



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

“ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES PARA LOS CUATRO ALIMENTADORES PRIMARIOS DE LA SUBESTACIÓN LA ESPERANZA, DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE (EMELNORTE) DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO PROVINCIA DE PICHINCHA”.

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en
Mantenimiento Eléctrico

AUTOR: José Roberto Angamarca Limaico

DIRECTOR: Ing. Hernán Pérez

Ibarra, 2015

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Ing. HERNÁN PÉREZ

CERTIFICA

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante; ANGAMARCA LIMAICO JOSÉ ROBERTO, certifico que ha cumplido con las normas y las leyes de la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Educación Ciencia y Tecnología, Escuela de Educación Técnica, en la elaboración de este Trabajo de Grado pudiendo este realizar la defensa de la misma para la obtención del Título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico.



Ing. Hernán Pérez

Ibarra, Enero del 2015

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a Dios que me dio la oportunidad de venir a este mundo otorgándome la vida, salud y dándome fuerzas para seguir adelante en los momentos difíciles en compañía de mis seres queridos mis padres Luís y María que dedicaron gran parte de su vida al formarme para que sea una persona de carácter y con buenos principios para que pueda salir al mundo y enfrentarlo sin temor en el largo camino de la vida.

Roberto

Agradecimiento

Primeramente agradezco al ser supremo que es Dios quien hace posible que todos estemos aquí disfrutando de los regalos de la vida, el cual nos brinda día a día la dicha de estar con vida para poder cumplir con su voluntad hasta que lo permita.

A mis padres Luis y María que supieron formarme con buenos valores morales a lo largo de toda mi vida, al estar donde y cuando los necesite para brindarme todo su amor, comprensión y paciencia para que este logro sea posible dejándome la mejor herencia de la vida que es la educación.

A mis mentores, catedráticos de la Universidad Ing. Hernán Pérez, Ing. Mauricio Vásquez, Ing. Ramiro Flores, Ing. Pablo Méndez quienes supieron compartir sus conocimientos en las aulas de clase con el afán de formar un profesional capaz y exitoso, y en especial a mi director de trabajo de grado Ing. Hernán Pérez quien supo orientarme con el tema despejándome toda duda e inquietud que he atravesado hasta llegar a este punto culminante de mi profesión.

A mi mujer Verónica quien supo alimentarme para que cumpla este objetivo importante de mi vida y a mi hija Sofía que siendo muy pequeña es una razón más para seguir adelante la cual lo logro solo con echo de venir a este mundo.

Roberto

ÍNDICE

Aceptación del director	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
CAPITULO I.....	14
1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.3 Formulación del problema.....	15
1.4 Delimitación	15
1.5 Objetivos.....	16
1.5.1 Objetivo general.....	16
1.5.2 Objetivos específicos.....	16
1.6 Justificación	16
CAPÍTULO II.....	18
2 MARCO TEÓRICO	18
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO	18
2.1.1 Protecciones eléctricas.....	18
2.1.2 Misión de las Protecciones Eléctricas.....	18
2.2 Importancia de la utilización de las protecciones	19
2.3 Esencia en el estudio de las Protecciones Eléctricas.....	19
2.3.1 Dispositivos o elementos convencionales de protección	19
2.3.1.1 Fusibles.....	19
2.3.1.1.1 Función de los fusibles	20
2.3.1.1.2 Condiciones que cumplen los fusibles	21
2.3.1.2 Reconectador.....	22
2.3.1.2.1 Función del reconectador	23
2.3.1.3 Seccionalizador	24
2.3.1.3.1 Forma en la que opera un seccionalizador	25
2.3.1.3.2 Requerimientos para aplicaciones de seccionalizadores.....	26
2.3.1.4 Relés	27
2.3.1.4.1 Rele instantaneo.....	27
2.3.1.4.2 Relé con retardo de tiempo.	28
2.3.1.5 Transformadores de medida	29

