

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela Profesional de Ingeniería en Energía



“DISPOSITIVOS Y AJUSTES EN EL SISTEMA DE COORDINACION DE PROTECCION DEL ALIMENTADOR A4270 DE LA SUB ESTACION LA UNION EN 22,9 KV DEL SISTEMA ELECTRICO HUANUCO RURAL 2-ELECTROCENTRO”

Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero en Energía

TESISTAS :

- Bach. BLAS REYES VICTOR MANUEL
- Bach. QUIROZ PEREZ SEGUNDO OSCAR

ASESOR :

- Mg. AMANCIO RAMIRO ROJAS FLORES

NUEVO CHIMBOTE – PERU

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el título profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D N°492-2017-CU-R-UNS) de acuerdo a la denominación siguiente:

DISPOSITIVOS Y AJUSTES EN EL SISTEMA DE COORDINACION DE PROTECCION DEL ALIMENTADOR A4270 DE LA SUB ESTACION LA UNION EN 22,9 KV DEL SISTEMA ELECTRICO HUANUCO RURAL 2-ELECTROCENTRO

Autores: Bach. Victor Manuel Blas Reyes
 Bach. Segundo Oscar Quiroz Pérez

Mg. Amancio Ramiro Rojas Flores

ASESOR

Nuevo Chimbote, octubre de 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

El presente jurado evaluador da la conformidad del presente informe, desarrollado en el cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al reglamento general para obtener el grado Académico de Bachiller y Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D N°492-2017-CU-R-UNS); titulado:

DISPOSITIVOS Y AJUSTES EN EL SISTEMA DE COORDINACION DE PROTECCION DEL ALIMENTADOR A4270 DE LA SUB ESTACION LA UNION EN 22,9 KV DEL SISTEMA ELECTRICO HUANUCO RURAL 2-ELECTROCENTRO

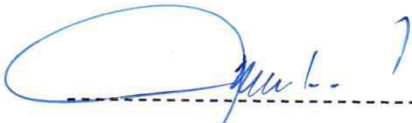
AUTORES: Bach. Victor Manuel Blas Reyes
 Bach. Segundo Oscar Quiroz Pérez

Revisado y Evaluado por el siguiente Jurado Evaluador



Ms. José Luis Castillo Ventura

Presidente



M.Sc. César Luis López Aguilar

Secretario



Mg. Amancio R. Rojas Flores

Integrante



Año de la Universalización de la Salud

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los veintidós días del mes de octubre del año dos mil veinte, siendo las diez de la mañana, se reunieron en forma virtual a través de la aplicación zoom, el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N°125-2020-UNS-CFI**, integrado por los siguientes docentes:

- **Mg. JOSE LUIS CASTILLO VENTURA** : PRESIDENTE
- **M.Sc. JULIO HIPOLITO NESTOR ESCATE RAVELLO** : SECRETARIO
- **Mg. AMANCIO RAMIRO ROJAS FLORES** : INTEGRANTE
- **M.Sc. CESAR LUIS LOPEZ AGUILAR** : ACCESITARIO

Para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: **“DISPOSITIVOS Y AJUSTES EN EL SISTEMA DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DEL ALIMENTADOR A4270 DE LA SUB ESTACIÓN LA UNIÓN EN 22,9 KV DEL SISTEMA ELÉCTRICO HUANUCO RURAL 2- ELECTROCENTRO”**, elaborada por el Bachiller de Ingeniería en Energía: VICTOR MANUEL BLAS REYES, con código de matrícula N° 200611030, teniendo como asesor al docente Mg. AMANCIO RAMIRO ROJAS FLORES designado mediante Resolución Decanal N° 288-2017-UNS-FI.

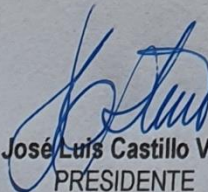
El Señor Presidente informa que el M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello no estará presente en la sustentación por motivos de salud, por lo tanto el M.Sc. César Luis López Aguilar asumirá el cargo de Secretario del Jurado Evaluador.

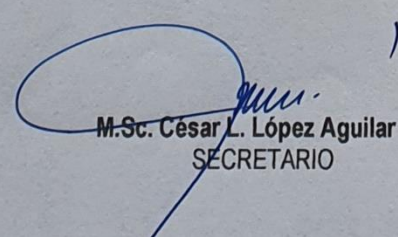
Terminada la sustentación el estudiante, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.


El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
VICTOR MANUEL BLAS REYES	18	MUY BUENO

Siendo las once horas de la mañana, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Ms. José Luis Castillo Ventura
PRESIDENTE


M.Sc. César L. López Aguilar
SECRETARIO


Mg. Amancio R. Rojas Flores
INTEGRANTE



Año de la Universalización de la Salud

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los veintidós días del mes de octubre del año dos mil veinte, siendo las diez de la mañana, se reunieron en forma virtual a través de la aplicación zoom, el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N°125-2020-UNS-CFI**, integrado por los siguientes docentes:

- **Mg. JOSE LUIS CASTILLO VENTURA** : PRESIDENTE
- **M.Sc. JULIO HIPOLITO NESTOR ESCATE RAVELLO** : SECRETARIO
- **Mg. AMANCIO RAMIRO ROJAS FLORES** : INTEGRANTE
- **M.Sc. CESAR LUIS LOPEZ AGUILAR** : ACCESITARIO

Para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: **“DISPOSITIVOS Y AJUSTES EN EL SISTEMA DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DEL ALIMENTADOR A4270 DE LA SUB ESTACIÓN LA UNIÓN EN 22,9 KV DEL SISTEMA ELÉCTRICO HUANUCO RURAL 2- ELECTROCENTRO”**, elaborada por el Bachiller de Ingeniería en Energía: SEGUNDO OSCAR QUIROZ PEREZ, con código de matrícula N° 200411023, teniendo como asesor al docente Mg. AMANCIO RAMIRO ROJAS FLORES designado mediante Resolución Decanal N° 288-2017-UNS-FI.

El Señor Presidente informa que el M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello no estará presente en la sustentación por motivos de salud, por lo tanto el M.Sc. César Luis López Aguilar asumirá el cargo de Secretario del Jurado Evaluador.

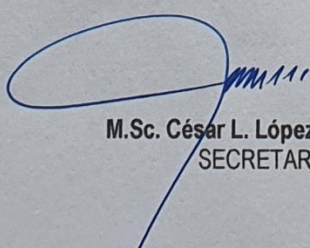
Terminada la sustentación el estudiante, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
SEGUNDO OSCAR QUIROZ PEREZ	16	BUENO

Siendo las once horas de la mañana, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Ms. José Luis Castillo Ventura
PRESIDENTE


M.Sc. César L. López Aguilar
SECRETARIO


Mg. Amancio R. Rojas Flores
INTEGRANTE

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi hija Alpha Anyhely Ximena, por ser el motivo de seguir adelante y de querer seguir creciendo profesionalmente día a día, asimismo a mis padres por inculcarme una buena educación y valores, en especial a mi mamá Rosita.

A mí, esposa y hermanos por su apoyo, paciencia y tiempo.

Víctor Manuel Blas Reyes.

Este trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios por iluminar mi camino y guiar mis pasos para ver reflejado hoy en día uno de los logros más importantes de mi vida.

A mis padres Oscar Quiroz y Antonia Pérez, a mis hermanos, esposa e hija por sus consejos, tenacidad y esfuerzo por ser el soporte diario en mi preparación universitaria y poder ver reflejado los resultados en este presente proyecto.

Segundo Oscar Quiroz Pérez.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por sobre todas las cosas, ya que sin el nada es posible, a él le debemos todo incluso nuestra existencia.

Un agradecimiento a todos los profesores de la escuela Profesional de Ingeniería en Energía de la Universidad Nacional del Santa por sus enseñanzas y sus consejos en las clases mientras éramos alumnos, en especial a nuestro asesor Mg. Amancio Ramiro Rojas Flores y al jurado evaluador.

A los amigos, colegas, y profesionales de las cuales he ido aprendiendo y aplicando los conocimientos adquiridos en el desarrollo profesional en especial a Luis Baca, Ing. Gilberto Luy e Ing. Alex Sotelo.

Víctor Manuel Blas Reyes.

Nuestro más sincero agradecimiento a todos los profesores de la escuela profesional de Ingeniería en Energía de la Universidad Nacional del Santa por sus concejos y aportes en la elaboración de nuestro proyecto de tesis, en espacial al Mg. Amancio Ramiro Rojas Flores, al jurado evaluador.

Al director de escuela el por su incansable laboral profesional y administrativa. Por compartir muchas de sus experiencias vividas para poder lograr nuestra tesis de grado.

A nuestra alma mater universidad del santa por abrirnos las puertas de su recinto académico y así podernos forjarnos como buenos profesionales en el devenir de la vida cotidiana.

Segundo Oscar Quiroz Pérez.

RESUMEN

La presente tesis dio como resultado la realización de la coordinación de protecciones en la red de media tensión que alimenta a la provincia de Dos de Mayo en la región Huánuco para un nivel de tensión de 22,9 kV y se determinó un correcto ajuste en los dispositivos de protección que permiten un sistema eficiente y con menor cantidad de interrupciones. Se ha evaluado el comportamiento de la red y de los equipos de protección ante eventuales fallas que podrían presentarse en la nueva configuración del alimentador rural, como información base se han realizado las simulaciones de flujo de carga y de corrientes de cortocircuito utilizando el software ETAP 12.6 para un escenario de máxima demanda, fallas trifásicas máximas y fallas de alta impedancia.

Como resultado se han obtenido los ajustes de corriente y tiempo para una correcta actuación ante fallas trifásicas y monofásicas que serán configuradas en el recloser así como la selección correcta del calibre de los fusibles para transformadores y seccionamientos de operación y maniobras.

Palabras clave

Coordinación, sistema, corriente, cortocircuito, impedancia

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to carry out the coordination of protections in the medium voltage network that feeds the province of Dos de Mayo in the Huánuco region for 22.9 kV and to determine a correct adjustment in the protection devices that allow a efficient system with fewer interruptions.

The behavior of the network and of the protection equipment against possible failures that could occur in the new rural feeder configuration has been evaluated, as base information the simulations of load flow and short-circuit currents have been carried out using the ETAP 12.6 software. for a scenario of maximum demand, maximum triphasic faults and high impedance faults.

As a result, the current and time settings have been obtained for a correct action against three-phase and single-phase faults that will be configured in the recloser as well as the correct selection of the size of the fuses for transformers and operation and maneuvering sectioning.

Keywords

Coordination, system, current, short circuit, impedance

ÍNDICE

Resumen	viii
Abstract.....	ix
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	02
1.2 ANTECEDENTES.....	03
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	05
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	05
1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	06
1.6 OBJETIVOS	06
1.6.1 OBJETIVO GENERAL.....	06
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	06
2.1 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN ELECTRICA EN MEDIA TENSION.....	09
2.1.1 FUSIBLES.....	09
2.1.2 RELES.....	10
2.1.3 RECLOSER O RECONECTADORES.	11
2.1.4 SECCIONALIZADORES.....	12
2.2 AJUSTES EN LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION.	13
2.2.1 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES.....	13
2.2.2 PROTECCION DE FALLA A TIERRA.....	14
2.2.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.....	15
2.3. COORDINACION DE PROTECCIONES.....	17
2.4 ESQUEMAS DE LOS DISPOSITIVOS EN EL SISTEMA DE COORDINACION DE PROTECCIONES.....	18
2.4.1 ESQUEMA FUSIBLE-FUSIBLE.....	18
2.4.2 ESQUEMA RELE DE SOBRECORRIENTE - RELE DE SOBRECORRIENTE.....	19
2.4.3 ESQUEMA DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO – INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.....	19
2.4.4 ESQUEMA FUSIBLE – INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.....	21
3.1 LUGAR DE EJECUCION.....	23

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	23
3.2.1. BIENES.....	23
3.2.2. SERVICIOS.....	23
3.3 METODO.....	24
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	24
3.4.1 POBLACION.....	24
3.4.2 MUESTRA.....	24
4.1 NORMAS EMPLEADAS.....	27
4.2 DESCRIPCIÓN DEL ALIMENTADOR A4270.....	27
4.3 EL CÁLCULO DE FLUJO DE CARGA Y CORTOCIRCUITO.....	28
4.3.1 CONSIDERACIONES.....	28
4.3.1.1 BASE DE DATOS.....	30
4.3.1.2 DEMANDAS.....	34
4.3.1.3 CRITERIOS.....	35
4.3.2 RESULTADOS DE FLUJO DE CARGA.....	39
4.3.3 RESULTADOS DE CORTOCIRCUITO.....	39
4.4 AJUSTES DE LAS PROTECCIONES.....	43
4.4.1 SELECCIÓN DE FUSIBLES.....	43
4.4.2 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTES DE FASES 50P/51P.....	49
4.4.3 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTES DE TIERRA 50N/51N.....	57
4.4.4 PROGRAMACIÓN DEL RECLOSER NULEC N27.....	60
5.1 CONCLUSIONES.....	62
5.1.1 CONCLUSIONES GENERAL.....	62
5.1.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	62
5.2 RECOMENDACIONES.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fusible de expulsión para sistemas de media tensión en posición cerrada y abierta	10
Figura 2. Configuración de la SEP La Unión – Fuente Electrocentro.....	28
Figura 3. Modelamiento de la S.E Potencia y equivalente Thevenin en Software ETAP 12.6. Fuente elaboración propia	29
Figura 4. Imagen del recorrido geográfico del Alimentador A4270	30
Figura 5. Ingreso de parámetros eléctricos del conductor en software Etap 12.6	31
Figura 6. Ingreso de configuración de las estructuras mecánicas en software Etap 12.6	32
Figura 7. Ingreso de parámetros eléctricos del transformador en software Etap 12.6	33
Figura 8. Ingreso de configuración del conexionado de los transformadores en software Etap 12.6	34
Figura 9. Categorías de carga para los análisis de flujo de carga en software Etap 12.6	36
Figura 10. Perfil de caída de tensión para el escenario de mínima demanda 2019	37
Figura 11. Perfil de caída de tensión para el escenario de máxima demanda 2019	37
Figura 12. Perfil de caída de tensión para el escenario de mínima demanda 2020	38
Figura 13. Perfil de caída de tensión para el escenario de máxima demanda 2020	38
Figura 14. Perfil de la corriente de cortocircuito trifásico	41
Figura 15. Perfil de la corriente de cortocircuito bifásico	41
Figura 16. Perfil de la corriente de cortocircuito monofásico	42
Figura 17. Perfil de la corriente de cortocircuito monofásico con una resistencia de contacto de 400 Ohm.	42
Figura 18. Criterios para selección de fusibles en transformadores de distribución	44
Figura 19. Criterios para selección de fusibles en línea troncal para correcta coordinación con recloser	46
Figura 20. Criterio de coordinación entre fusible de operación y fusible de maniobra	47
Figura 21. Configuración de transformadores de corriente de relé multifunción en software Etap 12.6	51
Figura 22. Configuración de protección de fases para relé multifunción en software Etap 12.6	51
Figura 23. Configuración de protección de falla a tierra para relé multifunción en software Etap 12.6	52
Figura 24. Comportamiento de los equipos de protección ante corriente de carga	53

Figura 25. Comportamiento de los equipos de protección ante corriente de falla trifásica .	54
Figura 26. Comportamiento de los equipos de protección ante corriente de falla bifásica .	55
Figura 27. Comportamiento de los equipos de protección ante corriente de falla bifásica con resistencia de contacto de 20 Ohm .	56
Figura 28. Comportamiento de los equipos de protección ante corriente de falla monofásica .	58
Figura 29. Comportamiento de los equipos de protección ante corriente de falla monofásica con resistencia de contacto de 400 Ohm .	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de Alimentador A4270.....	28
Tabla 2 Equivalente Thevenin Barra 60 kV S.E Huallanca	29
Tabla 3 Distancias entre fases para distintos tipos de estructuras de media tensión	32
Tabla 4 Demanda año 2019 Alimentador A4270 - 22.9kV	34
Tabla 5 Demanda proyectada año 2020 A4270 - 22.9kV	35
Tabla 6 Resultados de la máxima caída de tensión por fase.....	39
Tabla 7 Resultados del cortocircuito en el Alimentador A4270.....	40
Tabla 8 Selección de fusibles para transformadores monofásicos MRT.....	44
Tabla 9 Selección de fusibles para transformadores monofásicos	45
Tabla 10 Selección de fusibles para transformadores trifásicos	45
Tabla 11 Seccionamientos con fusibles de maniobra	46
Tabla 12 Seccionamientos con fusibles de operación	48
Tabla 13 Criterios para los ajustes de equipos de protección por sobrecorriente de fases ..	49
Tabla 14 Ajuste de fases barra 23 kV	50
Tabla 15 Ajuste de tierra barra 23 kV	50
Tabla 16 Factores de característica inversa de curvas IEC.....	53
Tabla 17 Ajuste propuesto de fases Alimentador A4270	57
Tabla 18 Ajuste propuesto de fases Alimentador A4270	60
Tabla 19 Programación de recloser NULEC	60

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los sistemas eléctricos de distribución sufren en el tiempo diversas modificaciones, las cuales las alejan de sus condiciones iniciales de operación, es por ello que es necesario un análisis de la infraestructura eléctrica del Alimentador “A4263” perteneciente al Sistema Eléctrico Huánuco Rural 2 y que era alimentado desde la SEP Huánuco, ha estado sujeta a ampliaciones, remodelaciones y con el reciente ingreso de la SEP La Unión, el alimentador A4263 ha sido transferido a la nueva SEP La Unión, por lo cual se tiene una nueva topología y la asignación de un nuevo código de alimentador A4270, que asumirá la carga del alimentador antes mencionado, variándose la dirección del flujo de energía trayendo como consecuencia el cambio de las condiciones de diseño originales. Por tal razón se desea realizar una evaluación de los dispositivos y los ajustes al sistema de coordinación de protecciones del sistema eléctrico actual considerando la nueva topología de la infraestructura eléctrica existente.

Cuando el flujo de corriente era desde Huánuco a La Unión el anterior Alimentador codificado como A4263 contaba con seccionamientos tipo Cut out, un recloser SELEC con relé SEL 551 con funciones de sobrecorriente de fase y tierra y con función de recierre, pero debido a la poca experiencia solo se tenía programado los ajustes de sobrecorriente sin función de recierre, , cuando se hace el cambio a la nueva topología desde la subestación de potencia La Unión y se cambia el código del alimentador a A4270, se cambió la dirección de los seccionamientos principales, y se propone la instalación de un recloser Nulec con ajustes de sobrecorriente de fases y de tierra con función de recierre y un ajuste de tiempo definido para fallas monofásicas de alta impedancia.

Esta evaluación comprenderá un análisis de los dispositivos y ajustes actuales, flujo de carga y el cálculo de los valores de corriente de cortocircuito para verificar la correcta operación del sistema de coordinación de protecciones del sistema eléctrico considerando la nueva distribución desde la SEP La Unión, desde el interruptor principal en 22,9 kV con la línea primaria y red de distribución primaria aguas abajo en 22,9/13,2 a fin de detectar problemas que afecten la operación normal del sistema eléctrico

1.2 ANTECEDENTES

Gómez Canchihuaman, J. (2012). En sus tesis determino que, debido a las exigencias de la sociedad y las tendencias actuales en el mundo de mejores y nuevos mercados, se requiere tomar en cuenta la necesidad urgente de priorizar la automatización de los sistemas de distribución en el Perú, mediante una automatización de las subestaciones. Siendo necesario la evaluación profesional de los estudios de flujo de carga, medios de comunicación, cálculo de las conexiones eléctricas, una adecuada selección y elección de los equipos de protección y de automatización, siendo la alternativa más conveniente el uso de cable de guarda OPGW24, asimismo señala el principio de control y operación de los datos en tiempo real para un correcto envío de los datos obtenidos hacia la aplicación remota, utilizando la plataforma SCADA, el cual se fundamenta en un soporte informático para visualizar los datos en tiempo real de los parámetros de la subestación desde una computadora en cualquier punto de la red interna de la empresa.

Díaz Solorza, O. A. (2011). En su tesis demuestra que al instalar Relés de Falla a Tierra en Subestaciones de tipo convencional, se disminuye la salida total de un alimentador no involucrado en un evento de falla, debido a que la protección desconecta la parte en falla sin afectar a todo el alimentador., utilizando como base el fundamento teórico y práctico de fallas monofásicas a tierra y fallas bifásicas a tierra, realizando los ajustes de coordinación de las protecciones eléctricas, disminuyendo los indicadores de interrupciones inesperadas, asimismo determina que la forma de optimizar un sistema de protección eléctrica para fallas a tierra con relés direccionales de sobrecorriente homopolar, es contar con dos funciones de protección, una de ellas debe ser regulado para alta sensibilidad de fallas a tierra,

por ejemplo mayor a 800 ohm, y esta programación debe ser validada por dos funciones conexas, la disminución de la corriente de secuencia positiva y el aumento de la corriente de secuencia negativa, eventos que habitualmente ocurren para caídas de conductor al suelo.

Ochoa Orozco, B. (2005). En su tesis concluye que el aumento de la potencia instalada en generación se proporciona la estabilidad al sistema aislado de Santa Elena Petén, asimismo la implementación del cambio de niveles de voltaje en la red de distribución al pasar de 13.8 kV a un nivel de 34.5 kV disminuye el valor de corriente en el alimentador para la misma capacidad de potencia instalada. Además, se podrá transmitir mayor potencia en la red analizada lo que permitirá alimentar cargas proyectadas en el futuro.

Gaona Jiménez, J. (2009). En su tesis determina la importancia del proceso para la construcción, la modificación o cambio de las redes de distribución las cuales deben obedecer al cambio y aumento de la demanda, así como el crecimiento acelerado en las zonas urbanas y las zonas industrializadas, para lo cual se debe efectuar un análisis que permita establecer el opción de servicio que se va a brindar. Con ello determinar la factibilidad de modificar la red existente o planificar una nueva red; teniendo en cuenta el aspecto técnico y económico. El presente trabajo brinda consejos, lineamientos y recomendaciones que se requieren para la planificación de las redes de distribución considerando los factores que influyen de manera directa e indirecta en la construcción, basándose en los cálculos y la experiencia obtenidos para escenarios de similar condición registrados en distintas fuentes de información.

Regalado Valdiviezo, W. A. (2003). En su tesis determina que para tener una visión global y actual del escenario real del sistema eléctrico de distribución se requiere los diagramas unifilares, se requiere evaluar los flujos de carga en las radiales de distribución, del tipo urbano, rural y a nivel de alimentadores de red primaria; evaluando realizar un estudio para regular el nivel de voltaje producto de la caída de tensión en los conductores, asimismo realizar una adecuada coordinación de los diferentes equipos para la protección, para una actuación de forma selectiva y conforme a un orden programado.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo realizar el ajuste en los dispositivos de protección para la nueva topología del Alimentador A4270 para las distintas fallas en la Subestación Eléctrica Unión – Huánuco?

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La presente evaluación del sistema eléctrico es importante porque dará a conocer la condición actual en la que opera los ajustes de coordinación de protecciones del nuevo alimentador A4270, puesto que anteriormente los dispositivos y ajustes de protección eléctrica estaban coordinados para trabajar desde la SEP Huánuco requiriéndose una adecuada selectividad para que en el caso de cortocircuitos u otras fallas se provoque la actuación de protecciones cercanos a la zona donde se produce la falla, sin perjudicar la troncal del sistema eléctrico.

Mediante la evaluación de los niveles de cortocircuito, curvas de daño de los elementos eléctricos de la red, situación actual de los dispositivos y ajustes en la protección se puede indicar que lineamientos se deben seguir para reducir las fallas

que pueda presentar la nueva configuración del sistema eléctrico, garantizando una efectiva selectividad de los equipos de protección y reduciendo la interrupción del servicio eléctrico solo a las zonas realmente afectadas a causa de la falla.

1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El ajuste en los dispositivos de protección para la nueva topología del Alimentador A4270 en la Subestación Eléctrica La Unión – Huánuco mejora la coordinación de protecciones y reduce la duración de las fallas temporales.

VARIABLES	INDICADORES
VI: Magnitud de corriente	1. Corriente eléctrica 2. Potencia de cortocircuito
VD: Sistema de protección	1. Tiempo 2. Tipo de equipo

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la magnitud de la corriente eléctrica y su influencia en los ajustes de los dispositivos para mejorar el Sistema de Protección del Alimentador A4270 en la Subestación Eléctrica La Unión – Huánuco.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar el flujo de carga de la nueva topología del Alimentador A4270 usando el software ETAP 12.6 de acuerdo con el diagrama Unifilar proporcionado por Electrocentro correspondiente al Sistema Eléctrico Huánuco Rural 2.

- ✓ Determinar la magnitud de las corrientes de corto circuito usando el Software ETAP 12.6 para fallas trifásicas máximas y fallas monofásicas de alta impedancia en el Alimentador A4270 desde la barra en 22.9 kV SEP La Unión.
- ✓ Evaluar los ajustes actuales y proponer mejoras en la coordinación de protecciones entre los dispositivos usando el Software ETAP 12.6.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 DISPOSITIVOS DE PROTECCION ELECTRICA EN MEDIA TENSION

2.1.1 FUSIBLES

“El fusible es un dispositivo protector, cuyo principio de interrupción se basa inicialmente en la fusión de un elemento conductor. Una vez iniciado el proceso de fusión, se produce el arco eléctrico dentro del fusible, siendo posteriormente apagado por diferentes mecanismos” (Segovia Albarrasin, 2010, pág. 16)

Segovia Albarrasin (2010) afirma que:

Las principales características de operación de un fusible son las siguientes:

- Combina el elemento sensor y de interrupción en una sola unidad.
- Su operación depende de la magnitud y duración de la corriente que fluye a través de él.
- Es un dispositivo monofásico. Sólo el fusible de la fase dañada operará, quedando las otras fases activas.
- Después de haber operado debe cambiarse, ya sea las tres fases o sólo el elemento sensor de corriente que se fundió.

(pág. 17)

Mujal Rosas (2002) señala que los fusibles son el sistema más antiguo de protecciones contra fallos eléctricos. Estos dispositivos han perdurado a través del tiempo gracias a unas innegables ventajas como construcción rápida y sencilla, bajo costo y rapidez (hasta 5ms). Sin embargo, presentan algunos inconvenientes como cada defecto provoca la ruptura o destrucción del fusible, y por lo tanto, debe sustituirse el componente y es difícil su calibración

temporal, siendo prácticamente imposible obtener respuestas precisas con ellos.

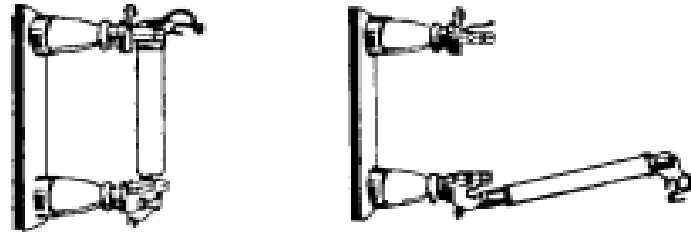


Figura 1. Fusible de expulsión para sistemas de media tensión en posición cerrada y abierta Fuente: Enríquez Harper (Elementos de diseños de Sub estaciones eléctricas pág.152)

2.1.2 RELES

Grainger & Stevenson (1999) sostienen que:

Los relés, constituyen la parte inteligente de la protección, pues sobre la base de señales que provienen de determinados sensores deben ser capaces de discriminar entre condiciones normales y anormales de trabajo del equipo bajo su protección y producir la salida de este del sistema para evitar afectaciones en caso de averías.

Clasificación de los relés por su funcionamiento

De acuerdo a su principio de funcionamiento Segovia Albarracín (2010) afirma que los relés se dividen en:

Electromecánicos, estáticos, digitales o numéricos, dentro de los primeros existen dos tipos, los electromagnéticos y los de inducción. Los estáticos utilizan circuitos electrónicos basados en componentes de baja integración y los digitales son construidos con elementos de alta integración

(...) Una de las limitaciones de este tipo de protección es que no podrá ser utilizada en aquellos lugares donde los valores de corrientes de carga sean cercanos al cortocircuito mínimo. Con anterioridad se han visto diferentes dispositivos utilizados para proteger el sistema contra fallas que se supone son permanentes, no obstante, en los sistemas eléctricos aéreos las fallas transitorias representan alrededor del 90% del total, mantener el sistema en funcionamiento cuando ocurren fallas de este tipo de la manera más económica posible es una forma de disminuir el número de interrupciones y el tiempo de afectación de los consumidores.

Existen dispositivos de protección destinados a proteger el sistema contra fallas transitorias y o permanentes dentro de los que se encuentran los relés de sobre corriente con recierre y recerradores (pág. 23-27).

2.1.3 RECLOSER

Colmenar, Borge D., Collado F., & Castro G. (2015) señala que los recloser son dispositivos capaces de desconectar un circuito o porción de él ante la ocurrencia de una falla y pasado un período predeterminado conectar de nuevo el circuito, manteniendo la continuidad del servicio en caso de que la falla se limpie, o desconecte definitivamente si la falla es permanente y antes no ha operado la protección local de la porción fallada.

La experiencia en el uso de recloser como dispositivos de protección señala que en el primer recierre se eliminan el 80%, en el segundo el 5% y un 2% en el tercero siendo el resto de las fallas permanentes. Como ya se dijo los recloser se diseñan para operar siguiendo una secuencia de operaciones de disparo, lo

anterior se justifica por el hecho de que si la falla no persiste sea limpiada en dos recierres rápidos y no se produzcan después del restablecimiento transitorios con altas intensidades de corriente. Si la falla persiste el recloser debe demorar más tiempo en cerrar permitiendo que otros dispositivos ubicados después del recloser aíslen la falla. En el caso de redes soterradas la estadística indica que la inmensa mayoría de las fallas son permanentes, por lo que no se usan recloser para este tipo de redes. En estos casos se trata de que las protecciones operen lo más rápido posible para disminuir los daños pues todas las fallas son permanentes y las tareas de ubicación y reparación de las mismas son más complicadas (Segovia Albarrasin,2010).

2.1.4 SECCIONALIZADORES

Los seccionadores son “llamados también autoseccionador o seccionador automático electrónico. Abre un circuito automáticamente en condiciones predeterminadas, cuando dicho circuito esta en tensión” (Trashorras Montecelos, 2015, pág. 38).

Según Segovia A. (2010) señala que:

son dispositivos de protección que se ubican aguas debajo de los recerradores. Este dispositivo cuenta la cantidad de veces que una intensidad de corriente superior a su mínima de operación es interrumpida por el recerrador y después de una cantidad preseleccionada de recuentos abre sus contactos. No tiene capacidad interruptiva ante corrientes de cortocircuito, pero si puede abrir el alimentador con corriente de carga (pág. 32).

Si la corriente que fluye a través del seccionalizador es mayor del 160% de la capacidad nominal de su bobina y el dispositivo de respaldo interrumpe la corriente de falla, entonces el seccionalizador efectúa una cuenta, repitiéndose el proceso hasta el momento en que llega a la cantidad preseleccionada de recuentos, dejando en este caso abierto el circuito que protege aprovechando que el dispositivo aguas arriba tiene abierto el alimentador. Si la falla desaparece antes de llegar al conteo ajustado el dispositivo se resetea en un tiempo determinado que puede ser ajustado a conveniencia del usuario sobre todo en el caso de restauradores de tipo digital o electrónico. Para ajustar con los dispositivos aguas arriba solo hay que tener en cuenta que el número de conteos debe ser uno menos (Segovia A., 2010, pág. 32)

2.2 AJUSTES EN LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION.

2.2.1 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES

Alcalde San Miguel (2014) Expresa que “todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobre intensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobre intensidades previsibles” (pág. 386).

Las sobre intensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas

A. Protección contra sobrecargas.

Alcalde San Miguel (2014) sostiene que:

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. (...)

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

B. Protección contra cortocircuitos.

Ministerio de Ciencia y Tecnología (2007) considera que:

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados (pág. 354).

2.2.2 PROTECCION DE FALLA A TIERRA

Las redes de distribución conectados a tierra sólidamente o conectados a tierra a través de impedancias bajas necesitan despejar de manera rápida las fallas a tierra. Este requerimiento de celeridad se necesitan primordialmente para circuitos de baja tensión conectados en estrella o que están puestos a barras o conductos metálicos de largo recorrido. La dificultad está en función de poder detectar bajas corrientes de fallas a tierra de manera sensible, así mismo la coordinación entre los distintos equipos de protección para el principal

circuito y el alimentador. La mayoría de las fallas eléctricas son de contacto a tierra. Inclusive las fallas que se originan entre fases se derivan rápidamente a las partes metálicas adyacentes, canaletas, o en las bandejas que direccionan el camino de regreso a la barra del sistema de puesta a tierra. Los sistemas sin conexión a tierra también están supeditados a las fallas a tierra y necesitan atención a la detección a tierra y la protección de fallas a tierra.

El factor de sensibilidad para la protección de fallas a tierra puede no estar relacionado con las magnitudes de corriente de carga nominal, por lo que, los ajustes para el arranque son mucho menores a los equipos de protección para las fases.

Como las corrientes de falla a tierra no se transfieren a través de sistemas con transformadores de potencia que están conectados en configuración triángulo-estrella o triángulo-triángulo, la protección de fallas a tierra no depende del nivel de voltaje de la red para otros rangos de voltaje. Esta configuración admite una transferencia más veloz, que consigue una respuesta de los elementos de protección de fase que necesitan coordinación utilizando magnitudes de arranque y retrasos en el tiempo que se desarrollan desde la carga hacia la fuente de generación y frecuentemente implican en retrasos de tiempo importantes para determinados puntos de la red eléctrica. Los arcos eléctricos generados por fallas a tierra que no se detectan oportunamente y no actúan los elementos de protección son muy perjudiciales (Diaz Rojas, 2012, pág. 32)

2.2.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Colección Normativa Técnica (2008) sostiene que:

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del: nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc.

La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Esta instrucción contiene las indicaciones a considerar para cuando la protección contra sobretensiones está prescrita o recomendada en las líneas de alimentación principal 230/400 V en corriente alterna, no contemplándose en la misma otros casos como, por ejemplo, la protección de señales de medida, control y telecomunicación (pág. 144).

Además “el nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (por ejemplo, continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.)

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar. En redes TT o IT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación. En redes TN-S, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el conductor de protección. En redes TN-C, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el neutro o compensador. No obstante se permiten otras formas de conexión, siempre que se demuestre su eficacia” (Diaz Marcilla & Ruiz Garcia, 2012, págs. 82-83).

2.3 COORDINACION DE PROTECCIONES

Es el proceso de selección de ajustes o curvas características de dispositivos de protección, con el objetivo principal de proporcionar en forma rápida, el aislamiento de un área de falla en el sistema y, de este modo, poder mantener en funcionamiento la mayor parte del sistema eléctrico restante. Dentro de este contexto existen seis requerimientos básicos para una óptima coordinación de protecciones:

- A. **Fiabilidad.-** Seguridad de que la protección se llevará a cabo correctamente, tiene dos componentes: confianza y seguridad.
- B. **Selectividad.-** Continuidad máxima del servicio con mínima desconexión del sistema.
- C. **Rapidez de operación.-** Duración mínima de una falla, así como un menor daño en los dispositivos del sistema.

D. **Simplicidad.-** Menor equipo de protección y circuitos asociados para lograr los objetivos de protección.

E. **Economía.-** Mayor protección a menor costo.

El término “protección” no implica que el equipo de protección pueda prevenir fallas o deficiencia de los dispositivos. Los relés de protección sólo se ponen en funcionamiento después que haya ocurrido una condición insostenible. Sin embargo, su función es minimizar los daños a dispositivos fallados, reducir el tiempo y costo de interrupción, así como el de reparación y problemas afines que pudieran ocurrir.

La protección del sistema eléctrico y de los dispositivos es muy importante, en vista que una falla en cualquiera de ellos puede dejar sin suministro un área entera, además de poner en riesgo la estabilidad del sistema de potencia (Anónimo, 2003, pág. 13).

