

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

“ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL ALIMENTADOR LA CENA PERTENECIENTE A LA SUBESTACIÓN GUANUJO DE LA CNEL EP BOLÍVAR”

Tesis previo a la obtención del Título de
Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia

AUTORES:

FREIRE VARGAS ALEX JOHNNY

HURTADO RAMÍREZ ÁNGEL LUIS

DIRECTOR DE TESIS:

ING. HÉCTOR BARRERA

LATACUNGA – ECUADOR

2015

AUTORÍA

Freire Vargas Alex Johnny y Hurtado Ramírez Ángel Luis, declaramos bajo juramento que, el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

La responsabilidad de esta tesis de grado me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma Universidad Técnica de Cotopaxi

Freire Vargas Alex Johnny

C.I. 1600446593

Hurtado Ramírez Ángel Luis

C.I. 0202130720

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director de Trabajo de Investigación sobre el tema:

“ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL ALIMENTADOR LA CENA PERTENECIENTE A LA SUBESTACIÓN GUANUJO DE LA CNEL EP BOLÍVAR”

De los señores estudiantes; Freire Vargas Alex Johnny y Hurtado Ramírez Ángel Luis Postulantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 23 de septiembre de 2015

.....
Ing. Barrera Flores Héctor Aníbal

DIRECTOR DE TESIS

AVAL DEL ASESOR DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Asesor Metodológico del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL ALIMENTADOR LA CENA PERTENECIENTE A LA SUBESTACIÓN GUANUJO DE LA CNEL EP BOLÍVAR”

De los señores estudiante; Freire Vargas Alex Johnny y Hurtado Ramírez Ángel Luis postulante de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 23 de septiembre de 2015

.....
Dr. Marcelo Bautista

ASESOR METODOLÓGICO

CERTIFICADO DE LA EMPRESA

Sres.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certifico que los Sres.: Alex Johnny Freire Vargas con CI: 1600446593 y Ángel Luis Hurtado Ramírez con CI: 0202130720, están realizando la tesis con el tema:

“ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL ALIMENTADOR LA CENA PERTENECIENTE A LA SUBESTACIÓN GUANUJO DE LA CNEL EP BOLÍVAR” previo a la obtención del título profesional como Ingenieros Eléctricos.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los señores antes mencionados hacer uso del presente documento, en la forma que estimen conveniente.

Ing. Cesar Vélez

**JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
CNEL EP BOLÍVAR**

AVAL DE TRADUCCIÓN

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente de la Carrera de Ciencias de la Educación, Mención Inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Certifico, que he realizado la revisión del Abstract, de la tesis elaborada por los alumnos: Freire Vargas Johnny Alex y Hurtado Ramírez Ángel Luis; con el tema: **“ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL ALIMENTADOR LA CENA PERTENECIENTE A LA SUBESTACIÓN GUANUJO DE LA UNIDAD DE NEGOCIO CNEL EP BOLÍVAR”**, el mismo que cumple con requerimientos técnicos gramaticales del idioma Inglés.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad; pudiendo hacer uso de la presente para los fines legales pertinentes.

Latacunga, 23 de septiembre de 2015

Lic. MSc. Nelly Patricia Mena Vargas
C.I. 0501574297

DEDICATORIA

A Dios por ser él quien me ha guiado en todos mis pasos de mi vida, por darme la fortaleza y la sabiduría para poder culminar con éxito mis estudios profesionales y la culminación de este proyecto.

A mi querida madre, quien con sus consejos supieron en caminarme hasta llegar al éxito en mi culminación profesional.

A mis abuelos y tíos por estar en los momentos más difíciles demostrando el cariño sincero e incondicional, por estar pendiente en todos mis pasos durante mi carrera profesional.

Hurtado Luis

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios, por todo lo que nos brinda, por la vida, el amor, respeto, la honestidad, sabiduría y responsabilidad, que me ha bendecido con estos dones, con los cuales hoy puedo cumplir un sueño hecho realidad.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitir formarme como profesional, a todos los profesores por el apoyo y confianza que nos depositaron.

Un agradecimiento sincero a los Ing. Cesar Vélez y Ing. George Benítez, por haber confiado en mí, por sus consejos y guía como director de tesis, al Ing. Héctor Barrera por su apoyo y por sus valiosos conocimientos compartidos desinteresadamente en el desarrollo del presente proyecto de titulación.

A la Unidad de Negocio CNEL EP Bolívar, por habernos acogido en su institución para el desarrollo del proyecto de tesis, al Departamento Subtransmisión y Subestaciones; de manera muy especial a todos y cada uno del personal del Departamento de Operación y Mantenimiento, por el apoyo incondicional y sincero.

Hurtado Luis

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz que ilumina mi vida.

A mis queridos padres Juanita y José que con su dedicación, esfuerzo, comprensión y apoyo incondicional hizo realidad este sueño.

A mis hermanos Jenny, Fabricio, Edison y Wilson quienes fueron mi inspiración para llegar a culminar mis estudios.

A mis sobrinos y cuñado por su apoyo incondicional.

Freire Alex

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida y enseñarme el camino de la sabiduría.

A la prestigiosa Universidad Técnico de Cotopaxi, la cual me abrió las puertas para mi formación profesional y humana.

A mis maestros que siempre estuvieron predispuestos a compartir sus conocimientos y experiencias con una alta calidad humana, especialmente a los Ing. Héctor Barrera y Xavier Proaño por su valiosa colaboración para el desarrollo del presente trabajo.

A la Corporación Nacional de Electricidad Unidad de Negocios Bolívar, en especial a los funcionarios del Departamento Técnico que nos dieron la oportunidad y facilidades para el desarrollo de este propósito.

A mis compañeros y amigos por su apoyo brindado en todo momento.

Freire Alex

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
AVAL DEL ASESOR DE INVESTIGACIÓN.....	iv
CERTIFICADO DE LA EMPRESA.....	v
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xix
CAPÍTULO I.....	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Redes de Distribución.....	2
1.1.2 Características de las Redes de Distribución.....	4
1.2 Descripción y Criterios Generales de los Equipos de Protección.....	5
1.2.1 Generalidades.....	5
1.2.2 Elementos de Protección.....	6
1.2.2.1 Seccionadores Fusibles.....	6
1.2.2.2 Reconectador.....	9
1.2.2.3 Relés.....	11
1.3. Tipos de cortocircuito.....	14

1.4. Filosofía para la Coordinación de Protecciones.....	16
1.4.1 Criterios para la Selección de Fusibles	17
1.4.2 Coordinación de Protecciones.....	20
1.4.3 Procedimiento para Coordinación de Protecciones.....	21
1.5. Coordinación de Dispositivos de Protección	22
<i>1.5.1 Principios Generales de Coordinación:</i>	22
1.5.1.1 Coordinación Fusible – Fusible	22
1.5.1.2 Coordinación Reconectador – Fusible	27
1.5.1.3 Coordinación Relé - Fusible.....	29
1.5.1.4 Coordinación Relé – Reconectador.....	31
1.6. Paquete Computacional CYME	33
1.6.1. CYMDIST.....	33
1.6.2 CYMTCC.....	34
CAPÍTULO II	36
2. INTERPRETACIÓN, REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN DEL ALIMENTADOR LA CENA EN CONDICIONES ACTUALES.....	36
2.1 Introducción	36
2.1.1. Antecedentes	37
2.2. Situación Actual del Sistema Eléctrico.....	40
2.2.1. Sistema de Subtransmisión	40
2.2.2 Subestación de Distribución Guanajuato.....	40
2.2.3 Alimentadores Primarios de Distribución	42
2.3. Descripción del alimentador propuesto para el presente estudio.	43
2.3.1 Topología de la red de media tensión del alimentador La Cena	44
2.3.2. Parámetros de las Líneas	45
2.4. Metodología para el desarrollo del estudio.	48
2.4.2. Modelación Digital del Alimentador La Cena.....	48
2.4.3. Niveles de Cortocircuitos Suministrados.....	48
2.5. Cálculo de los Niveles de Cortocircuito en los Circuitos a Analizar.....	49

2.6.- Hipótesis.	51
2.6.1.- Operacionalización de Variables e Indicadores.....	52
2.6.1.1.- Operacionalización de Variable Independiente:	52
2.6.1.2.- Operacionalización de Variable Dependiente:	53
2.7. Estado Actual de las Protecciones del Alimentador La Cena.....	54
2.8 Verificación de la Hipótesis	58
CAPÍTULO III.....	59
3. PROPUESTA	59
3.1 Presentación de la Propuesta.....	59
3.2. Objetivos	60
3.2.1. Objetivo General	60
3.2.2. Objetivos Específicos.....	60
3.3 Justificación.....	61
3.4 Desarrollo de la Propuesta	61
3.4.1 Esquema de Protecciones Propuestos.	61
3.4.2. Localización óptima de Protecciones.....	62
3.5 Estudio de Coordinación	62
3.5.1. Estudio de las Corrientes de Cortocircuito para el esquema propuesto.	65
3.5.2. Verificación de las etapas de coordinación propuestos en el alimentador..	66
3.5.3 Selección de Fusibles para Transformador de Distribución.	66
3.5.4 Verificación de la coordinación Fusible – Fusible.....	69
3.5.5 Verificación de la coordinación Relé – Fusible	75
3.5.6 Verificación de la coordinación Reconectador – Fusible	79
3.5.7 Verificación de la coordinación Relé-Reconectador.....	81
3.6 Análisis Técnico – Económico de la Implementación de los Dispositivos de Protección Propuestos.	84
3.6.1 Antecedente.....	84
3.6.2. Costo de Inversión	84
3.6.3 Inversiones	85
3.7 Conclusiones	87

3.8 Recomendaciones.....	89
3.9 Glosario de Términos Básicos	91
3.10. Siglas	93
Bibliografía	94
Anexos	96

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1 SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN	3
FIGURA 1. 2 CARACTERÍSTICAS HIPOTÉTICAS DE TEMPORIZACIÓN DE UN FUSIBLE.	7
FIGURA 1. 3 ESTRUCTURA DE LOS FUSIBLES SR Y VS	9
FIGURA 1. 4 RECONECTADOR TRIFÁSICO.....	10
FIGURA 1. 5 SECUENCIA DE OPERACIÓN DE UN RECONECTADOR.....	10
FIGURA 1.6 CARACTERÍSTICA HIPOTÉTICA DE UN RELÉ DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO DEFINIDO	12
FIGURA 1.7 CARACTERÍSTICA HIPOTÉTICA DE UN RELÉ DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INVERSO.....	12
FIGURA 1.8 CURVAS TIEMPO CORRIENTE PARA LA PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR.....	20
FIGURA 1. 9 COORDINACIÓN FUSIBLE – FUSIBLE.....	24
FIGURA 1. 10 FACTOR DE CORRECCIÓN	25
FIGURA 1. 11 COORDINACIÓN RECONECTADOR- FUSIBLE.	28
FIGURA 1. 12 COORDINACIÓN RELÉ – FUSIBLE.....	30
FIGURA 1. 13 CURVA DE COORDINACIÓN RELÉ – FUSIBLE	30
FIGURA 1.14 COORDINACIÓN ENTRE RECONECTADOR Y RELÉ DE SOBRECORRIENTE	32
FIGURA 1. 15 CURVAS DE COORDINACIÓN RELÉ – RECONECTADOR	32
FIGURA 1. 16 PROGRAMA COMPUTACIONAL CYMDIST.....	34
FIGURA 1. 17 PROGRAMA COMPUTACIONAL CYMTCC.....	35
FIGURA 2. 1 FRECUENCIA DE INTERRUPCIONES	39
FIGURA 2. 2 TIEMPO TOTAL DE INTERRUPCIÓN	40
FIGURA 2. 3 DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN GUANUJO	41
FIGURA 2. 4 TOPOLOGIA DEL ALIMENTADOR LA CENA.....	45
FIGURA 2. 5 TIPOS DE ESTRUCTURAS.....	46
FIGURA 2. 6 CURVAS DE COORDINACIÓN ACTUAL DE UN RAMAL SECUNDARIO DEL ALIMENTADOR LA CENA.....	57
FIGURA 3. 1 ANÁLISIS DE FALLA EN SOTFWARE CYMDIST.....	65
FIGURA 3. 2 CURVA DEL FUSIBLE PARA TRANSFORMADORES.....	66

FIGURA 3. 3 COORDINACIÓN FUSIBLE- FUSIBLE	69
FIGURA 3. 4 TIEMPOS DE DESPEJE	71
FIGURA 3. 5 COORDINACIÓN RELÉ – FUSIBLE.....	75
FIGURA 3. 6 CONFIGURACIÓN DEL RELÉ 51P DEL ALIMENTADOR.....	77
FIGURA 3. 7 CONFIGURACIÓN DEL RELÉ 51N DEL ALIMENTADOR.	78
FIGURA 3. 8 COORDINACIÓN RECONECTADOR – FUSIBLE	79
FIGURA 3. 9 CONFIGURACIÓN DEL RECONECTADOR.....	80
FIGURA 3. 10 COORDINACIÓN RELE - RECONECTADOR	82

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1 CONTROL DEL SERVICIO TECNICO	38
TABLA 2. 2 DEMANDA DEL ALIMENTADOR.....	44
TABLA 2. 3 DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES DE FASE Y FASE- NEUTRO PARA LAS ESTRUCTURAS 3CPT, 3VPT Y 1CPT	47
TABLA 2. 4 DATOS DE CONDUCTORES	47
TABLA 2. 5 NIVELES DE CORTOCIRCUITO	49
TABLA 2. 6 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	49
TABLA 2. 7 SECCIONADORES FUSIBLES ACTUALES DEL ALIMENTADOR	54
TABLA 3. 1 SECCIONADORES FUSIBLES A RETIRAR.....	63
TABLA 3. 2 SECCIONADORES FUSIBLES A INSTALAR	64
TABLA 3.3 DATOS TÉCNICOS DE LA PROTECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES	68
TABLA 3. 4 COORDINACIÓN DE FUSIBLE – FUSIBLE.....	72
TABLA 3. 5 AJUSTE DEL RELÉ DEL ALIMENTADOR LA CENA	78
TABLA 3. 6 AJUSTE DEL RECONECTADOR.....	81
TABLA 3. 7 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE.....	86

RESUMEN

El presente trabajo de tesis contempla el estudio de coordinación de protección de sobrecorriente del alimentador La Cena el mismo que sale desde la subestación Guanujo de la Unidad de Negocio CNEL EP Bolívar y distribuye el servicio de energía eléctrica a sectores rurales tales como: El Relleno, Las Cochas, Patococha, Rumiloma, El Castillo, Paltabamba, San Pedro del Rayo, La Cria, Candushi, Illuvi, Capilluco, El Limón, La Cena, Guachana, Santa Ana, Charquiacu y Estero Del Pescado.

Para desarrollar el estudio, se partió con el levantamiento de campo de los elementos de protección y carga instalada en el alimentador lo que permitió actualizar los planos de operación y realizar el análisis de las condiciones actuales del sistema de protecciones del alimentador mencionado, con lo cual se ha determinado que este no cuenta con una correcta coordinación de protecciones. Partiendo de la información recopilada y con la simulación en el software CYMDIST, se calcularon los flujos de potencia y los niveles de las corrientes de cortocircuito del alimentador, de igual manera aplicando los criterios de protección y con la simulación del mismo, se realizó la coordinación de protecciones. El presente trabajo tiene como objetivo la reconfiguración del sistema de protección de sobrecorriente, para que operen por separado en el instante preciso, de tal manera que cuando se produzca una falla en cualquier parte del alimentador la misma actúe, sin afectar al resto de la red mejorando la selectividad de los elementos de protección.

Una vez verificada la hipótesis y realizado el estudio de coordinación, se le recomienda a CNEL EP Unidad de Negocios Bolívar realizar la implementación de la propuesta, tanto para seccionadores fusibles, seccionadores barra, ajustes del reconector y de los relés de sobrecorriente del alimentador La Cena de la S/E Guanujo, con la finalidad de reducir la indisponibilidad del servicio eléctrico y obtener un sistema eléctrico confiable que permita aislar correctamente las fallas que se presenten.

ABSTRACT

The present work was developed with the purpose to do the study of La Cena coordination of overcurrent protection feeder, the same that comes from the Guanujo substation of the Bolivar Business Unit CNEL EP and distributes the electricity service to the rural area such as: El Relleno, Las Cochas, Patococha, Rumiloma, El Castillo, Paltabamba, San Pedro del Rayo, La Cria, Candushi, Illuvi, Capilluco, El Limon, La Cena, Guachana, Santa Ana, Charquiacu, Estero Del Pescado.

To develop the study, it started with the field survey of the protection elements and charge installed in the feeder which permitted to update the operating planes and to realize the analysis of the current conditions of La Cena feeder protection system, whereby it is determined that the feeder does not have a proper coordination of protections.

Based on the information collected and the CYMDIST simulation software, power flows and levels of short circuit currents calculated of the feeder were calculated, likewise applying protection criteria and with simulation software in CYMTCC, the protection coordination between the different protection elements was done that they are installed in the feeder.

This job has as objective the system reconfiguration overcurrent protection, to operate separately physically in the moment, such that when a fault or failure occurs in any part thereof to act of the feeder, without affecting the rest of the network by improving the selectivity of the feeder protection elements under study

INTRODUCCIÓN

El estudio aplicado en el Alimentador La Cena de la Subestación Guanujo perteneciente a CNEL EP. Unidad de Negocio Bolívar está orientado a obtener un sistema eléctrico de protecciones selectivo, capaz de aislar únicamente donde se presente una falla sin perjudicar la continuidad del servicio eléctrico a otros usuarios, mediante la simulación y coordinación digital de los elementos de protección en el software CYMDIST y CYMTCC, para lo cual se emplearán criterios para la coordinación de protecciones, corrientes de cortocircuito y topología de la red para lograr la ubicación óptima de elementos de protección en el sistema eléctrico del alimentador en estudio.

El presente estudio está constituido de tres capítulos.

El Capítulo I, es el MARCO TEÓRICO que contiene, de manera general la fundamentación teórica que será empleada para el desarrollo de la investigación, donde se enuncia las características y tipos de elementos de protección, así como criterios y principios para la selección, ubicación y coordinación de los elementos de protección.

El Capítulo II, constituye la METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS, con la aplicación de la investigación de campo se realizó la recopilación de información de los elementos de protección, carga instalada, topología del alimentador y actualización de ramales secundarios que se han incorporado al alimentador en los últimos años y que no estaban registrados en la base de datos GIS.

Con la información actualizada se realizará la simulación digital en el software CYMDIST y CYMTCC, para la condición actual en la que se encuentra la coordinación de protecciones del alimentador en estudio.

En el Capítulo III, se desarrollará la PROPUESTA del estudio, en el cual se realiza la simulación digital de flujos de carga en el software CYMDIST para obtener las corrientes de cortocircuito, comportamiento actual de la red, parámetros eléctricos y la coordinación entre los diferentes elementos de protecciones del alimentador en estudio mediante la simulación digital en el software CYMTCC, con lo cual se determinará el correcto dimensionamiento y ubicación de los elementos de protecciones en el alimentador La Cena.

Se planteará una nueva configuración de los elementos de protección del alimentador en estudio para lo cual se propone reubicar, incrementar y eliminar elementos de protección para obtener un sistema eléctrico que permita aislar únicamente parte de la red donde se presente las fallas asegurando la continuidad del servicio de energía eléctrica para el resto de ramal.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En todo trabajo de investigación es necesario sustentarse en bases teóricas que respalden científicamente el contenido por lo que a continuación se describe los conceptos sobre los cuales se basa el estudio.

1.1 Antecedentes

El sistema de distribución es la parte encargada de suministrar energía eléctrica a los usuarios conectados a la red cumpliendo con la regulación de calidad de servicio vigente en el sector eléctrico.

El sistema eléctrico de distribución está expuesto a la presencia de eventos imprevistos que afectan la continuidad del servicio tales como: fallas simples línea a tierra, línea - línea, fallas dobles línea a tierra y fallas trifásicas balanceadas, otros tipos de fallas son las de un conductor abierto y las de dos líneas abiertos que pueden ocurrir cuando se rompen las líneas o cuando una o dos fases de un interruptor se abren de manera inadvertida.

La corriente de cortocircuito es un incremento prácticamente instantáneo superior a la corriente nominal del sistema eléctrico la cual se produce por maniobra,

descargas atmosféricas y distintos tipos de fallas o la unión entre dos o más puntos de un circuito a diferente nivel de potencial, como consecuencia de ello se generan esfuerzos térmicos y mecánicos elevados.

Entre el 70 y 80 % de fallas en líneas de distribución son monofásicas a tierra o línea a tierra, que se originan en el flameo de una línea al poste y a tierra, son denominadas fallas asimétricas que ocasionan un desbalance entre las fases.

Aproximadamente en el 5 % de las fallas intervienen las tres fases estas se denominan fallas trifásicas simétricas.

1.1.1 Redes de Distribución

Según GALLARDO, Medardo & HERRERA, Luis. “Selección y coordinación del sistema protecciones del alimentador trifásico y sus derivaciones monofásicas de la subestación en el Calvario 52C8-L1 (Oriental) de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.”. (2011), menciona que “Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de elementos encargados de conducir energía desde una subestación de potencia hasta el usuario.”

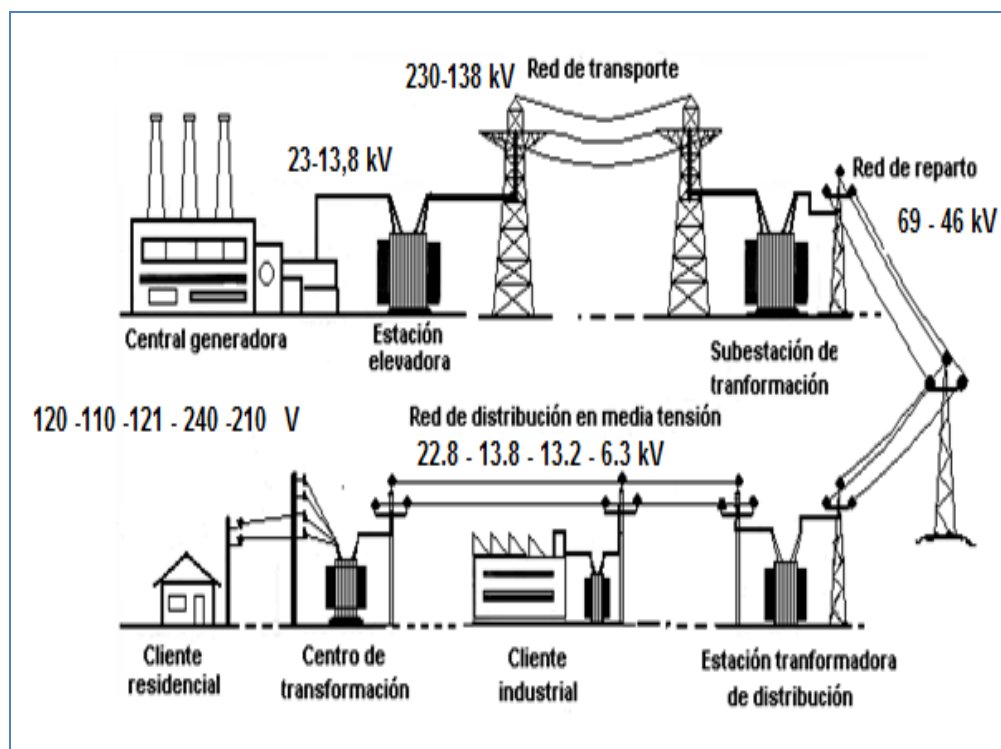
Una red de distribución obtiene energía eléctrica a través de conexiones con las redes de TRANSMISIÓN Y SUBTRANSMISIÓN mediante subestaciones. La red de distribución suministra energía a los consumidores finales mediante el uso de centros de transformación reductores de voltaje y los diferentes circuitos tales como:

- a) ***Centros de Transformación de Distribución.***- Son los equipos encargados de realizar la reducción de voltaje del Alimentador Primario al Circuito Secundario para suministrar de energía eléctrica a los consumidores o usuarios finales.

- b) **Circuitos Primarios.**- En el Ecuador estos circuitos tienen niveles de voltaje de 13.8 kV / 7.9kV, 6.3kV, 22kV, 22.86 kV / 13.2 kV, 34.5 kV / 19.92 kV y sirven para unir la subestación de distribución y los centros de transformación de distribución.
- c) **Circuito Secundario.**-Estos circuitos tienen niveles de voltaje de 208/120V, 220/127V, 210/121V en circuitos trifásicos; en circuitos monofásicos dos hilos 120V, en circuitos monofásicos tres hilos 240/120V y sirven para unir los centros de transformación de distribución con los consumidores o usuarios finales.

En la figura 1.1 se aprecia el diagrama esquematizado de un sistema eléctrico de distribución que empieza en la generación, transmisión, subtransmisión, distribución y finaliza en los clientes o consumidores.

FIGURA 1. 1 SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=red+de+distribucion+electronica/12/01/2015>

1.1.2 Características de las Redes de Distribución.

Las redes de distribución presentan límites físicos en las líneas que no pueden sobrepasarse y vienen establecidos por la corriente máxima que admiten los conductores. Si la demanda crece, la correspondiente red de distribución habrá de reforzarse y/o ampliarse.

En las empresas distribuidoras se manejan dos tipos de redes de distribución, aéreas y subterráneas. Las redes aéreas pueden construirse con cable desnudo o aislado, mientras que las redes subterráneas emplean cable aislado.

Las ventajas principales de las redes aéreas con respecto a las subterráneas son su menor costo de inversión inicial y su mayor accesibilidad, que simplifica la detección de averías. Por lo contrario la acción de los agentes atmosféricos incide notablemente en la fiabilidad de las redes aéreas, implicando un mayor costo de mantenimiento y reducción en su vida útil.

Otra de las características de las redes de distribución es la topología, las cuales son:

- **Red radial.-** Se caracteriza por tener un solo camino para el flujo de la potencia desde el punto de alimentación hasta la carga.

- **Red en anillo o en bucle cerrado.-** Se caracteriza por tener más de un camino, es decir tiene más de un punto de alimentación para el flujo de potencia.

1.2 Descripción y Criterios Generales de los Equipos de Protección

1.2.1 Generalidades.

Un porcentaje aceptable en la calidad de servicio eléctrico a los consumidores, depende del estado de las redes de distribución de energía, ya que uno de los factores que mide esa calidad es precisamente la continuidad del servicio.

Las fallas que ocurren en una red de distribución se deben a un sin número de razones como: el medio ambiente donde se encuentra instalada, fenómenos atmosféricos, errores humanos, daños por deterioro de la red, rotura de los conductores y degradación del aislamiento.

Una falla temporal es aquella que se despeja casi de inmediato por si misma o debido a que ha actuado algún tipo de protección, afectando el funcionamiento de los elementos de la red, ejemplos de este tipo de fallas son las causadas por el viento que provocan contacto de una rama con los conductores energizados.

Una falla permanente es aquella que persiste sin importar la velocidad con que actúen los elementos de protección de la red, por ejemplo la rotura de conductores en la red.

Las interrupciones de suministro de energía pueden ser consideradas según la regulación emitida por el ARCONEL (EX CONELEC) Nro. – 004/01 por su duración en:

- Breves; las de duración igual o menor a tres minutos.
- Largas, las de duración mayor a tres minutos.

Los equipos de protección y seccionamiento permiten que las interrupciones sean breves, por lo tanto estas no sean consideradas para el cálculo de los índices de calidad y las empresas distribuidoras cumplan con los límites exigidos.

1.2.2 Elementos de Protección

GALLARDO, Medardo & HERRERA, Luis. “Selección y coordinación del sistema protecciones del alimentador trifásico y sus derivaciones monofásicas de la subestación en el Calvario 52C8-L1 (Oriental) de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.”. (2011), menciona que “Los elementos que conforman la red o sistema de distribución son los siguientes: Subestación de Distribución.- Está conformada por (transformadores, interruptores, seccionadores, relés etc.), cuya función es reducir los niveles de alto voltaje de las líneas de Transmisión o Subtransmisión hasta niveles de medio voltaje para su ramificación en múltiples salidas”

Los equipos de protección y seccionamiento para redes de distribución más utilizados son:

- Seccionadores Fusibles
- Reconectores
- Relés

Estos elementos son detallados a continuación:

1.2.2.1 Seccionadores Fusibles.

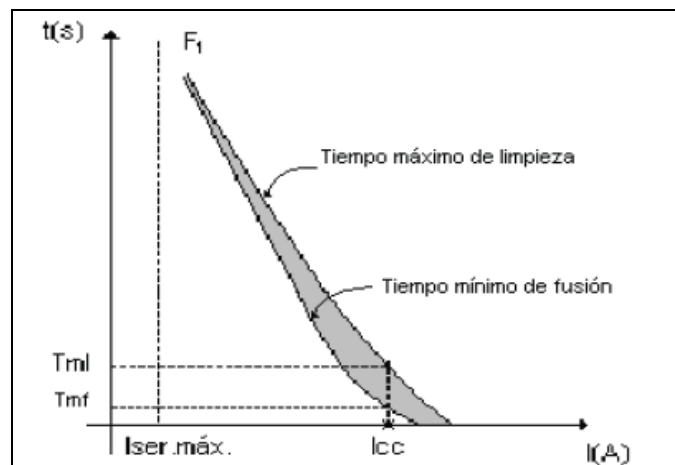
Los seccionadores en principio, son elementos de operación sin carga para aislar partes de la red o transferir carga del Alimentador Primario a otro y son utilizados como elementos de protección por su bajo costo, además deben estar correctamente seleccionados de manera que operen cuando la corriente sea

superior al valor nominal, también lo suficientemente robustos para soportar la corriente máxima en condiciones normales de funcionamiento del circuito al cual protegen.

Hay gran variedad de fusibles y muchos de estos no tienen exactamente el mismo principio de funcionamiento, pero la variedad de estos está en dependencia del nivel de voltaje, la aplicación y la importancia del elemento a proteger.

Su tiempo de operación es inversamente proporcional a la corriente de fusión tal como se representa en la figura 1.2, donde se puede apreciar que para corrientes mayores, más rápida es la fusión de la lámina fusora y todo lo contrario ocurre para corrientes menores.

FIGURA 1. 2 CARACTERÍSTICAS HIPOTÉTICAS DE TEMPORIZACIÓN DE UN FUSIBLE.



Fuente: Curso de Protecciones eléctricas PHD Orlys Torres.

Recopilación: Postulantes

Las características de cada elemento fusible se presentan mediante curvas de “tiempo-corriente”. Es así como para cada elemento fusible se tiene:

- Mínimo tiempo de fusión.- Es el intervalo entre la iniciación de la corriente de falla y la iniciación del arco.

- Máximo tiempo de despeje.- Es la suma del tiempo de fusión y el tiempo del arco.

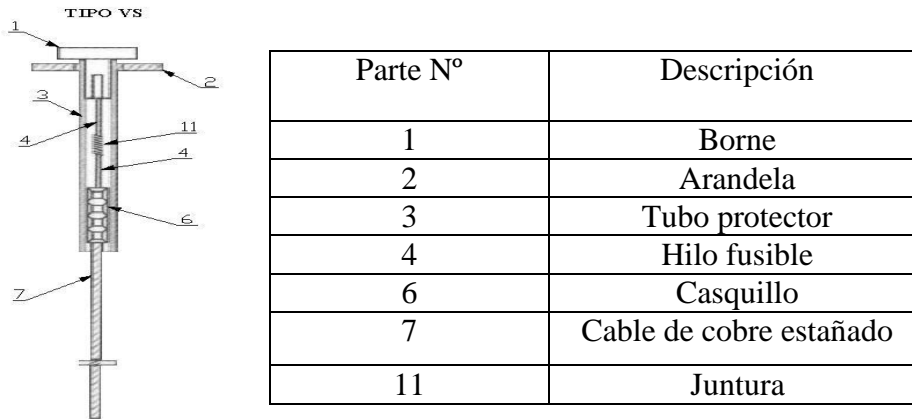
1.2.2.1.1. Clasificación de los Fusibles

Se tiene los tiene los siguientes tipos de fusibles: H, K, T, SR y VS (DUAL) fabricados cumpliendo las normas ANSI, NEMA, IEEE que a continuación se detalla.

- **Fusible tipo H:** presenta una relación de tiempo corriente más rápida que el tipo K en el corte y perturbaciones bruscas, sus valores nominales van desde 1 a 8 Amp. Para voltajes de 4 a 34.5 kV En el anexo 1.1, se puede observar la curva del fusible tipo H.
- **Fusible tipo K:** Son fabricados para valores máximos y mínimos: 300, 10 y 0,1 segundos atendiendo en estas especificaciones técnicas y valores normalizados para lograr una intercambiabilidad adecuada. Estos fusibles se clasifican dentro de los rápidos, sus valores nominales de corriente van entre 1 a 200 Amperios para voltajes de 4 a 34,5 kV. En el anexo 1.2, se muestran curvas del fusibles tipo K.
- **Fusible tipo T:** Son fabricados para los valores máximos y mínimos: 300, 10 y 0,1 segundos atendiendo en estas especificaciones técnicas y valores normalizados para lograr al igual que los tipos K una intercambiabilidad adecuada. Estos fusibles se clasifican dentro de los lentos o retardados de 1 a 200 Amp. Para voltajes de 4 a 34,5 kV En el anexo 1.3 se muestra la curva real para fusibles tipo T.
- **Fusible tipo SR y VS (DUAL):** Son fusibles extra lentos, los fusibles de doble elemento manejan protecciones contra cortos y sobrecargas, obteniendo curvas características que representan una excelente protección. En la figura 1.3, se puede observar las partes fundamentales de

construcción de estos fusibles. Los fusibles tipo SR y VS, manejan relaciones de velocidad de 20 y 30 para un régimen de 6 a 100 Amp. En el anexo 1.4, se muestra la curva real para fusible tipo DUAL.

FIGURA 1.3 ESTRUCTURA DE LOS FUSIBLES SR Y VS



Fuente: Catálogo de Fusibles LUHFSEER.

1.2.2.2 Reconectador

Es un dispositivo con reconexión automática, instalado preferentemente en líneas de distribución, capaz de detectar una sobrecorriente y provocar una desconexión por un tiempo muy pequeño para luego reconectar nuevamente el circuito de forma automática, está dotado de un control que le permite realizar varias reconexiones sucesivas logrando además, variar el intervalo y la secuencia de intentos de reconexión, de este modo, si la falla continúa permanentemente el dispositivo después de cierto número programado de operaciones, aísla la sección fallada de la parte principal del sistema de distribución. En la figura 1.4 se muestra el reconectador trifásico.

FIGURA 1.4 RECONECTADOR TRIFÁSICO

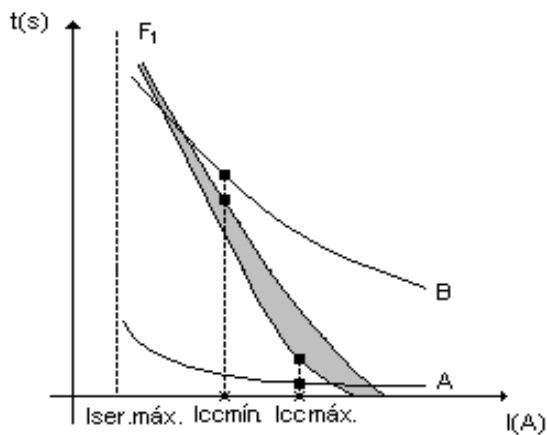


Fuente: Manual Schneider-Electric, MV reclosers up to 38 Kv

Secuencia de Operación: Los reconectadores pueden ser programados para un máximo de cuatro aperturas y tres reconexiones, los tiempos de apertura se pueden determinar con las curvas características tiempo-corriente del equipo, como se muestran en la figura 1.5.

Cada uno de los puntos que se muestra en la figura representa el tiempo de despeje del reconectador para un determinado valor de corriente de falla. Es importante destacar que este dispositivo consta de dos tipos de curvas, una de operación rápida (curva A) y una segunda de operación retardada (curva B).

FIGURA 1.5 SECUENCIA DE OPERACIÓN DE UN RECONECTADOR



Fuente: Manual Schneider-Electric, MV reclosers up to 38 kv

1.2.2.3 Relés

Según VALDERRAMA, Germán. “Protección y coordinación de sistemas eléctricos de distribución” (2002 págs. 35 - 37) dice que: “Los relés proveen la inteligencia necesaria para identificar corrientes de falla, temporizar, recerrar y en general controlar la operación de los interruptores de potencia. Son dispositivos aplicados externamente ya que los interruptores no tienen, por si mismos, capacidad de detectar fallas”.

Es un dispositivo que opera cuando por él circula una corriente mayor o igual a la corriente de ajuste. El valor de ajuste es la corriente de arranque del relé, también conocida como la "corriente de pick-up" (I_{pu}).

Los relés de sobrecorriente son alimentados mediante transformadores de corriente (TC) conectados a las líneas a proteger, para determinar la corriente mínima de disparo del circuito se aplica la ecuación No. 1.1 que es igual a:

$$\text{Corriente Mínima de Disparo} = \text{Relación del TC} \times I_{pu} \quad \text{Ecuación No. 1.1}$$

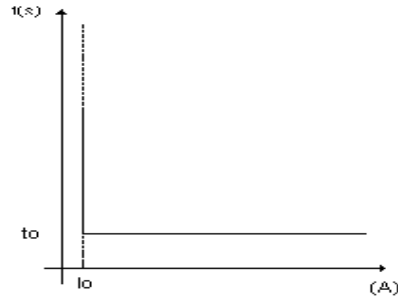
Relés de Sobrecorriente

Estos dispositivos son muy sencillos y su principio de acción está relacionado con el valor eficaz de la corriente. Este dispositivo mide el valor eficaz de la corriente que llega a sus bornes, y opera si el valor medido supera un valor preestablecido con anterioridad (ajuste). La operación la hará en dependencia del tipo de temporización que posea: Tiempo definido o Tiempo inverso.

- **Relés de Tiempo definido:** son equipos en los cuales el tiempo de operación es ajustable independientemente de la magnitud de la corriente, en la figura 1.6 se muestra la acción de tiempo definido. Para corrientes mayores que (I_o) el relé operará en un tiempo siempre igual a (t_o). Es

decir, que sin importar la magnitud de la sobrecorriente el tiempo de operación siempre será el mismo.

FIGURA 1.6 CARACTERÍSTICA HIPOTÉTICA DE UN RELÉ DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO DEFINIDO

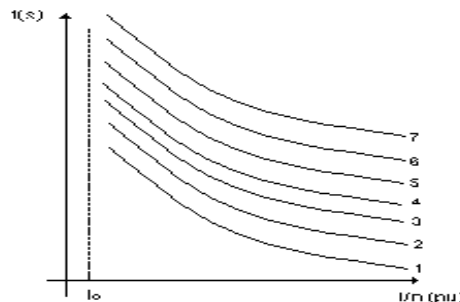


Fuente: Curso de Protecciones Eléctricas, Phd. Orly Torres
Recopilación: Postulantes

- **Relés de Tiempo inverso:** son equipos en los cuales el tiempo de operación es inversamente proporcional a la magnitud de la corriente, en la figura 1.7 se muestra la acción de tiempo inverso. Para corrientes mayores que (I_0) el tiempo dependerá del nivel de la sobrecorriente.

Estos dispositivos están caracterizados por tener un grado de inversión determinado y poseer una familia de curvas enumeradas entre las cuales es necesario seleccionar una. A esta numeración se le conoce como múltiplo o palanca de tiempo y constituye uno de los parámetros a ajustar.

FIGURA 1.7 CARACTERÍSTICA HIPOTÉTICA DE UN RELÉ DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INVERSO



Fuente: Curso de Protecciones Eléctricas, Phd. Orly Torres
Recopilación: Postulantes

Ajustes

Para aplicar los relés de sobrecorriente se deben definir tres ajustes:

- a. **La Corriente de Arranque (Ipu):** Define la corriente mínima a la cual el relé comienza a operar. En los relés electromagnéticos se ajusta insertando un tornillo en una toma calibrada (Tap) de la bobina de operación. En los relés digitales, se programa el valor de arranque (Ipu). Las características Tiempo-Corriente de los relés vienen definidas en función de la corriente de arranque. En los relés electromagnéticos el eje de corrientes está en función de Múltiplos del Tap. En los digitales viene en Múltiplos de Ipu. Las curvas, para ambos tipos de relés, vienen definidas a partir de 1.5 veces la corriente de arranque. Esto es debido a que para valores de corriente menores, los tiempos de operación se vuelven asintóticos e indefinidos y los fabricantes no pueden garantizar un tiempo de operación definido.
- b. **El Tiempo de Operación:** En los relés de inducción se ajusta mediante el dial de tiempo. El dial de tiempo es un engranaje con marcas calibradas, que regula la distancia entre el contacto móvil y el contacto fijo, permitiendo ajustar el tiempo de operación a los valores indicados en las curvas características que publican los fabricantes. En los relés digitales el dial de tiempo es un valor programable.
- c. **La corriente de arranque de la Unidad Instantánea (Ipu -50):** Cuando los relés poseen unidad instantánea (50), es necesario definir su corriente de arranque. En los relés electromagnéticos se determina ajustando la posición del núcleo del solenoide sobre marcas calibradas. En los relés digitales es un valor programable.

