CAPÍTULO I

Introducción

1.1 Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

EmelNorte es una empresa de distribución de energía eléctrica que aumenta pausadamente su servicio de distribución haciendo que disminuya la confiabilidad y seguridad de su sistema de distribución. Según la Regulación Nro. ARCERNNR - 002/20 que hace referencia a la calidad del servicio de distribución y la comercialización de energía eléctrica, alineado a los objetivos estratégicos del Ministerio de Energía y Minas (MEM) indican que los indicadores globales en alta densidad no deben sobrepasar 7.0 veces el número de interrupciones (frecuencia media de interrupción FMIK) y en el tiempo total de interrupción (TTIK) a 10.0 horas por lo cual si se sobrepasa estos valores se generaran multas a la empresa encargada de la distribución de energía eléctrica . Con la información obtenida de los indicadores de calidad de la empresa EmelNorte en el año 2021 el alimentador Alpachaca No.4 en tiempo total de interrupción (TTIK) consta de 2.035 horas, en frecuencia media de interrupción (FMIK) tiene 4.9312 veces el número de interrupciones, mientras que en el alimentador Alpachaca No.5 el tiempo total de interrupción (TTIK) es de 14.6764 horas y en la frecuencia media de interrupción (FMIK) comprende a 8.881 veces el número de interrupciones por lo que el alimentador No.5 sobrepasa los valores permitidos por la (ARCERNNR - 002/20, 2020), perjudicando de forma directa a los usuarios que realizan diferentes actividades económicas, domésticas. Los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 de 13.8 kV se ubican en la provincia de Imbabura, no obstante, el alimentador Alpachaca No.5 presenta indicadores de interrupción elevados, afectando así a ese sector alejado llevando al incremento de tiempo de llegada al grupo de mantenimiento de EmelNorte, dando al aumento de los indicadores de calidad eléctrica.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo reducir los índices de calidad con un esquema de transferencia en los alimentadores primarios Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5?

1.2 Objetivos

Objetivo General

Realizar un esquema de transferencia con reconectores entre los alimentadores primarios Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 de EmelNorte, para la disminución de los índices de interrupción en el servicio eléctrico, mediante la utilización de un software especializado en transferencia de carga e integración de reconectores.

Objetivos Específicos

1. Describir el funcionamiento e indicadores de calidad del servicio eléctrico que intervienen en los alimentadores.
2. Analizar las condiciones actuales de la calidad del servicio eléctrico con la transferencia de carga de los alimentadores, para la instalación de reconectores en puntos estratégicos con un software especializado.
3. Realizar el esquema de transferencia de carga para el mejoramiento de los índices FMIK, TTIK respecto a las condiciones iniciales de los alimentadores Alpachaca No.4 y No.5.

1.3 Alcance

Se describirá de forma teórica e ilustrativa los parámetros de operación de los sistemas de distribución como sus características, tipos de operación, indicadores de servicio técnico (IST) y el funcionamiento de los reconectores en los alimentadores. Se analizarán las condiciones de funcionamiento de los 2 años anteriores en los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 de la empresa EmelNorte con la finalidad de obtener información de la transferencia de carga suministrada, algunos parámetros e indicadores de interrupción que se pretende determinar en el comportamiento de la red basándose en los TTIK, FMIK pasados con los cual se puede evaluar el desempeño de su sistema de distribución que ayudarán en la toma de decisiones necesarias en la incorporación de reconectores.

Con la información analizada de las condiciones de funcionamiento pasadas se simulará la distribución carga, la transferencia de carga del alimentador Alpachaca No.5 al No.4, el estudio de coordinación de protecciones, análisis de corto circuito tomando en cuenta que el equipo encargado de dichos estudios en EmelNorte es el Departamento Planificación y Distribución, donde la mayoría de sus estudios de análisis y coordinación de protecciones se los efectúa en el programa CYME International T&D Inc.

Se realizará el esquema de transferencia de carga con el análisis de sus flujos de carga obtenidos del programa de simulación CYME mejorando los parámetros e indicadores del alimentador Alpachaca No.5 y alimentador Alpachaca No.4 de la Empresa eléctrica EmelNorte.

1.4 Justificación

Los alimentadores primarios son parte fundamental de un sistema de distribución eléctrico, debido a que son los encargados de transmitir la energía eléctrica de la subestación a los usuarios por lo que las interrupciones eléctricas aumentan los parámetros e indicadores de interrupciones disminuyendo la confiabilidad y seguridad del servicio. La propuesta de un esquema de transferencia con reconectores podrá ayudar a observar de mejor manera a los alimentadores primarios Alpachaca No.4 y No.5 en las mejores condiciones de funcionamiento como los cortes del servicio eléctrico, el mantenimiento de la subestación y las fallas ocasionadas en las líneas. Los reconectores son elementos beneficiosos para un sistema de distribución por que pueden restablecer automáticamente o remota la energía, también puede apagar la energía eléctrica en caso de problemas extinguiendo el arco eléctrico que se pueda ocasionar. La distancia de localización de los alimentadores primarios es lejana por lo que la localización de los reconectores en los alimentadores es provechoso no solamente para los indicadores de interrupción, sino que económicamente también lo es debido al mantenimiento y transporte que genera para la empresa EmelNorte el trasladarse a realizar la re-energización del sistema de distribución de los alimentadores.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Este capítulo conceptualiza los antecedentes y los fundamentos teóricos que permitirán desarrollar de manera adecuada la presente investigación. Por lo cual, se definirá ciertos conceptos relacionados con los alimentadores primarios, fallas en el sistema de distribución, reconectores automáticos indicadores de servicio técnicos según la Regulación ARCERNNR 02-2020.

2.1 Antecedes

Con los años el requerimiento del suministro eléctrico se ha incrementado debido al aumento de la población donde solo hace 12 años “en Ibarra se tenía 181.175 personas, en el 2010 había 98.235 personas con servicio eléctrico público y 2.851 sin el servicio eléctrico público” [1]. Un análisis del tiempo total de interrupción (TTIK), frecuencia media de interrupción (FMIK) en los alimentadores primarios Alpachaca No.4, alimentador Alpachaca No.5 en su actual de funcionamiento y a futuro es beneficioso para el conocimiento de aplicaciones y alternativas a implementar en el mejoramiento de la calidad energética de los alimentadores. Los sistemas de distribución “son los encargados de entregar energía a los usuarios de un sistema eléctrico, garantizando criterios de calidad, confiabilidad y continuidad al menor costo posible.” [2].

Las configuraciones más comunes de las redes de distribución “corresponden a topologías radiales, anillo y malla ” [3] debido a que la calidad del servicio de un sistema eléctrico puede cuantificarse a través de diversos parámetros “como continuidad del servicio, fluctuaciones de tensión, contenido armónico de las formas de onda de tensión y de corriente, y variaciones de frecuencia.” [4], por lo que la topología de anillo y malla para la transferencia de carga aumentan el mejoramiento del servicio.

“Entre el 80-95 % del total de las fallas son de naturaleza transitoria” [5], donde la utilización de reconectores es beneficiosa en las líneas de los alimentadores primarios, no solo por la calidad, sino por el ahorro de tiempo debido a la distancia de los alimentadores son alejados donde no son solo beneficios del servicio de calidad sino de mantenimiento y personal.

El reconector “es un dispositivo de protección capaz de detectar una sobre corriente, interrumpirla y reconectar automáticamente para re-energizar la línea” [6] donde es

necesario la implementación de “seccionadores en carga y otro equipamiento de maniobra, permite mejorar las capacidades operativas y la eficiencia operativa de las redes de distribución”[5] benefician al correcto funcionamiento del equipo y protege a daños al reconectador aumentando su vida útil de funcionamiento.

Para la localización de los reconectores en un alimentador primario, es indispensable un análisis de la demanda de funcionamiento actual que “garantice el mejor beneficio posible en la operación de la red, el máximo beneficio económico y el cumplimiento de estándares regulatorios”, [7] en la que se encuentra brindando el servicio por causa de fallas e interrupciones eléctricas existentes.

El Departamento de planificación y distribución tiene su propia filosofía de coordinación de protecciones eléctricas y la mayoría de sus estudios de análisis y coordinación los realiza en los programas CYME, con los que se puede ayudar a la realización de “Las funciones de análisis de flujo de potencia, cortocircuito y la optimización de la configuración eléctrica pueden ejecutarse en sistemas de distribución equilibrados o desequilibrados.” [8].

2.2 Base teórica

2.2.1 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico de potencia comprende de varios dispositivos y elementos indispensables en el recorrido de la energía eléctrica como la generación, transmisión, subtransmisión y distribución de la energía eléctrica donde la función primordial es el transporte de la electricidad obtenida de la central generadora hacia los usuarios en hogares y empresas industriales o también llamados los usuarios finales. [9]

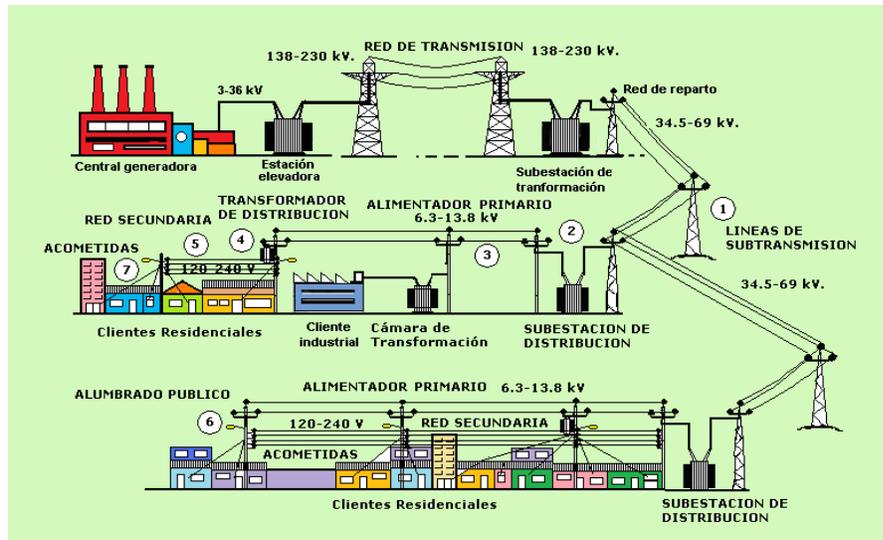


Figura 1. Sistema Eléctrico [10]

2.2.1.1 Sistema de generación

Los generadores eléctricos suministran energía a bajos voltajes entre 3 a 36 kV, voltajes superiores no son aconsejables por las dificultades que se presentan en determinar materiales que protejan su aislamiento; un sistema de generación consiste en un campo magnético giratorio el cual induce un voltaje en las bobinas del estator, la fuente de energía que hace girar la turbina puede ser una caída de agua, un motor de combustión interna, vapor de agua, viento, fusión nuclear entre otras así como también la energía solar en paneles.

2.2.1.2 Sistema de transmisión

El sistema de transmisión comprende de infraestructuras y componentes encargados de transportar la energía eléctrica desde la central de generación hasta el sistema de subtransmisión con el objetivo de garantizar la entrega eficiente y confiable de la energía con las menores pérdidas a grandes distancias, conformado por torres de alta tensión, líneas de transmisión, elementos de soporte y subestaciones de transformación que se encuentran a un voltaje de 138KV, 230KV, hasta 500KV en el Ecuador. [11].

2.2.1.3 Sistema de subtransmisión

Los sistemas de subtransmisión eléctrica son una parte crucial de las redes eléctricas de alta tensión que transportan la electricidad situada en el sistema de transmisión principal hasta el sistema de distribución local con el objetivo de transportar grandes cantidades de

energía, pero a distancias cortas con el aumento de la tensión eléctrica y reducción de corriente para minimizar las pérdidas de energía durante la subtransmisión. [12]

Estas líneas están compuestas por conductores eléctricos de alta capacidad, torres y aislamientos, suelen operar a tensiones que oscilan entre los 34.5 kV y los 69 kV a medida que la electricidad se acerca a las áreas de distribución, la tensión se reduce aún más a través de subestaciones de transformación, para que pueda ser utilizada de manera segura por los consumidores.

2.2.1.4 Sistema de distribución

El sistema de distribución es el encargado de suministrar la energía eléctrica desde la subestación de distribución a los usuarios finales domiciliarios o industriales comprendiendo las líneas primarias o también llamados alimentadores primarios de 6.3 KV, 13.8 KV, 22 KV, transformadores de distribución, las líneas secundarias de distribución a un nivel de voltaje de 240/120 V con transformadores monofásicos y 220/127 V en transformadores trifásicos, a continuación están las acometidas, medidores y finalmente el alumbrado público.

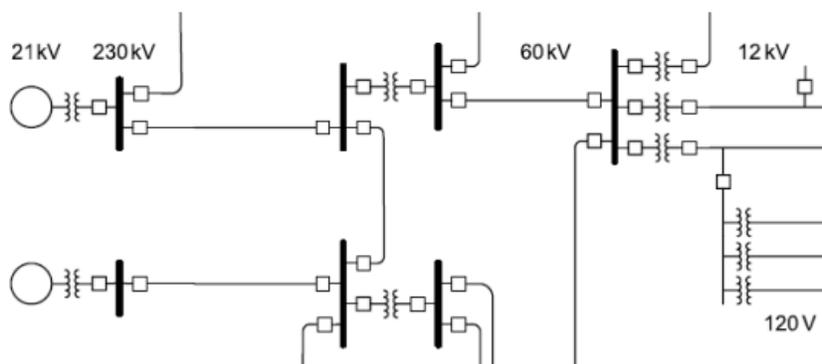


Figura 2. Sistema de distribución, estructura de un sistema de distribución [13]

La estructura de un alimentador primario de distribución está formada por:

Troncal. - Es la red trifásica de mayor capacidad de conducción eléctrica, que se origina en la subestación de distribución y se extiende a lo largo de una zona de servicio.

Derivación Primaria. - Es la red que se deriva de la troncal

Derivación Secundaria. - Esta es la red que se deriva de una derivación primaria

Derivación Terciaria. - Es la red que se deriva de la red secundaria

2.2.1.5 Subestaciones eléctricas

Las subestaciones eléctricas son instalaciones destinadas a recibir la potencia en un nivel de voltaje y establecer los niveles adecuados para la distribución de la energía eléctrica según las necesidades de la red, su equipo principal es el transformador de potencia que es el encargado de transferir la misma potencia y la frecuencia a niveles diferentes de voltaje. [14].

Los principales aparatos o elementos en una subestación eléctrica son los cables aéreos, torres de AT, aisladores, interruptores automáticos y seccionadores, transformadores de potencia, transformadores de corriente, pararrayos, banco de condensadores, bobinas de bloqueo, auto válvulas, sistemas de medición, control, protección y comunicaciones.



Figura 3. Subestación eléctrica pimampiro

2.2.2 Topología de las redes de distribución

Un sistema de distribución puede ser aéreo o subterráneo dependiendo del nivel de confiabilidad o seguridad que se requiera tratar al abastecer los puntos de consumo, las redes más comunes en la empresa EMELNORTE son las redes aéreas por sus bajos costos y fácil mantenimiento. Por su topología estas pueden ser radiales, anillo y malla.

2.2.2.1 Alimentadores primarios tipo radial

El sistema radial parte de la subestación y se extiende hacia un solo flujo de energía, este sistema se alimenta por un único punto desde la subestación de distribución hacia la carga, se emplean estas por su bajo costo y fácil mantenimiento [15].

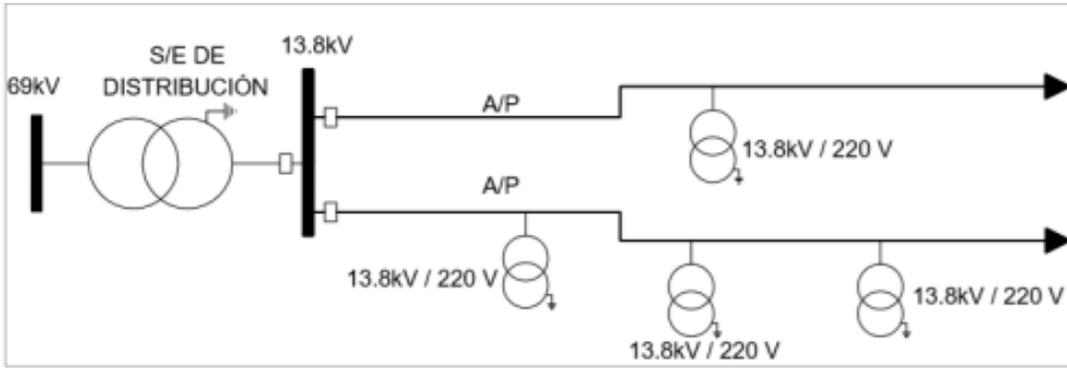


Figura 4. Sistema radial-Topología tipo radial [3]

2.2.2.2 Alimentador primario tipo anillo

El sistema tipo anillo es un sistema cerrado de varias trayectorias, desde la subestación de distribución hacia la carga regresando a la subestación lo que provoca una alimentación del área a abastecer por dos trayectorias diferentes, pero con la misma subestación [15].