2.4 ESQUEMAS DE LOS DISPOSITIVOS EN EL SISTEMA DE COORDINACION DE PROTECCIONES

2.4.1 ESQUEMA FUSIBLE-FUSIBLE

Al seleccionar un fusible para la protección de un circuito o equipo debe cumplir con los siguientes aspectos:

Las condiciones normales de carga no lo pueden llevar a fundirse: Para lograr esto se debe buscar que la corriente mínima de fusión del fusible sea superior a la corriente máxima de carga en el circuito donde está instalado dicho fusible.

El fusible tiene que tener la capacidad de soportar la magnitud de corriente transitoria de energización para el circuito que protege, ya sea por arranque o por energización en vacío. Si el fusible protege a un motor, se debe admitir la corriente de arranque el tiempo indicado por el fabricante y resistir la corriente transitoria electromagnética.

Entre elementos fusibles debe haber selectividad: Utilizando el principio de la selectividad, cuando se genera una falla en un determinado punto, el fusible de protección para el circuito donde ocurrió la falla, debe aperturar. El fusible que se ubica aguas arriba no debe actuar, resultando así en una mínima interrupción del suministro eléctrico. Para los casos que el fusible no actué, entonces deberá actuar el fusible más próximo aguas arriba, el cual tiene la función de respaldo (Diaz Rojas, 2012, pág. 46).

2.4.2 ESQUEMA RELE DE SOBRECORRIENTE - RELE DE SOBRECORRIENTE

La coordinación entre los elementos instantáneos debe diferenciar en términos de la magnitud de la corriente y no del tiempo, ya que no existe una programación de tiempo. Al originarse una falla en un determinado punto, y ambos elementos instantáneos la detectan, los elementos operarán sin distinción (puede suceder que los dos elementos actúen al mismo dial de tiempo), Lo que indica una equivocada coordinación, por lo que, se debe elegir un ajuste (en caso de contar) del valor de la corriente mínima del instantáneo del relé que se ubica para la posición de la carga. La función no

debe permitir que el relé para el lado de la fuente detecte la falla más allá del relé del lado de la carga.

En el caso de elementos temporizados, se deben considerar los ajustes de tiempo y corriente, posteriormente se debe verificar en un esquema tiempo versus corriente que, para valores por debajo de la corriente máxima de falla, los relés deberán cumplir con la selectividad.

Se debe evaluar que el relé para el lado primario admita las corrientes de energización del transformador (inrush).

Las curvas de ambos relés deben ser más eficaces que la curva de daño térmico del equipo protegido, para que un elemento opere como respaldo del otro (Perez J., 1995).

2.4.3 ESQUEMA DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO – INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

Para coordinar equipos de protección térmicos (de largo retraso) en interruptores termomagnéticos se considera el margen especificado por el fabricante. Tomando en consideración la coordinación para magnitud de corrientes iguales o por debajo de la corriente máxima de falla en un punto ubicado cerca al interruptor en la parte inferior; y así validar que no haya una corriente de cortocircuito en la derivación de este último interruptor que pueda generar una incorrecta actuación selectiva.

Para la coordinación de la unidad instantánea se deberá considerar la ubicación y longitud entre los tableros, ya que si están muy cercanos no se registran diferencias entre las corrientes de falla que permitan una óptima discriminación, por lo tanto, la coordinación de instantáneos es imposible.

Una alternativa más común de solucionar estos inconvenientes es descartar el elemento instantáneo al interruptor en la parte superior, no obstante, esto podría conllevar a un retardo de la actuación del sistema de protección, lo cual no es recomendable (Diaz Rojas, 2012, pág. 52).

2.4.4 ESQUEMA FUSIBLE – INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

Para las casuísticas de los estudios, se tiene un fusible del lado primario para proteger al transformador, y el interruptor termomagnético opera como protección primaria del sistema de baja tensión. El fusible, deberá contar con los requisitos importantes de fusible para el lado primario, los cuales son:

La curva de tiempo mínimo de fusión debe ser tal que soporte la corriente de energización brusca del transformador (inrush) y la corriente de restablecimiento del sistema (arranque) (Diaz Rojas, 2012, pág. 55).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCION

- Región : Huánuco
- Provincia : Dos de Mayo
- Distrito : La Unión

Subestación Eléctrica La Unión

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. BIENES

➤ MATERIALES

- Materiales de Escritorio: papel, lapiceros, etc.
- Materiales de Almacenamiento de datos: CD-ROM, USB
- Libros de Consulta en relación al tema de investigación

➤ EQUIPOS

- Laptop

➤ SOFTWARE

- Microsoft Office
- Software de Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia

3.2.2. SERVICIOS

- Fotocopiado
- Impresiones
- Típeos
- Internet

3.3 METODO

✓ **SIMULACIÓN**

Los datos adquiridos de la infraestructura eléctrica perteneciente al sistema eléctrico Huánuco Rural 2 de la empresa concesionaria Electrocentro serán simulados en el Software de Ingeniería Eléctrica, que utiliza el método numérico de Newton Raphson.

✓ **PRESENTACIÓN DE DATOS**

Los valores de las corrientes de cortocircuitos, tipos de dispositivos de protección existentes, ajuste actual, implementación de dispositivos y modificación en los ajustes serán presentados mediante cuadros y figuras para evaluar su influencia en la coordinación de protecciones en el Alimentador A4270 de la SEP La Unión.

✓ **ANÁLISIS, INTERPRETACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS**

Se darán a conocer una vez concluido todo el informe, pues se procederá a interpretar y discutir los resultados obtenidos del Software de Ingeniería Eléctrica.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental para esta investigación es el diseño con Pre y Pos Prueba.

GE: O₁ ————— X ————— O₂

Donde:

GE: Grupo Experimental

O₁ : Pre prueba (indicadores de VD) al grupo experimental.

X : Realización de la Evaluación a la Corriente Eléctrica.

O₂ : Pos Prueba (indicadores de VD) al grupo experimental.

3.4.1 POBLACION

La población para esta investigación está constituida por la Unidad de negocios Huánuco de la empresa concesionaria Electrocentro.

3.4.2 MUESTRA

La muestra para esta investigación está constituida por el Alimentador A4270 de la Subestación eléctrica la Unión

CAPITULO IV

CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1 NORMAS EMPLEADAS

Las normas técnicas aplicables para la elaboración de los diseños definitivos de ingeniería serán los establecidos por la dirección ejecutiva de proyectos del Ministerio de Energía y Minas, que se listan como sigue.

- ✓ Decreto ley N°25844 “ley de concesiones Eléctricas” y su Reglamento.
- ✓ MEM/DEP-110 Especificaciones Técnicas generales para el suministro de materiales y equipos de líneas de transmisión y subestaciones.
- ✓ MEM/DEP-221 Especificaciones Técnicas para el suministro de materiales y equipos principales para subestaciones.
- ✓ MEM/DEP-222 Especificaciones Técnicas para el suministro de equipos y materiales complementarios para subestaciones.
- ✓ MEM/DEP-223 Especificaciones Técnicas de montaje electromecánico para subestaciones.
- ✓ MEM/DEP-224 Especificaciones Técnicas de obras civiles para subestaciones.
- ✓ Especificaciones Técnicas de suministros normalizados por Electrocentro.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones.
- ✓ Reglamento Nacional de Seguridad Salud Ocupacional del Trabajo del sub sector eléctrico.

Así mismo se tomarán en cuenta las normas internacionales:

- ✓ NESC (National Electrical Safety Code).
- ✓ IEEE (institute of Electrical and electronics engineering).
- ✓ ANSI (American National Standard Institute)
- ✓ IEC (International Electrotechnical Comission).

Igualmente serán aplicables las prescripciones de las siguientes normas:

- ✓ Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011.
- ✓ Organismo supervisor de la inversión en energía y minería (OSINERMING).
- ✓ Comité de operación económica del sistema de interconectado nacional. (COES SINAC).

4.2 DESCRIPCIÓN DEL ALIMENTADOR A4270

El Alimentador A4270 de la sub estación eléctrica la unión es de propiedad de Electrocentro, está ubicada en el distrito de la Unión provincia de Dos de Mayo departamento de Huánuco, cuenta con 4584 clientes. Tiene un recorrido de 113.88 km en la línea de red primaria y 90.67 en la línea de red secundaria y 65 subestaciones de distribuciones las cuales abastecen de servicio eléctrico a las provincias de Dos de Mayo y Yarowilca en el departamento de Huánuco.

Tabla 1
Datos de Alimentador A4270

CODIGO ALIMENTADOR	SECTOR TIPICO	Cantidad de Suministros	Cantidad de Estructuras MT	Cantidad de Estructuras BT	Cantidad de SED	Km línea MT	Km de línea BT
A4270	5	4,584	554	2070	65	113.88	90.67

Fuente: Electrocentro

4.3 CÁLCULO DE FLUJO DE CARGA Y CORTOCIRCUITO.

4.3.1 CONSIDERACIONES

Los flujos de potencia tienen como objetivo la obtención de los valores actuales de operación, información que sirve como inicio de los estudios de coordinación. Igualmente, permite elaborar un análisis del sistema eléctrico y sus valores para un estado estacionario. Para así poder proponer ajustes coherentes para cada uno de los equipos de protección que se van a proponer y/o implementar.

En la figura 02, se muestra la disposición de equipos del sistema eléctrico rural LA UNION 22.9 kV.

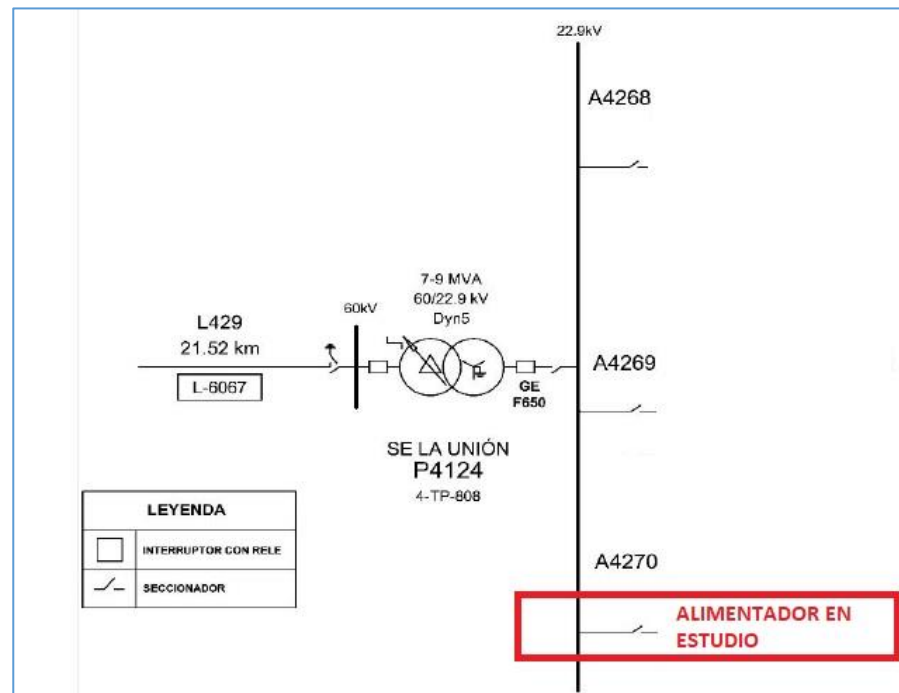


Figura 2. Configuración de la SEP La Unión – Fuente Electrocentro

Los valores base de corriente para los estudios de cortocircuito; se tomara en la barra de 60 kV en la S.E Huallanca que a continuación se muestra, correspondiente a información entregada por Electrocentro para el escenario de Avenida Máxima Demanda 2019.

Se tomó el escenario de máxima demanda porque para este escenario se presentan los valores de mayor nivel de corrientes de cortocircuito que servirán posteriormente para determinar el arranque de los elementos de protección

Tabla 2
Equivalente Thevenin Barra 60 kV S.E Huallanca

Nombre	Sk (MVA)	Ik(kA)	R/X	Z2/Z1	Xo/X1	Ro/Xo
Huallanca60	259.75	2.49	0.0146	0.9989	0.09607	0.0754

Fuente: Electrocentro

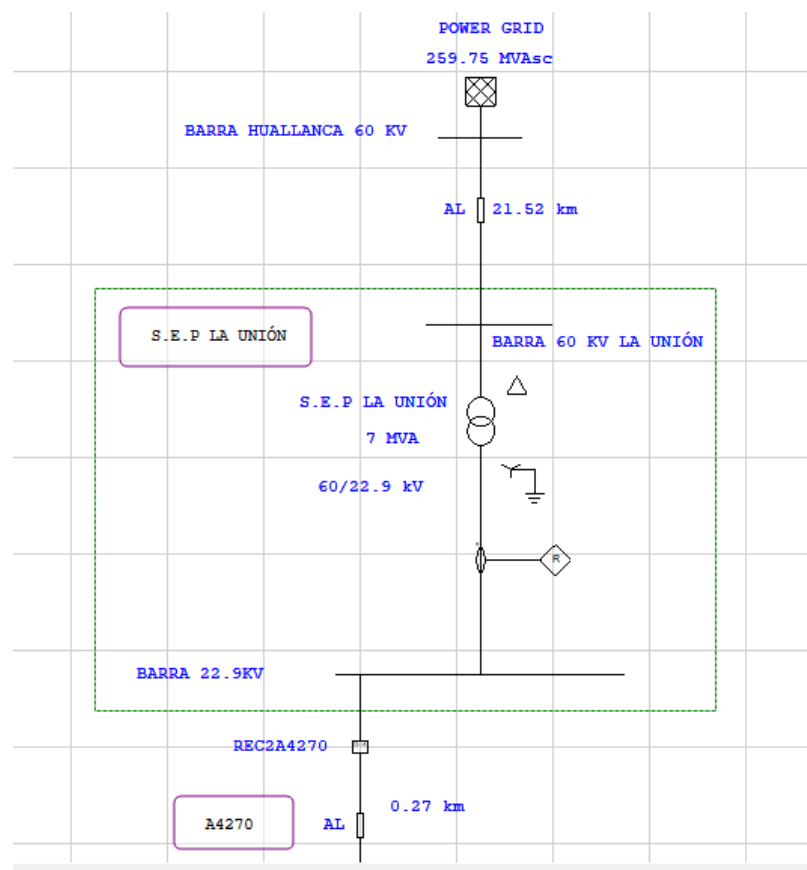


Figura 3. Modelamiento de la S.E Potencia y equivalente Thevenin en Software ETAP 12.6. Fuente elaboración propia

4.3.1.1 BASE DE DATOS

La obtención de la base de datos se enfocó en la consolidación de la información del equipamiento principal de la línea y red primaria de distribución en 22.9kV del alimentador A4270.

Del trabajo de validación de la información y análisis de relación de los parámetros se elaboró la base de datos que se adjunta en el Anexo 1.

El modelamiento para las redes de MT está basado en los archivos del software GIS Máximos, que Electrocentro ha proporcionado, por considerarlo lo más real en cuanto a calidad de información y disposición geográfica de cada una de las subestaciones, líneas y equipos de protección existentes involucrados en el presente estudio.

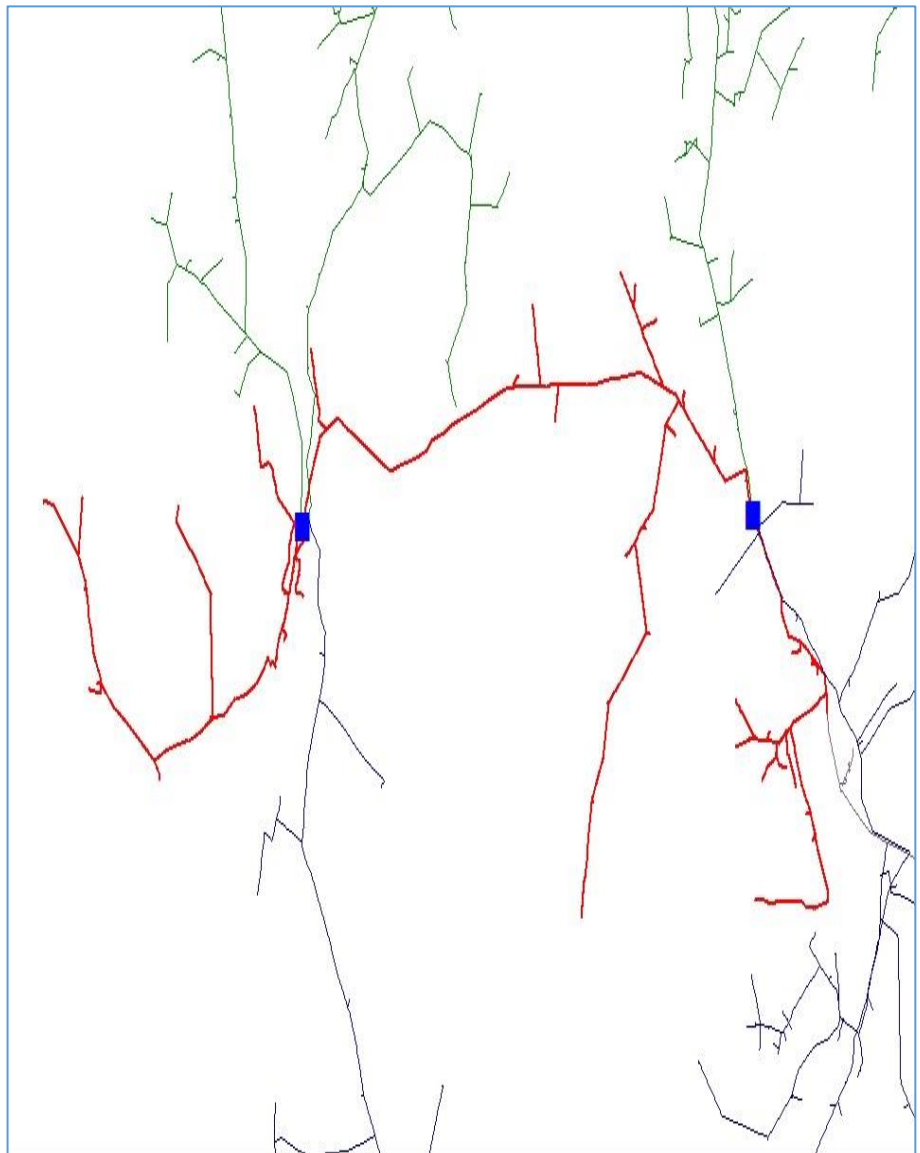


Figura 4. Imagen del recorrido geográfico del Alimentador A4270
Fuente: elaboración propia

Líneas de media tensión

Las líneas de media tensión se modelaron teniendo en cuenta las características eléctricas de los conductores para los distintos diámetros así como las longitudes de la red primaria de acuerdo a diagrama unifilar entregado por Electrocentro.

The screenshot shows the 'Transmission Line Editor - Line0.1' window. The 'Info' tab is selected. The conductor parameters are as follows:

Protection	Sag & Tension	Ampacity	Reliability	Remarks	Comment
EPRI/6201 MM2	Parameter	Configuration	Grouping	Earth	Impedance
AAAC	60 Hz	T1 25 °C	T2 75 °C	Code	133 kcmil
				70 mm ²	7 Strands

The 'Info' section contains the following fields:

- ID: Line0.1
- From: SEC. I408126 (22.9 kV)
- To: DERV LA UNIÓN - OBAS (22.9 kV)
- Equipment: Tag #, Name, Description (3X70 mm²)
- Connection: 3 Phase (selected), 1 Phase
- Length: Length (0.012), Unit (km), Tolerance (0 %)

Figura 5. Ingreso de parámetros eléctricos del conductor en software Etap 12.6
Fuente: elaboración propia

Estructuras de media tensión

Se modeló las estructuras en las redes de media tensión de acuerdo a los datos de distancias entre fases por tipo de estructura de los datos obtenidos en campo.

Tabla 3
Distancias entre fases para distintos tipos de estructuras de media tensión

Nombre	N° Fases	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3
Tipo MRT 13.2 kV	1	-1.2	0	0	10	0	0
Tipo Bifásico 22.9 kV	2	0	0.8	0	10.5	10	0
Tipo trifásico 22.9 kV	3	-1.2	0	1.2	10	10.5	10

Fuente: Electrocentro

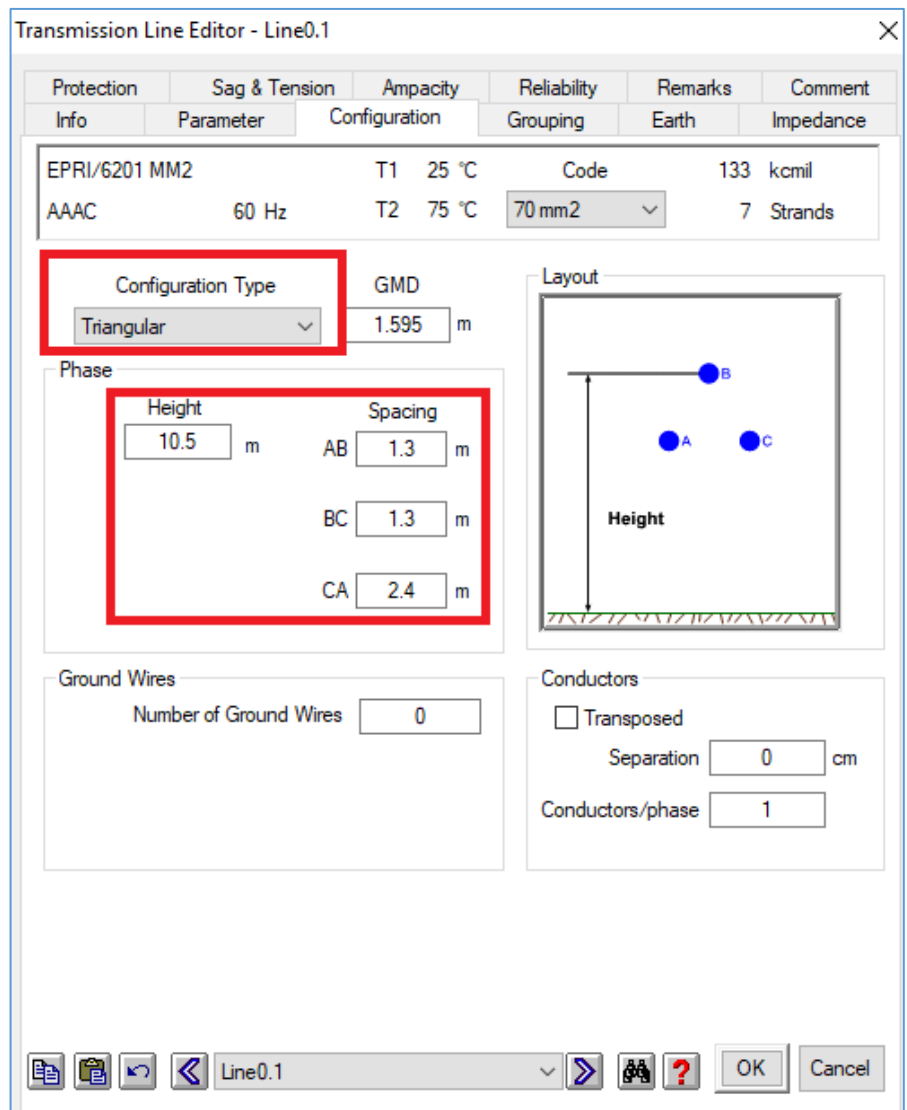


Figura 6. Ingreso de configuración de las estructuras mecánicas en software Etap 12.6 Fuente: elaboración propia

Transformadores de distribución

Los transformadores de distribución se modelaron teniendo en cuenta la data entregada por Electrocentro, en los casos que no se tenía la data validada, se usó la información de placa así como los valores típicos entregados por el software para las determinadas potencias de los transformadores

2-Winding Transformer Editor - E420190

Reliability		Remarks			Comment		
Info	Rating	Impedance	Tap	Grounding	Sizing	Protection	Harmonic
75 kVA IEC Liquid-Fill ONAN 65 C							22.9 0.23 kV
Voltage Rating		FLA		Bus kVnom		Z Base	
Prim.	kV 22.9	1.891		22.9		kVA 75	
Sec.	0.23	188.3		0.23			
ONAN 65							
Power Rating		Alert - Max					
	kVA Rated 75 ONAN 65		kVA 75				
	Derated 47.6		<input type="radio"/> Derated kVA <input checked="" type="radio"/> User-Defined				
	% Derating 36.6		Installation Altitude 3500 m				
			Ambient Temp. 25 °C				
MFR							
Type / Class							
Type	Sub Type	Class		Temp. Rise			
Liquid-Fill	Other	ONAN		65			

File Edit View Options E420190 OK Cancel

Figura 7. Ingreso de parámetros eléctricos del transformador en software Etap 12.6 Fuente: elaboración propia

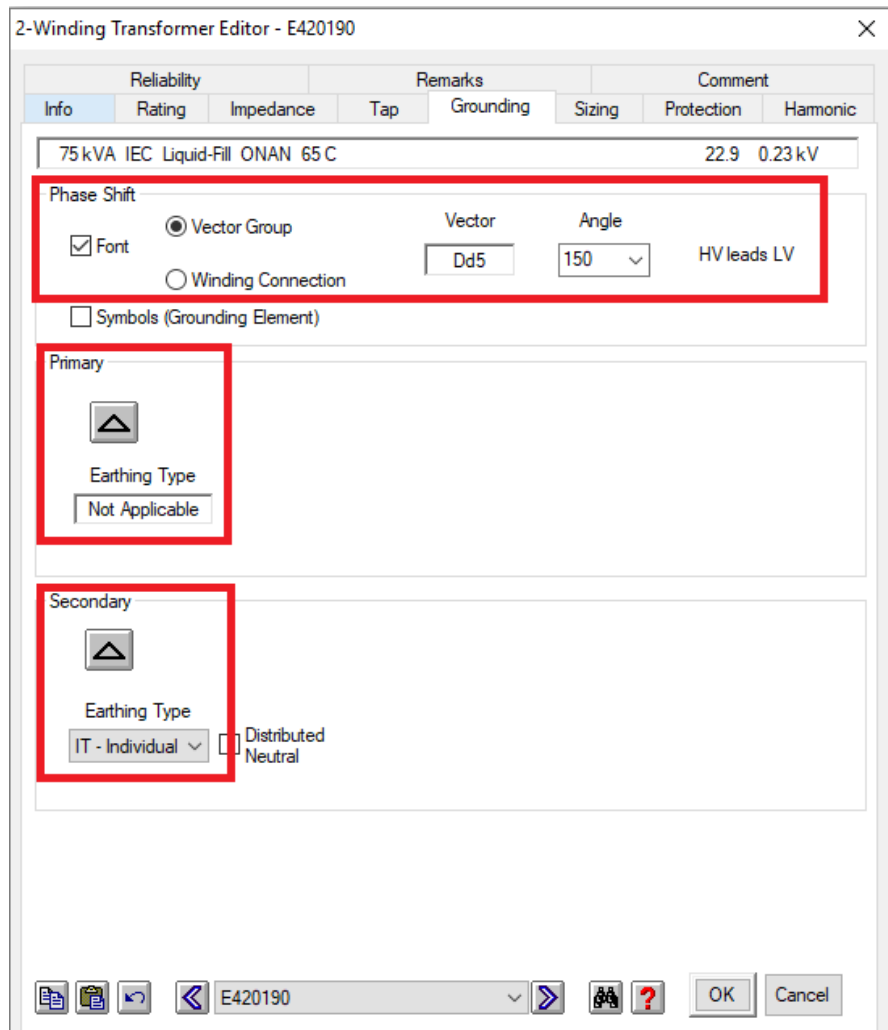


Figura 8. Ingreso de configuración del conexionado de los transformadores en software Etap 12.6 Fuente: elaboración propia

Con los datos correctamente ingresados de todos los elementos que pertenecen al Alimentador A4270 se procedió a efectuar los flujos de potencia considerando los factores de carga y las demandas.

4.3.1.2 DEMANDAS

Se tienen registradas las siguientes demandas en la barra de 22.9kV del Alimentador A4270.

Tabla 4
Demanda año 2019 Alimentador A4270 - 22.9kV

Alimentador	kV	Mínima (KW)	Máxima (KW)
A4270	22.9	160	435

En el presente estudio también se desea ver cómo se va a comportar el sistema eléctrico para el año 2020. Para lograr este propósito se consideró una índice de crecimiento de 9.6%.

Esta tasa de crecimiento fue proporcionada por el área de planeamiento de la empresa Electrocentro S.A.

Demanda proyectada = Demanda actual (1+ índice de crecimiento)

A continuación, se presenta el resumen de la demanda aplicando el índice de crecimiento para el periodo 2020.

Tabla 5
Demanda proyectada año 2020 A4270 - 22.9kV

Alimentador	kV	Mínima (KW)	Máxima (KW)
A4270	22.9	174.4	476.8

4.3.1.3 CRITERIOS

Niveles de Tensión: para los rangos de nivel de tensión se utilizó la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales (NTCSER), que determina que para los sistemas eléctricos rurales la variación de tensión máxima es de $\pm 6\%$ de las tensiones nominales.

Carga de Líneas y Transformadores: Se evaluó los límites de sobrecarga a las líneas eléctricas y los transformadores de distribución para los escenarios definidos con los siguientes criterios.

Líneas y red primaria: 100% de su potencia nominal

Transformadores de distribución: 100% de su potencia

Prorratio de potencia: Las potencias fueron prorratioadas en proporción a la potencia nominal de los transformadores de distribución, tomando en cuenta la data histórica de mínima y máxima demanda.

$$\text{Prorratio} = \frac{\text{Demanda}}{\text{Suma de KW de los transformadores}}$$

La suma de potencia de los transformadores de distribución del Alimentador A4270, considerando un factor de potencia de 0.99 (indicado por Electrocentro) es de 1581.2 kW.

De los cálculos para mínima y máxima demanda de los años 2019 y 2020 se obtuvo las siguientes categorías de carga.

	Loading Category	% Loading
1	Design	100
2	Normal	100
3	Min. Dem2015	7
4	Max. Dem2015	22
5	Min. Dem2016	8
6	Max. Dem2016	24
7	Min. Dem2019	10
8	Max. Dem2019	28
9	Min. Dem2020	11
10	Max. Dem2020	30

Figura 9. Categorías de carga para los análisis de flujo de carga en software Etap 12.6 Fuente: elaboración propia

Voltaje base: El voltaje a la salida de Alimentador A4270 en la barra de referencia será el voltaje de operación que se obtiene de la actuación de los elementos con los que cuenta el sistema eléctrico para su regulación.

4.3.2 RESULTADOS DE FLUJO DE CARGA

MINIMA DEMANDA 2019

Para el año 2019 de acuerdo a la tabla 4, demanda real del año 2019, se tiene una demanda de 160 kW, y los resultados del perfil de caída de tensión es el siguiente:

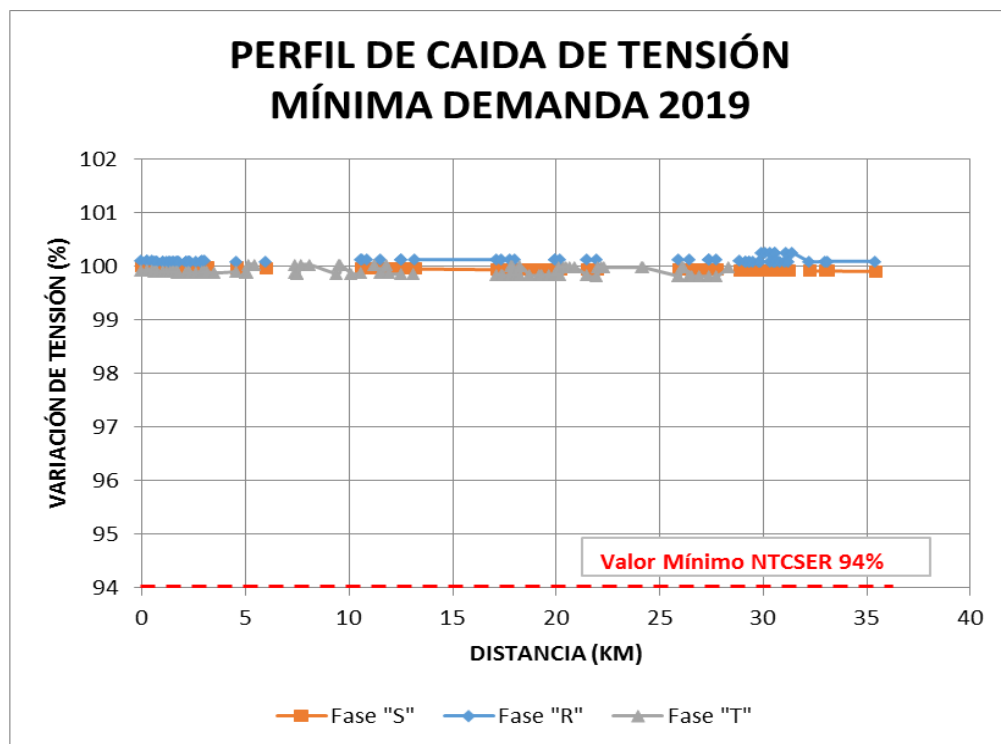


Figura 10. Perfil de caída de tensión para el escenario de mínima demanda 2019 Fuente: elaboración propia

MÁXIMA DEMANDA 2019

En el año 2019 de acuerdo a la tabla 4, demanda real del año 2019, se tiene una demanda de 435 kW, y los resultados del perfil de caída de tensión es el siguiente:

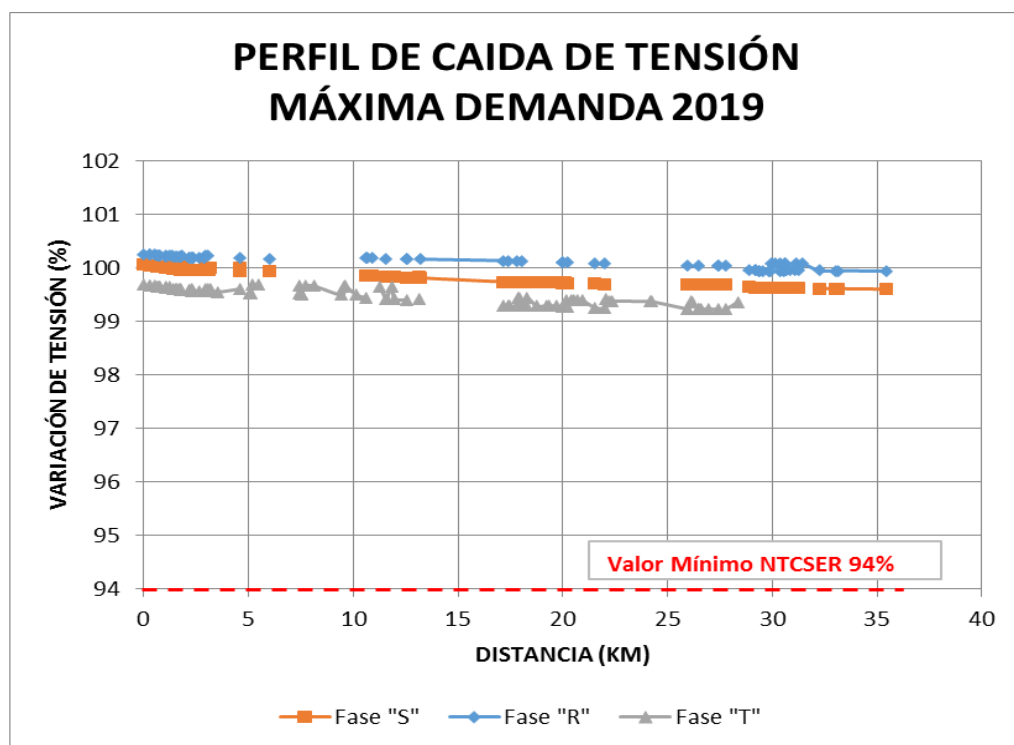


Figura 11. Perfil de caída de tensión para el escenario de máxima demanda 2019 Fuente: elaboración propia

MINIMA DEMANDA 2020

En el año 2020 de acuerdo a la tabla 5, demanda proyectada del año 2020, se tiene una demanda de 174.4 kW, y los resultados del perfil de caída de tensión es el siguiente:

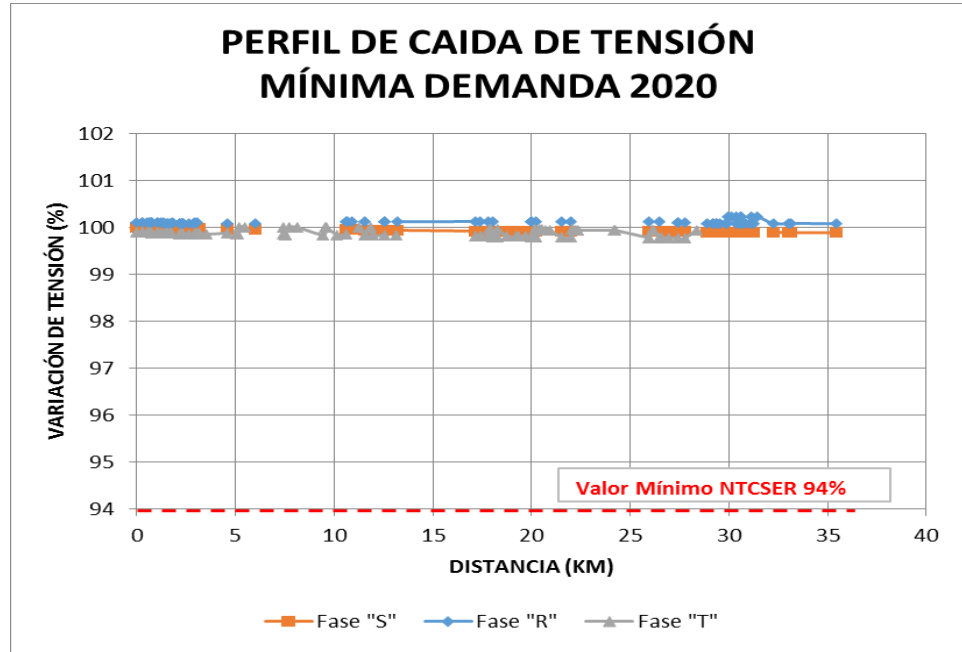


Figura 12. Perfil de caída de tensión para el escenario de mínima demanda 2020 Fuente: elaboración propia

MÁXIMA DEMANDA 2020

Para el año 2020 de acuerdo a la tabla 5, demanda proyectada del año 2020, se tiene una demanda de 476.8 kW, y los resultados del perfil de caída de tensión es el siguiente:

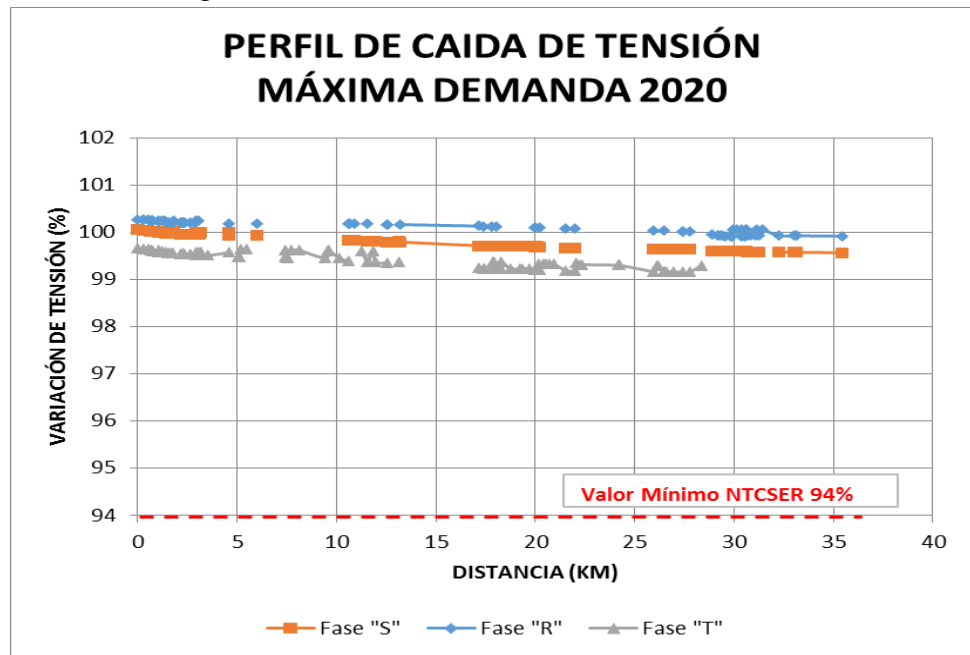


Figura 13. Perfil de caída de tensión para el escenario de máxima demanda 2020 Fuente: elaboración propia

Tabla 6
Resultados de la máxima caída de tensión por fase

Fase	Mínima Demanda 2019	Máxima Demanda 2019	Mínima Demanda 2020	Máxima Demanda 2020
R	100.07	99.94	100.08	99.92
S	99.90	99.60	99.89	99.57
T	99.81	99.22	99.78	99.16

De la tabla mostrada se aprecia que la máxima demanda para el año 2020 presenta mayor caída de tensión, este comportamiento es típico cuando se incrementa la demanda.