En los sistemas de distribución, generalmente se utilizan relés muy inversos y extremadamente inversos, debido a que la magnitud de la corriente de falla es

normalmente, una función de la localización de la falla y sólo ligeramente una función del nivel de generación y de las condiciones de voltaje. Estos relés coordinan excelentemente con fusibles y tienen buena coordinación con reconectores.

1.3. Tipos de cortocircuito

Dentro de un sistema de distribución es necesario conocer los tipos de fallas que existen; la naturaleza y su causa. Conociendo esto es posible minimizar los efectos perjudiciales sobre el desempeño de la red.

Los defectos o fallas que pueden ocurrir en las redes de distribución son las averías, pero estas se clasifican de diferentes formas:

- Según su origen.
- Según su frecuencia y respuesta a su desconexión.
- En cuanto al número de fases involucradas.

Según sus orígenes las fallas se clasifican en:

- Originadas externamente al sistema
- Originadas en el interior del sistema.

Según la forma en que responde a una desconexión se clasifican en:

- Permanentes.
- Transitorias

Las averías permanentes son aquellas que cuando se hace una desconexión y una reconexión, la avería permanece. Si se cae un poste y se unen dos cables, es un caso típico de una avería permanente. Si no se repara, la avería permanecerá.

Las averías transitorias son aquellas que al desconectar el circuito y volverlo a conectar, desaparecen. Las averías típicas transitorias son las de origen externo. Más del 60% de las averías que ocurren en las redes son de carácter transitorio. Es decir, La mayoría de las veces, en caso de no existir re-conexión automática, cuando el operador hace una re-conexión de prueba la avería no existe.

Las ecuaciones para encontrar las magnitudes de corriente de falla para los tipos de cortocircuitos mencionados son los siguientes:

Falla Trifásica:

$$I_{3\phi} = \frac{|V_{LL}|}{\sqrt{3} \cdot |Z_{LL}|}$$

Ecuación No. 1.2

Falla Monofásica:

$$I_{1\phi} = \frac{\sqrt{3} \cdot |V_{LL}|}{[Z_{11} + Z_{22} + Z_{00}]}$$

Ecuación No. 1.3

Falla Bifásica:

$$I_{2\phi} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{3\phi}}{2}$$

Ecuación No 1.4

Dónde:

I: Corriente de falla

V_{LL}: Voltaje línea - línea.

Z_{LL}: Impedancia de línea

1.4. Filosofía para la Coordinación de Protecciones.

Una filosofía de protección tiene características operativas para su correcto funcionamiento que se las conoce como Sensibilidad, Selectividad, Rapidez, Fiabilidad, Efectividad y Seguridad que se detallan a continuación:

- **Sensibilidad:** La protección debe tener la capacidad de detectar cualquier falla que se produzca en la zona de la red que tiene asignada bajo condiciones de carga mínima. La protección debe distinguir inequívocamente las situaciones de falla de aquellas que no lo son.

Para ofrecer a un sistema de protección de esta característica es necesario:

1. Establecer para cada tipo de protección las magnitudes mínimas de intensidad y/o voltaje necesarias que permiten distinguir las situaciones de falla de las situaciones normales de operación.
 2. Establecer para cada una de las magnitudes necesarias las condiciones límite que separan las situaciones de falla de las situaciones normales de operación.
- **Selectividad:** Es la capacidad que debe tener la protección para actuar únicamente cuando la falla tiene lugar sobre el elemento cuya protección tiene asignada.

Si la falla tiene lugar dentro de la zona específica de una protección ésta debe dar la orden de abrir los interruptores que aíslen el circuito que funciona en condición anormal. Si por el contrario, la falla se ha producido fuera de su zona, la protección debe dejar que sean otras protecciones las que actúen para despejarla, ya que su actuación dejaría fuera de servicio un número de circuitos más elevado que el estrictamente necesario para aislar la falla.

- **Rapidez:** En el momento que se detecta una falla, la protección debe actuar con rapidez despejándola lo más pronto posible. Cuanto mayor sea la rapidez de actuación menor serán las consecuencias que presentan las fallas como: pérdida de estabilidad del sistema, costos altos de mantenimiento correctivo, daño de equipos o poner en riesgo la vida del personal que labora en la empresa.

La rapidez con que puede actuar una protección depende directamente de la tecnología empleada en su construcción y de la velocidad de respuesta del sistema de mando y control de los interruptores automáticos asociados a la misma.

- **Fiabilidad:** La protección debe responder con seguridad y efectividad ante cualquier situación en que se produzca falla en el sistema, en cualquier momento o tiempo. La fiabilidad de un sistema de protección depende: de la fiabilidad de la propia protección, de su aplicación, de su correcta instalación y del mantenimiento preventivo.
- **Efectividad.-** Es la cualidad que garantiza que la protección va actuar en caso de falla y que no lo va a hacer cuando no exista esta situación.
- **Seguridad.-** Esta cualidad garantiza que la protección no va actuar ante causas extrañas y de esta manera se evita actuaciones incorrectas.

1.4.1 Criterios para la Selección de Fusibles

Para la selección de los fusibles en un ramal o troncal de un alimentador se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- a. La capacidad de interrupción de la corriente debe ser tal, que el fusible interrumpa sin riesgos, la corriente de falla más elevada en el punto de la instalación.

- b. Las características de limitación de corriente deben ser tales que restrinjan la corriente de paso libre en las fallas, reduciéndose así al mínimo la posibilidad de averías en los componentes del circuito.
- c. El período de retraso en las corrientes de sobrecarga debe ser tal que el fusible no se queme innecesariamente a causa de sobrecargas pasajeras, pero si debe proteger contra sobrecargas permanentes.

1.4.1.2 Criterios de Selección de Fusibles para Transformadores.

Según RAMÍREZ, Samuel. “Protección de Sistemas Eléctricos”. (2003) indica que: “Los fusibles limitadores de corriente brindan una protección adecuada y es común limitar el uso de fusibles de expulsión en donde la corriente de falla es menor o igual a 3000 A. Corriente de magnetización (inrush) La corriente de magnetización Inrush es una condición transitoria que ocurre cuando se energiza un transformador, cuando el voltaje aumenta repentinamente después de haber aislado una falla y el sistema se restablece o cuando se energizan dos transformadores en paralelo. Ésta corriente fluye solo de la fuente hacia el transformador, razón por la que, aparece como una corriente diferencial”.

- Daño térmico del transformador

Los transformadores han sido diseñados para su funcionamiento a una elevación de temperatura de 55°C que puede funcionar sin tener afecciones en la vida útil. Para la selección del fusible se debe comprobar que las curvas tiempo corriente se encuentren entre la curva de daño del transformador a proteger y la curva de energización de carga fría.

La corriente de Inrush, se genera por causa de la magnetización del núcleo de hierro, en el momento en que el transformador sin carga es energizado, aparece en el bobinado primario una corriente transitoria la cual se presenta como picos

transitorios cuya amplitud puede alcanzar valores elevados poniendo en riesgo la vida útil del transformador.

El Inrush por recuperación: sucede cuando en una línea existen varios transformadores y ocurre un cortocircuito, el voltaje disminuye a valores muy bajos, dicho cortocircuito es desconectado por su respectiva protección ocasionando la elevación del voltaje.

Los transformadores que están conectados a ese ramal pueden sentir esto como una re-energización y pueden repetir este fenómeno, la suma de estas pueden provocar niveles de intensidad aún más elevadas que en la subestación en un período de tiempo muy corto.

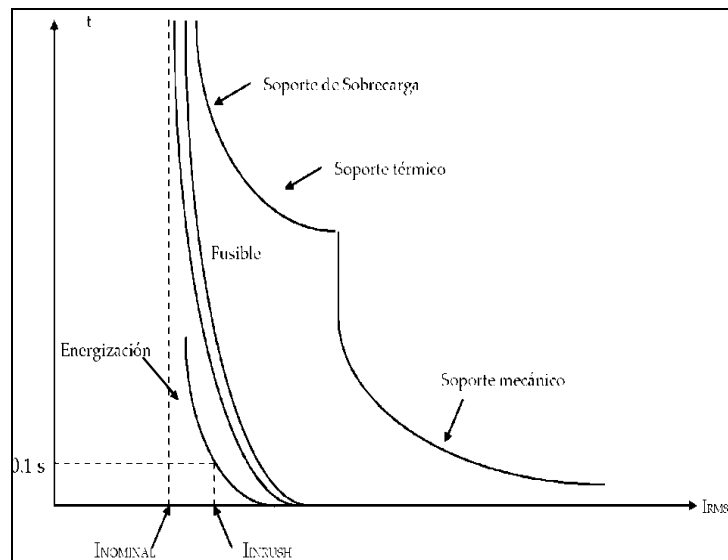
Anteriormente se usaba los fusibles tipo (K, T y H), que tienen valores de corriente nominal de uno hacia arriba, estos tipos de fusibles no protegen adecuadamente los transformadores contra sobrecargas y corrientes de cortocircuito, por lo que en la actualidad se está usando el fusible tipo SR, que coordinado con la protección en el lado secundario se consigue una adecuada protección del transformador.

En cambio, en los transformadores auto protegidos en el lado secundario se utilizan interruptores termo magnético en lugar de fusibles, el mismo que debe ser seleccionado de acuerdo a la corriente de carga en el lado secundario del transformador y un criterio establecido de sobrecarga, con la finalidad de lograr una adecuada coordinación.

Todos los valores de la corriente secundaria deben referirse al lado primario, con una principal observación de que todos los puntos de la curva de daño del transformador sean cubiertos.

La figura 1.8 indica las curvas tiempo corriente de la protección del fusible, esta debe encontrarse entre la curva de energización del transformador a proteger y la curva de energización de carga fría.

FIGURA 1.8 CURVAS TIEMPO CORRIENTE PARA LA PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR



Fuente: Redes de distribución de energía, SAMUEL RAMÍREZ CASTAÑO
Recopilación: Postulantes

1.4.2 Coordinación de Protecciones.

El objetivo de un estudio de coordinación sirve para determinar las características, valores y ajustes de los dispositivos de protección que aíslen a una falla o sobrecarga originada en cualquier parte del sistema. Al mismo tiempo los dispositivos con la configuración seleccionada deberán proveer satisfactoriamente la protección contra sobrecargas en los equipos e interrumpiendo cortocircuitos lo más rápido posible.

En el presente trabajo se hace hincapié en las protecciones de sobrecorriente que siendo parte de las redes eléctricas de distribución, supervisa la corriente en los alimentadores y al detectar un corriente mayor de la corriente nominal de operación, abre el circuito asilando la parte afectada.

1.4.3 Procedimiento para Coordinación de Protecciones.

Para facilitar el proceso de coordinación se utilizará en este estudio el siguiente procedimiento:

- Recopilar la información necesaria sobre el sistema eléctrico a proteger, indicando las características de los elementos del sistema en el diagrama unifilar y su disposición, para identificar protecciones principales y sus respectivos respaldos, desde la carga hacia la fuente.
- Determinar los valores máximos de carga, de acuerdo a la capacidad nominal del circuito protegido.
- Calcular las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los puntos del sistema que sean importantes para la coordinación.
- Recopilar y seleccionar información técnica sobre los equipos de protección existentes o que se instalarán en el sistema eléctrico. Esta información generalmente la suministra el fabricante.
- El proceso de coordinación en sistemas radiales, debe realizarse desde la carga hacia la fuente.
- Ubicar y seleccionar las características y rango de ajustes de los equipos de protección para que cumplan con las exigencias básicas del circuito a proteger y las normas existentes para tal fin.
- Escoger las características de operación y ajuste de los dispositivos de protección de modo que exista selectividad. Toda esta información se resume en las gráficas tiempo-corriente para verificar los requerimientos de protección y coordinación.

1.5. Coordinación de Dispositivos de Protección

Se denomina coordinación al proceso de seleccionar y/o ajustar los dispositivos de protección, de forma tal que sus tiempos de operación sean progresivamente mayores, a medida que se acercan a la fuente de suministro, de manera que las fallas permanentes sean despejadas por los dispositivos más cercanos a ellas del lado de la fuente.

1.5.1 Principios Generales de Coordinación:

- a. El dispositivo protector debe despejar las fallas temporales o permanentes antes de que el dispositivo protegido interrumpa el circuito (fusibles) o se abra en forma permanente (reconectador).
- b. La interrupción del servicio eléctrico causado por una falla permanente debe estar restringida a la sección más pequeña posible.

Para el presente estudio se utilizará las siguientes filosofías de coordinación que a continuación de se detalla:

1.5.1.1 Coordinación Fusible – Fusible

Cuando en un circuito de distribución se encuentran dos o más fusibles en serie, es necesario coordinarlos, de tal forma que para cualquier falla en el lado del fusible protector, éste debe despejar la falla antes de que el fusible protegido alcance su temperatura de fusión. De este objetivo se establecen las reglas siguientes:

Reglas:

- a. El tiempo mínimo de fusión del Fusible Protegido (F1) para la máxima corriente de falla posible en el Fusible Protector (F2), $t_{mf - F1-(I_{fmax-F2})}$, debe ser mayor o igual al cociente entre el tiempo máximo de despeje del fusible protector para la máxima corriente de falla en F2, $t_{MD-F2-(I_{fmax-F2})}$, dividido entre el factor de coordinación FC como se observa la figura 1.9.
- b. La corriente máxima de carga en el punto de aplicación de los fusibles no debe exceder la capacidad continua de transporte de corriente del fusible.

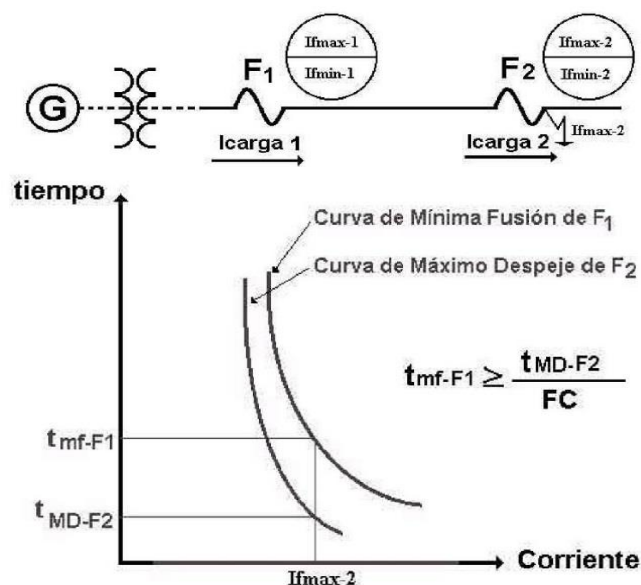
Estas dos reglas se pueden expresar como:

$$\begin{aligned}
 & t_{MD-F2 (I_{fmax-F2})} \\
 \text{a. } & t_{mf - F1(I_{fmax-F2})} \geq \frac{\text{-----}}{F. C} \\
 & \text{b. } I_{MAX .CARGA} \leq I_{Max}
 \end{aligned}$$

Ecuación No 1.5

El problema radica ahora, en la determinación del factor de coordinación. Este factor debe asegurar que el fusible protector se funda e interrumpa la corriente de falla sin que el fusible protegido alcance su temperatura de fusión, luego, debe tomar en cuenta las variaciones en las condiciones de trabajo y las posibles fuentes de error.

FIGURA 1.9 COORDINACIÓN FUSIBLE – FUSIBLE



Fuente: Coordinación de sistemas eléctricos de distribución, German Valderrama

El factor de coordinación depende de los siguientes parámetros:

a. Tolerancia de las curvas

Si se trabaja con curvas graneadas para valores extremos (máximo y mínimo) no se toma en cuenta (FT =1). Si se trabaja con curvas con valores promedios, se debe tomar en cuenta la tolerancia respectiva.

b. Temperatura Ambiente

Las curvas de operación se determinan para 25 °C, con cero corrientes de carga. Las variaciones en la temperatura ambiente provocan modificaciones en los tiempos de operación. La Figura 1.10 (a) permite determinar el factor de corrección por temperatura (FTA), según sea la temperatura ambiente máxima a la cual estará sometido el fusible en su punto de instalación.

c. Precarga

Como se indicó anteriormente, las curvas se determinan para cero corriente de carga. En la práctica, al ocurrir una falla, el fusible ha estado transportado

corriente de carga que lo precalienta y hace que los tiempos de operación sean distintos a los tiempos publicados en las curvas. Con las curvas de la Figura 1.10 (b) se puede determinar este factor (FPC), según sea la corriente de carga máxima a la cual estará sometido. El % de precarga se calcula así:

$$\% \text{ de Precarga} = (I_{\text{carga máxima}} / I_{\text{nominal del fusible}}) \times 100. \quad \text{Ecuación No 1.6}$$

En la práctica las empresas utilizan el criterio conservador de suponer cero precarga en el protector y máxima carga en el protegido.

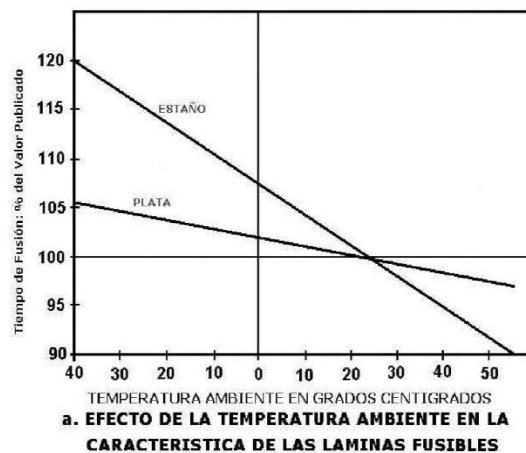
d. Pre-daño

Los ensayos han mostrado que el predaño o "envejecimiento" del fusible ocurre para corrientes que excedan del 90% ó 95% del tiempo de mínima fusión para fusibles de estaño y plata respectivamente. Luego, se debe evitar que el fusible protegido soporte la corriente de falla por tiempos mayores al porcentaje establecido de su tiempo de mínima fusión. (FPD = 0,9 para estaño y FPD = 0,95 para plata). El factor de coordinación que se utilizará será el producto de los factores analizados, luego:

$$F.C. = F_T \times F_{TA} \times F_{PC} \times F_{PD}$$

Ecuación No 1.7

FIGURA 1. 10 FACTOR DE CORRECCIÓN





Fuente: Coordinación de sistemas eléctricos de distribución, German Valderrama

Procedimiento:

- a. Determinar el tipo de fusibles a utilizar (tipo T o tipo K). Es práctica común de las empresas utilizar un determinado tipo de fusible en todo su sistema. No es conveniente mezclar diferentes tipos de fusible en un circuito. El fusible tipo K es ampliamente utilizado por las empresas de distribución debido a que provee tiempos de operación más rápidos. Se recomienda el uso de fusibles tipo T, cuando los niveles de cortocircuito sean altos, dificultando la coordinación con fusibles tipo K.
- b. Antes de proceder a la coordinación en sí, se deben determinar la corriente máxima de carga y la corriente máxima y mínima de falla en cada punto de coordinación.
- c. Se determina el factor de coordinación de acuerdo a las condiciones extremas de operación que se puedan dar. La práctica, en muchas empresas, es analizar las condiciones de operación, particulares a cada sistema, y determinar un factor de coordinación para todos sus fusibles.
- d. Iniciar el proceso por el fusible más alejado de la fuente y que no coordine con otro dispositivo aguas abajo. Este fusible se dimensiona de acuerdo a la corriente máxima de carga esperada en dicho punto, seleccionándose el fusible de tamaño mínimo. Utilizado la Curva Tiempo-Corriente (CTC) de

Máximo Despeje del fusible seleccionado, se lee el tiempo máximo de despeje (t_{MD}) para la máxima corriente de falla esperada en el punto de ubicación del fusible (Fusible Protector).

- e. Se calcula el tiempo de mínima fusión que puede tener el fusible protegido, para la máxima corriente de falla en el protector. $t_{mf} > (t_{MD} / FC)$.

En la gráfica de tiempos mínimos de fusión se busca el fusible cuyo (t_{mf}), para la corriente máxima de falla en el fusible protector, se acerque más, por arriba, al tiempo calculado. Luego se chequea si éste fusible puede soportar la corriente de carga máxima en su punto de ubicación; si la respuesta es positiva se debe seleccionar dicho fusible. Si la respuestas es negativa debe buscarse el fusible más pequeños que soporte la corriente de carga esperada.

1.5.1.2 Coordinación Reconectador – Fusible

MONTERO, Walter. & CHICAIZA, Patricia. "Diagnóstico de la Operación de falla del alimentador N.1 de la subestación San Rafael de ELEPCO S.A.". (2013 pág. 21) menciona que “Un reconectador además que hacer que las líneas se reconecten luego de una desconexión tiene la obligación de hacer lo suficientemente rápido y eficaz como para que no se fundan los fusibles producto a las fallas transitorias”

La coordinación entre un reconectador y un fusible, se puede obtener usando métodos basados en las curvas tiempo-corriente ajustadas por un factor de multiplicación.

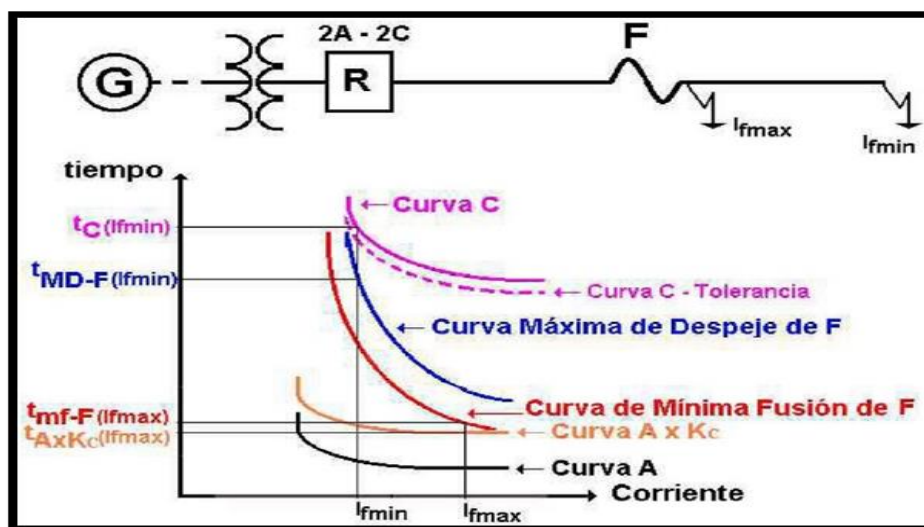
Este esquema permite "dar dos oportunidades" a las fallas, que ocurran delante del fusible, de ser transitorias mediante dos operaciones rápidas con recierre del reconectador. Si luego del segundo intento de reconexión la falla permanece, se

declara falla permanente y el fusible debe fundirse y despejar la corriente de falla antes de que el reconectador vuelva a operar según su característica lenta. Las operaciones rápidas del reconectador no deben permitir daños en el fusible, incluyendo los factores de coordinación y el efecto acumulativo de calor durante las operaciones rápidas con intervalos de cierre cortos. Las operaciones lentas deben ser suficientemente retrasadas para permitir la operación completa del fusible antes de que el reconectador se abra nuevamente.

La máxima corriente es aquella dada por la intersección de la curva de mínima fusión del fusible con la curva rápida del reconectador multiplicada por el factor K_c . La corriente mínima es dada por la intersección de la curva máxima de despeje con la curva lenta del reconectador. Si la curva de máximo despeje del fusible no se cruza con la curva lenta del reconectador y queda por debajo, la mínima corriente de coordinación es la corriente mínima de disparo del reconectador.

La figura N° 1.11 ilustra la coordinación de un reconectador ajustado a dos operaciones Rápidas (curva A) y dos operaciones Lentas (curva C) con un fusible del lado de la carga.

FIGURA 1. 11 COORDINACIÓN RECONECTADOR- FUSIBLE.



FACTORES K_C PARA FUSIBLES DE LA CARGA

Tiempo de Recierre en Ciclos	Una Operación Rápida		Dos Operaciones Rápidas	
	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo
25-30	1,3	1,25	2,0	1,8
60	1,3	1,25	1,5	1,35
90	1,3	1,25	1,5	1,35
120	1,3	1,25	1,5	1,35

Fuente: Coordinación de sistemas eléctricos de distribución, German Valderrama

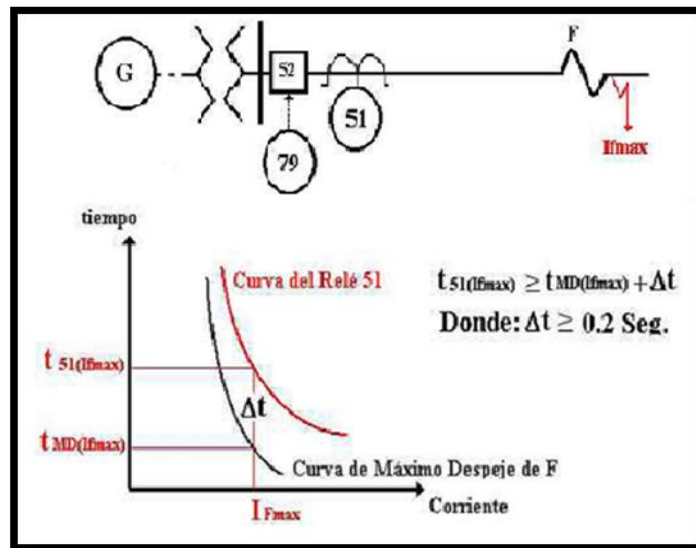
1.5.1.3 Coordinación Relé - Fusible

Según ZAPATA, Carlos. “Coordinación de relés de sobre corriente en sistemas radiales utilizando programación lineales”. (2002 pág. 129) menciona que: “El concepto de coordinación a aplicar para lograr la selectividad entre fusibles y relés es que, para la máxima corriente de cortocircuito vista por el equipo ubicado aguas abajo, las curvas del fusible y del relé estén separadas horizontalmente de tal manera que quede un margen de tiempo entre la operación de ambos equipos.”

Se debe mencionarse que en los sistemas de distribución de energía eléctrica se aplica un esquema de protección llamado “fusing save” en el cual las fallas no permanentes del tramo principal y las derivaciones son despejadas por el interruptor de la subestación y el reconectador ubicado en el tramo principal como se muestra en la figura 1.12.

El objetivo en este caso es lograr que, para fallas delante del fusible (F), este se funda y despeje la falla antes de que el relé (51) opere.

FIGURA 1. 12 COORDINACIÓN RELÉ – FUSIBLE

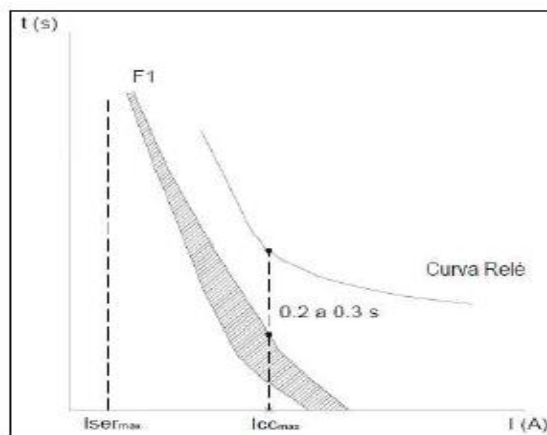


Fuente: Coordinación de sistemas eléctricos de distribución, German Valderrama

Para lo cual se debe dejar un margen de tiempo de 0.2 a 0.3 segundos al momento de la configuración del relé como se puede observar en la figura 1.13, entre la curva de máxima de despeje del fusible y la curva de tiempo inverso de operación del relé.

La figura 1.13 muestra el margen de tiempo que el relé debe esperar para actuar cuando ocurra una falla en el alimentador, permitiendo que el fusible actúe primeramente antes que el relé.

FIGURA 1. 13 CURVA DE COORDINACIÓN RELÉ – FUSIBLE



Fuente: Protecciones eléctricas Carlos J. Zapata

1.5.1.4 Coordinación Relé – Reconectador

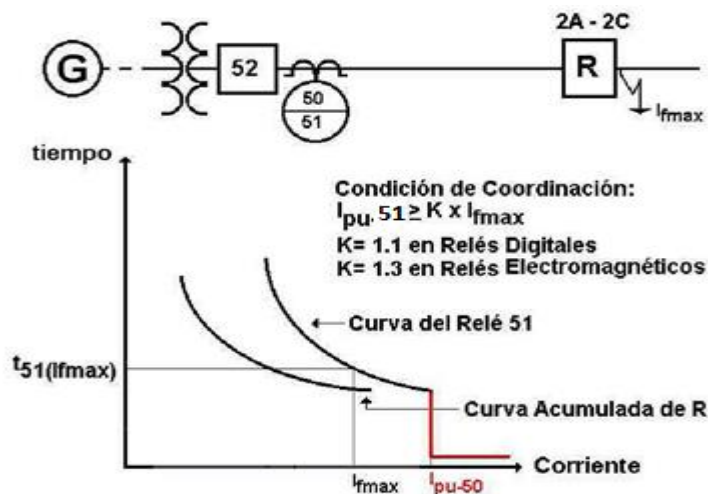
Según VALDERRAMA, Germán. “Protección y coordinación de sistemas eléctricos de distribución” (2002 pág. 61) “Para la coordinación de estos dispositivos se debe tener en cuenta dos factores: el interruptor abre el circuito algunos ciclos después del disparo del relé asociado, y el relé tiene que integrar el tiempo de despeje del reconectador.

El método de coordinación depende en gran medida de la tecnología del relé utilizado (electromagnético o estático) y del tipo de reconectador, aunque el objetivo primordial, en cualquier caso, es que el dispositivo de protección protector, para las fallas permanentes del lado de la carga, pueda ejecutar todas sus operaciones programadas sin que el relé opere.

Cuando tiene el relé (51), esta no debe despejar fallas por delante del reconectador, porque operaría primero que el reconectador, en su curva rápida, perdiéndose la selectividad, por lo tanto, la corriente de arranque de la unidad 51 debe ser ajustada por encima de la máxima corriente de falla disponible en la localización del reconectador más cercano. Se debe dejar un margen de coordinación para acomodar transitorios, sobre alcancé o errores de ajuste.

Generalmente se utiliza un factor entre 1.1 y 1.50 para multiplicar la máxima corriente simétrica (RMS) de falla trifásica en la localización del reconectador, para obtener la corriente de ajuste de la unidad instantánea. La figura 1.14, muestra el ajuste relativo de la unidad tiempo-corriente y de la unidad instantánea con respecto al reconectador y se dan valores típicos del factor K de multiplicación.

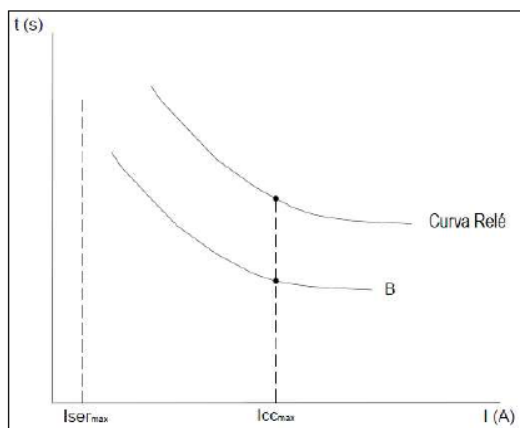
FIGURA 1. 14 COORDINACIÓN ENTRE RECONECTADOR Y RELÉ DE SOBRECORRIENTE



Fuente: Coordinación de sistemas eléctricos de distribución, German Valderrama

Se debe considerar que el relé no debe completar su ciclo de actuación mientras el reconectador conecta y desconecta las veces para el que fue calibrado, es decir que la curva B (lenta) del reconectador debe ser menor a la curva característica tiempo-corriente del relé” como se indica en la figura 1.15.

FIGURA 1. 15 CURVAS DE COORDINACIÓN RELÉ – RECONECTADOR



Fuente: VALDERRAMA, Germán. “Protección y coordinación de sistemas eléctricos de distribución”

1.6. Paquete Computacional CYME

1.6.1. CYMDIST

El programa CYMDIST permite realizar varios tipos de estudios en sistemas equilibrados o desequilibrados, monofásicos, bifásicos o trifásicos, con configuración radial, en anillo o mallada. El programa CYMDIST incluye un editor completo de redes y las funciones más importantes se describen a continuación:

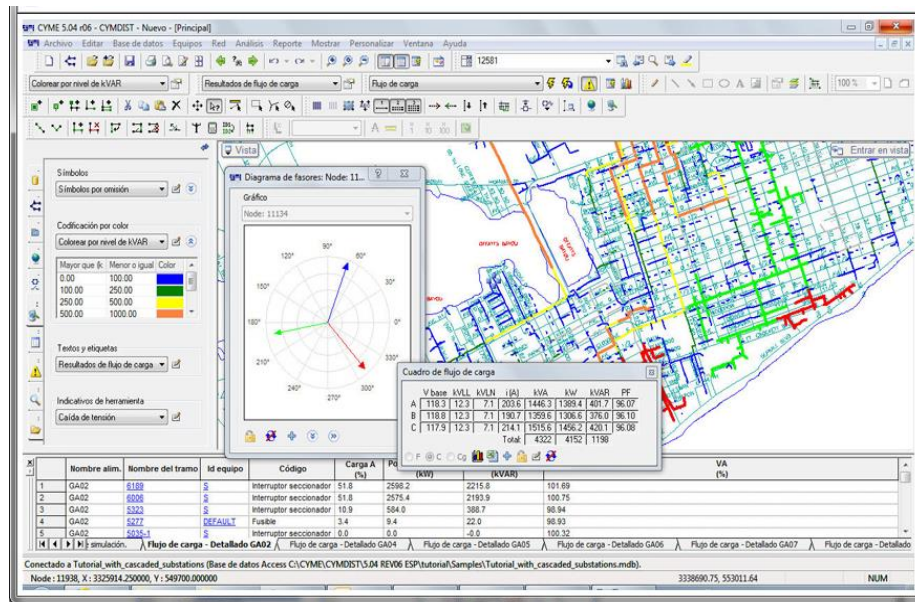
- Flujo de potencia desbalanceado
- Análisis exhaustivo de fallas
- Balance de cargas
- Distribución y evaluación de cargas
- Ubicación óptima de condensadores
- Cortocircuitos

El CYMDIST está diseñado para realizar estudios de planeamiento y simular el comportamiento de las redes de distribución en distintas condiciones de funcionamiento y distintos escenarios. Incluye varias funciones incorporadas necesarias para el planeamiento, la explotación y el análisis de las redes de distribución.

Las funciones de análisis de flujo de carga, cortocircuito y optimización de la configuración eléctrica pueden ejecutarse en sistemas de distribución equilibrados o desequilibrados, con diferentes combinaciones de fases y configuraciones. El espacio de trabajo del programa es totalmente personalizable. La representación gráfica de los componentes de la red, los resultados y los reportes puede crearse y modificarse con el fin de satisfacer el nivel de detalle requerido.

Su flexible interfaz de usuario y sus amplias bibliotecas se basan en tecnologías innovadoras de ingeniería y en las prácticas y normas de la industria eléctrica. En la figura 1.16 se puede observar una ventana de aplicación del software.

FIGURA 1.16 PROGRAMA COMPUTACIONAL CYMDIST



Fuente: <http://www.cyme.com/es/software/cymdist/10-12-2014>

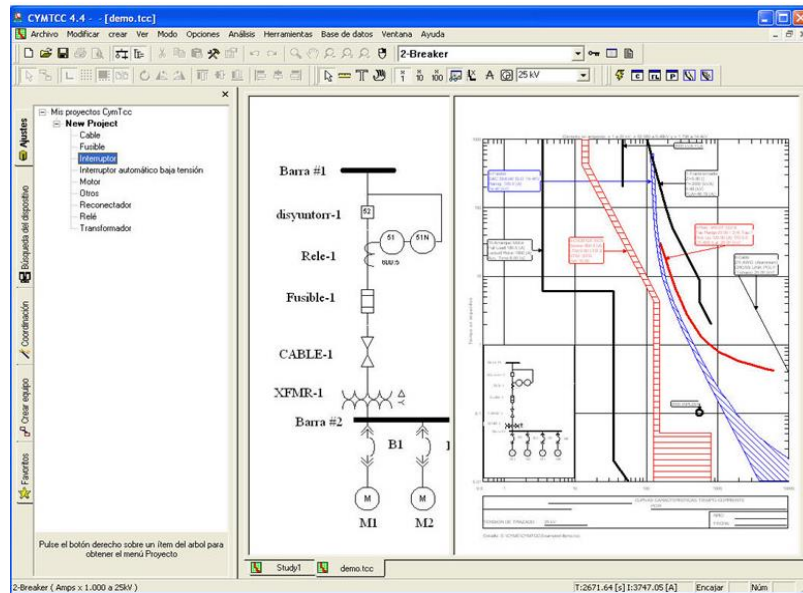
1.6.2 CYMTCC

El CYMTCC es un módulo que forma parte de CYMDIST y permite realizar estudios de coordinación de protecciones contra sobrecorriente en redes industriales, comerciales y de distribución eléctrica. También proporciona un potente editor de tipo CAD que permite construir el diagrama unifilar de la red. Las curvas características tiempo-corriente se visualiza en la pantalla, se puede imprimir en papel logarítmico estándar o enviarse a impresoras. El diagrama unifilar y las curvas tiempo-corriente pueden también exportarse a archivos para incorporarse en reportes.

El programa puede generar todas las referencias necesarias de estudio como curvas de daño térmico de cables y conductores, curvas de arranque de motores, curvas de resistencia de transformadores, puntos de corrientes de arranque y

térmicos, y ofrece medios gráficos y tabulares para verificar los márgenes de curvas a cualquier corriente de falla o nivel de voltaje del sistema. En la figura 1.17 se presenta una ventana con la aplicación del CYMTCC

FIGURA 1. 17 PROGRAMA COMPUTACIONAL CYMTCC



Fuente: <http://www.cyme.com/es/software/CYMTCC/10-12-2014>

CAPÍTULO II

2. INTERPRETACIÓN, REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN DEL ALIMENTADOR LA CENA EN CONDICIONES ACTUALES

2.1 Introducción

En el presente capítulo se evaluará la situación actual del alimentador primario La Cena, el mismo que parte de la subestación Guanujo ubicada en la ciudad de Guaranda.

Se realizará la modelación de las redes de distribución en el programa CYMDIST, para lo cual es necesario conocer todas las características técnicas de los elementos de la red como son: la carga instalada, longitud del alimentador, características eléctricas y geométricas del conductor, registro de interrupciones, entre otros.

Finalmente, una vez realizada la modelación digital del alimentador en estudio se describirá la condición operativa del mismo y si no cumplen con las condiciones

operativas adecuadas, se propondrá nuevas alternativas para su correcto funcionamiento.

2.1.1. Antecedentes

El crecimiento de la demanda, las nuevas construcciones y la modificación de la topología de la red, ha ocasionado que las protecciones ubicadas en el alimentador La Cena actúen sin una adecuada selectividad al momento que ocurre una falla.

Para garantizar a los Consumidores un suministro eléctrico que sea continuo y confiable las Empresas Distribuidoras del Servicio Eléctrico deben cumplir la REGULACIÓN No. 004/01 emitida por el ARCONEL (EX CONELEC) la cual determina la CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO.

La Unidad de Negocios CNEL EP Bolívar cumpliendo con la regulación antes mencionado emite informes anuales al ARCONEL (EX CONELEC), con los resultados de su gestión, especificando las interrupciones e indicadores de todo el sistema eléctrico de distribución.

A continuación en la tabla 2.1, se presenta el registro de control del servicio técnico correspondiente al año móvil de toda la Unidad de Negocios Bolívar.