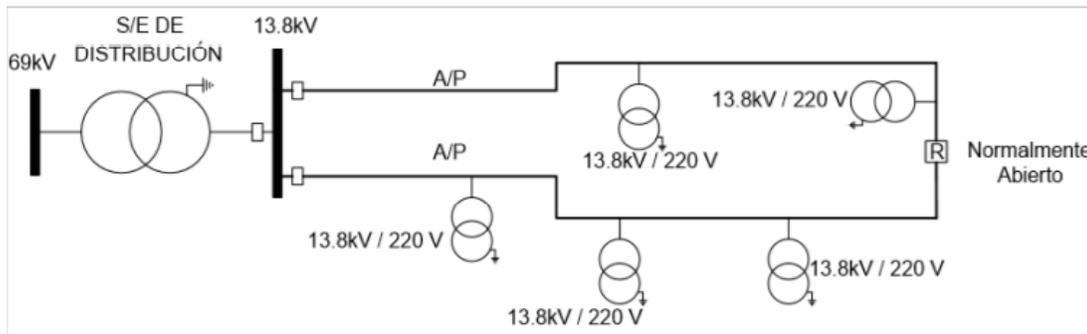


Figura 5. Sistema anillo- Topología tipo anillo [3]

2.2.2.3 Alimentador primario tipo malla

El sistema tipo malla está conectada entre sí misma, el consumidor tiene servicio desde dos direcciones con distintas subestaciones por lo cual de esta manera se provee de mayor confiabilidad al servicio eléctrico por lo cual su costo es más elevado que los otros sistemas.

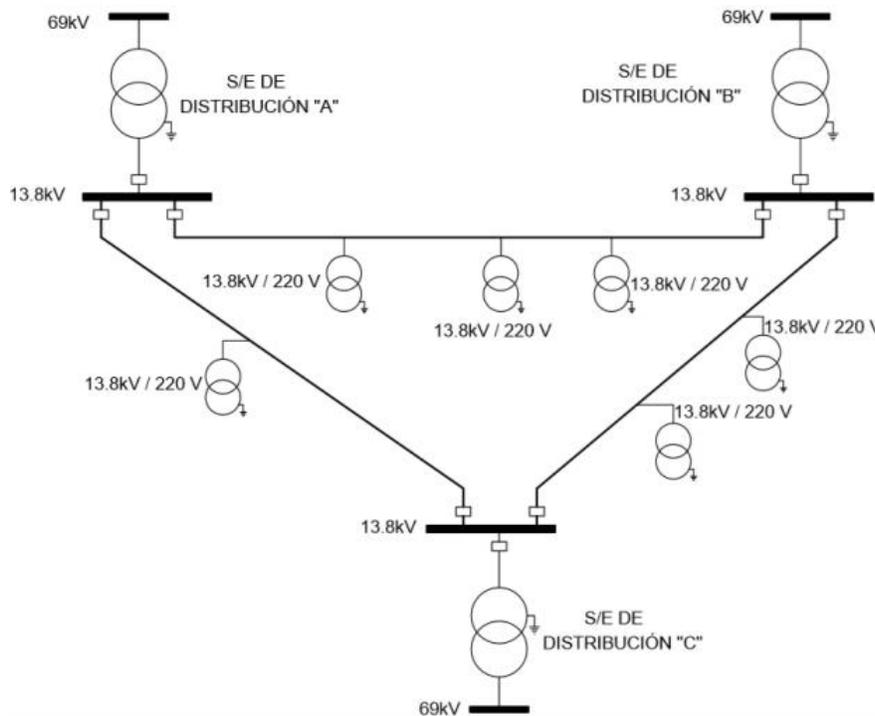


Figura 6. Sistema malla- Topología tipo malla [3]

2.2.2.4 Clasificación de los alimentadores

Los alimentadores son clasificados en alta densidad y de baja densidad como se menciona a continuación.

Los alimentadores de alta densidad son considerados los alimentadores que tienen una carga nominal instalada que está distribuida por kilómetros de línea mayor a 50 KVA por lo que son utilizados en zonas urbanas, porque los abonados se encuentran más cerca de los alimentadores [15].

En cambio, los alimentadores de baja densidad tienen una carga nominal instalada por kilómetro de línea menor o igual a 50 KVA son usados en zonas rurales o en zonas de baja carga como es la zona del campo donde el consumo es más lejano y no están sobrecargados como en las ciudades [15].

La determinación del tipo de alimentador se realiza a los siguientes parámetros

$$TA = \frac{KVA_{insj}}{km_j}$$

Figura 7. Tipos de alimentadores [16]

donde tenemos que:

TA = Tipo de alimentador

KVA_{insj} = Potencia total instalada de los transformadores

km_j = Sumatoria de la longitud de la línea del alimentador

Las empresas encargadas de la distribución de la energía eléctrica realizan anualmente actualizaciones de los tipos de alimentadores en su sistema, previo a la evaluación de los indicadores de servicio técnico

2.2.3 Fallas en el sistema de distribución

Según [17]“Al momento de producirse fallas en las líneas de transmisión, las formas de onda de voltaje y corriente se distorsionan”, debido a que es una condición de cortocircuito que impide la operación de uno o más equipos del sistema eléctrico, los equipos de protección aíslan las avería y evitan el daño de los equipos”.

Aún los sistemas eléctricos mejor diseñados ocasionalmente experimentan corrientes eléctricas anormales como cortocircuitos, sobrecarga, que produce fallas en equipos y componentes; así como también condiciones climáticas adversas que producen la apertura de un interruptor o seccionador, error de operación de un interruptor o seccionador por lo que el objetivo principal es aislar la menor carga posible y restaurar la energía eléctrica en el menor tiempo.

El sistema de distribución aéreos tiene fallas monofásicas estas son las más comunes y se producen entre el 60% y 70% de ocurrencia, las fallas bifásicas son del 30% y las fallas trifásicas son del 5% las cuales no son muy comunes en el sistema eléctrico donde pueden ser fallas transitorias o fallas permanentes.

2.2.3.1 Fallas transitorias

Son fallas momentáneas o de corta duración (milisegundos) en donde los elementos de protección bien diseñados la detectan, pero no deben operar debido a su rápido despeje haciendo que la carga no sea afectada con des-energizaciones. [18]

Las fallas transitorias son ocasionadas por las descargas atmosféricas, contacto de corta duración de conductores producida por balanceo de ellos mismos, arrimo momentáneo de animales, apoyo momentáneo de ramas de árboles en los conductores etc.

2.2.3.2 Fallas permanentes

Las fallas permanentes son las que interrumpen el paso de la energía eléctrica haciendo que operen los equipos de protección como interruptores o seccionadores hasta que esta sea reparada por los grupos de mantenimiento. [19]

Son ocasionadas por daño en crucetas, choques vehiculares en los postes, animales en contacto con los conductores, ruptura de los conductores por ramas de árboles estas son las más comunes por lo que los conductores se encuentran expuestos a la intemperie.

2.2.3.3 Protección primaria

La protección primaria es la defensa o seguridad primordial del sistema eléctrico encargada en operar cada vez que se detecte una falla, previniendo amenazas o peligros que afecte el flujo de la energía eléctrica; según [9] “Es posible que para un elemento del sistema de potencia se tengan varios dispositivos de protección primaria”.

Cubren zonas extensas conformadas por uno o más elementos del sistema de potencia, tales como máquinas eléctricas, líneas y barras en donde no necesariamente se encuentran instaladas a lado del dispositivo sino también en zonas adyacentes conectadas a la red.

2.2.3.4 Protección de respaldo

Esta protección es la encargada de resguardar la protección primaria en caso de no cumplir con sus funciones de asilar las fallas o anomalías presentes en el sistema de distribución, dependiendo de la ubicación se tiene, respaldo local la cual se ubica en la misma subestación de la protección primaria y la de respaldo remoto ubicado en una subestación diferente con la misma finalidad de proteger.

Las protecciones de respaldo tienen un elemento de detección que puede ser o no similar al usado por el sistema de protección primaria, pero que también incluye un circuito de tiempo diferido que hace lenta la operación del relevador y permite el tiempo necesario para que la protección primaria opere primero.

2.2.4 Indicadores de servicio técnico en el sistema de distribución

Las empresas distribuidoras de energía eléctrica del Ecuador están obligadas a cumplir con la normativa que permita mantener un buen servicio de distribución eléctrica regidos por la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables ARCERNNR y los lineamientos que establezca el ente rector Ministerio de Energía y Minas (MEM). [20]

“Para el cálculo de los índices e indicadores de calidad de servicio técnico, se considerarán todas las interrupciones con duración mayor a tres (3) minutos, incluyendo todas las interrupciones internas y externas, programadas y no programadas” [16].

2.2.4.1 Frecuencia media de interrupción

Frecuencia media de interrupción (FMIK), el cual representa el promedio de veces que cada KVA nominal instalado sufrió una interrupción de servicio, durante el periodo de control (mensual o anual).

2.2.4.2 Tiempo total de interrupción

Tiempo total de interrupción (TTIK), el cual representa el tiempo promedio, expresado en horas, en cada KVA nominal instalado estuvo fuera de servicio, durante el periodo de control (mensual o anual).

2.2.4.3 Límites de índices de servicio técnico

En la siguiente tabla se describe los límites admisibles para un periodo de evaluación de doce (12) meses continuos del año calendario (enero a diciembre) de interrupción en los alimentadores según la Regulación.

Tabla 1.

Indicadores de servicio técnico [16]

ÍNDICES	RED	ALIMENTADOR	
		ALTA DENSIDAD	BAJA DENSIDAD
FMIK	6.0	7.0	9.5
TTIK	8.0	10.0	16.5

2.2.4.4 Otros indicadores

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index): Este indicador determina la frecuencia promedio de las interrupciones percibidas por un abonado que se encuentra conectado al sistema de distribución eléctrica durante un periodo específico.

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{N}$$

Figura 8. Indicadores SAIFI [21]

Donde:

u_i : número de usuarios afectados en cada interrupción

n : número de interrupciones del periodo

N : número de usuarios del sistema eléctrico

SAIDI (System Average Interruption Duration Index): Es la encargada de medir la duración promedio de las interrupciones en el suministro eléctrico que percibe el abonado en un período específico y se mide en minutos u horas.

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \times u_i}{N}$$

Figura 9. Indicadores SAIDI [21]

Donde:

t_i : duración de cada interrupción

u_i : número de usuarios afectados en cada interrupción

n : número de interrupciones del periodo

N : número de usuarios del sistema eléctrico

CAIFI (Customer Average Interruption Duration Index): Indica la frecuencia promedio por cliente afectado.

$$\text{CAIFI: } \frac{\text{NUMERO TOTAL DE INTERUPCIONES}}{\text{NUMERO DE CLIENTES EN EL SISTEMA}}$$

Figura 10. Indicador CAIFI [22]

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index): Nos indica el tiempo de duración promedio de las interrupciones por abonado afectado, también se puede determinar la relación de indicadores SAIDI y SAIFI.

$$\text{CAIDI: } \frac{\text{NUMERO TOTAL DE INTERUPCIONES a los clientes}}{\text{NUMERO TOTAL DE CLIENTES INTERRUMPIDOS}}$$

Figura 11. Indicador CAIDI [22]

2.2.5 Reconectores

Los reconectores son equipos de interrupción, los cuales son capaces de censar corrientes de cortocircuito e interrumpir la falla, además de poder iniciar por sí mismos un ciclo de recierre basado en los ajustes y condiciones de bloqueo estipuladas [23].

Estos equipos son capaces de monitorear múltiples variables en el sistema como corriente de fase, corriente residual, voltaje fase tierra, corriente secuencia positiva, voltaje secuencia positiva, ángulo de fase entre voltaje y corriente residual, energía monofásica y trifásica total entre otros más [24].



Figura 12. Reconectador trifásico Schneider serie U

Los reconectores normalmente cerrados “RNC” son los que nos ayudan a definir las zonas que pueden ser aisladas en caso de falla teniendo la disposición de detectar e interrumpir la falla sea permanente o temporal [7].

Los reconectores normalmente abiertos “RNA” son dispositivos que tienen como objetivo la restauración del servicio a través de la transferencia de carga automática [7].

2.2.5.1 Loop automation

Esta es una función de los reconectores automáticos que nos permite configurar a los equipos de una manera particular dependiendo de las necesidades en el sistema, el cual reconfigura una red para devolver el suministro de energía a secciones libres de falla en el menor tiempo posible y al momento de la reparación de la falla los equipos vuelven a su operación inicial. [25]

Para esto, cada reconector tiene que ser configurado como un tipo particular, dependiendo de su posición en la red, a continuación, se presenta las diferentes maneras o estados a los que se puede poner en funcionamiento un reconector: [26]

- Feeder recloser

Este reconector está configurado como “RNC” con la ubicación más cercana a la fuente de alimentación o a la subestación.

- Tie recloser

Esta configuración en el dispositivo se utiliza en el punto donde se requiere realizar la transferencia o unión de los alimentadores, este debe ser configurado como “RNA”.

- Mit poin

Este dispositivo se lo ubica entre Tie recloser y los Feeder recloser, esto en función de la cantidad de carga que se desea transferir.

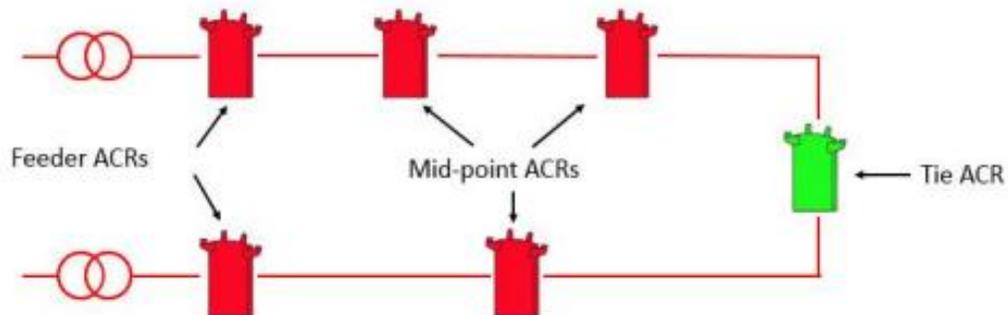


Figura 13. Loop automation ACRs Reconectador Tie, Mit point, Feeder [25]

2.2.5.2 Criterios de transferencia de carga con reconectores

Los criterios de transferencia de carga con reconectores pueden variar dependiendo del sistema eléctrico y las políticas de operación de cada empresa o entidad responsable de la distribución eléctrica, deben estar enmarcados en aspectos como: niveles de voltaje, corriente, capacidad del alimentador, capacidad de la subestación y disponibilidad de los alimentadores [27].

- La transferencia de carga se realizará entre dos o más alimentadores preferiblemente de distintas fuentes de alimentación.
- En los alimentadores se debe tener un punto de conexión, de preferencia un enlace entre las troncales de cada alimentador.
- Se toma en cuenta a los alimentadores con los indicadores de servicio técnico más altos

CAPÍTULO III

Materiales y métodos

El presente capítulo alcanzó como objetivo la descripción del lugar en el cual se efectuó el estudio, la metodología empleada, el proceso y análisis aplicado para el aumento de confiabilidad de la calidad de servicio técnico de los alimentadores Alpachaca No.4 (M4) y Alpachaca No.5 (M5) de la empresa EMELNORTE S.A. y los materiales manejados en el presente trabajo de titulación.

3.1 Enfoque y tipo de investigación:

Enfoque:

El presente trabajo de titulación se desarrolló en la subestación Alpachaca alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 concerniente a la Zona II de la empresa eléctrica EMELNORTE S.A. ubicada en la ciudad de Ibarra provincia Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Alpachaca en la Avenida Monseñor Leónidas Proaño y calle 15 de diciembre, actualmente se encuentra conectado un transformador de potencia de 20 MVA, con la capacidad de instalación de un segundo transformador, el nivel de voltaje es de 69 / 13,8 kV; y sus alimentadores cubren la zona de la cuenca del río Mira y parte del valle del Chota.