Para los escenarios de mínima demanda en algunos casos la tensión se eleva por encima de la tensión nominal, pero no sobrepasan los límites permitidos por la norma; este comportamiento se debe al efecto capacitivo de estas líneas y se hace aún más de manifiesto por la poca carga y tamaño de las redes.

Los resultados mostrando los flujos de potencia, corriente pueden ser apreciados en el anexo 5.

4.3.3 RESULTADOS DE CORTOCIRCUITO

Para un correcto estudio de coordinación de protecciones del sistema eléctrico en estudio, se aplicaron los criterios necesarios para calcular los valores de corriente de cortocircuito dentro del Alimentador A4270.

Los resultados del cálculo tiene como objetivo contar con la información requerida para la selección y verificación de los equipos actuales y propuestos de maniobra y operaciones en las redes de distribución primaria y las subestaciones de distribución y así determinar los ajustes correctos a los mismos para optimizar su actuación en el Alimentador A4270.

Para el presente estudio de análisis de cortocircuito se tomara en base a los datos del flujo de carga para el escenario de máxima demanda, debido a que toma las máximas corrientes de cortocircuito y así permite elegir una correcta dimensión y ajustes de los elementos de protección de los elementos relacionados a este sistema eléctrico.

Asimismo los resultados de los valores de cortocircuito serán usados para determinar los ajustes de los equipos propuestos involucrados en el presente estudio de coordinación de protecciones.

El método de cálculo elegido para determinar las corrientes de cortocircuito usando el software ETAP 12.6 fue definido por la Norma IEC 60909:2001

Las condiciones para utilizar este método son los siguientes:

- Factor de tensión: Considera el valor de tensión antes de la falla (tensión pre – falla), se tomara el valor de 1.1 multiplicado por el valor de voltaje nominal de la red en falla.
- Topología de la red: se considera la configuración del sistema eléctrico que presente la mayor disposición de equipos en servicio.
- Sistema equivalente: Para el caso de usar equivalentes de red, se debe considerar la mínima impedancia de cortocircuito el cual nos dará el mayor valor de contribución de corriente al cortocircuito.
- Duración del cortocircuito; Se considera la duración del cortocircuito, también considerado como tiempo de despeje de falla igual a un segundo.

Asimismo la Norma IEC 60909:2001 evalúa los siguientes tipos de falla:

- Trifásica
- Bifásica aislada de tierra
- Bifásica a tierra
- Monofásica a tierra

Los valores determinados por el Software para el cortocircuito trifásico y monofásico de la red en estudio, donde se modelo con los parámetros eléctricos de la red y usando como referencia la norma IEC se obtuvo los siguientes resultados de Corriente de cortocircuito de régimen permanente en el alimentador A4270:

Tabla 7
Resultados del cortocircuito en el Alimentador A4270

Barra	kV	Falta Trifásica	Falta Línea a Tierra	Falta Línea a Línea	Línea a Línea a Tierra
BARRA 22.9KV	22.9	2.169	2.738	1.878	2.697
DERIV. VILLA DE MANTA	22.9	0.824	0.600	0.713	0.798
DERIV. OBAS - COCHAS	22.9	0.817	0.594	0.707	0.791
E421162 MT	22.9	0.749	0.539	0.648	0.727
DERIV. CAHUAC	22.9	0.626	0.428	0.542	0.603

Posteriormente se presentan los gráficos donde se visualiza la tendencia de los variados tipos de cortocircuito a distintas distancias del alimentador.

Cortocircuito trifásico

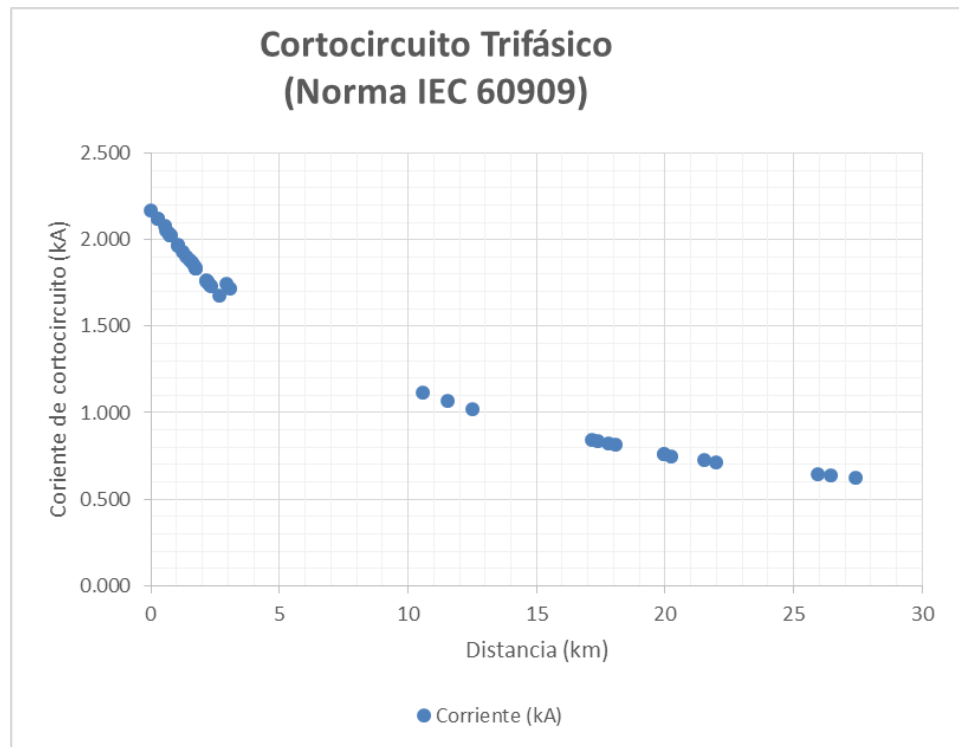


Figura 14. Perfil de la corriente de cortocircuito trifásico Fuente: elaboración propia

Cortocircuito bifásico

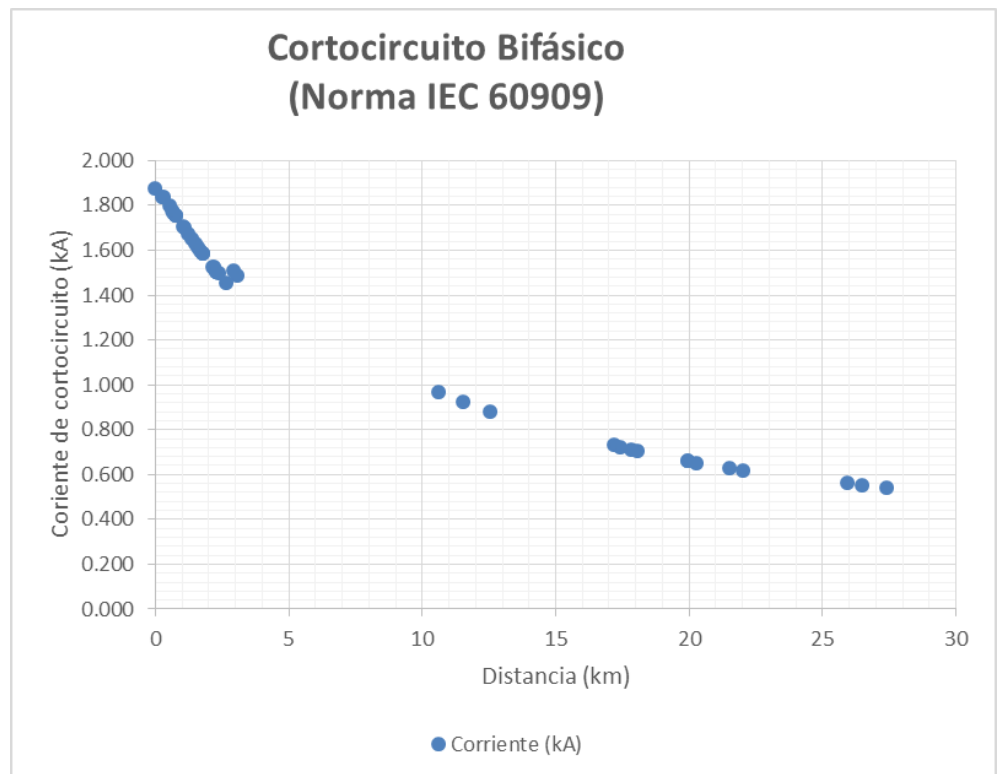


Figura 15. Perfil de la corriente de cortocircuito bifásico Fuente: elaboración propia

Cortocircuito monofásico

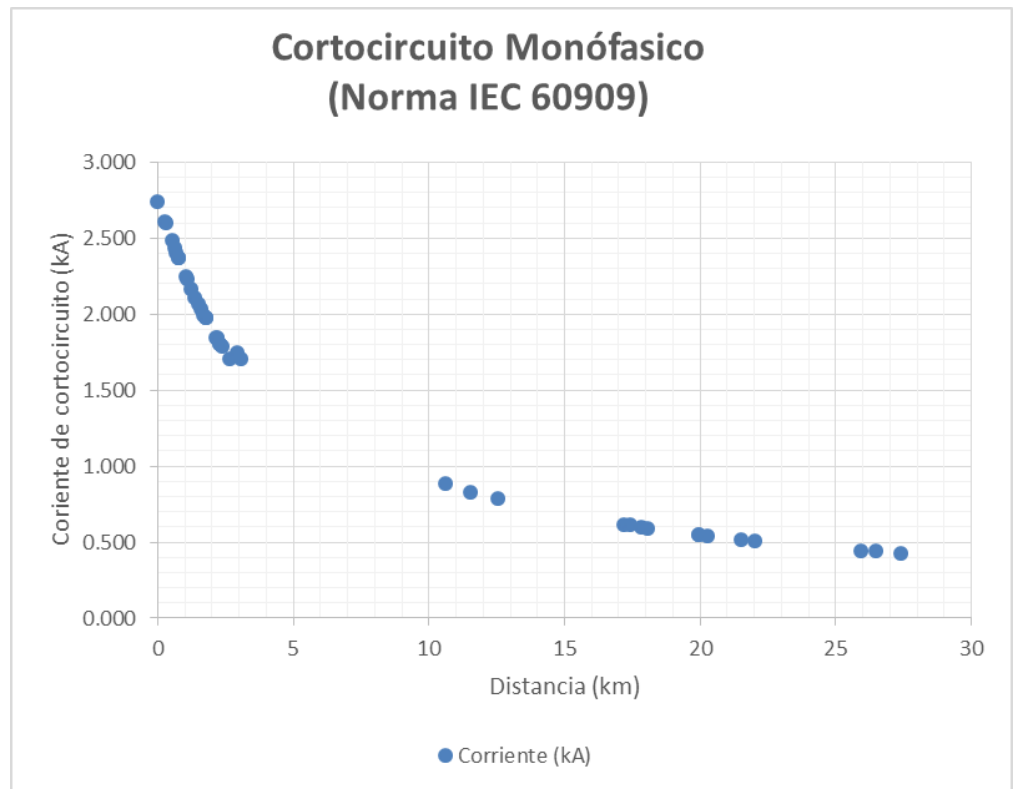


Figura 16. Perfil de la corriente de cortocircuito monofásico Fuente: elaboración propia

Cortocircuito monofásico con resistencia de contacto de 400 Ohm

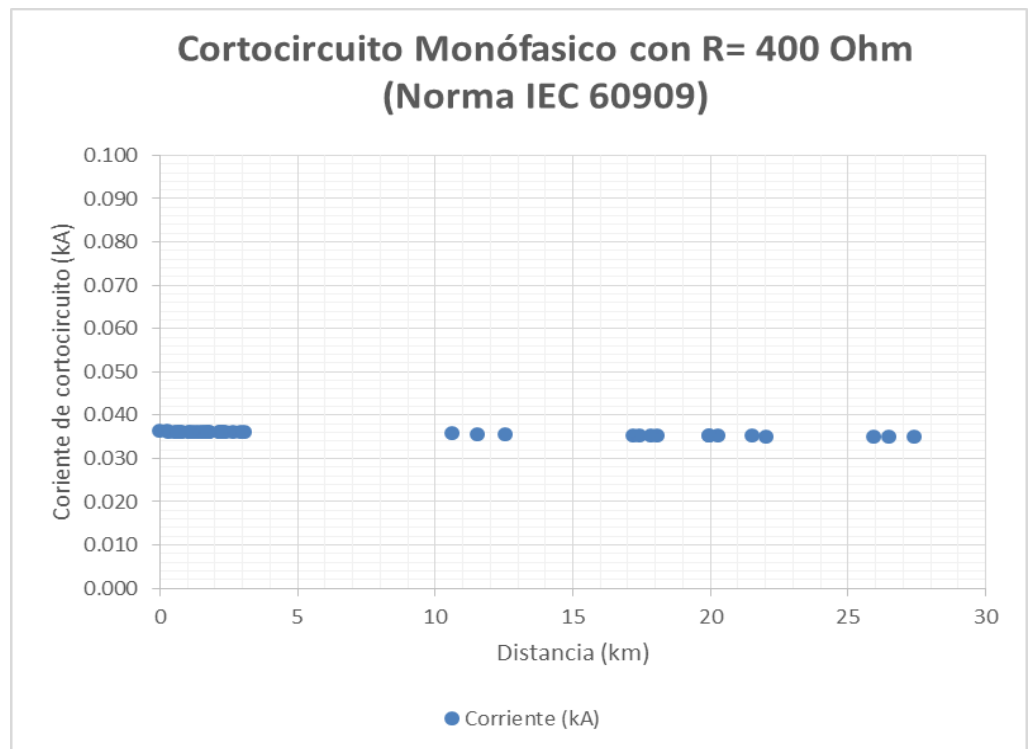


Figura 17. Perfil de la corriente de cortocircuito monofásico con una resistencia de contacto de 400 Ohm. Fuente: elaboración propia

De las gráficas se observa que el corto monofásico presenta un valor máximo de 2.738kA y va disminuyendo a medida que se aleja de la barra principal del alimentador; el cortocircuito trifásico presenta una magnitud máxima de 2.169kA

Los cortocircuitos monofásicos tomando como referencia una impedancia de contacto de 400 Ohm presentan una tendencia sostenida en todo el alimentador A4270 y su magnitud oscila entre 0.035 y 0.036kA.

El detalla de la magnitud de las corrientes de cortocircuito por barras y los valores de las impedancias de secuencia se muestran en el anexo 6

4.4 AJUSTES DE LAS PROTECCIONES

La evaluación y análisis de los estudios de flujo de carga y de cortocircuito tienen como objetivo la entrega de los parámetros eléctricos nominales de operación, para una subsiguiente etapa de evaluación y estudio de la coordinación entre equipos de protección. Asimismo, permite determinar la condición actual de Alimentador A4270, en su estado estacionario. Para así poder proponer ajustes coherentes para mejorar el sistema de coordinación de protecciones.

4.4.1 SELECCIÓN DE FUSIBLES

Transformadores de distribución

Para determinar el fusible a utilizar en los transformadores y en los seccionamientos de derivación que alimentan solo a un transformador se debe tener en consideración lo siguiente:

- La corriente de carga
- La corriente Inrush (energización)
- La curva de daño térmico del transformador

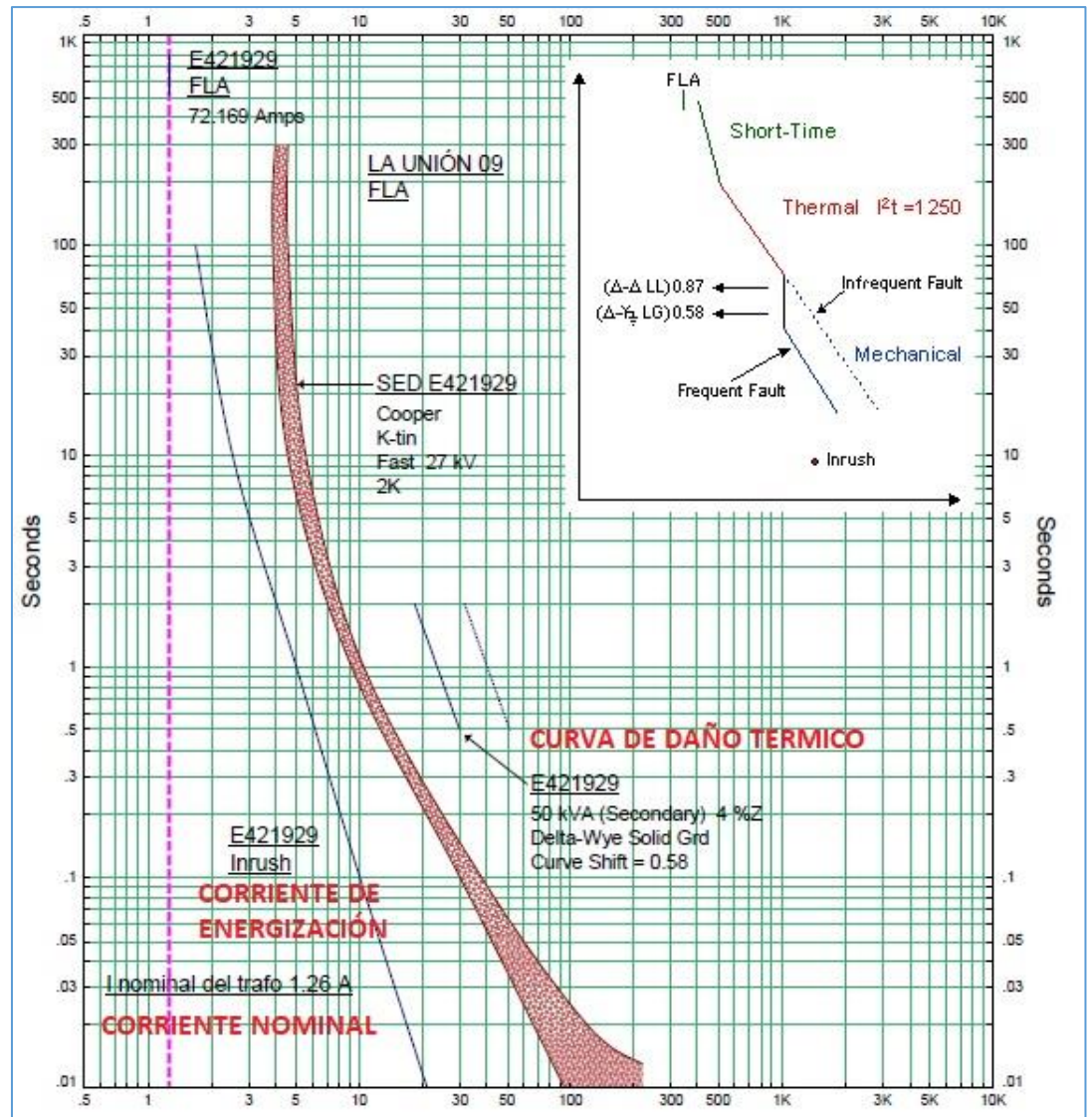


Figura 18. Criterios para selección de fusibles en transformadores de distribución Fuente: elaboración propia

A continuación se presenta una tabla donde se determina el calibre del fusible para seccionamientos del tipo expulsión (cut-out) tomando en cuenta el voltaje, la alimentación y la potencia de los transformadores de distribución.

Tabla 8
Selección de fusibles para transformadores monofásicos MRT

Potencia (kVA)	Cantidad	Tensión (kV)	Corriente (A)	Fusible
5	6	13.2	0.38	1K
10	9	13.2	0.76	1K
15	3	13.2	1.14	1K
25	3	13.2	1.89	2K
37.5	1	13.2	2.84	3K

Tabla 9
Selección de fusibles para transformadores monofásicos

Potencia (kVA)	Cantidad	Tensión (kV)	Corriente (A)	Fusible
5	3	22.9	0.22	1K
10	2	22.9	0.44	1K
15	11	22.9	0.66	1K
25	9	22.9	1.09	1K
37.5	5	22.9	1.64	2K

Tabla 10
Selección de fusibles para transformadores trifásicos

Potencia (kVA)	Cantidad	Tensión (kV)	Corriente (A)	Fusible
25	4	22.9	0.63	1K
50	2	22.9	1.26	2K
75	7	22.9	1.89	2K

En el Anexo 7, se graficó las curvas de operación de tiempo y corriente para los fusibles tipo K utilizados como protección de los distintos tipos de transformadores de distribución por voltaje y potencia.

Líneas de distribución

Para seleccionar los fusibles en líneas que alimentan más de un transformador de distribución la selección de los fusibles que se recomienda instalar en las líneas que alimentan más de un transformador, se tomaron en cuenta lo siguiente:

- La corriente de carga
- Los valores obtenidos del flujo de carga
- La corriente total de energización
- El valor de la corriente de cortocircuito en el punto del seccionamiento con fusibles
- Tiempos de operación mínima y de fusión para los valores de corriente de cortocircuito en el punto del fusible.
- Curvas de protección de los equipos instalados y ubicados a lo largo del alimentador A4270.

Línea troncal

Los fusibles ubicados entre dos reconectores; ante la presencia de eventos en su zona de influencia, actúan y despejan la falla pero no diferencian si es una falla permanente o temporal, afectando la programación de recierre de los reconectores, bajo esas condiciones los fusibles en esa zona serán utilizados como seccionamientos de maniobra con fusibles tipo K de 140 Amperios

Es recomendable que la elección de fusibles tipo K en los seccionamientos ubicados entre recloser y otros equipos de protección, así como en las líneas definidas como red troncal o principal de acuerdo a lo definido en base a las corrientes de carga sean solo para maniobra y no de operación, utilizando fusibles tipo K mayor o igual a 140 Amperios.

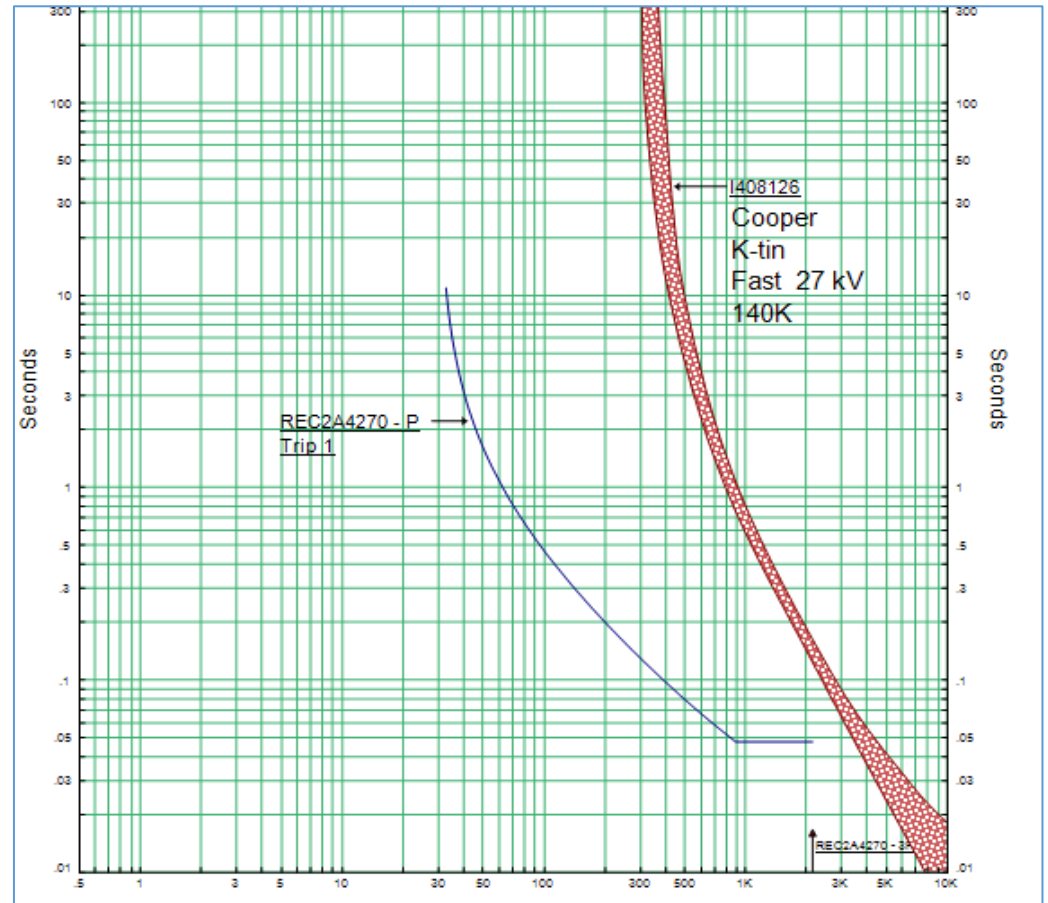


Figura 19. Criterios para selección de fusibles en línea troncal para correcta coordinación con recloser Fuente: elaboración propia

Se han considerado los siguientes seccionamientos como troncal del Alimentar A4270

Tabla 11
Seccionamientos con fusibles de maniobra

Seccionamiento	Fusible
I408125	140k
I408126	140k
I408127	140k
I408128	140k
I408167	140k
I408518	140k
I408980	140k

Ramales de derivación

Los fusibles tienen la función de proteger los ramales de derivación considerando la corriente de operación a plena carga, los valores de corriente de cortocircuito y las curvas de protección del reconectador más cercano

Así mismo, el estar sujetos a efectos electrodinámicos propios de las fallas los elementos fusibles van perdiendo las propiedades y sus función de operación en el tiempo para determinadas corrientes, generando incertidumbre al actuar, proponiendo no utilizar varios tipos de fusibles, e implementar un fusible para maniobra y un rango determinado para coordinación y protección de los ramales de derivación.

Tomando como premisa lo indicado anteriormente, se indica que los fusibles de operación sean tipo K y de valores nominales menores a 20 amperios.

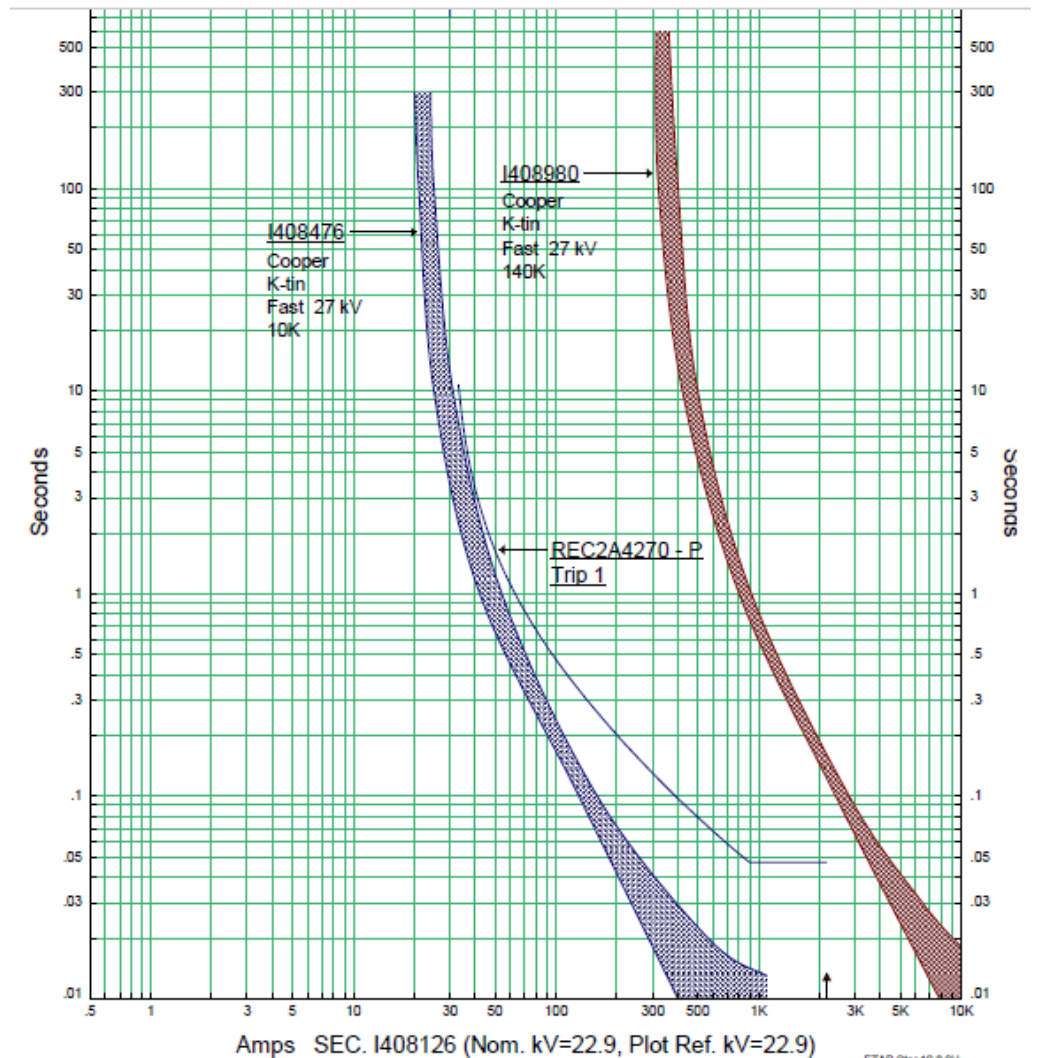


Figura 20. Criterio de coordinación entre fusible de operación y fusible de maniobra
Fuente: elaboración propia

Seguidamente se muestra la selección de fusibles para los ramales de derivación teniendo en cuenta una correcta coordinación entre los fusibles de operación de las distintas derivaciones con los fusibles de maniobra del Alimentador.

Tabla 12
Seccionamientos con fusibles de operación

Seccionamiento	Fusible
I408123	010K
I408124	010K
I408166	006K
I408268	010K
I408398	002k
I408469	001k
I408470	010K
I408476	010K
I408501	001k
I408509	010K
I408510	001k
I408519	006K
I408524	001k
I408564	002k
I408575	001k
I408777	006k
I408779	010k
I408787	002k
I408788	002k
I408821	010K
I408825	001k
I408867	002k

4.4.2 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTES DE FASES 50P/51P

Para los ajustes se debe tomar en cuenta los errores posibles e incluir un margen que pueda presentarse en la corriente que registra el relé

Para el caso de los ajustes de corriente, los criterios de error que serán considerados se muestran a continuación:

Tabla 13
Criterios para los ajustes de equipos de protección por sobrecorriente de fases

Criterios de error	(%)
Sobrecarga temporal en el alimentador	15%
Error de los transformadores de corriente	7%
Errores del relé	4%
Empalmes	7%
Parámetros de cálculo	8%

Para seleccionar la corriente de arranque para la función de protección contra sobrecorrientes, se debe tener en cuenta una tolerancia del 50%, esta tolerancia puede ser condición favorable o desfavorable. En el presente estudio se va a tomar en consideración el evento más desfavorable con lo que la tolerancia del 50% se tomara de manera positiva.

Para los ajustes de la protección en los relés y recloser a la salida del alimentador se considera inicialmente un 150% de la corriente de carga.