TABLA 2. 1 CONTROL DEL SERVICIO TÉCNICO

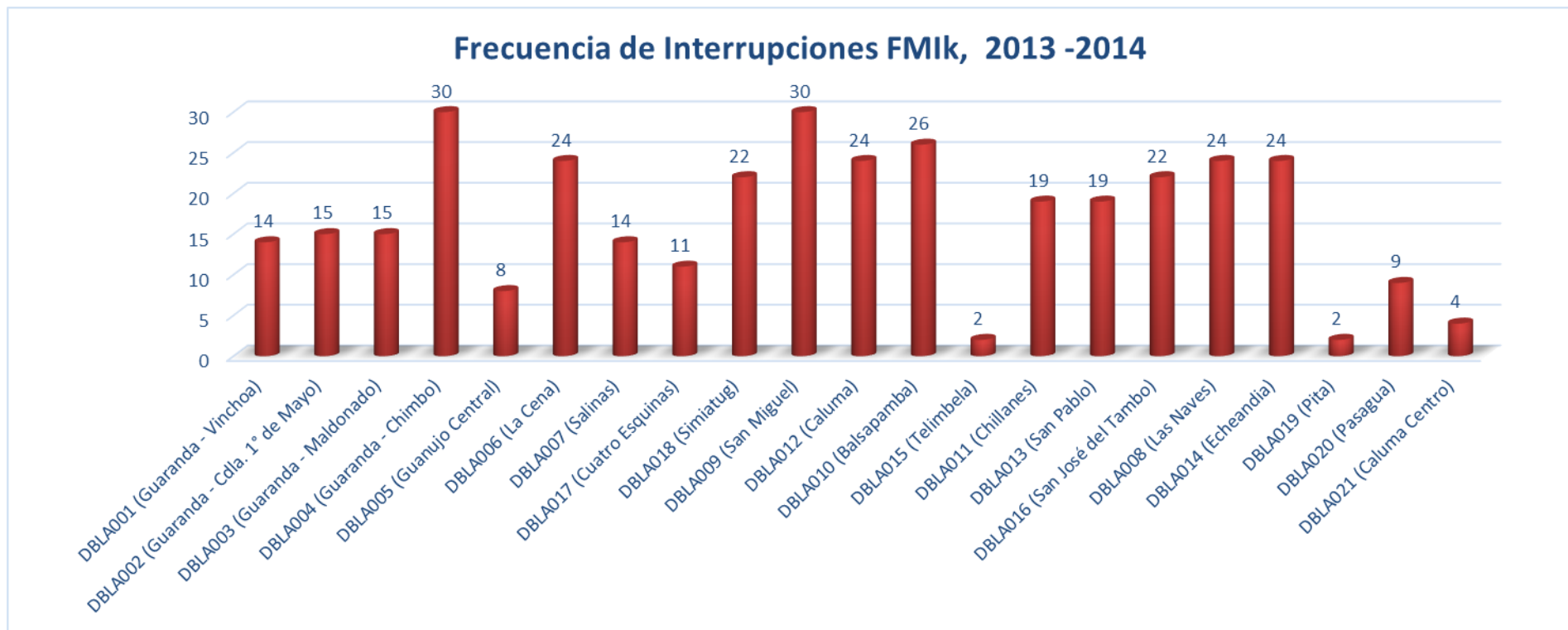


CONTROL DEL SERVICIO TÉCNICO 2013 - 2014

No.	Subestación	Alimentador	Tipo	Potencia Instalada (kVA)	Índice Acumulado		Lim. Permitido		Cumple Regulación		Número de Interrupciones		Indicadores de Calidad de Energía						
					FMik	TTik	FMik	TTik	FMik	TTik	Internas		Externas	PROGRAMADAS		NO PROGRAMADAS		Externas	
											PROG.	NO PROG.		Transmisor	FMik	TTik	FMik	TTik	FMik
1	GUARANDA	DBLA001 (Guaranda - Vinchoa)	R	1446,00	14	19,9	6	18	NO	NO	3	10	1	3	3,57	10	11,87	1,00	4,45
2	GUARANDA	DBLA002 (Guaranda - Cdl.a. 1° de Mayo)	U	4025,00	15	14,2	5	10	NO	NO	1	13	1	1	3,33	13	6,42	1,00	4,45
3	GUARANDA	DBLA003 (Guaranda - Maldonado)	U	1788,50	15	13,3	5	10	NO	NO	3	11	1	3	3,80	11	5,03	1,00	4,45
4	GUARANDA	DBLA004 (Guaranda - Chimbo)	U	6999,50	30	24,7	5	10	NO	NO	9	20	1	9	4,83	20	15,38	1,00	4,45
5	GUANUJO	DBLA005 (Guanujo Central)	U	2822,50	8	12,7	5	10	NO	NO	2	5	1	2	3,42	5	4,78	1,00	4,45
6	GUANUJO	DBLA006 (La Cena)	R	3055,50	24	45,6	6	18	NO	NO	8	15	1	8	15,67	15	25,50	1,00	4,45
7	GUANUJO	DBLA007 (Salinas)	R	473,50	14	25,6	6	18	NO	NO	3	10	1	3	10,68	10	10,45	1,00	4,45
8	GUANUJO	DBLA017 (Cuatro Esquinas)	R	3448,00	11	30,7	6	18	NO	NO	4	6	1	4	4,98	6	21,30	1,00	4,45
9	GUANUJO	DBLA018 (Simiatug)	R	676,00	22	30,3	6	18	NO	NO	8	13	1	8	5,63	13	20,17	1,00	4,45
10	COCHABAMBA	DBLA009 (San Miguel)	U	3085,00	30	35,4	5	10	NO	NO	8	21	1	8	5,90	21	25,00	1,00	4,45
11	COCHABAMBA	DBLA012 (Caluma)	R	0,00	24	40,2	6	18	NO	NO	7	16	1	7	7,77	16	27,97	1,00	4,45
12	COCHABAMBA	DBLA010 (Balsa pamba)	R	3128,00	26	30,2	6	18	NO	NO	7	18	1	7	5,00	18	20,72	1,00	4,45
13	COCHABAMBA	DBLA015 (Telimbela)	R	58,00	2	2,9	6	18	SI	SI	0	2	0	0	0,00	2	2,85	0,00	0,00
14	SICOTO	DBLA011 (Chillanes)	R	1024,50	19	35,6	6	18	NO	NO	8	10	1	8	6,65	10	24,50	1,00	4,45
15	SICOTO	DBLA013 (San Pablo)	R	752,50	19	23,6	6	18	NO	NO	5	13	1	5	4,67	13	14,45	1,00	4,45
16	SICOTO	DBLA016 (San José del Tambo)	R	860,00	22	45,0	6	18	NO	NO	8	13	1	8	7,07	13	33,47	1,00	4,45
17	ECHEANDIA	DBLA008 (Las Naves)	R	1255,50	24	45,8	6	18	NO	NO	6	17	1	6	20,10	17	21,23	1,00	4,45
18	ECHEANDIA	DBLA014 (Echeandía)	R	2577,00	24	36,5	6	18	NO	NO	8	15	1	8	16,78	15	15,23	1,00	4,45
19	CALUMA	DBLA019 (Pita)	R	1381,00	2	3,1	6	18	SI	SI	0	2	0	0	0,00	2	3,13	0,00	0,00
20	CALUMA	DBLA020 (Pasagua)	R	263,50	9	15,1	6	18	NO	SI	0	9	0	0	0,00	9	15,07	0,00	0,00
21	CALUMA	DBLA021 (Caluma Centro)	U	3164,50	4	4,0	6	18	SI	SI	0	4	0	0	0,00	4	3,98	0,00	0,00
INDICES DE RED				40838,00	21,97	28,35	4	8	NO	NO	80	151	1	5,91	7,26	15,06	16,64	1,00	4,45

Fuente: Departamento Planificación CNEL EP Bolívar
 Recopilado: Postulantes

FIGURA 2. 1 FRECUENCIA DE INTERRUPCIONES

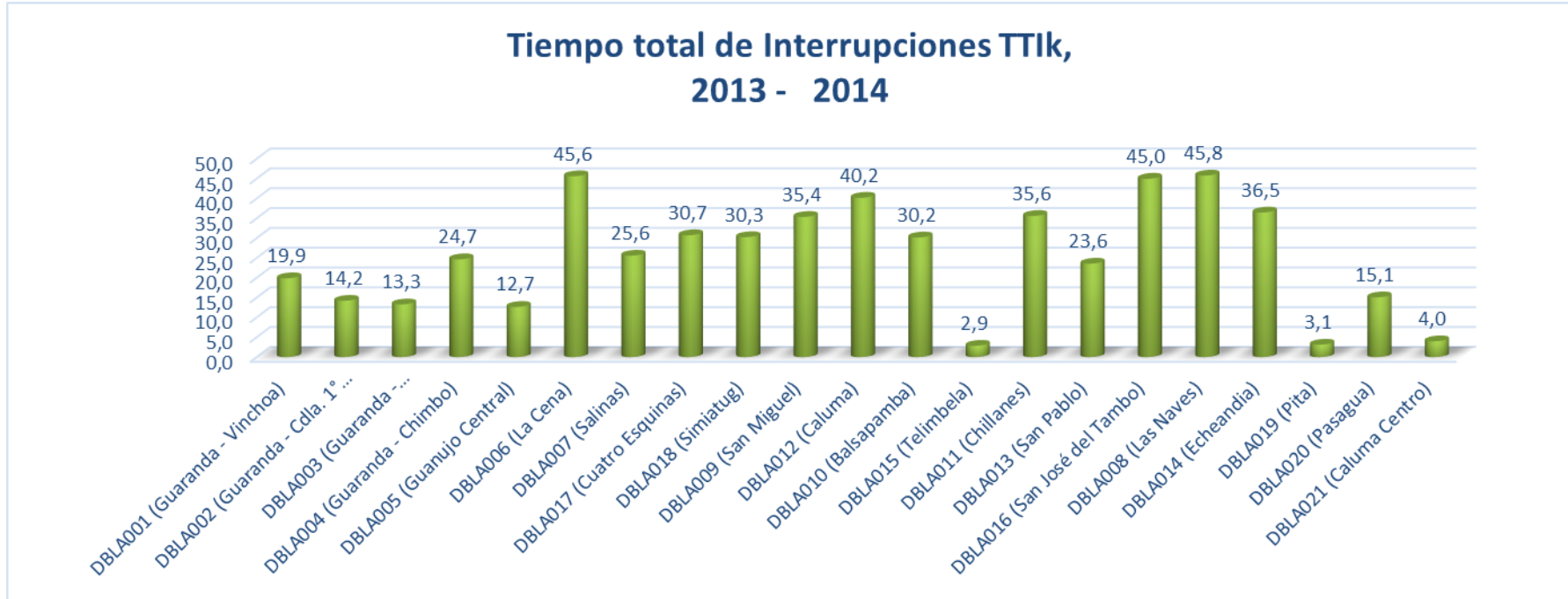


Fuente: Departamento Planificación CNEL EP Bolívar

Recopilado: Postulantes

La figura 2.1, muestra las veces que cada alimentador perteneciente a la Unidad de Negocio Bolívar ha salido de servicio durante el año móvil, por eventos imprevistos y mantenimientos programados.

FIGURA 2. 2 TIEMPO TOTAL DE INTERRUPCIÓN



Fuente: Departamento Planificación CNEL EP Bolívar
Recopilado: Postulantes

En la figura 2.2, se observa el tiempo de interrupción, es decir el tiempo que tomo en restablecer el servicio. Para el presente estudio se ha tomado como referencias los datos mencionados con respecto al alimentador La Cena de la tabla 2.1, la cual indica que el alimentador tiene como: FMIk (24) y TTIk (45,6) por lo que no cumple con la REGULACIÓN No. 004/01, emitida por el ARCONEL (EX CONELEC).

2.2. Situación Actual del Sistema Eléctrico.

2.2.1. Sistema de Subtransmisión

La Unidad de Negocio CNEL EP Bolívar en la provincia de Bolívar, tiene un solo nodo de interconexión al S.N.I para el suministro de energía eléctrica, que se encuentra en la subestación Riobamba de TRANSELECTRIC ubicada en el sector Lincán, parroquia urbana Lizarzaburo, posee una capacidad de transformación de 100 MVA y reduce el voltaje de 230 kV a 69 kV, de donde se deriva una línea a 69 kV que llega a la subestación de distribución Guaranda de la Unidad de Negocio CNEL EP Bolívar.

De la barra de 69 kV de la subestación de distribución Guaranda perteneciente a la Unidad de Negocio CNEL EP Bolívar se deriva una línea de subtransmisión hasta la Subestación Guanujo. Ésta línea está construida con un aislamiento para 69 kV y conductor ACAR 266 MCM, con una longitud de 6,6 km.

El sistema de subtransmisión de la Unidad de Negocio CNEL EP Bolívar posee un nivel de voltaje de 69kV, su estructura se puede observar en el diagrama eléctrico unifilar que se presenta en el Anexo 2.1.

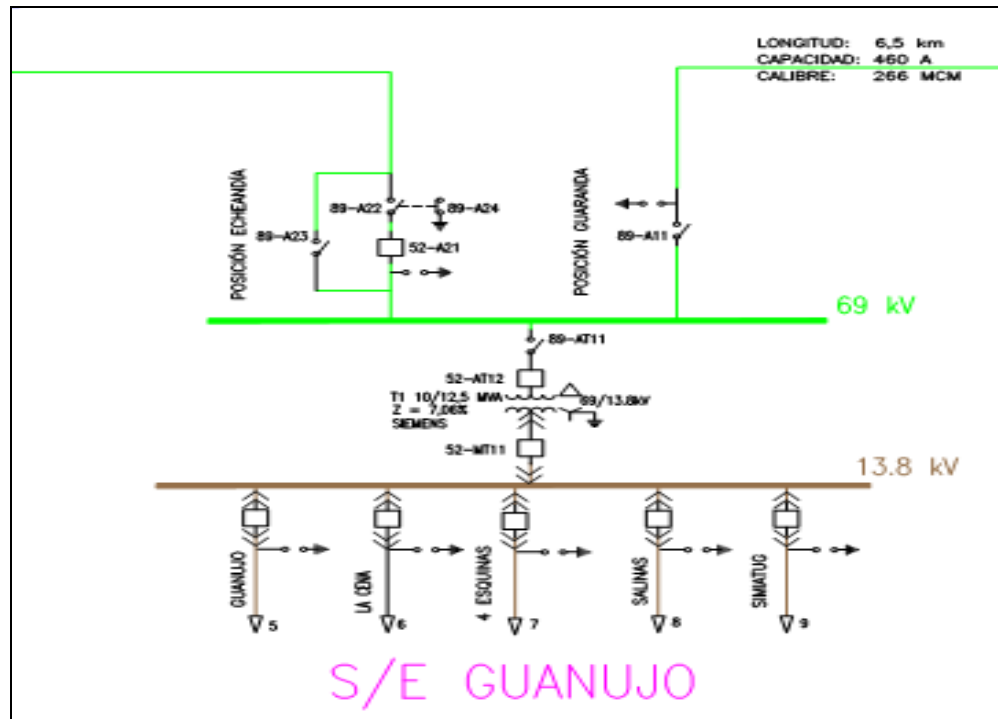
2.2.2 Subestación de Distribución Guanujo

La subestación de distribución Guanujo se encuentra ubicada en la parroquia Guanujo, vía Guaranda - Ambato. Se alimenta de la energía que transporta la línea a 69 kV que proviene de la subestación Guaranda.

Ésta subestación de distribución posee un transformador de 10/12.5 MVA, que reducen el voltaje de 69 kV a 13,8 kV. El transformador de potencia tiene protección en el lado de alto y medio voltaje con relés de sobrecorriente y

relés diferenciales para la protección propia del transformador. En la figura 2.3 se muestra el diagrama unifilar de la subestación Guanaju.

FIGURA 2.3 DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN GUANUJO



Fuente: Departamento Planificación CNEL EP Bolívar
Recopilado: Postulantes

En el lado de 69 kV se encuentra el disyuntor 52-AT12 dimensionado para la capacidad del transformador, seguido del transformador de potencia T1. En el lado de 13.8 kV se tienen los disyuntores 52-MT11. Los disyuntores tanto del lado primario y secundario del transformador, reciben la señal de operación del relé diferencial o de los relés de sobrecorriente.

De ésta subestación se derivan 5 alimentadores primarios a 13,8 kV, de los cuales uno es netamente urbano y los restantes son urbano-rurales. Cada alimentador primario posee a su salida un disyuntor que recibe la señal de actuación de un relé de sobrecorriente, el cual permite abrir el alimentador en caso de fallas o por suspensiones programadas para el alimentador.

2.2.3 Alimentadores Primarios de Distribución

Los alimentadores primarios a 13,8 / 7,96 kV están compuestos de uno, dos o tres conductores de fase y un conductor de neutro continuo, sólidamente puesto a tierra a partir del punto neutro de la subestación de distribución y común para los circuitos secundarios.

La configuración de los circuitos es de tipo aérea y radial. Los alimentadores primarios son trifásicos en sus recorrido principales y monofásicos y bifásico en sus derivaciones secundarias.

De la barra de 13,8 kV de la subestación de distribución Guanujo se derivan 5 alimentadores, siendo éstos los siguientes:

- Alimentador Guanujo Centro
- Alimentador La Cena
- Alimentador Cuatro Esquinas
- Alimentador Salinas
- Alimentador Simiatug

En cada alimentador se priorizan los parámetros fundamentales a tomarse en cuenta en el análisis, tales como son: longitud de los tramos, recorrido del alimentador, tipo de circuito, calibre de los conductores, longitud de los tramos, ubicación de los equipos de seccionamiento y protección, condiciones de los fusibles (NA o NC), la potencia nominal de los transformadores de distribución con su fase de conexión en el caso de ser monofásicos.

2.3. Descripción del alimentador propuesto para el presente estudio.

El alimentador La Cena tiene una longitud de 131,5 Km de red, que se encuentra dividido en 70,3 Km de red trifásica y 61,2 km de red monofásica, los sectores dotados de servicio eléctrico son sectores rurales tales como: San Miguelito, El Relleno, Chalata, Las Cochas, Sumicocha, Jatunpamba, Patococha, Rumiloma, Negroyacu, Paltabamba Erazo, El Castillo Bajo, Paltabamba, Atandahua, San Juan De Llullundongo, Bramadero Chico, Bramadero Grande, San Pedro Del Rayo, La Cria, Candushi, Santa Teresa, El Espino, Santa Rora, Guantacruz, Tambo Real, Illuvi, Capilluco, Palmaloma, Limón Alto, Limón Bajo, La Cena, La Dolorosa, Guachana, Santa Ana Alto, Santa Ana Bajo, Masallingo, Tablas, Cuatro Esquinas, El Tope, Aluvillo, Monjas, Santa Ana Bermejil, San Antonio, Charquiacu, Hoyo Bravo, San Vicente, Estero del Pescado, etc.

Para este estudio es necesario localizar el troncal principal el cual está comprendida de 70 km, actualmente consta de 104 seccionadores de red ubicados a lo largo de la red, pero en algunos casos se ha mal utilizado el seccionador del transformador como seccionamiento de red, el sistema actual está comprendido con 91 puntos de seccionamiento con tira fusible y 13 puntos de seccionamiento con cámara de extinción de arco.

Además cuenta con 223 transformadores instalados, 10 transformadores trifásicos y 213 transformadores monofásicos, con un total de 3462 usuarios, repartidos entre residenciales y comerciales.

Este alimentador tiene una potencia instalada de 3,085 MVA, con un factor de carga de 0,46 ésta carga está dividida en las tres fases de la siguiente manera FASE A 678,7 kVA, FASE B 1881,85 kVA y FASE C 524,45 kVA.

Para el cálculo del factor de carga se utilizó la Ecuación No 2.1:

$$f_c = \frac{\text{Energía}_{\text{mes}}[\text{KWH}]}{\text{Dmax} * 24\text{h} * \text{dias}}$$

Ecuación No. 2.1

Dónde:

Fc= factor de carga del mes de análisis.

Dmax= demanda máxima del alimentador en el mes de análisis (kW).

TABLA 2. 2 DEMANDA DEL ALIMENTADOR

Alimentador La Cena	
Demanda Máx. (MW)	1,3
Demanda Min. (MW)	0,20
Demanda Prom. (MW)	0,417
Factor de Carga	0,46
Energía. (MWh).día	31,2

Fuente: Departamento Planificación CNEL EP Bolívar

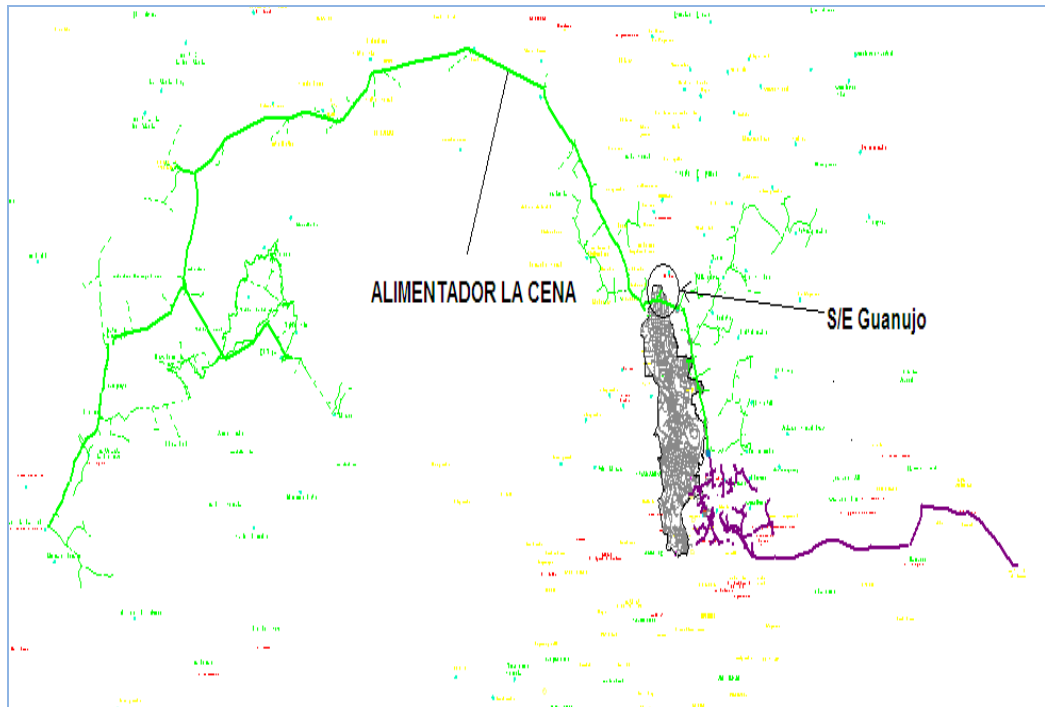
Para el estudio se trabajará con una demanda de 1,2 MVA dato proporcionado por la Unidad de Negocio Bolívar de un día pico, obtenido en todo el año donde la demanda máximo fue en el mes de noviembre, con un factor de potencia del 0,90 %.

2.3.1 Topología de la red de media tensión del alimentador La Cena

Para efectuar la evaluación de los parámetros eléctricos en el sistema se modelará la red a través de una descripción topológica de los tramos del alimentador, separados por elementos de protección y/o maniobra. Esto, debido a que los consumidores conectados a un mismo tramo sufrirán idénticas consecuencias ante las diversas contingencias que se produzcan en la red, en la figura 2.4 se observa la topología del alimentador en estudio.

El plano de la topología del alimentador con todos sus elementos se adjunta e un anexo magnético 1 con formato AUTOCAD.

FIGURA 2. 4 TOPOLOGIA DEL ALIMENTADOR LA CENA



Fuente: Cymdist

Se incluirán en este modelo: interruptores, fusibles y seccionadores barra. La decisión de presentar distintos elementos de protección se justifica dada la forma de operación diferente de cada uno de estos elementos. Por una parte, los fusibles operarán solamente ante una falla activa, mientras que los interruptores además pueden ser comandados a voluntad, e incluso ser tele comandados.

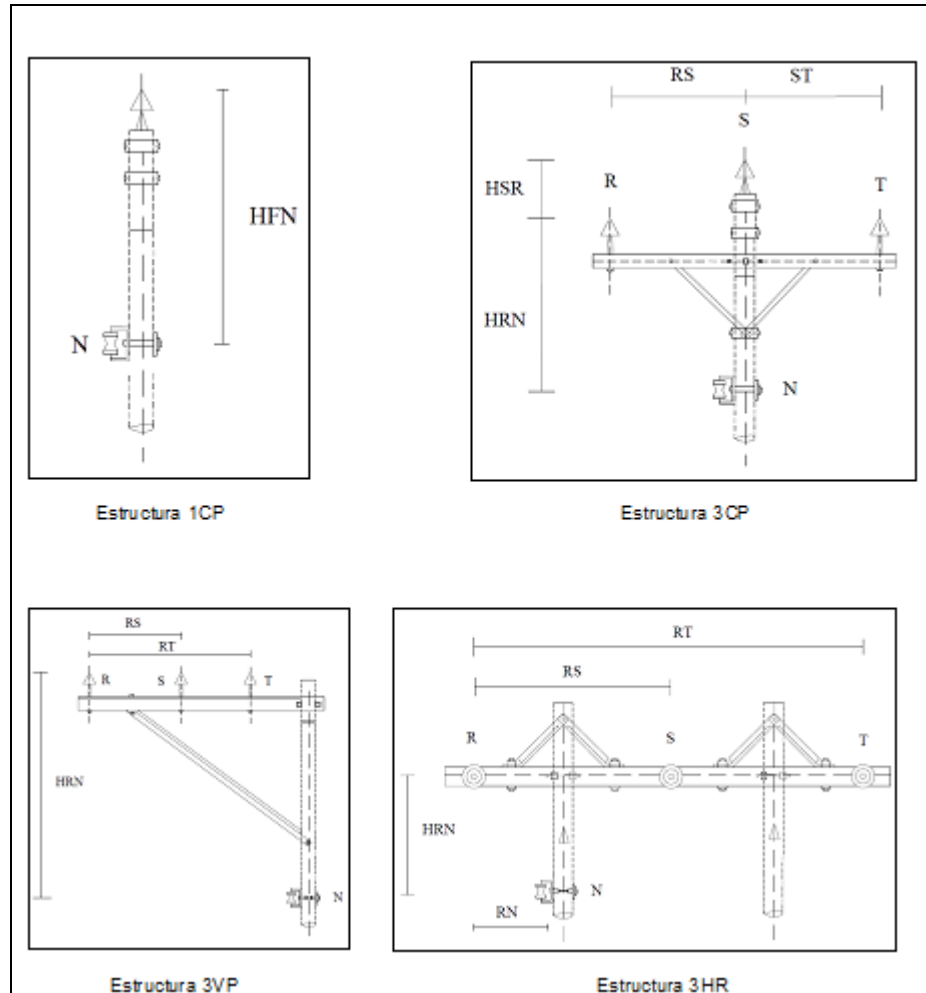
2.3.2. Parámetros de las Líneas

Para el estudio de una red de distribución aérea es conveniente analizar la disposición de los conductores en las estructuras, según la Guía de Diseño de la EEASA homologada con las emitidas por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, MEER, tales como: 3CPT-3VPT para la parte trifásica y para la parte monofásica las estructuras de tipo 1CPT.

Las estructuras 3CRT y 1CRT tienen igual montaje y disposición de los conductores que el de las estructuras 3CPT y 1CPT respectivamente su diferencia

radica en el tipo de aislador, en función de montaje de línea, como se indica en la figura 2.5.

FIGURA 2.5 TIPOS DE ESTRUCTURAS



Fuente: MEER y EEASA, Codificación de Unidades de propiedad UP y Guías de Diseño, Redes Aéreas, EEASA 2007

En la tabla 2.3 se muestra las distancias entre conductores de fase, fase-neutro según el tipo de calibre.

TABLA 2. 3 DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES DE FASE Y FASE-NEUTRO PARA LAS ESTRUCTURAS 3CPT, 3VP Y 1CPT

ESTRUCTURA	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES						
	DISTANCIA CONDUCTORES				ALTURA (m)		
	RS	ST	RT	RN	HSR	HRN	HFN
1CP	-	-	-	-	-	-	1,374
3CP	1,01186	1,01186	2,02372	-	0,5	0,874	-
3VP	0,55	0,8	1,35	-	-	2,374	-
3HR	2	2	4	0,151	-	1,1	-

Fuente: MEER y EEASA, Codificación de Unidades de propiedad UP y Guías de Diseño, Redes Aéreas, EEASA 2007

A más de la disposición de los conductores en las estructuras los parámetros de las líneas son:

- Número de conductores por circuito.
- Presencia del neutro del conductor.
- Material y calibre de los conductores.

De acuerdo al material y calibre de los conductores se tienen sus valores de resistencia y reactancia como se detalla en la Tabla 2.4.

TABLA 2. 4 DATOS DE CONDUCTORES

CÓDIGO	CALIBRE	CAPACIDAD NOMINAL (A)	DATOS				
			DIÁMETRO EXTERNO	DIÁMETRO INTERNO (cm)	R M G (cm)	R a 25°C (Ω/km)	R a 50°C (Ω/km)
PENGUIN	ACSR-4/0 AWG	340	1	0.477	0.24811	0.27651	0.36785
PIGEON	ACSR-3/0 AWG	300	1.27	0.4247	0.18288	0.34797	0.44925
QUAIL	ACSR-2/0 AWG	270	1.135	0.3785	0.15545	0.43869	0.55613
RAVEN	ACSR-1/0 AWG	230	1.011	0.3371	0.13594	0.55178	0.69594
SPARATE	ACSR-2AWG	180	0.82	0.3299	0.15362	0.87613	1.02526
SWAN	ACSR-4 AWG	140	0.652	0.2614	0.13777	1.39187	0.34175
AMES	AAAC-2 AWG	180	0.74	0.247	0.269	0.876	0.963
AZUSA	AAAC-1/0 AWG	242	0.93	0.312	0.3392	0.5499	0.6046

Fuente: <http://electrocable.com/12-01-2015>

2.4. Metodología para el desarrollo del estudio.

Utilizando el software CYMDIST proporcionado por la empresa, la misma que cuenta con la licencia de esta herramienta, ha facilitado la realización del presente estudio, el mismo que se realizó en las siguientes etapas:

- Validación y Verificación de datos.
- Modelación Digital del Alimentador La Cena
- Cálculo de Niveles de Cortocircuito mediante el CYMDIST
- Verificación y análisis de la coordinación de protecciones existente.

2.4.1. Validación y Verificación de datos del alimentador La Cena.

Fue necesario realizar el recorrido del alimentador para verificar la potencia instalada de los transformadores de distribución, la topología existente y la ubicación de las protecciones, el trabajo de campo fue comparado con la información del ArcGIS facilitada por la empresa. Luego de lo cual la información depurada fue utilizada para la modelación.

2.4.2. Modelación Digital del Alimentador La Cena

La modelación digital del alimentador en estudio se realiza con el programa de análisis técnico de redes de distribución CYMDIST

2.4.3. Niveles de Cortocircuitos Suministrados

Para realizar el estudio de cortocircuito en el sistema de distribución, se requiere de los niveles de cortocircuito de la S/E Guanujo, los cuales fueron suministrados por el Departamento de Subestaciones de la CNEL EP Bolívar, el mismo que usó el programa CYMDIST estos valores se presentan en la tabla 2.5.

TABLA 2. 5 NIVELES DE CORTOCIRCUITO

S/E GUANUJO	IMPEDANCIAS DE SECUENCIA	MÁXIMA GENERACIÓN				CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO			
		ohmios		PU		Trifásica		Monofásica	
		R	X	R	X	(kA)	MVA	(kA)	MVA
Z0	0,134	1,330	0,070	0,698	3,250	77,682	3,830	91,546	
Z1	0,482	2,400	0,253	1,260					
Z2	0,482	2,400	0,253	1,260					

Fuente: CNEL EP Bolívar

Recopilación: Postulantes.

2.5. Cálculo de los Niveles de Cortocircuito en los Circuitos a Analizar.

Los niveles de cortocircuito se obtendrán con la ayuda del programa CYMDIST, el cual mediante la interfaz con el ArcGIS, extrae la información actualizada de las redes de distribución como son: puntos de transformación, calibre del conductor, tipo de conductor, presencia de bancos de condensadores, etc.

Luego de haber ingresado los niveles de cortocircuito de la subestación Guanujo, se procede a realizar el estudio de cortocircuitos.

En la tabla 2.6, se presentan los resultados obtenidos mediante el flujo de cortocircuitos en los puntos donde se encuentran ubicados los equipos de protección.

TABLA 2. 6 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Nombre red	Nombre del tramo	Fase	LT A (A)	LT B (A)	LT C (A)
ALIMENTADOR_LA_CENA	52386_MTA	C	-	-	2497.52
ALIMENTADOR_LA_CENA	62053_MTA	C	-	-	94.07
ALIMENTADOR_LA_CENA	62055_MTA	B	-	96.68	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	60271_MTA	B	-	93.71	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	62061_MTA	A	96.5	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	62063_MTA	A	96.54	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	62067_MTA	B	-	97.59	-

Nombre red	Nombre del tramo	Fase	LT A	LT B	LT C
			(A)	(A)	(A)
ALIMENTADOR_LA_CENA	61401_MTA	B	-	95.02	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	61388_MTA	B	-	91.84	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	61406_MTA	B	-	97.22	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	61393_MTA	B	-	95.1	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	61984_MTA	A	100.08	0	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	63714_MTA	B	-	99.28	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	61242_MTA	B	-	98.37	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	61217_MTA	B	-	95.52	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	61219_MTA	B	-	95.73	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	61118_MTA	B	-	100.43	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	52270_MTA	A	1003.4	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	55271_MTA	C	-	-	1007.16
ALIMENTADOR_LA_CENA	55247_MTA	C	-	-	1060.66
ALIMENTADOR_LA_CENA	62611_MTA	A	1179.3	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	58244_MTA	A	1404.5	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	71070_MTA	B	-	2155.23	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	62537_MTA	B	-	832.28	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	53059_MTA	A	2458.8	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	58932_MTA	A	1703.2	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	62402_MTA	C	-	-	870
ALIMENTADOR_LA_CENA	41024_MTA	C	-	-	816.15
ALIMENTADOR_LA_CENA	63689_MTA	A	705.49	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	60659_MTA	A	628.44	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	52951_MTA	A	652.48	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	41017_MTA	ABC	782.51	783.29	784.03
ALIMENTADOR_LA_CENA	52852_MTA	C	-	-	749.13
ALIMENTADOR_LA_CENA	52849_MTA	ABC	747.79	748.48	749.13
ALIMENTADOR_LA_CENA	52853_MTA	A	754.17	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	41966_MTA	A	677.52	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	52866_MTA	A	754.13	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	51817_MTA	A	773.3	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	52845_MTA	B	-	797.2	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	62223_MTA	A	898.61	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	52873_MTA	B	-	1010.7	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	41296_MTA	B	-	794.01	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	78843_MTA	B	-	850.21	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	52876_MTA	B	-	987.12	-

Nombre red	Nombre del tramo	Fase	LT A	LT B	LT C
ALIMENTADOR_LA_CENA	52956_MTA	ABC	1001.8	1003.18	1004.46
ALIMENTADOR_LA_CENA	52954_MTA	B	-	1043.45	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	61408_MTA	B	-	97.79	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	52963_MTA	C	-	-	1127.65
ALIMENTADOR_LA_CENA	58893_MTA	C	-	-	1438.39
ALIMENTADOR_LA_CENA	53196_MTA	B	-	1462.21	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	66242_MTA	A	1599.7	-	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	62419_MTA	B	-	1810.73	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	60874_MTA	B	-	926.72	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	60612_MTA	B	-	923.75	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	58636_MTA	B	-	941.98	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	60719_MTA	B	-	1048.66	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	59236_MTA	B	-	1040.32	-
ALIMENTADOR_LA_CENA	60622_MTA	A	1945.6	-	-

Fuente: CYMDIST

Elaborado por: POSTULANTES

2.6.- Hipótesis.

El estudio de las corrientes de cortocircuitos en el alimentador La Cena permitirá determinar si la coordinación de protecciones se encuentra calibradas con un criterio técnico adecuado.

2.6.1.2.- Operacionalización de Variable Dependiente: *Mejorar la selectividad de las protecciones del alimentador La Cena.*

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Técnicas E Instrumentos
<p>El sistema de protecciones debe actuar aislando únicamente la parte del sistema afectado.</p> <p>Mejorar los índices de calidad del servicio eléctrico.</p>	<p>Filosofía de las protecciones</p> <p>Confiabilidad</p>	<p>Selectividad y Sensibilidad.</p> <p>Tiempos de Interrupción del servicio</p>	<p>Software CYMTCC</p>

Elaborado por: Postulantes

2.7. Estado Actual de las Protecciones del Alimentador La Cena

Mediante la aplicación del método de campo se realizará la verificación en sitio de los elementos de protección de sobrecorriente del alimentador, donde se logró identificar el tipo y las capacidades de los fusibles instalados para la coordinación de las protecciones como se muestra en la tabla 2.7.