Figura 14. Subestación Alpachaca [28]

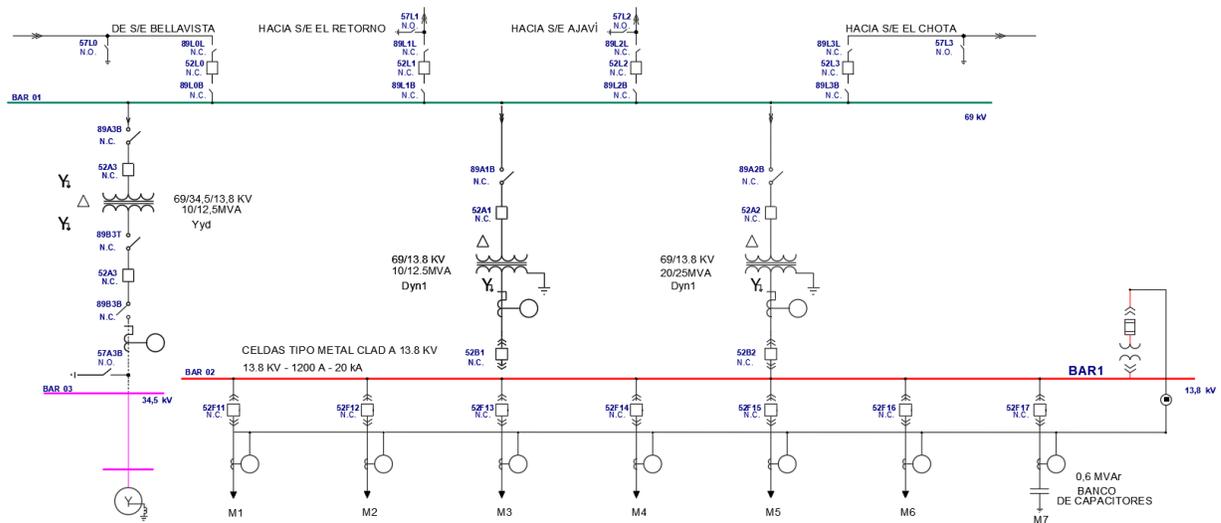


Figura 15.- Diagrama unifilar de la subestación Alpacacha [29]

Tipos de investigación:

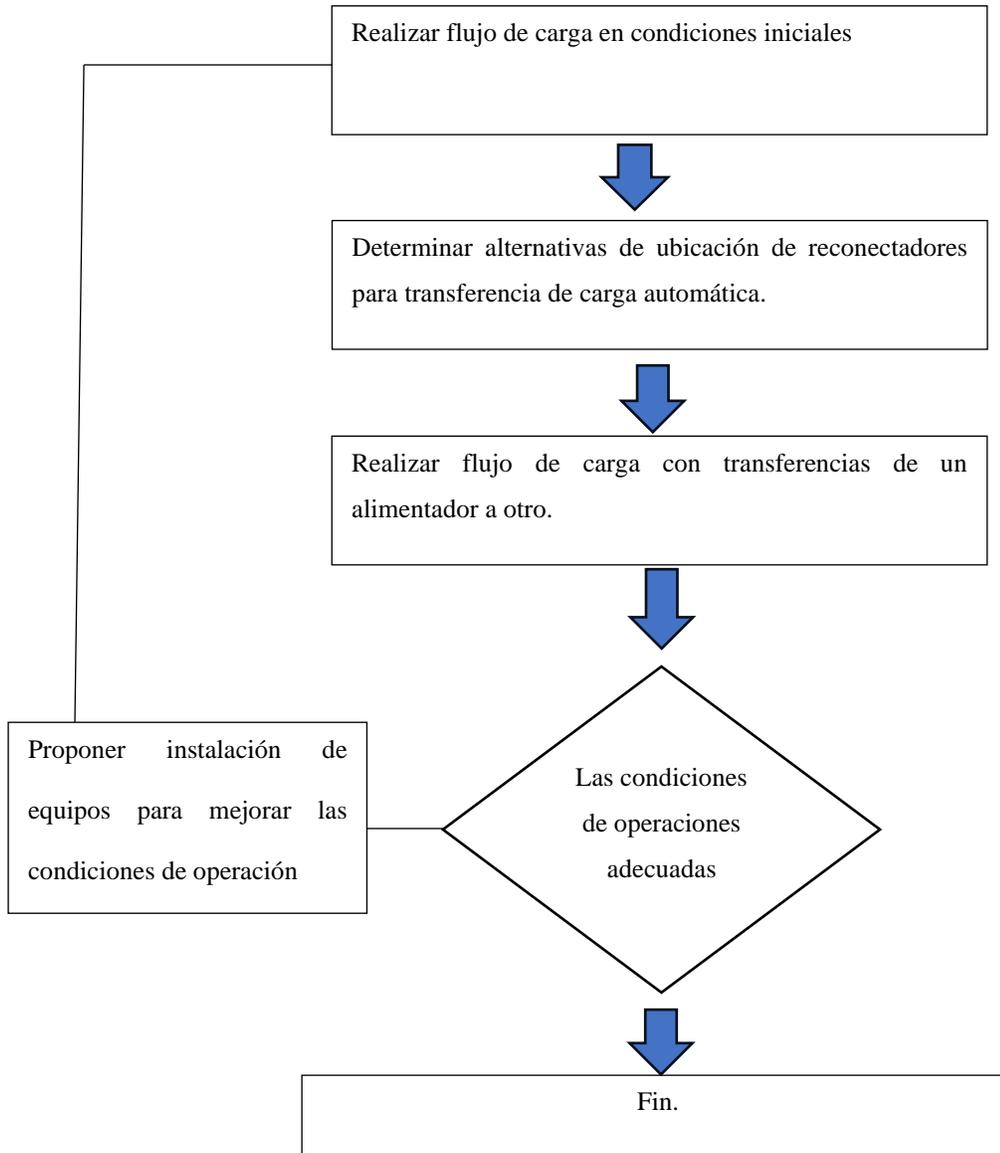
El desarrollo del presente estudio comprende de varios tipos de investigación necesarios para su desarrollo como se presenta a continuación; Principalmente se empleó el método documental en varias fuentes bibliográficas con el objetivo de obtener información destaca para el tema de estudio, recopilación de información de los planos y de mediciones de cada uno de los alimentadores, los cuales permitieron determinar las condiciones de operación iniciales de la subestación y de los alimentadores primarios

Posteriormente se necesitó del método analítico donde a través del análisis técnico de la información proporcionada por EMELNORTE se establece condiciones de ubicación de reconectores, modos de operación, para determinar las mejores condiciones de operación luego de una transferencia automática de carga, mediante modelación de la red que permiten determinar la factibilidad de realizar estas transferencias

Finalmente se empleó el método inductivo debido a que se requiere un proceso de razonamiento que requiere de modelaciones de redes eléctricas que permiten observar la operación del sistema eléctrico luego de aplicar modificaciones en las redes de distribución para determinar condiciones óptimas de transferencias de carga

3.2 Procedimiento

En el desarrollo del estudio se mantuvo una serie de procedimientos los cuales fueron apropiados para el análisis de los índices de servicio técnico, la ubicación de los reconectores automáticos y la transferencia de carga de un alimentador a otro, en lo que se toma en cuenta a continuación.



El presente estudio tiene como primer punto la recopilación de los documentos concernientes a los índices de servicio técnico acumulados del año 2022 de la empresa eléctrica EMELNORTE S.A, el análisis de los indicadores FMIK y TTIK acumulados en todo un año corrido tuvieron como objetivo el análisis de las condiciones de confiabilidad de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5, mediante el estado de sus índices de interrupción que pueden generar multas a la empresa distribuidora de energía eléctrica cuando se cumpla la prórroga de plazo para su aplicación.

Tabla 2.

Indicadores de servicio técnico FMIK-TTIK acumulado del año 2022 [30]

ALIMENTADORES	FMIK	TTIK
Alm. Alpachaca No.4	0,3873	1,7045
Alm. Alpachaca No.5	7,9671	16,7183

En la tabla 2 se obtuvo los índices de interrupción de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5, donde el alimentador No.4 se encontró por debajo de los valores establecidos por la Regulación No. -ARCERNNR-002_20, la frecuencia media de interrupción tiene 0,3873 veces, el tiempo total de interrupción es de 1,70 horas por lo que este alimentador cumple con los límites máximos que establece la Regulación.

Por lo contrario, los indicadores de servicio técnico del alimentador Alpachaca No.5 en frecuencia media de interrupción tiene 7,9 veces, el tiempo total de interrupción es de 16,71 horas, por lo que este no cumple con lo que indica la Regulación No. ARCERNNR-002_20 causando multas a la empresa distribuidora.

Después de analizar los índices de servicio técnico (IST), se tomó en cuenta las condiciones más críticas de operación de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5, considerando que el primer alimentador se encuentra conectado a la planta fotovoltaica Gran Solar con una capacidad de alrededor de 3 [MW]; se realizó el análisis en dos períodos de operación; el primero de 06:00 am a 18:00 pm horas, período en el cual la planta fotovoltaica genera energía eléctrica y el segundo período de 18:00 pm a 06:00 am, instante en el que no hay generación debido al aporte de potencia de esta planta fotovoltaica.

La planta fotovoltaica solar tiende a entregar energía eléctrica en el día y en la noche a recibir debido a su consumo de auxiliares, por lo que realizamos la suma de la potencia de la

generadora con la del alimentador esto con la finalidad de obtener la potencia coincidente que demanda el alimentador y para esto se deben tener los registros con los mismos intervalos de tiempo y la misma unidad de medida para proceder a la suma de las potencias de los alimentadores y la planta fotovoltaica, obteniendo los horarios de demanda máxima del sistema eléctrico.

Determinados los horarios de demanda máxima en los dos períodos de tiempo, cargamos la base de datos de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en el software CYMDIST para después ingresar los parámetros técnicos como son: los voltajes por unidad, corrientes de fase y factores de potencia, en la condición de operación de la noche no tomaremos en cuenta la generación solar y en las condiciones de operación del día ingresaremos la planta fotovoltaica de aproximadamente 3 [MW] con tres transformadores de 1 [MW], a 13,8 kV.

Tabla 3.

Demanda máxima del alimentador Alpachaca No.4 y alimentador Alpachaca No.5 en el día [31]

Alimentador	Dia-Hora	kW	Voltajes p.u.			Ia	Ib	Ic	Pfa	PFb	Pfc
			VII ab	VII bc	VII ca						
Alpachaca No.4	28/12/2022 12:30	-2239,2	0,98	0,98	0,98	106	108	107,8	-89,3	-88,8	-89,4
Alpachaca No.5	28/12/2022 12:30	1035,3	0,98	0,99	0,98	42,1	51,5	49,1	92,4	93,1	92,2

Tabla 4.

Demanda máxima del alimentador Alpachaca No.4 y alimentador Alpachaca No.5 en la noche [31]

Alimentador	Dia-Hora	kW	Voltajes p.u.			Ia	Ib	Ic	Pfa	PFb	Pfc
			VII ab	VII bc	VII ca						
Alpachaca No.4	11/2/2023 21:30	998	0,99	1	0,99	39,7	56,8	31,9	98,6	97,6	98,9
Alpachaca No.5	11/2/2023 21:30	1684,9	0,99	1	0,99	70,1	76,2	78,7	95	94,8	94,5

Una vez integrados los datos de demanda máxima del día y de la noche en la cabecera de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 al software CYMDIST se puede realizar la distribución de carga de cada uno de los alimentadores, la cual solo se puede realizar solo una vez en el sistema que se está estudiando luego se realizó corridas de flujos.

Consecutivamente se efectuó las corridas de flujo en condiciones de estado normal en el día y en la noche, permitiendo el análisis de las condiciones de operación de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5, para luego ubicar puntos estratégicos donde ubicar los reconectores en modo Tie y Mit Point.

Para la ubicación de los puntos de instalación de los reconectores se consideró la cantidad de carga que vamos a transferir, distribución de los alimentadores, luego ubicar puntos de interconexión en los alimentadores, se debe seleccionar cuales de los reconectores se los configurará como Mit Point y Tie, recordemos que la transferencia se realizará en caso de fallas de un alimentador a otro, con mínimas afectaciones del sistema eléctrico pues solo se aislará la falla.

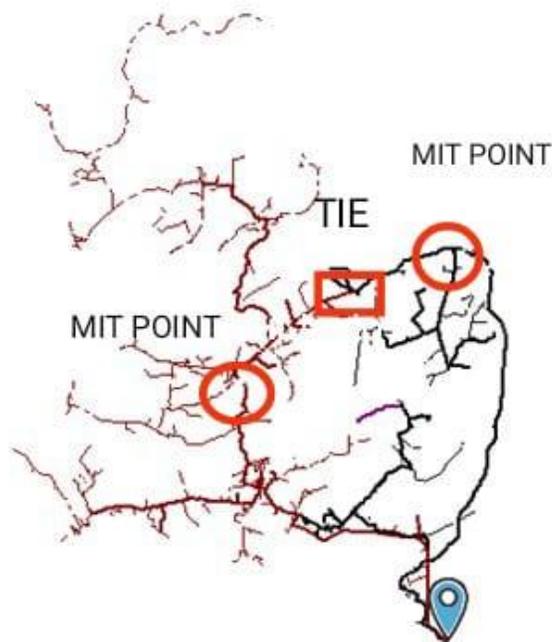


Figura 16. Zonas de ubicación de los Reconectores Mit Point, Tie [32]

Tabla 5.

Coordenadas de la ubicación de reconectores Mit Point, Tie en software CYMDIST

Ubicación de los reconectores	
Reconectores	Cordenadas CYMDIST
Mit Point M4	X:819468,550; Y:10054386,980
Mit Point M5	X:811840,700; Y:10049227,930
Tie	X:815665,080; Y:10052937,260

El reconector Tie se ubicó en el punto de conexión más alejado entre los dos alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5, donde su función es el censo de voltaje en los dos alimentadores.

La ubicación del reconectador Mit Point se determinó de acuerdo con la cantidad de carga a ser transferida de un alimentador a otro, la tolerancia del relé de cabecera, y la distribución del sistema eléctrico donde su función es el censo de corriente del alimentador al que se encuentra conectado.

Después de la ubicación de los reconectores se ejecutaron flujos de carga de acuerdo con los horarios más críticos del día y la noche, los contactos de los Mit Point en condiciones iniciales se encuentran normalmente cerrados, mientras que los contactos del Tie se encuentran normalmente abiertos; en el momento en que se produce una falla dependiendo del censo de voltaje y corriente los contactos normalmente abiertos del Tie se cerrarán y los contactos de alguno de los Mit Point se abrirán automáticamente con el propósito de realizar la transferencia de carga, desde la zona fallida hacia el alimentador no fallido.

En la transferencia de carga de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 se modeló en condiciones iniciales y con la transferencia de carga por lo cual al transferir carga de un alimentador a otro se tiende a tener aumento de carga en el alimentador sin interrupciones por lo cual en ocasiones es adecuado colocar equipos que mejoren las condiciones de operación.

Con la transferencia de carga los sectores más alejados de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 generan condiciones anormales de funcionamiento como: caídas de voltaje mayores al 6% que es sancionado por la ARCERNNR las cuales se deben corregir.

Una solución a las condiciones anormales fue el aumento de los calibres de conductores en el nivel de la cabecera, en el caso del alimentador Alpachaca No.4 se encontraba en 2/0 y se procedió a el cambio de 3/0, el Alimentador Alpachaca No.5 estaba en 1/0 se cambió a 3/0, así mismo se colocó regulares de voltaje en los alimentadores M4 y M5, y para disminuir la carga reactiva se ubicó condensadores en puntos estratégicos de la red de distribución aumentando el voltaje en el sector alejado del alimentador.

Para finalizar se realizó una corrida de flujo en las condiciones finales en las que quedan los alimentadores, un reposte sumario de toda la red de los voltajes, pérdidas, entre otras condiciones que se encuentra el sistema, y por último se coordinó a los reconectores, reguladores de voltaje y condensadores con los modelo y características de dispositivos que tiene la empresa eléctrica EMELNORTE S.A.

3.3 Materiales, equipos y software

CYME DIST

Con el pasar de los años los sistemas de distribución requieren actualizaciones desde el análisis de planificación, simulaciones que respalden el funcionamiento del sistema, el software CYME DIST presenta varios módulos de trabajo para el sistema de distribución en los cuales se realizará los análisis necesarios [33]

- Distribución de carga
- Flujo de carga
- Caídas de voltaje

AUTO CAD

Este es un software de diseño sofisticado que se enfoca en elementos de dos dimensiones “2D” y tres dimensiones “3D”, en donde podemos crear desde líneas hasta el modelado de estructuras, sistemas de distribución y alimentadores etc. [34]

El software AutoCAD es beneficioso para el modelamiento de los alimentadores en casos de las fallas que se pretende estudiar.

A continuación, se presenta un extracto de los datos obtenidos de la empresa eléctrica EMELNORTE S.A del departamento de estudios eléctricos.

ArcGIS

Es una plataforma utilizada para analizar, visualizar información geográfica al servicio de los lectores permitiendo realizar publicaciones de datos geográficos, planificación urbana y gestión de infraestructura en los cuales podemos recopilar y utilizar sistemas de información geografía (SIG) [35].

Índices de servicio técnico

Tabla 6.

Índices de servicio técnico de los años 2021, 2022, 2023 [30]

ALIMENTADOR	Acumulado 2021		Acumulado 2022		Acumulado 2023	
	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK
1300090T04 (ALIM-ALPACHACA 4)	4,9112	2,0352	0,3873	1,7045	2,2122	3,3359
1300090T05 (ALIM-ALPACHACA 5)	8,8816	16,7183	7,9671	16,7183	1,6985	4,5486

**Demanda no coincidente de los Alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5
condiciones en el día.**

Tabla 7.

Demanda máxima del alimentador Alpachaca No.4 en el día, Diciembre 2022 [36]

Local Time	kW tot	VII ab	VII bc	VII ca	I a	I b	I c	PF sign a	PF sign b	PF sign c
28/12/2022 12:30:00	-2239,21	13493,85	13588,85	13467,23	105,67	108,02	107,86	-89,36	-88,83	-89,49

Tabla 8.

Demanda máxima del alimentador Alpachaca No.5 en el día, Diciembre 2022 [36]

Local Time	kW tot	VII ab	VII bc	VII ca	I a	I b	I c	PF sign a	PF sign b	PF sign c
28/12/2022 12:30:00	1035,34	13522,37	13612,29	13496,06	42,19	51,50	49,17	92,47	93,15	92,27

**Demanda no coincidente de los Alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5
condiciones de la noche**

Tabla 9.

Demanda máxima del alimentador Alpachaca No.4 en la noche, Febrero 2023 [30]

Local Time	kW tot	VII ab	VII bc	VII ca	I a	I b	I c	PF sign a	PF sign b	PF sign c
11/2/2023 21:15:00	998,02	13637,75	13743,66	13633,47	39,71	56,90	31,91	98,65	97,68	98,97

Tabla 10.

Demanda máxima del alimentador Alpachaca No.5 en la noche, Febrero 2023 [30]

Local Time	kW tot	VII ab	VII bc	VII ca	I a	I b	I c	PF sign a	PF sign b	PF sign c
11/2/2023 21:15:00	1685,00	13630,66	13734,53	13624,48	70,13	76,23	78,79	95,00	94,86	94,52

CAPÍTULO IV

Resultados y Análisis

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del tema de estudio por lo cual tomaremos en cuenta la demanda de los alimentadores, transferencia de carga y ubicación de los reconectores en un punto específico para el mejoramiento del sistema eléctrico en los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5.

4.1 Resultados

Calidad de servicio técnico

Posteriormente se indica los datos de los indicadores globales acumulados del año 2022 de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No5, como es la Frecuencia Media de Interrupción y de Tiempo Total de interrupción establecidos por la agencia Reguladora ARCERNNR 002_20.