Adicionalmente el A4270, al ser un alimentador con una importante presencia de ramales con sistema MRT se va a tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Los sistemas eléctricos rurales de Electro centro presentan una cantidad importante de redes con el sistema MRT, estos sistemas ocasionan que se presenten desbalances entre las corrientes del sistema y pueden existir corrientes en una fase que sean de mayor magnitud en comparación con las otras dos fases. Si en el ajuste de la protección no se ha considerado esta situación, se pueden producir interrupciones del servicio en condiciones normales de operación y por ello adicional al margen del 50% antes mencionado, se va a considerar un 50% adicional para cubrir el desbalance ocasionado por los ramales MRT y con esto garantizar que en el sistema eléctrico no se interrumpa el servicio en condiciones de operación normal.

Con estas consideraciones el arranque de las funciones de sobrecorriente se propone que sean a un 200% de la corriente nominal calculada en las simulaciones para los equipos más alejados y con importante presencia de ramales con sistema MRT.

No se van a tener problemas con la sobrecarga de las subestaciones de distribución, tampoco sobrecarga en las líneas eléctricas porque los sistemas eléctricos rurales de Electrocentro solo operan como máximo al 30% de su capacidad instalada.

Del flujo de carga se ha determinado que la corriente nominal para el escenario de máxima demanda para el año 2020 es el siguiente:

$I_n = 12.1 \text{ A}$ la Salida del Alimentador A4270

$$I_{\text{arranque}} = 2I_n$$

$$I_{\text{arranque}} = 2(12.1)$$

$$I_{\text{arranque}} = 24 \text{ Amp.} \Rightarrow 30 \text{ Amp}$$

BARRA 23kV SE LA UNION

El lado de 23kV del transformador de la SE LA UNION se encuentra protegido con un relé General Electric F650, el cual será tomado como referencia para coordinar los equipos aguas abajo.

El resumen de ajustes para la barra de 23kV de la SE LA UNION fue proporcionado por Electrocentro y se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 14
Ajuste de fases barra 23 kV

Relé	Ubicación	kV	TC	I>	Curva	t>
GE F650	Barra	23	250/5	270	IEC B	0.13

Tabla 15
Ajuste de tierra barra 23 kV

Relé	Ubicación	kV	TC	I>	Curva	t>
GE F650	Barra	23	250/5	65	IEC B	0.69

Modelando el relé GE F650 de la librería de ingeniería del software ETAP e ingresando los ajustes indicados en las tablas anteriores se tendría lo siguiente:

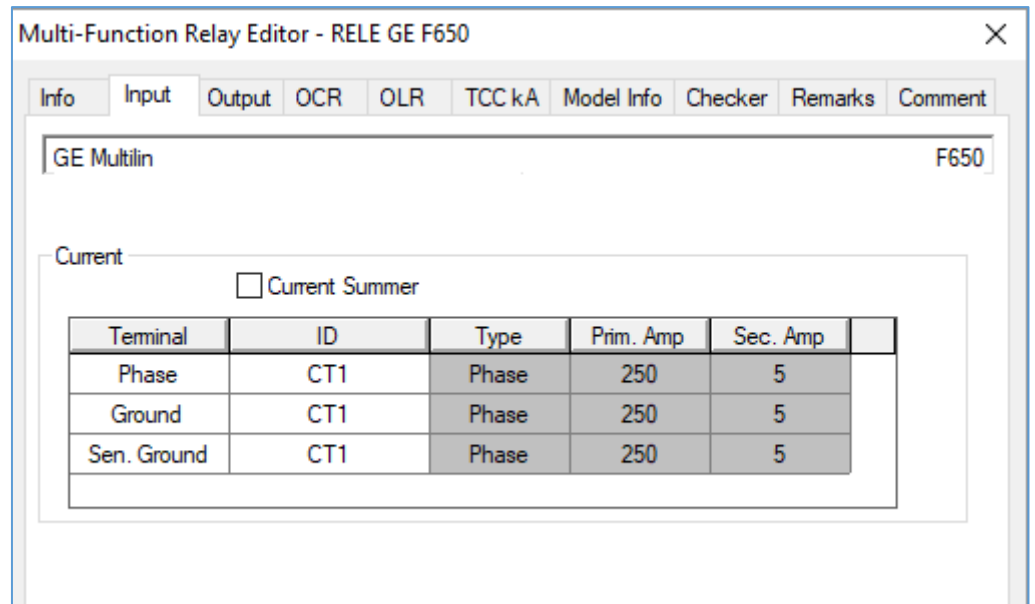


Figura 21. Configuración de transformadores de corriente de relé multifunción en software Etap 12.6 Fuente: elaboración propia.

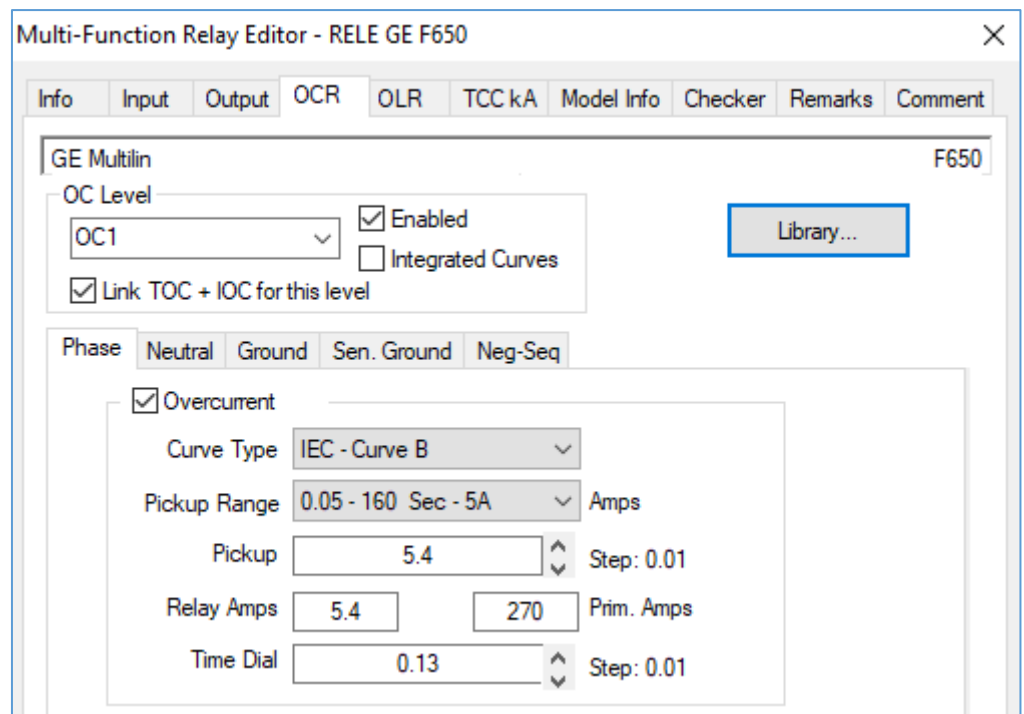


Figura 22. Configuración de protección de fases para relé multifunción en software Etap 12.6 Fuente: elaboración propia.

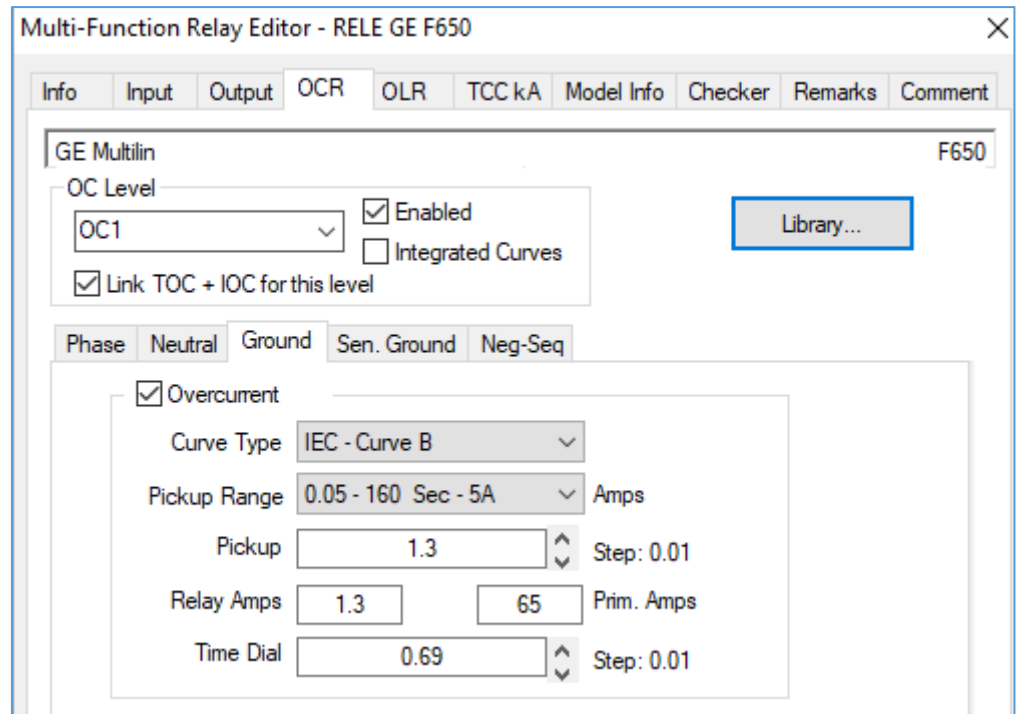


Figura 23. Configuración de protección de falla a tierra para relé multifunción en software Etap 12.6 Fuente: elaboración propia.

ALIMENTADOR A4270

Este alimentador va a tener como respaldo de protección al relé GE F650 de la barra de 23kV. A continuación se presenta la gráfica de selectividad con los ajustes propuestos para la protección de sobrecorriente de fase para los elementos de protección en 22.9kV asociados al alimentador A4270, mostrando la corriente de carga frente al recloser NULEC, corriente de inserción del alimentador A4270, las máximas corrientes de cortocircuito trifásico y corriente mínima de cortocircuito del tipo bifásico sin resistencia de contacto y con resistencia de contacto de 20 Ohm.

Para el ajuste de la curva del recloser Nulec, se usara la curva IEC Muy Inversa, la cual está definida con la siguiente formula:

$$t = K \frac{\beta}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^n - 1}$$

Donde:

- t : tiempo de operación
- K : Ajuste del multiplicador de tiempos (TMS)
- I : Corriente de falla
- I_s : Corriente de ajuste
- n y β : Grado de característica inversa de la curva de protección

Tabla 16
Factores de característica inversa de curvas IEC

Característica	η	β
Normalmente inversa (NI)	0.20	0.14
Muy Inversa (VI)	1.00	13.50
Extremadamente Inversa	2.00	80.00

A continuación se muestra la actuación de las curvas de protección ante la corriente de carga y corrientes de falla trifásica máxima, bifásica mínima y bifásica mínima con una resistencia de contacto de 20 Ohm

Corriente de carga

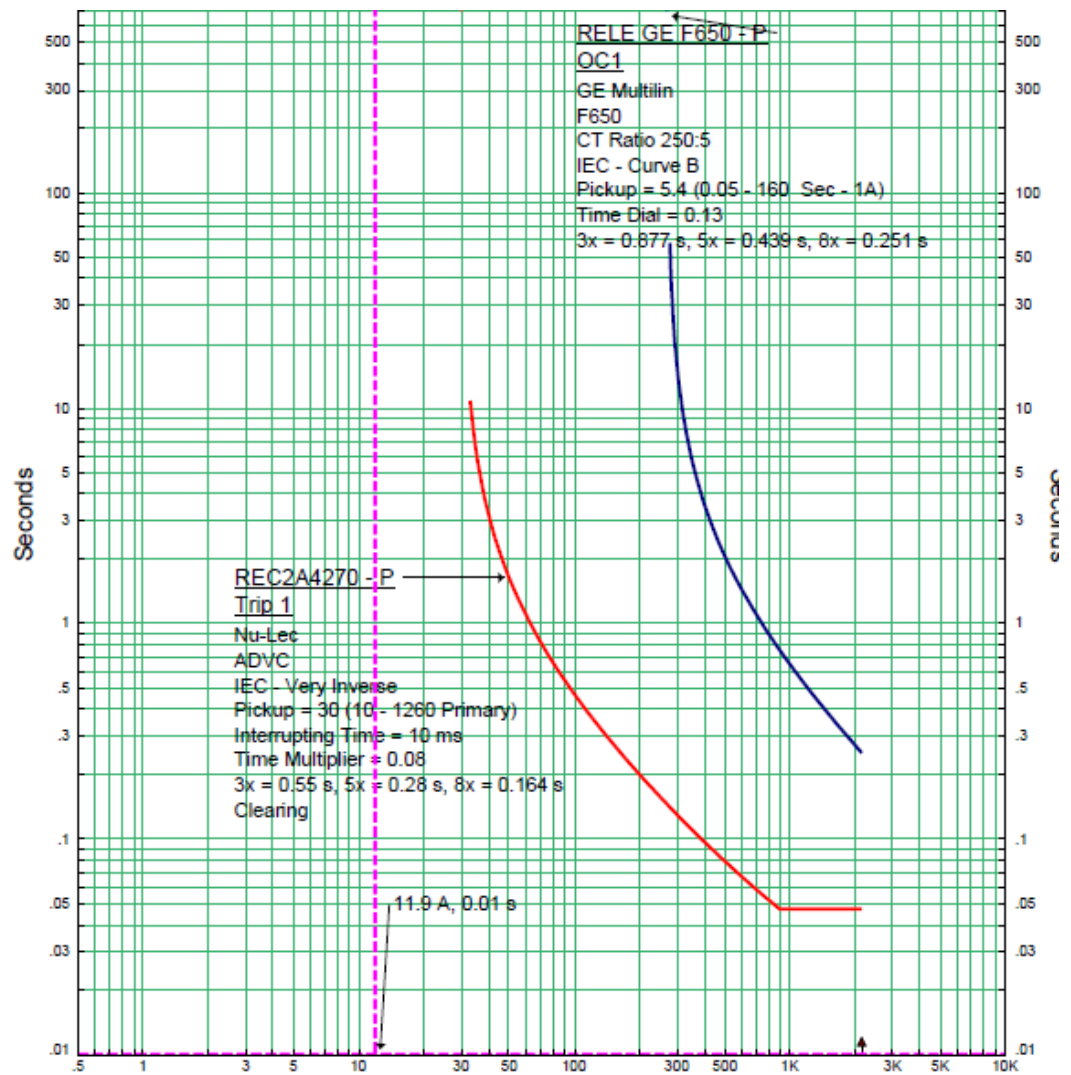


Figura 24. Comportamiento del recloser ante corriente de carga Fuente: elaboración propia.

Cortocircuito trifásico máximo

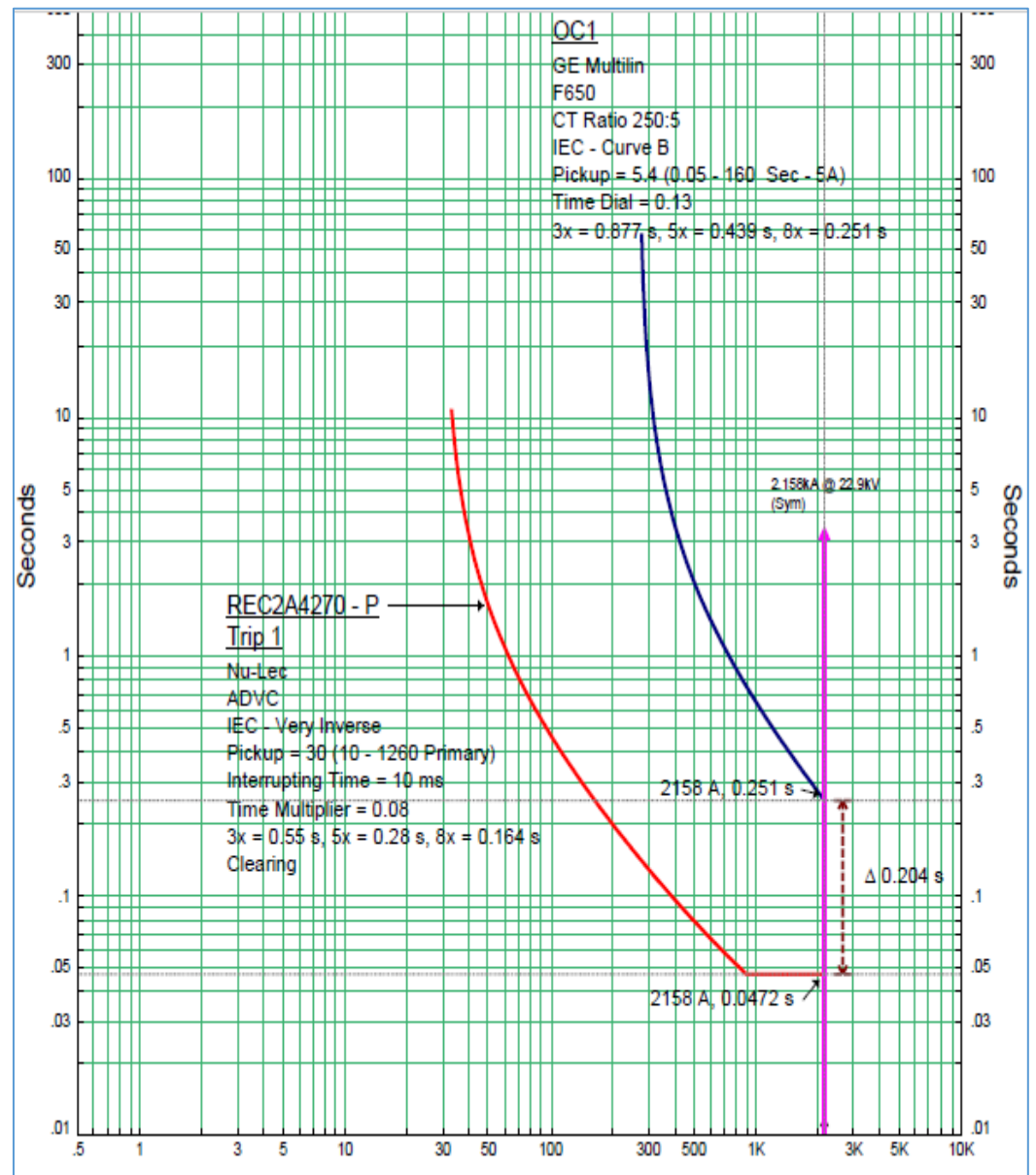


Figura 25. Comportamiento del recloser ante corriente de falla trifásica Fuente: elaboración propia.

Cortocircuito bifásico

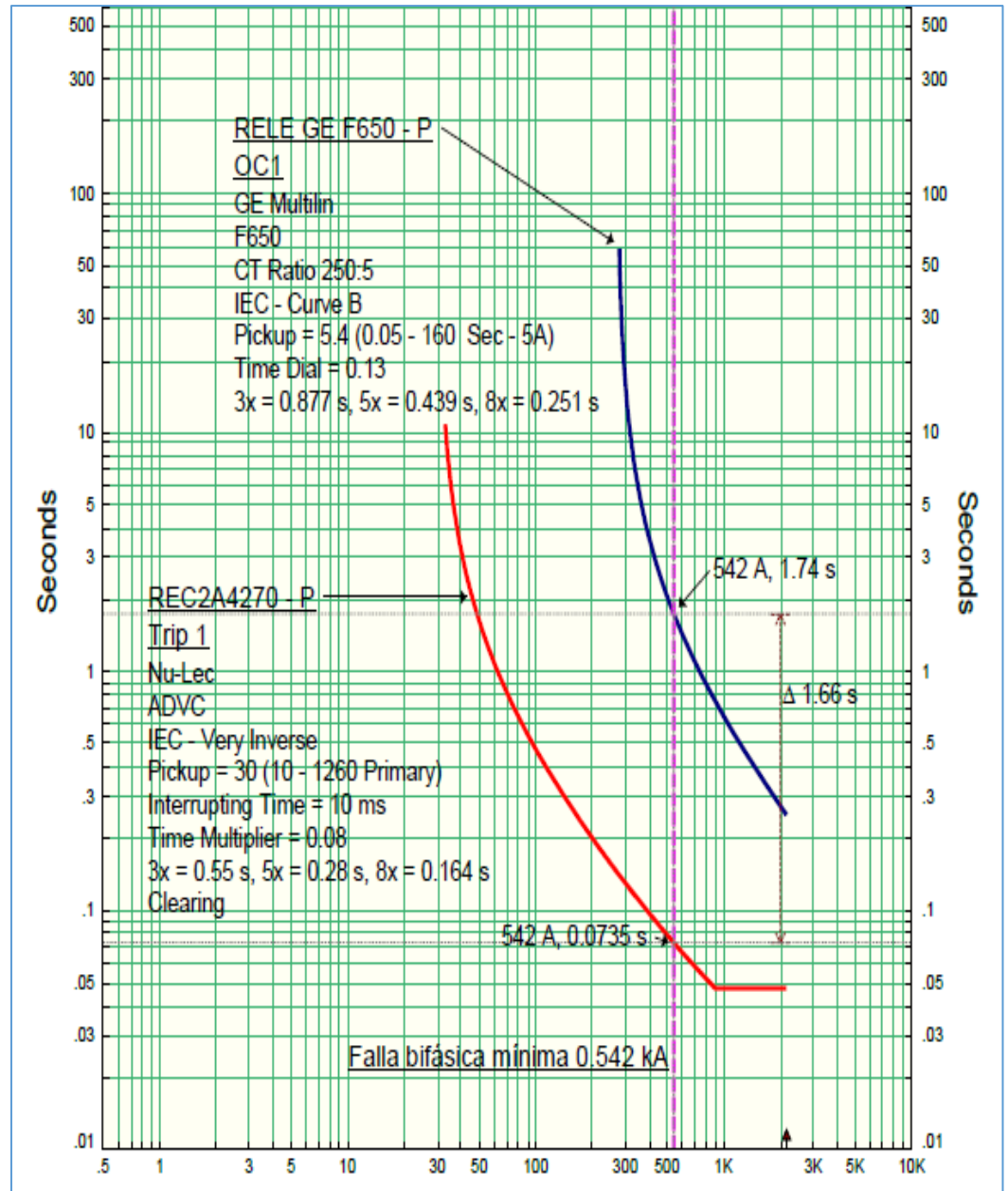


Figura 26. Comportamiento del recloser ante corriente de falla bifásica Fuente: elaboración propia.

Cortocircuito bifásico con resistencia de 20 Ohm

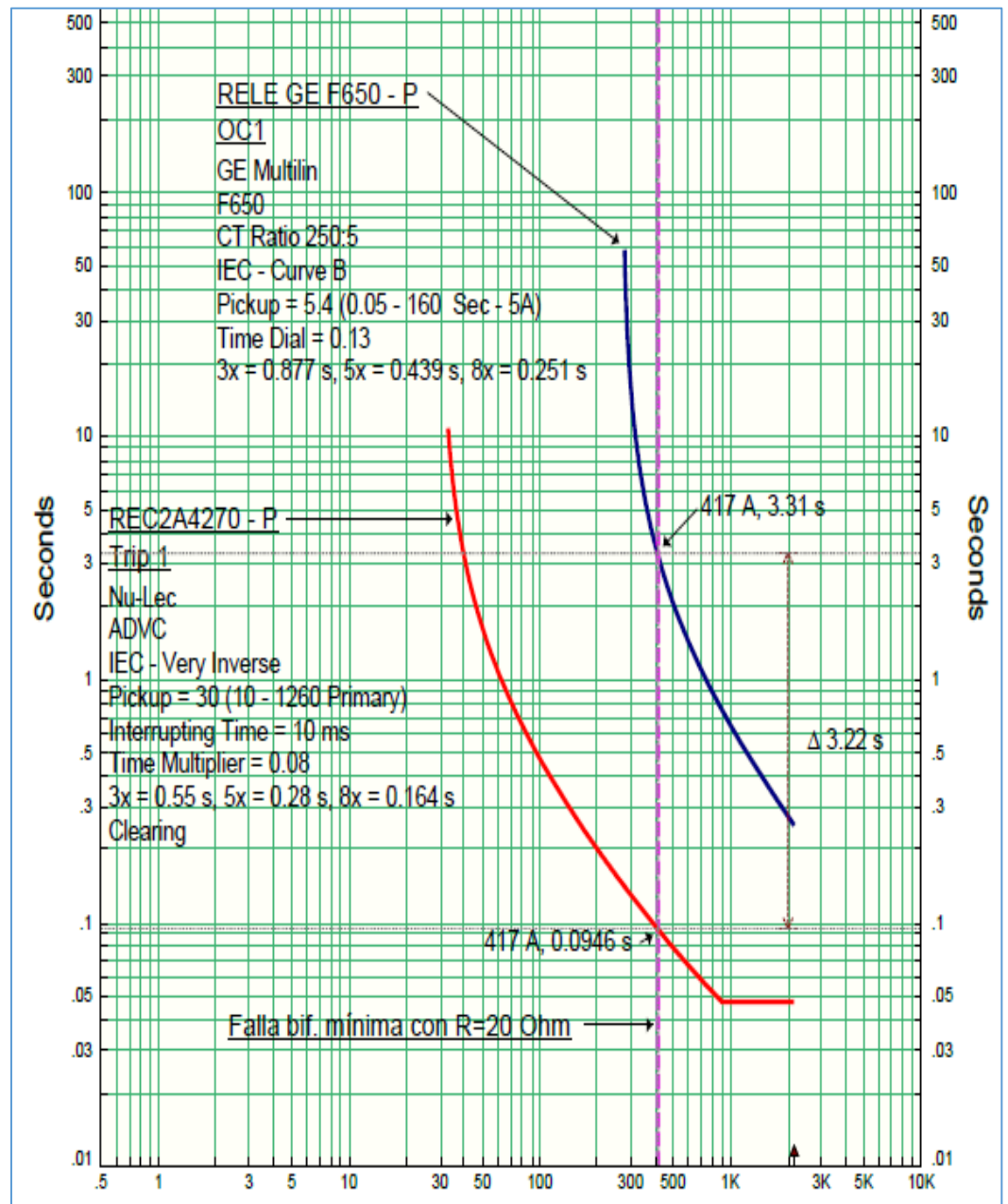


Figura 27. Comportamiento del recloser ante corriente de falla bifásica con resistencia de contacto de 20 Ohm Fuente: elaboración propia.

De la gráfica de corriente de carga, de las fallas trifásica y bifásica se determina que:

Ante fallas francas trifásicas frente al recloser 4270; este despeja la falla en 47ms y la protección de respaldo del relé GE F650 lo hace en 251ms, determinándose una diferencia de coordinación de 204ms, lo cual es adecuado.

Para una falla bifásica con resistencia de 20 Ohm, situada en el extremo remoto de este tramo del alimentador A4270, el tiempo de despeje de la falla del recloser 4270 es de 95ms y el de la protección de respaldo es de 3.31s, el tiempo de respuesta de la protección de respaldo no es tan rápido; pero se debe tener en cuenta que de variar los ajustes del relé GE F650, no se van a tener márgenes de coordinación adecuados con los otros alimentadores de la subestación la Unión. Por este motivo y por recomendación de Electrocentro se están conservando los ajustes del relé GE F650.

El resumen de ajustes propuestos para el alimentador A4270 se presenta a continuación.

Tabla 17
Ajuste propuesto de fases Alimentador A4270

Relé Modelo	Ubicación	kV	TC	I>	Curva	t>	I>>	t>>
GE F650	Barra	23	250/5	270	IEC B	0.13		
RECA4270	Barra	23	2000/1	30	IEC VI	0.08		

4.4.3 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTES DE TIERRA 50N/51N

ALIMENTADOR A4270

La corriente de arranque para la protección de falla a tierra se determina de los cálculos de corrientes de cortocircuito para eventos de conductor seccionado y caído a tierra para el lado de cabecera considerando una resistencia de contacto de alta impedancia, para la red de 22,9 kV se utilizara una resistencia de 400 Ohm, al resultado del valor de la corriente de falla se aplica un factor de seguridad que varía entre 60 a 80% de la magnitud de la corriente calculada.

$$I_{ARRANQUE} = I_{K(1\phi-R=400\Omega)} \times F.S$$

De los cálculos de corriente de cortocircuito monofásico a tierra con un resistencia de contacto de 400 Ohm, el valor de corriente es de 36 A

$$= 36A \times 0.6 \ll I_{ARRANQUE} \gg 36A \times 0.8$$

$$21.9 A \approx 20 A \ll I_{ARRANQUE} \gg 28.8 A \approx 30 A$$

Considerando que la corriente de falla a tierra no depende de la ubicación de la falla para eventos de alta impedancia, se aplicará una

temporización definida y una curva inversa para el ajuste de protección a tierra., la temporización se programara en 2 segundos para corrientes de falla equivalentes al 0.6 de la corriente de falla monofásica con una impedancia de 400 Ohm , mientras que la segunda protección será una curva IEC muy inversa con la corriente de arranque equivalente al 0.8 de la corriente de falla monofásica con una impedancia de 400 Ohm, es decir a mayor corriente de falla monofásica existirá mayor velocidad para el despeje de las mismas.

A continuación para el recloser se verifica la correcta actuación del equipo de protección ante las fallas indicadas anteriormente

Falla monofásica máxima

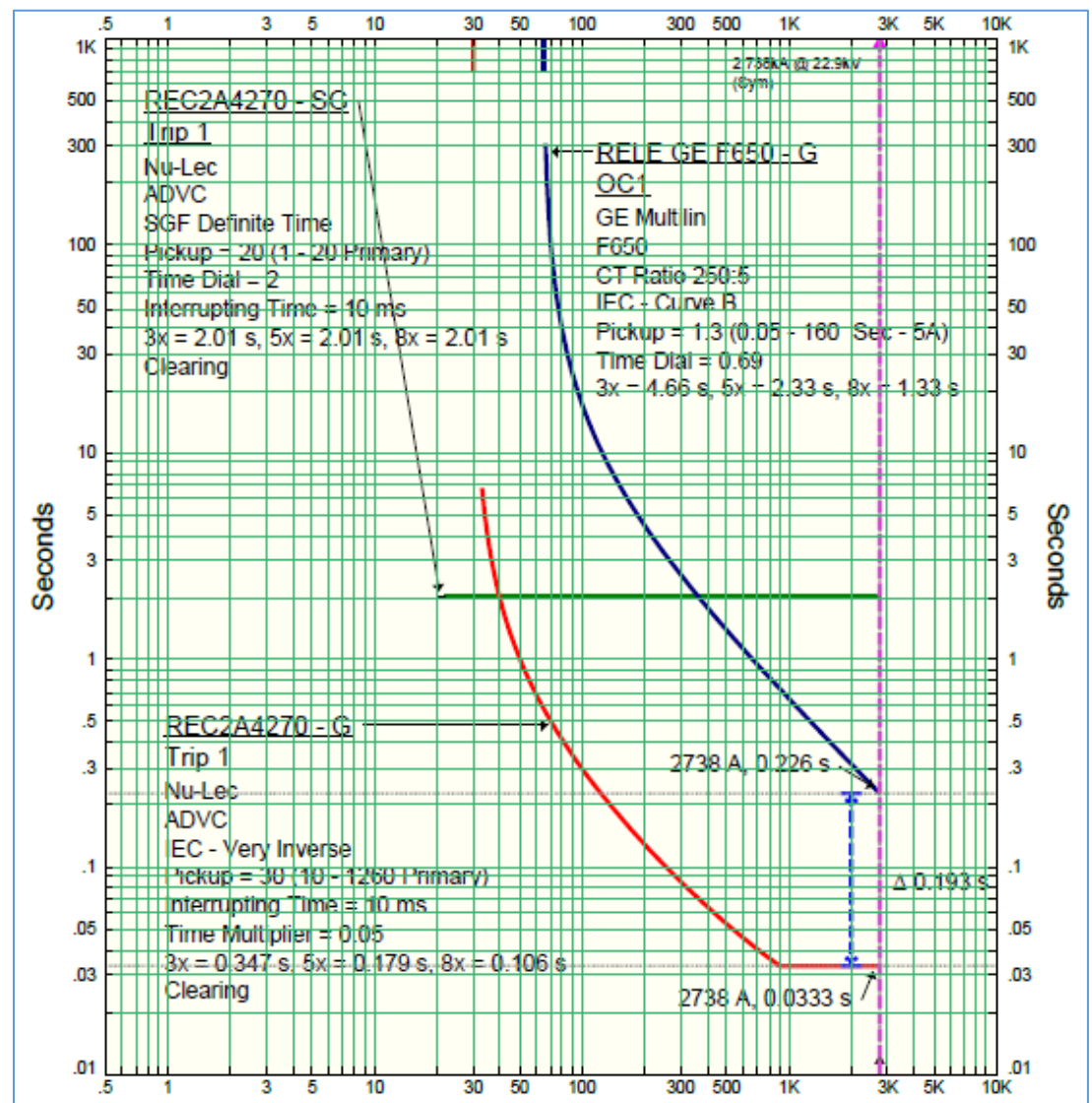


Figura 28. Comportamiento del recloser ante corriente de falla monofásica Fuente: elaboración propia.

Falla monofásica con resistencia de contacto de 400 Ohm

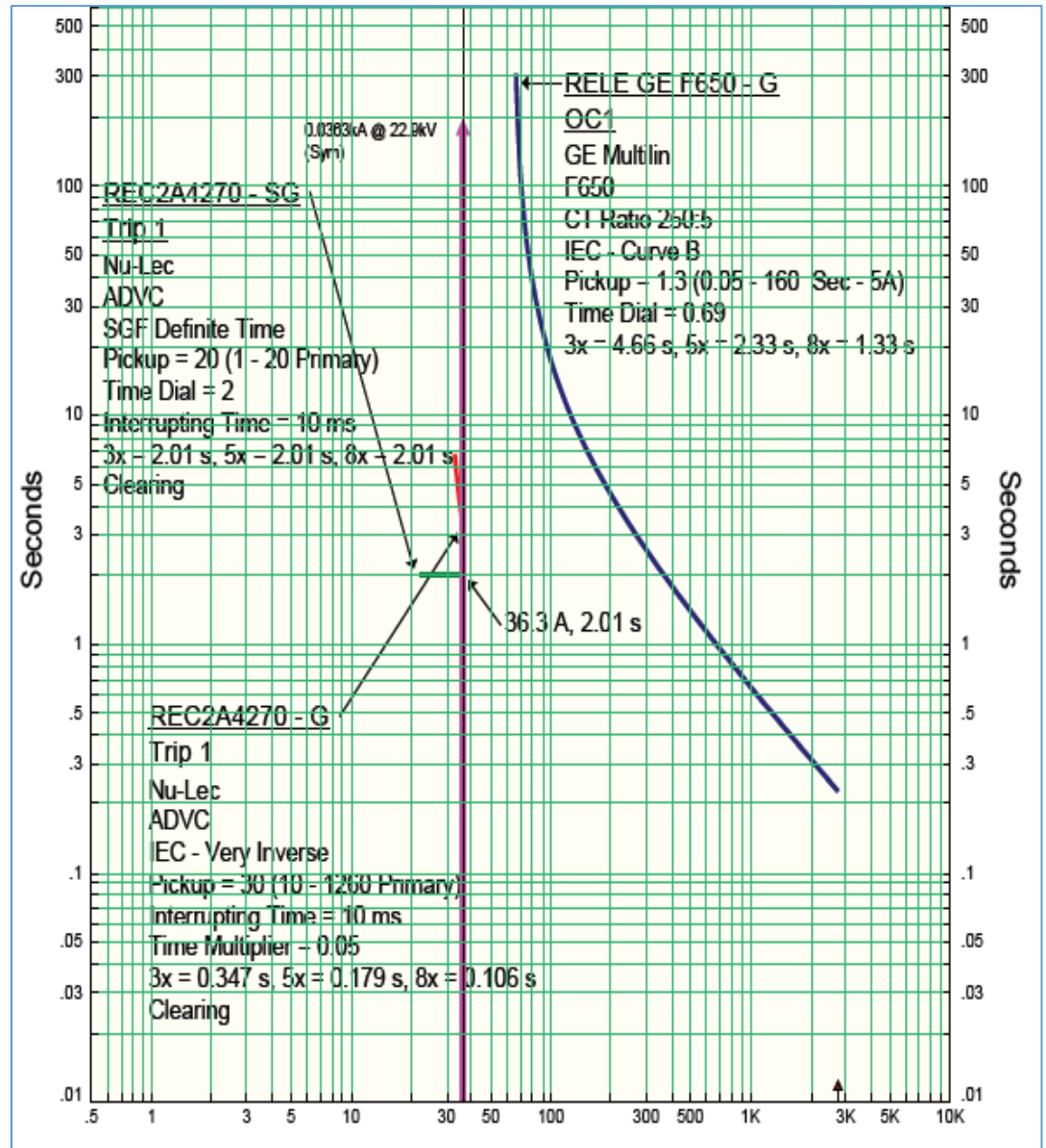


Figura 29. Comportamiento del recloser ante corriente de falla monofásica con resistencia de contacto de 400 Ohm Fuente: elaboración propia.