TABLA 2. 7 SECCIONADORES FUSIBLES DEL ALIMENTADOR

Nombre	Fase	Capacidad (A)	Tipo	Coord. X	Coord. Y
10821	C	12	K	720779,252	9828133,758
3460	B	10	K	709568,542	9833665,122
3406	A	6	K	701098,235	9831396,2
3393	A	12	K	701575,96	9828286,423
10488	C	40	K	695865,534	9822426,633
33281	C	10	K	696686,928	9822142,875
34594	A	2	K	696525,96	9823216,339
34595	A	2	K	696635,44	9823523,065
34596	A	2	K	696901,996	9823888,018
34597	B	3	K	697234,669	9824410,447
10478	B	15	K	697313,428	9824435,583
33282	B	2	K	696885,632	9823189,232
10480	A	6	K	697301,117	9824513,685
10481	A	6	K	697319,739	9824555,991
34598	B	6	K	697801,384	9824771,689
10483	B	6	K	697928,202	9824875,922
10484	B	40	K	698179,99	9825107,106
34268	B	15	K	698514,383	9825130,122
10431	B	10	K	699650,275	9825403,769
10493	B	1	K	701312,179	9824676,866
34265	B	15	K	698463,62	9825069,6
10489	B	0,6	K	699211,571	9824567,819
34592	B	0,4	K	698274,604	9826386,564
10486	A	12	K	698117,9	9827164,513

Nombre	Fase	Capacidad (A)	Tipo	Coord. X	Coord. Y
24002	A	8	K	698013,909	9827895,459
11183	B	10	K	705278,476	9828209,034
33932	B	25	K	706648,68	9826388,597
33950	B	10	K	708050,819	9825260,377
33951	B	2	K	707920,641	9825270,602
33928	B	8	K	701066,096	9826459,676
10866	A	25	K	717961,177	9831976,457
10865	A	8	K	717792,094	9831749,41
10868	C	6	K	718012,253	9832028,268
10867	C	15	K	718233,148	9831660,076
10864	C	6	K	718059,294	9831240,898
10870	A	6	K	718713,379	9830993,415
10871	A	12	K	719235,81	9830062,465
10823	B	40	K	719679,298	9828296,449
10822	B	10	K	719759,741	9828089,458
10863	B	6	K	718050,111	9830664,499
10862	B	6	K	718398,903	9829450,812
10726	A	12	K	722377,451	9827923,781
10740	A	6	K	723004,631	9826698,896
10670	C	8	K	723386,443	9823082,845
10706	A	6	K	724469,281	9822422,794
10704	A	8	K	725283,352	9822176,723
10705	A	8	K	725039,209	9822410,192
10708	ABC	25	K	723893,312	9822718,246
10698	C	2	K	723603,047	9822651,113
1921	ABC	2	K	723694,97	9822571,903
10700	A	8	K	723701,722	9822497,593
10669	A	6	K	723372,265	9822074,821
10701	A	15	K	723741,829	9822497,065
10703	A	6	K	723816,171	9822654,894
10707	B	6	K	723824,824	9822817,431
10699	A	6	K	723282,671	9823303,966
10711	B	40	K	723861,33	9823554,66
10712	B	10	K	724506,95	9823514,67
10713	B	6	K	724603,495	9823505,104

Nombre	Fase	Capacidad (A)	Tipo	Coord. X	Coord. Y
20971	B	2	K	723899,429	9823418,791
28507	ABC	3	K	723599,51	9823716,402
10714	B	6	K	723830,568	9823807,281
10718	C	40	K	723680,402	9824315,526
10716	C	40	K	724410,09	9824347,249
10684	C	20	K	725044,275	9825337,939
10720	C	10	K	724918,824	9826572,267
10722	C	6	K	725271,645	9826690,841
10739	C	8	K	723325,644	9825824,931
10738	B	3	K	723219,893	9825905,572
10740	A	15	K	722843,841	9826558,171
10742	B	40	K	722953,217	9826989,252
10730	B	1,6	K	724714,358	9828992,511
10731	B	40	K	724617,018	9829001,19
10755	B	6	K	724765,801	9829726,76
10754	B	6	K	724768,404	9829887,644
10753	B	25	K	725069,386	9830269,309
10752	B	15	K	725563,008	9830500,09
10751	B	10	K	726582,249	9829801,895
10721	B	6	K	727055,685	9830116,409
10750	B	6	K	727076,074	9829836,1
10727	B	6	K	726734,015	9829592,473
10729	B	8	K	724521,356	9828932,446
10748	B	6	K	724258,813	9828301,826
10743	B	8	K	723436,884	9827511,041
10745	B	15	K	724116,137	9827406,513
10744	B	6	K	723322,866	9827479,358
10746	A	6	K	722778,291	9827294,699

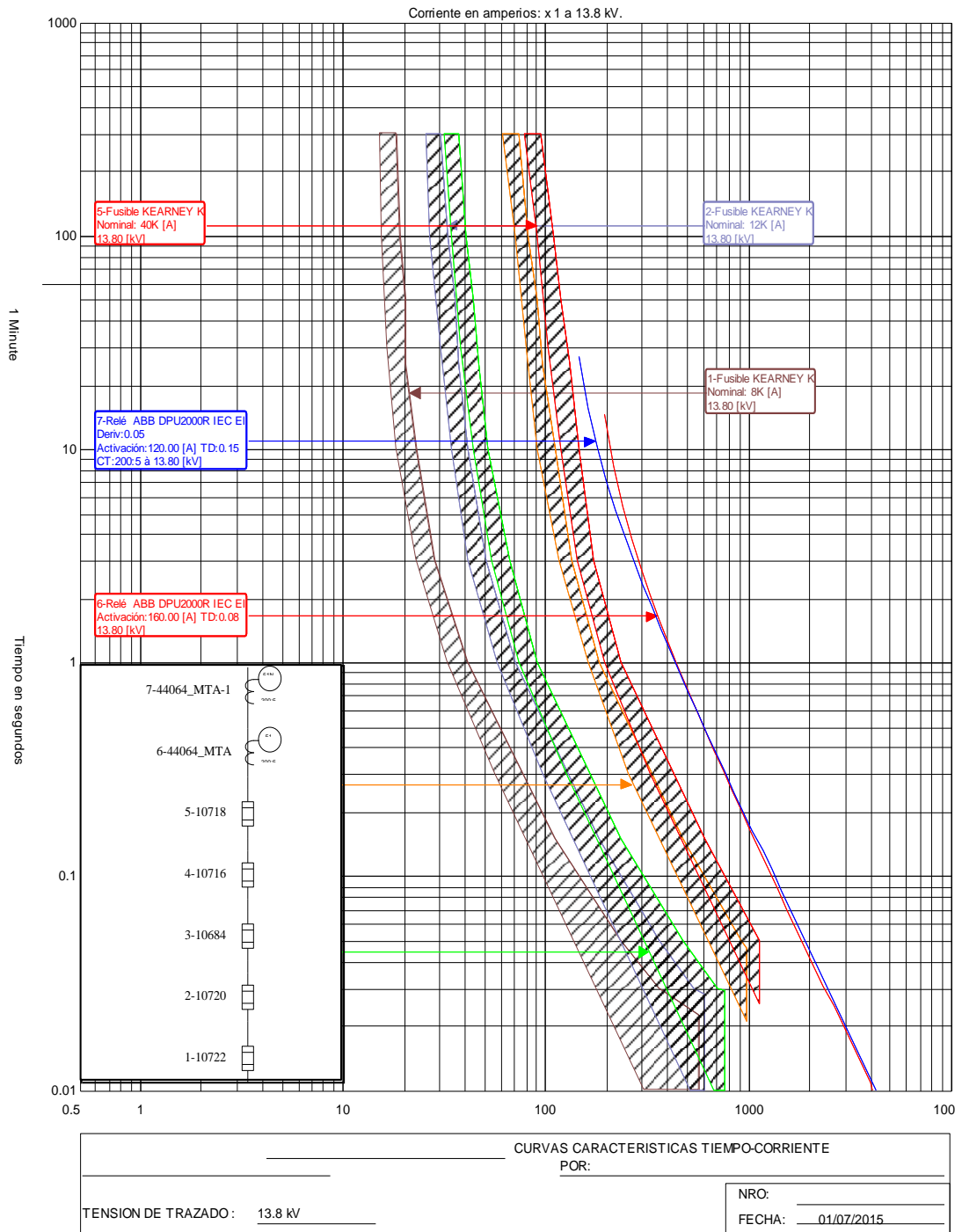
Fuente: Departamento de Planificación de CNEL EP Bolívar

Elaborado por: Postulantes

En la figura 2.6, se muestra un ejemplo de la coordinación de protecciones de un ramal donde existe más de tres fusibles en serie por lo que las curvas tiende a unirse, ocasionando que disminuya el tiempo de fusión de los elementos de protecciones, por lo que ocasiona que exista una inadecuada selectividad al momento ocurre una falla.

En el anexo 2.2 se indica la coordinación actual de los demás ramales del alimentador.

FIGURA 2. 6 CURVAS DE COORDINACIÓN ACTUAL DE UN RAMAL SECUNDARIO DEL ALIMENTADOR LA CENA



Estudio: C:\Users\EstacionG3\Desktop\TCC_52975_MTA_(3).tcc

Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes

2.8 Verificación de la Hipótesis

Con el estudio de cortocircuito y coordinación de protecciones mediante la simulación de software CYMDIST Y CYMTCC se determinó que existe un alto porcentaje de elementos de protección instalados en el alimentador La Cena, que no se encuentran coordinados adecuadamente, debido a que se identificó que en varios ramales secundarios se encuentran instalados seccionadores fusible en puntos innecesarios, es decir hasta 5 fusibles en serie en tramos de poca longitud, ocasionando que no exista selectividad al momento de ocurrir una falla como se indica en el anexo 2.2 y en el anexo 2.3 se detalla el reporte de la coordinación de protecciones, modelado en el software CYMDIST en condiciones actuales.

Con la información anteriormente descrita se concluye que la hipótesis es viable es decir “Estudio de Coordinación de Protección de Sobrecorriente del Alimentador La Cena Perteneciente a la Subestación Guanujo de la CNEL EP Bolívar”, permitirá disminuir las interrupciones del servicio eléctrico, así como mejorar la protección de equipos instalados en el alimentador, mejorando así la confiabilidad del sistema.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

“Calibración y reconfiguración de las protección de sobrecorriente del alimentador La Cena perteneciente a la subestación Guanujo de la Unidad de Negocio CNEL EP Bolívar”

3.1 Presentación de la Propuesta

En este capítulo se presenta la propuesta para el mejoramiento y reconfiguración del sistema de protecciones de sobrecorriente, con los resultados obtenidos del análisis de las corrientes de cortocircuito mediante el programa CYMDIST y los valores de coordinación del sistema de protecciones obtenido con el programa CYMTCC, se procederá con la configuración de cada uno de los parámetros de las protecciones del alimentador La Cena escogido como caso de estudio.

Los ajustes permitirán un mejor manejo y operación del alimentador La Cena, es decir, ante la presencia de una contingencia en cualquier tramo del alimentador,

ésta será despejada por el elemento de protección más próximo, obteniendo un sistema de eléctrico que cumplan con la filosofía de protecciones, asegurando confiabilidad y continuidad del suministro de energía a los usuarios que no estén dentro de la zona donde se produjo la falla.

3.2. Objetivos

3.2.1. Objetivo General

- Mejorar la selectividad de las protecciones de sobrecorriente en el alimentador La Cena de la Subestación Guanujo de la Unidad de Negocio CNEL EP Bolívar, mediante la simulación en el software CYMDIST y CYMTCC

3.2.2. Objetivos Específicos

- Obtener las corrientes de cortocircuitos mediante el software CYMDIST del alimentador La Cena de la subestación Guanujo.
- Modelar el alimentador La Cena para describir las condiciones operativas del sistema de protecciones mediante el software CYMTCC y proponer nuevas alternativas para su correcto funcionamiento.
- Recalibración de protecciones de sobrecorriente en el alimentador La Cena de la Subestación Guanujo.

3.3 Justificación

Mediante la coordinación entre elementos de protección se puede obtener un sistema eléctrico confiable que permitirá mantener servicio eléctrico continuo, para esto se ha considerado la utilización de reconectores, relés, seccionadores fusibles y seccionadores barras, con la finalidad de reponer el servicio en el menor tiempo posible mejorando selectividad y la vida útil de equipos ubicados en el alimentador.

Los estudios de cortocircuito, son utilizados para determinar el correcto ajuste, calibración y verificación de los equipos de protecciones. La acertada intervención en el sistema permite asegurar en primer lugar la seguridad del personal, integridad de los elementos de distribución y confiabilidad del sistema en general.

Con la reconfiguración de los elementos de protecciones del alimentador La Cena, se mejorará los índices de calidad de servicio eléctrico por interrupciones forzadas, las cuales se presentan por la inadecuada selectividad al momento que ocurre una falla en el sistema.

3.4 Desarrollo de la Propuesta

3.4.1 Esquema de Protecciones Propuestas.

La nomenclatura utilizada para la designación de tramos del alimentador fue extraída de la base de datos del ArcGIS de igual manera los seccionadores fusibles, seccionadores barra y reconectores están representados por su respectiva numeración.

Para los nuevos elementos que se propone instalar se identificarán de la siguiente manera, para seccionadores fusible “SP” y seccionadores barra “SB” acompañados de su numeración.

Los tramos donde están ubicados todos los elementos de protección están definidos como MTA_ y el número correspondiente de cada uno.

3.4.2. Localización óptima de Protecciones.

La ubicación actual de los puntos de seccionamiento no ofrece condiciones favorables para la coordinación de protecciones, por lo cual se ha determinado realizar el retiro, reubicación e instalación de nuevos elementos de protección.

Considerando las normas de distribución de energía referente al seccionamiento de alimentadores primarios y criterios de protecciones eléctricas, se ha propuesto un nuevo esquema de protecciones para el alimentador.

Para la localización de las protecciones propuestas se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Criterios enunciados en el capítulo 1 (pág. 15 a la 17).
- Corriente de cortocircuito y carga del tramo a proteger.

3.5 Estudio de Coordinación

Con el estudio de coordinación de protecciones realizado en el Alimentador la Cena, se determinó realizar las siguientes modificaciones en el esquema de protecciones para lograr que en el sistema eléctrico cumpla con la filosofía de coordinación, en el anexo magnético 2 formatos AutoCAD, se muestra el diagrama unifilar de la propuesta de la coordinación de protecciones.

Luego de haber realizado los criterios de coordinación en el alimentador La Cena se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran a continuación:

- a) Se propone el retiro de seccionadores fusibles como se indica en la tabla 3.1 y en el anexo magnético 2 formatos AutoCAD.

TABLA 3.1 SECCIONADORES FUSIBLES A RETIRAR

DESCRIPCIÓN DE SECCIONAMIENTOS TIPO BARRAS, FUSIBLES DEL ALIMENTADOR LA CENA			
Nombre red (ALIMENTADOR)	# TRAMO	Nombre	Observaciones
LA CENA	52871_MTA	10711	RETIRAR FUSIBLE DEL TRONCAL PRINCIPAL
LA CENA	52878_MTA	10712	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	66562_MTA	10669	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	52878_MTA	10712	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	52880_MTA	10713	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	52975_MTA	10722	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	52971_MTA	10720	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	60886_MTA	10684	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	52942_MTA	10716	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	60748_MTA	S/N	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	60605_MTA	10721	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	60726_MTA	10750	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	60847_MTA	10727	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	62409_MTA	10751	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	71058_MTA	10752	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	79155_MTA	10753	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	53228_MTA	10754	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	60713_MTA	10755	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	58634_MTA	S/N	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	60559_MTA	10729	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	60616_MTA	S/N	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	60720_MTA	10748	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	62422_MTA	10745	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	59238_MTA	S/N	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	79476_MTA	10743	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	66881_MTA	10744	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	78525_MTA	10822	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	78522_MTA	10823	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	66932_MTA	10862	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	62541_MTA	10864	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	62544_MTA	10865	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	45137_MTA	24002	RETIRO DE FUSIBLE
LA CENA	61987_MTA	10486	RETIRO DE FUSIBLE

Fuente: CYMDIST

Elaborado por: Postulantes

- b) La instalación de seccionadores fusibles como se indica en la tabla 3.2 y en el anexo magnético 2 formatos AutoCAD. Para la protección y operación de los ramales donde no existen elementos de protección.

TABLA 3.2 SECCIONADORES FUSIBLES A INSTALAR

DESCRIPCIÓN DE SECCIONAMIENTOS TIPO BARRAS, FUSIBLES DEL ALIMENTADOR LA CENA			
Nombre red (ALIMENTADOR)	# TRAMO	POSTE	Nombre
LA CENA	41018_MTA	218610	SP1
LA CENA	42567_MTA	219104	SP2
LA CENA	61274_MTA	S/N	SP3
LA CENA	61376_MTA	S/N	SP4
LA CENA	61269_MTA	S/N	SP5
LA CENA	61245_MTA	S/N	SP6
LA CENA	41018_MTA	218610	SP1
LA CENA	42567_MTA	219104	SP2
LA CENA	61274_MTA	S/N	SP3
LA CENA	61376_MTA	S/N	SP4
LA CENA	61269_MTA	S/N	SP5
LA CENA	61245_MTA	S/N	SP6
LA CENA	61186_MTA	S/N	SP7
LA CENA	61176_MTA	S/N	SP8
LA CENA	61124_MTA	S/N	SP9
LA CENA	45142_MTA	211022	SP10
LA CENA	34721_MTA	S/N	SP11
LA CENA	34882_MTA	S/N	SP12
LA CENA	34545_MTA	S/N	SP13
LA CENA	40678_MTA	219470	SP14
LA CENA	50832_MTA	219496	SP15
LA CENA	35001_MTA	S/N	SP16
LA CENA	33774_MTA	S/N	SP17
LA CENA	60200_MTA	S/N	SP18
LA CENA	52253_MTA	222574	SP19
LA CENA	67007_MTA	223037	SP20
LA CENA	60173_MTA	S/N	SP21

Fuente: CYMDIST

Elaborado por: Postulantes

Se debe tomar en cuenta que en la troncal principal no deben existir seccionadores fusibles, ya que debe estar protegida por el relé de la subestación y el disyuntor.

3.5.1. Estudio de las Corrientes de Cortocircuito para el esquema propuesto.

Para realizar el estudio de las corrientes de cortocircuito en el sistema de distribución, se requiere de los niveles de cortocircuito de la S/E Guanajuato tales como se indica en la tabla 2.5 del Capítulo II.

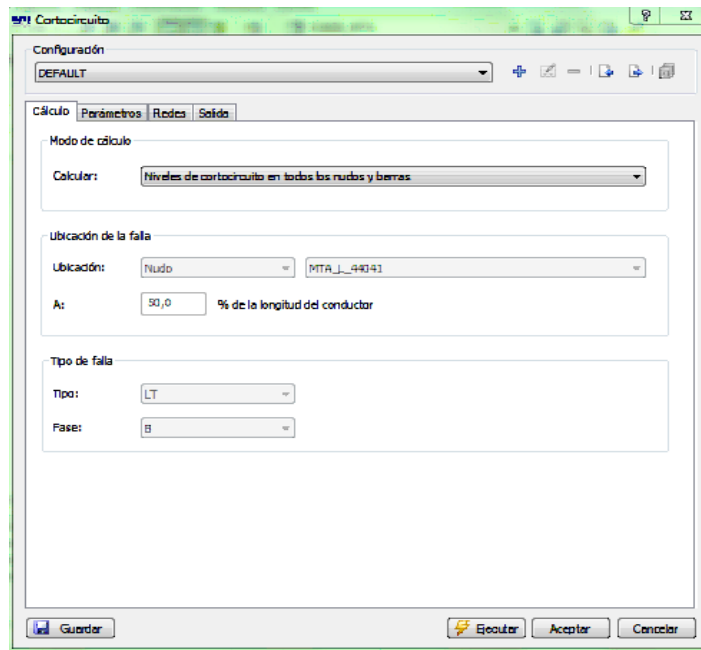
Las alternativas de simulación que presenta el módulo de cortocircuito son fallas: trifásico, dos fases, dos fases a tierra y finalmente monofásico.

Procedimiento

Es necesario haber ejecutado el estudio de cortocircuito, con lo cual el software CYMDIST utilizará los valores de corriente y voltaje que existen en cada uno de los nodos.

Se selecciona en el menú del programa, las opciones de análisis y análisis de falla, aparecerá una ventana como la que se muestra en la figura 3.1.

FIGURA 3. 1 ANÁLISIS DE FALLA EN SOTFWARE CYMDIST



Fuente: CYMDIST

En esta ventana se muestran los diferentes tipos de fallas y también permite especificar los valores de impedancia según el tipo de falla a que se va a simular.

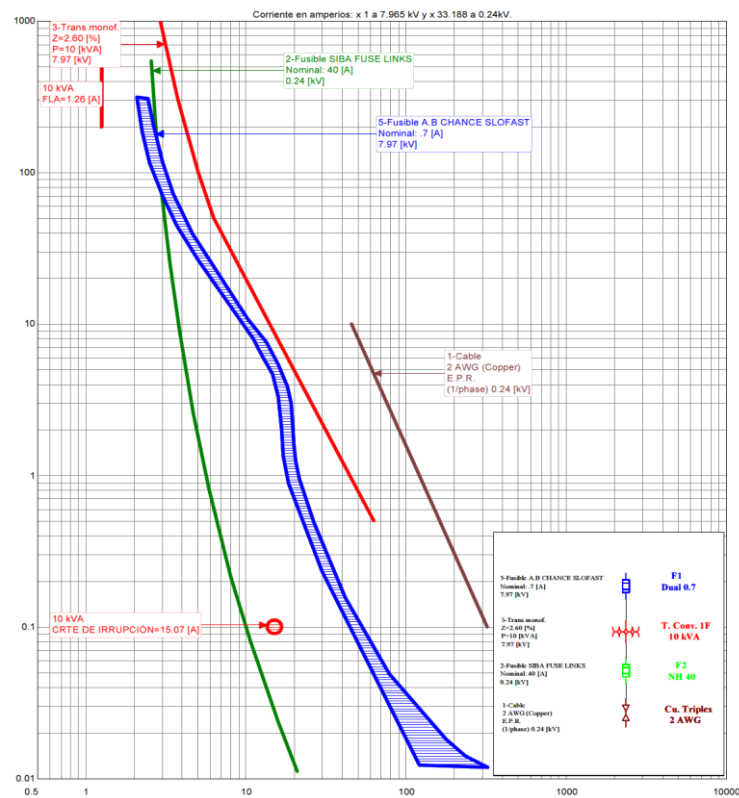
En el anexo 3.1 se muestra los resultados obtenidos del estudio de cortocircuitos con los cuales se utilizó para realizar las respectivas coordinaciones entre los dispositivos de protección que dispone el alimentador.

3.5.2. Verificación de las etapas de coordinación propuestas en el alimentador

Para la coordinación de protecciones en el alimentador primario de distribución, se desarrollará tomando en consideración los criterios de coordinación de dispositivos de protección mencionados en el CAPITULO I (páginas 21 a la 30) como se describe a continuación.

3.5.3 Selección de Fusibles para Transformador de Distribución.

FIGURA 3. 2 CURVA DEL FUSIBLE PARA TRANSFORMADORES



Fuente: CYMTCC

Procedimiento:

Mediante la utilización del software CYMTCC se graficó las curvas del transformador deseado; para la explicación se toma como modelo un centro de transformación de 10 kVA y mediante el programa se dibujó los tres tipos de curvas; la primera curva es la corriente de Inrush y carga fría, la segunda es la corriente nominal y la tercera es la curva de daño, la cual se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$I_{nominal} = \frac{kVA \text{ NOMINALES}}{VLN} \quad \text{Ecuación No. 3.1}$$

Donde:

kVA Nominales: Capacidad del transformador.

VLN: Voltaje fase – neutro.

Utilizando la ecuación 3.4, para la obtención de la corriente nominal en un transformador de 10 kVA se tiene:

$$I_{nominal} = \frac{10 \text{ kVA}}{7,97 \text{ kV}} = 1,25 \text{ Amp.}$$

Después de aplicar la ecuación anterior, se tiene como resultado que la corriente nominal del transformador de 10 kVA es de 1,25 Amperios, el fusible que protegerá al transformador deberá encontrarse por debajo de la curva de daño del transformador y por encima de la curva a plena carga.

A continuación se graficará el fusible AB Chance Slofast en este caso es el (fusible 0.7), el cual debe ajustarse a las curvas mencionadas anteriormente como se lo indica en la figura 3.2.

En el Anexo 3.2 se muestra la coordinación para las distintas capacidades de transformación que existen instalados en el alimentador.

Mediante el uso de la herramienta CYMTCC, se determinó el fusible para las distintas potencias de los transformadores como se indica en la tabla 3.3.

TABLA 3. 3 DATOS TÉCNICOS DE LA PROTECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES

COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TIPO CONVENCIONALES				
Capacidad Transformador (kVA)	Lado Primario 13.8/7,9 kV GRDY			
	Inom Trafo (Amp)		Tira Fusible Dual	
			Serie	Iopf (Amp)
Monofásicos	5	0.63	0.4	1.27
	10	1.25	0.7	2.1
	15	1.88	1.0	3.12
	25	3.14	1.6	6.34
	37.5	4.7	3.1	9.78
	50	6.27	4.2	13.13
Trifásicos	15	0.63	0.4	1.27
	30	1.26	0.7	2.1
	45	1.88	1.0	3.12
	50	2.09	1.3	3.96
	75	3.14	1.6	4.81
	100	4.18	2.1	6.34
	112.5	4.71	3.1	9.79

Fuente: CNEL EP Bolívar

Recopilación: Postulantes.

Etapas de coordinación utilizados en el presente estudio

Para la calibración entre los diferentes elementos de protección propuestos en el alimentador, se utilizará las corrientes de cortocircuito de la anexo 3.1 con lo cual se procederá a realizar cuatro etapas de coordinación que son:

- Coordinación fusible-fusible
- Coordinación relé-fusible.
- Coordinación reconector-fusible.

- Coordinación relé-reconectador

3.5.4 Verificación de la coordinación Fusible – Fusible

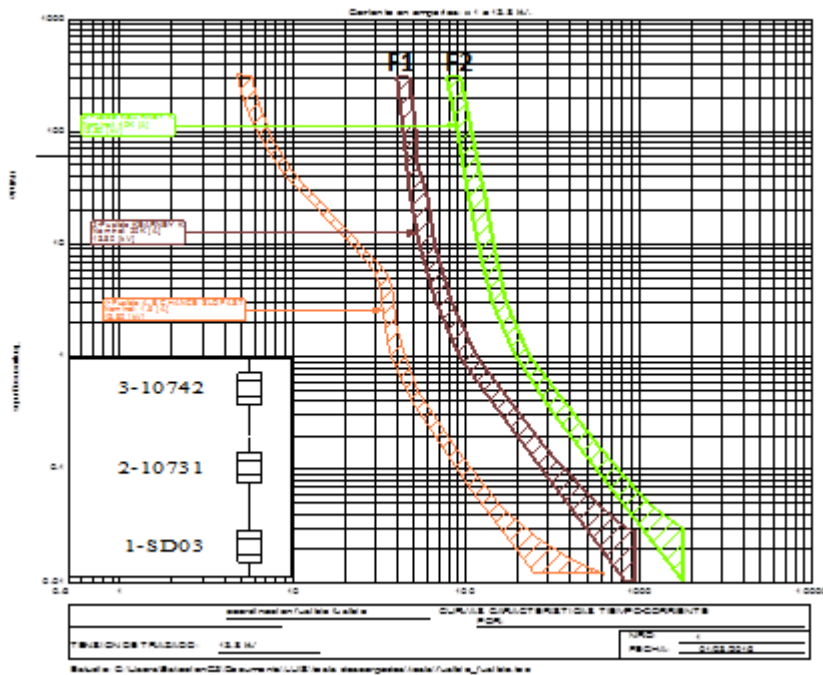
En el presente estudio se han considerado fusible tipo K de fusión rápida que permiten el despeje de la falla en un menor tiempo, se realizará la coordinación con tres fusibles máximos en serie.

Se utilizará las corrientes de cortocircuitos obtenidas anteriormente en cada uno de los puntos donde se encuentran ubicado los seccionadores fusibles.

Mediante la utilización del software CYMTCC se realizará la coordinación entre los seccionadores fusibles del Alimentador, la metodología que se emplea en el software es la que se indica a continuación:

Para la demostración de la coordinación fusible – fusible se realizara el análisis de tres elementos en serie como se indica en la figura 3.3.

FIGURA 3. 3 COORDINACIÓN FUSIBLE- FUSIBLE



Fuente: CYMTCC

Procedimiento

Se inicia la coordinación con el fusible más alejado de la fuente en el circuito a ser coordinado, para esta demostración es el F1 como se puede observar en la figura 3.3. Este fusible se dimensionara de acuerdo a la corriente máxima de carga (5,8 Amp.) y la corriente de cortocircuito en dicho punto (653,7 Amp.), seleccionándose el fusible de menor capacidad que coordine con la protección del transformador que para este caso es de 15 K.

Continuando con la coordinación le corresponde al fusible F2, este elemento protector va a operar bajo los siguientes parámetros con una corriente a plena carga de 11,4 Amp. y con una corriente de cortocircuito de 768 amperios, aplicando la misma metodología el fusible que coordina será el fusible 30K (debido que el dispositivo que coordina con la curva de protección del fusible F1).

Para la verificación de los tiempos de despeje entre fusible utilizaremos la siguiente ecuación:

$$I_{CC} > I_{ser_{max}}$$

$$t_{mf}(n) * 0.75 > t_{ml}(n - 1), \text{ para } I_{cc_{max}}(n - 1)$$

Ecuación No. 3.2

Dónde:

Isermax: es la corriente de servicio máximo que circula por el fusible (n)

(n): Identificación del fusible protector

(n-1): Identificación del fusible de respaldo

Iccmax: Corriente de cortocircuito máximo en la ubicación del fusible (n-1)

Mediante el programa CYMTCC se obtendrá el tiempo mínimo del fusible protegido y el tiempo máximo del protector como muestra la siguiente figura 3.4.

FIGURA 3. 4 TIEMPOS DE DESPEJE

Dispositivo	Curva	Segundos	Corriente [A]
Fusible - KEARNEY K (10705)	Máx	0,0327	653,7921
Fusible - KEARNEY K (SP1)	Mín	0,0450	653,7921

Fuente: CYMTCC

Después de obtener los tiempos entre los fusibles se aplica la ecuación 3.5 tenemos que:

$$T_{\text{máximo protector}} < 0,75 T_{\text{mínimo del protegido.}} \quad \text{Ecuación No. 3.3}$$

Entonces:

$$0,0327 < 0,75 * 0,045$$

$$0,0327 < 0,0337$$

Esta metodología se utilizará para la coordinación fusible- fusible en todo el alimentador, en la tabla 3.4 se indica el resumen de la coordinación de los tramos principales del alimentador y el anexo 3.3. Se detalla la coordinación de todos los elementos de protección propuestos.

TABLA 3. 4 COORDINACIÓN DE FUSIBLE – FUSIBLE

Nombre red	Número de dispositivo	Tipo de dispositivo	Dispositivo Antes	Dispositivo Actual	Observación
ALIMENTADOR_LA_CENA	10823	fusible	40K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10871	fusible	12K	20 K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10870	fusible	6K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10867	fusible	15K	30K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10868	fusible	6K	10K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10866	fusible	25K	25K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	33928	fusible	8K	12K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	33932	fusible	25K	20K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	11183	fusible	10K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10486	fusible	12K	25K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10484	fusible	40K	30K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10483	fusible	6K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	34598_SF	fusible	2K	1.3	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10481	fusible	6K	12K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10480	fusible	6K	12K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10478	fusible	15K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10488	fusible	40K	30K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	3393	fusible	12K	12K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	3406	fusible	6K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	3460	fusible	10K	10K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10713	fusible	6K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10720	fusible	10K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10716	fusible	40K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10669	fusible	6K	12K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10701	fusible	15K	10K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10743	fusible	12K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10822	fusible	10K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10727	fusible	6K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10750	fusible	6K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10721	fusible	10K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10751	fusible	10K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10753	fusible	25K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10754	fusible	6K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10755	fusible	6K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10752	fusible	15K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10722	fusible	6K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10745	fusible	8K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10864	fusible	6K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10865	fusible	8K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10746	fusible	6K	15K	

Nombre red	Número de dispositivo	Tipo de dispositivo	Dispositivo Antes	Dispositivo Actual	Observación
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	fusible	40K	40K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10740_	fusible	12K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10738	fusible	8K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10739	fusible	8K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10718	fusible	40K	30K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	28507_SF	fusible dual	3	1	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10711	fusible	40K	30K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	fusible	25K	30K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10704	fusible	8K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10740	fusible	6K	12K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10726	fusible	12K	25K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10821	fusible	12K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10684	fusible	20K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	1921_SC	fusible dual	1.0	1.6	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10744	fusible	6K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10731	fusible	15K	20K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10730	fusible dual	1	1.6	
ALIMENTADOR_LA_CENA	33281	fusible	10K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	33950	fusible	10K	12K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	24002	fusible	8K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	34265	fusible	15K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10431	fusible	10K	12K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	34268	fusible	15K	20K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	20971	fusible dual	2K	1.6	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10712	fusible	10K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10703_	fusible	6K	12K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10700	fusible	8K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10698	fusible dual	2K	1.6	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10748	fusible	6K	10K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10729	fusible	12K	20K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10862-	fusible	6K		Retirar
ALIMENTADOR_LA_CENA	10863	fusible	6K	10K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	33282_SF	fusible dual	2	1.3	
ALIMENTADOR_LA_CENA	33951	fusible	6K	15K	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10489	fusible dual	2	0.6	
ALIMENTADOR_LA_CENA	10493	fusible dual	1	0.6	
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP1	fusible		30K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP2	fusible		15K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP3	fusible		30K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP4	fusible		10K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP5	fusible		20K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP6	fusible		30K	Nuevo

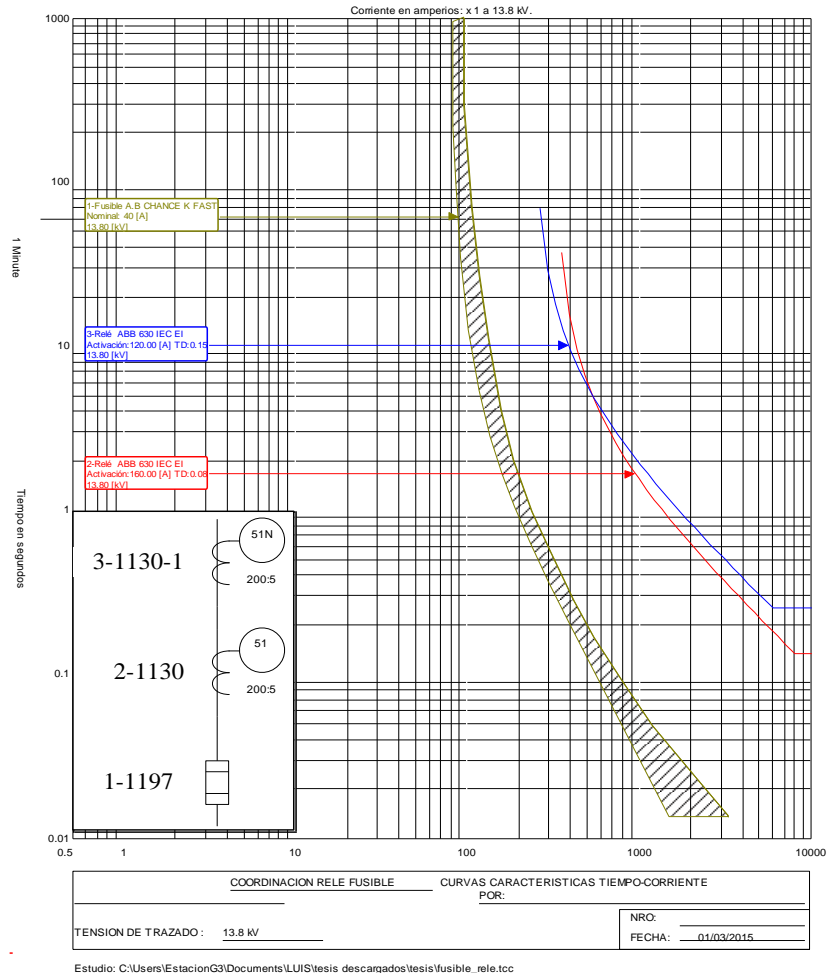
Nombre red	Número de dispositivo	Tipo de dispositivo	Dispositivo Antes	Dispositivo Actual	Observación
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP7	fusible		12K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP8	fusible		12K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP9	fusible		30K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP10	fusible		12K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP11	fusible		20K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP12	fusible		20K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP13	fusible		10K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP14	fusible		12K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP15	fusible dual		1.6	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP16	fusible dual		1.6	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP17	fusible		25K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP18	fusible		15K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP19	fusible		15K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP20	fusible dual		1.6	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP21	fusible		15K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP22	fusible		20K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP23	fusible		10K	Nuevo
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP24	fusible		30K	Nuevo

Fuente: CYMTCC

Elaborado por: Postulantes

3.5.5 Verificación de la coordinación Relé – Fusible

FIGURA 3. 5 COORDINACIÓN RELÉ – FUSIBLE



Fuente: CYMTCC

Elaborado por: Postulantes

Para realizar la coordinación relé - fusible, se tomará en consideración el fusible de mayor capacidad de toda la red.

Conjuntamente se tomará en cuenta del máximo tiempo de limpieza del fusible de mayor capacidad, este debe estar debajo de la curva de operación del relé, asegurándose que los fusibles aguas abajo operen antes que actúe el relé, tomando en cuenta el mismo criterio de tiempos para coordinar fusible – fusible.

En la figura 3.5 se puede ilustra la coordinación relé – fusible.

Procedimiento:

Para el módulo de fase, el valor del TAP se determinará dando al relé de sobrecorriente un carácter de relé de sobrecarga, eligiendo un ajuste de 1.5 veces la corriente nominal así:

$$TAP = \frac{(1.5) * IN}{RTC} \quad \text{Ecuación No. 3.4}$$

Dónde:

RTC : Relación de Transformación de corriente.

IN : Corriente nominal.

Para la configuración del relé del alimentador La Cena, se debe tomar en cuenta el calibre del conductor del alimentador en este caso es de ACSR N° 3/0, cuya capacidad de corriente es 240 [A], para nuestro estudio se aplicará una sobrecarga de 10%, debido a que su factor de carga es de 46% en relación a la capacidad instalada.

$$TAP = \frac{Icarga}{RTC}$$

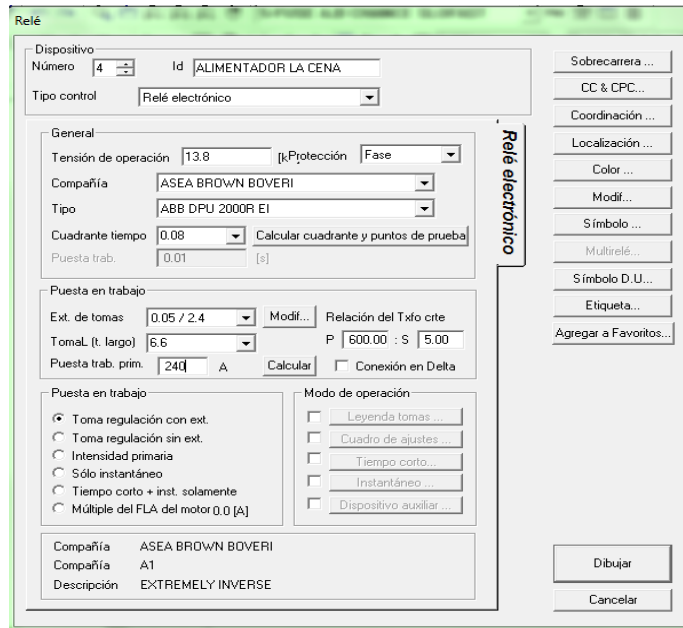
$$Icarga = 240 (A) * 1.1$$

$$TAP = \frac{264}{40}$$

$$TAP = 6.6$$

Una vez escogido el Tap de fases se procederá a seleccionar el dial o la palanca de tiempo del relé, para el relé 51P del alimentador el cual se determinará la curva del fusible de mayor capacidad en el circuito, para nuestro caso se calibró con el dial de tiempo de 0.08 mediante el uso del programa CYMTCC como se indica en la figura 3.6.

FIGURA 3. 6 CONFIGURACIÓN DEL RELÉ 51P DEL ALIMENTADOR.



Fuente: CYMTCC

Para el módulo de falla a tierra, el valor del TAP se determinará tomando en cuenta el desbalance máximo que podría existir en el sistema bajo condiciones de operación normal, que según la experiencia de los Ingenieros de la CNEL EP Bolívar se ha determinado realizar los ajustes del equipo con 50% de su corriente a plena carga, la expresión para fijar este TAP sería:

$$TAP = \frac{I_{carga}}{RTC}$$

$$I_{carga} = 240(A) * 50\%$$

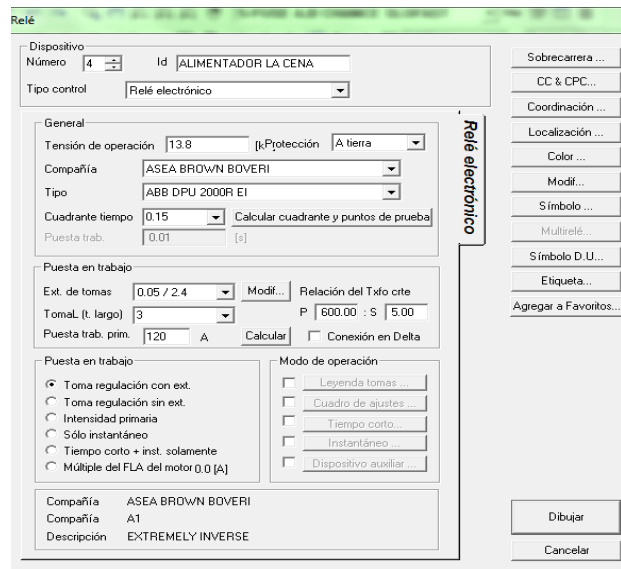
$$TAP = \frac{120}{40}$$

$$TAP = 3$$

Una vez escogido el Tap de neutro se procederá a seleccionar el dial o la palanca de tiempo del equipo, para el relé 51N del alimentador el cual se determina con la

curva del fusible de mayor capacidad en el circuito, para nuestro caso se calibrará con el dial de tiempo de 0.15 mediante el uso del programa CYMTCC como se indica en la figura 3.7.

FIGURA 3. 7 CONFIGURACIÓN DEL RELÉ 51N DEL ALIMENTADOR.



Fuente: CYMTCC

El sistema de protecciones del alimentador quedará de la siguiente manera, con los relés del alimentador y el fusible máximo para la derivación principal como se muestra en la tabla 3.5.