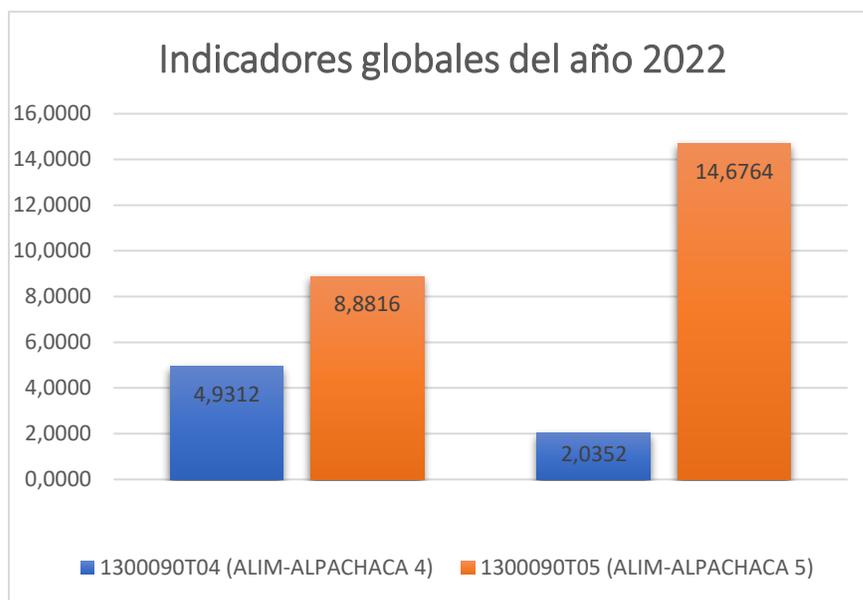


Figura 17. Índices de servicio técnico acumulado del año 2022

En la Figura 17 se presenta los índices de interrupción del alimentador Alpachaca No.5 excediendo los valores establecidos por la Regulación 002_20 donde nos indica que los índices de servicio técnico en FMIK no deben exceder 7 veces y en TTIK 10 horas.

Cálculo de la demanda máxima de la generadora gran solar salinas con los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5

Con los datos de energía disponible de los sistemas de medición de la planta fotovoltaica y en la bahía de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5, se puede obtener la potencia en cada uno de los intervalos de demanda, con este resultado se obtuvo los valores de demanda máxima para los años 2022 de igual manera para el año 2023, la sumatoria de la demanda total de los alimentadores con la generadora y la energía total de la Planta Fotovoltaica, considerando la transferencia de carga del alimentador Alpachaca No.5 da como resultado la condición máxima de transferencia.

Tabla 11.

Datos de energía de planta fotovoltaica, demanda de alimentadores y demanda total de la generadora con alimentador Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5

Mes-Año	Periodo	Dia-Hora	AETotal	Ae Total kW	ASTotal	AsTotal a kW	kWTotal Solar	Cabecera M4	Cabecera M5	Carga Total
dic-22	En el día	28/12/2022 12:30	739,91	2959,64	0	0	2959,64	2505,96	1035,34	6500,94
feb-23	En la noche	11/2/2023 21:15	613,59	2454,39	0	0	0	-363,04	929,26	3020,62

En la Tabla 11 se determinó las demandas máximas del sistema eléctrico y la planta fotovoltaica Gran Solar Salinas I y II de todo un año, donde se encontró la demanda máxima coincidente en el mes de diciembre del 2022 en el horario de 12:30:00 con un valor de 6.500,94 kW con la que se encuentra en funcionamiento la Generadora Fotovoltaica Gran Solar Salinas por lo que debido a la inyección de energía al sistema en el horario del día se comprende como el primer caso a estudiar

En el segundo caso se obtuvo la demanda máxima en el mes de febrero del año 2023 en el horario de 21:15 pm con un valor de 2675,91 kW sin la inyección de la Generadora Fotovoltaica Gran Solar Salinas.

Ingreso de valores de cabecera del alimentador Alpachaca No.4 y alimentador Alpachaca No.5 al software CYMDIST

Para la transferencia de carga se determinó dos escenarios, el primero en el día y el segundo en la noche, en donde se obtuvieron los parámetros necesarios para registrarlos en el programa de modelación de redes CYMDIST para la distribución de carga en los alimentadores en análisis.

En la condición de operación de los alimentadores de 6:00 am a 18:00 pm correspondientes a las del día se ingresaron los siguientes datos al software CYMDIST:

Figura 18. Parámetros del alimentador Alpachaca No.4 en el software CYMDIST, en la condición del día

El valor negativo de corriente en el alimentador Alpachaca No.4, es debido a que en ese momento hay más generación que carga, por lo que la potencia es inyectada al sistema eléctrico de EMELNORTE S.A.

En la Figura 18 en la sección de equivalencia se ingreso los valores de voltaje por unidad “P.U.” de las Fase A, Fase B, Fase C ,en la sección de demanda se ingreso los valores de corriente y de factor de potencia de las tres fases debido a que es un alimentador trifasico.

Figura 19. Parámetros del alimentador Alpachaca No.5 en el software CYMDIST, en la condición del día

En la Figura 19 de igual manera se ingreso los datos de equivalente y de demanda pero del alimentador Alpachaca No.5.

En el caso de la noche se realizo el mismo proceso pero con diferentes valores se ingresaron los datos correspondientes a la demanda maxima de 18:00 pm a 6:00 am.

Equivalente de la fuente

Modelo de carga: DEFAULT

Tensiones del equivalente de fuente: Nominal: 13,8 kVLL

Servicio: A: 0,99, B: 1,0, C: 0,99 p.u.

Ángulo: A: 0,0, B: -120,0, C: 120,0 °

Equivalente de la fuente: Nivel: Nivel bajo de fallas, Modo: Impedancias equivalentes, Unidad: Ω, Potencia de base: 100,0 MVA

	Nivel bajo de fallas			Nivel alto de fallas		
	R	X	Ω	R	X	Ω
Z1	0,1	0,6	Ω	0,1	0,6	Ω
Z2	0,1	0,6	Ω	0,1	0,6	Ω
Z0	0,5	2,0	Ω	0,5	2,0	Ω

Equivalente de carga: kW: A: 0,0, B: 0,0, C: 0,0; kvar: A: 0,0, B: 0,0, C: 0,0

Demanda

Modelo de carga: DEFAULT, Tipo: AMP-FP

Valores de demanda (kVA reales):

	A	B	C	Total
22/ 1/2024	39,71	98,65	98,97	1893,85

Pérdidas anuales: Factor de pérdidas = $k * FdC + (1-k) * FdC^2$, Factor de carga: 100,0 %, Constante k: 0,15

Figura 20. Parámetros del alimentador Alpachaca No.4 en el software CYMDIST, en la condición de la noche

En la Figura 20 podemos observar los datos ingresados del alimentador Alpachaca No.4 en el funcionamiento de la noche el cual se encuentra en condiciones iniciales.

Equivalente de la fuente

Modelo de carga: DEFAULT

Tensiones del equivalente de fuente: Nominal: 13,8 kVLL

Servicio: A: 0,99, B: 1,0, C: 0,99 p.u.

Ángulo: A: 0,0, B: -120,0, C: 120,0 °

Equivalente de la fuente: Nivel: Nivel bajo de fallas, Modo: Impedancias equivalentes, Unidad: Ω, Potencia de base: 100,0 MVA

	Nivel bajo de fallas			Nivel alto de fallas		
	R	X	Ω	R	X	Ω
Z1	0,1	0,6	Ω	0,1	0,6	Ω
Z2	0,1	0,6	Ω	0,1	0,6	Ω
Z0	0,5	2,0	Ω	0,5	2,0	Ω

Equivalente de carga: kW: A: 0,0, B: 0,0, C: 0,0; kvar: A: 0,0, B: 0,0, C: 0,0

Demanda

Modelo de carga: DEFAULT, Tipo: AMP-FP

Valores de demanda (kVA reales):

	A	B	C	Total
22/ 1/2024	70,13	95,0	94,86	696,79

Pérdidas anuales: Factor de pérdidas = $k * FdC + (1-k) * FdC^2$, Factor de carga: 100,0 %, Constante k: 0,15

Figura 21. Parámetros del alimentador Alpachaca No.5 en el software CYMDIST, en la condición de la noche

De igual manera en la Figura 21 se tiene los datos del alimentador Alpachaca No.5 en condiciones de operación de la noche.

Configuración de distribución de carga

La distribución de carga se realizó en cada alimentador por separado la cual solo se la realizado una sola vez cómo y observa a continuación.

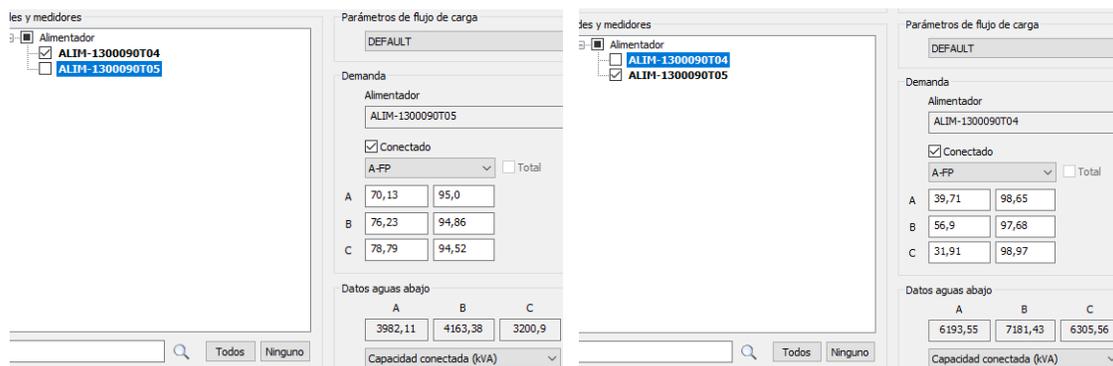


Figura 22. Distribución de carga del alimentador Alpachaca No.4 en el software CIMDIST

En la Figura 22 se determinó la distribución de carga de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en condiciones del día de acuerdo con los parámetros de demandas, corrientes, factores de potencia ingresadas anteriormente para la realización de la distribución de carga.

Configuración de flujos de carga

Una vez ingresados los datos de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en las dos condiciones se configuro la caída de voltaje de acuerdo con la Regulación ARCERNNR 002_20 donde la caída de voltaje no debe ser $\pm 6\%$ en media tensión.

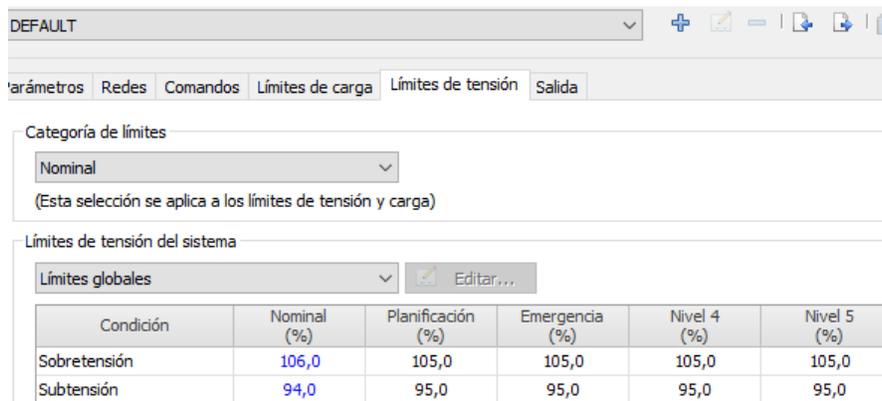


Figura 23. Opción de límites de tensión en la ventana de flujo de carga en el software CYMDIST

En la ventana de límites de tensión como se observa en la Figura 23 se determinó los límites de voltajes los cuales en sobretensión se debe colocar 106,0% y en Subtension 94,0% así teniendo las condiciones adecuadas de funcionamiento.

Resultados de la transferencia de carga en el día

Los reconectores automáticos de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 fueron colocados de acuerdo con la carga a transferir, puntos de interconexión y su funcionamiento, generando cambios a las condiciones iniciales en las que se encuentran por lo que las condiciones de operación con transferencia de carga son distintas a las condiciones iniciales.

Flujo de carga condición en el día

Tabla 12.

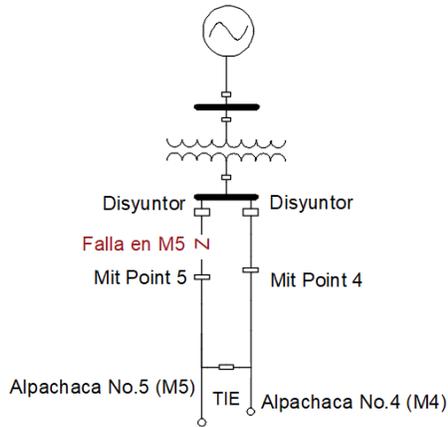
Condiciones iniciales en los alimentadores Alpachaca No.4 y No.5 en el día

Alimentador	Condiciones iniciales en el día					Peores condiciones		
	KVll	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,6	0,98	-2241	107,2	180,13	139,6	94,69	102,03
Alm.Alpachaca No.5	13,6	0,98	1037	47,6	156,54	166,6	93,27	102,12

En las Tabla 12 se observa las condiciones iniciales en el día de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 donde tenemos los datos de la demanda de los alimentadores, la potencia, la corriente, las perdidas, y las condiciones de funcionamiento

Cave recalcar que la demanda negativa es debido a la planta fotovoltaica que se encuentra entregando energía y en los casos de transferencia de carga cambia su estadía de funcionamiento como se mirara a continuación en los casos 2 y caso 4

Caso 1: el alimentador Alpachaca No.5 asume una falla cerca a la cabecera encontrándose sin funcionamiento, por lo cual los reconectores actúan de la siguiente manera:



Modo de operación Caso 1		
Reconector	Sin falla	Con falla
Tie	Abierto	Cerrado
Mit point 4	Cerrado	Cerrado
Mit point 5	Cerrado	Abierto

Figura 24. Caso 1 falla en el alimentador Alpachaca No.5 condición en el día

Tabla 13.

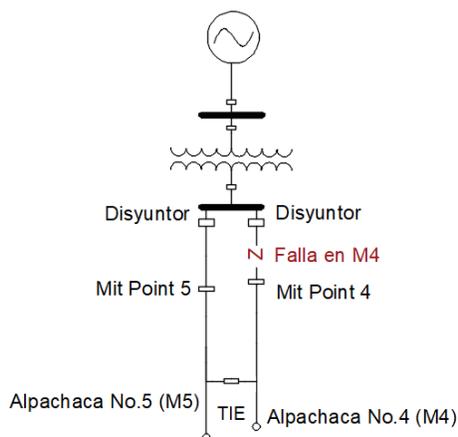
Resultados de la transferencia de carga del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4 en el día, con falla cercana a la cabecera.

Alimentador	Condiciones iniciales en el día					Peores condiciones		
	KVll	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,6	0,98	-2241	107,2	180,13	139,6	94,69	102,03
Alm.Alpachaca No.5	13,6	0,98	1037	47,6	156,54	166,6	93,27	102,12

Transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4 en el día caso 1						Peores condiciones		
Alimentador	KVll	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,6	0,98	-1816	93,4	221,16	188,43	98,45	105,93
Alm.Alpachaca No.5	13,6	0,98	0	0	0	0	0	0

En la Tabla 13 el alimentador Alpachaca No.5 transfiere carga al alimentador Alpachaca No.4 reduciendo la demanda de -2241kW a -1816 kW, también la corriente de 107,2 A a 93,4 A y las pérdidas suben de 156,54 % a 221,16% los niveles de voltaje no sobrepasan el $\pm 6\%$.

Caso 2: se considera al alimentador Alpachaca No.4 con una falla en su sistema de distribución por lo que entra en apoyo el alimentador Alpachaca No.5.



Modo de operación Caso 2		
Reconectador	Sin falla	Con falla
Tie	Abierto	Cerrado
Mit point 4	Cerrado	Abierto
Mit point 5	Cerrado	Cerrado

Figura 25. Casos 2 falla en el alimentador Alpachaca No.4 condición en el día

Tabla 14.

Resultados de transferencia de carga del alimentador Alpachaca No.4 al Alpachaca No.5 en el día con apertura del disyuntor

Condiciones iniciales en el día						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,6	0,98	-2241	107,2	180,13	139,6	94,69	102,03
Alm.Alpachaca No.5	13,6	0,98	1037	47,6	156,54	166,6	93,27	102,12

Transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5 en el día caso 2						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,6	0,98	0	0	0	0	0	0
Alm.Alpachaca No.5	13,6	0,98	-1479	72,5	260,02	156,66	95,02	105,45

En la Tabla 14 indica al caso 2 donde el alimentador Alpachaca No.5 con una demanda de 1037 kW paso a -1479 kW y una corriente de 72,5 A, donde la demanda se redujo y la corriente aumenta, la demanda del alimentador Alpachaca No.5 es negativa debido a la planta fotovoltaica.

Caso 3: en este caso se tuvo una falla en el intervalo del reconectador Tie y Mit Point del alimentador Alpachaca No.5.