De la gráfica de cortocircuito monofásico se observa que:

Ante una falla monofásica franca frente al recloser 4270; este despeja la falla en 33ms y la protección de respaldo del relé GE F650 lo hace en 226ms, existiendo un margen de coordinación de 193ms, el cual es considerado como adecuado.

Ante falla monofásica en el extremo remoto de este sector del alimentador con resistencia de 400 Ohm; el recloser 4270 despeja la falla en 2.010s.

Los ajustes propuestos para el alimentador A4270 se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 18
Ajuste propuesto de fases Alimentador A4270

Relé	Ubicación	kV	TC	Io>	Curva	to>	Io>>	to>>	ISEF	TSEF
GE F650	Barra	23	250/5	65	IEC B	0.69				
RECA4270	Barra	23	2000/1	30	IEC VI	0.05			20	2

4.4.4 PROGRAMACIÓN DEL RECLOSER NULEC N27

Los recloser se utilizan en redes aéreas desempeñando dos funciones una de ellas es la protección del alimentador ante eventos de fallas y la otra es de garantizar la continuidad del servicio eléctrico al aperturar el circuito para despejar fallas temporales y después reconectan el servicio eléctrico, los criterios para seleccionar estos equipos de protección son mayormente los siguientes:

- Líneas aéreas en zonas de alto nivel isoceraunico.
- Líneas expuestas a la presencia de descargas atmosféricas
- Alimentadores del tipo radial.
- Sitios remotos de difícil acceso.

El recloser seleccionado se va a programar con 02 recierres; es decir que el recloser ejecutara en total 03 aperturas y 02 cierres. El recierre se debe ajustar para la protección de sobrecorriente de fases y a tierra.

Tabla 19
Programación de recloser NULEC

APERTURA	RECIERRE	APERTURA	RECIERRE	APERTURA
Inicio de falla	después de t = 3 s	Persiste la falla	después de t = 5 s	Apertura definitiva

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

5.1.1 CONCLUSIONES GENERALES

El parámetro principal para una adecuada coordinación de protección para distintas configuraciones de un alimentador de media tensión, es el valor de la magnitud de la corriente de carga y de cortocircuito para distintos escenarios de falla, con la magnitud de estas corrientes se define un correcto ajuste en los dispositivos mejorando en un 85% el sistema de coordinación al despejar fallas del tipo temporal y aislando las fallas en los ramales de derivación sin afectar a la línea troncal del alimentador .

5.1.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- ✓ Se utilizó el software ETAP 12.6 como herramienta de análisis, la cual usa como lógica principal el método de Newton Raphson para la convergencia de los datos ingresados.

Los parámetros eléctricos ingresados al software fueron datos proporcionados por Electrocentro y a la falta de los datos se usó la librería con los valores típicos para líneas, transformadores, relés, recloser que vienen incluidos en el software ETAP 12.6.

En el alimentador A4270 en el escenario de máxima demanda del año 2020 se tiene una máxima caída de tensión promedio en las tres fases de 99%, encontrándose dentro de los rangos establecidos en la NTCSE

- ✓ La máxima corriente de cortocircuito trifásico a la salida del alimentador es de 2.16 kA, lo que define el poder de corte y capacidad interruptiva a la hora de seleccionar los equipos de protección y van decreciendo a medida que se alejan del mismo hasta un valor de 626 A, solo para la falla monofásica de alta impedancia los valores oscilan entre 35 y 36 Amperios (para una resistencia de contacto de 400 Ohm).
- ✓ El tiempo de operación del recloser ante fallas de sobrecorrientes de fase y sobrecorrientes de tierra son de 472 y 33 ms respectivamente, y el relé de la barra de 22.9 kV actúa después de un tiempo de 204 para fallas de sobrecorriente de fase y 193 ms para fallas de

sobrecorriente a tierra, existiendo una adecuada coordinación entre los elementos de protección.

Para fallas de baja impedancia se tiene una programación de tiempo definido de 2 segundos cuando la corriente de falla está en el rango de 20 a 30 A, para corrientes mayores a 30 A se usa una protección de tiempo inversa (IEC Muy Inversa).

La función de 03 recierres para sobrecorrientes de fase y tierra permiten el despeje de fallas del tipo temporal y fallas en derivaciones sin afectar a la línea troncal del alimentador reduciendo la cantidad de interrupciones por número de clientes.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda que el personal técnico y de operaciones del Alimentador tenga a la mano la lista de fusibles que corresponde a cada seccionamiento y cada subestación para así mantener operativo y confiable el sistema de protección del alimentador A4270.

Se recomienda el uso de seccionalizadores trifásicos en la línea troncal, de tal manera que se eviten los eventos de fase abierta debido al uso de seccionamientos tipo Cut Out que controlan individualmente cada una de las fases.

Se recomienda la evaluación y estudio de las corrientes de secuencia negativa y su relación con la corriente nominal para los ajustes de falla por cortocircuitos monofásicos de alta impedancia, así como equipos con la configuración para este tipo de eventos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalde San Miguel, P. (2014). *Electrotecnia*. España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Coleccion Normativa Tecnica. (2008). *RBT. Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias*. Ediciones Liteam SL.
- Colmenar, A., Borge D., D., Collado F., E., & Castro G., M. (2015). *Generacion Distribuida, Autoconsumo y Redes Inteligentes*. España: Universidad Nacional de educacion a Distancia UNED.
- Diaz Marcilla, J., & Ruiz Garcia, J. (2012). *Organización y Control Mantenimiento Instalacion Solar*. España: Editorial Paraninfo.
- Diaz Rojas, A. (2012). *Coordinacion de los Sistemas de Proteccion Asociados a la Subestacion Electrica 115kv de Cvg Alcasa. Sartenejas*.
- Grainger, J. J., & Stevenson, W. D. (1999). *Analisis de Sistemas de Potencia*. Mexico: McGraw-Hill.
- Ministerio de Ciencia y Tecnologia. (2007). *Guía técnica de aplicación del RBT reglamento electrotécnico para baja tensión: Real Decreto 842-2002*. España: Editorial Paraninfo.
- Mujal Rosas, R. (2002). *Electrotecnia*. Barcelona: Universidad Politecnica de Cataluña, SL.
- Ruiz Vadillo, D. M. (2013). *Montaje y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos de bienes de equipo y máquinas industriales. FMEE0208*. España: IC Editorial.
- Segovia Albarrasin, E. O. (2010). *Coordinacion de Protecciones en el alimentador de Distribucion CERRO 8*. La habana.

- Trashorras Montecelos, J. (2015). *Subestaciones Electricas*. Coruña: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Gómez Canchihuaman, J. (2012). *Automatización de redes de distribución de Satipo para mejorar el servicio eléctrico*. (Tesis previa a la obtención del título de ingeniero electricista). Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Huancayo - Perú.
- León Carrera, A & Villon Villacreses, J. (2002). *Estudio de coordinación de las protecciones eléctricas para la empresa eléctrica Península de Santa Elena (EMEPE) año 2001, Sub-estaciones: Sta. Rosa, Libertad, Salinas y Chipipe*. (Tesis previa a la obtención del título de ingeniero en Electricidad). Escuela Superior Politécnica del Litoral, facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Ecuador.
- Ochoa Orozco, B. (2005). *Análisis de la coordinación de protecciones del sistema aislado de Santa Elena Petén*. (Tesis previa a la obtención del título de ingeniero electricista). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Gaona Jiménez, J. (2009). *Aspectos para la planeación de redes de distribución*. (Tesis previa a la obtención del título de ingeniero electricista). Instituto Politécnico Nacional, México.
- Díaz Solorza, O. A. (2011). *Cálculo, coordinación y análisis del sistema de protección y análisis del sistema de protección ante fallas a tierra en las subestaciones de distribución de 10 kV en la SET Santa Marina ubicado en la provincia Constitucional del Callao*. (Tesis previa a la obtención del título de ingeniero electricista). Universidad Nacional del Callao, Perú.
- Regalado Valdiviezo, W. A. (2003). *Coordinación de protecciones eléctricas de los alimentadores primarios del sistema eléctrico Tena*. (Tesis previa a la

obtención del título de ingeniero electricista). Escuela Politecnica del Ejercito, Latacunga, Ecuador.

- *Anonimo. (Abril de 2003). Estudio de Coordinacion de Protecciones de la Central Hidroelectrica Pacarena. Obtenido de Ingenieros.es: <http://www.ingenieros.es>*
- *Perez J.,LG.(1995).Apuntes sobre Proteccion de sistemas electricos de baja y media tension.*

ANEXOS

Anexo 01: Base de datos de entrada para flujo de carga

Anexo 02: Diagrama unifilar del Alimentador A4270

Anexo 03: Análisis de Flujo de carga

Anexo 04: Análisis de Cortocircuito

Anexo 05: Reporte de flujo de carga

Anexo 06: Reporte de análisis de cortocircuito

Anexo 07: Selección de fusibles para transformadores

Anexo 01
Datos de entrada para flujo de carga

Datos de Entrada Impedancia/Línea

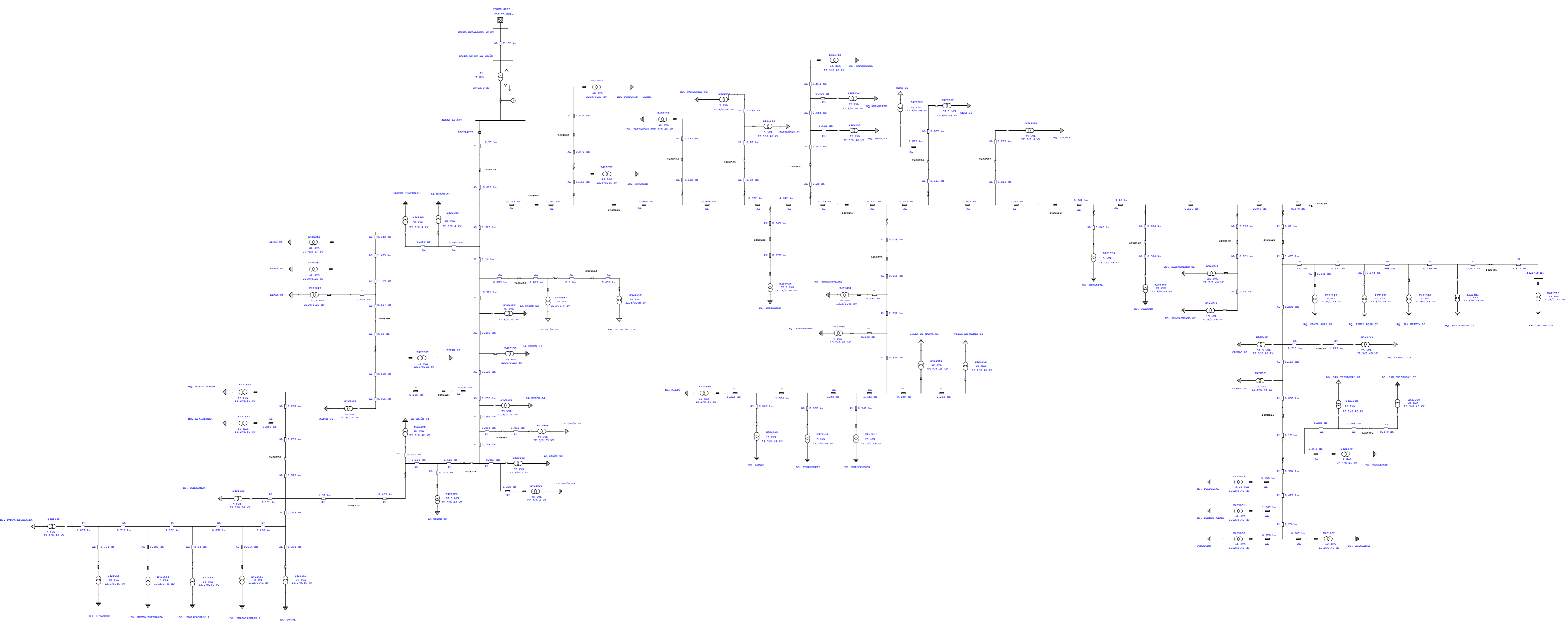
ID	Tipo	Conexión	Longitud Adj. (m)	% Tol.	Temp. Operativa °C
Line0.0	Line	Trifásico	270.0	0.0	75
Line0.1	Line	Trifásico	12.0	0.0	75
Line1.0	Line	Trifásico	67.0	0.0	75
Line1.1	Line	Trifásico	359.0	0.0	75
Line1-2	Line	Trifásico	326.0	0.0	75
Line2.0	Line	Trifásico	140.0	0.0	75
Line2.0.1	Line	Trifásico	9.0	0.0	75
Line2.0.2	Line	Trifásico	483.0	0.0	75
Line2.0.3	Line	AB	100.0	0.0	75
Line2.0.4	Line	AB	455.0	0.0	75
Line2.1	Line	Trifásico	321.0	0.0	75
Line2.2	Line	Trifásico	306.0	0.0	75
Line2.3	Line	Trifásico	129.0	0.0	75
Line2.3.1	Line	Trifásico	84.0	0.0	75
Line2.3.2	Line	Trifásico	105.0	0.0	75
Line2.3.2.1	Line	Trifásico	65.0	0.0	75
Line2.3.3	Line	Trifásico	598.0	0.0	75
Line2.3.4	Line	AB	50.0	0.0	80
Line2.3.5	Line	AB	537.0	0.0	75
Line2.3.5.1	Line	AB	25.0	0.0	75
Line2.3.6	Line	AB	1729.0	0.0	75
Line2.3.7	Line	AB	1405.0	0.0	75
Line2.4	Line	Trifásico	253.0	0.0	75
Line2.5	Line	Trifásico	395.0	0.0	75
Line2.5.1	Line	Trifásico	14.0	0.0	75
Line2.5.2	Line	Trifásico	12.0	0.0	75
Line2.6	Line	Trifásico	148.0	0.0	75
Line2.6.1	Line	BC	615.0	0.0	75
Line2.6.1.1	Line	BC	12.0	0.0	75
Line2.6.2	Line	BC	118.0	0.0	75
Line2.6.2.1	Line	BC	72.0	0.0	75
Line2.6.3	Line	C	469.0	0.0	75
Line2.6.4	Line	C	1570.0	0.0	75
Line2.6.4.1	Line	C	25.0	0.0	75
Line2.6.4.1A	Line	C	131.0	0.0	75
Line2.6.4.2	Line	C	2296.0	0.0	75
Line2.6.4.2A	Line	C	34.0	0.0	75
Line2.6.4.3	Line	C	2208.0	0.0	75

Line2.6.5	Line	C	13.0	0.0	75
Line2.6.5.1	Line	C	394.0	0.0	75
Line2.6.6	Line	C	2438.0	0.0	75
Line2.6.6.1	Line	C	614.0	0.0	75
Line2.6.7	Line	C	36.0	0.0	75
Line2.6.7.1	Line	C	140.0	0.0	75
Line2.6.8	Line	C	1882.0	0.0	75
Line2.6.8.1	Line	C	86.0	0.0	75
Line2.6.9	Line	C	716.0	0.0	75
Line2.6.9.1	Line	C	1714.0	0.0	75
Line2.6.10	Line	C	1097.0	0.0	75
Line2.7	Line	Trifásico	57.0	0.0	75
Line2.8	Line	Trifásico	308.0	0.0	75
Line3.0	Line	Trifásico	253.0	0.0	75
Line3.1	Line	Trifásico	2387.0	0.0	75
Line3.1.1	Line	Trifásico	158.0	0.0	75
Line3.1.2	Line	BC	79.0	0.0	75
Line3.1.3	Line	BC	1434.0	0.0	75
Line3.2	Line	Trifásico	7665.0	0.0	75
Line3.2.1	Line	AB	58.0	0.0	75
Line3.2.2	Line	AB	237.0	0.0	75
Line3.3	Line	Trifásico	959.0	0.0	75
Line3.3.1	Line	BC	40.0	0.0	75
Line3.3.2	Line	BC	370.0	0.0	75
Line3.3.3	Line	BC	1165.0	0.0	75
Line3.4	Line	Trifásico	982.0	0.0	75
Line3.4.1	Line	AB	49.0	0.0	75
Line3.4.2	Line	AB	627.0	0.0	75
Line3.5	Line	Trifásico	4642.0	0.0	75
Line3.5.1	Line	BC	250.0	0.0	75
Line3.5.2	Line	BC	1321.0	0.0	75
Line3.5.2A	Line	BC	621.0	0.0	75
Line3.5.3	Line	BC	463.0	0.0	75
Line3.5.3A	Line	BC	499.0	0.0	75
Line3.5.4	Line	BC	872.0	0.0	75
Line3.6	Line	Trifásico	228.0	0.0	75
Line3.7	Line	Trifásico	412.0	0.0	75
Line3.7.1	Line	C	28.0	0.0	75
Line3.7.2	Line	C	65.0	0.0	75
Line3.7.2A	Line	C	392.0	0.0	75
Line3.7.3	Line	C	2252.0	0.0	75
Line3.7.3A	Line	C	248.0	0.0	75
Line3.7.4	Line	C	333.0	0.0	75

Line3.7.4.1	Line	C	189.0	0.0	75
Line3.7.4.2	Line	C	245.0	0.0	75
Line3.7.5	Line	C	1733.0	0.0	75
Line3.7.5A	Line	C	148.0	0.0	75
Line3.7.6	Line	C	1950.0	0.0	75
Line3.7.6A	Line	C	62.0	0.0	75
Line3.7.7	Line	C	1956.0	0.0	75
Line3.7.7A	Line	C	48.0	0.0	75
Line3.7.8	Line	C	2222.0	0.0	75
Line3.8	Line	Trifásico	242.0	0.0	75
Line3.8.1	Line	BC	11.0	0.0	75
Line3.8.1A	Line	BC	29.0	0.0	75
Line3.8.2	Line	BC	207.0	0.0	75
Line3.9	Line	Trifásico	1903.0	0.0	75
Line3.9.1	Line	Trifásico	13.0	0.0	75
Line3.9.2	Line	Trifásico	279.0	0.0	75
Line3.10	Line	Trifásico	1570.0	0.0	75
Line3.11	Line	Trifásico	469.0	0.0	75
Line3.11.1	Line	C	42.0	0.0	75
Line3.12	Line	Trifásico	3940.0	0.0	75
Line3.12.1	Line	BC	24.0	0.0	75
Line3.12.2	Line	BC	514.0	0.0	75
Line3.13	Line	Trifásico	526.0	0.0	75
Line3.13.1	Line	BC	38.0	0.0	75
Line3.13.2	Line	BC	121.0	0.0	75
Line3.13.3	Line	BC	350.0	0.0	75
Line3.14	Line	Trifásico	948.0	0.0	75
Line3.14.1	Line	AB	10.0	0.0	75
Line3.14.2	Line	AB	1473.0	0.0	75
Line3.14.2.1	Line	AB	1777.0	0.0	75
Line3.14.2.1A	Line	AB	141.0	0.0	75
Line3.14.2.2	Line	AB	411.0	0.0	75
Line3.14.2.2A	Line	AB	148.0	0.0	75
Line3.14.2.3	Line	AB	1668.0	0.0	75
Line3.14.2.4	Line	AB	295.0	0.0	75
Line3.14.2.5	Line	AB	71.0	0.0	75
Line3.14.2.6	Line	AB	2317.0	0.0	75
Line3.14.3	Line	AB	291.0	0.0	75
Line3.14.3.1	Line	AB	19.0	0.0	75
Line3.14.3.2	Line	AB	1419.0	0.0	75
Line3.14.4	Line	AB	169.0	0.0	75
Line3.14.5	Line	AB	38.0	0.0	75
Line3.14.6	Line	AB	170.0	0.0	75

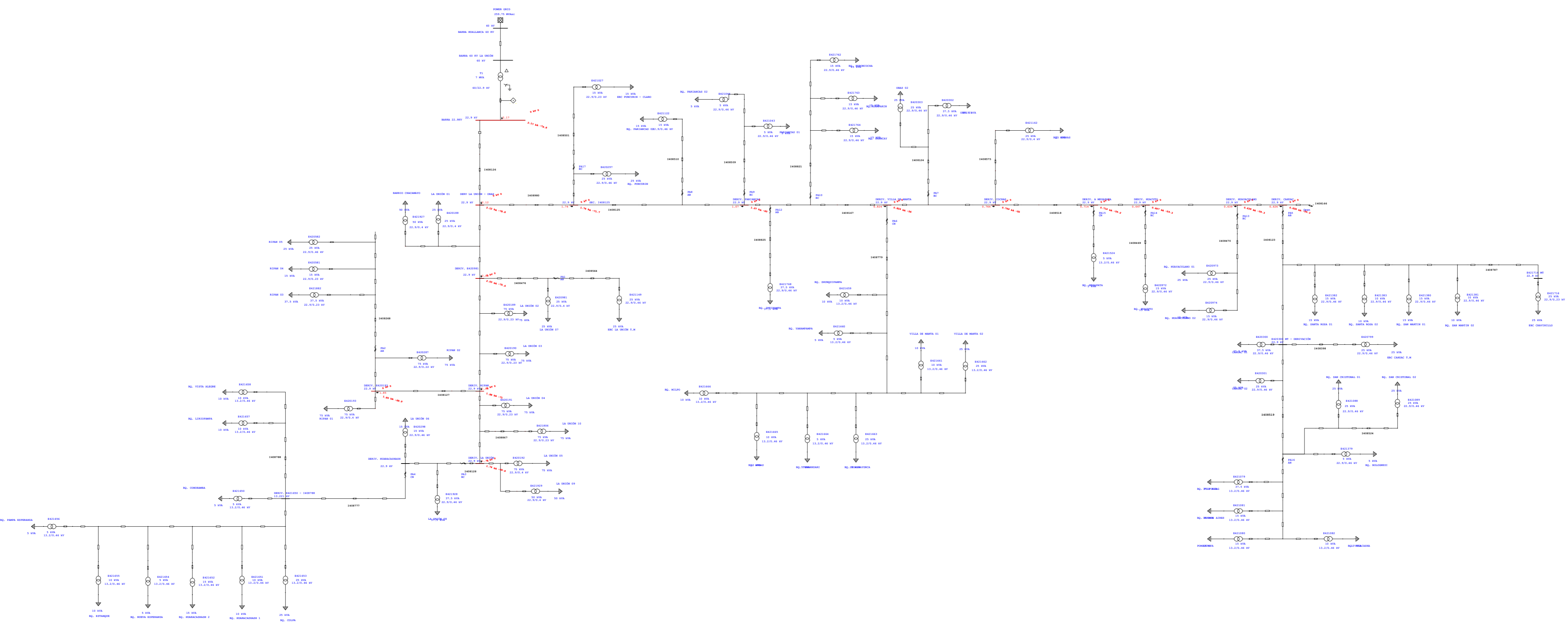
Line3.14.6.1	Line	AB	286.0	0.0	75
Line3.14.6.2	Line	AB	69.0	0.0	75
Line3.14.6.3	Line	AB	479.0	0.0	75
Line3.14.6.A	Line	AB	975.0	0.0	75
Line3.14.7	Line	A	384.0	0.0	75
Line3.14.7.1	Line	A	195.0	0.0	75
Line3.14.8	Line	A	421.0	0.0	75
Line3.14.8.1	Line	A	1042.0	0.0	75
Line3.14.9	Line	A	230.0	0.0	75
Line3.14.9.1	Line	A	28.0	0.0	75
Line3.14.10	Line	A	567.0	0.0	75
ENLACE A4258	Line	Trifásico	379.0	0.0	75

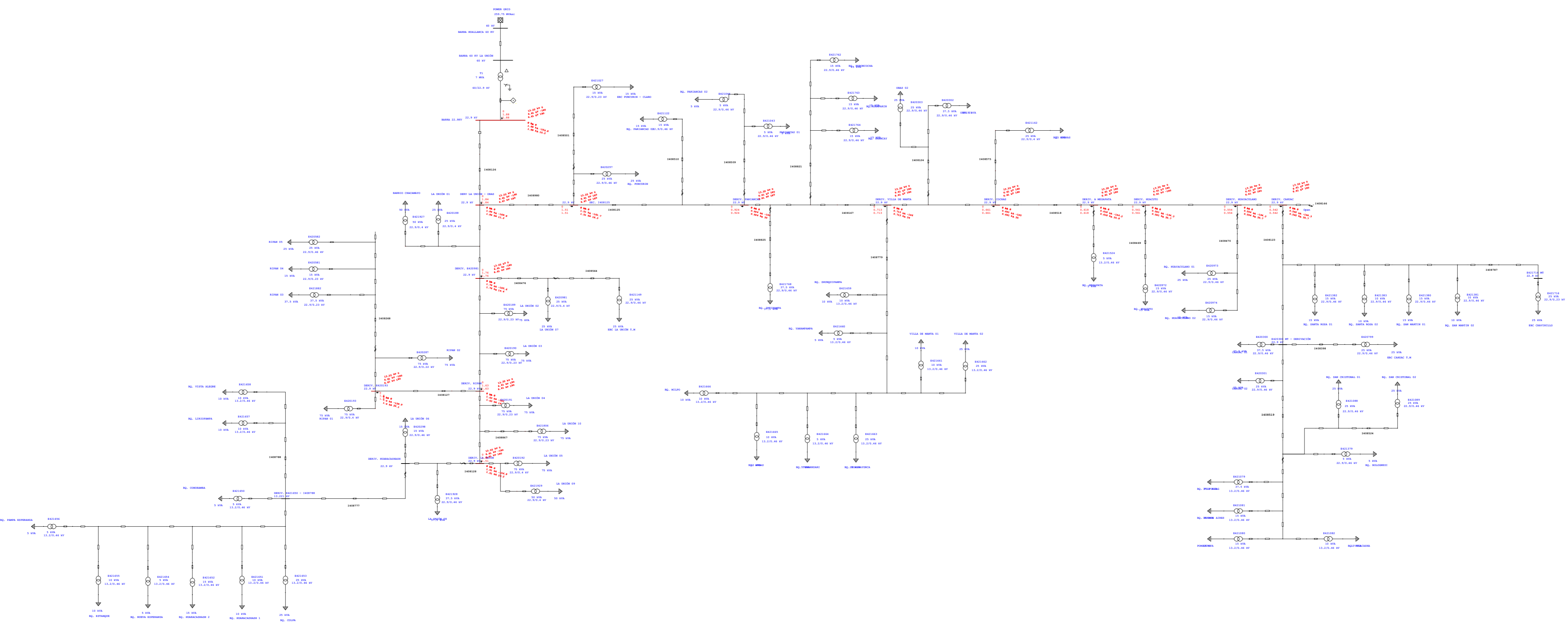
Anexo 02
Diagrama unifilar del Alimentador
A4270

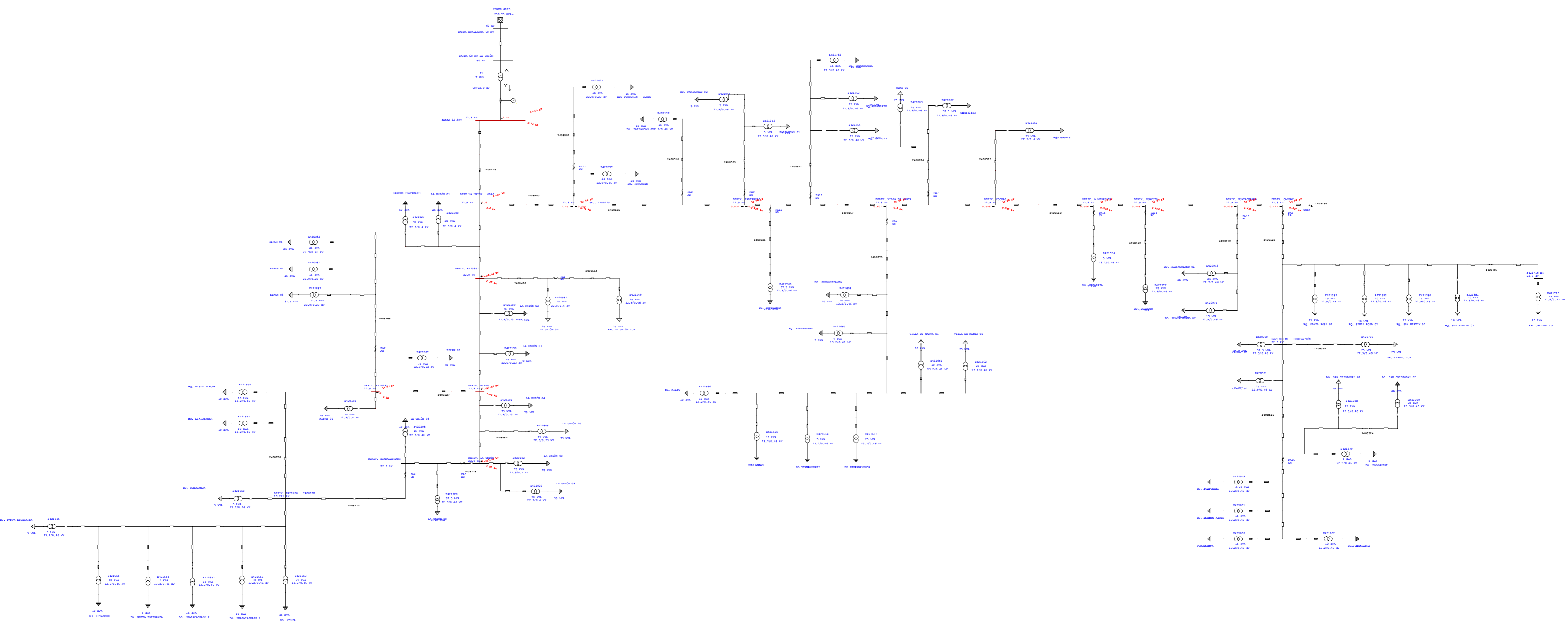


Anexo 03
Análisis de Flujo de carga

Anexo 04
Análisis de cortocircuito







Anexo 05
Reporte de flujo de carga

**Reporte de Flujo de Carga Desequilibrado Mínima y Máxima Demanda
(2019-2020)**

Barra	Tensión		Min Dem. 2019		Max Dem. 2019		Min Dem. 2020		Max Dem. 2019	
	ID	kV	Fase	% Mag.	Áng.	% Mag.	Áng.	% Mag.	Áng.	% Mag.
DER. MILPO - VILLA. MANTA	13.2	C	99.980	119.843	99.397	119.764	99.947	119.838	99.333	119.756
DERIV. A MESAPATA	22.9	A	100.119	-0.192	100.078	-0.464	100.117	-0.207	100.073	-0.494
		B	99.927	-	99.695	-	99.914	-	99.670	-
		C	99.821	119.851	99.254	119.786	99.789	119.848	99.191	119.779
DERIV. ANGAS	13.2	C	99.972	119.833	99.364	119.748	99.938	119.828	99.297	119.739
DERIV. BOLOGNESI	22.9	A	100.086	-0.244	99.938	-0.578	100.078	-0.263	99.921	-0.615
		B	99.912	-	99.630	-	99.896	-	99.599	-
DERIV. BUENOS AIRES	13.2	A	100.242	-0.246	100.084	-0.581	100.234	-0.265	100.066	-0.618
DERIV. CAHUAC	22.9	A	100.117	-0.224	100.039	-0.536	100.113	-0.241	100.030	-0.571
		B	99.929	-	99.678	-	99.915	-	99.650	-
		C	99.808	119.854	99.223	119.796	99.775	119.850	99.159	119.790
DERIV. CAHUAC - STA ROSA	22.9	A	100.094	-0.241	99.963	-0.570	100.087	-0.259	99.948	-0.606
		B	99.914	-	99.636	-	99.899	-	99.606	-
DERIV. COCHAS	22.9	A	100.122	-0.177	100.103	-0.432	100.121	-0.191	100.101	-0.460
		B	99.929	-	99.711	-	99.916	-	99.687	-
		C	99.827	119.852	99.268	119.784	99.795	119.848	99.207	119.777
DERIV. E420188- E421927	22.9	A	100.093	-0.018	100.234	-0.111	100.101	-0.023	100.249	-0.121
		B	99.977	-	100.023	-	99.980	-	100.028	-
		C	99.902	119.957	99.648	119.950	99.887	119.958	99.621	119.949
DERIV. E420193	22.9	A	100.081	-0.021	100.199	-0.119	100.088	-0.026	100.212	-0.130
		B	99.959	-	99.972	-	99.960	-	99.973	-
		C	99.886	119.961	99.598	119.937	99.870	119.951	99.566	119.935
DERIV. E420981	22.9	A	100.091	-0.018	100.228	-0.112	100.099	-0.023	100.243	-0.123
		B	99.974	-	100.014	-	99.976	-	100.019	-
		C	99.899	119.958	99.640	119.948	99.885	119.957	99.612	119.947
DERIV. E421650 - I408788	13.2	C	99.866	119.933	99.519	119.904	99.847	119.931	99.481	119.901
DERIV. E421651 - VARIOS	13.2	C	99.861	119.927	99.498	119.894	99.841	119.925	99.458	119.891
DERIV. E421652 - VARIOS	13.2	C	99.861	119.927	99.498	119.894	99.841	119.925	99.458	119.891

DERIV. E421653 - VARIOS	13.2	C	99.866	119.933	99.519	119.904	99.847	119.931	99.481	119.901
DERIV. E421654 - VARIOS	13.2	C	99.860	119.924	99.491	119.890	99.840	119.922	99.451	119.887
DERIV. E421655 - E421656	13.2	C	99.860	119.923	99.490	119.889	99.839	119.921	99.449	119.886
DERIV. E421657 - E421658	13.2	C	99.864	119.930	99.511	119.900	99.844	119.928	99.472	119.897
DERIV. E421806	22.9	A	100.079	-0.020	100.196	-0.118	100.086	-0.026	100.208	-0.129
		B	99.954	-	99.959	-	99.954	-	99.959	-
		C	99.880	119.948	99.576	119.930	99.863	119.947	99.543	119.928
DERIV. E421882	22.9	A	100.078	-0.024	100.187	-0.125	100.084	-0.030	100.199	-0.137
		B	99.954	-	99.957	-	99.954	-	99.957	-
DERIV. E421928	22.9	B	99.950	-	99.949	-	99.950	-	99.949	-
		C	99.876	119.944	99.558	119.923	99.858	119.942	99.524	119.921
DERIV. HUACUTO	22.9	A	100.118	-0.215	100.050	-0.517	100.114	-0.232	100.042	-0.550
		B	99.929	-	99.682	-	99.915	-	99.655	-
		C	99.811	119.853	99.230	119.793	99.779	119.849	99.166	119.786
DERIV. HUALPAYUN CA	13.2	C	99.976	119.838	99.380	119.757	99.942	119.834	99.315	119.748
DERIV. HUAMPARIN	22.9	B	99.932	-	99.733	-	99.921	-	99.711	-
		C	99.833	119.856	99.289	119.789	99.802	119.852	99.230	119.782
DERIV. HUARACASH ASH	22.9	B	99.949	-	99.948	-	99.949	-	99.948	-
		C	99.875	119.943	99.556	119.922	99.857	119.942	99.521	119.919
DERIV. HUAYACULA NO	22.9	A	100.118	-0.218	100.046	-0.524	100.114	-0.235	100.037	-0.557
		B	99.929	-	99.681	-	99.915	-	99.653	-
		C	99.810	119.853	99.227	119.794	99.777	119.850	99.163	119.787
DERIV. INTIPAMPA	22.9	A	100.120	-0.124	100.165	-0.321	100.123	-0.135	100.169	-0.342
		B	99.949	-	99.815	-	99.941	-	99.801	-
		C	99.859	119.881	99.402	119.830	99.834	119.878	99.352	119.825
DERIV. LA UNIÓN	22.9	A	100.079	-0.020	100.195	-0.118	100.086	-0.026	100.208	-0.129
		B	99.953	-	99.956	-	99.953	-	99.956	-
		C	99.879	119.947	99.572	119.928	99.862	119.946	99.538	119.926
DERIV. OBAS	22.9	B	99.930	-	99.726	-	99.918	-	99.703	-
		C	99.831	119.853	99.282	119.783	99.800	119.849	99.222	119.776
DERIV. OBAS - COCHAS	22.9	A	100.124	-0.162	100.127	-0.402	100.125	-0.176	100.127	-0.428
		B	99.930	-	99.726	-	99.918	-	99.703	-
		C	99.831	119.853	99.282	119.783	99.800	119.849	99.222	119.776