TABLA 3. 5 AJUSTE DEL RELÉ DEL ALIMENTADOR LA CENA

SE	VOLTAJE	ALIMENTADOR	RELACION DE LOS TCs	MODELO DE RELE	AJUSTE DEL TAP		AJUSTE DEL DIAL	FUSIBLE MAXIMO
					FASE	NEUTRO		
GUANUJO	13,8 kV	LA CENA	200/5	ABB DPU 200R	0,08	0,15	6	30 K

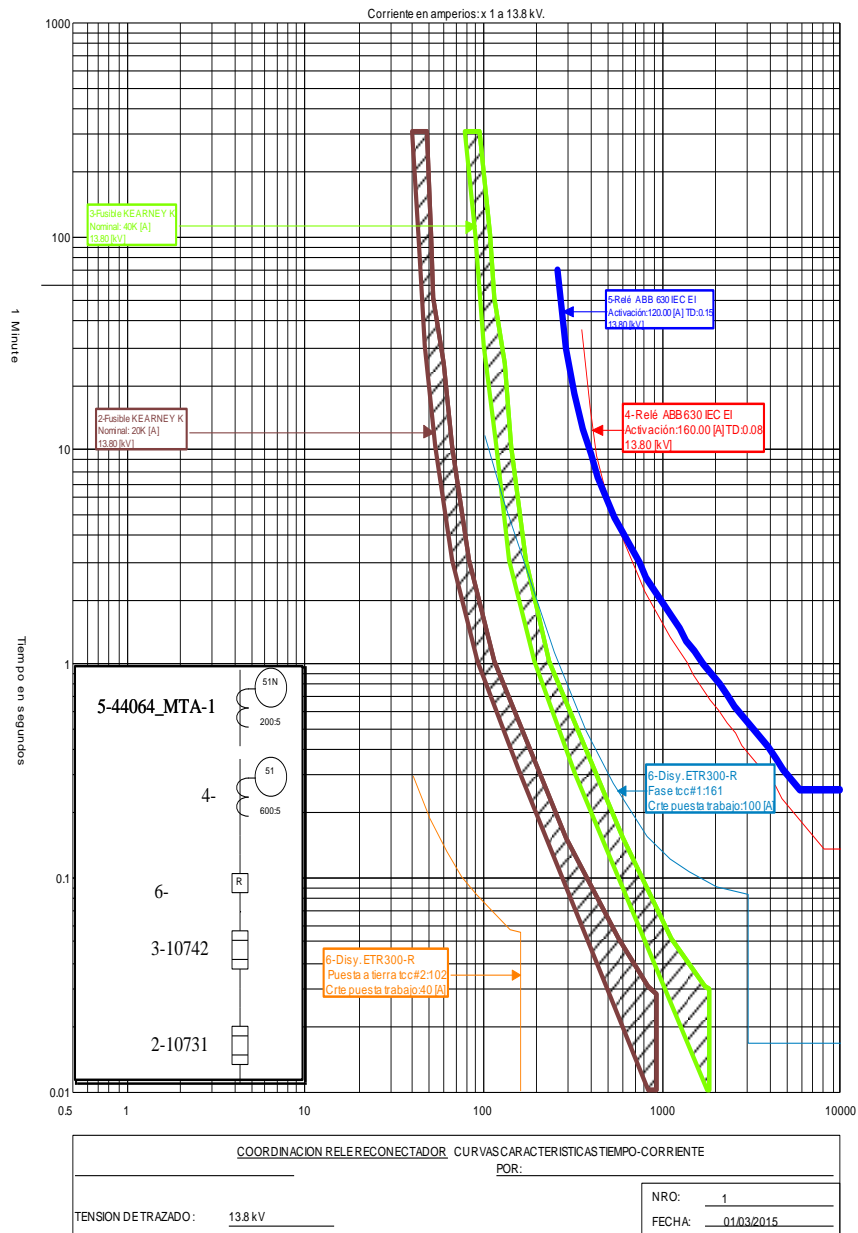
Fuente: CYMTCC

Finalmente la coordinación se observará gráficamente en la figura 3.5 mediante las curvas tiempo-corriente de los equipos, esto como ayuda para verificar su correcto cumplimiento.

3.5.6 Verificación de la coordinación Reconectador – Fusible

La coordinación se la puede observar gráficamente las curvas tiempo-corriente de los equipos, esto como ayuda para comprobar su correcto cumplimiento como se muestra en la Figura 3.8.

FIGURA 3. 8 COORDINACIÓN RECONECTADOR – FUSIBLE



Estudio: C:\Users\EstacionG3\Documents\LUIS\tesis descargados\tesis\RECONECTADOR_fusible.tcc

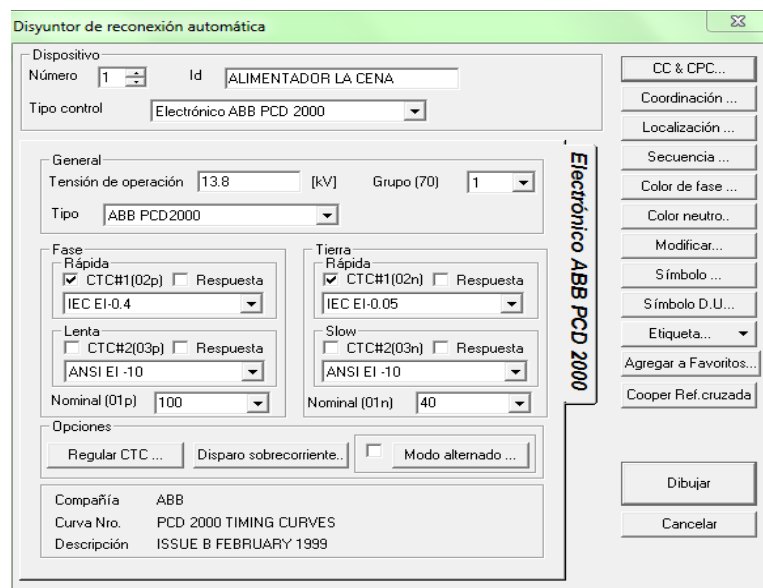
Fuente: CYMTCC

La coordinación se lo realizará mediante el programa CYMTCC, en el cual se ingresa los datos del reconectador para la modelación de la curva lenta (color celeste) y rápida (color tomate) como se observan en la figura 3.9.

Procedimiento:

Para el ajuste del equipo instalado en el alimentador La Cena de marca ENTEC, se tomó en consideración la coordinación con el fusible de mayor rango instado y que corresponde a los fusibles de las derivaciones monofásicas y trifásicas principales que hay en el alimentador, tomando en cuenta que la protección aguas abajo, es el protector y el respaldo.

FIGURA 3.9 CONFIGURACIÓN DEL RECONNECTADOR



Fuente: CYMTCC

Para realizar la coordinación Reconectador - Fusible, se utilizará el método de salvar el fusible.

El dispositivo censa los eventos que ocurre aguas abajo de su posición, para su configuración se debe tomar en cuenta que se requiere un espacio entre el relé y el fusible máximo para poder ingresar la curva lenta o rápida, por lo que se debe

cambiar el fusible 40K seleccionado en el ramal principal aguas abajo del reconectador, por otro de menor capacidad para dar espacio a la curva lenta; con la ayuda del programa CYMTCC se selecciona como fusible de arranque en las derivaciones primarias aguas abajo del equipo un fusible 30K.

El dispositivo debe actuar antes que el fusible se caliente excesivamente, es decir debe actuar primero que el fusible según la coordinación, con la utilización del programa CYMTCC obtener los valores de ajuste del equipo como se indica en la tabla 3.6.

TABLA 3. 6 AJUSTE DEL RECONECTADOR.

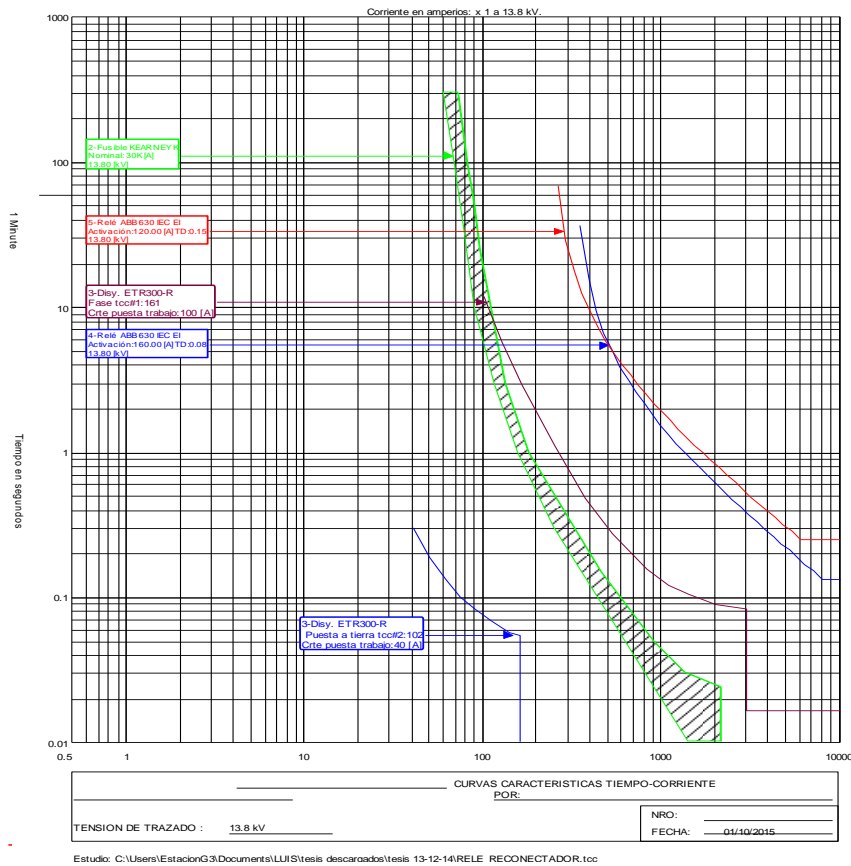
S/E	VOLTAJE	ALIMENTADOR	RELACIÓN DE LOS TCs	MODELO DEL RECONECTADOR	51		51N	
					DIAL	CURVA	DIAL	CURVA
GUANUJO	13,8KV	LA CENA	200/5	ENTEC	0,08	IEC EI	0,05	IEC EI

Fuente: cymdist

3.5.7 Verificación de la coordinación Relé-Reconectador

Como se mencionó en el CAPÍTULO I (pág. 29), el reconectador debe actuar cuantas veces sean necesarias para que el relé no llegue a completar su ciclo de actuación.

FIGURA 3. 10 COORDINACIÓN RELE - RECONECTADOR



Fuente: CYMTCC

Procedimiento:

Se realizará la configuración del relé, se debe tomar en cuenta el Calibre del conductor del alimentador en este caso es de ACSR N° 3/0, cuya capacidad de corriente es 240 Amp., para nuestro estudio aplicaremos una sobrecarga de 10% por lo que su factor de cargas es de 46% para calcular el TAP.

$$TAP = \frac{I_{carga}}{RTC}$$

$$I_{carga} = 240 (A) * 1.1$$

$$TAP = \frac{264}{40}$$

$$TAP = 6.6$$

Una vez escogido el Tap de fases se procederá a seleccionar el dial o la palanca de tiempo del relé, para el relé 51P del alimentador el cual se determina con la curva del fusible de mayor capacidad en el circuito, para nuestro caso se calibró con el dial de tiempo de 0.08 mediante el uso del programa CYMTCC como se indica a continuación.

Para el módulo de falla a tierra, el valor del TAP se determina tomando en cuenta el desbalance máximo que podría existir en el sistema bajo condiciones de operación normal, que según la experiencia de los Ingenieros de la CNEL EP Bolívar se ha determinado realizar los ajustes del equipo con 50% de su corriente a plena carga, entonces la expresión para fijar este TAP sería:

$$TAP = \frac{I_{carga}}{RTC}$$

$$I_{carga} = 240(A)/2$$

$$TAP = \frac{120}{40}$$

$$TAP = 3$$

Una vez determinado el Tap de neutro se procederá a seleccionar el dial o la palanca de tiempo del relé, para el relé 51N del alimentador el cual se determina con la curva del fusible de mayor capacidad en el circuito, para nuestro caso se calibró con el dial de tiempo de 0.15 mediante el uso del programa CYMTCC como se indica a continuación.

Para la coordinación entre estos dispositivos en el software CYMTCC se dibuja la curva del relé para luego dibujar la curva lenta rápida del reconectador, tomando en cuenta la corriente de falla que es de 2316 Amperios dato que se obtiene mediante la simulación de cortocircuito, la corriente de carga de 100 Amperios dato proporcionado por Departamento de Subestaciones, el tiempo de despeje del relé con respecto a la curva lenta del reconectador deberá ser

más rápida, dando un intervalo de tiempo aceptable para su coordinación, es decir actuara antes que el relé, como se indica en la figura 3. 10.

3.6 Análisis Técnico – Económico de la Implementación de los Dispositivos de Protección Propuestos.

3.6.1 Antecedente

Al proyectar la coordinación de Protecciones del Alimentador Primario mediante el uso de dispositivos de protecciones tales como; relé, reconectador, seccionadores fusibles, se debe tener en cuenta ciertos principios, con el fin de asegurar un servicio adecuado y continuo para la carga, pero no se debe considerar únicamente aspectos técnicos sino también económicos.

Los estudios económicos llevados a cabo por el planificador son una parte integral de la evaluación de un proyecto ya que una inversión puede tener un alto valor y sin embargo no ser preferible a otra que pueda generar mayores beneficios en relación con la inversión realizada.

En los siguientes puntos se va a evaluar los gastos en los que incurriría la empresa distribuidora al presentarse una falla de origen transitorio que podría ser despejada por un relé, reconectador o seccionador fusible siempre y cuando estos dispositivos de protección tenga una buena selectividad.

Esto llevara a un análisis técnico costo - beneficio que permita definir la factibilidad del proyecto el presente análisis permite proporcionar una medida de los costos que conllevan la realización del proyecto.

3.6.2. Costo de Inversión

Para explicar la influencia de la ubicación óptima de los seccionadores fusibles en un alimentador, inicialmente se analizará el efecto de ubicar un

primer equipo y determinar su beneficio, para luego, ir acondicionando uno a la vez y procederá a determinar los beneficios alcanzados.

Los costos de inversión de un proyecto no están en función directa de la demanda consumida, si no es un valor planificado incluyendo:

- Costos de planeamiento o estudio, ejecutados por la empresa distribuidora; estos incluyen el estudio técnico – económico sobre la necesidad, factibilidad e impacto del proyecto.
- Costos de ejecución, los cuales involucran: materiales, herramientas, mano de obra calificada y transporte, es decir en nuestro caso la instalación completa de los seccionadores fusible.

Los costos de inversión tienen como principal objetivo mejorar el funcionamiento y reducir los costos de operación y mantenimiento mejorando la continuidad del servicio.

Mediante un análisis, que determina la viabilidad económica de la ejecución o implementación de las mejoras en las redes que constituyen el alimentador en estudio, se pondrá de manifiesto el beneficio económico que se conseguirá debido a la reducción de la energía no suministrada.

3.6 .3 Inversiones

Tomando como referencia los precios unitarios de mano de obra y materiales proporcionados por la Unidad de Negocio CNEL EP Bolívar, se presenta a continuación un análisis de las inversiones propuestas en este estudio como se indica en la tabla 3.7.

**TABLA 3. 7 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN**

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Tirafusible tipo dual 0.7 Amp.	30	3,31	99,30
2	Tirafusible tipo dual 1 Amp.	38	3,31	125,78
3	Tirafusible tipo dual 1.6 Amp.	60	3,31	198,60
4	Tirafusible tipo dual 3.1 Amp.	5	3,31	16,55
5	Tirafusible tipo dual 4.2 Amp.	4	3,31	13,24
6	Tirafusible tipo K 10 Amp.	5	3,58	17,90
7	Tirafusible tipo K 12 Amp.	13	3,58	46,54
8	Tirafusible tipo K 15 Amp.	23	3,58	82,34
9	Tirafusible tipo K 20 Amp.	6	3,58	21,48
10	Tirafusible tipo K 25 Amp.	5	3,58	17,90
11	Tirafusible tipo K 30 Amp.	13	3,58	46,54
12	Tirafusible tipo K 40 Amp.	10	3,58	35,80
13	Seccionador fusible unipolar, tipo abierto, clase 15 kV, 100 A con dispositivo rompe arcó	6	110,25	661,50
14	COSTO DE MATERIALES			1.383,47
15	MANO DE OBRA			1.824,54
16	SUB TOTAL MATERIALES Y MANO DE OBRA SIN IVA			3.208,01
17	IVA (12%)			3.592,97
18	TOTAL			3.592,97
19	TRANSPORTE			200,00
20	COSTO TOTAL DEL PROYECTO			3.792,97
21	Nota: En la mano de obra también está incluido levantamiento e ingreso de información al ArcGIS.			

Fuente: CNEL EP Bolívar

3.7 Conclusiones

- La inadecuada selectividad en las protecciones del alimentador tiene un efecto negativo en los consumidores conectados, por la indisponibilidad del servicio eléctrico al momento de ocurrir una falla.
- Con el trabajo de campo realizado, se verificó y actualizó la base de datos que poseía la empresa, debido a que se encontró errores en: la potencia de transformadores instalados, ubicación incorrecta de fusibles, seccionamientos y levantamiento de información de nuevos ramales construidos en los últimos años. Información que fue de vital para la correcta calibración de protecciones y desarrollo de la tesis.
- Del cálculo de los flujos de potencia realizada en el software CYMDIST se obtuvieron los voltajes y las corrientes de carga, así como también las corrientes de cortocircuito, en cada uno de los nodos de análisis del alimentador, constatando que en los puntos más alejados del alimentador, existen caídas de voltaje que están por debajo del 5% de los niveles permitidos por normas de calidad del servicio eléctrico afectando la calidad de servicio a los usuarios.
- Mediante la aplicación del criterio de coordinación de protección para ramales principales, secundarios y transformadores de distribución se realizó la modelación y coordinación entre relé, reconectador y fusibles distribuidos a lo largo del alimentador en estudio con la aplicación del software CYMTCC, logrando la calibración correcta del alimentador La Cena.
- La ubicación y características de los equipos de protección y seccionamiento existentes en el alimentador en estudio, no reúnen las condiciones adecuadas para lograr la selectividad y coordinación de las mismas, debido a la cercanía entre seccionadores fusibles dispuestos en

serie cuya distancia resulta desfavorable para una buena coordinación, con el estudio realizado se ve necesario reubicar seccionadores tipo fusibles , así como reducir el número de fusibles en serie para lograr una buena coordinación de elementos de protección y mejorar la continuidad del suministro eléctrico.

- Al aplicar los resultados del estudio de coordinación propuesto para el alimentador La Cena, se tiene un sistema más selectivo, sensitivo y con un tiempo de respuesta menor, que garantiza una mayor continuidad del servicio, aislando únicamente la parte afectada en caso de una falla.
- Del análisis realizado y aplicando el método experimental, se observó que al momento de instalar un seccionador fusible en los alimentadores, no se adoptan criterios técnicos apropiados para seleccionar la ubicación y capacidad adecuada.

3.8 Recomendaciones

- Realizar el estudio de coordinación de protecciones periódicamente, por el crecimiento de la demanda y la inclusión de nuevas derivaciones.
- Realizar un estudio enfocado a mejorar los niveles de voltajes en el alimentador.
- En la troncal principal no debe existir seccionadores fusibles, ya que debe estar protegida por el relé de la subestación, además en los seccionamientos donde se realizan transferencia de carga debido a que son puntos de mantenimiento, se propone cambiar los seccionadores fusibles por seccionadores barras.
- Dotar a todo el personal de operación y mantenimiento el stock necesario de fusibles para evitar cambios de fusible de diferentes capacidades en el alimentador lo cual provocará error en la selectividad de las protecciones.
- El Departamento de Operación y Mantenimiento de CNEL EP Bolívar deberá utilizar y actualizar periódicamente la base de datos de los elementos de protección que son remplazados por diversos factores en el alimentador La Cena de la subestación Guanujo.
- Capacitar al personal técnico involucrado en el sistema de distribución para concientizar que la importancia de realizar un correcto cambio y operación de los equipos de protección, para evitar su sobredimensionamiento e instalación innecesaria.

- Al momento de ocurrir una falla, registrar el punto exacto de la misma, y llevar un registro histórico de los eventos que se presenten lo cual permitirá un realizar un estudio más profundo del efectuado.
- Aplicar la metodología, realizada en el presente trabajo a los demás alimentadores del Sistema de Distribución de la CNEL EP Bolívar.

3.9 Glosario de Términos Básicos

En el desarrollo del presente trabajo es necesario establecer el significado y definiciones de algunos términos que se describen en el trabajo investigativo y que se puede señalar:

A

AMPERIO. Unidad de intensidad de la corriente eléctrica, cantidad de carga que circula por un conductor en una unidad de tiempo.

B

BIFÁSICO: Vocablo que determina que un aparato cualquiera tiene dos fases de trabajo.

C

CAÍDA DE VOLTAJE: En un circuito es la reducción de voltaje entre dos puntos, debido a la reactancia o resistencia del circuito.

CARGA: La potencia real o aparente, es absorbida por una máquina o red de distribución.

CORRIENTE DE FALLA: son muy superiores a las corrientes de carga en condiciones normales de servicio, y producen esfuerzos térmicos y electrodinámicos muy importantes sobre los distintos componentes de las instalaciones.

D

DIAGRAMA UNIFILAR: Es aquél que muestra mediante una sola línea las conexiones entre los dispositivos, componentes o partes de un circuito eléctrico o de un sistema de circuitos y éstos se representan por símbolos.

F

FASE: Nombre con que se designa a los conductores con potencial distinto de cero.

K

KILOVOLTIO: Medida de potencial eléctrico, de símbolo kV, que es igual a 1 000 voltios:

kW: Kilovatio, unidad de potencia (1.000 vatios).

V

VATIO (W): Unidad de potencia eléctrica, que equivale a un julio por segundo.

VOLTIO (V): Unidad de potencial eléctrico y fuerza electromotriz, equivalente a la diferencia de potencial que hay entre dos puntos de un conductor cuando al transportar entre ellos un coulomb, se realiza el trabajo de un julio.

3.10. Siglas

Amp.	= Unidad de corriente (amperios)
ACSR	= Conductor de aluminio reforzado de Acero
CNEL	= Corporación Nacional de Electricidad
COB	= Centro de Control Bolívar
CONELEC	= Consejo Nacional de Electricidad
E	= Energía
Fp	= Factor de potencia
Km	= Unidad de medida de longitud (kilómetros)
kV	= Unidad de medida de voltaje (kilovoltios)
kVA	= Unidad de medida de Potencia (kilovoltamperio)
kVAr	= Unidad de medida de Potencia (kilovoltamperioreactivo)
kW	= Unidad de medida de Potencia (kilovatio)
kW/ mes	= Unidad de medida de energía mes (kilovatio hora mes)
MEER	= Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
MW	= Unidad de medida de Potencia (Megavatio)
MWh	= Unidad de medida de Energía (Megavatio hora)

Bibliografía

GALLARDO , Medardo y HERRERA , Luis . 2011. Selección y coordinación del sistema protecciones del alimentador trifásico y sus derivaciones monofásicas de la subestación en el Calvario 52C8-L1 (Oriental) de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. . Latacunga : Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., 2011. 52C8-L1.

GUATO, Cristian. & HIDALGO, Aurora. 2013. “Mejoramiento del sistema protección de los alimentadores primarios de la S/E Puyo y Mushullacta perteneciente a la empresa eléctrica Ambato S.A.” Escuela Politécnica Nacional, Quito.

LILIANAHES “Tipos de la Investigación” [en línea]. “Metodología de la investigación, 19 de Septiembre del 2010[ref. de 23 Abril 2014]. Disponible en: <<http://es.scribd.com/doc/37702754/Libro-Metodo-de-Investigacion> >

MONTERO , Walter y CHICAIZA , Patricia . 2013. "Diagnóstico de la Operación de falla del alimentador N.1 de la subestación San Rafael de Elepco S.A.". Latacunga : Universidad Técnica de Cotopaxi, 2013. T-2556.

MENA, Iván. & NOROÑA, Diego. 2013. “Planificación de expansión, estudio de coordinación y ajuste de protecciones del sistema occidental de ELEPCO S.A.” Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.

NESTOR, 1972 “Niveles de la Investigación” [en línea]. “Metodología de la investigación, 10 de Junio del 2010[ref. de 23 Abril 2014]. Disponible en:<<http://es.scribd.com/doc/32801628/Sampieri-Metodologia-de-La-Investigacion>>

RAMÍREZ , Samuel . 2003. Protección de Sistemas Eléctricos . Colombia : Universidad Nacional de Colombia , 2003. 3392.

RAMÍREZ, Alberto. 2011. “Métodos” Dins: Metodología de la Investigación Científica. 5ta ed. Madrid: ARIEL.

TORRES B. ORLIS; 2010 Conferencia Protecciones de las Subestaciones Eléctricas.

VALDERRAMA , Germán . 2002. Protección y coordinación de sistemas eléctricos de distribución . Bogotá : DuraSpace, 2002. 780.003.

ZAPATA, Carlos . 2002. Coordinación de relés de sobre corriente en sistemas radiales utilizando programación lineales. Colombia : Universidad Tecnológicas de Pereira , 2002.

LIBROS

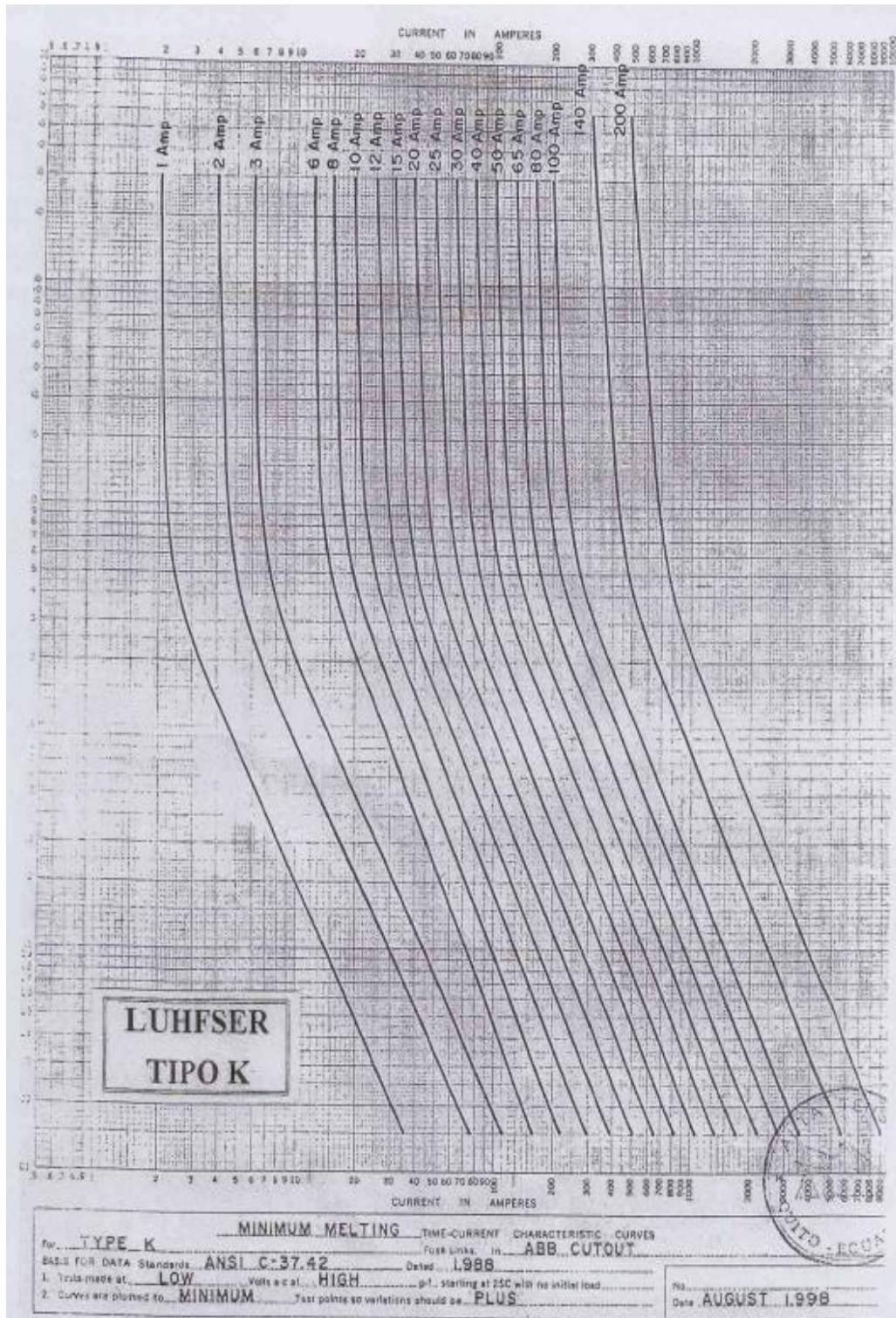
GRAINGER, John & STEVENSON, William. 1996. “Fallas Asimétricas.” Dins: Análisis de Sistemas de Potencia. 1ra ed. Mc Graw Hill.

LVC – Consultor. 2005. “Criterios de ajuste y coordinación de los sistemas de protección del SEIN”

RAMÓN M. & MUJAL Rosas. 2002. “Protección de sistemas eléctricos de potencia” 2da. Edición.

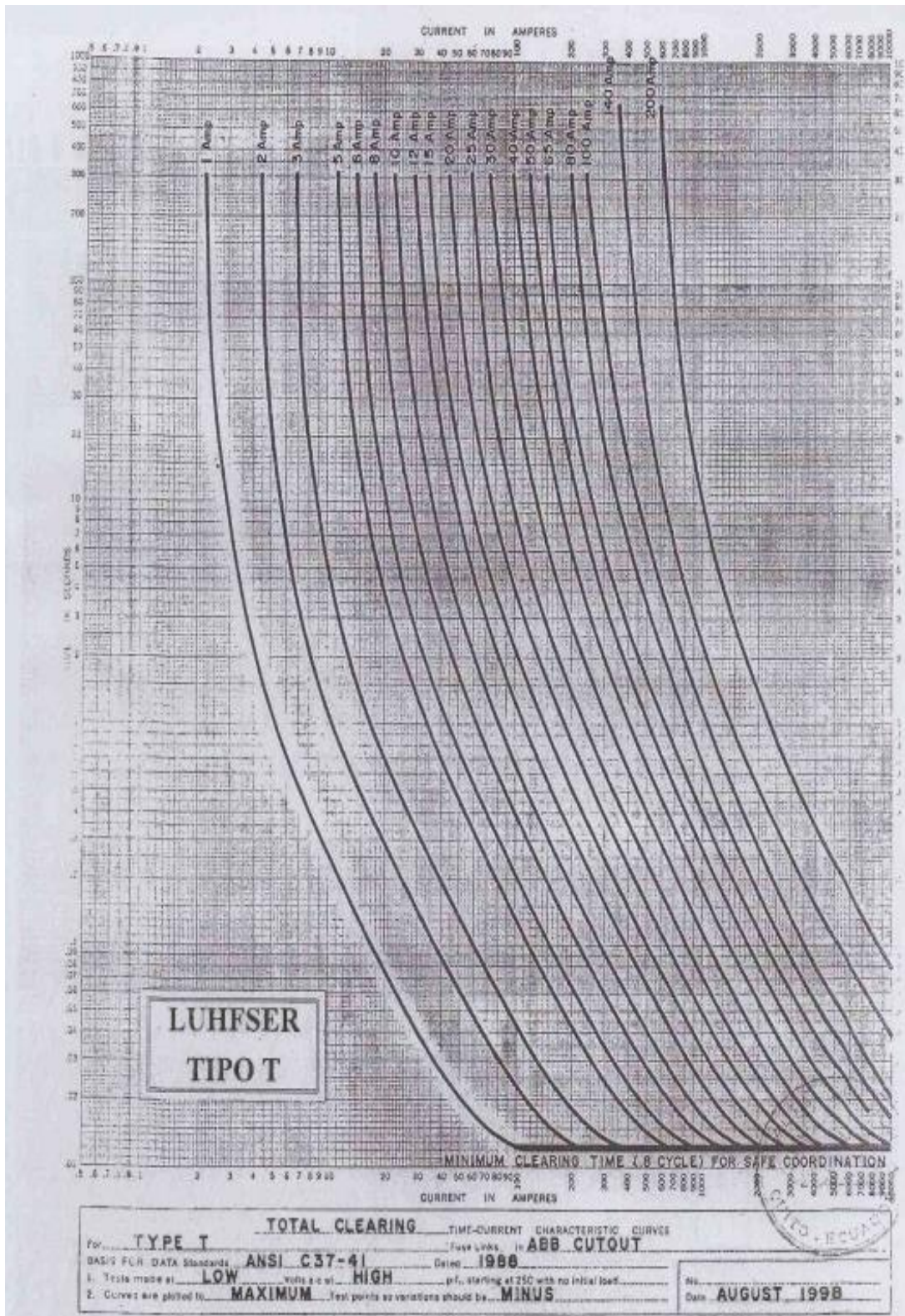
Anexos

ANEXO 1. 2 CURVAS DE LOS FUSIBLES TIPO K



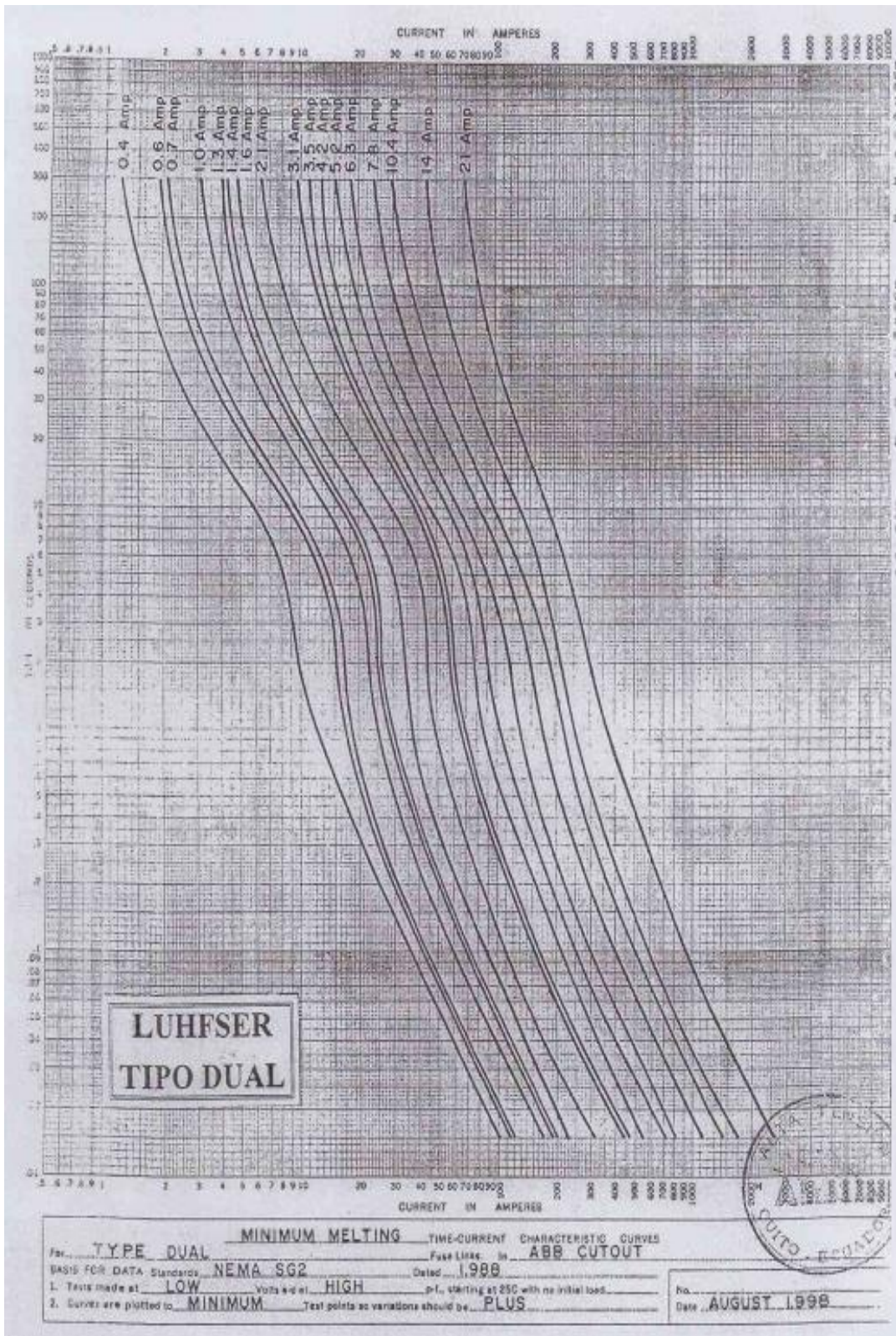
Fuente: Lufser
Elaborado por: Lufser

ANEXO 1.3 CURVAS DE LOS FUSIBLES TIPO T



Fuente: Luhfser
Elaborado por: Luhfser

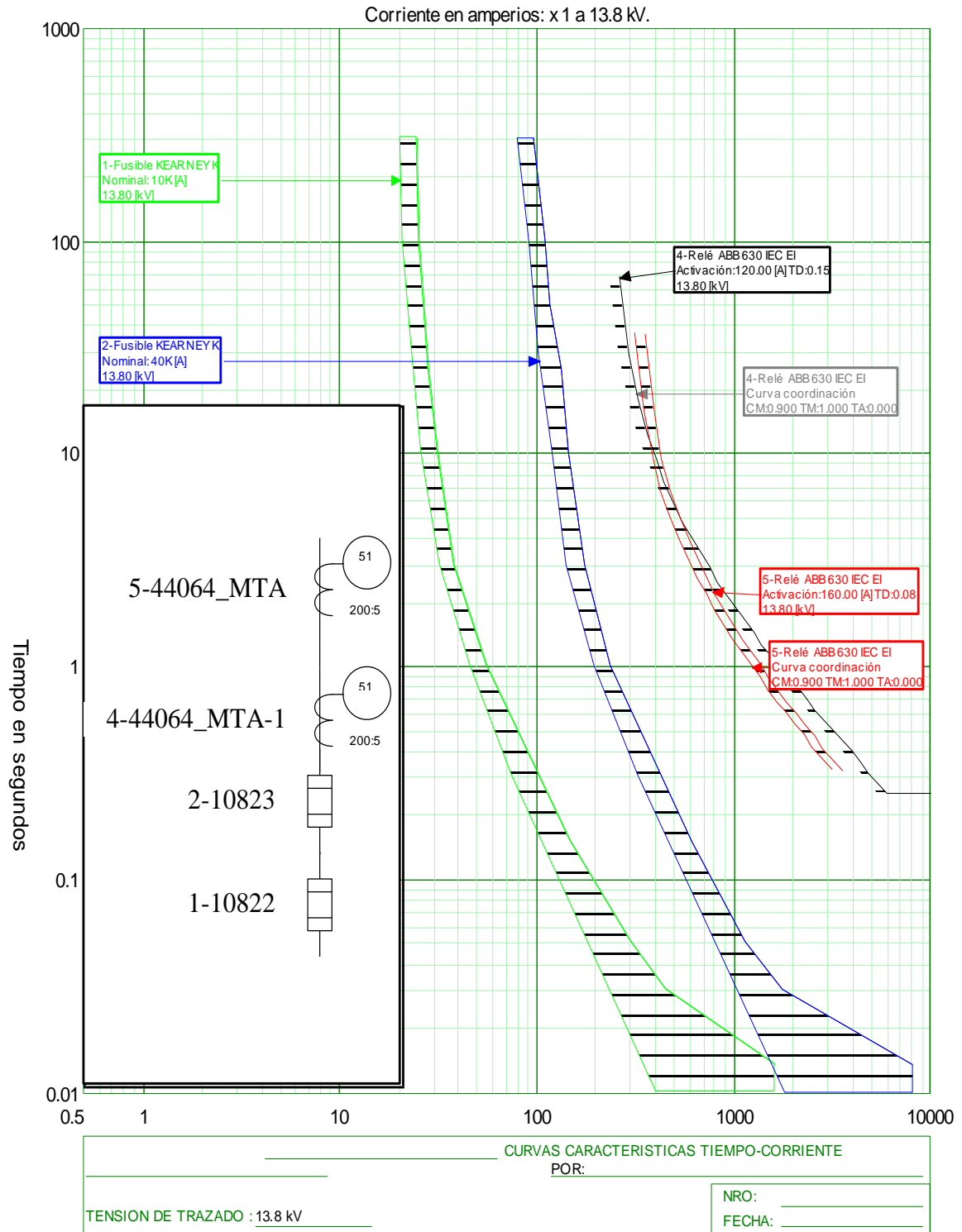
ANEXO 1. 4 CURVAS DE LOS FUSIBLES TIPO DUAL