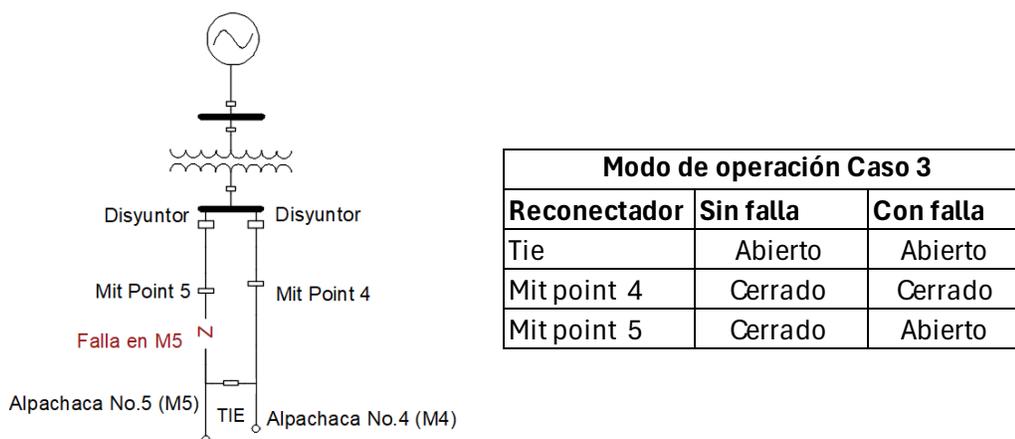


Figura 26. Caso 3 falla en un intervalo del alimentador Alpachaca No.5 condición en el día

Tabla 15.

Resultado de la falla del alimentador Alpachaca No.5 y condición de funcionamiento con mejora del Alpachaca No.4 en el día

Condiciones iniciales en el día						Peores condiciones		
Alimentador	KVll	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,6	0,98	-2241	107,2	180,13	139,6	94,69	102,03
Alm.Alpachaca No.5	13,6	0,98	1037	47,6	156,54	166,6	93,27	102,12

Falla en el alimentador Alpachaca No.5 y condición normal del alimentador Alpachaca No.4 en el día caso 3						Peores condiciones		
Alimentador	KVll	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm. Alpachaca No.4	13,6	0,98	-2240	106,9	174,47	124,6	96,97	102,82
Alm. Alpachaca No.5	13,6	0,98	517	23,6	103,86	95,52	94,34	100,92

A continuación, la Tabla 15 indica al alimentador Alpachaca No.4 se mantiene con los valores de condición inicial y el alimentador Alpachaca No.5 reduce su demanda a 517 kW, de igual manera su corriente a 23,6 A, también las pérdidas a 103,86% y la sobrecarga paso a 92,52%.

Caso 4: en este caso el alimentador Alpachaca No.5 tuvo una falla en el intervalo del reconector Tie y Mit Point.

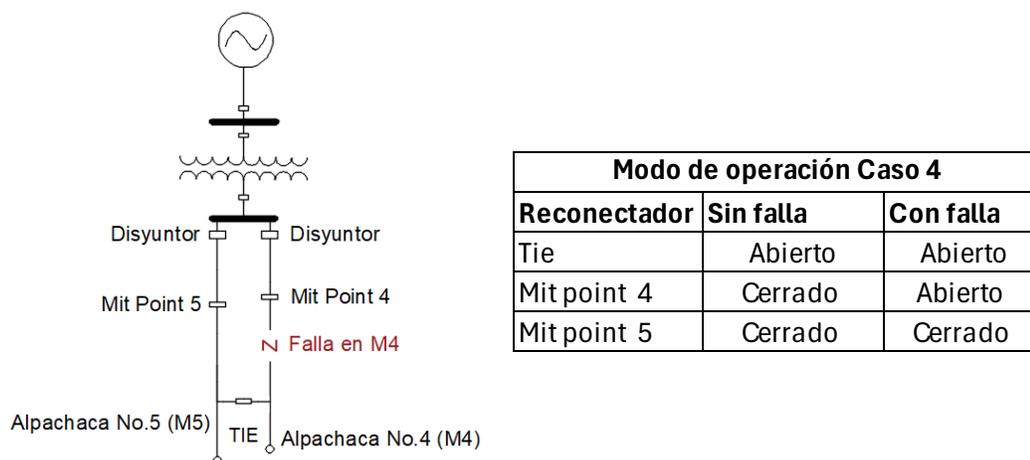


Figura 27. Caso 4 falla en el intervalo del alimentador Alpachaca No.4 condición en el día

Tabla 16.

Resultado de la transferencia de carga del alimentador Alpachaca No.4 al Alpachaca No.5 en el día.

Alimentador	Condiciones iniciales en el día					Peores condiciones		
	KVil	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,6	0,98	-2241	107,2	180,13	139,6	94,69	102,03
Alm.Alpachaca No.5	13,6	0,98	1037	47,6	156,54	166,6	93,27	102,12

Alimentador	Falla en el alimentador Alpachaca No.4 y condición normal del alimentador Alpachaca No.5 en el día caso 4					Peores condiciones		
	KVil	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm. Alpachaca No.4	13,6	0,98	181	23,8	88,82	184,76	96,23	100,07
Alm. Alpachaca No.5	13,6	0,98	1036,2	46,9	148,94	156,56	98,04	103,26

En el caso 4 el alimentador Alpachaca No.4 recibía energía de la planta fotovoltaica pero ahora ya no por la falla, lo que ocasiona que su demanda reduzca a 181 kW, su corriente a 23,8 A y sus pérdidas de 88,12%.

El alimentador Alpachaca No.5 tiene la demanda de 1036 kW, su corriente aumenta de 47,6 A, también sus pérdidas a 46,9 % lo que nos indica que se han reducido con respecto a la condición inicial.

Resultados de transferencia en la noche

En la condición inicial de la noche se estudia la condición inicial con los casos de transferencia de carga, así como se realizó el estudio en el día con la generadora fotovoltaica.

Flujo de carga condición inicial en la noche

Tabla 17.

Condiciones iniciales de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en la noche

Condiciones iniciales en la noche						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,7	0,99	1016	42,8	48,13	159,36	92,19	102,51
Alm.Alpachaca No.5	13,7	0,99	1716	75	116,17	166,6	92,51	102,01

En la condición de la noche se realizó las transferencias sin la planta generadora por lo cual los flujos de carga son distintos a los del día

Caso 1:

Tabla 18.

Resultados de transferencia de carga del alimentador Alpachaca No.5 al No.4 en la noche

Condiciones iniciales en la noche						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,7	0,99	1016	42,8	48,13	159,36	92,19	102,51
Alm.Alpachaca No.5	13,7	0,99	1716	75	116,17	166,6	92,51	102,01

Transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4, en la noche caso 1						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,7	0,99	1854	78,2	139,51	270,58	93,45	101,93
Alm.Alpachaca No.5	13,7	0,99	0	0	0	0	0	0

En la Tabla 18 se determinó al caso 1 en condiciones de la noche donde la demanda del alimentador Alpachaca No.4 aumenta de 1016 kW a 1854 kW también su corriente de 42,8 A a 78,2 A y el alimentador Alpachaca No.5 por el caso de falla se encuentra sin funcionamiento.

Caso 2:

Tabla 19.

Resultado de la transferencia de carga del alimentador Alpachaca No.4 al No.5 en la noche con apertura del disyuntor

Condiciones iniciales en la noche						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,7	0,99	1016	42,8	48,13	159,36	92,19	102,51
Alm.Alpachaca No.5	13,7	0,99	1716	75	116,17	166,6	92,51	102,01

Transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5, en la noche caso 2						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,7	0,99	0	0	0	0	0	0
Alm.Alpachaca No.5	13,7	0,99	2063	87,4	170,15	227,27	93,97	102,24

Los datos de la Tabla 19 indican al alimentador Alpachaca No.5 con incremento de la demanda de 1716 kW a 2063 kW, también las pérdidas de 116,17% a 170,15% de igual manera la corriente de 75(A) a 87,4(A) y por el caso de falla el alimentador Alpachaca No.4 se encuentra sin funcionamiento.

Caso 3:

Tabla 20.

Resultado de la transferencia de carga del alimentador Alpachaca No.5 al Alpachaca No.4 en la noche

Condiciones iniciales en la noche						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,7	0,99	1016	42,8	48,13	159,36	92,19	102,51
Alm.Alpachaca No.5	13,7	0,99	1716	75	116,17	166,6	92,51	102,01

Falla en el alimentador Alpachaca No.5 y condición normal en el alimentador Alpachaca No.4, en la noche caso 3						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm. Alpachaca No.4	13,7	0,99	1015,8	42,6	42,82	114,76	95,02	101,93
Alm. Alpachaca No.5	13,7	0,99	836	36,8	38,02	156,56	97,17	102,02

La Tabla 20 indica que el alimentador Alpachaca No.4 se mantiene en condiciones iniciales y el alimentador Alpachaca No.5 redujo su demanda, corriente, pérdidas y sobrecarga.

Caso 4:

Tabla 21.

Resultado de la transferencia de carga del alimentador Alpachaca No.4 al Alpachaca No.5 en la noche

Condiciones iniciales en la noche						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm.Alpachaca No.4	13,7	0,99	1016	42,8	48,13	159,36	92,19	102,51
Alm.Alpachaca No.5	13,7	0,99	1716	75	116,17	166,6	92,51	102,01

Falla en el alimentador Alpachaca No.4 y condición normal en el alimentador Alpachaca No.5, en la noche caso 4						Peores condiciones		
Alimentador	KVII	Vp.u.	kW	I (A)	Perdidas (%)	Sobrecarga (%)	Subtension (%)	Sobretensión (%)
Alm. Alpachaca No.4	13,7	0,99	650	27,5	30,13	168,17	94,95	102,93
Alm. Alpachaca No.5	13,7	0,99	1716	74,8	102,84	149,62	97,38	102,24

En la Tabla 21 la demanda del alimentador Alpachaca No.5 se mantiene con los mismos valores de condición inicial en lo que es demanda y corriente, pero en los valores de pérdidas se redujo y sobrecarga de igual manera disminuyo en el caso de los niveles de voltaje se encuentran sobre los valores establecidos por la Regulación 002_20.

En el alimentador Alpachaca No.4 debido a la transferencia de carga la demanda, corriente y perdidas se redujeron, pero la sobrecarga se elevó.

Mejoramiento de las condiciones del sistema eléctrico de EMELNORTE S.A. de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5

Al realizar la transferencia de carga de un alimentador hacia otro, se modifican las condiciones de operación y los resultados del flujo de carga en estas condiciones existen caídas de voltaje por el aumento de carga, por lo que es apropiado establecer condiciones que nos ayuden a mejorar las condiciones de operación, las mismas que se mencionan a continuación.

- Aumento de conductor

El aumento de conductor se realizó en los tramos más cercanos de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5, el cambio del calibre de conductor mejora el sistema de distribución.

El calibre del conductor en un alimentador de acuerdo con lineamientos del Departamento Técnico de EMELNORTE S.A. deben ser de 3/0 en la troncal de un alimentador, 2/0 en derivaciones primarias y 1/0 en derivaciones secundarias y terciarias.

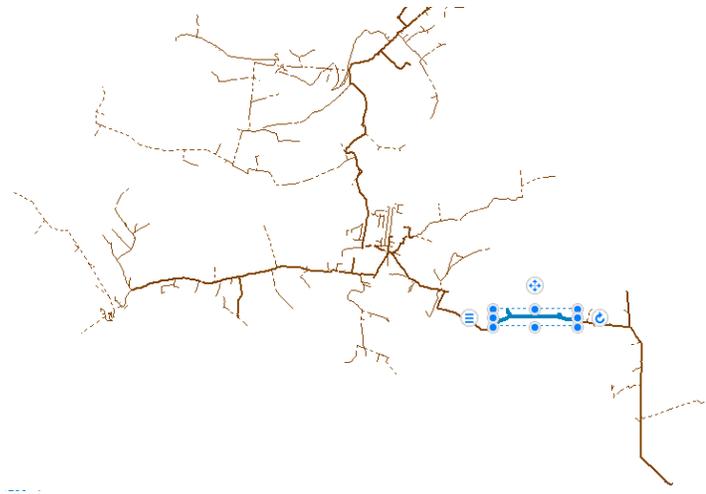


Figura 28. Aumento de conductor del alimentador Alpachaca No.5

En el Alimentador Alpachaca No.5 a inicios de la cabecera se encontró el conductor de un calibre de 1/0 el cual fue cambiado en la modelación de la red a un calibre de 3/0.

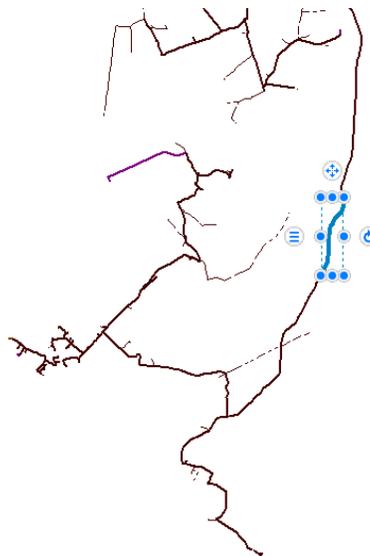


Figura 29. Aumento de conductor del alimentador Alpachaca No.4

El Alimentador Alpachaca No.4 se encontró con un conductor de 2/0, fue remplazado en la modelación a un calibre de 3/0.

- Condensador

El condensador es un dispositivo que almacena energía eléctrica de forma temporal, ayudó en la transferencia de carga de un alimentador a otro a disminuyendo la carga reactiva y su funcionamiento es bidireccional es decir del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5 y viceversa.

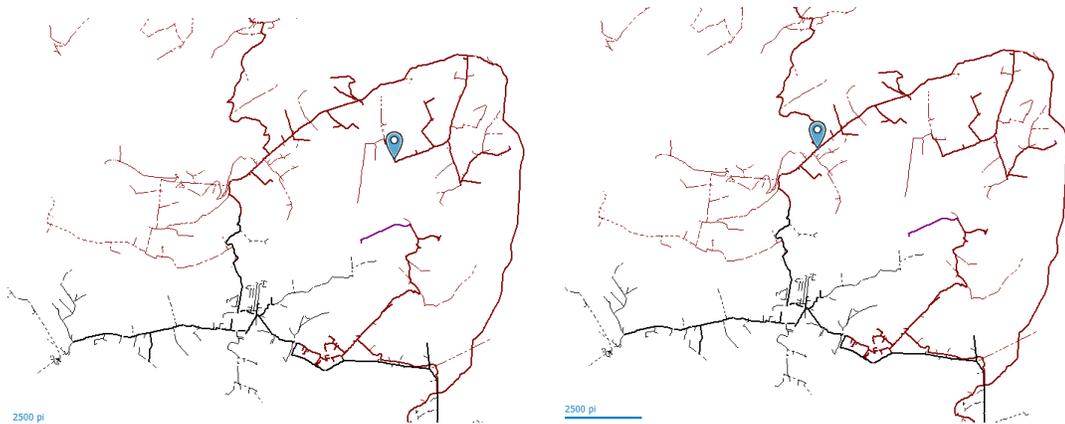


Figura 30. Ubicación de los capacitores en el software CYMDIST

Los capacitores actualmente se encuentran ubicados en las siguientes coordenadas mencionadas.

Tabla 22.

Coordenadas de la ubicación de los capacitores en el software CYMDIST.

Cordenadas de ubicación de reconectores	
Alimentador	Cordenadas
Alpachaca No.4	X:816825,110; Y:10051032,470;
Alpachaca No.5	X:812772,470; Y:10051227,490;

4.2 Análisis

El análisis de la transferencia de carga con reconectores del alimentador Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5, se realizó en las condiciones iniciales, con transferencia de carga y con la colocación de equipos estratégicos que mejoraron el sistema eléctrico estudiado.

Flujo de carga en condiciones iniciales

Condición en el día

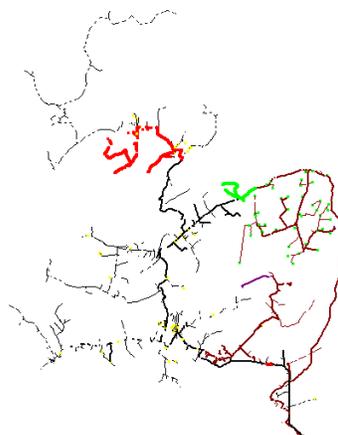


Figura 31. Alimentador Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en condiciones iniciales en el día.

En la Figura 31 el alimentador Alpachaca No.5 en la condición del día posee una caída de voltaje en una ramificación alejada de la cabecera, el alimentador Alpachaca No.4 se encuentra con una elevación del voltaje a causa de la planta generadora.

Condiciones en la Noche

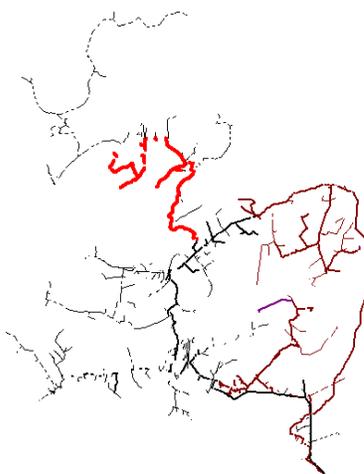


Figura 32. Alimentador Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en condiciones iniciales en la noche

En la Figura 32 se observa la condición de la noche, la cual ha incrementado la caída de voltaje en el alimentador Alpachaca No.5 y el alimentador Alpachaca No.4 sigue en apropiadas condiciones de funcionamiento.

Flujo de carga con disipativos de mejoramiento del sistema eléctrico condición en el día

Condiciones en el día, falla en la cabecera del alimentador Alpachaca No.4



Figura 33. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición del día, falla en el alimentador Alpachaca No.4

En el caso de la Figura 33 el alimentador Alpachaca No.4 se encuentra en condiciones normales no consta de problemas en el sistema de distribución, mientras que el alimentador Alpachaca No.5 por la falla no está funcionando.

Condiciones en el día, falla en la cabecera del alimentador Alpachaca No.5

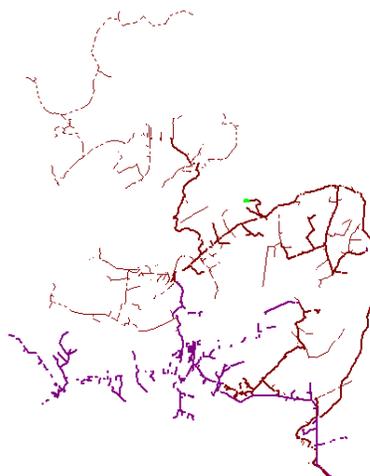


Figura 34. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición del día, falla en el alimentador Alpachaca No.5

El alimentador Alpachaca No.5 en este caso de la Figura 34 se encuentra sin funcionamiento mientras que el Alpachaca No.4 está en adecuado funcionamiento.