DERIV. PARIANCAS	22.9	A	100.119	-0.116	100.172	-0.305	100.122	-0.126	100.177	-0.326
		B	99.952	-	99.834	-	99.946	-	99.821	-
		C	99.864	119.887	99.424	119.839	99.839	119.884	99.375	119.834
DERIV. PARIANCAS Y OBAS	22.9	A	100.118	-0.108	100.178	-0.289	100.121	-0.118	100.185	-0.309
		B	99.956	-	99.851	-	99.950	-	99.840	-
		C	99.868	119.892	99.445	119.849	99.845	119.890	99.399	119.844
DERIV. POMAUCRO	13.2	A	100.242	-0.246	100.082	-0.582	100.233	-0.265	100.064	-0.618
DERIV. PULPULIAG	13.2	A	100.244	-0.245	100.089	-0.580	100.236	-0.264	100.072	-0.617
DERIV. PUPONCOCH A	22.9	A	100.124	-0.156	100.134	-0.389	100.125	-0.169	100.135	-0.414
		B	99.933	-	99.739	-	99.922	-	99.717	-
		C	99.835	119.856	99.298	119.789	99.805	119.852	99.239	119.782
DERIV. RIPAN	22.9	A	100.082	-0.020	100.202	-0.118	100.089	-0.026	100.215	-0.129
		B	99.960	-	99.975	-	99.961	-	99.977	-
		C	99.886	119.952	99.600	119.937	99.870	119.951	99.568	119.935
DERIV. SAN MARTIN	22.9	A	100.093	-0.246	99.953	-0.580	100.085	-0.265	99.937	-0.616
		B	99.910	-	99.620	-	99.893	-	99.589	-
DERIV. SANTA ROSA	22.9	A	100.093	-0.245	99.954	-0.578	100.085	-0.264	99.939	-0.615
		B	99.910	-	99.623	-	99.894	-	99.591	-
DERIV. SHANCAY	22.9	B	99.932	-	99.734	-	99.921	-	99.712	-
		C	99.833	119.856	99.291	119.789	99.803	119.852	99.231	119.782
DERIV. SHUNQUIPA MPA	13.2	C	99.993	119.853	99.444	119.783	99.962	119.849	99.383	119.775
DERIV. TUMANHUA RI	13.2	C	99.974	119.835	99.371	119.752	99.940	119.830	99.305	119.743
DERIV. VILLA DE MANTA	22.9	A	100.124	-0.161	100.130	-0.398	100.125	-0.174	100.131	-0.424
		B	99.930	-	99.728	-	99.919	-	99.706	-
		C	99.832	119.853	99.285	119.783	99.801	119.849	99.225	119.776
DERIV. YANAMPAM PA	13.2	C	99.982	119.844	99.403	119.766	99.949	119.839	99.339	119.758
DERV LA UNIÓN - OBAS	22.9	A	100.098	-0.016	100.249	-0.107	100.107	-0.021	100.265	-0.117
		B	99.985	-	100.044	-	99.988	-	100.050	-
		C	99.908	119.961	99.669	119.955	99.895	119.961	99.643	119.954
DRV E421716	22.9	A	100.092	-0.249	99.947	-0.586	100.084	-0.268	99.930	-0.623
		B	99.907	-	99.611	-	99.890	-	99.578	-
E420143 BT	0.5	B	99.881	-	99.631	-	99.867	-	99.603	-
		C	99.536	119.825	98.509	119.669	99.478	119.816	98.396	119.652
E420188 BT	0.4	A	99.738	-	99.262	-	99.712	-	99.209	-

		B	99.715	89.818	99.182	89.503	99.686	89.800	99.123	89.469
		C	99.719	-30.168	99.227	-30.459	99.691	-30.185	99.173	-30.491
E420188 MT - DER. E421927	22.9	A	100.093	-0.018	100.234	-0.111	100.101	-0.023	100.249	-0.121
		B	99.977	-	100.022	-	99.980	-	100.028	-
		C	99.902	119.959	99.648	119.950	99.887	119.958	99.620	119.949
E420189 BT	0.2	A	99.720	-	99.211	-	99.691	-	99.154	-
		B	99.711	89.809	99.157	89.479	99.681	89.791	99.096	89.443
		C	99.718	-30.166	99.234	-30.454	99.691	-30.182	99.180	-30.485
E420189 MT - DR. LA UNIÓN	22.9	A	100.087	-0.019	100.216	-0.115	100.094	-0.025	100.230	-0.125
		B	99.968	-	99.996	-	99.969	-	100.000	-
		C	99.893	119.955	99.622	119.943	99.878	119.954	99.592	119.942
E420190 MT - DER. RIPAN	22.9	A	100.083	-0.020	100.206	-0.117	100.090	-0.026	100.219	-0.128
		B	99.962	-	99.981	-	99.963	-	99.983	-
		C	99.888	119.953	99.606	119.939	99.872	119.952	99.575	119.937
E420190BT	0.2	A	99.715	-	99.197	-	99.686	-	99.140	-
		B	99.707	89.808	99.143	89.476	99.675	89.789	99.081	89.439
		C	99.713	-30.167	99.220	-30.456	99.686	-30.183	99.165	-30.488
E420191 BT	0.2	A	99.711	-	99.187	-	99.682	-	99.129	-
		B	99.703	89.806	99.131	89.472	99.671	89.787	99.067	89.436
		C	99.708	-30.168	99.207	-30.457	99.680	-30.184	99.151	-30.489
E420191 MT - DER. E420192	22.9	A	100.081	-0.020	100.199	-0.118	100.087	-0.026	100.212	-0.129
		B	99.957	-	99.968	-	99.958	-	99.969	-
		C	99.884	119.950	99.590	119.934	99.867	119.949	99.557	119.932
E420192 BT	0.4	A	99.720	-	99.209	-	99.692	-	99.152	-
		B	99.695	89.810	99.119	89.488	99.663	89.792	99.055	89.452
		C	99.696	-30.174	99.163	-30.467	99.666	-30.190	99.104	-30.499
E420192 MT - DER. E421929	22.9	A	100.079	-0.020	100.195	-0.118	100.086	-0.026	100.207	-0.129
		B	99.953	-	99.955	-	99.953	-	99.956	-
		C	99.879	119.947	99.571	119.928	99.861	119.946	99.538	119.926
E420193 BT	0.4	A	99.714	-	99.208	-	99.686	-	99.152	-
		B	99.691	89.815	99.127	89.496	99.659	89.797	99.064	89.461
		C	99.694	-30.171	99.173	-30.465	99.665	-30.187	99.115	-30.497
E420193 MT	22.9	A	100.081	-0.021	100.199	-0.119	100.088	-0.026	100.212	-0.130
		B	99.959	-	99.971	-	99.959	-	99.973	-
		C	99.886	119.952	99.598	119.936	99.870	119.951	99.566	119.935
E420287 BT	0.2	A	99.704	-0.178	99.176	-0.484	99.674	-0.195	99.117	-0.518
		B	99.722	-	99.186	-	99.692	-	99.127	-
		C	99.696	119.828	99.158	119.541	99.666	119.812	99.099	119.509

E420287 MT - DER. E420581	22.9	A	100.079	-0.022	100.193	-0.122	100.086	-0.028	100.205	-0.133
		B	99.956	-	99.964	-	99.957	-	99.965	-
		C	99.885	119.951	99.595	119.936	99.868	119.951	99.563	119.935
E420297 BT	0.5	A	99.726	-30.186	99.217	-30.487	99.698	-30.203	99.160	-30.521
		B	99.741	-	99.233	-	99.713	-	99.177	-
		C	99.714	89.800	99.151	89.480	99.683	89.782	99.089	89.445
E420297 MT - EBC PUNCURIN	22.9	A	100.104	-0.041	100.230	-0.156	100.111	-0.048	100.244	-0.168
		B	99.979	-	99.994	-	99.979	-	99.995	-
		C	99.899	119.942	99.610	119.926	99.882	119.941	99.578	119.924
E420298 BT	0.5	B	99.878	-	99.745	-	99.870	-	99.730	-
		C	99.547	119.881	98.641	119.751	99.496	119.874	98.541	119.737
E420298 MT	22.9	B	99.949	-	99.948	-	99.949	-	99.948	-
		C	99.875	119.943	99.556	119.922	99.857	119.942	99.521	119.919
E420300 BT	0.5	A	100.019	-0.436	99.755	-1.112	100.005	-0.474	99.725	-1.187
		B	99.584	-	98.718	-	99.536	-	98.622	-
E420300 MT - DERIVACIÓN	22.9	A	100.090	-0.243	99.950	-0.574	100.082	-0.261	99.934	-0.611
		B	99.913	-	99.631	-	99.897	-	99.601	-
E420301 BT	0.5	A	100.017	-0.437	99.749	-1.114	100.003	-0.475	99.719	-1.189
		B	99.584	-	98.717	-	99.535	-	98.621	-
E420301 MT - DERIVACIÓN	22.9	A	100.088	-0.243	99.944	-0.576	100.080	-0.262	99.928	-0.613
		B	99.912	-	99.630	-	99.896	-	99.599	-
E420302 BT	0.5	B	99.858	-	99.522	-	99.840	-	99.485	-
		C	99.503	119.791	98.368	119.613	99.439	119.781	98.244	119.594
E420302 MT	22.9	B	99.930	-	99.725	-	99.918	-	99.703	-
		C	99.831	119.853	99.281	119.784	99.800	119.849	99.221	119.776
E420303 BT	0.5	B	99.858	-	99.523	-	99.840	-	99.486	-
		C	99.503	119.791	98.369	119.613	99.440	119.781	98.244	119.594
E420303 MT	22.9	B	99.930	-	99.726	-	99.918	-	99.703	-
		C	99.831	119.853	99.282	119.784	99.800	119.849	99.222	119.776
E420581 BT	0.2	A	100.004	-0.221	99.980	-0.670	100.003	-0.246	99.977	-0.719
		B	99.622	-	99.029	-	99.589	-	98.964	-
E420581 MT - DER, E420582	22.9	A	100.075	-0.027	100.179	-0.131	100.081	-0.033	100.190	-0.142
		B	99.950	-	99.946	-	99.950	-	99.946	-
E420582 BT	0.5	A	100.003	-0.222	99.975	-0.672	100.002	-0.247	99.972	-0.722
		B	99.620	-	99.024	-	99.586	-	98.958	-
E420582 MT	22.9	A	100.074	-0.028	100.174	-0.133	100.080	-0.034	100.185	-0.145

		B	99.948	-	119.961	99.941	-	119.870	99.948	-	119.956	99.940	-	119.860
E420799 BT	0.5	A	100.019	-0.437	99.752	-1.114	100.004	-0.475	99.722	-1.189				
		B	99.583	-	120.127	98.714	-	120.150	99.534	-	120.128	98.618	-	120.152
E420799 MT	22.9	A	100.089	-0.243	99.947	-0.576	100.082	-0.262	99.931	-0.613				
		B	99.911	-	120.066	99.628	-	119.984	99.895	-	120.061	99.596	-	119.975
E420972 BT	0.5	B	99.857	-	120.260	99.479	-	120.534	99.836	-	120.275	99.437	-	120.564
		C	99.483	119.791	98.316	119.623	99.418	119.782	98.188	119.604				
E420972 MT	22.9	B	99.928	-	120.066	99.681	-	119.995	99.915	-	120.062	99.654	-	119.987
		C	99.811	119.853	99.229	119.793	99.778	119.849	99.165	119.787				
E420973 BT	0.5	B	99.857	-	120.260	99.477	-	120.535	99.836	-	120.275	99.435	-	120.565
		C	99.482	119.791	98.314	119.624	99.416	119.782	98.185	119.605				
E420973 MT - DER. E420974	22.9	B	99.929	-	120.066	99.680	-	119.996	99.915	-	120.062	99.652	-	119.988
		C	99.810	119.853	99.226	119.794	99.777	119.850	99.162	119.788				
E420974 BT	0.5	B	99.857	-	120.260	99.477	-	120.535	99.836	-	120.275	99.435	-	120.565
		C	99.481	119.792	98.313	119.624	99.416	119.782	98.184	119.606				
E420974 MT	22.9	B	99.928	-	120.066	99.679	-	119.996	99.914	-	120.062	99.652	-	119.988
		C	99.809	119.853	99.225	119.794	99.777	119.850	99.161	119.788				
E420981 BT	0.4	A	99.735	-	150.178	99.252	-	150.502	99.708	-	150.196	99.199	-	150.538
		B	99.713	89.817	99.174	89.502	99.683	89.799	99.114	89.467				
		C	99.716	-30.169	99.219	-30.461	99.688	-30.186	99.164	-30.493				
E420981 MT - DER. EBC T.M	22.9	A	100.090	-0.019	100.226	-0.113	100.098	-0.024	100.241	-0.123				
		B	99.974	-	119.958	100.012	-	119.870	99.976	-	119.953	100.017	-	119.861
		C	99.899	119.957	99.640	119.947	99.884	119.957	99.611	119.946				
E421027 BT	0.2	B	99.907	-	120.169	99.788	-	120.430	99.900	-	120.184	99.775	-	120.459
		C	99.569	119.880	98.691	119.756	99.520	119.873	98.594	119.743				
E421027 MT	22.9	B	99.978	-	119.976	99.991	-	119.891	99.979	-	119.971	99.992	-	119.882
		C	99.897	119.942	99.606	119.926	99.881	119.941	99.574	119.925				
E421043 MT - DER. E421044	22.9	B	99.952	-	120.024	99.833	-	119.945	99.946	-	120.020	99.820	-	119.936
		C	99.864	119.887	99.423	119.839	99.839	119.884	99.375	119.834				
E421044 BT	0.5	B	99.881	-	120.218	99.631	-	120.484	99.867	-	120.233	99.603	-	120.514
		C	99.535	119.825	98.509	119.669	99.478	119.816	98.396	119.652				
E421044 MT	22.9	B	99.953	-	120.024	99.833	-	119.945	99.946	-	120.020	99.820	-	119.936
		C	99.864	119.886	99.423	119.839	99.839	119.884	99.374	119.834				
E421079 BT	0.5	A	99.976	-0.416	99.342	-1.055	99.941	-0.452	99.271	-1.126				
E421079 MT	13.2	A	100.243	-0.245	100.087	-0.580	100.235	-0.264	100.069	-0.617				
E421080 BT	0.5	A	99.975	-0.416	99.337	-1.056	99.939	-0.452	99.266	-1.127				

E421080 MT	13.2	A	100.242	-0.246	100.082	-0.582	100.233	-0.265	100.064	-0.618
E421081 BT	0.5	A	99.974	-0.417	99.334	-1.057	99.938	-0.453	99.263	-1.128
E421081 MT	13.2	A	100.241	-0.246	100.079	-0.582	100.232	-0.265	100.060	-0.619
E421082 BT	0.5	A	99.974	-0.417	99.336	-1.057	99.939	-0.452	99.265	-1.127
E421082 MT	13.2	A	100.241	-0.246	100.081	-0.582	100.233	-0.265	100.063	-0.619
E421088 BT	0.5	A	100.015	-0.438	99.741	-1.117	100.000	-0.476	99.711	-1.192
		B	99.583	-	98.714	-	99.534	-	98.619	-
			120.127	120.149	120.128	120.151				
E421088 MT - DRV. E421089	22.9	A	100.086	-0.245	99.937	-0.579	100.077	-0.263	99.920	-0.616
		B	99.912	-	99.628	-	99.896	-	99.597	-
			120.066	119.983	120.061	119.974				
E421089 BT	0.5	A	100.014	-0.438	99.740	-1.118	99.999	-0.476	99.710	-1.192
		B	99.583	-	98.713	-	99.534	-	98.617	-
			120.127	120.149	120.128	120.151				
E421089 MT	22.9	A	100.085	-0.245	99.935	-0.579	100.077	-0.264	99.918	-0.616
		B	99.911	-	99.627	-	99.895	-	99.596	-
			120.065	119.983	120.061	119.974				
E421122 BT	0.5	A	100.047	-0.302	99.980	-0.828	100.043	-0.331	99.972	-0.886
		B	99.627	-	98.935	-	99.588	-	98.858	-
			120.080	120.106	120.082	120.108				
E421122 MT	22.9	A	100.118	-0.108	100.178	-0.289	100.121	-0.118	100.184	-0.309
		B	99.956	-	99.851	-	99.950	-	99.839	-
			120.019	119.938	120.014	119.930				
E421149 BT	0.5	A	100.019	-0.212	100.026	-0.653	100.019	-0.237	100.026	-0.701
		B	99.644	-	99.093	-	99.613	-	99.032	-
			120.019	120.038	120.020	120.040				
E421149 MT	22.9	A	100.090	-0.019	100.224	-0.114	100.097	-0.024	100.239	-0.124
		B	99.973	-	100.010	-	99.975	-	100.014	-
			119.958	119.870	119.953	119.860				
E421162 BT	0.4	A	99.763	-	99.117	-	99.726	-	99.045	-
		B	99.722	89.752	99.046	89.469	99.685	89.736	98.971	89.438
		C	99.787	-30.243	99.232	-30.546	99.756	-30.260	99.170	-30.579
			150.278	150.631	150.297	150.670				
E421162 MT	22.9	A	100.121	-0.177	100.103	-0.432	100.121	-0.191	100.100	-0.460
		B	99.928	-	99.710	-	99.916	-	99.686	-
		C	99.826	119.852	99.268	119.784	99.795	119.848	99.206	119.777
			120.056	119.980	120.052	119.972				
E421379 BT	0.5	A	100.015	-0.438	99.742	-1.117	100.000	-0.476	99.712	-1.191
		B	99.584	-	98.716	-	99.535	-	98.620	-
			120.127	120.149	120.128	120.151				
E421379 MT	22.9	A	100.086	-0.245	99.937	-0.578	100.078	-0.263	99.921	-0.615
		B	99.912	-	99.629	-	99.896	-	99.598	-
			120.066	119.983	120.061	119.974				
E421380 BT	0.5	A	100.021	-0.442	99.752	-1.123	100.006	-0.480	99.722	-1.198
		B	99.579	-	98.698	-	99.529	-	98.601	-
			120.129	120.151	120.131	120.153				
E421380 MT- DRV E421381	22.9	A	100.092	-0.249	99.948	-0.585	100.084	-0.268	99.931	-0.622
		B	99.907	-	99.612	-	99.890	-	99.580	-
			120.068	119.985	120.063	119.975				
E421381 BT	0.5	A	100.021	-0.443	99.752	-1.124	100.006	-0.481	99.722	-1.199
		B	99.578	-	98.697	-	99.529	-	98.600	-
			120.129	120.151	120.131	120.153				

E421381 MT	22.9	A	100.092	-0.249	99.947	-0.586	100.084	-0.268	99.930	-0.623
		B	99.907	-	99.611	-	99.890	-	99.578	-
E421382 BT	0.5	A	100.022	-0.439	99.759	-1.116	100.008	-0.477	99.730	-1.191
		B	99.582	-	98.709	-	99.533	-	98.613	-
E421382 MT	22.9	A	100.093	-0.245	99.954	-0.578	100.085	-0.264	99.938	-0.615
		B	99.910	-	99.623	-	99.894	-	99.591	-
E421383 BT	0.5	A	100.022	-0.440	99.758	-1.118	100.007	-0.478	99.728	-1.193
		B	99.581	-	98.706	-	99.532	-	98.610	-
E421383 MT	22.9	A	100.093	-0.246	99.953	-0.580	100.085	-0.265	99.937	-0.617
		B	99.910	-	99.620	-	99.893	-	99.589	-
E421524 BT	0.5	C	99.716	119.681	98.674	119.312	99.658	119.660	98.559	119.271
E421524 MT	13.2	C	99.982	119.851	99.414	119.786	99.951	119.848	99.352	119.779
E421650 BT	0.5	C	99.761	119.762	98.938	119.429	99.715	119.744	98.847	119.393
E421650 MT	13.2	C	100.027	119.933	99.680	119.904	100.008	119.931	99.641	119.901
E421651 BT	0.5	C	99.756	119.756	98.916	119.419	99.709	119.737	98.823	119.382
E421651 MT	13.2	C	100.022	119.926	99.658	119.894	100.002	119.925	99.617	119.890
E421652 BT	0.5	C	99.756	119.756	98.916	119.419	99.709	119.737	98.824	119.382
E421652 MT	13.2	C	100.022	119.927	99.658	119.894	100.002	119.925	99.618	119.891
E421653 BT	0.5	C	99.760	119.762	98.935	119.429	99.714	119.743	98.845	119.392
E421653 MT	13.2	C	100.027	119.932	99.677	119.904	100.007	119.931	99.639	119.901
E421654 BT	0.5	C	99.755	119.754	98.910	119.415	99.708	119.735	98.817	119.378
E421654 MT	13.2	C	100.021	119.924	99.652	119.890	100.001	119.922	99.611	119.887
E421655 BT	0.5	C	99.754	119.752	98.905	119.413	99.706	119.733	98.811	119.376
E421655 MT	13.2	C	100.020	119.923	99.647	119.888	99.999	119.921	99.605	119.884
E421656 BT	0.5	C	99.754	119.753	98.907	119.414	99.707	119.734	98.814	119.377
E421656 MT	13.2	C	100.021	119.923	99.649	119.889	100.000	119.921	99.608	119.885
E421657 BT	0.5	C	99.759	119.760	98.929	119.425	99.713	119.741	98.838	119.388
E421657 MT	13.2	C	100.025	119.930	99.671	119.900	100.006	119.928	99.632	119.897
E421658 BT	0.5	C	99.758	119.759	98.925	119.423	99.711	119.740	98.833	119.387
E421658 MT	13.2	C	100.024	119.929	99.667	119.898	100.004	119.927	99.627	119.895
E421659 BT	0.5	C	99.726	119.682	98.702	119.308	99.669	119.661	98.590	119.266
E421659 MT	13.2	C	99.993	119.853	99.443	119.782	99.962	119.849	99.382	119.775
E421660 BT	0.5	C	99.715	119.673	98.663	119.291	99.656	119.652	98.547	119.250
E421660 MT	13.2	C	99.981	119.844	99.403	119.766	99.949	119.839	99.339	119.758
E421661 BT	0.5	C	99.713	119.672	98.656	119.289	99.654	119.651	98.539	119.247
E421661 MT - DER. E421662	13.2	C	99.979	119.842	99.396	119.764	99.947	119.838	99.331	119.755
E421662 BT	0.5	C	99.713	119.672	98.654	119.289	99.653	119.650	98.538	119.246
E421662 MT	13.2	C	99.979	119.842	99.394	119.763	99.946	119.838	99.330	119.755
E421663 BT	0.5	C	99.709	119.668	98.640	119.282	99.649	119.646	98.522	119.239
E421663 MT	13.2	C	99.975	119.838	99.379	119.756	99.942	119.833	99.314	119.748
E421664 BT	0.5	C	99.708	119.665	98.632	119.277	99.647	119.643	98.513	119.234
E421664 MT	13.2	C	99.974	119.835	99.371	119.752	99.940	119.830	99.305	119.743

E421665 BT	0.5	C	99.706	119.663	98.624	119.273	99.645	119.641	98.505	119.231
E421665 MT	13.2	C	99.972	119.833	99.364	119.748	99.938	119.828	99.297	119.739
E421666 BT	0.5	C	99.705	119.662	98.620	119.272	99.644	119.640	98.501	119.229
E421666 MT	13.2	C	99.971	119.832	99.360	119.746	99.937	119.827	99.292	119.737
E421716 BT	0.2	A	100.019	-0.445	99.744	-1.128	100.004	-0.483	99.714	-1.203
		B	99.575	-	98.688	-	99.525	-	98.590	-
			120.129	120.149	120.131	120.151				
E421716 MT	22.9	A	100.090	-0.251	99.939	-0.590	100.081	-0.270	99.922	-0.627
		B	99.903	-	99.602	-	99.886	-	99.569	-
			120.068	119.983	120.063	119.974				
E421762 MT	22.9	B	99.932	-	99.732	-	99.920	-	99.710	-
		C	99.832	119.856	99.288	119.789	99.802	119.852	99.228	119.782
			120.052	119.978	120.048	119.970				
E421763 BT	0.5	B	99.860	-	99.530	-	99.842	-	99.493	-
		C	99.504	119.794	98.376	119.619	99.441	119.784	98.251	119.600
			120.246	120.517	120.261	120.546				
E421763 MT	22.9	B	99.932	-	99.732	-	99.921	-	99.711	-
		C	99.832	119.856	99.289	119.789	99.802	119.852	99.229	119.782
			120.052	119.977	120.048	119.969				
E421764 BT	0.5	B	99.861	-	99.531	-	99.842	-	99.494	-
		C	99.505	119.794	98.377	119.619	99.442	119.784	98.253	119.600
			120.245	120.516	120.260	120.546				
E421764 BT2	0.5	B	99.860	-	99.529	-	99.842	-	99.493	-
		C	99.504	119.794	98.375	119.619	99.441	119.784	98.251	119.600
			120.246	120.517	120.261	120.547				
E421764 MT	22.9	B	99.932	-	99.733	-	99.921	-	99.711	-
		C	99.833	119.856	99.290	119.789	99.802	119.852	99.230	119.782
			120.051	119.977	120.047	119.968				
E421768 BT	0.5	A	100.048	-0.318	99.965	-0.860	100.044	-0.348	99.955	-0.920
		B	99.619	-	98.897	-	99.579	-	98.817	-
			120.090	120.116	120.091	120.119				
E421768 MT	22.9	A	100.119	-0.124	100.163	-0.322	100.122	-0.135	100.167	-0.344
		B	99.948	-	99.813	-	99.940	-	99.798	-
			120.029	119.949	120.024	119.940				
E421806 BT	0.2	A	99.709	-	99.181	-	99.680	-	99.122	-
		B	99.700	89.804	99.121	89.469	99.668	89.785	99.057	89.432
		C	99.704	-30.168	99.196	-30.457	99.676	-30.184	99.140	-30.489
			150.181	150.501	150.199	150.536				
E421806 MT	22.9	A	100.079	-0.020	100.196	-0.118	100.086	-0.026	100.208	-0.129
		B	99.954	-	99.958	-	99.954	-	99.959	-
		C	99.880	119.948	99.576	119.930	99.863	119.947	99.543	119.928
			119.962	119.876	119.957	119.866				
E421828 BT	0.5	B	99.878	-	99.746	-	99.871	-	99.731	-
		C	99.547	119.882	98.643	119.752	99.497	119.875	98.544	119.738
			120.156	120.415	120.171	120.444				
E421828 MT	22.9	B	99.950	-	99.949	-	99.950	-	99.949	-
		C	99.876	119.944	99.558	119.923	99.858	119.942	99.523	119.921
			119.962	119.876	119.958	119.867				
E421882 BT	0.2	A	100.007	-0.218	99.988	-0.664	100.006	-0.243	99.986	-0.714
		B	99.625	-	99.040	-	99.593	-	98.975	-
			120.022	120.041	120.023	120.043				
E421882 MT	22.9	A	100.078	-0.024	100.187	-0.125	100.084	-0.030	100.199	-0.137

		B	99.954	-	119.961	99.957	-	119.873	99.954	-	119.956	99.957	-	119.863
E421927 BT	0.4	A	99.728	-	150.175	99.251	-	150.498	99.702	-	150.193	99.198	-	150.534
		B	99.706	89.819	99.172	89.505	99.676	89.802	99.113	89.470				
		C	99.709	-30.167	99.217	-30.457	99.682	-30.183	99.162	-30.489				
E421927 MT	22.9	A	100.092	-0.018	100.232	-0.111	100.100	-0.023	100.247	-0.121				
		B	99.977	-	119.958	100.021	-	119.870	99.979	-	119.953	100.026	-	119.860
		C	99.901	119.958	99.647	119.949	99.887	119.958	99.619	119.949				
E421929 BT	0.4	A	99.720	-	150.182	99.208	-	150.512	99.691	-	150.201	99.151	-	150.548
		B	99.695	89.810	99.118	89.488	99.663	89.792	99.054	89.452				
		C	99.696	-30.174	99.162	-30.467	99.666	-30.190	99.103	-30.499				
E421929 MT	22.9	A	100.079	-0.020	100.194	-0.118	100.085	-0.026	100.206	-0.129				
		B	99.952	-	119.962	99.954	-	119.876	99.952	-	119.957	99.955	-	119.867
		C	99.878	119.947	99.570	119.928	99.861	119.946	99.537	119.926				
SALIDA A4270	22.9	A	100.099	-	100.257	-	100.108	-	100.274	-				
		B	99.989	-	119.953	100.059	-	119.863	99.993	-	119.948	100.067	-	119.854
		C	99.912	119.965	99.684	119.963	99.899	119.965	99.659	119.963				
SEC. I408123	22.9	A	100.117	-0.224	100.038	-0.537	100.113	-0.241	100.029	-0.571				
		B	99.929	-	120.067	99.677	-	119.996	99.915	-	120.063	99.650	-	119.988
SEC. I408124	22.9	B	99.930	-	120.052	99.726	-	119.975	99.918	-	120.047	99.703	-	119.966
		C	99.831	119.853	99.282	119.783	99.800	119.849	99.222	119.776				
SEC. I408125	22.9	A	100.104	-0.041	100.231	-0.156	100.111	-0.048	100.244	-0.168				
		B	99.979	-	119.975	99.994	-	119.889	99.980	-	119.970	99.996	-	119.880
		C	99.899	119.942	99.610	119.926	99.882	119.941	99.579	119.924				
SEC. I408126	22.9	A	100.098	-0.016	100.249	-0.107	100.107	-0.021	100.266	-0.117				
		B	99.985	-	119.956	100.044	-	119.868	99.988	-	119.951	100.051	-	119.858
		C	99.908	119.961	99.670	119.955	99.895	119.961	99.644	119.955				
SEC. I408127	22.9	A	100.082	-0.021	100.201	-0.118	100.088	-0.026	100.214	-0.129				
		B	99.960	-	119.961	99.974	-	119.874	99.960	-	119.956	99.975	-	119.865
		C	99.886	119.952	99.599	119.937	99.870	119.951	99.567	119.935				
SEC. I408167	22.9	A	100.124	-0.158	100.133	-0.392	100.125	-0.171	100.133	-0.418				
		B	99.932	-	120.050	99.735	-	119.972	99.921	-	120.045	99.713	-	119.964
		C	99.834	119.855	99.293	119.787	99.804	119.851	99.234	119.780				
SEC. I408268	22.9	A	100.079	-0.023	100.192	-0.122	100.086	-0.028	100.205	-0.133				
		B	99.956	-	119.961	99.963	-	119.874	99.956	-	119.956	99.964	-	119.864
SEC. I408398	22.9	A	100.090	-0.243	99.950	-0.574	100.082	-0.261	99.934	-0.611				
		B	99.913	-	120.066	99.631	-	119.984	99.897	-	120.061	99.601	-	119.975
SEC. I408469	22.9	B	99.929	-	120.066	99.682	-	119.994	99.915	-	120.062	99.655	-	119.986

		C	99.811	119.853	99.230	119.793	99.779	119.849	99.166	119.786
SEC. I408470	22.9	B	99.929	-	99.680	-	99.915	-	99.653	-
		C	99.810	119.853	99.227	119.794	99.777	119.850	99.163	119.788
SEC. I408476	22.9	A	100.091	-0.018	100.228	-0.112	100.099	-0.023	100.243	-0.123
		B	99.974	-	100.014	-	99.976	-	100.019	-
		C	99.899	119.957	99.640	119.948	99.885	119.957	99.612	119.947
SEC. I408501	22.9	B	99.979	-	99.994	-	99.979	-	99.995	-
		C	99.898	119.942	99.610	119.926	99.882	119.941	99.578	119.924
SEC. I408509	22.9	B	99.952	-	99.834	-	99.946	-	99.821	-
		C	99.864	119.887	99.424	119.839	99.839	119.884	99.375	119.834
SEC. I408510	22.9	A	100.118	-0.108	100.178	-0.289	100.121	-0.118	100.185	-0.309
		B	99.956	-	99.851	-	99.950	-	99.840	-
SEC. I408518	22.9	A	100.119	-0.189	100.084	-0.456	100.118	-0.204	100.079	-0.486
		B	99.927	-	99.699	-	99.914	-	99.674	-
		C	99.823	119.851	99.257	119.786	99.791	119.848	99.195	119.779
SEC. I408519	22.9	A	100.088	-0.244	99.943	-0.577	100.080	-0.262	99.927	-0.613
		B	99.912	-	99.630	-	99.896	-	99.599	-
SEC. I408524	22.9	A	100.085	-0.245	99.936	-0.579	100.077	-0.263	99.920	-0.616
		B	99.911	-	99.628	-	99.896	-	99.597	-
SEC. I408564	22.9	A	100.090	-0.019	100.226	-0.113	100.098	-0.024	100.241	-0.124
		B	99.973	-	100.012	-	99.976	-	100.016	-
SEC. I408575	22.9	A	100.122	-0.177	100.103	-0.432	100.121	-0.191	100.101	-0.460
		B	99.929	-	99.711	-	99.916	-	99.687	-
		C	99.827	119.852	99.268	119.784	99.795	119.848	99.207	119.777
SEC. I408777	13.2	C	99.873	119.941	99.548	119.918	99.855	119.939	99.512	119.915
SEC. I408779	13.2	C	99.993	119.853	99.445	119.783	99.963	119.849	99.385	119.776
SEC. I408788	13.2	C	99.866	119.933	99.519	119.904	99.847	119.931	99.481	119.901
SEC. I408821	22.9	B	99.933	-	99.738	-	99.922	-	99.717	-
		C	99.835	119.856	99.297	119.789	99.805	119.852	99.238	119.782
SEC. I408825	22.9	A	100.120	-0.124	100.164	-0.321	100.123	-0.135	100.169	-0.342
		B	99.949	-	99.815	-	99.941	-	99.801	-
SEC. I408980	22.9	A	100.099	-0.019	100.247	-0.112	100.107	-0.024	100.263	-0.122
		B	99.984	-	100.039	-	99.987	-	100.045	-
		C	99.907	119.959	99.664	119.952	99.894	119.959	99.637	119.951
SECC. I408867	22.9	A	100.079	-0.020	100.196	-0.118	100.086	-0.026	100.208	-0.129
		B	99.954	-	99.959	-	99.954	-	99.959	-
		C	99.880	119.948	99.576	119.930	99.863	119.947	99.543	119.928

ENLACE A4258~	22.9	A	100.117	-0.224	100.039	-0.536	100.113	-0.241	100.030	-0.571
		B	99.929	- 120.067	99.678	- 119.996	99.915	- 120.063	99.650	- 119.988
		C	99.808	119.854	99.223	119.796	99.775	119.850	99.159	119.790

Anexo 06
Reporte de análisis de cortocircuito

Proyecto: TESIS
 Ubicación: ALIMENTADOR A4270
 Contrato:
 Ingeniero: Victor Blas / Segundo Quiroz
 Nombre de Archivo: ALIMENTADOR A4270