2.3.1.6	Seccionador	30
2.3.2	Características en un sistema de protecciones.	31
2.3.3	Defectos y regímenes fundamentales.....	32
2.3.3.1	Avería transitoria.....	32
2.3.3.1.1	Corriente de inrush.	33
2.3.3.2	Corriente de carga fría.....	35
2.3.3.3	Regímenes anormales de los sistemas de distribución	36
2.3.3.3.1	Sobrecarga.	36
2.3.3.3.2	Apertura de conductores.	37
2.3.3.3.3	Descargas atmosféricas.	37
2.3.3.3.4	Averías o fallas de cortocircuitos.....	37
2.4	Proceso para la coordinación de protecciones	39
2.4.1	Selectividad de los fusibles.	39
2.4.1.1	Selección de fusibles para transformadores de distribución.	39
2.4.1.2	Derivaciones.....	40
2.4.2	Coordinación entre fusibles	41
2.4.2.1	Ubicación de fusibles.....	43
2.4.2.1.1	Ubicación de fusibles en el transformador.....	43
2.4.2.2	Coordinación entre fusibles del transformador y fusible de cable.....	43
2.4.2.3	Ubicación de fusibles para derivaciones.....	44
2.4.3	Sensibilidad de los fusibles.	46
2.4.4	Protección del transformador de potencia mediante el relé de sobrecorriente.....	48
2.4.5	Configuración del relé (51) de la subestación.....	48
2.4.6	Protección de la troncal del alimentador.....	49
2.4.7	Configuración del relé (51) del alimentador.	49
2.4.8	Configuración del relé (51N) del alimentador.	50
2.4.9	Coordinación del fusible de la derivación primaria y los relés del alimentador y general.	50
2.4.10	Configuración del reconectador para la coordinación con los relés.....	52
2.4.11	Coordinación del reconectador con el seccionalizador.	53
CAPITULO III.....		55
3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	55
3.1	Tipo de investigación	55
3.1.1	Investigación tecnológica	55
3.1.2	Investigación documental	55

3.1.3	Investigación descriptiva	55
3.2	Métodos	56
3.2.1	Método deductivo	56
3.2.2	Método inductivo.....	56
3.2.3	Método analítico sintético	56
3.2.4	Técnica de Observación.....	57
3.2.5	Instrumentos	57
3.3	POBLACIÓN.....	57
3.4	Esquema de la propuesta.....	57
CAPITULO IV		58
4	Título de la propuesta.....	58
4.1	Justificación e importancia.....	58
4.2	Fundamentación de la propuesta.....	59
4.3	Objetivos.....	59
4.3.1	Objetivo general.....	59
4.3.2	Objetivos específicos.....	59
4.4	Ubicación sectorial y física.....	60
4.5	Desarrollo de la propuesta.....	60
4.5.1	Protección primer alimentador (0101).....	60
4.5.1.1	Coordinación de los relés de la subestación.....	60
4.5.1.1.1	Configuración del relé general 51.....	60
4.5.1.1.2	Configuración del relé 51 del alimentador 0101	62
4.5.1.1.3	Configuración del relé 51N del alimentador 0101.....	64
4.5.1.2	Protecciones de las derivaciones.....	65
4.5.1.3	Ubicación de fusibles.....	66
4.5.1.3.1	Ubicación de fusibles en transformadores.....	66
4.5.1.3.2	Ubicación de fusibles en las derivaciones.....	67
4.5.1.4	Coordinación relé – fusible.....	74
4.5.1.5	Configuración del reconectador.....	76
4.5.1.6	Coordinación reconectador – fusible.....	78
4.6	Protección del segundo alimentador (0102).....	81
4.7	Protección del tercer alimentador (0103).....	84
4.8	Protección del cuarto alimentador (0104)	86
4.9	Análisis costo beneficio.....	89
4.9.1	Inversión económica del alimentador 0101.....	90
CAPITULO V		93