Condición en el día, falla en un intervalo del alimentador Alpachaca No.5.

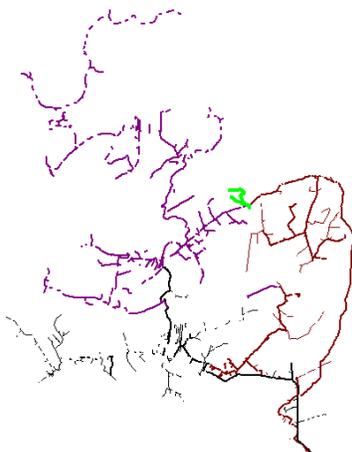


Figura 35. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición del día, transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4

La grafica de la Figura 35 se encuentra en un adecuado funcionamiento debido a la colocación de dispositivos como capacitores y reguladores de voltaje por lo que no indica afectaciones en el sistema de estudio.

Condición en el día, falla en un intervalo del alimentador Alpachaca No.4.

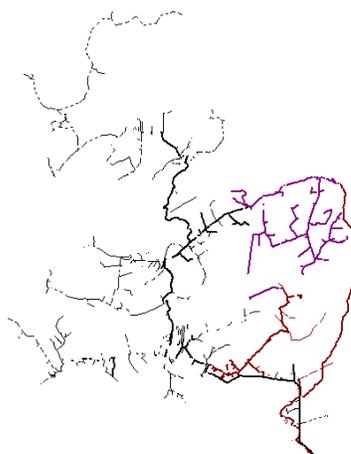


Figura 36. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición del día, transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5

La Figura 36 de igual manera se encuentra a los alimentadores en un funcionamiento adecuado lo cual no marca caída de voltaje ni elevaciones.

Flujo de carga con disipativos de mejoramiento del sistema eléctrico condición en la noche

Condición en la noche, falla en la cabecera del alimentador Alpachaca No.4

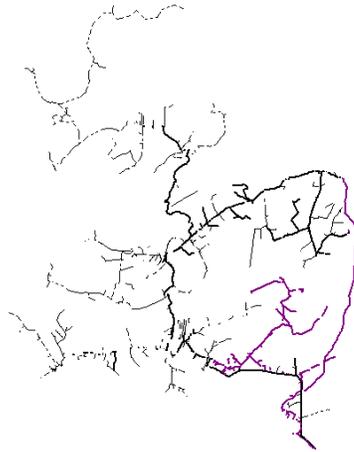


Figura 37. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición en la noche, falla en el alimentador Alpachaca No.4

En la condición de la noche es similar al anterior caso de falla en el alimentador Alpachaca No.4 deja de funcionar y transfiere al Alpachaca No.5 donde este se encuentra funcionando adecuadamente por la colocación de condensadores.

Condición en la noche, falla en la cabecera del alimentador Alpachaca No.5

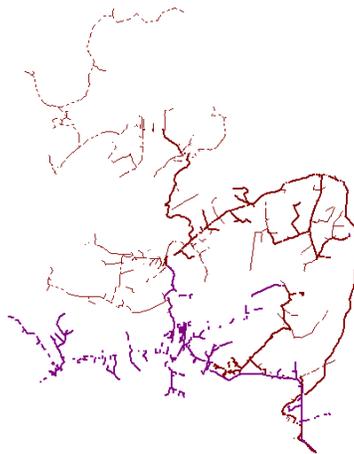


Figura 38. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición en la noche, falla en el alimentador Alpachaca No.5

La Figura 38 indica al Alpachaca No.5 con una falla y al alimentador AlpachacaNo.4 recibiendo carga del Alpachaca No.5 y funcionando adecuadamente.

Condición en la noche, falla en un intervalo del alimentador Alpachaca No.5

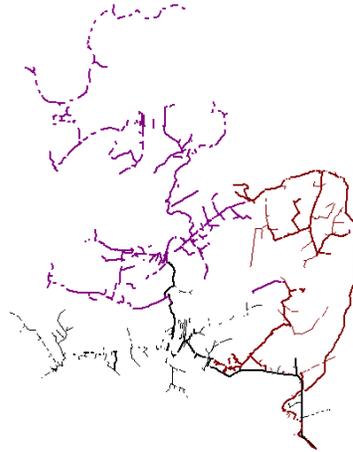


Figura 39. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición de la noche, transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4

En las condiciones de la noche se tiene una adecuada operación debido a la implementación de los dispositivos.

Condición en la noche, falla en un intervalo del alimentador Alpachaca No.5

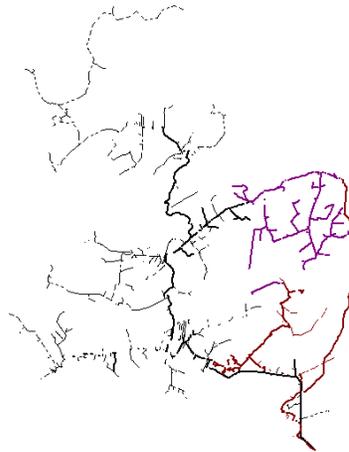


Figura 40. Flujo de carga con mejoras en el sistema eléctrico en la condición de la noche, transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5

En las gráficas de condición de mejoramiento del sistema eléctrico se encuentran cumpliendo la Regulación 002_20 por lo cual en las condiciones de fallas estudiados con anterioridad si es adecuado su funcionamiento.

Ilustraciones del perfil de voltaje condiciones iniciales

Los perfiles de voltajes nos permiten observar los valores de voltajes en “PU” que sobrepasan los valores establecidos por la Regulación 002_20 donde nos indica que el voltaje debe ser $\pm 6\%$ ósea el 1.06 V y el 0.94 V.

Condición inicial en el día, alimentador Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5

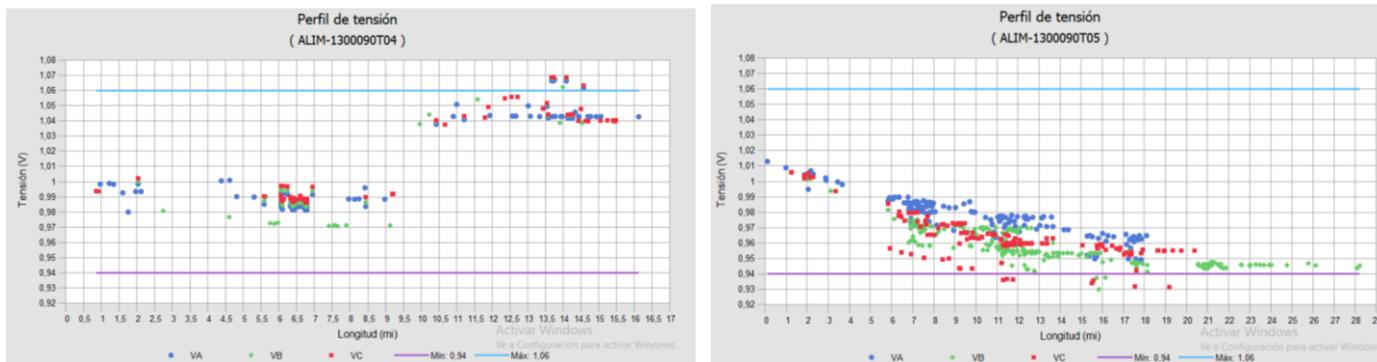


Figura 41. Perfil de voltaje condición inicial en el día, alimentador Alpachaca No.4

En la Figura 41 se observa los perfiles de voltaje alimentador Alpachaca No.4 y Alpachaca No5, donde el Alpachaca No.4 se encuentra con elevación de voltaje debido a el funcionamiento de la planta fotovoltaica Gran Solar Salinas I y Salinas II, también la poca carga que tiene el alimentador, el alimentador Alpachaca No.5 igualmente infringe la Regulación 002_02 con una caída de voltaje mayor al -6%.

Condición inicial en la noche, alimentador Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5

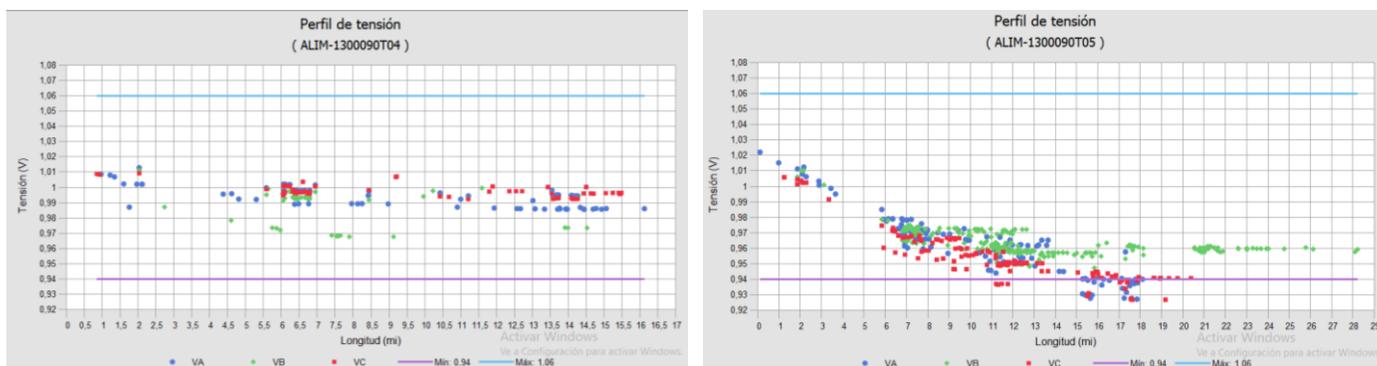


Figura 42. Perfil de voltaje condición inicial en la noche del alimentador Alpachaca No.4

En las condiciones de la noche el alimentador Alpachaca No.4 se encuentra en un nivel adecuado de funcionamiento, pero el alimentador Alpachaca No.5 aumento la caída de voltaje

Ilustración perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico condición en el día

Condición en el día, con falla en el alimentador Alpachaca No.4

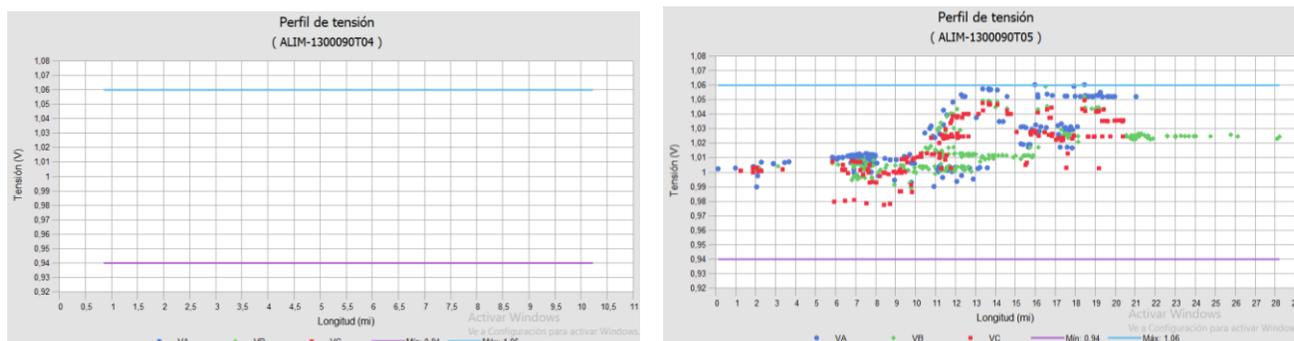


Figura 43. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico condición en el día, falla en el alimentador Alpachaca No.4

El alimentador Alpachaca No.4 no se encuentra en funcionamiento debido a una falla en su sistema transfiere carga al Alpachaca No.5 y de igual manera por la colocación de equipos eléctricos en el sistema no afecta al Alpachaca No.5 como se mira en la Figura 43.

Condición en el día con falla en el alimentador Alpachaca No.5

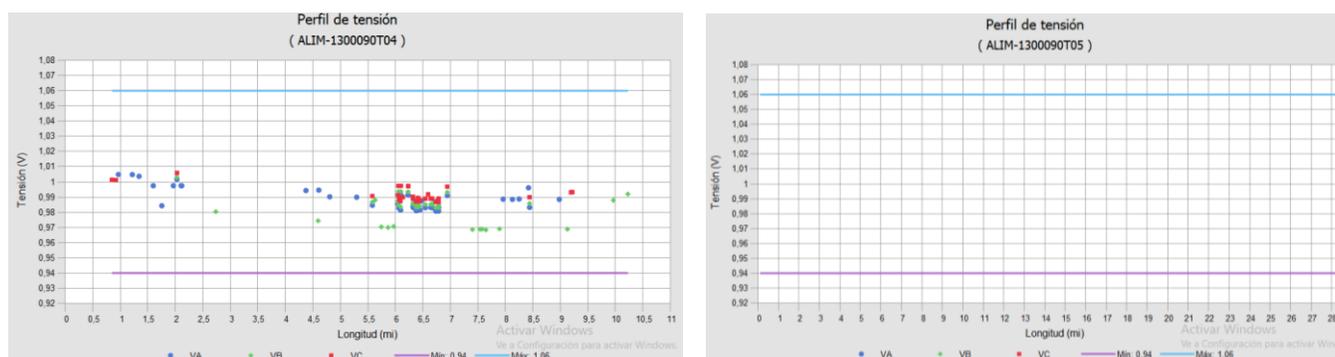


Figura 44. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico condición en el día, falla en el alimentador Alpachaca No.5

En la Figura 44 a lo contrario de la 43 el alimentador Alpachaca No.5 se encuentra sin funcionamiento por lo que el alimentador Alpachaca No.4 recibe carga y de igual manera los equipos eléctricos mejoran la condición del Alimentador haciendo que se encuentre en los rangos establecidos.

Condiciones en el día, transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4.

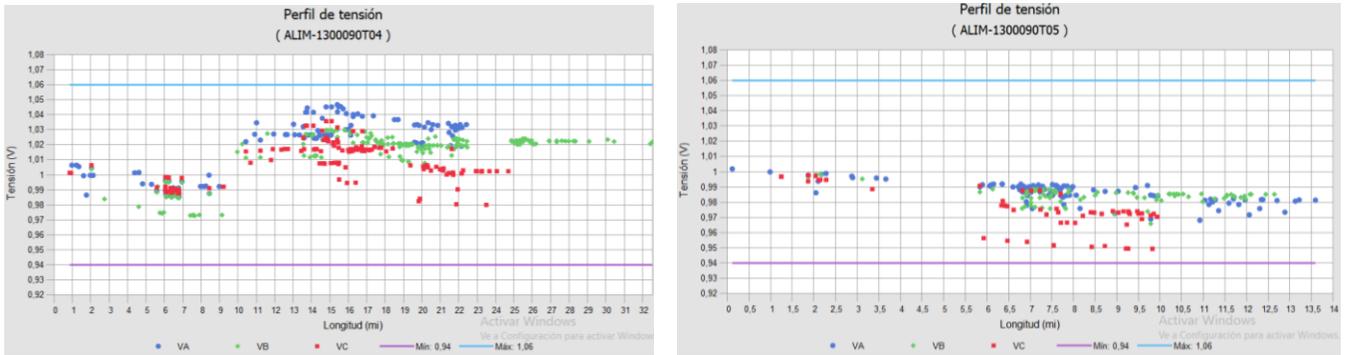


Figura 45. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico condición en el día, transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4

La carga del alimentador Alpachaca No.5 es transferida al alimentador Alpachaca No.4 donde se observa en la Figura 45 que la Fase A y C decrecen y la Fase B llega a mantenerse por el motivo de aumentar la carga al alimentador Alpachaca No.4.

Condiciones en el día, transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5

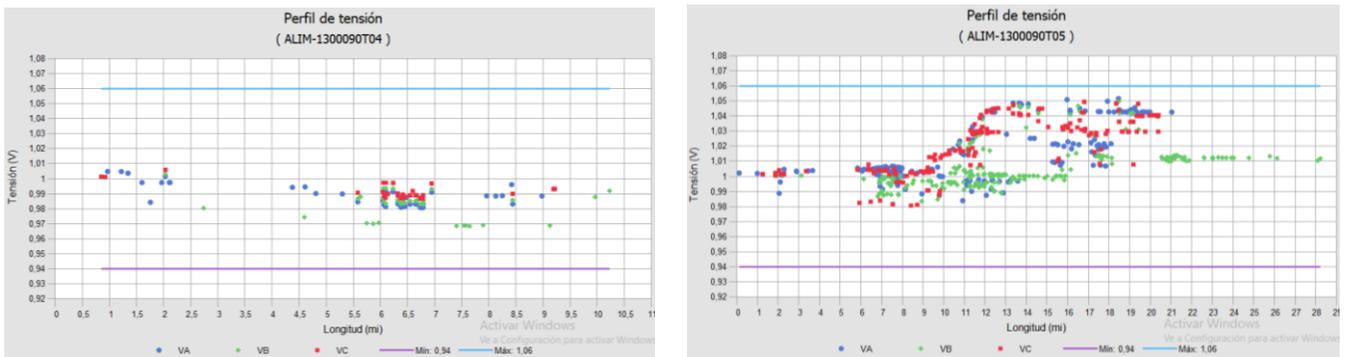


Figura 46. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico condición en el día, transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5

Las condiciones en el día en la transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al Alpachaca No.5 se observan en la Figura 46 las cuales de igual manera se encuentran adecuadas según la Regulación 002_20.