ETAP
 12.6.0H

Caso de Estudio: SC TRIFASICO

Página: 1
 Fecha: 09-08-2020
 SN:
 Revisión: Base
 Config.: Normal

Informe Resumen de Cortocircuito

Corriente de Falta Trifásica, LG, LL, LLG

Barra	kV	Falta Trifásica			Falta Línea-a-Tierra				Falta Línea-a-Línea				*Línea-a-Línea-a-Tierra			
		I"k	ip	Ik	I"k	ip	lb	Ik	I"k	ip	lb	Ik	I"k	ip	lb	Ik
BARRA 22.9KV	22.900	2.169	4.880	2.169	2.738	6.161	2.738	2.738	1.878	4.226	1.878	1.878	2.697	6.068	2.697	2.697
DERIV. A MESAPATA	22.900	0.714	1.144	0.714	0.506	0.811	0.506	0.506	0.618	0.990	0.618	0.618	0.692	1.108	0.692	0.692
DERIV. CAHUAC	22.900	0.626	1.003	0.626	0.427	0.685	0.427	0.427	0.542	0.868	0.542	0.542	0.603	0.967	0.603	0.603
DERIV. COCHAS	22.900	0.764	1.231	0.764	0.548	0.884	0.548	0.548	0.661	1.066	0.661	0.661	0.740	1.193	0.740	0.740
DERIV. E420188-E421927	22.900	2.055	4.356	2.055	2.436	5.163	2.436	2.436	1.780	3.772	1.780	1.780	2.344	4.966	2.344	2.344
DERIV. E420193	22.900	1.846	3.517	1.846	1.997	3.804	1.997	1.997	1.599	3.046	1.599	1.599	1.941	3.699	1.941	1.941
DERIV. E420981	22.900	2.027	4.226	2.027	2.371	4.943	2.371	2.371	1.756	3.660	1.756	1.756	2.276	4.745	2.276	2.276
DERIV. E421806	22.900	1.764	3.250	1.764	1.849	3.408	1.849	1.849	1.527	2.815	1.527	1.527	1.825	3.363	1.825	1.825
DERIV. HUACUTO	22.900	0.647	1.037	0.647	0.446	0.715	0.446	0.446	0.561	0.898	0.561	0.561	0.625	1.002	0.625	0.625
DERIV. HUAYACULANO	22.900	0.639	1.025	0.639	0.439	0.704	0.439	0.439	0.554	0.887	0.554	0.554	0.617	0.989	0.617	0.617
DERIV. INTIPAMPA	22.900	1.020	1.708	1.020	0.784	1.312	0.784	0.784	0.883	1.479	0.883	0.883	0.989	1.657	0.989	0.989
DERIV. LA UNIÓN	22.900	1.738	3.172	1.738	1.806	3.296	1.806	1.806	1.505	2.747	1.505	1.505	1.791	3.269	1.791	1.791
DERIV. OBAS - COCHAS	22.900	0.817	1.326	0.817	0.594	0.964	0.594	0.594	0.707	1.148	0.707	0.707	0.791	1.285	0.791	0.791
DERIV. PARIANCAS	22.900	1.067	1.800	1.067	0.831	1.402	0.831	0.831	0.924	1.559	0.924	0.924	1.035	1.747	1.035	1.035
DERIV. PARIANCAS Y OBAS	22.900	1.116	1.900	1.116	0.883	1.502	0.883	0.883	0.967	1.645	0.967	0.967	1.084	1.846	1.084	1.084
DERIV. PUPONCOCHA	22.900	0.844	1.375	0.844	0.618	1.007	0.618	0.618	0.731	1.191	0.731	0.731	0.817	1.332	0.817	0.817
DERIV. RIPAN	22.900	1.881	3.640	1.881	2.063	3.992	2.063	2.063	1.629	3.152	1.629	1.629	1.996	3.863	1.996	1.996
DERIV. VILLA DE MANTA	22.900	0.824	1.339	0.824	0.600	0.976	0.600	0.600	0.713	1.160	0.713	0.713	0.798	1.298	0.798	0.798
DERV LA UNIÓN - OBAS	22.900	2.121	4.687	2.121	2.599	5.743	2.599	2.599	1.837	4.059	1.837	1.837	2.528	5.587	2.528	2.528
E420188 MT - DER. E421927	22.900	2.042	4.293	2.042	2.405	5.056	2.405	2.405	1.768	3.718	1.768	1.768	2.311	4.858	2.311	2.311
E420189 MT - DR. LA UNIÓN	22.900	1.964	3.956	1.964	2.232	4.496	2.232	2.232	1.701	3.426	1.701	1.701	2.143	4.317	2.143	2.143
E420190 MT - DER. RIPAN	22.900	1.905	3.728	1.905	2.111	4.131	2.111	2.111	1.650	3.229	1.650	1.650	2.036	3.985	2.036	2.036
E420191 MT - DER. E420192	22.900	1.834	3.477	1.834	1.975	3.744	1.975	1.975	1.588	3.011	1.588	1.588	1.924	3.647	1.924	1.924
E420192 MT - DER. E421929	22.900	1.728	3.143	1.728	1.790	3.255	1.790	1.790	1.497	2.722	1.497	1.497	1.778	3.234	1.778	1.778
E420193 MT	22.900	1.834	3.476	1.834	1.975	3.743	1.975	1.975	1.588	3.011	1.588	1.588	1.924	3.647	1.924	1.924
E420287 MT - DER. E420581	22.900	1.740	3.177	1.740	1.809	3.303	1.809	1.809	1.507	2.751	1.507	1.507	1.793	3.274	1.793	1.793
E420297 MT - EBC PUNCURIN	22.900	1.719	3.323	1.719	1.707	3.299	1.707	1.707	1.489	2.878	1.489	1.489	1.744	3.371	1.744	1.744
E420981 MT - DER. EBC T.M	22.900	1.931	3.826	1.931	2.163	4.285	2.163	2.163	1.672	3.313	1.672	1.672	2.081	4.124	2.081	2.081
E421162 MT	22.900	0.749	1.199	0.749	0.539	0.862	0.539	0.539	0.648	1.038	0.648	0.648	0.727	1.164	0.727	0.727
E421806 MT	22.900	1.758	3.230	1.758	1.840	3.381	1.840	1.840	1.522	2.797	1.522	1.522	1.817	3.339	1.817	1.817
E421927 MT	22.900	1.971	3.984	1.971	2.246	4.541	2.246	2.246	1.707	3.450	1.707	1.707	2.156	4.359	2.156	2.156
E421929 MT	22.900	1.677	2.995	1.677	1.706	3.048	1.706	1.706	1.452	2.594	1.452	1.452	1.714	3.062	1.714	1.714
SEC. I408125	22.900	1.744	3.414	1.744	1.747	3.419	1.747	1.747	1.511	2.957	1.511	1.511	1.775	3.475	1.775	1.775
SEC. I408126	22.900	2.123	4.695	2.123	2.605	5.760	2.605	2.605	1.839	4.066	1.839	1.839	2.535	5.605	2.535	2.535
SEC. I408127	22.900	1.865	3.584	1.865	2.033	3.907	2.033	2.033	1.615	3.104	1.615	1.615	1.971	3.788	1.971	1.971
SEC. I408167	22.900	0.836	1.362	0.836	0.611	0.996	0.611	0.611	0.724	1.180	0.724	0.724	0.810	1.320	0.810	0.810

Proyecto: TESIS
Ubicación: ALIMENTADOR A4270
Contrato:
Ingeniero: Victor Blas / Segundo Quiroz
Nombre de Archivo: ALIMENTADOR A4270

ETAP
12.6.0H

Caso de Estudio: SC TRIFASICO

Página: 2
Fecha: 09-08-2020
SN:
Revisión: Base
Config.: Normal

Corriente de Falta Trifásica, LG, LL, LLG

Barra	ID	kV	Falta Trifásica			Falta Línea-a-Tierra				Falta Línea-a-Línea				*Línea-a-Línea-a-Tierra			
			I"k	ip	Ik	I"k	ip	lb	Ik	I"k	ip	lb	Ik	I"k	ip	lb	Ik
SEC. I408476		22.900	2.026	4.218	2.026	2.367	4.930	2.367	2.367	1.754	3.653	1.754	1.754	2.272	4.732	2.272	2.272
SEC. I408518		22.900	0.725	1.163	0.725	0.515	0.826	0.515	0.515	0.628	1.007	0.628	0.628	0.702	1.127	0.702	0.702
SEC. I408575		22.900	0.763	1.230	0.763	0.548	0.883	0.548	0.548	0.661	1.065	0.661	0.661	0.739	1.192	0.739	0.739
SEC. I408980		22.900	2.080	4.527	2.080	2.485	5.408	2.485	2.485	1.801	3.920	1.801	1.801	2.404	5.232	2.404	2.404
SECC. I408867		22.900	1.760	3.239	1.760	1.844	3.394	1.844	1.844	1.525	2.805	1.525	1.525	1.821	3.350	1.821	1.821

Todas las corrientes de falta en kA rms. Corriente ip calculada usando Método C.

* Corriente de falta LLG es la mayor de las corrientes de las dos líneas falladas.

Proyecto: TESIS
 Ubicación: ALIMENTADOR A4270
 Contrato:
 Ingeniero: Victor Blas / Segundo Quiroz
 Nombre de Archivo: ALIMENTADOR A4270

ETAP
 12.6.0H

Caso de Estudio: SC TRIFASICO

Página: 3
 Fecha: 09-08-2020
 SN:
 Revisión: Base
 Config.: Normal

Informe Resumen de la Impedancia de Secuencia

Barra		Imp. Sec. Positiva (ohm)			Imp. Sec. Negativa (ohm)			Imp. Sec. Cero (ohm)			Zf de Falta (ohm)		
ID	kV	Resistencia	Reactancia	Impedancia	Resistencia	Reactancia	Impedancia	Resistencia	Reactancia	Impedancia	Resistencia	Reactancia	Impedancia
BARRA 22.9KV	22.900	1.18875	6.59875	6.70497	1.18875	6.59875	6.70497	0.19436	2.52631	2.53378	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. A MESAPATA	22.900	11.91511	16.52314	20.37115	11.91511	16.52314	20.37115	14.76044	44.02948	46.43777	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. CAHUAC	22.900	13.57649	18.87045	23.24683	13.57649	18.87045	23.24683	17.36286	54.14526	56.86104	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. COCHAS	22.900	10.92070	15.60308	19.04515	10.92070	15.60308	19.04515	13.41028	40.18226	42.36094	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. E420188-E421927	22.900	1.64495	6.88173	7.07559	1.64495	6.88173	7.07559	0.75601	3.68138	3.75820	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. E420193	22.900	2.70554	7.40003	7.87911	2.70554	7.40003	7.87911	2.00468	5.75570	6.09482	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. E420981	22.900	1.78180	6.94861	7.17342	1.78180	6.94861	7.17342	0.91713	3.94903	4.05413	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. E421806	22.900	3.15421	7.61930	8.24638	3.15421	7.61930	8.24638	2.53291	6.63322	7.10037	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. HUACUTO	22.900	13.12417	18.23138	22.46391	13.12417	18.23138	22.46391	16.65480	51.39189	54.02322	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. HUAYACULANO	22.900	13.28558	18.45943	22.74329	13.28558	18.45943	22.74329	16.90752	52.37450	55.03592	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. INTIPAMPA	22.900	7.29859	12.25178	14.26098	7.29859	12.25178	14.26098	8.48949	26.16500	27.50779	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. LA UNIÓN	22.900	3.29888	7.69000	8.36772	3.29888	7.69000	8.36772	2.70323	6.91616	7.42568	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. OBAS - COCHAS	22.900	9.99262	14.74438	17.81149	9.99262	14.74438	17.81149	12.14971	36.59103	38.55540	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. PARIANCAS	22.900	6.81968	11.80867	13.63645	6.81968	11.80867	13.63645	7.83880	24.31154	25.54404	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. PARIANCAS Y OBAS	22.900	6.35198	11.37594	13.02918	6.35198	11.37594	13.02918	7.20339	22.50152	23.62641	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. PUPONCOCHA	22.900	9.56247	14.34640	17.24123	9.56247	14.34640	17.24123	11.56538	34.92646	36.79151	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. RIPAN	22.900	2.52079	7.30975	7.73219	2.52079	7.30975	7.73219	1.78717	5.39438	5.68272	0.00000	0.00000	0.00000
DERIV. VILLA DE MANTA	22.900	9.87460	14.63519	17.65492	9.87460	14.63519	17.65492	11.98939	36.13432	38.07144	0.00000	0.00000	0.00000
DERV LA UNIÓN - OBAS	22.900	1.32628	6.72600	6.85551	1.32628	6.72600	6.85551	0.38082	3.05811	3.08173	0.00000	0.00000	0.00000
E420188 MT - DER. E421927	22.900	1.71044	6.91373	7.12217	1.71044	6.91373	7.12217	0.83311	3.80947	3.89950	0.00000	0.00000	0.00000
E420189 MT - DR. LA UNIÓN	22.900	2.09558	7.10195	7.40467	2.09558	7.10195	7.40467	1.28655	4.56273	4.74065	0.00000	0.00000	0.00000
E420190 MT - DER. RIPAN	22.900	2.39469	7.24812	7.63347	2.39469	7.24812	7.63347	1.63871	5.14775	5.40229	0.00000	0.00000	0.00000
E420191 MT - DER. E420192	22.900	2.76810	7.43061	7.92946	2.76810	7.43061	7.92946	2.07833	5.87806	6.23467	0.00000	0.00000	0.00000
E420192 MT - DER. E421929	22.900	3.35460	7.71722	8.41480	3.35460	7.71722	8.41480	2.76883	7.02514	7.55109	0.00000	0.00000	0.00000
E420193 MT	22.900	2.76908	7.43108	7.93024	2.76908	7.43108	7.93024	2.07948	5.87997	6.23685	0.00000	0.00000	0.00000
E420287 MT - DER. E420581	22.900	3.29009	7.68570	8.36030	3.29009	7.68570	8.36030	2.69286	6.89895	7.40588	0.00000	0.00000	0.00000
E420297 MT - EBC	22.900	2.76824	7.99275	8.45856	2.76824	7.99275	8.45856	2.30896	8.33954	8.65328	0.00000	0.00000	0.00000
PUNCURIN													
E420981 MT - DER. EBC T.M	22.900	2.26273	7.18363	7.53157	2.26273	7.18363	7.53157	1.48332	4.88963	5.10967	0.00000	0.00000	0.00000
E421162 MT	22.900	11.37487	15.74761	19.42614	11.37487	15.74761	19.42614	13.91507	40.74554	43.05611	0.00000	0.00000	0.00000
E421806 MT	22.900	3.19465	7.63216	8.27380	3.19465	7.63216	8.27380	2.57786	6.68337	7.16330	0.00000	0.00000	0.00000
E421927 MT	22.900	2.06137	7.08523	7.37900	2.06137	7.08523	7.37900	1.24625	4.49579	4.66533	0.00000	0.00000	0.00000
E421929 MT	22.900	3.65567	7.86436	8.67249	3.65567	7.86436	8.67249	3.12328	7.61396	8.22966	0.00000	0.00000	0.00000
SEC. I408125	22.900	2.61380	7.91725	8.33755	2.61380	7.91725	8.33755	2.12717	8.03744	8.31417	0.00000	0.00000	0.00000
SEC. I408126	22.900	1.32043	6.72058	6.84907	1.32043	6.72058	6.84907	0.37289	3.03548	3.05830	0.00000	0.00000	0.00000

Proyecto: TESIS
 Ubicación: ALIMENTADOR A4270
 Contrato:
 Ingeniero: Victor Blas / Segundo Quiroz
 Nombre de Archivo: ALIMENTADOR A4270

ETAP
 12.6.0H

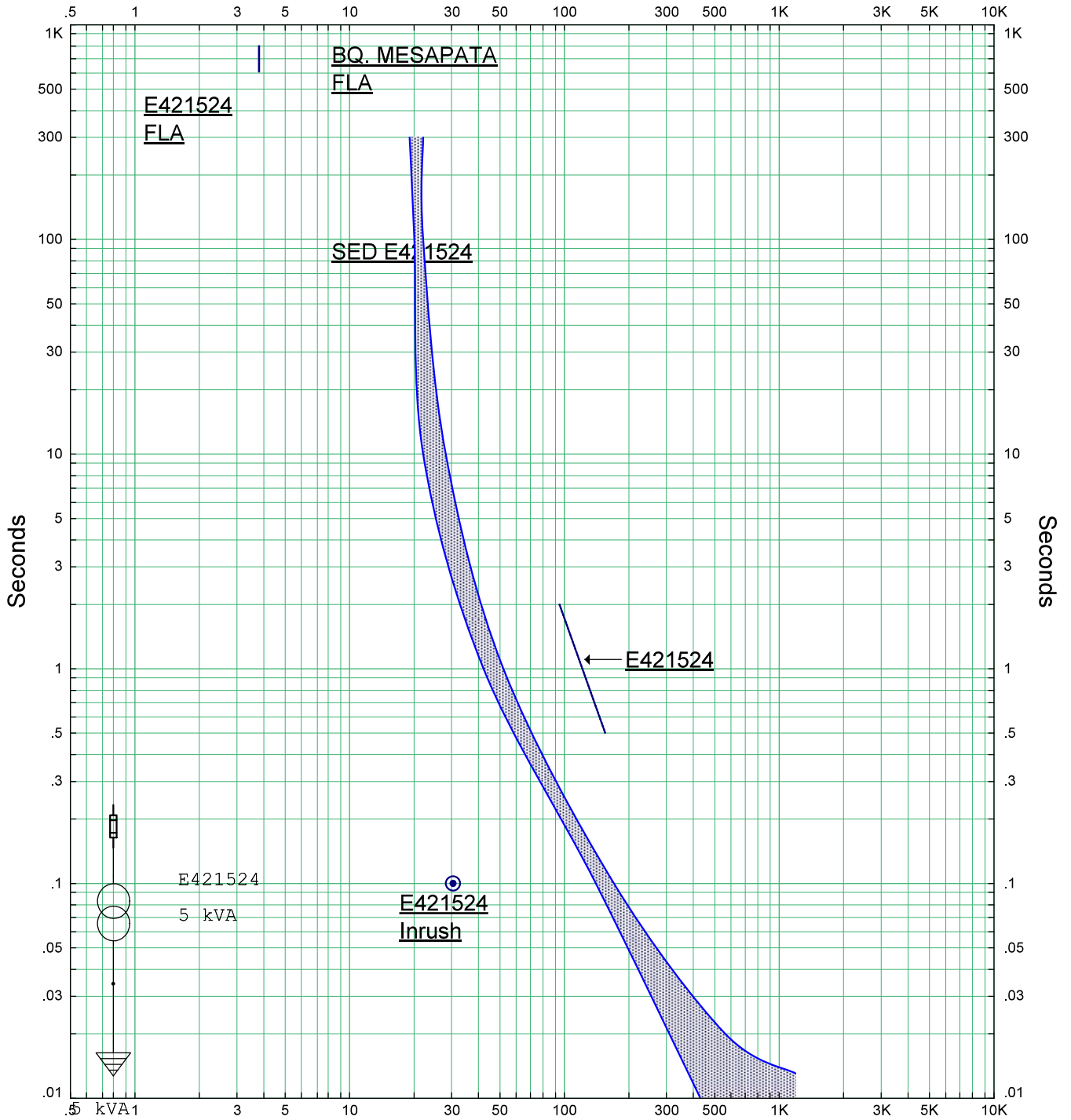
Caso de Estudio: SC TRIFASICO

Página: 4
 Fecha: 09-08-2020
 SN:
 Revisión: Base
 Config.: Normal

Barra		Imp. Sec. Positiva (ohm)			Imp. Sec. Negativa (ohm)			Imp. Sec. Cero (ohm)			Zf de Falta (ohm)		
ID	kV	Resistencia	Reactancia	Impedancia	Resistencia	Reactancia	Impedancia	Resistencia	Reactancia	Impedancia	Resistencia	Reactancia	Impedancia
SEC. I408127	22.900	2.60290	7.34987	7.79716	2.60290	7.34987	7.79716	1.88384	5.55497	5.86571	0.00000	0.00000	0.00000
SEC. I408167	22.900	9.67367	14.44928	17.38854	9.67367	14.44928	17.38854	11.71644	35.35676	37.24749	0.00000	0.00000	0.00000
SEC. I408476	22.900	1.79060	6.95290	7.17977	1.79060	6.95290	7.17977	0.92748	3.96624	4.07324	0.00000	0.00000	0.00000
SEC. I408518	22.900	11.68638	16.31151	20.06581	11.68638	16.31151	20.06581	14.44993	43.14462	45.50010	0.00000	0.00000	0.00000
SEC. I408575	22.900	10.94092	15.60951	19.06202	10.94092	15.60951	19.06202	13.43276	40.20734	42.39185	0.00000	0.00000	0.00000
SEC. I408980	22.900	1.44967	6.84016	6.99209	1.44967	6.84016	6.99209	0.54812	3.53523	3.57747	0.00000	0.00000	0.00000
SECC. I408867	22.900	3.17599	7.62623	8.26113	3.17599	7.62623	8.26113	2.55711	6.66023	7.13424	0.00000	0.00000	0.00000

Anexo 07
Selección de fusibles para
transformadores

Amps X 0.1 E421524 MT (Nom. kV=13.2, Plot Ref. kV=13.2)



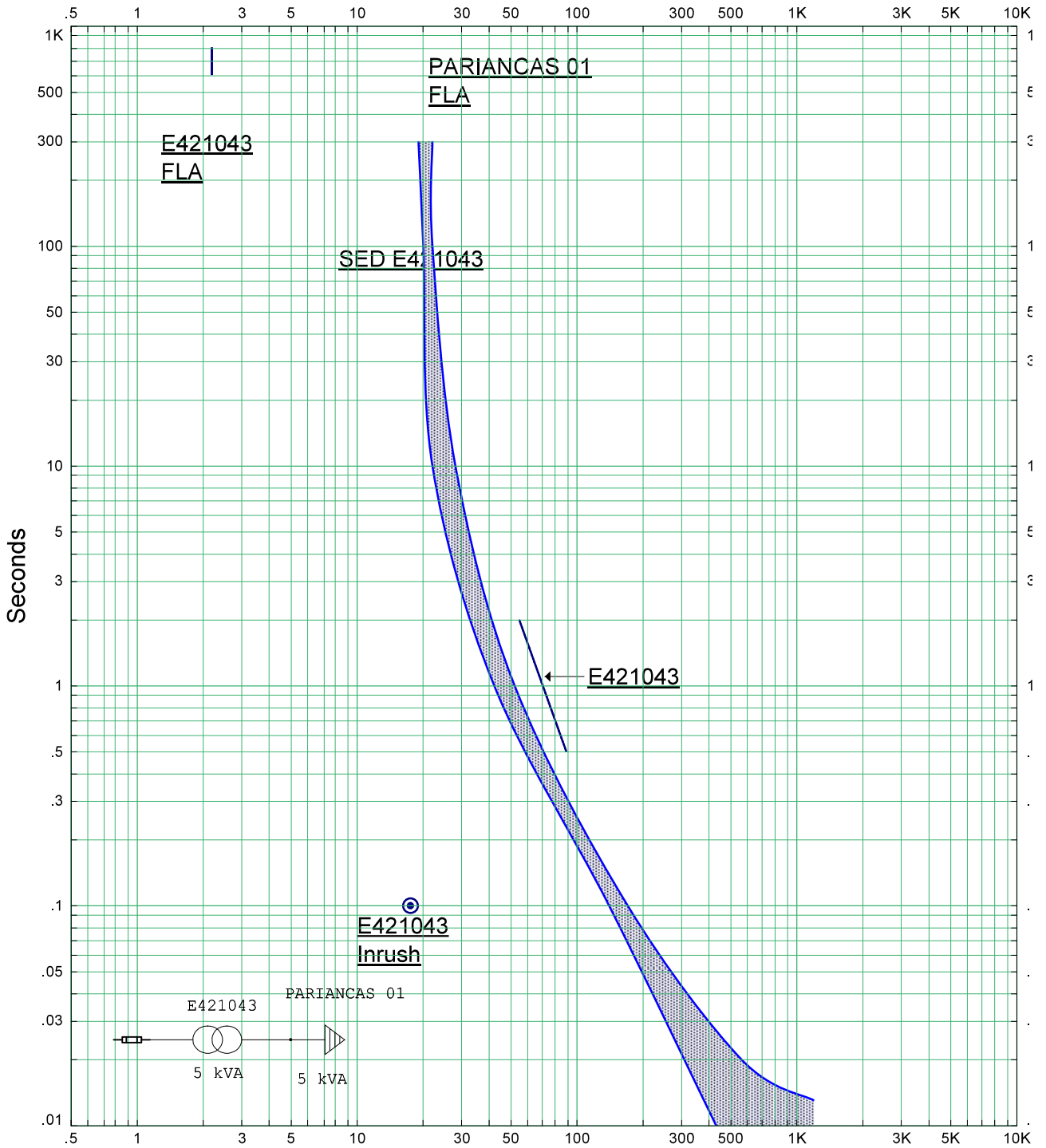
BQ. MESAPATA

Amps X 0.1 E421524 MT (Nom. kV=13.2, Plot Ref. kV=13.2)

ETAP Star 12.6.0H

SED 5KVA 1F	
Project: TESIS Location: ALIMENTADOR A4270 Contract: Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.	Date: 26-04-2020 SN: Rev: Base Fault: Phase

Amps X 0.1 E421043 MT - DER. E421044 (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)



Amps X 0.1 E421043 MT - DER. E421044 (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

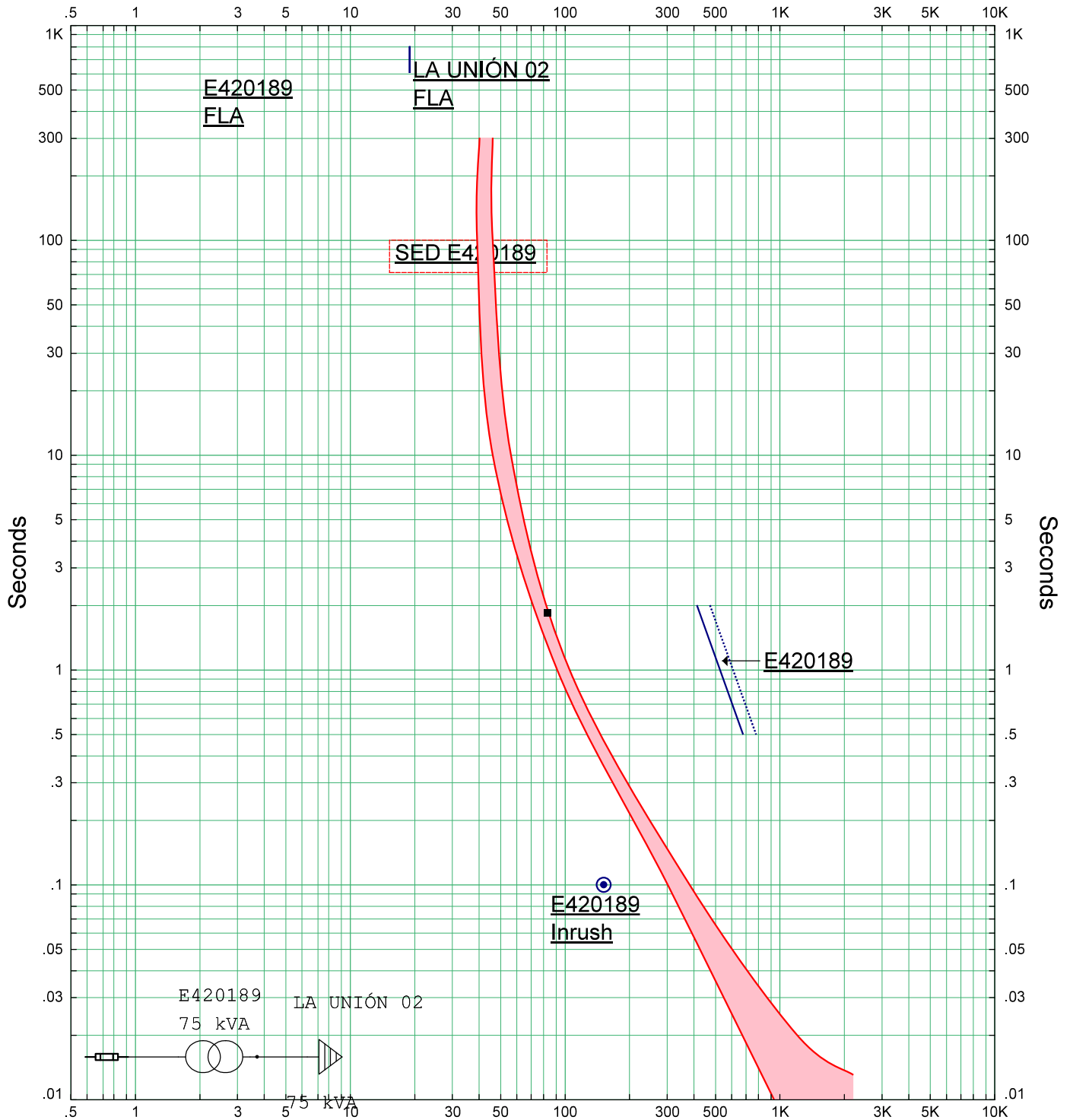
ETAP Star 12.6.0H

SED 5KVA 1FASE

Project: TESIS
 Location: ALIMENTADOR A4270
 Contract:
 Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz
 Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.

Date: 26-04-2020
 SN:
 Rev: Base
 Fault: Phase

Amps X 0.1 E420189 MT - DR. LA UNIÓN (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)



Amps X 0.1 E420189 MT - DR. LA UNIÓN (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

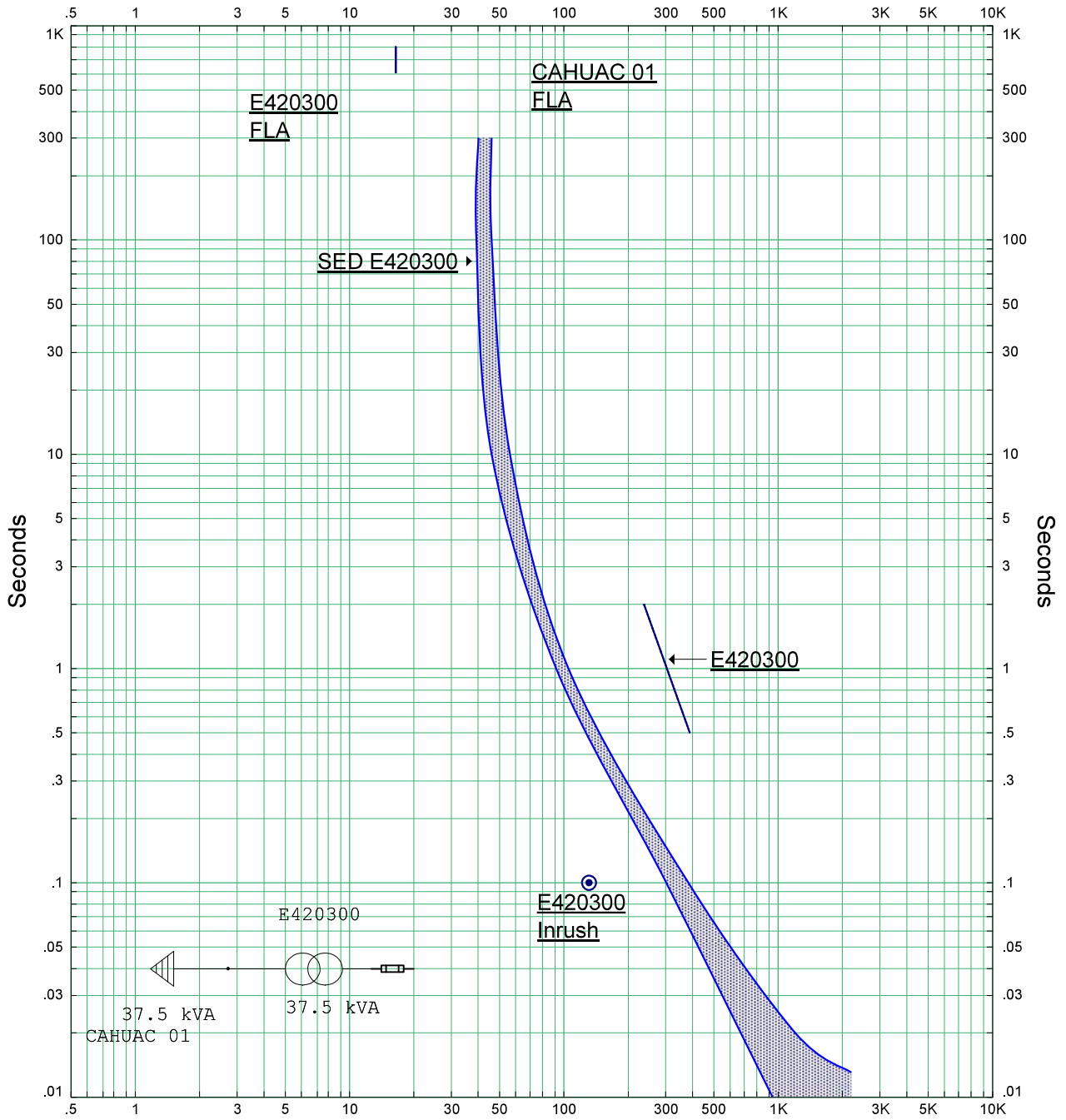
ETAP Star 12.6.0H

SED 75 KVA 3F

Project: TESIS
 Location: ALIMENTADOR A4270
 Contract:
 Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz
 Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.