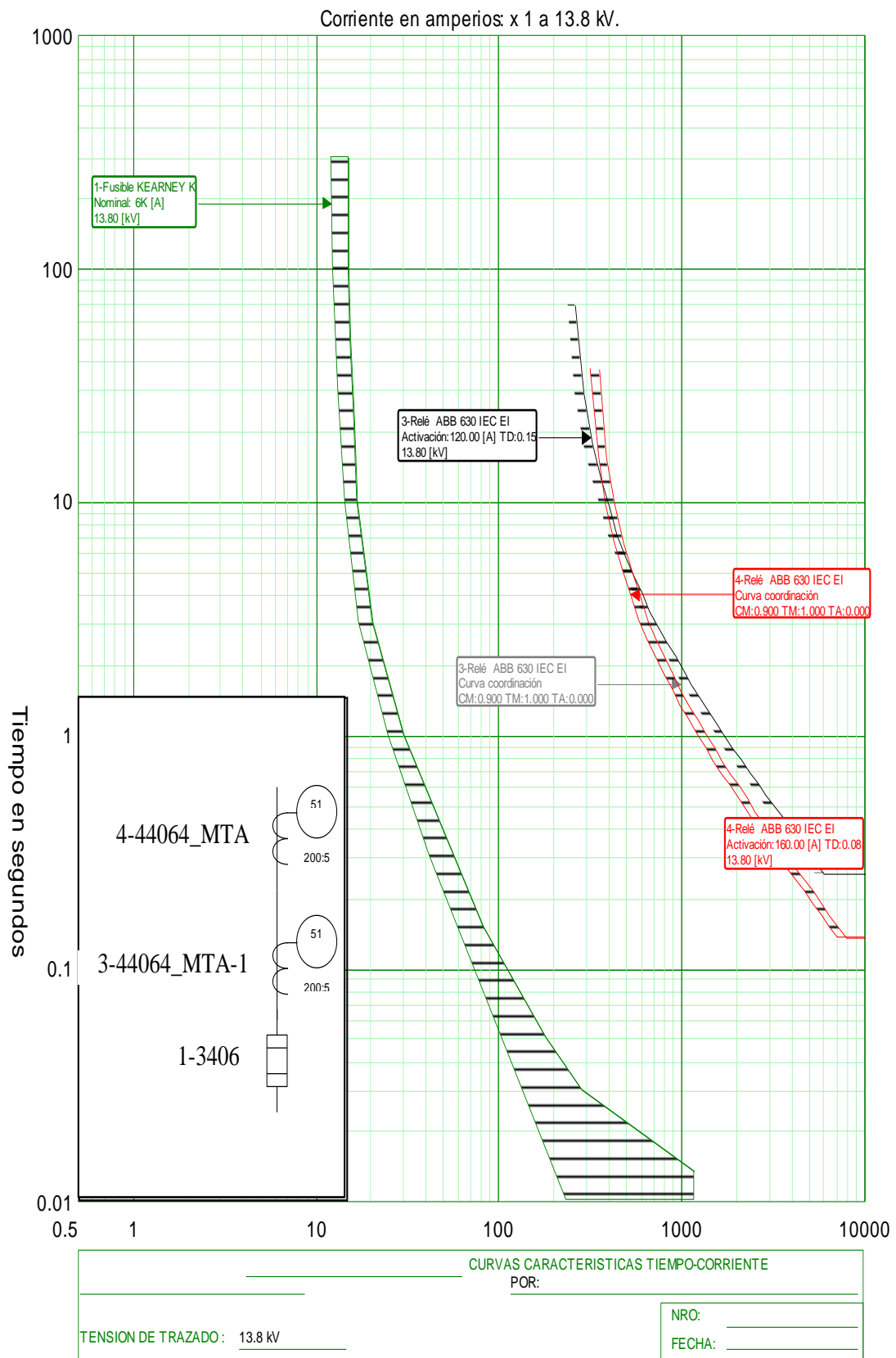
Fuente: Luhfser

Elaborado por: Luhfser

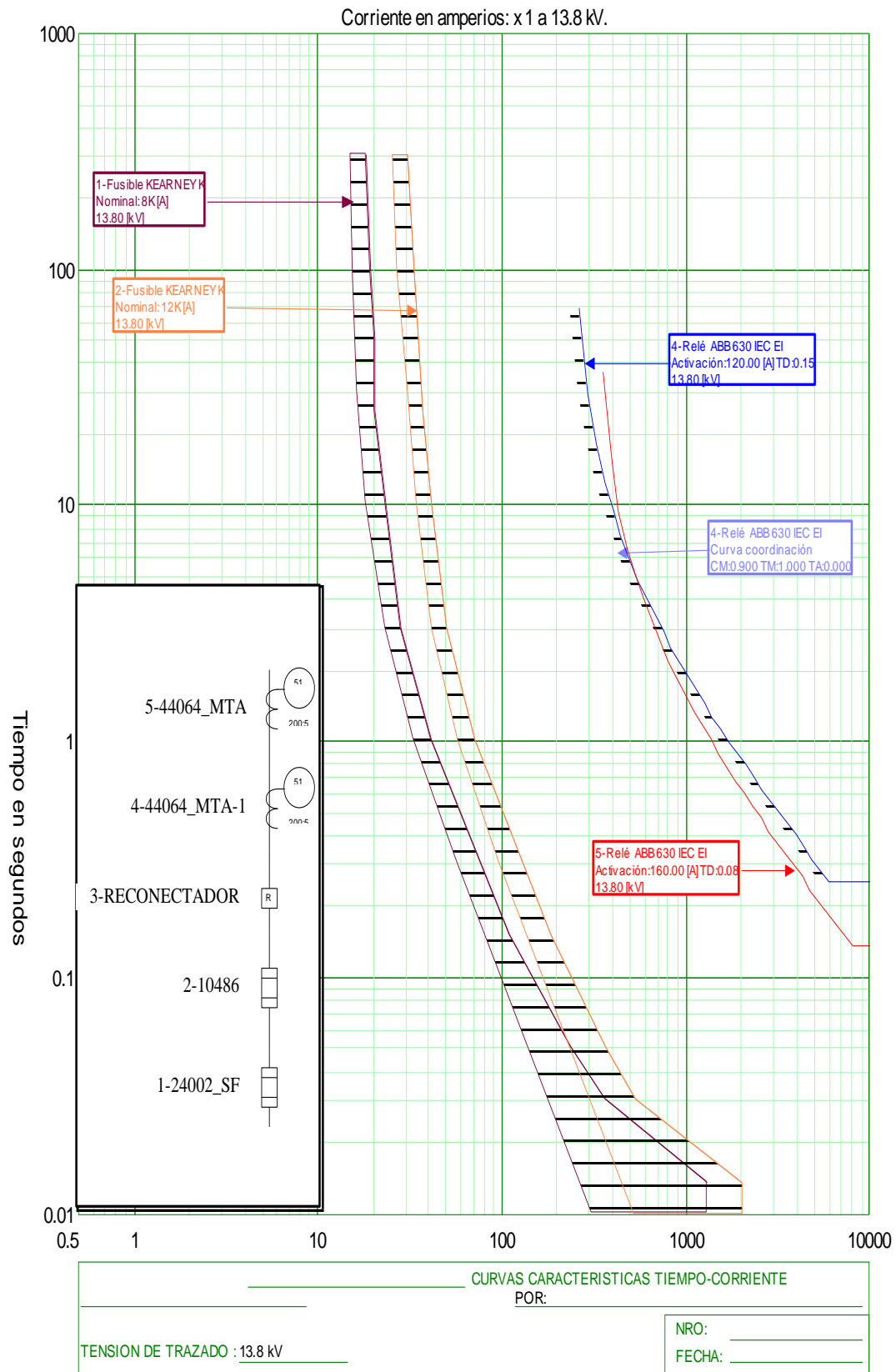
ANEXO 2.2 COORDINACION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIONES ACTUALES



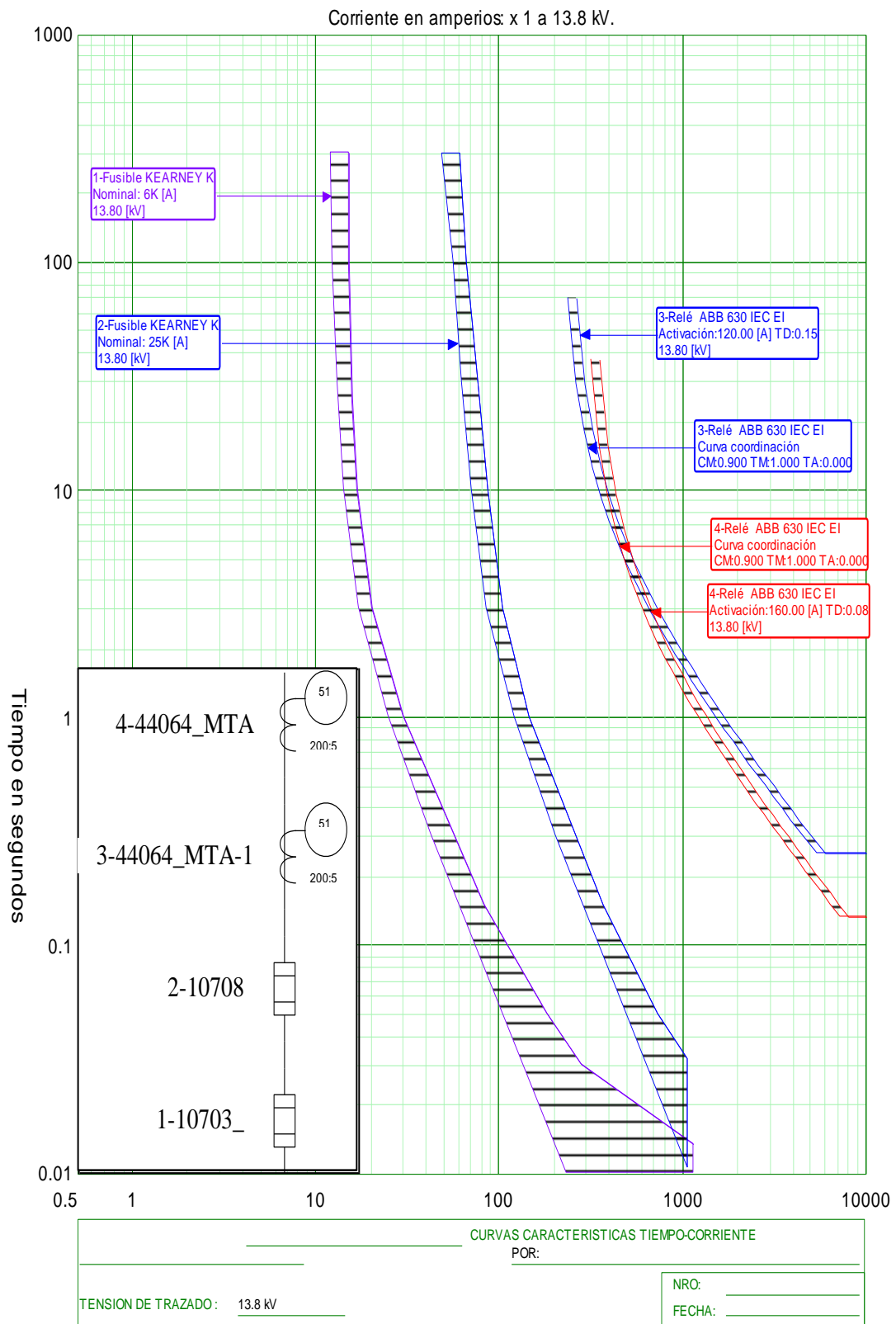
Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes



Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes

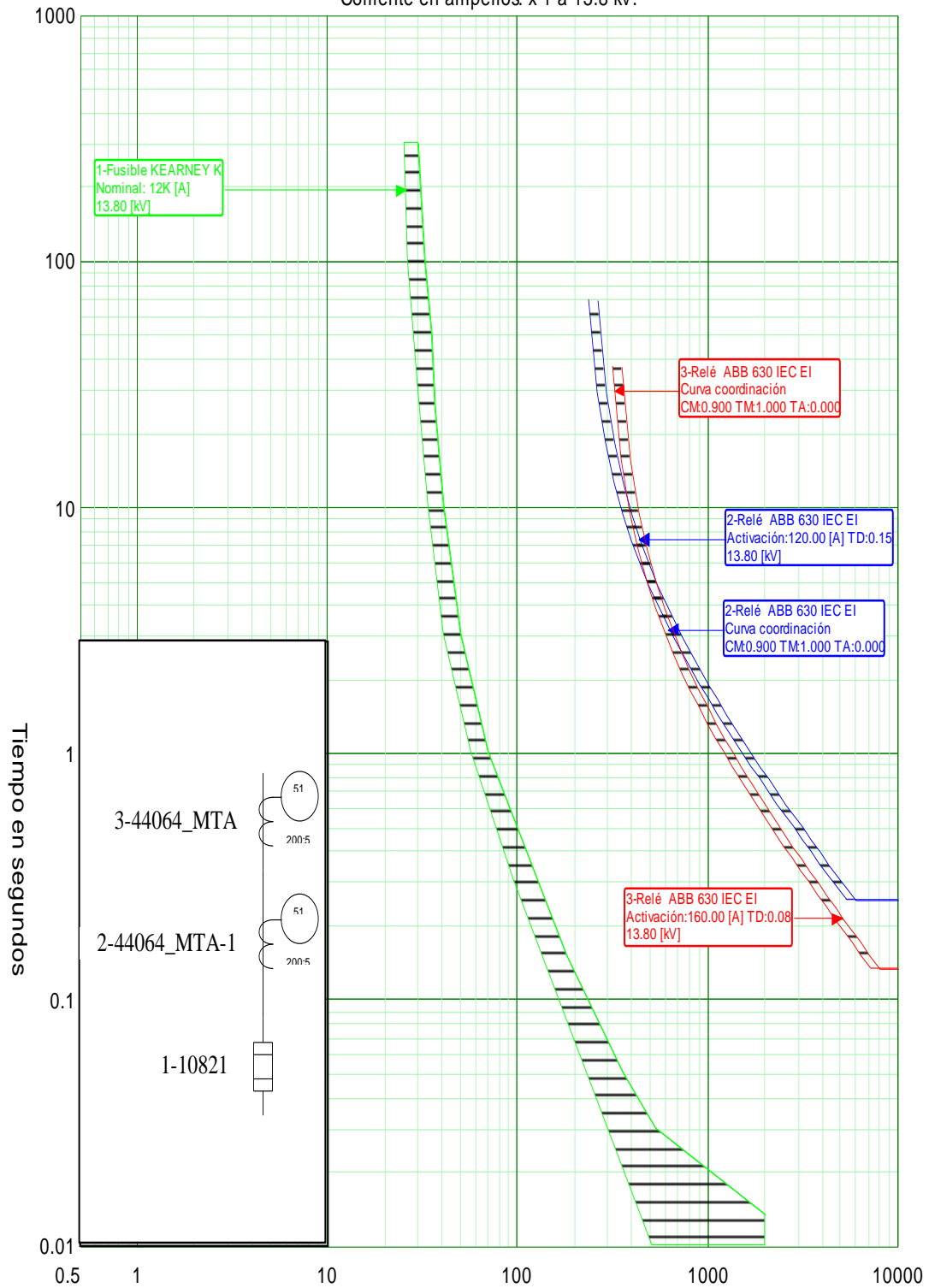


Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes



Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes

Corriente en amperios: x 1 a 13.8 kV.



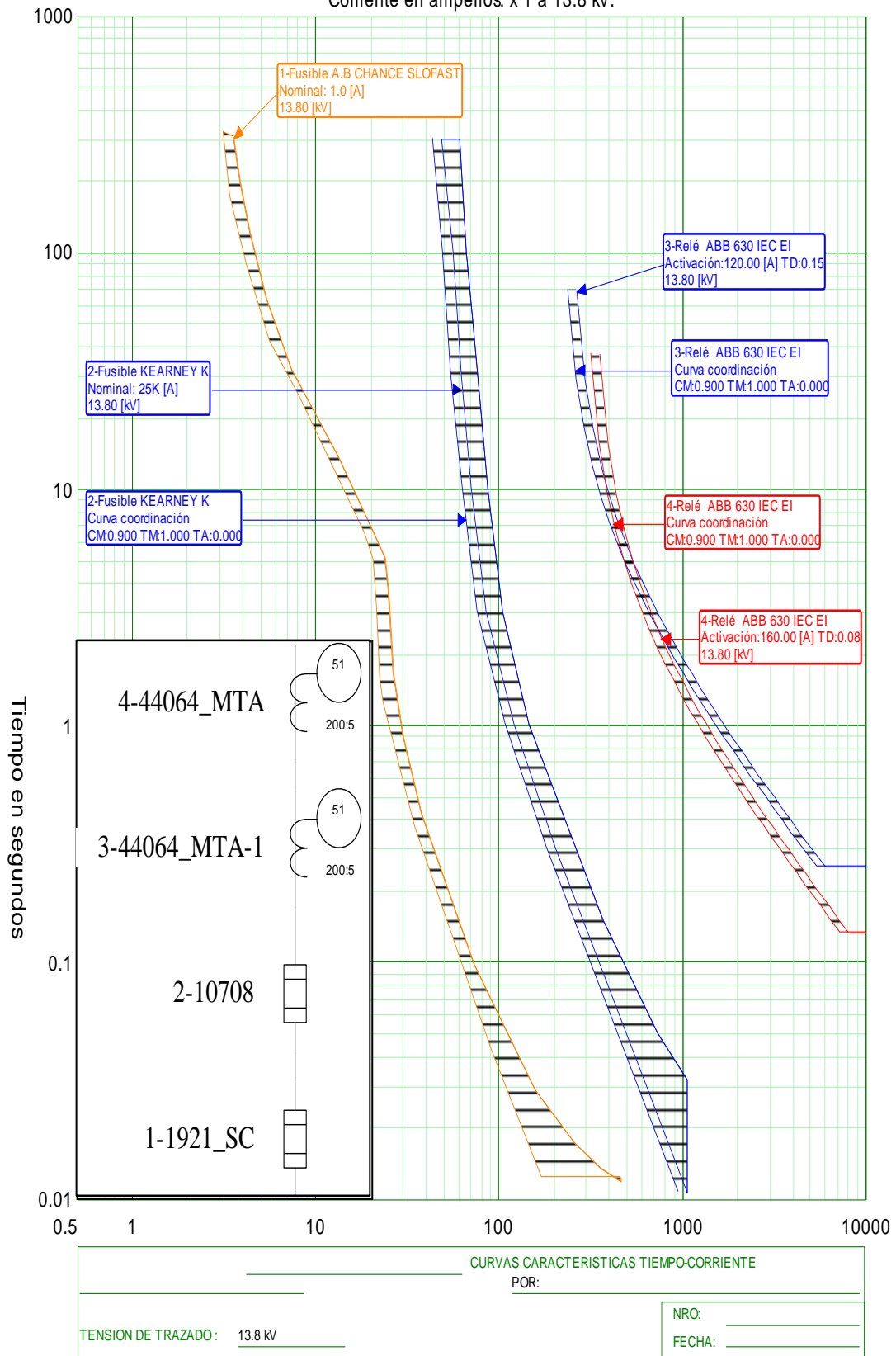
CURVAS CARACTERISTICAS TIEMPO-CORRIENTE
 POR: _____

TENSION DE TRAZADO: 13.8 kV

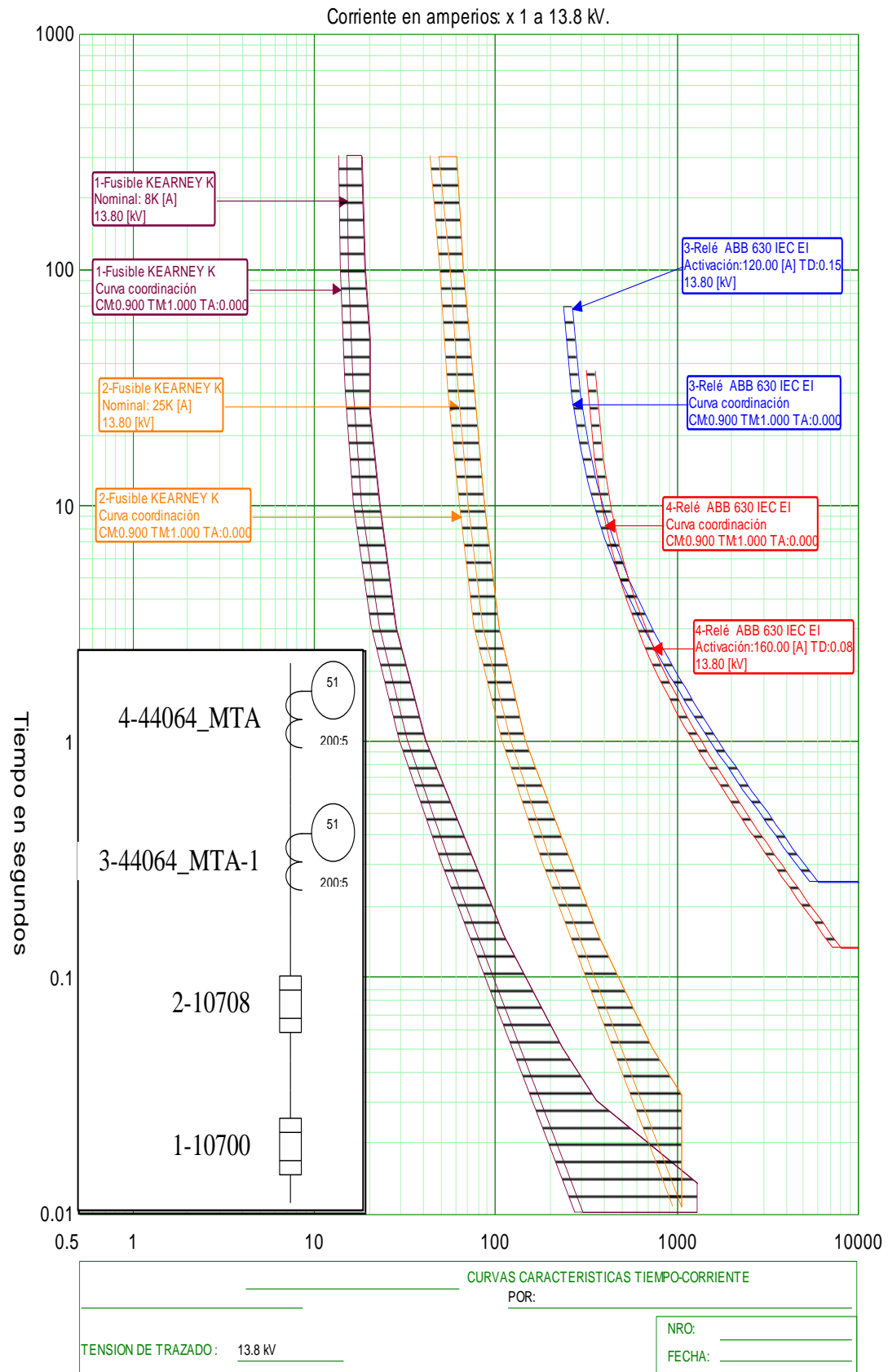
NRO: _____
 FECHA: _____

Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes

Corriente en amperios: x 1 a 13.8 kV.

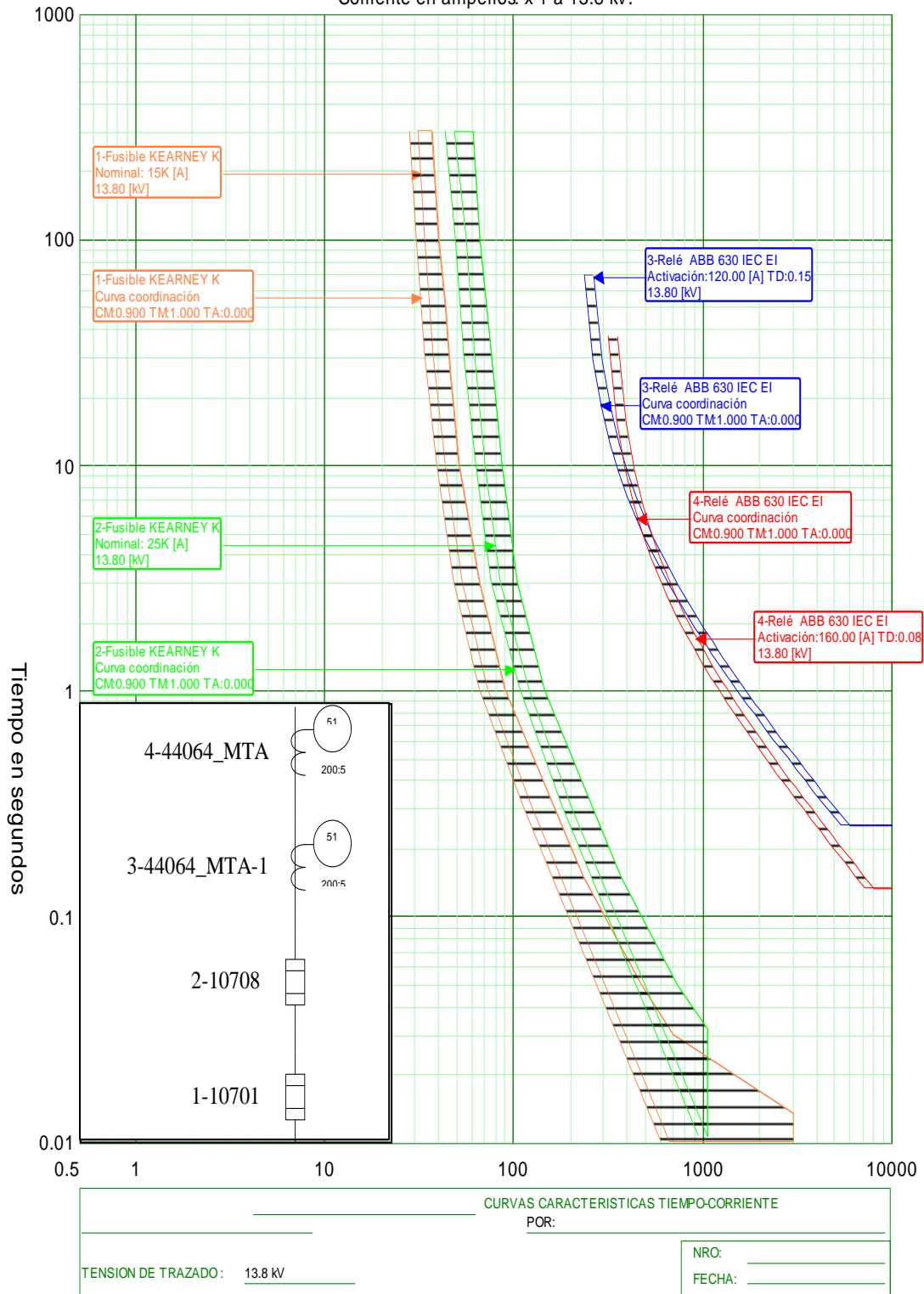


Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes

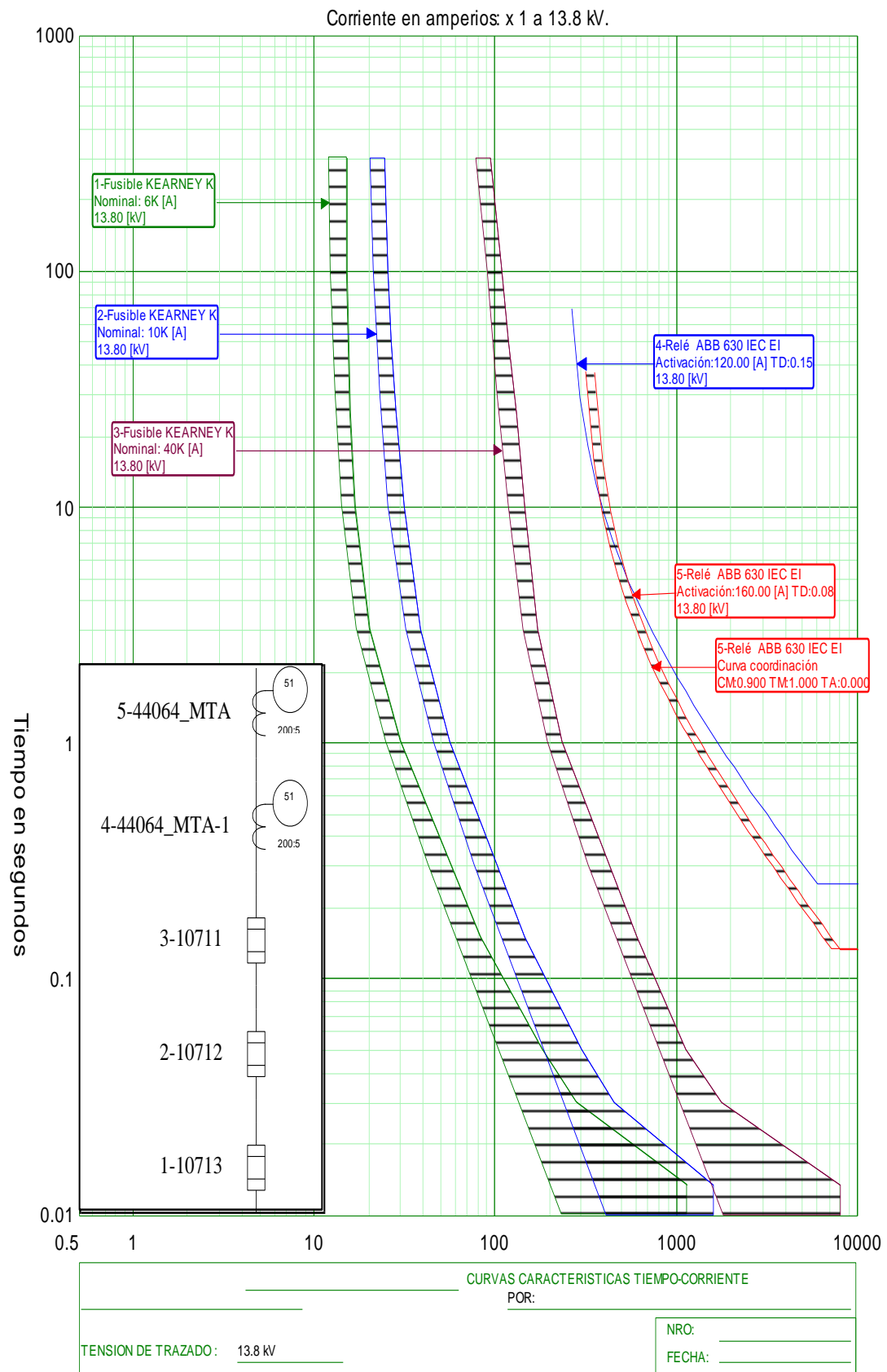


Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes

Corriente en amperios: x 1 a 13.8 kV.

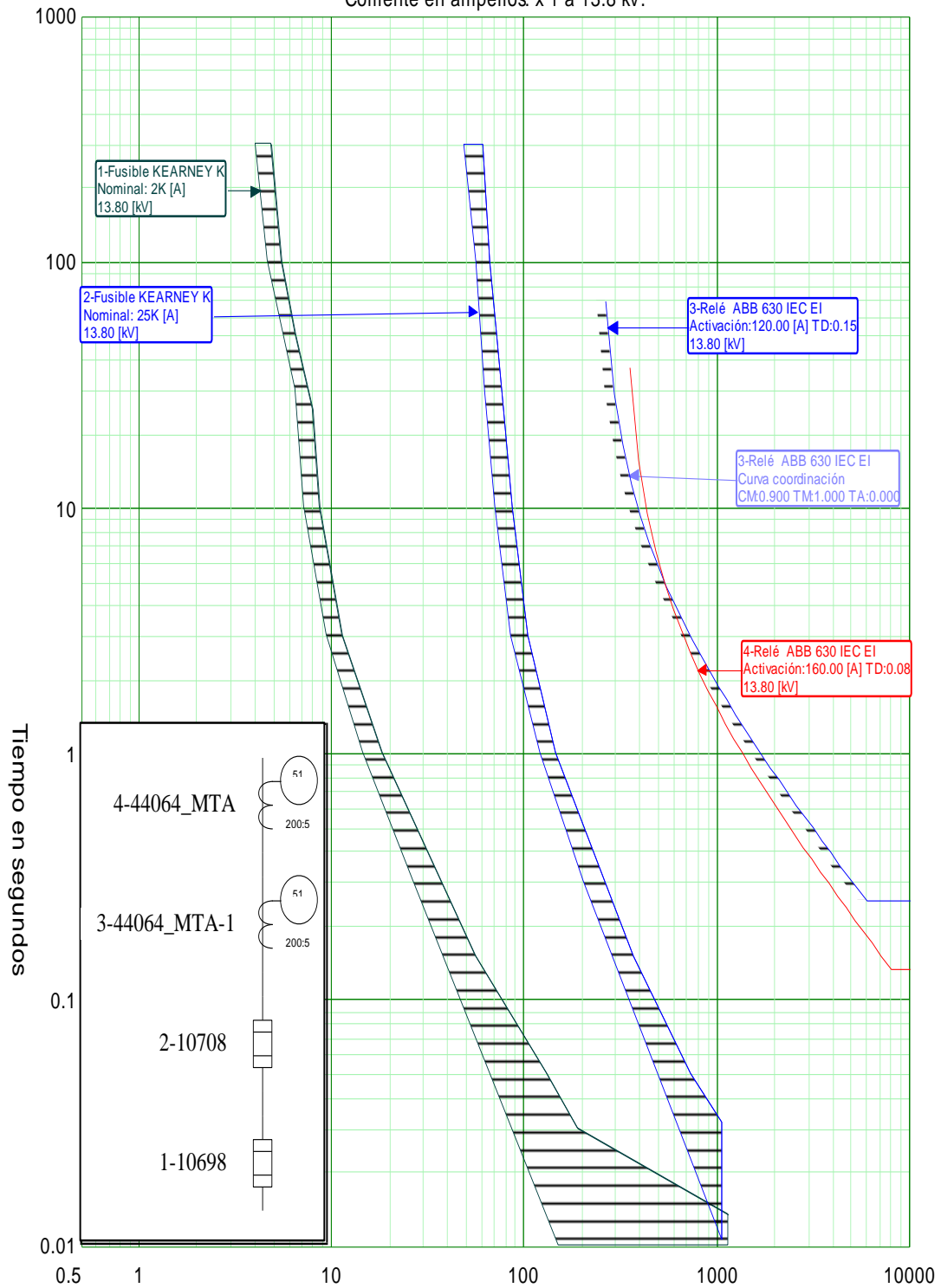


Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes



Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes

Corriente en amperios: x 1 a 13.8 kV.

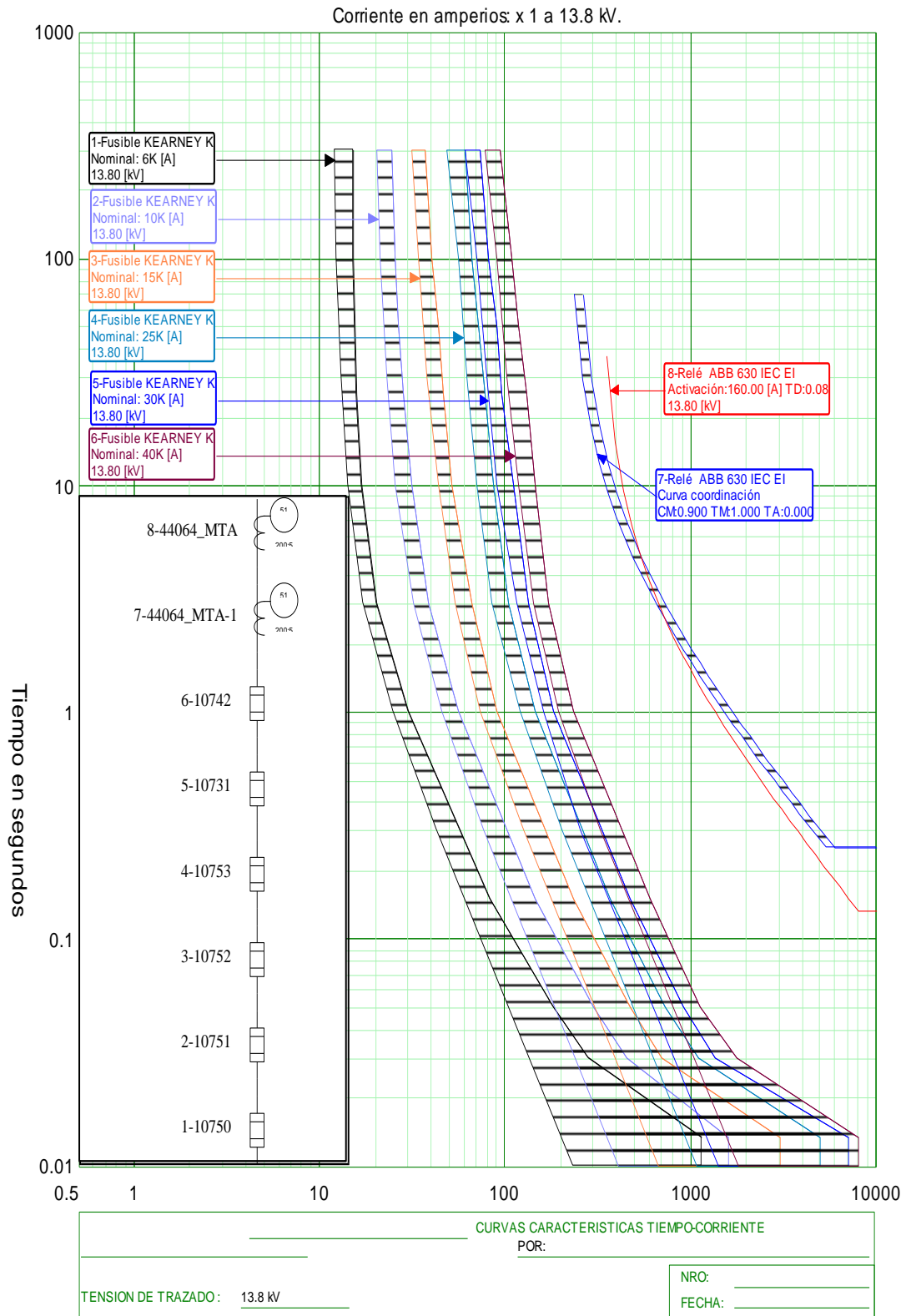


CURVAS CARACTERISTICAS TIEMPO-CORRIENTE
POR: _____

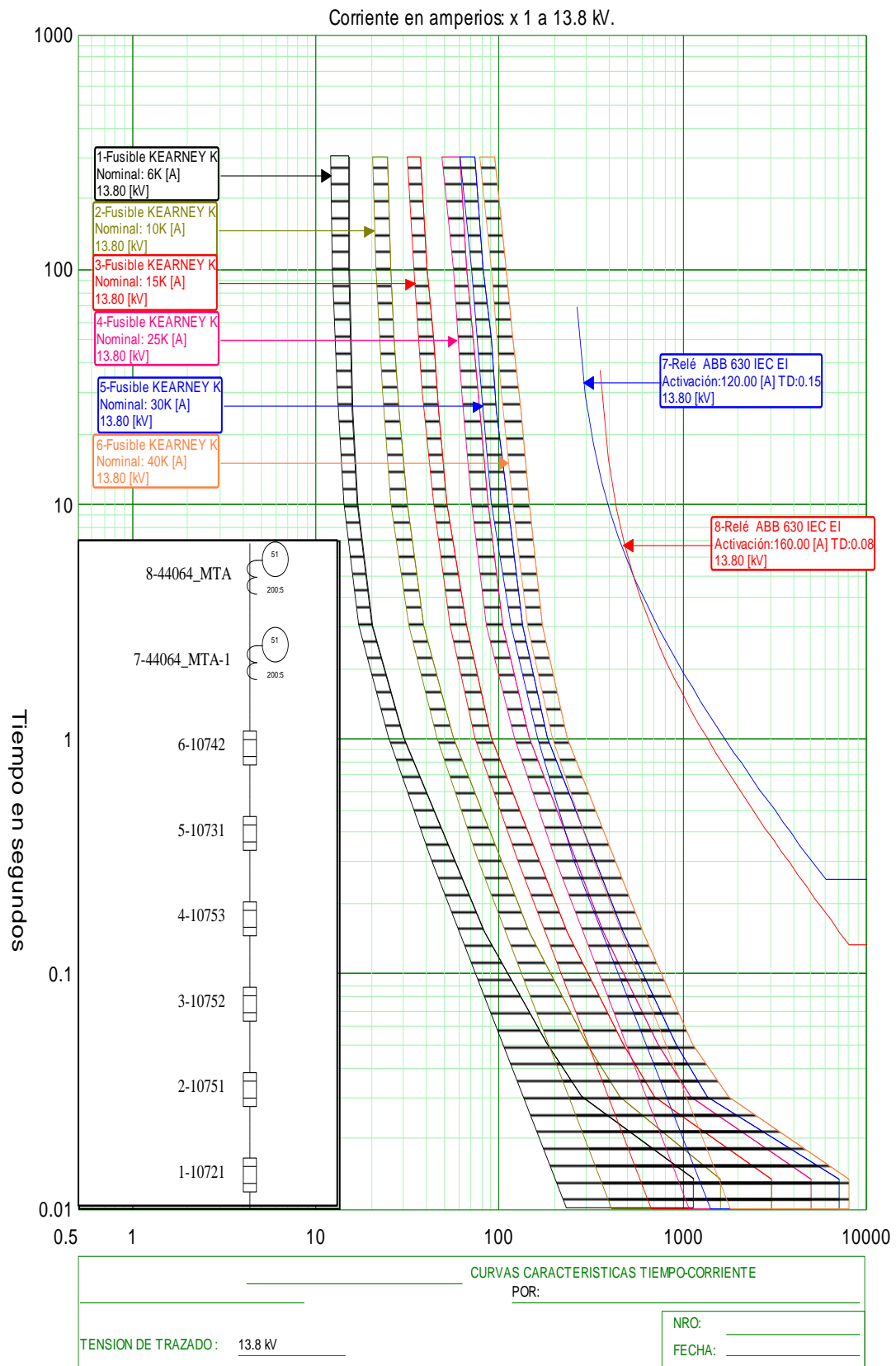
TENSION DE TRAZADO: 13.8 kV

NRO: _____
FECHA: _____

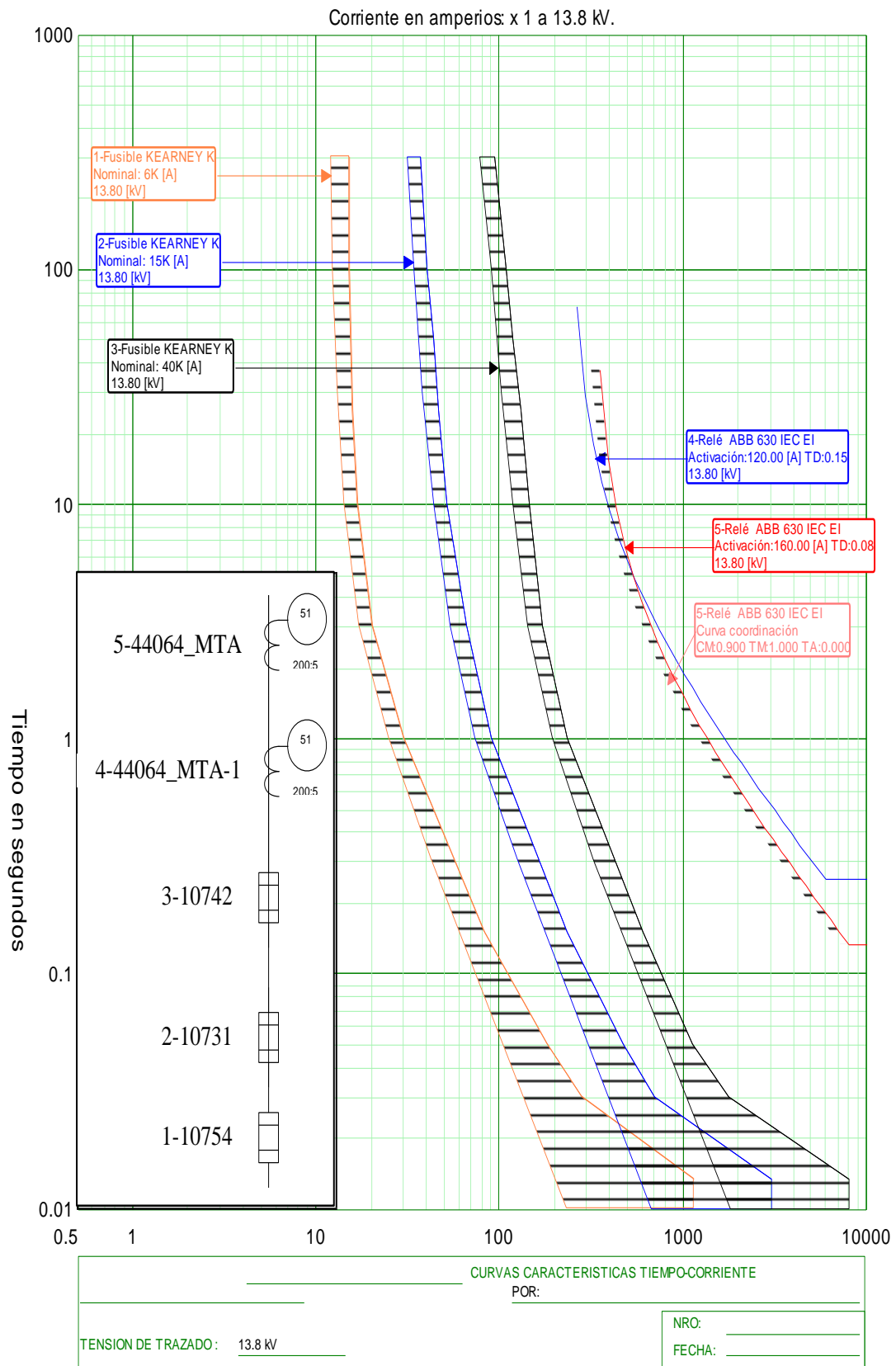
Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes



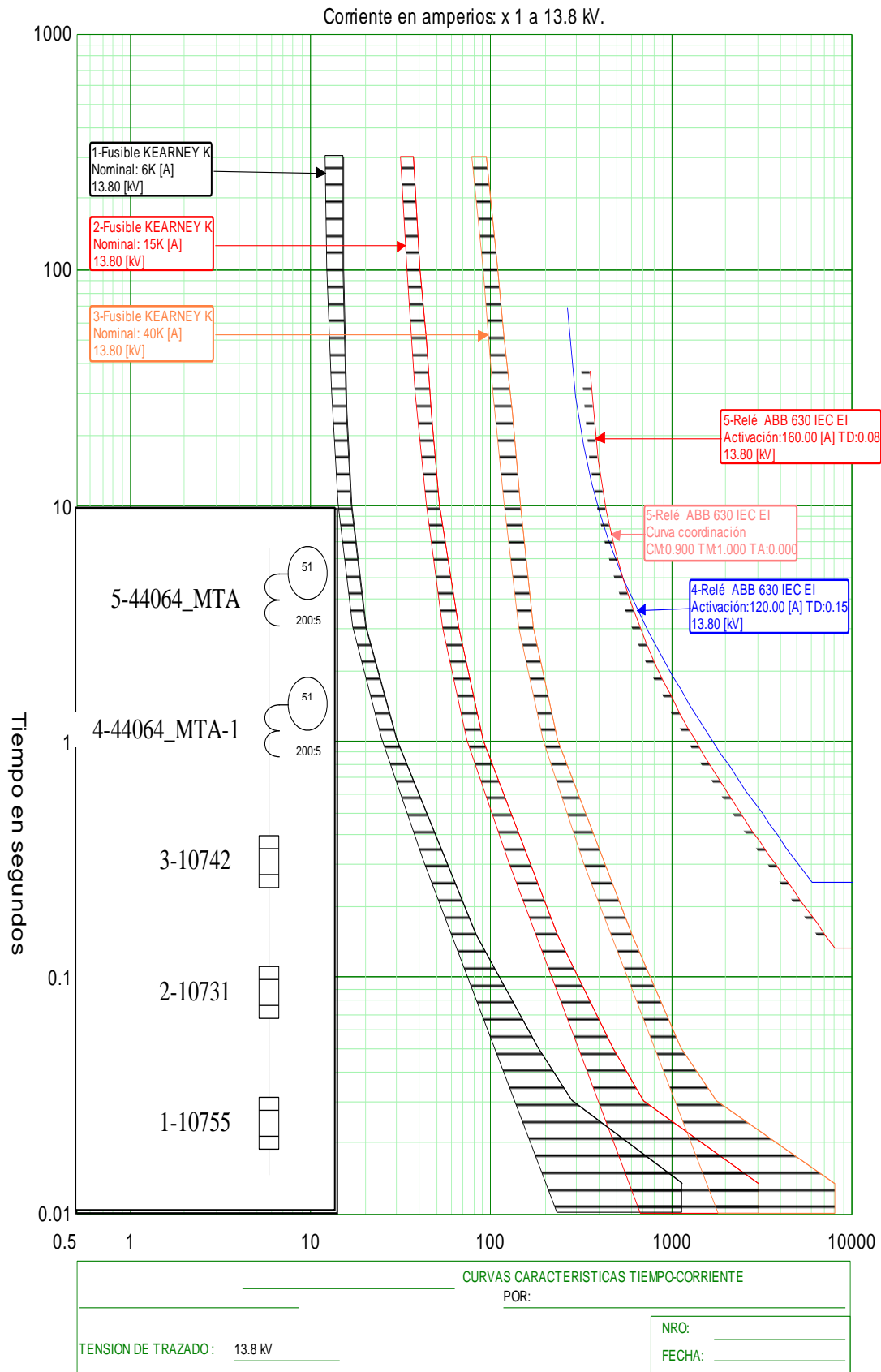
Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes



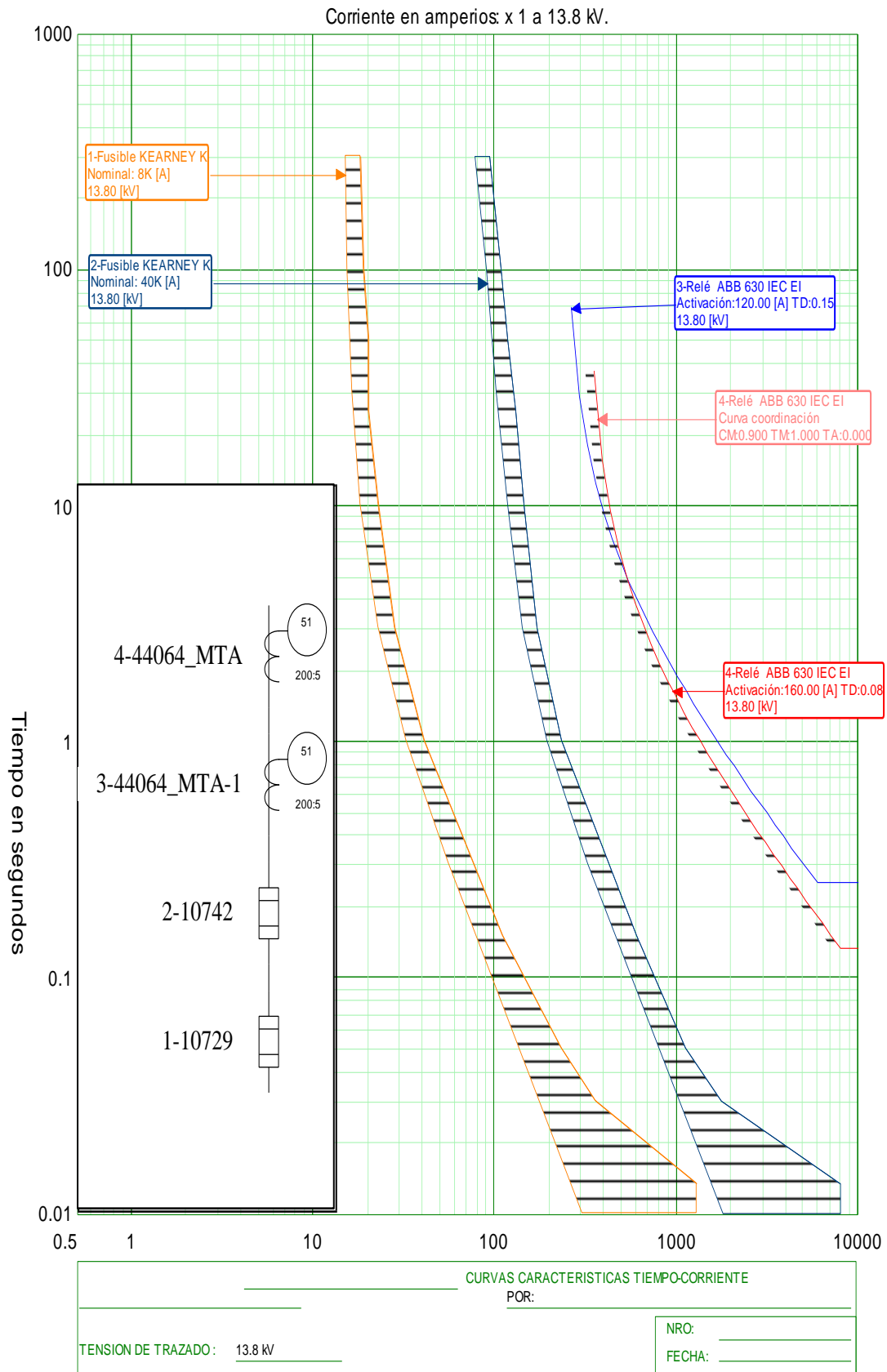
Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes



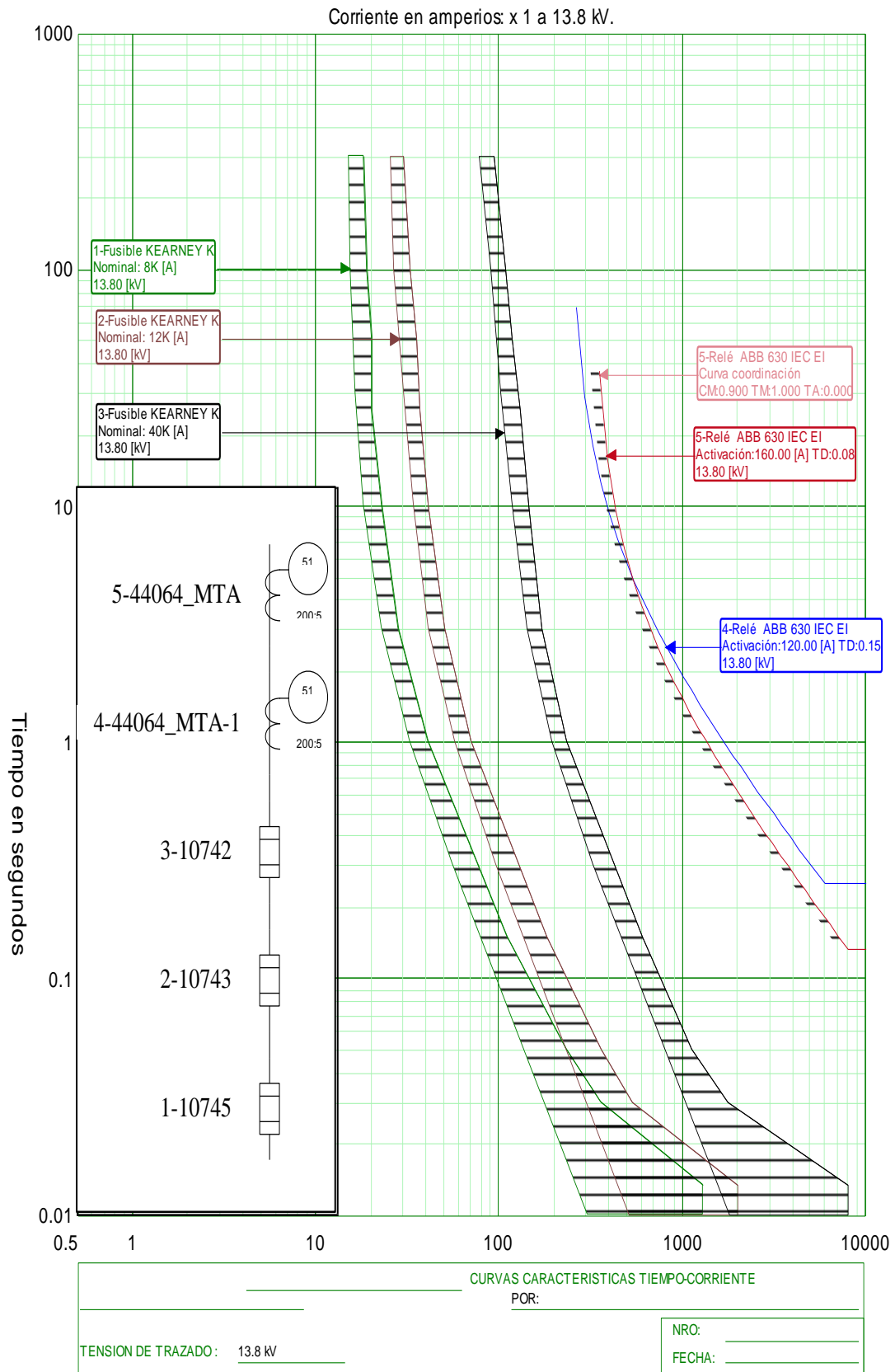
Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes



Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes



Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes



Fuente: CYMTCC
Elaborado por: Postulantes

2.3 COORDINACION ACTUAL DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10823	Fusible	40K	94	1770,83	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10871	Fusible	12K	30	1404,54	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10870	Fusible	6K	27,23	1150,14	56,78	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10867	Fusible	15K	36,98	1060,66	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10868	Fusible	6K	14,99	1007,16	56,78	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10866	Fusible	25K	65,07	1003,44	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	33928_SF	Fusible	8K	18,01	100,43	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	33932_SF	Fusible	25K	59,98	98,37	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	11183	Fusible	10K	24,19	99,28	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10486	Fusible	12K	98,45	99,57	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10484	Fusible	40K	97,29	97,79	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10483	Fusible	6K	40,98	97,59	56,78	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	34598_SF	Fusible	6K	21,82	97,4	56,78	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10481	Fusible	6K	21,77	96,54	56,78	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10480	Fusible	6K	21,77	96,5	56,78	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10478	Fusible	15K	36,98	96,68	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	10488	Fusible	40K	94	94,07	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	3393	Fusible	12K	30	107,31	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	3406	Fusible	6K	43,22	111,46	56,78	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	RECONNECTADOR	Reconectador	Fase	IEC EI	3460	Fusible	10K	26,29	470,28	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10712	Fusible	Fase	10K	10713	Fusible	6K	93,34	868,66	185,34	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10684	Fusible	Fase	20K	10720	Fusible	10K	26,65	595,25	511,75	No

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	10718	Fusible	Fase	40K	10716	Fusible	40K	94	968,04	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10700	Fusible	Fase	8K	10669	Fusible	6K	14,99	693,94	14,99	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	Fusible	Fase	25K	10701	Fusible	15K	36,98	754,13	522,43	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	Fusible	Fase	40K	10743	Fusible	12K	40,51	1477,64	1391,55	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10823	Fusible	Fase	40K	10822	Fusible	10K	66,71	1593,36	1538,11	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10751	Fusible	Fase	10K	10727	Fusible	6K	14,99	582,47	185,34	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10751	Fusible	Fase	10K	10750	Fusible	6K	14,99	566,34	185,34	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10751	Fusible	Fase	10K	10721	Fusible	6K	14,99	558,33	185,34	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10752	Fusible	Fase	15K	10751	Fusible	10K	26,76	618,14	306,87	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10731	Fusible	Fase	15K	10753	Fusible	25K	59,98	761,87	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10731	Fusible	Fase	15K	10754	Fusible	6K	64,44	811,99	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10731	Fusible	Fase	15K	10755	Fusible	6K	27,02	819,56	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10753	Fusible	Fase	25K	10752	Fusible	15K	36,98	707,8	522,43	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10720	Fusible	Fase	10K	10722	Fusible	6K	62,65	567,28	185,34	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10743	Fusible	Fase	12K	S01	Fusible	12K	30	1262,43	n/a	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10743	Fusible	Fase	12K	10745	Fusible	8K	40,39	1248,63	230,59	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10867	Fusible	Fase	15K	10864	Fusible	6K	27,12	991,04	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	10866	Fusible	Fase	25K	10865	Fusible	8K	18,01	954,5	806,7	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10746	Fusible	6K	40,86	1150,14	806,7	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10746	Fusible	6K	40,86	1150,14	806,7	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10742	Fusible	40K	94	1810,73	806,7	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10742	Fusible	40K	94	1810,73	806,7	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10740_	Fusible	15K	36,98	1599,66	806,7	No

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10740_	Fusible	15K	36,98	1599,66	806,7	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10738	Fusible	3K	40,67	1150,14	806,7	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10738	Fusible	3K	40,67	1150,14	806,7	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10739	Fusible	8K	40,56	1300,31	806,7	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10739	Fusible	8K	40,56	1300,31	806,7	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10718	Fusible	40K	94	1127,65	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10718	Fusible	40K	94	1127,65	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	28507_SF	Fusible	3K	35,16	1150,14	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	28507_SF	Fusible	3K	35,16	1150,14	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10711	Fusible	40K	94	1010,7	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10711	Fusible	40K	94	1010,7	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10708	Fusible	25K	59,98	1082,98	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10708	Fusible	25K	59,98	1082,98	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10704	Fusible	8K	18,01	628,44	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10704	Fusible	8K	18,01	628,44	443,8	No
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10740	Fusible	6K	27,42	1150,14	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10740	Fusible	6K	27,42	1150,14	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10726	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10726	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10821	Fusible	12K	40,98	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10716	Fusible	Fase	40K	10684	Fusible	20K	47,51	750,65	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	Fusible	Fase	25K	1921_SC	Fusible	1.0	34,9	454,37	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	Fusible	Fase	40K	10744	Fusible	6K	66,5	1150,14	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	Fusible	Fase	40K	10731	Fusible	15K	36,98	941,98	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	Fusible	Fase	40K	10730	Fusible	1.6	65,11	626,58	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10488	Fusible	Fase	40K	33281	Fusible	10K	24,19	92,41	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	33932_SF	Fusible	Fase	25K	33950_SF	Fusible	10K	24,19	95,51	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10486	Fusible	Fase	12K	24002_SF	Fusible	8K	18,01	98,44	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10484	Fusible	Fase	40K	34265_SF	Fusible	15K	36,98	97,21	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	34268_SF	Fusible	Fase	15K	10431	Fusible	10K	24,19	95,02	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10484	Fusible	Fase	40K	34268_SF	Fusible	15K	36,98	97,25	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10711	Fusible	Fase	40K	20971	Fusible	2K	65,18	987,12	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10711	Fusible	Fase	40K	10712	Fusible	10K	26,95	885,31	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	Fusible	Fase	25K	10703_	Fusible	6K	26,94	773,3	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	Fusible	Fase	25K	10700	Fusible	8K	63,39	754,17	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	Fusible	Fase	25K	10698	Fusible	2K	39,66	749,13	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	Fusible	Fase	40K	10748	Fusible	6K	27,21	1117,93	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	Fusible	Fase	40K	10729	Fusible	8K	64,15	966,54	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	Fusible	Fase	40K	SP4	Fusible	6K	27,13	1117,93	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10823	Fusible	Fase	40K	10862-	Fusible	6K	27,2	1046,85	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10823	Fusible	Fase	40K	10863	Fusible	6K	27,03	832,28	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10478	Fusible	Fase	15K	33282_SF	Fusible	2K	21,65	93,71	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	33932_SF	Fusible	Fase	25K	33951_SF	Fusible	2K	21,76	95,73	n/a	Sí

ALIMENTADOR_LA_CENA	34265_SF	Fusible	Fase	15K	10489	Fusible	.6	12,22	95,1	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10431	Fusible	Fase	10K	10493	Fusible	1K	12,17	91,84	n/a	Sí

Fuente: CYMTCC

Elaborado por: Postulantes

3.1 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITOS EN LOS PUNTOS DE ANÁLISIS

Nombre alim.	Nombre nodo	Id equipo	Fase	kVLN	LLL (A)	LL (A)	LLT (A)	LT (A)
ALIMENTADOR_LA_CENA	NODOFUENTE-1922	SUBESTACION_GUANUJO	ABC	8	3036	2630	3555	3633
ALIMENTADOR_LA_CENA	NODOFUENTE-1925	RELE	ABC	8	3046	2637	3567	3642
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_44034	RELE	ABC	8	3036	2630	3555	3633
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_44034	SECCIONADOR	ABC	8	3036	2630	3555	3633
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_44034	SECCIONADOR	ABC	8	3036	2630	3555	3633
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_52386	KEARNEYK_15K	C	8	0	0	0	2498
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_44041	ENTECETR-300R_ETR300-R_13.8KV	ABC	8	2475	2133	2475	2428
ALIMENTADOR_LA_CENA	3460	KEARNEYK_10K	B	8	0	0	0	470
ALIMENTADOR_LA_CENA	3479	KEARNEYK_20K	A	8	0	0	0	134
ALIMENTADOR_LA_CENA	3411	A.BCHANCESLOFAST_1.6	A	8	0	0	0	111
ALIMENTADOR_LA_CENA	3500	KEARNEYK_25K	A	8	0	0	0	111
ALIMENTADOR_LA_CENA	3377	KEARNEYK_15K	A	8	0	0	0	110
ALIMENTADOR_LA_CENA	3393	KEARNEYK_12K	A	8	0	0	0	107
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_62054	KEARNEYK_30K	C	8	0	0	0	94
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_60174	KEARNEYK_10K	C	8	0	0	0	93
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_60228	KEARNEYK_15K	C	8	0	0	0	92
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_62056	KEARNEYK_15K	B	8	0	0	0	97
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_60272	A.BCHANCESLOFAST_1.3	B	8	0	0	0	94
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_62062	KEARNEYK_12K	A	8	0	0	0	97
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_62064	KEARNEYK_12K	A	8	0	0	0	97
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61441	KEARNEYK_30K	B	8	0	0	0	98

Nombre alim.	Nombre nodo	Id equipo	Fase	kVLN	LLL (A)	LL (A)	LLT (A)	LT (A)
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61405	KEARNEYK_25K	B	8	0	0	0	97
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61402	KEARNEYK_15K	B	8	0	0	0	95
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_61388	A.BCHANCESLOFAST_.6	B	8	0	0	0	92
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61407	KEARNEYK_15K	B	8	0	0	0	97
ALIMENTADOR_LA_CENA	503	A.BCHANCESLOFAST_.6	B	8	0	0	0	95
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61985	KEARNEYK_25K	A	8	0	0	0	100
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_45143	KEARNEYK_12K	A	8	0	0	0	97
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61132	KEARNEYK_30K	B	8	0	0	0	101
ALIMENTADOR_LA_CENA	5298	KEARNEYK_15K	B	8	0	0	0	99
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61174	KEARNEYK_30K	B	8	0	0	0	99
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61177	KEARNEYK_12K	B	8	0	0	0	99
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61243	KEARNEYK_15K	B	8	0	0	0	98
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61187	KEARNEYK_12K	B	8	0	0	0	96
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61218	KEARNEYK_10K	B	8	0	0	0	96
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61220	KEARNEYK_15K	B	8	0	0	0	96
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61270	KEARNEYK_20K	B	8	0	0	0	101
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61125	KEARNEYK_30K	ABC	8	167	142	151	104
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_61119	KEARNEYK_12K	B	8	0	0	0	100
ALIMENTADOR_LA_CENA	3488	KEARNEYK_20K	C	8	0	0	0	116
ALIMENTADOR_LA_CENA	3454	KEARNEYK_10K	A	8	0	0	0	472
ALIMENTADOR_LA_CENA	3447	KEARNEYK_15K	C	8	0	0	0	812
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_52270	KEARNEYK_25K	A	8	0	0	0	1003
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_55271	KEARNEYK_10K	C	8	0	0	0	1007

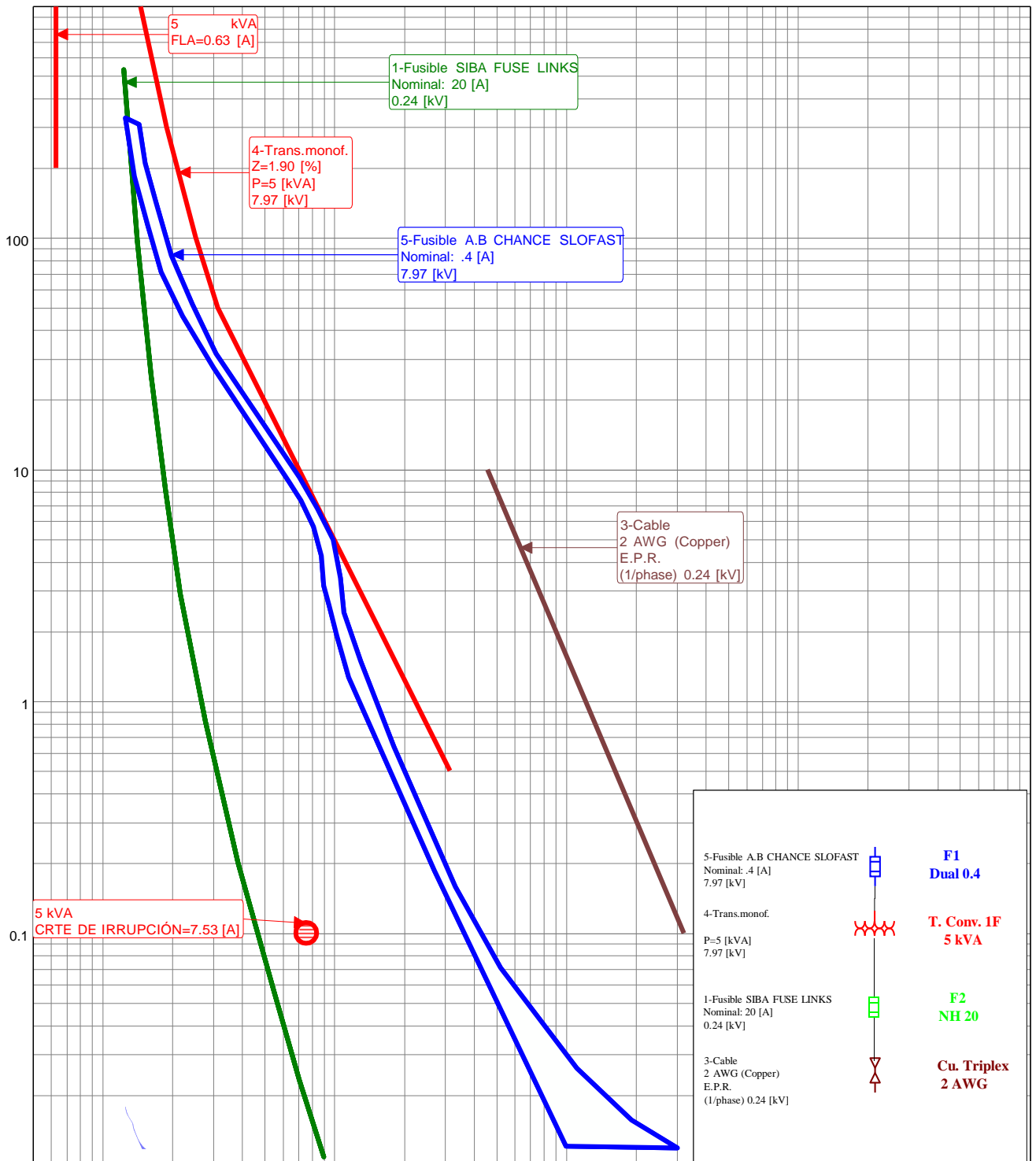
Nombre alim.	Nombre nodo	Id equipo	Fase	kVLN	LLL (A)	LL (A)	LLT (A)	LT (A)
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_60898	KEARNEYK_30K	C	8	0	0	0	1061
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_62610	KEARNEYK_15K	A	8	0	0	0	1179
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_58244	KEARNEYK_20K	A	8	0	0	0	1405
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_67007	KEARNEYK_20K	A	8	0	0	0	1577
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_78518	KEARNEYK_30K	B	8	0	0	0	2155
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_55061	KEARNEYK_10K	B	8	0	0	0	832
ALIMENTADOR_LA_CENA	3368	DEFAULT	ABC	8	2913	2520	3234	3334
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_53059	KEARNEYK_25K	A	8	0	0	0	2459
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_53062	DEFAULT	ABC	8	2507	2161	2525	2458
ALIMENTADOR_LA_CENA	5085	KEARNEYK_12K	A	8	0	0	0	1703
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_62401	KEARNEYK_30K	C	8	0	0	0	870
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_41025	A.BCHANCESLOFAST_4.2	C	8	0	0	0	816
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_42576	KEARNEYK_30K	A	8	0	0	0	762
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_63689	KEARNEYK_15K	A	8	0	0	0	705
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_60659	KEARNEYK_15K	A	8	0	0	0	628
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_52951	KEARNEYK_15K	A	8	0	0	0	652
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_41017	KEARNEYK_30K	ABC	8	1083	926	1017	784
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_51823	A.BCHANCESLOFAST_1.6	C	8	0	0	0	749
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_52850	A.BCHANCESLOFAST_1.0	ABC	8	1032	883	973	749
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_52860	KEARNEYK_15K	A	8	0	0	0	754
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_41966	A.BCHANCESLOFAST_4	A	8	0	0	0	678
ALIMENTADOR_LA_CENA	331	KEARNEYK_15K	A	8	0	0	0	754
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_51818	KEARNEYK_12K	A	8	0	0	0	773

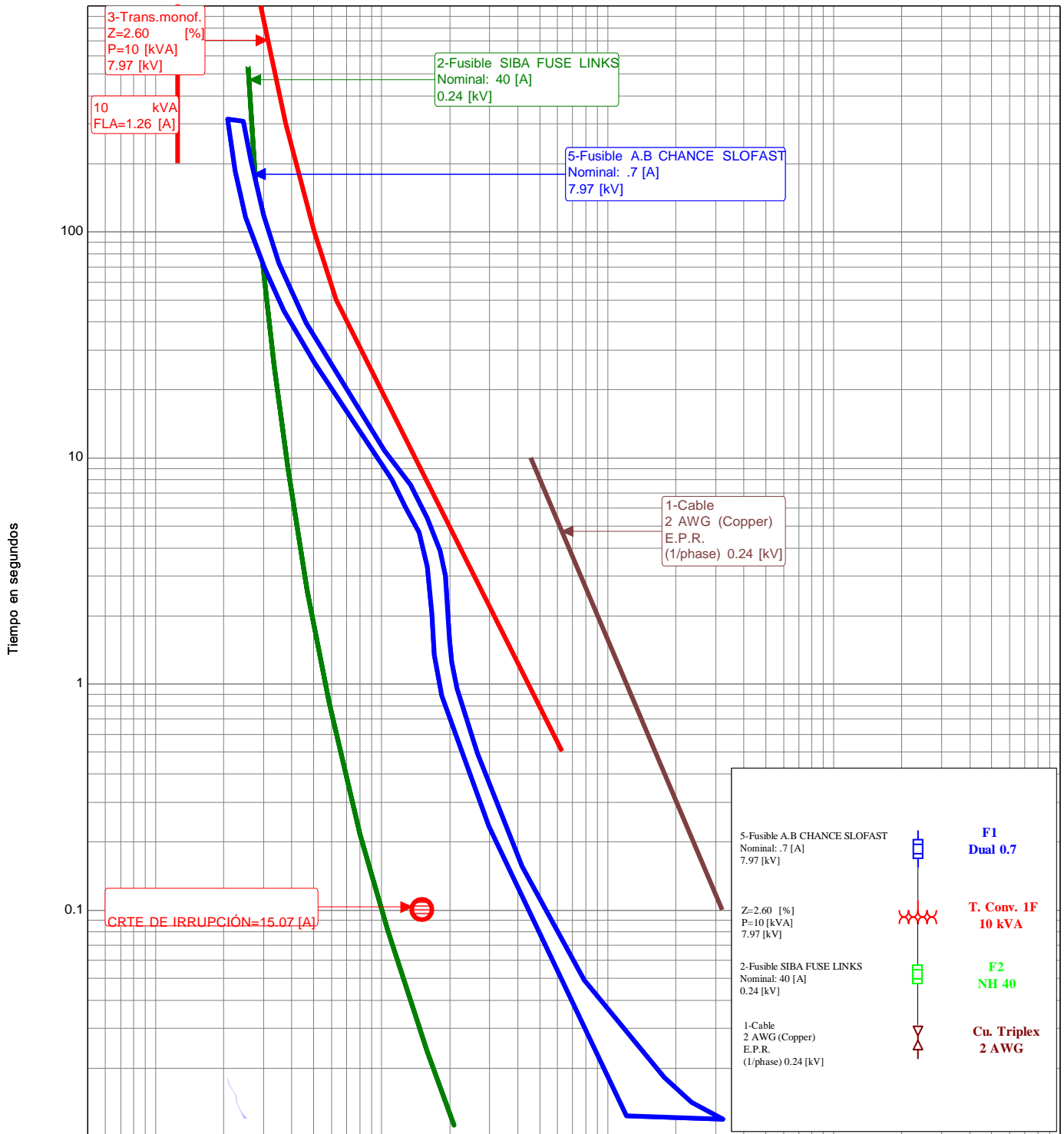
Nombre alim.	Nombre nodo	Id equipo	Fase	kVLN	LLL (A)	LL (A)	LLT (A)	LT (A)
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_52845	KEARNEYK_12K	B	8	0	0	0	797
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_62223	KEARNEYK_12K	A	8	0	0	0	899
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_52873	KEARNEYK_30K	B	8	0	0	0	1011
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_S_40682	KEARNEYK_12K	B	8	0	0	0	808
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_41296	A.BCHANCESLOFAST_1.0	B	8	0	0	0	794
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_78843	A.BCHANCESLOFAST_3.1	B	8	0	0	0	850
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_52876	A.BCHANCESLOFAST_1.6	B	8	0	0	0	987
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_40698	A.BCHANCESLOFAST_1.0	ABC	8	1343	1148	1247	1004
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_52954	KEARNEYK_15K	B	8	0	0	0	1043
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_52963	KEARNEYK_30K	C	8	0	0	0	1128
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_60882	KEARNEYK_15K	C	8	0	0	0	762
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_58893	KEARNEYK_15K	C	8	0	0	0	1438
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_53196	KEARNEYK_15K	B	8	0	0	0	1462
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_66242	KEARNEYK_15K	A	8	0	0	0	1600
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_62419	KEARNEYK_30K	B	8	0	0	0	1811
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_58635	KEARNEYK_15K	B	8	0	0	0	942
ALIMENTADOR_LA_CENA	5080	A.BCHANCESLOFAST_1.6	B	8	0	0	0	907
ALIMENTADOR_LA_CENA	5082	A.BCHANCESLOFAST_1.6	B	8	0	0	0	780
ALIMENTADOR_LA_CENA	5078	A.BCHANCESLOFAST_1.6	B	8	0	0	0	854
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_60719	A.BCHANCESLOFAST_.7	B	8	0	0	0	1049
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_59236	A.BCHANCESLOFAST_1.6	B	8	0	0	0	1040
ALIMENTADOR_LA_CENA	MTA_L_60622	KEARNEYK_15K	A	8	0	0	0	1946

Fuente: CYMTCC

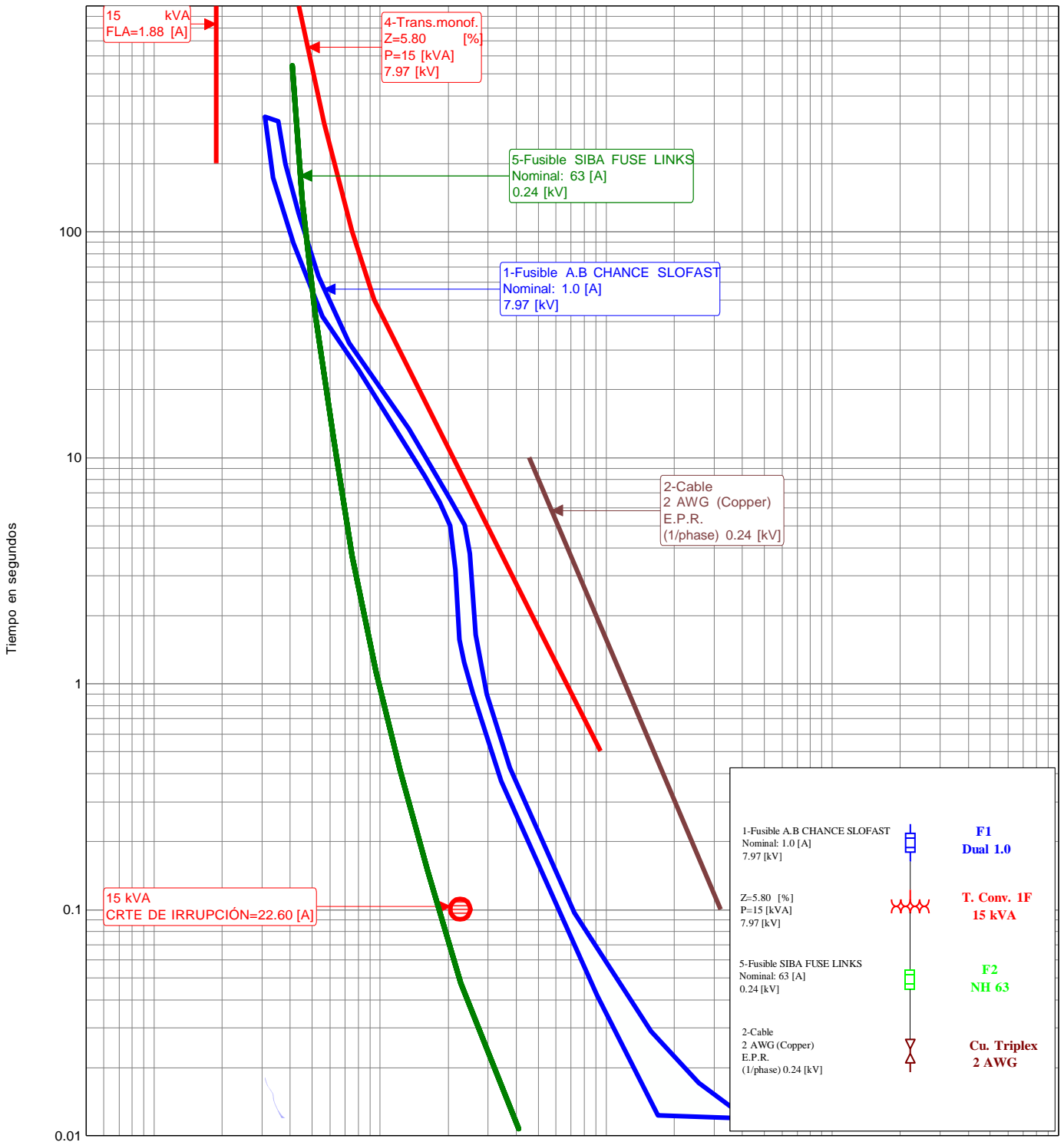
Elaborado por: Postulantes

ANEXO 3.2 CURVAS DE PROTECCION DE LAS DIFERENTES CAPACIDADES DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION.