Ilustración perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico estudiado condición en la noche

Condición con falla en el alimentador Alpachaca No.4

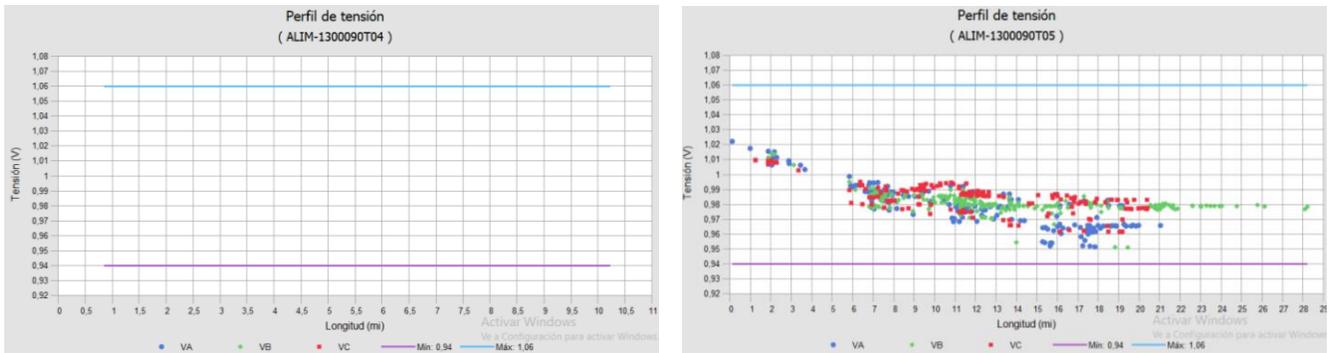


Figura 47. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico estudiado condición en la noche, falla en el alimentador Alpachaca No.4

Los límites de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 cumplen la Regulación 002_20 en la Figura 47 se puede observar a los alimentadores sin exceder los límites.

Condición con falla en el alimentador Alpachaca No.5

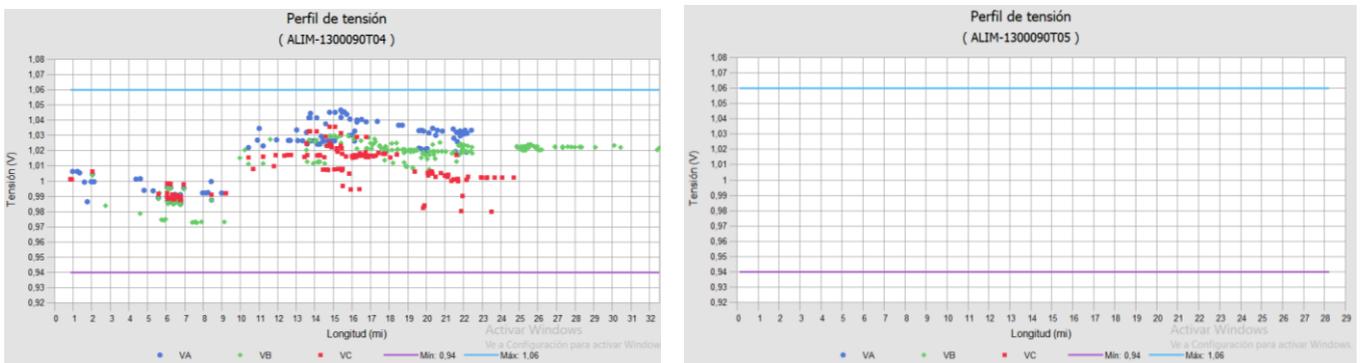


Figura 48. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico estudiado condición en la noche, falla en el alimentador Alpachaca No.5

En igual instancia la condición de funcionamiento de la Figura 48 son adecuadas por lo que el Alpachaca No.4 se encuentra con más carga, pero sigue cumpliendo los niveles de voltaje.

Condiciones en la noche, transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No. 4

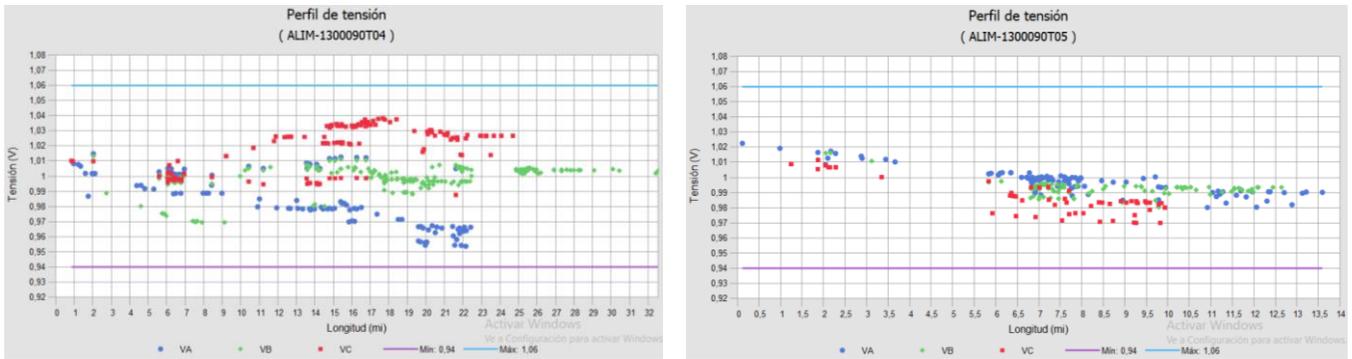


Figura 49. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico estudiado condición en la noche, transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4

El perfil de voltaje en la Figura 49 están en funcionamiento adecuado aun sea con la transferencia de carga.

Condiciones en la noche, transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5

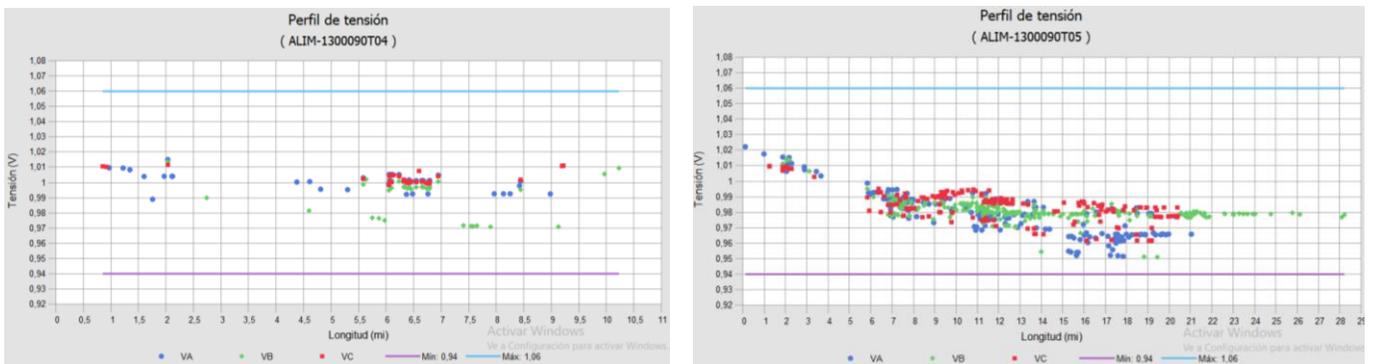


Figura 50. Perfil de voltaje con mejoras en el sistema eléctrico estudiado condición en la noche, transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5

La condición de la noche se encuentra en condiciones de nivel bajo como se observa en la Figura 50 lo cual es adecuado ya que a medida que la carga aumenta y el vano es de más distancia se tiende a tener caída de voltaje.

CONCLUSIONES

- Con el presente estudio se concluyó que, con la transferencia de carga de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 de la subestación Alpachaca, se puede obtener mejores resultados en la calidad del servicio técnico, considerando aspectos topológicos, eléctricos y operacionales que permiten elegir una propuesta de ubicación de reconectores automáticos que cumpla con los índices de calidad y confiabilidad de la Regulación 002_20.
- Mediante la ubicación de los reconectores automáticos Mit Point, Tie y la modelación de los alimentadores antes y después de la transferencia de carga en caso de fallas, se logró determinar la carga a transferir de un alimentador a otro, tomando en cuenta la capacidad de los equipos de protección.

RECONENDACIONES

- Se recomienda la realización de un estudio de coordinación de protecciones en los alimentadores primarios Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 de la empresa distribuidora EMELNORTE S.A. que complemente la transferencia de carga automática con desconexión de la menor carga posible para aislar la falla en base a la coordinación de protecciones que se obtenga de resultado.

Referencias Bibliográficas

- [1] INEC, «Fasculo Provincial Imbabura,» Instituto nacional de estadísticas y censos, Quito, 2010.
- [2] J. A. Y. Morón, *Sistemas Eléctricos de Distribución*, Barcelona, España: Reverté, 2021, p. 340 ;2.
- [3] D. D. Lechón, *Estudio para integración de equipos localizadores de fallas y reconectores con el propósito de mejorar la calidad del servicio técnico para los usuarios de la zona II de EMELNORTE.*, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2020.
- [4] R. G. M. Aldemar, *Localización óptima de reconectores normalmente abiertos para transferencia de carga*, Pereira: Universidad Técnica de Pereira, 2017.
- [5] C. S. Magallán, *Artist, “Análisis para el control y monitoreo SCADA de las variables eléctricas en los reconectores automáticos de la alimentadora Libertad 13.8 KV de la subestación la Libertad 69/13.8 KV en redes de distribución”*. [Art]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2019.
- [6] Sector electricidad, «Sector Electricidad,» 03 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.sectorelectricidad.com/2018/reconectores-2/>. [Último acceso: 01 11 2023].
- [7] G. Montoya, R. A. y O. D., «Nuevo enfoque para la localización óptima de reconectores en sistemas de distribución considerando la calidad del servicio y los costos de inversión,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 24, n° 01, p. 15, 2016.
- [8] M. Cabanelas, «SCRIBD,» 16 Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/488329109/CYME-Software-Elctricos>. [Último acceso: 11

10 2023].

- [9] R. C. Samuel, *Proteccion de sistemas electricos, Manizales: Universida Nacional de Colombia, 2020.*
- [10] J. Chipugsi y B. Pilco, «EMAZE,» 2018. [En línea]. Available: <https://app.emaze.com/@AWZLZZQZ#/2>. [Último acceso: 11 Noviembre 2023].
- [11] M. Garcia , R. Maldonado, D. Stella y W. Alfonso, *Transmisión y distribución de energia eléctrica, Colombia: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2019, pp. 246-20.*
- [12] G. Matias, Artist, *Sistemas de distribución primaria aéreos y uso de reconectores en conjunto con seccionalizadores y fusibles de expulsión.* [Art]. Universidad Nacional de la Plata, 2022.
- [13] P. J. M. Ruiz, Artist, *Estudio de un sistema de transferencia automática de carga a través de reconectores en el sistema de distribucion de EMELNORTE.* [Art]. Universidad Técnica del Norte, 2017.
- [14] N. R. Francisco H, *Centrales de Generación y Subestaciones Eléctricas, Santo Domingo, Republica Dominicana : ENERGY SERIES eBOOKS, 2019.*
- [15] J. YLorena, «ACADEMIA,» 2019. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/40669169/SISTEMAS_DE_DISTRIBUCI%C3%93N. [Último acceso: 12 10 2023].
- [16] R. N. ARCERNNR, «Agencia de regulación y control de enrgiay recursos naturales no renovables,» *Agencia de Regulacion y Control Energia y Recursos Reovables, Quito, 2020.*
- [17] D. J. F. Ferrin, Artist, *IDENTIFICACIÓN DE CAUSA RAÍZ DE FALLAS POR DESCARGAS.* [Art]. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 2021.

- [18] M. Sánchez, «Vsip,» 15 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://vsip.info/fallas-transitorias-pdf-free.html>. [Último acceso: 11 Noviembre 2023].
- [19] R. Pérez, C. Vásquez y A. Vilorio, «SciELO,» 12 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://books.scielo.org/id/hcnhr/pdf/inga-9789978104910-04.pdf>. [Último acceso: 13 10 2023].
- [20] M. Neira y R. Quintanilla, «La Calidad del Servicio Técnico de Electricidad,» *Revista Técnica "energía"*, vol. 8, nº 1, pp. 60-67, 16 julio 2012.
- [21] C. d. S. e. e. P. –. Caso, «ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA,» Noviembre 2011. [En línea]. Available: <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/II%20FORO%20REGIONAL%20DE%20ELECTRICIDAD%20CHICLAYO%202011%20LAMBAYEQUE/4%20Calidad%20de%20Suministro%20Electrico%20en%20el%20Peru-%20Resultados%20caso%20de%20Electronorte.pdf#:~:text=Indicador%20SAIFI%28Sy>. [Último acceso: 04 01 2024].
- [22] L. Morejón Gómez y J. Balseca Pacahar, Artists, *Análisis aplicado de la calidad del servicio técnico en*. [Art]. ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACION, 2023.
- [23] J. Rios, C. Quinatoa y G. Casillas, «Ubicación Óptima de Reconectores en Redes de Distribución con Generación Distribuida Utilizando Algoritmos Genéticos e Índices de Calidad de Servicio,» *Energia*, vol. 20, nº 1, p. 8, Julio 2023.
- [24] S. P. M. Vinicio, Artist, *Localización óptima de reconectores con criterios de confiabilidad en un*. [Art]. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2022.

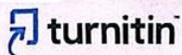
- [25] Schneider, Electric, «Shcneider Electric,» 26 08 2022. [En línea]. Available:
<https://www.se.com/co/es/faqs/FA365946/>. [Último acceso: 29 11 2023].
- [26] E. Gomez Luna y J. C. Solarte Rivera, «Reconectador Transferencia de Carga Red Inteligente Automatización Inteligente Redes de Distribución,» *Ingenieria y Competitividad*, vol. 25, n° 01, p. 21, 2023.
- [27] J. O. Castro, «Enlace de reconectores a un sistema SCADA mediante una red de comunicaciones,» *Revista Científica y tecnologica UPSE*, p. 8, 2017.
- [28] Google Maps, «Subestacion Alpachaca,» 2023. [En línea]. Available:
<https://www.google.com/maps/@0.3669562,-78.13491,390m/data=!3m1!1e3!5m2!1e1!1e4?entry=tu>. [Último acceso: 03 11 2023].
- [29] E. S.A., Artist, *Subestacion Alpachaca*. [Art]. 2023.
- [30] EMELNORTE, Artist, *Indices de servicio tecnico febrero 2023*. [Art]. Empresa electrica EMELNORTE S.A., 2022.
- [31] EmelNorte, Artist, *Alimentadores M4 y M5*. [Art]. EmelNorte, 2022.
- [32] EmelNorte, Artist, *Ubicacion de reconectores automaticos*. [Art]. CYME.DISTE, 2023.
- [33] C. I. T. inc., «CYME,» 2020. [En línea]. Available:
<https://www.cyme.com/es/software/cymdist/>. [Último acceso: 16 11 2023].
- [34] Deingenierias.com, 06 Enero 2019. [En línea]. Available:
<https://deingenierias.com/software/que-es-autocad-para-que-sirve-como-funciona/>. [Último acceso: 20 11 2023].
- [35] S. L., ArcGis, 23 Junio 2023. [En línea]. Available:
<https://storymaps.arcgis.com/stories/3392c16c4d304e6abdef2f8a9b5498b2>. [Último acceso:

09 12 2023].

- [36] EMELNORTE, Artist, *Indices de servicio Técnico Diciembre 2022*. [Art]. Empresa Electrica EmelNorte S.A., 2023.
- [37] A. J. Conejo Navarro, Instalaciones electricas, España: McGRAW-HILL, 2007, p. 4.
- [38] Schneider, Schneider Electric Colombia, 26 08 2022. [En línea]. Available: <https://www.se.com/co/es/faqs/FA359845/>. [Último acceso: 16 11 2023].
- [39] M. Gaibor, V. Alejandra, A. Verónica y M. Rosero, Artists, *Coordinación de protecciones del sistema de distribución de la subestación Tababela y la nueva subestación el Quinche, en condiciones de operación normal y transferencia de carga*. [Art]. Escuela Politécnica Nacional, 2019.
- [40] V. Colman, Y. Javier, A. Rolando, R. Vergara y L. Carmelo, Artists, *Evaluación de la ubicación de equipos reconectores*. [Art]. Universidad Nacional del Este, 2018.
- [41] F. P. N. Chamorro, Artist, *Evaluación del reconnector de tensión en 10 kV, 13.2 kV y 23.9 kV para el alimentador A4402 dela subestación de transmisión - Chupaca 2023*. [Art]. Universidad Continental, 2023.
- [42] J. P. Contreras, Artist, *UBICACIÓN ÓPTIMA DE RECONNECTADORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN USANDO MÉTODOS COMPUTACIONALES – CASO ESTUDIO: CENTRALES ELÉCTRICAS DE NORTE DE SANTANDER*. [Art]. Universidad de Pamplona, 2022.

ANEXOS

Anexos: Turniting



Identificación de reporte de similitud: oid:21463:359455716

NOMBRE DEL TRABAJO

Documento final.docx

AUTOR

Leiner Moreno

RECUENTO DE PALABRAS

10079 Words

RECUENTO DE CARACTERES

53820 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

53 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.7MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 5, 2024 5:13 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 5, 2024 5:14 PM GMT-5

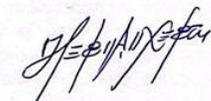
● 8% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


Ing. Hernán Pérez Cruz.