Date: 26-04-2020
 SN:
 Rev: Base
 Fault: Phase

Amps X 0.1 E420300 MT - DERIVACIÓN (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

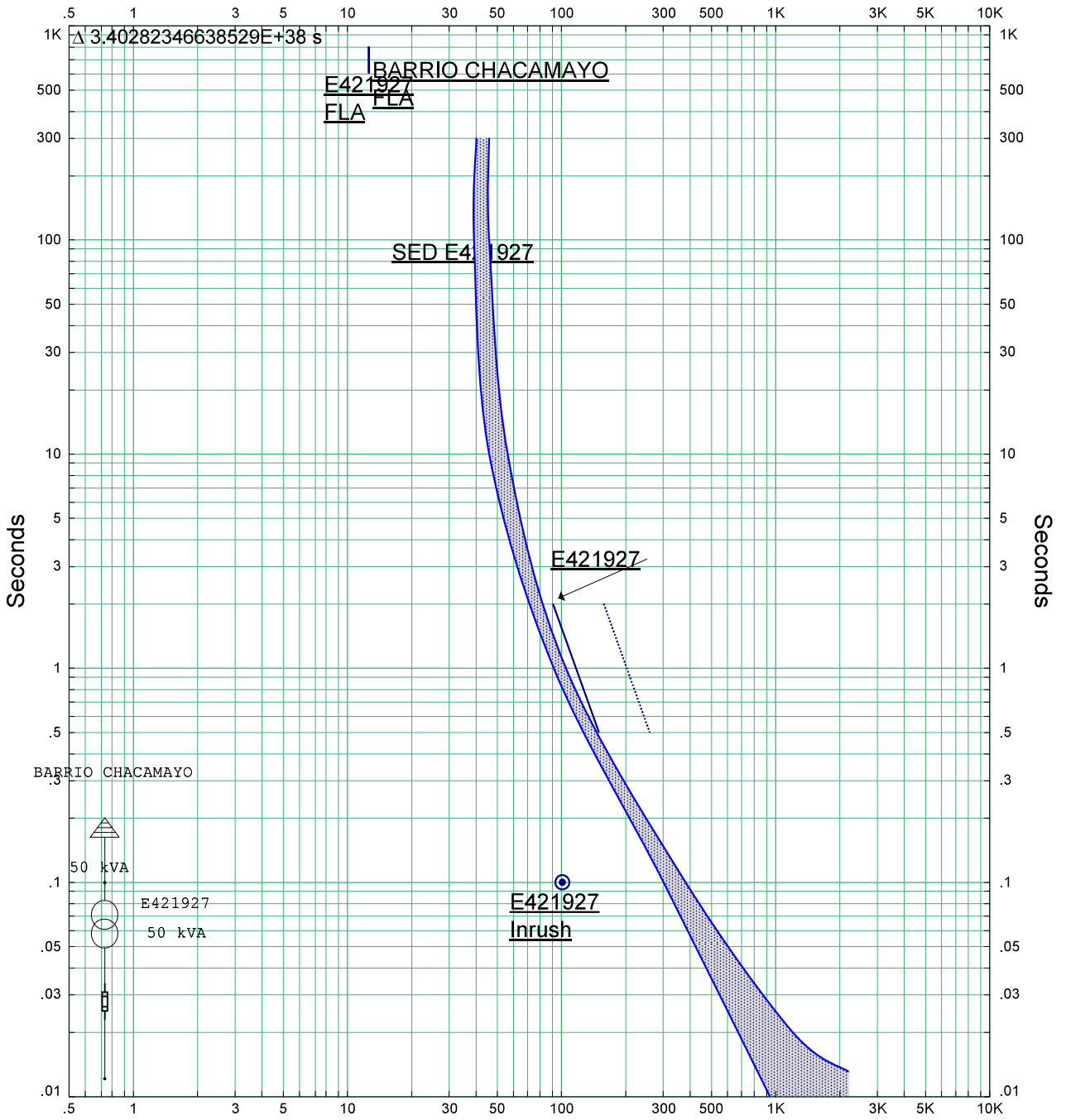


Amps X 0.1 E420300 MT - DERIVACIÓN (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

ETAP Star 12.6.0.H

Star17	
Project: TESIS Location: ALIMENTADOR A4270 Contract: Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.	Date: 05-05-2020 SN: Rev: Base Fault: Phase

Amps X 0.1 E421927 MT (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

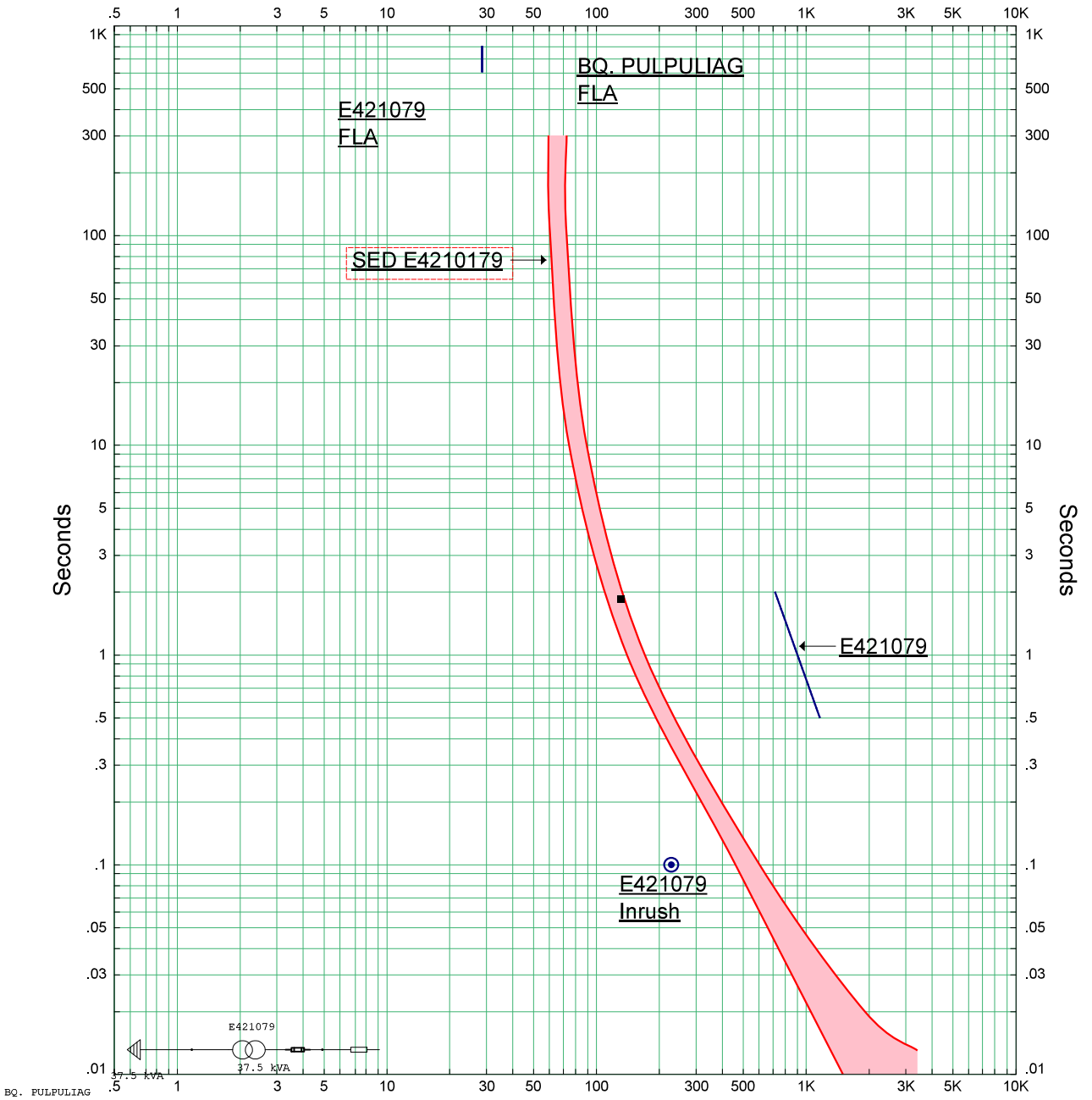


Amps X 0.1 E421927 MT (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

ETAP Star 12.6.0H

Star6		
Project: TESIS Location: ALIMENTADOR A4270 Contract: Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.	Date: 29-04-2020 SN: Rev: Base Fault: Phase	

Amps X 0.1 E421079 MT (Nom. kV=13.2, Plot Ref. kV=13.2)

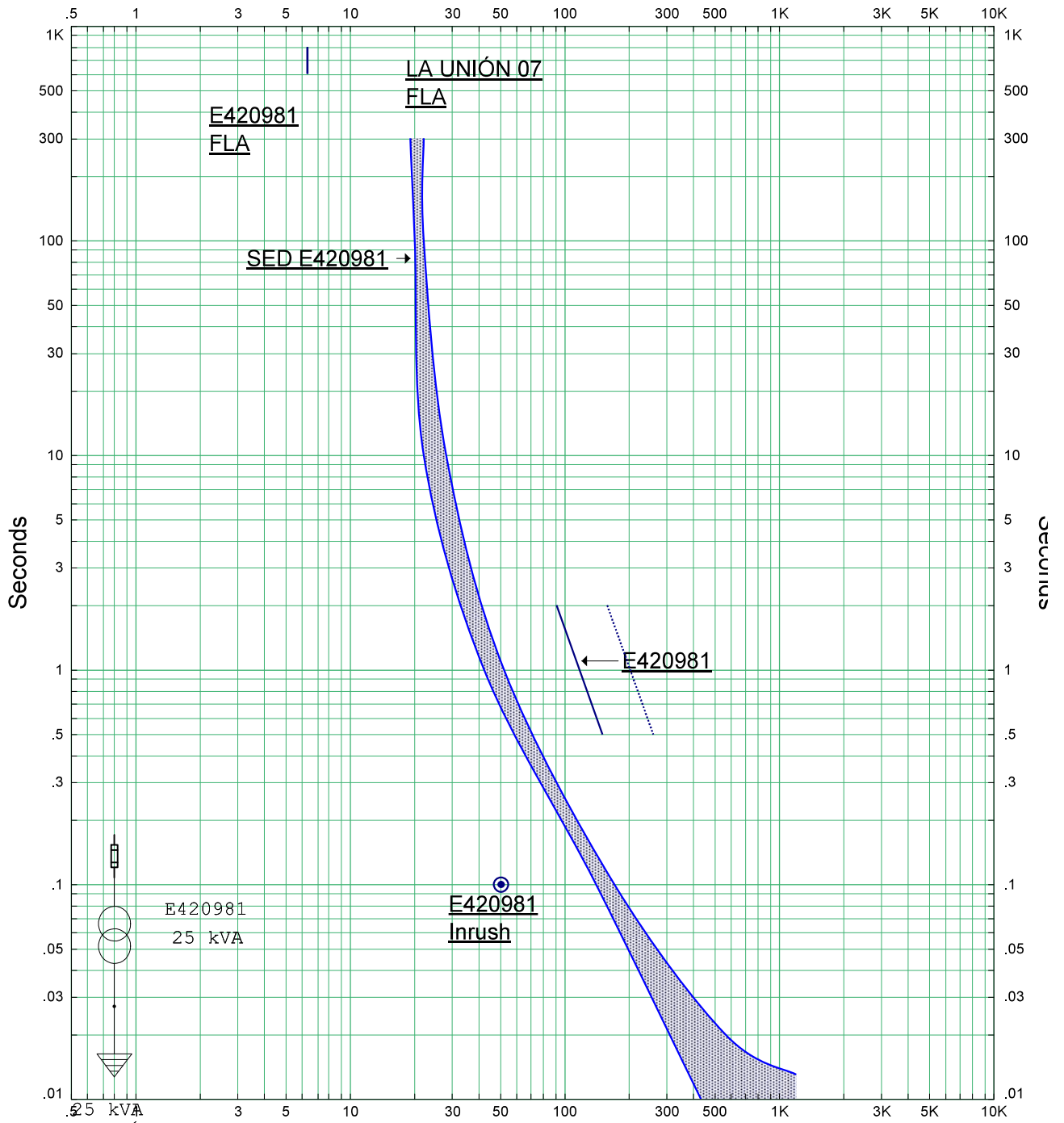


Amps X 0.1 E421079 MT (Nom. kV=13.2, Plot Ref. kV=13.2)

ETAP Star 12.6.0H

Star16		
Project: TESIS	Date: 05-05-2020	
Location: ALIMENTADOR A4270	SN:	
Contract:	Rev: Base	
Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz	Fault: Phase	
Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.		

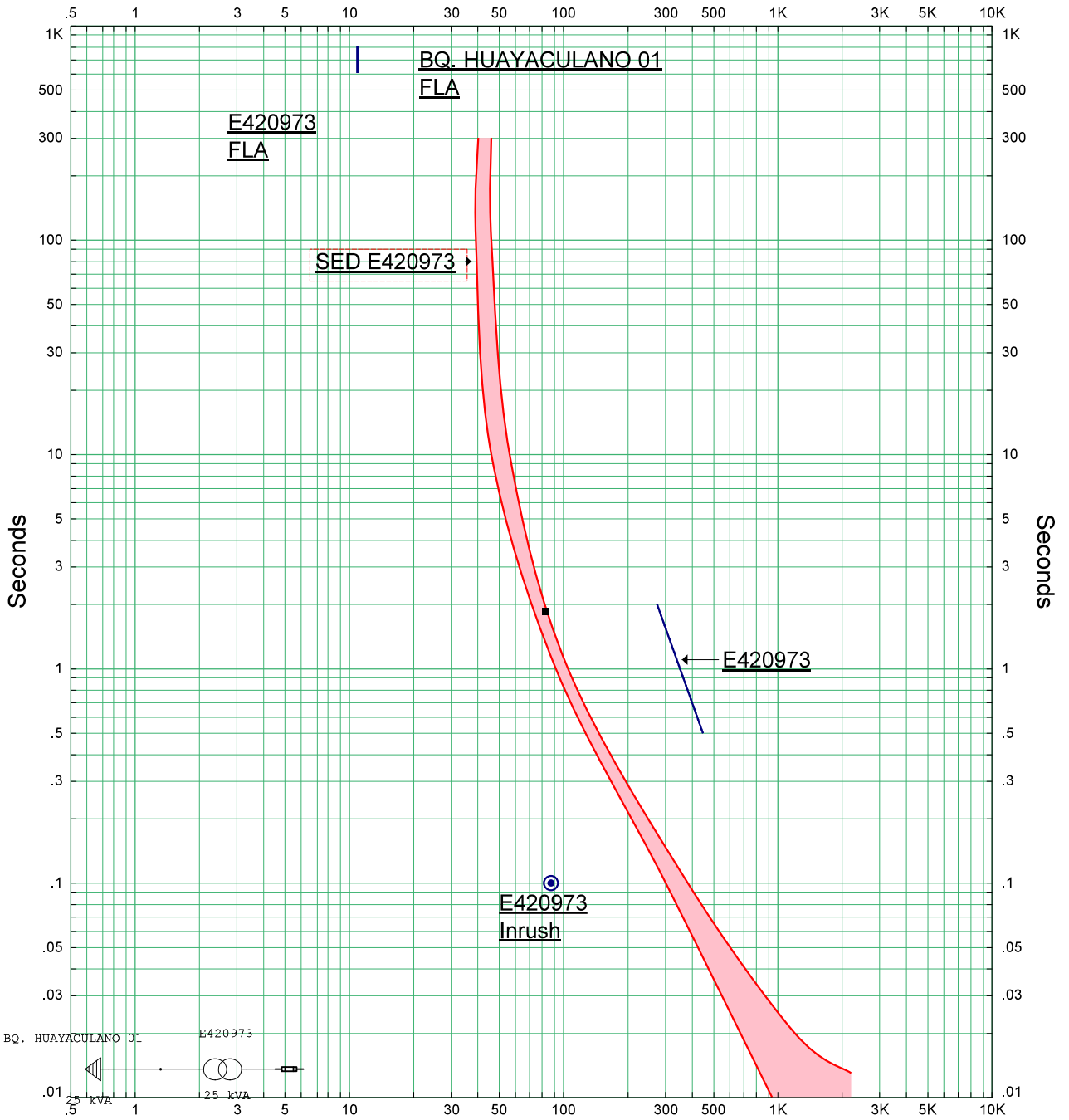
Amps X 0.1 E420981 MT - DER. EBC T.M (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)



LA UNIÓN 07 Amps X 0.1 E420981 MT - DER. EBC T.M (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9) ETAP Star 12.6.0H

Star13		
Project: TESIS	Date: 05-05-2020	
Location: ALIMENTADOR A4270	SN:	
Contract:	Rev: Base	
Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz	Fault: Phase	
Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.		

Amps X 0.1 E420973 MT - DER. E420974 (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)



Amps X 0.1 E420973 MT - DER. E420974 (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

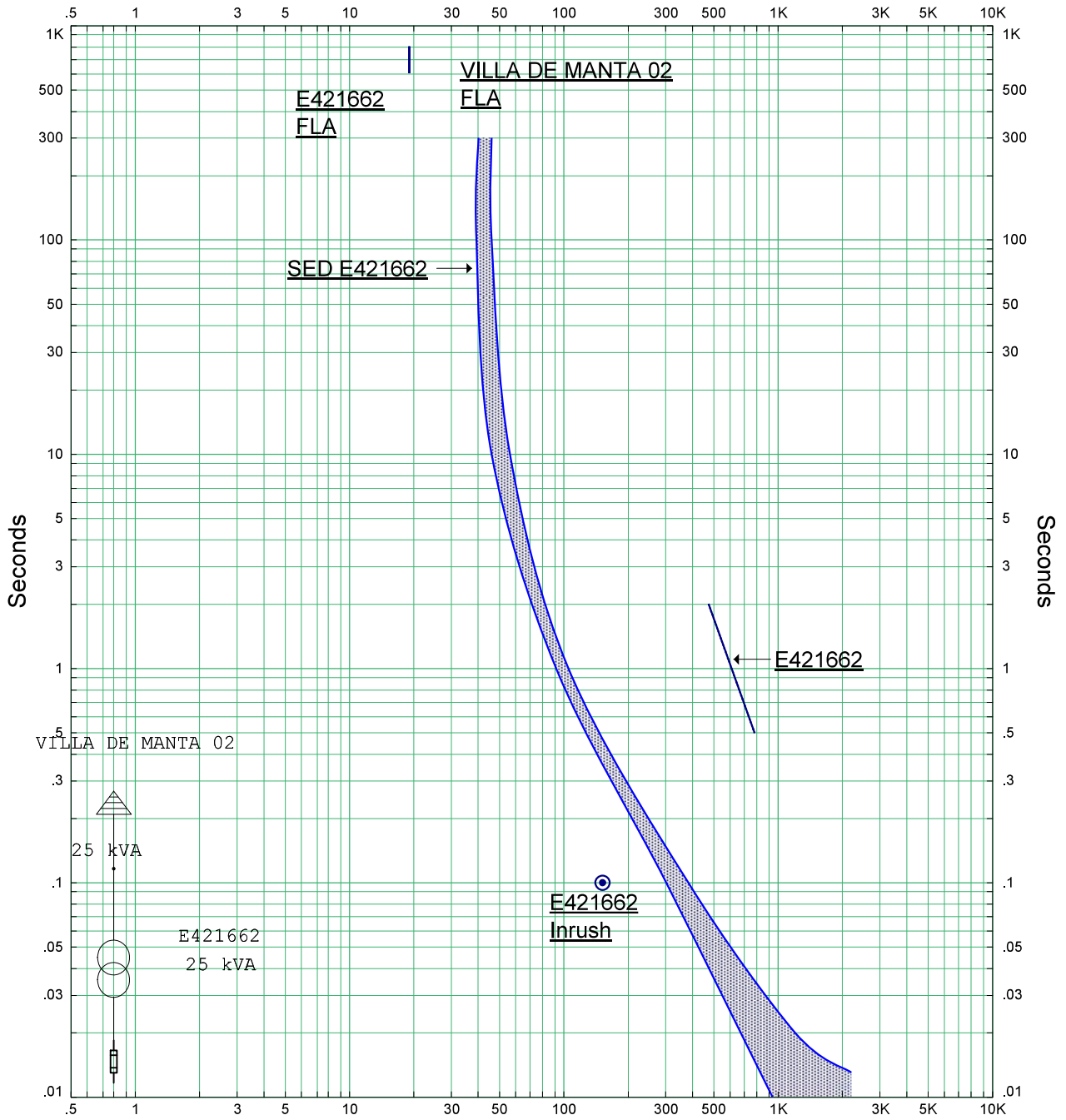
ETAP Star 12.6.0H

Star15

Project: TESIS
 Location: ALIMENTADOR A4270
 Contract:
 Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz
 Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.

Date: 05-05-2020
 SN:
 Rev: Base
 Fault: Phase

Amps X 0.1 E421662 MT (Nom. kV=13.2, Plot Ref. kV=13.2)

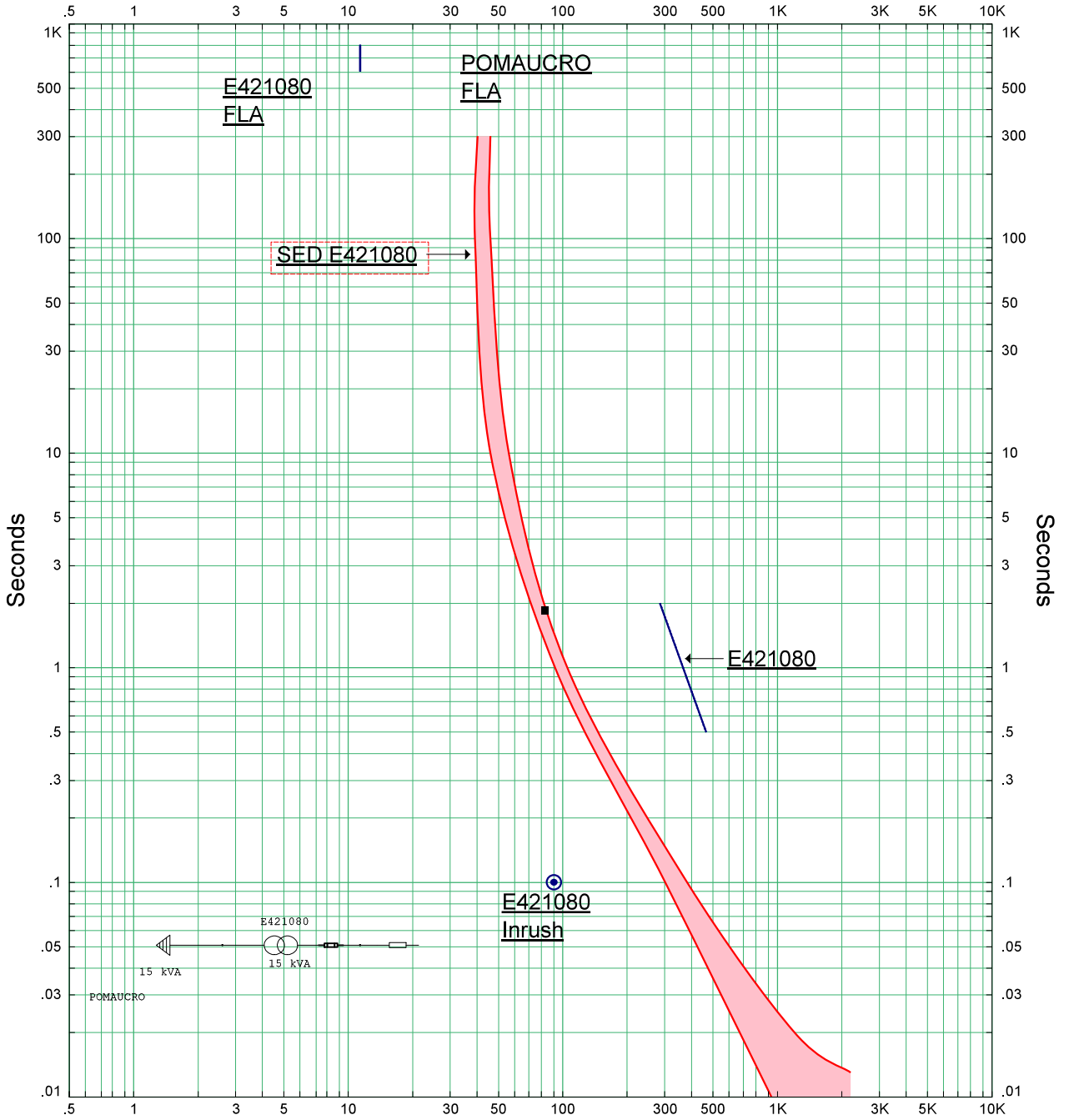


Amps X 0.1 E421662 MT (Nom. kV=13.2, Plot Ref. kV=13.2)

ETAP Star 12.6.0H

Star14		
Project: TESIS Location: ALIMENTADOR A4270 Contract: Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.	Date: 05-05-2020 SN: Rev: Base Fault: Phase	

Amps X 0.1 E421080 MT (Nom. kV=13.2, Plot Ref. kV=13.2)



Amps X 0.1 E421080 MT (Nom. kV=13.2, Plot Ref. kV=13.2)

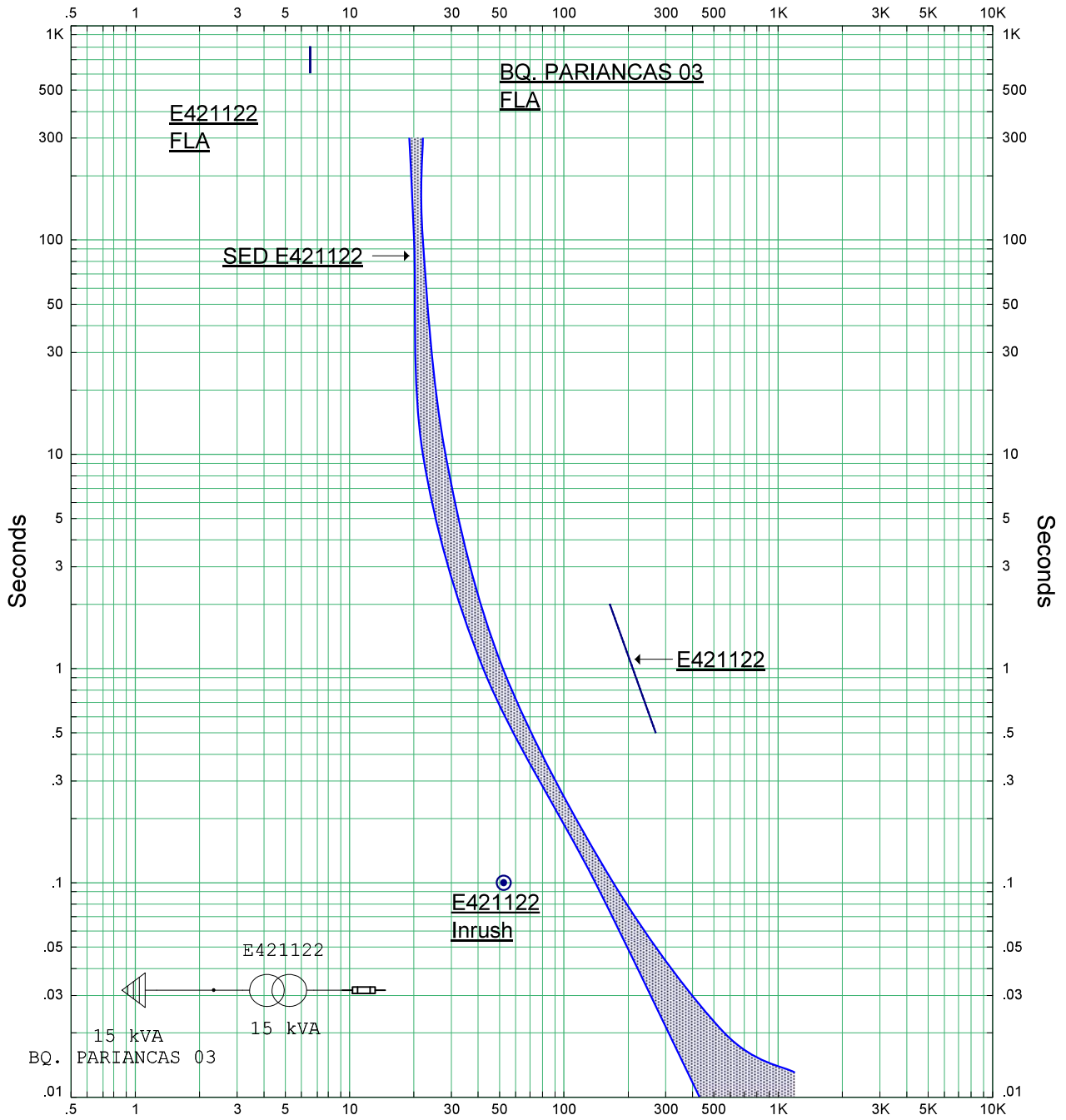
ETAP Star 12.6.0H

Star22

Project: TESIS
 Location: ALIMENTADOR A4270
 Contract:
 Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz
 Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.

Date: 05-05-2020
 SN:
 Rev: Base
 Fault: Phase

Amps X 0.1 E421122 MT (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

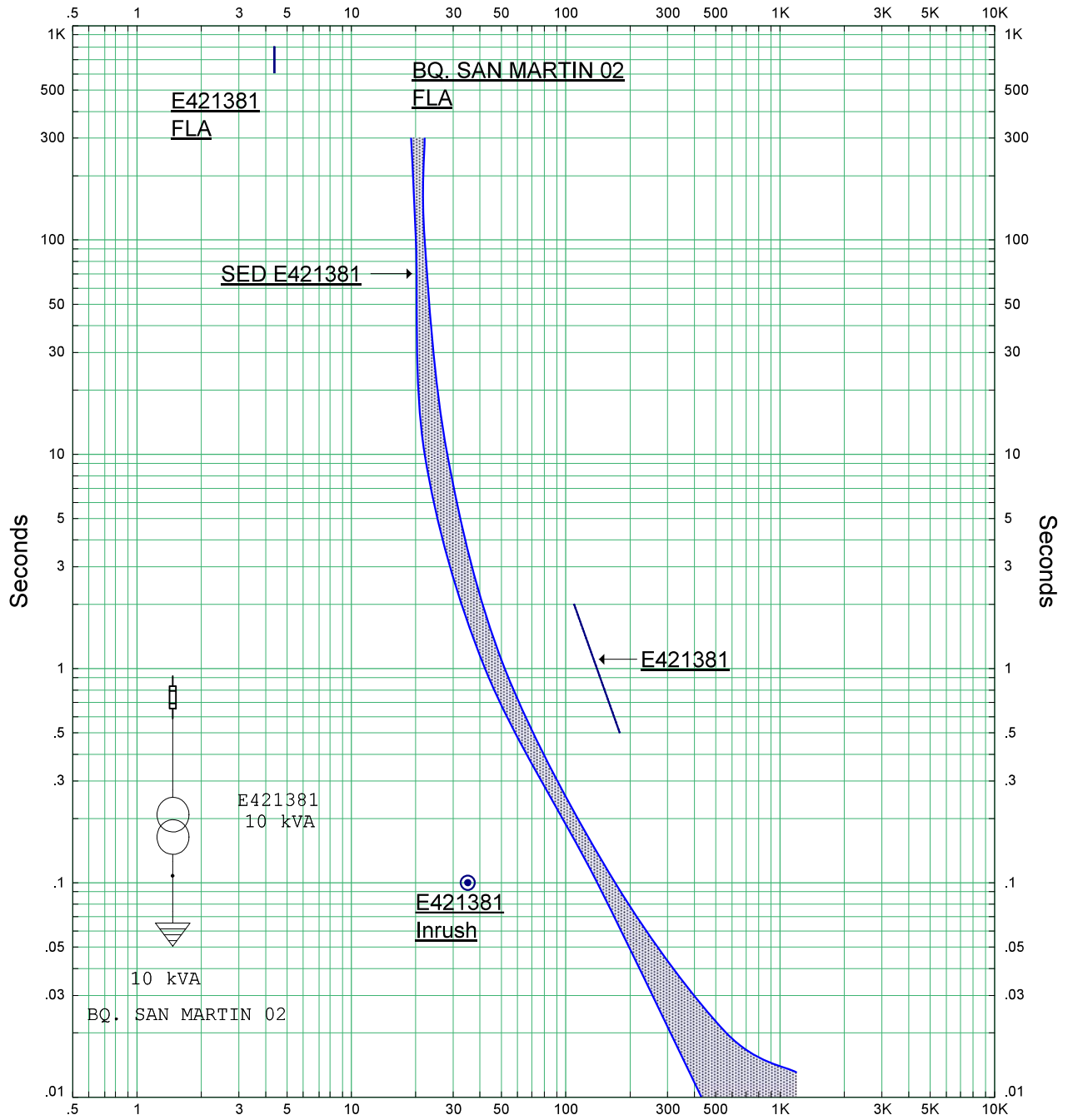


Amps X 0.1 E421122 MT (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

ETAP Star 12.6.0H

Star18	
Project: TESIS Location: ALIMENTADOR A4270 Contract: Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.	Date: 05-05-2020 SN: Rev: Base Fault: Phase

Amps X 0.1 E421381 MT (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

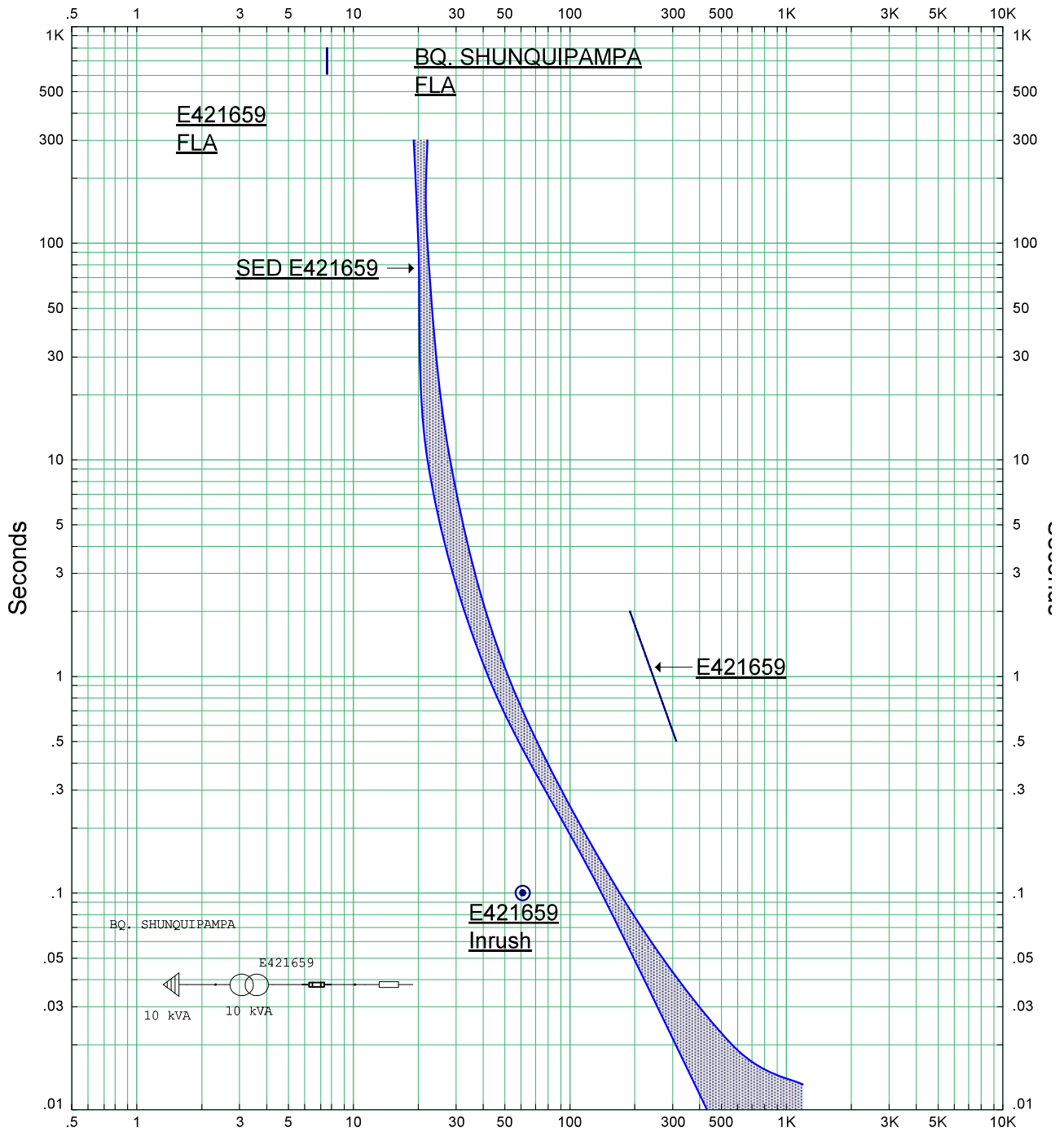


Amps X 0.1 E421381 MT (Nom. kV=22.9, Plot Ref. kV=22.9)

ETAP Star 12.6.0H

Star20	
Project: TESIS Location: ALIMENTADOR A4270 Contract: Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.	Date: 05-05-2020 SN: Rev: Base Fault: Phase

Amps X 0.1 E421659 MT (Nom. kV=13.2, Plot Ref. kV=13.2)



Amps X 0.1 E421659 MT (Nom. kV=13.2, Plot Ref. kV=13.2)

ETAP Star 12.6.0H

Star21		
Project: TESIS Location: ALIMENTADOR A4270 Contract: Engineer: Victor Blas / Segundo Quiroz Filename: C:\Users\MILSEN\Desktop\SEP LA UNIÓN\ALIMENTADOR A4270.		Date: 05-05-2020 SN: Rev: Base Fault: Phase



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, Victor Manuel Blas Reyes

Estudiante / docente de la

Facultad	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional	Ingeniería en Energía					
Departamento Académico	Energía, física y mecánica					
Escuela de Posgrado	Maestría			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

Dispositivos y ajustes en el sistema de coordinación de protección del alimentador A4270 de la subestación La Unión en 22,9 kV del sistema eléctrico Huánuco Rural 2 – Electrocentro

presentado en 124 folios, para la obtención del Grado académico ()

Título profesional (X) Investigación anual ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 11 de Agosto de 2020

Firma:

Nombres y Apellidos: Victor Manuel Blas Reyes

DNI: 45867883



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, Segundo Oscar Quiroz Pérez

Estudiante / docente de la

Facultad	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional	Ingeniería en Energía					
Departamento Académico	Energía, física y mecánica					
Escuela de Posgrado	Maestría			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

Dispositivos y ajustes en el sistema de coordinación de protección del alimentador A4270 de la subestación La Unión en 22,9 kV del sistema eléctrico Huánuco Rural 2 – Electrocentro

presentado en 124 folios, para la obtención del Grado académico ()

Título profesional (X) Investigación anual ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 11 de Agosto de 2020

Firma:

Nombres y Apellidos: Segundo Oscar Quiroz Pérez

DNI: 80626758