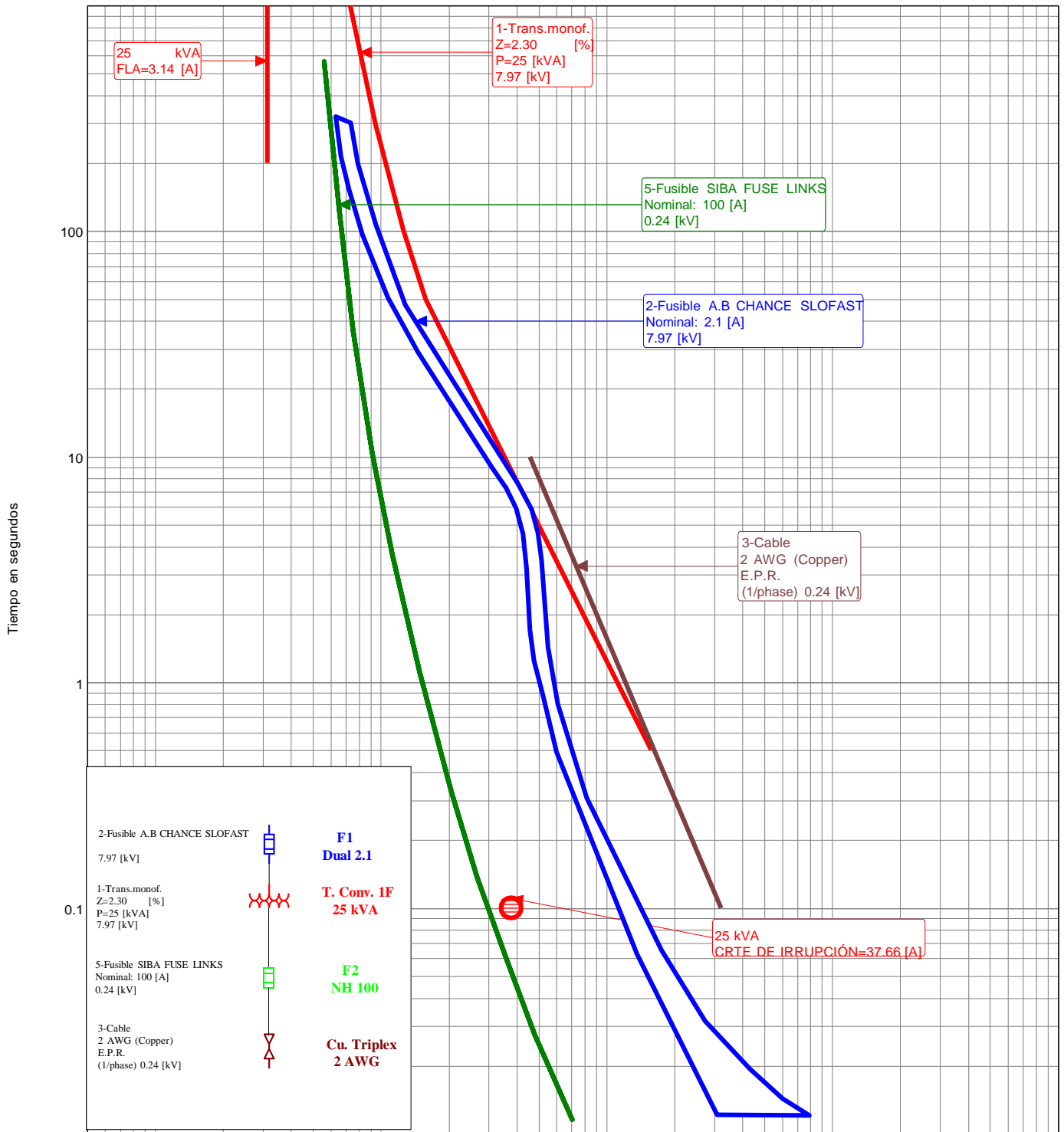




COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	TENSIÓN DE TRAZADO :7.965 kV	
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	POR:	APROBADO:
TRAFO 1F 10kVA CONVENCIONAL		NRO:
		FECHA:



COORDINACION DE PROTECCIONES	TENSIÓN DE TRAZADO :7.965 kV	
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	POR:	APROBADO:
TRAFO 1F 15kVA CONVENCIONAL		NRO:
		FECHA:



COORDINACION DE PROTECCIONES
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN
TRAFO 1F 25kVA CONVENCIONAL

TENSIÓN DE TRAZADO :7.965 kV
POR:

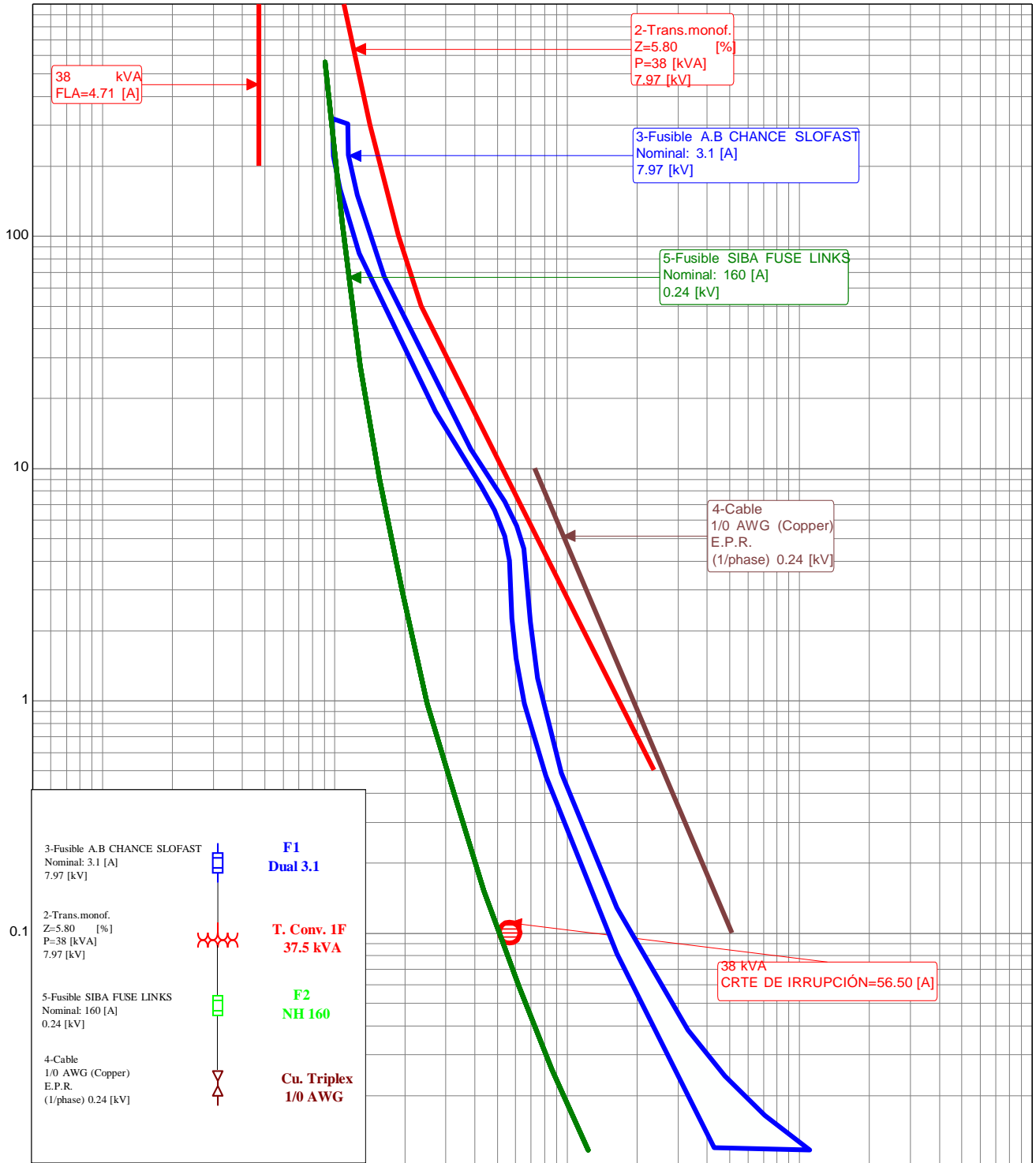
APROBADO:

NRO:

FECHA: 13/01/2014

1000

Corriente en amperios: x 1 a 7.965 kV y x 33.188 a 0.24kV.



COORDINACION DE PROTECCIONES
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN
TRAFO 1F 37.5kVA CONVENCIONAL

TENSIÓN DE TRAZADO :7.965 kV
POR:

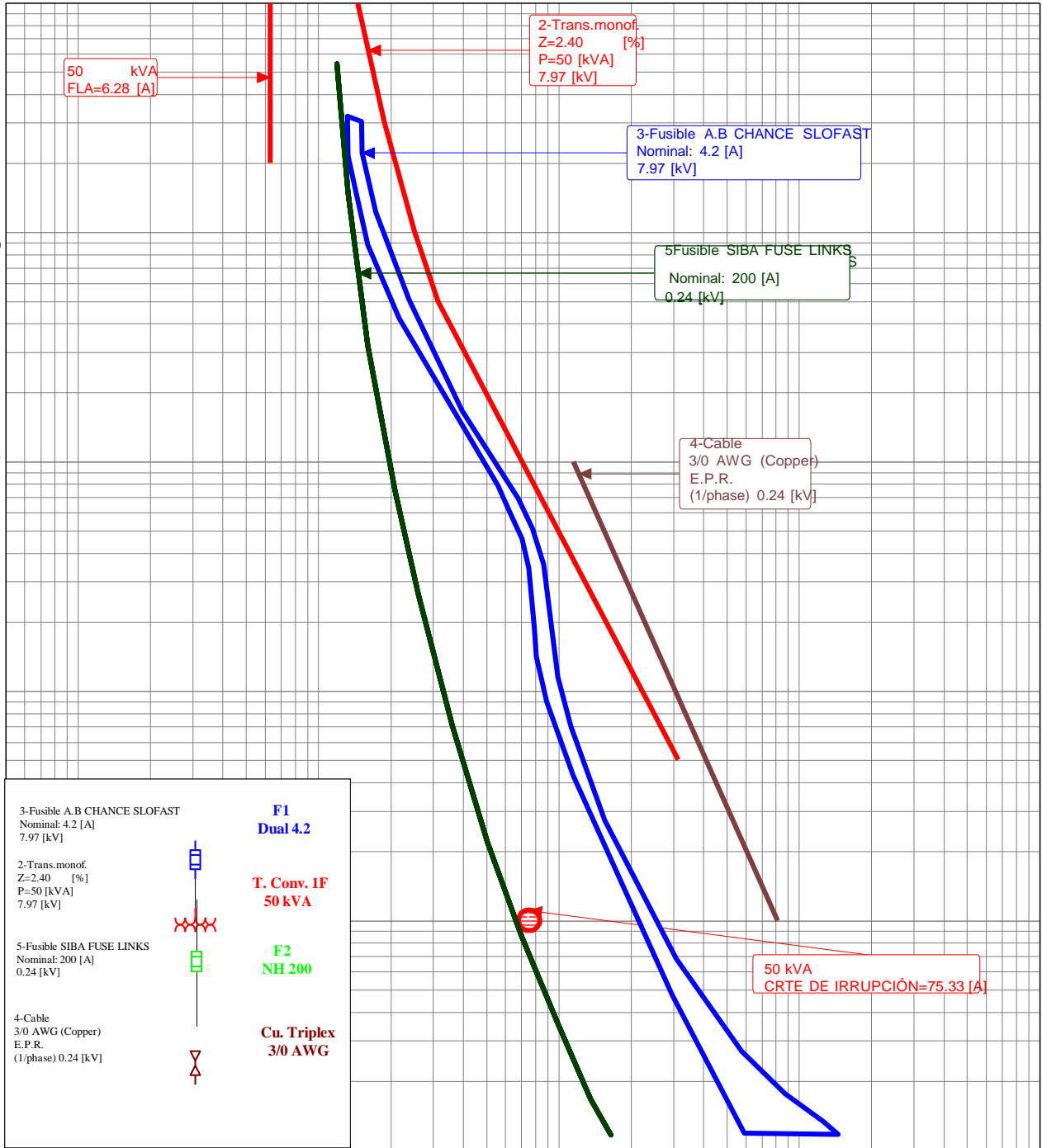
APROBADO:

NRO:
FECHA

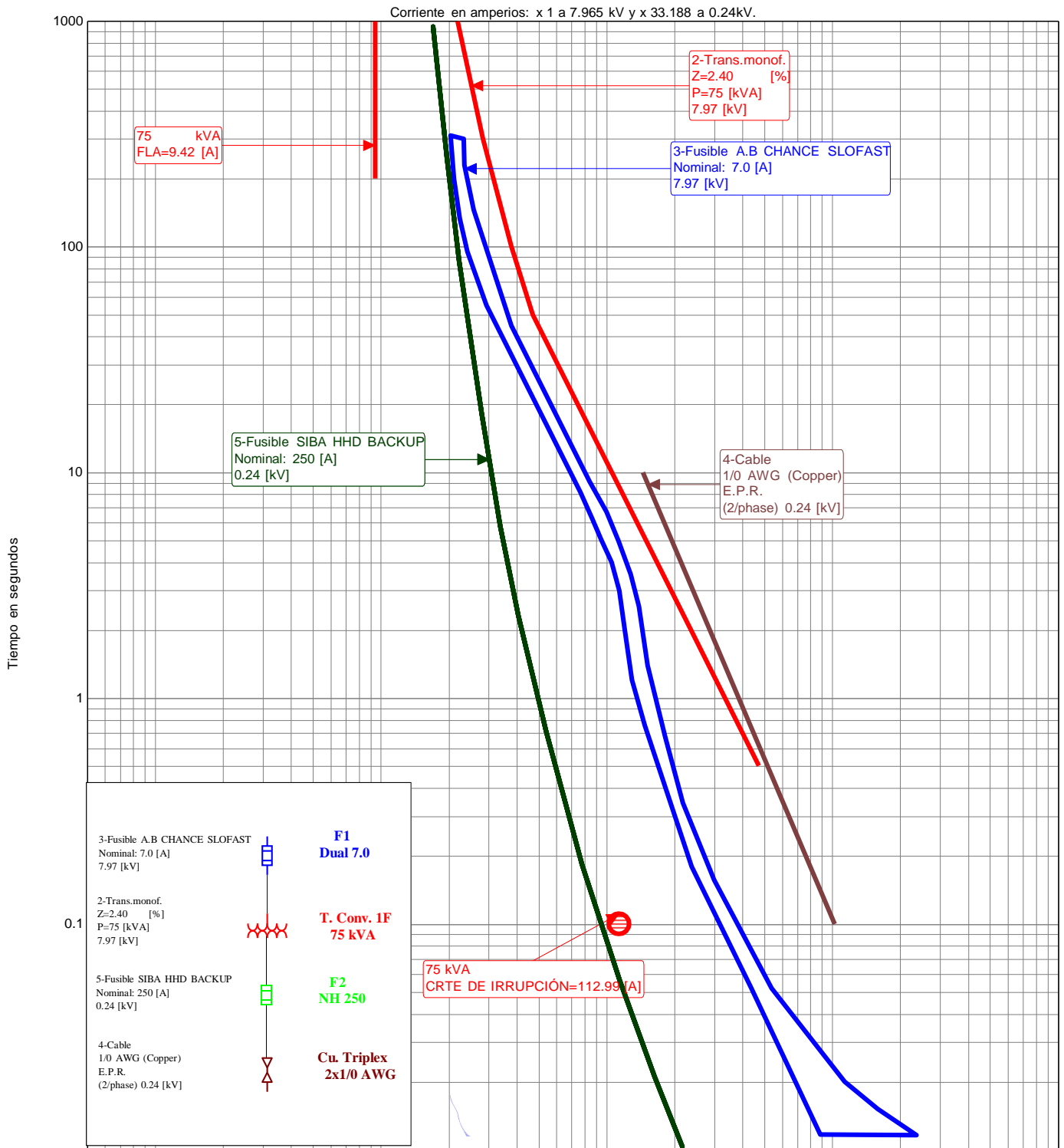
Corriente en amperios: x 1 a 7.965 kV y x 33.188 a 0.24kV.

1000
0.01

Tiempo en segundos

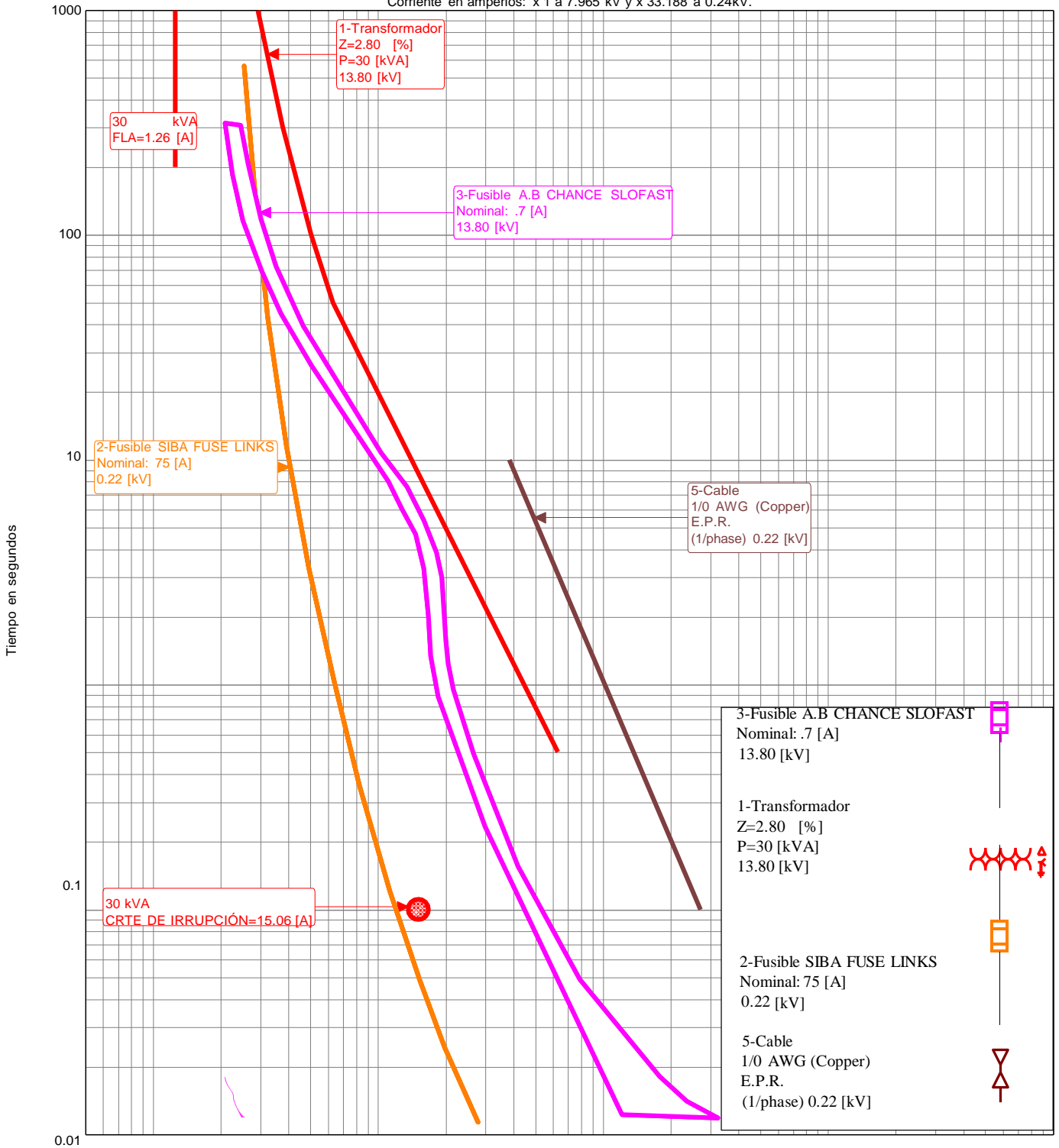


COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	TENSIÓN DE TRAZADO :7.965 kV
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	POR:
TRAFO 1F 50kVA CONVENCIONAL	APROBADO:
	NRO:
	FECHA:

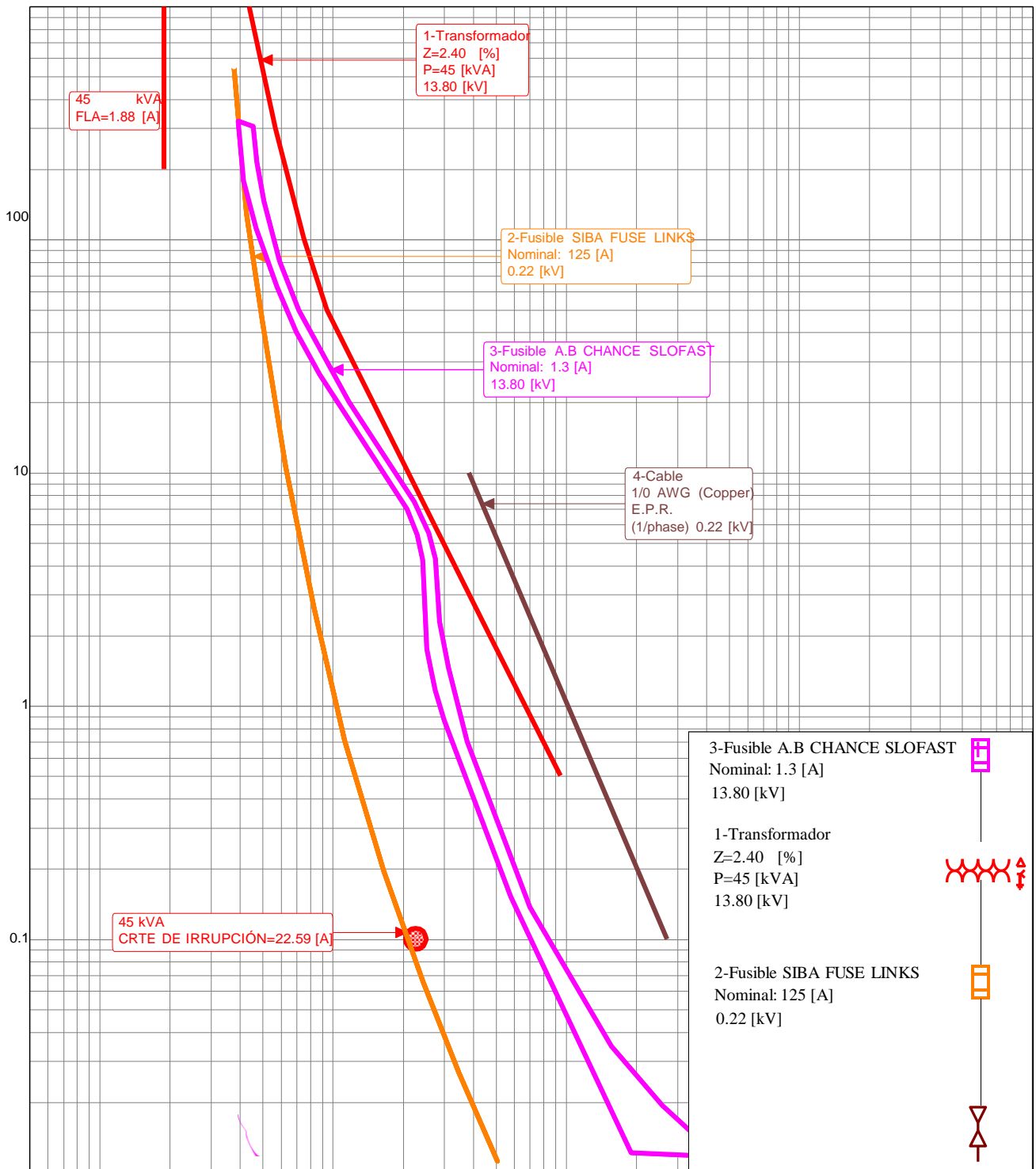


COORDINACION DE PROTECCIONES	TENSIÓN DE TRAZADO :7.965 kV	
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	POR:	APROBADO:
TRAFO 1F 75kVA CONVENCIONAL		NRO:
		FECHA:

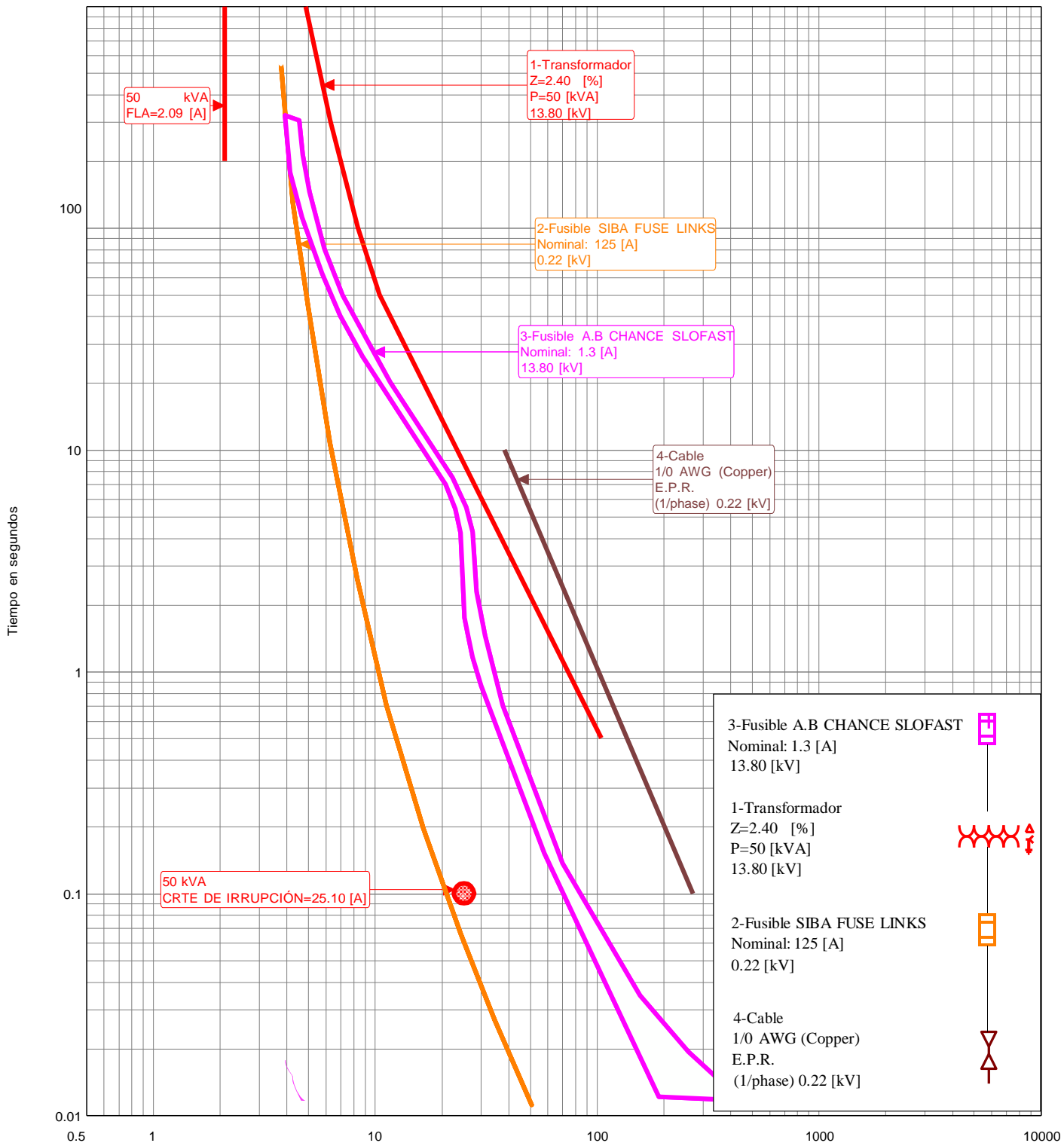
Corriente en amperios: x 1 a 7.965 kV y x 33.188 a 0.24kV.



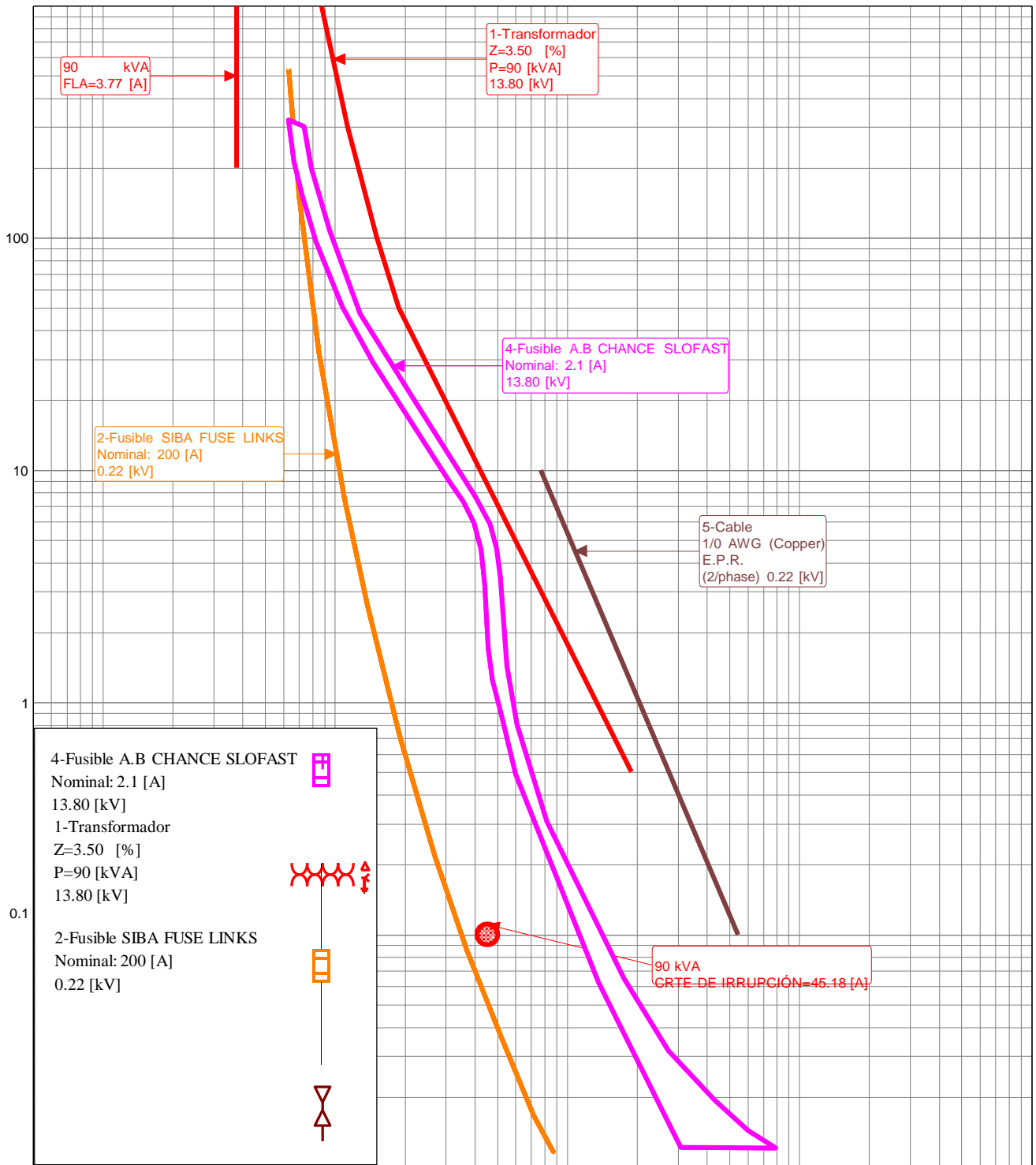
COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	TENSIÓN DE TRAZADO :13.8 kV
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	POR:
TRAFO 3F 30kVA CONVENCIONAL	APROBADO:
	NRO:
	FECHA:



COORDINACION DE PROTECCIONES	TENSIÓN DE TRAZADO :13.8 kV
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	POR:
TRAFO 3F 45kVA CONVENCIONAL	APROBADO:
	NRO:
	FECHA:



COORDINACION DE PROTECCIONES	TENSIÓN DE TRAZADO :13.8 kV
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	POR:
TRAFO 3F 45kVA CONVENCIONAL	APROBADO:
	NRO:
	FECHA:



COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	TENSIÓN DE TRAZADO :13.8 kV	
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	POR:	APROBADO:
TRAFO 3F 75kVA CONVENCIONAL		NRO:
		FECHA:

ANEXO 3.3 COORDINACIÓN ACTUAL DE LAS PROTECCIONES

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	10731	Fusible	Fase	20K	SP15	Fusible	1.6	5,83	626,58	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10746	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10746	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10742	Fusible	40K	94	1810,73	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10742	Fusible	40K	94	1810,73	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10740_	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10740_	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10738	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10738	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10739	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10739	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10718	Fusible	30K	73,01	1127,65	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10718	Fusible	30K	73,01	1127,65	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10714	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10714	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	28507_SF	Fusible	1.0	3,54	454,37	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	28507_SF	Fusible	1.0	3,54	454,37	n/a	Sí

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10711	Fusible	30K	73,01	1010,7	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10711	Fusible	30K	73,01	1010,7	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10699	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10699	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10707	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10707	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10708	Fusible	30K	73,01	1082,98	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10708	Fusible	30K	73,01	1082,98	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP1	Fusible	30K	73,01	762,31	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP1	Fusible	30K	73,01	762,31	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10670	Fusible	30K	73,01	870	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10670	Fusible	30K	73,01	870	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10740	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10740	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10726	Fusible	25K	59,98	4999,9	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10726	Fusible	25K	59,98	4999,9	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP26	Fusible	30K	73,01	2155,23	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP26	Fusible	30K	73,01	2155,23	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP22	Fusible	20K	47,51	1577,44	n/a	Sí

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP22	Fusible	20K	47,51	1577,44	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10871	Fusible	20K	47,51	3998,08	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10871	Fusible	20K	47,51	3998,08	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10870	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10870	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10867	Fusible	30K	73,01	7003,3	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10867	Fusible	30K	73,01	7003,3	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10868	Fusible	10K	24,19	1599,3	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10868	Fusible	10K	24,19	1599,3	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10866	Fusible	25K	59,98	4999,9	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10866	Fusible	25K	59,98	4999,9	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP21	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP21	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP13	Fusible	10K	24,19	1599,3	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP13	Fusible	10K	24,19	1599,3	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP12	Fusible	20K	47,51	3998,08	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP12	Fusible	20K	47,51	3998,08	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP9	Fusible	30K	73,01	7003,3	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP9	Fusible	30K	73,01	7003,3	n/a	Sí

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP5	Fusible	20K	47,51	3998,08	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP5	Fusible	20K	47,51	3998,08	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP6	Fusible	30K	73,01	99,35	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP6	Fusible	30K	73,01	99,35	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP3	Fusible	30K	73,01	101,41	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP3	Fusible	30K	73,01	101,41	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10486.	Fusible	25K	59,98	4999,9	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10486.	Fusible	25K	59,98	4999,9	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	34592_SF	Fusible	.4	1,44	300,36	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	34592_SF	Fusible	.4	1,44	300,36	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10484	Fusible	30K	73,01	97,79	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10484	Fusible	30K	73,01	97,79	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10483	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10483	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	34598_SF	Fusible	1.3	4,55	503,64	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	34598_SF	Fusible	1.3	4,55	503,64	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10482	Fusible	1.3	4,55	503,64	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10482	Fusible	1.3	4,55	503,64	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10481	Fusible	12K	30	96,54	n/a	Sí

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10481	Fusible	12K	30	96,54	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10480	Fusible	12K	30	96,5	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10480	Fusible	12K	30	96,5	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10478	Fusible	15K	36,98	96,68	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10478	Fusible	15K	36,98	96,68	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	34597_SF	Fusible	1.3	4,55	503,64	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	34597_SF	Fusible	1.3	4,55	503,64	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10488	Fusible	30K	73,01	94,07	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10488	Fusible	30K	73,01	94,07	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	3393	Fusible	12K	30	107,31	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	3393	Fusible	12K	30	107,31	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP17	Fusible	25K	59,98	111,44	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP17	Fusible	25K	59,98	111,44	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	3412	Fusible	1.6	5,83	626,58	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	3412	Fusible	1.6	5,83	626,58	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP11	Fusible	20K	47,51	3998,08	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	SP11	Fusible	20K	47,51	3998,08	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	3460	Fusible	10K	24,19	1599,3	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	3460	Fusible	10K	24,19	1599,3	n/a	Sí

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10821	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	44064_MTA	Interruptor automático	Fase	ABB 630 IEC EI	10821	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10718	Fusible	Fase	30K	SP2	Fusible	15K	36,98	761,52	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10711	Fusible	Fase	30K	20971	Fusible	1.6	5,83	626,58	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10711	Fusible	Fase	30K	78843_MTA	Fusible	3.1	11,37	1104,42	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10711	Fusible	Fase	30K	SP14	Fusible	12K	30	807,59	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP1	Fusible	Fase	30K	10705	Fusible	15K	36,98	652,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP1	Fusible	Fase	30K	10704	Fusible	15K	36,98	628,44	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP1	Fusible	Fase	30K	10706	Fusible	15K	36,98	705,49	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	Fusible	Fase	40K	60719_MTA	Fusible	.7	2,44	322,37	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	Fusible	Fase	40K	SP16	Fusible	1.6	5,83	626,58	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10742	Fusible	Fase	40K	60874_MTA	Fusible	.7	2,44	322,37	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	Fusible	Fase	30K	10703_	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	Fusible	Fase	30K	10701	Fusible	15K	36,98	754,13	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	Fusible	Fase	30K	10700	Fusible	15K	36,98	754,17	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	Fusible	Fase	30K	1921_SC	Fusible	1.0	3,54	454,37	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10708	Fusible	Fase	30K	10698	Fusible	1.6	5,83	626,58	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP9	Fusible	Fase	30K	33928_SF	Fusible	12K	30	100,43	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP26	Fusible	Fase	30K	10863	Fusible	10K	24,19	832,28	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10478	Fusible	Fase	15K	33282_SF	Fusible	1.3	4,55	503,64	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10486.	Fusible	Fase	25K	SP10	Fusible	12K	30	97,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP3	Fusible	Fase	30K	11183	Fusible	15K	36,98	99,28	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP6	Fusible	Fase	30K	33932_SF	Fusible	20K	47,51	98,37	n/a	Sí

Nombre red	Número de dispositivo Aguas arriba	Tipo de dispositivo Aguas arriba	Protección	Curva aguas arriba / Capacidad (amps)	Número de dispositivo Aguas abajo	Tipo de dispositivo Aguas abajo	Curva aguas abajo / Capacidad (amps)	Intervalo de protección Mínimo (amps)	Intervalo de protección Máximo (amps)	Punto de no-coordinación (amps)	¿Coordinación?
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP6	Fusible	Fase	30K	SP8	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	33932_SF	Fusible	Fase	20K	33951_SF	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	33932_SF	Fusible	Fase	20K	33950_SF	Fusible	12K	30	95,52	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	33932_SF	Fusible	Fase	20K	SP7	Fusible	12K	30	2000,04	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	34265_SF	Fusible	Fase	15K	10489	Fusible	.6	2,22	309,88	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10488	Fusible	Fase	30K	SP19	Fusible	15K	36,98	91,71	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10488	Fusible	Fase	30K	SP25	Fusible	10K	24,19	92,74	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10431	Fusible	Fase	12K	10493	Fusible	.6	2,22	309,88	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10670	Fusible	Fase	30K	41024_MTA	Fusible	4.2	15,07	816,15	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10484	Fusible	Fase	30K	34265_SF	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	34268_SF	Fusible	Fase	20K	10431	Fusible	12K	30	95,02	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	10484	Fusible	Fase	30K	34268_SF	Fusible	20K	47,51	97,25	n/a	Sí
ALIMENTADOR_LA_CENA	SP17	Fusible	Fase	25K	SP18	Fusible	15K	36,98	3000,48	n/a	Sí

Fuente: CYMTCC

Elaborado por: Postulantes