Resumen

Anexos: Flujos de carga

Condición en el día

Condición inicial de funcionamiento de los alimentadores Alpacaca No.4 y Alpacaca No.5 en el día

Cuadro de flujo de carga							
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05							
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	
0,98	13,6	7,8	107,2	2511	-2241	1134	
0,98	13,6	7,8	105,7	825,2	-737,7	369,7	
0,98	13,6	7,8	108,2	844,9	-750,6	387,8	
0,98	13,6	7,8	107,7	840,9	-752,2	376	

Cuadro de flujo de carga							
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05							
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	
0,983	13,6	7,8	47,6	1119	1037	421	
0,98	13,6	7,8	42,2	329,3	304,5	125,4	
0,99	13,6	7,9	51,5	406,2	378,3	147,8	
0,98	13,5	7,8	49,2	383,8	354	148,3	

Condiciones en el día con transferencia de carga

Transferencia del alimentador Alpacaca No.5 al alimentador Alpacaca No.4 con falla en el alimentador Alpacaca No.4

Cuadro de flujo de carga							
Fuente - NODOFUENTE-1300090T04							
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	
0,984	13,5	7,8	0	0	0	0	
0,98	13,5	7,8	0	0	0	0	
0,98	13,5	7,8	0	0	0	0	
0,98	13,5	7,8	0	0	0	0	

Cuadro de flujo de carga							
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05							
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	
0,993	13,6	7,8	72,5	1704	-1479	847	
0,98	13,6	7,8	75,6	589,9	-524	271	
0,99	13,6	7,9	71,3	562,2	-482	289,4	
0,98	13,5	7,8	70,8	552,7	-472,7	286,5	

Transferencia del alimentador Alpacaca No.4 al alimentador Alpacaca No.5 con falla en el alimentador Alpacaca No.5

Cuadro de flujo de carga							
Fuente - NODOFUENTE-1300090T04							
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	
0,984	13,5	7,8	93,4	2187	-1816	1219	
0,98	13,5	7,8	97,4	760,3	-647,9	397,8	
0,98	13,5	7,8	91,1	711,2	-579,3	412,5	
0,98	13,5	7,8	91,8	717	-589	408,9	

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,983	13,6	7,8	23,6	555	517	202
0,98	13,6	7,8	25,3	197,2	186,8	63,1
0,99	13,6	7,9	23,8	187,8	173,2	72,6
0,98	13,5	7,8	21,9	170,7	157,2	66,6

Falla en una ramificación alejada de la cabecera del alimentador Alpachaca No.5.

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T04						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,984	13,6	7,8	92	2163	-1796	1206
0,98	13,6	7,8	95,8	751,9	-617,4	429,1
0,98	13,6	7,8	90,9	710,1	-572,8	419,7
0,98	13,6	7,9	89,4	702,7	-605,4	356,8

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,993	13,5	7,8	24,4	571	532	207
0,98	13,5	7,8	24,6	191,5	188,4	34,4
0,99	13,5	7,8	23,6	183,9	174,8	57,1
0,98	13,5	7,8	26,2	204,2	168,3	115,6

Falla en una ramificación alejada de la cabecera del alimentador Alpachaca No.4

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T04						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,984	13,6	7,8	20,7	486	201	442
0,98	13,6	7,8	21,2	166,4	79	146,4
0,98	13,6	7,8	23,7	185,2	73	170,3
0,98	13,6	7,9	17,1	134,6	48,9	125,4

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,993	13,5	7,8	74,1	1735	-1462	934
0,98	13,5	7,8	76,4	595,6	-513,5	301,6
0,99	13,5	7,8	71,7	559,1	-476,3	292,9
0,98	13,5	7,8	74,5	581,5	-471,9	339,7

Condición en la noche

Condición inicial de funcionamiento de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en la noche

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T04						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,993	13,7	7,9	42,8	1018	1001	184
0,99	13,7	7,9	39,6914	313,076	308,8	51,6
1	13,7	8	56,9038	453,3776	442,8	97,3
0,99	13,7	7,9	31,9212	251,7868	249,4	34,9

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,993	13,7	7,9	72,2	1714	1685	319
0,99	13,7	7,9	66,1609	521,8615	519,9	45,3
1	13,7	8	76,7828	611,7616	581,5	189,9
0,99	13,7	7,9	74,6876	589,1182	583,1	83,8

Transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4 con falla en el alimentador Alpachaca No.4

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T04						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,993	13,7	7,9	0	0	0	0
0,99	13,7	7,9	0	0	0	0
1	13,7	8	0	0	0	0
0,99	13,7	7,9	0	0	0	0

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,993	13,7	7,9	87,4	2074	2063	221
0,99	13,7	7,9	83,9	661,6	657	78,3
1	13,7	8	85,4	680,2	679,4	34,1
0,99	13,7	7,9	93,1	734,4	726,4	108,4

Transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5 con falla en el alimentador Alpachaca No.5

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T04						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,993	13,7	7,9	78,2	1858	1854	-131
0,99	13,7	7,9	70,6	557,2	554,8	-51,5
1	13,7	8	93,4	744,6	744,4	13,6
0,99	13,7	7,9	71,3	562,2	554,4	-93,5

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,993	13,7	7,9	0	0	0	0
0,99	13,7	7,9	0	0	0	0
1	13,7	8	0	0	0	0
0,99	13,7	7,9	0	0	0	0

Falla en una ramificación alejada de la cabecera del alimentador Alpachaca No.5.

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T04						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR
0,993	13,7	7,9	83,7	1988	1915	-537
0,99	13,7	7,9	74,4	586,8	573,2	-125,4
1	13,7	8	99,1	789,2	771,7	-165,6
0,99	13,7	7,9	78,7	620,5	569,8	-245,7

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	KW	KVAR
0,996	13,7	7,9	37,6	896	857	263
0,999	13,8	8	37,4	297,5	286,6	79,8
1	13,7	8	37,3	297,3	282,6	92,6
0,99	13,7	7,9	38,3	301,7	287,8	90,7

Falla en una ramificación alejada de la cabecera del alimentador Alpachaca No.4.

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T04						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	KW	KVAR
0,993	13,7	7,9	30,3	721	709	132
0,99	13,7	7,9	26,7	210,6	207,7	34,4
1	13,7	8	44,6	355,2	347,1	75,3
0,99	13,7	7,9	19,8	155,7	154,1	22,5

Cuadro de flujo de carga						
Fuente - NODOFUENTE-1300090T05						
Vp.u.	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	KW	KVAR
0,996	13,7	7,9	87,8	2090	2060	-353
0,999	13,8	8	82,7	658,4	654,5	-71,7
1	13,7	8	89,2	710,3	694,9	-147,1
0,99	13,7	7,9	91,6	722,8	710,3	-133,7

Anexos: Reportes sumarios

Condición en el día

Condición inicial de funcionamiento de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en el día

Alimentador: ALIM-1300090T04				
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	10	I554164_MTA	120,05%
	B	60	I625346_MTA	139,06%
	C	20	I576087_MTA	126,23%
Subtensión	A	0	S37446_MTA	96,18 %
	B	70	IMTA_L_379113	97,25%
	C	0	369805_MTA	94,69 %
Sobretensión	A	0	IMTA_L_378823	102,00 %
	B	0	IMTA_L_378823	101,01 %
	C	0	IMTS_L_29142	101,11 %

Alimentador: ALIM-1300090T05				
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	17	I364382_MTA	100,33 %
	B	4	I634278_MTA	100,02 %
	C	12	I504168_MTA	166,54 %
Subtensión	A	0	MTA_S_428641	93,27%
	B	0	MTA_S_428641	93,96%
	C	0	MTA_S_428641	94,10%
Sobretensión	A	0	IMTS_L_44882	102,05 %
	B	0	IMTS_L_44881	102,12 %
	C	0	IMTS_L_44882	101,90 %

Condiciones con transferencia de carga

Transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4 con falla en el alimentador Alpachaca No.4

Alimentador:		ALIM-1300090T04		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	0	434412_MTA	0,00 %
	B	0	434412_MTA	0,00 %
	C	0	434412_MTA	0,00 %
Subtensión	A	0	MTA_S_434391	98,00 %
	B	0	MTA_S_434391	98,00 %
	C	0	MTA_S_434391	98,00 %
Sobretensión	A	0	MTA_S_434391	98,00 %
	B	0	MTA_S_434391	98,00 %
	C	0	MTA_S_434391	98,00 %

Alimentador:		ALIM-1300090T05		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	25	1554164_MTA	114,08 %
	B	24	529183_MTA	112,17 %
	C	18	1576087_MTA	156,56 %
Subtensión	A	0	385787_MTA	98,00 %
	B	0	385787_MTA	99,00 %
	C	0	385787_MTA	98,00 %
Sobretensión	A	203	IMTA_L_379063	105,74%
	B	34	IMTA_L_378951	105,90%
	C	4	IMTA_L_379025	105,08%

Transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5 con falla en el alimentador Alpachaca No.5

Alimentador:		ALIM-1300090T04		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	12	1377105_MTA	113,73 %
	B	19	1377105_MTA	113,93 %
	C	14	1576087_MTA	154,82 %
Subtensión	A	0	38492_MTS	97,25 %
	B	0	38492_MTS	96,77 %
	C	0	38492_MTS	97,23 %
Sobretensión	A	62	IMTA_L_379063	105,80%
	B	0	IMTA_L_379057	105,97%
	C	0	IMTA_L_379055	105,48%

Alimentador:		ALIM-1300090T05		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	0	385787_MTA	0,00 %
	B	0	385787_MTA	0,00 %
	C	0	385787_MTA	0,00 %
Subtensión	A	0	MTA_S_400156	99,00 %
	B	0	MTA_S_400156	100,00 %
	C	0	MTA_S_400156	99,00 %
Sobretensión	A	0	MTA_S_400156	99,00 %
	B	0	MTA_S_400156	100,00 %
	C	0	MTA_S_400156	99,00 %

Falla en una ramificación alejada de la cabecera del alimentador Alpachaca No.5.

Alimentador:		ALIM-1300090T04		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	6	I554164_MTA	113,73 %
	B	19	529183_MTA	113,30 %
	C	17	I576087_MTA	150,11 %
Subtensión	A	0	38492_MTS	97,57 %
	B	0	379105_MTA	96,65 %
	C	0	38492_MTS	98,37 %
Sobretensión	A	0	IMTA_L_379057	105,56 %
	B	0	IMTA_L_379057	105,60 %
	C	321	IMTA_L_379055	105,97 %

Alimentador:		ALIM-1300090T05		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	0	I549859_MTA	100,00 %
	B	0	I661040_MTA	100,00 %
	C	10	I504168_MTA	169,65 %
Subtensión	A	0	527684_MTA	95,89 %
	B	0	364418_MTA	96,24 %
	C	0	IMTA_L_369947	94,93 %
Sobretensión	A	0	IMTA_L_548196	100,19 %
	B	0	IMTA_L_377083	99,83 %
	C	0	IMTA_L_457946	99,78 %

Falla en una ramificación alejada de la cabecera del alimentador Alpachaca No.4.

Alimentador:		ALIM-1300090T04		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	0	I658002_MTA	100,00 %
	B	0	I635397_MTA	100,00 %
	C	0	I468170_MTA	100,00 %
Subtensión	A	0	38492_MTS	97,05 %
	B	0	379105_MTA	96,16 %
	C	0	38492_MTS	97,50 %
Sobretensión	A	0	IMTA_L_658002	100,49 %
	B	0	IMTS_L_108897	100,30 %
	C	0	IMTS_L_108897	100,59 %

Alimentador:		ALIM-1300090T05		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	18	I554164_MTA	115,44 %
	B	26	529183_MTA	113,37 %
	C	25	I504168_MTA	164,99 %
Subtensión	A	0	385787_MTA	97,90 %
	B	0	385787_MTA	97,90 %
	C	0	IMTA_L_504168	97,75 %
Sobretensión	A	8	IMTA_L_379025	106,00 %
	B	0	IMTA_L_378951	105,92 %
	C	0	IMTA_L_379025	104,97 %

Condición en la noche

Condición inicial de funcionamiento de los alimentadores Alpachaca No.4 y Alpachaca No.5 en la noche

Alimentador:		ALIM-1300090T04		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	6	I379091_MTA	100,04 %
	B	42	I625346_MTA	138,43%
	C	4	I379079_MTA	159,36 %
Subtensión	A	0	MTA_S_470871	97,43 %
	B	50	IMTA_L_379113	92,19 %
	C	0	379053_MTA	98,45 %
Sobretensión	A	0	IMTS_L_46483	102,51 %
	B	0	IMTS_L_46483	101,81 %
	C	0	IMTS_L_46483	102,25 %

Alimentador:		ALIM-1300090T05		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	3	I554164_MTA	118,96 %
	B	1	I554215_MTA	102,82 %
	C	28	I504168_MTA	166,60 %
Subtensión	A	0	MTA_S_428641	93,40%
	B	0	MTA_S_428641	92,51%
	C	0	369805_MTA	94,58%
Sobretensión	A	0	IMTS_L_44882	101,76 %
	B	0	IMTS_L_44882	101,97 %
	C	0	IMTS_L_44881	102,01 %

Condiciones con transferencia de carga

Transferencia del alimentador Alpachaca No.5 al alimentador Alpachaca No.4 con falla en el alimentador Alpachaca No.4

Alimentador:		ALIM-1300090T04		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	0	434412_MTA	0,00 %
	B	0	434412_MTA	0,00 %
	C	0	434412_MTA	0,00 %
Subtensión	A	0	MTA_S_434391	99,00 %
	B	0	MTA_S_434391	100,00 %
	C	0	MTA_S_434391	99,00 %
Sobretensión	A	0	MTA_S_434391	99,00 %
	B	0	MTA_S_434391	100,00 %
	C	0	MTA_S_434391	99,00 %

Alimentador:		ALIM-1300090T05		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	0	385787_MTA	0,00 %
	B	0	385787_MTA	0,00 %
	C	0	385787_MTA	0,00 %
Subtensión	A	0	MTA_S_400156	99,00 %
	B	0	MTA_S_400156	100,00 %
	C	0	MTA_S_400156	99,00 %
Sobretensión	A	0	MTA_S_400156	99,00 %
	B	0	MTA_S_400156	100,00 %
	C	0	MTA_S_400156	99,00 %

Transferencia del alimentador Alpachaca No.4 al alimentador Alpachaca No.5 con falla en el alimentador Alpachaca No.5

Alimentador:		ALIM-1300090T04		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	10	I554164_MTA	120,07 %
	B	44	I625346_MTA	270,58 %
	C	22	I379051_MTA	270,44 %
Subtensión	A	0	537446_MTA	96,17 %
	B	584	IMTA_L_379113	91,45 %
	C	293	369805_MTA	94,65 %
Sobretensión	A	0	IMTA_L_378823	101,93 %
	B	0	IMTS_L_108897	101,03 %
	C	0	IMTS_L_29142	101,30 %

Alimentador:		ALIM-1300090T05		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	0	385787_MTA	0,00 %
	B	0	385787_MTA	0,00 %
	C	0	385787_MTA	0,00 %
Subtensión	A	0	MTA_S_400156	99,00 %
	B	0	MTA_S_400156	100,00 %
	C	0	MTA_S_400156	99,00 %
Sobretensión	A	0	MTA_S_400156	99,00 %
	B	0	MTA_S_400156	100,00 %
	C	0	MTA_S_400156	99,00 %

Falla en una ramificación alejada de la cabecera del alimentador Alpachaca No.5.

Alimentador:		ALIM-1300090T04		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	9	I554164_MTA	121,97 %
	B	40	I625346_MTA	177,20 %
	C	19	I576087_MTA	156,69 %
Subtensión	A	0	537446_MTA	94,21 %
	B	0	IMTA_L_379105	96,95 %
	C	0	IMTA_L_378829	98,76 %
Sobretensión	A	0	IMTS_L_108897	101,49 %
	B	0	IMTS_L_108897	101,33 %
	C	0	IMTA_L_518656	103,82 %

Alimentador:		ALIM-1300090T05		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	5	I554164_MTA	121,86 %
	B	10	I379087_MTA	181,57 %
	C	18	I504168_MTA	175,00 %
Subtensión	A	23	537446_MTA	94,00 %
	B	0	IMTA_L_379087	95,11 %
	C	0	379053_MTA	95,64 %
Sobretensión	A	0	IMTA_L_548196	102,23 %
	B	0	IMTA_L_377083	101,38 %
	C	0	IMTA_L_377067	100,97 %

Falla en una ramificación alejada de la cabecera del alimentador Alpachaca No.4.

Alimentador:		ALIM-1300090T04		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	0	I658002_MTA	100,00 %
	B	30	I625346_MTA	176,90 %
	C	0	I468170_MTA	100,00 %
Subtensión	A	0	38492_MTS	97,34 %
	B	0	IMTA_L_379105	97,09 %
	C	0	38492_MTS	98,64 %
Sobretensión	A	0	IMTS_L_108897	101,51 %
	B	0	IMTS_L_108897	101,37 %
	C	0	IMTS_L_108897	101,17 %

Alimentador:		ALIM-130090T05		
Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	5	I554164_MTA	121,86 %
	B	10	I379087_MTA	181,57 %
	C	18	I504168_MTA	175,00 %
Subtensión	A	23	537446_MTA	94,00 %
	B	0	IMTA_L_379087	95,11 %
	C	0	379053_MTA	95,64 %
Sobretensión	A	0	IMTA_L_548196	102,23 %
	B	0	IMTA_L_377083	101,38 %
	C	0	IMTA_L_377067	100,97 %

Presupuesto

	P. Unitario [USD]	C antidad	Tota I [USD]
Gastos tesis			
Impresione s Color	0.25	20	5
Impresione s B y N	0.05	50	2.5
Varios	25	1	25
Visitas a campo			
Transporte	5	16	80
Alimentaci ón	9	5	45
Extras			
Gastos imprevistos	50	1	50
TOTAL [USD]			207. 5