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
5.1	Conclusiones.....	93
5.2	Recomendaciones.....	94
6	BIBLIOGRAFÍA.....	96
	ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Característica de tiempo de operación de los relés de sobrecorriente	27
Cuadro N° 2 Probabilidad de ocurrencia de los tipos de cortocircuitos.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Fusibles que protegen y no protegen a los transformadores de distribución con distintos niveles de tensión.....	40
Tabla N° 2 Coordinación entre fusibles del tipo SF y tipo T.....	42
Tabla N° 3 Coordinación entre fusibles del tipo T con T.....	42
Tabla N° 4 Corrientes de fusión de los fusibles tipo SF y tipo T.....	45
Tabla N° 5 Especificaciones físicas y técnicas de los conductores ACSR.....	47
Tabla N° 6 Resultados de coordinación de las derivaciones terciarias.0101.....	68
Tabla N° 7 Resultados de coordinación de las derivaciones secundarias.0101.....	70
Tabla N° 8 Resultados de coordinación de la derivación primaria. 0101.....	72
Tabla N° 9 Parámetros de configuración de los elementos de protección.....	81
Tabla N° 10 Fusibles propuestos aguas arriba del reconectador.....	82
Tabla N° 11 Fusibles propuestos aguas abajo del reconectador.....	83
Tabla N° 12 Cantidad de fusibles propuestos para 0102.....	83
Tabla N° 13 Parámetros de configuración de los elementos de protección de 0102.....	84
Tabla N° 14 Fusibles propuestos para protección del alimentador 0103.....	85
Tabla N° 15 Cantidad de fusibles propuestos para 0103.....	86
Tabla N° 16 Parámetros de configuración de los elementos de protección.....	86
Tabla N° 17 Fusibles propuestos aguas arriba del reconectador.....	87
Tabla N° 18 Fusibles propuestos aguas abajo del reconectador.....	88
Tabla N° 19 Cantidad de fusibles propuestos para 0104.....	88
Tabla N° 20 Parámetros de configuración de los elementos de protección de 0104.....	89
Tabla N° 21 Valor de material y mano de obra de la instalación de seccionamientos trifásicos del sistema propuesto.....	90
Tabla N° 22 Valor de material y mano de obra de la instalación de seccionamientos monofásicos del sistema propuesto.....	91
Tabla N° 23 Resumen del valor total de los alimentadores 0101, 0102, 0103, 0104 de la subestación La Esperanza.....	91

Tabla N° 24 Resultados de los índices de factibilidad según el sistema actual 0101.	92
Tabla N° 25 Resultados de los índices de factibilidad según el sistema propuesto 0101.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Fusible de MT	19
Figura N° 2 Reconectador y cubículo de control	23
Figura N° 3 Secuencia completa de un reconectador.....	24
Figura N° 6 Seccionalizador	25
Figura N° 5 Transformador de Corriente (TC)	29
Figura N° 6 Seccionador	30
Figura N° 7 Posición de fusibles en seccionadores	31
Figura N° 8 Conexiones de transformadores en paralelo en una misma barra o línea causa posible de un inrush.....	34
Figura N° 9 Curvas de coordinación relé general, del alimentador y fusible primario.....	51
Figura N° 10 Topología del alimentador 1 de la S/E la esperanza.....	65
Figura N° 11 Ramal del circuito 1 de la subestación la esperanza	66
Figura N° 12 Extensión de la tabla 3	66
Figura N° 13 Coordinación del fusible 1.0 SF a lcc de 1229.....	68
Figura N° 14 corriente mínima de fusión 25T	69
Figura N° 15 coordinación 25T a una lcc 1432A	70
Figura N° 16 corriente de fusión 50T	71
Figura N° 17 coordinación 50T a una lcc 1619.....	72
Figura N° 18 coordinación 50T a una lcc 1619.....	73
Figura N° 19 corriente máx del 2ACSR	74
Figura N° 20 Topología del segundo alimentador de la subestación La Esperanza.....	82
Figura N° 21 Topología del alimentador tres de la S/E la Esperanza.0103	85
Figura N° 22 Topología del alimentador cuatro de la S/E la Esperanza.0104.....	87

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N° 1 Curvas de los fusibles T, K, H, Slofast de 3 A.	20
Gráfica N° 2 Curva de fusión del fusible (tiempo máximo y mínimo)	22
Gráfica N° 3 Curva de operación de un reconectador cooper form 4	24
Gráfica N° 4 Curva instantánea del relé de corriente.....	28
Gráfica N° 5 Formas de ondas de las corrientes durante el inrush en la fase A, para diferentes valores del ángulo de la tensión en el momento de la energización.....	33
Gráfica N° 6 Formas de onda de la corriente de inrush en la fase A, para diferentes valores de tensión en el momento de energización de un transformador de potencia.	34
Gráfica N° 7 Formas de ondas que muestran el inrush por simpatía.....	35
Gráfica N° 8 Pico de la corriente de carga fría	36
Gráfica N° 9 Coordinación del reconectador y relés	52
Gráfica N° 10 Curvas de coordinación del circuito 1 de la S/E la esperanza ...	53
Gráfica N° 11 configuración del relé general 51	62
Gráfica N° 12 Configuración del relé 51 del alimentador	63
Gráfica N° 13 Configuración del relé 51N del alimentador.....	64
Gráfica N° 14 Coordinación relé – fusible primario	75
Gráfica N° 15 Configuración reconectador	77
Gráfica N° 16 Coordinación reconectador – fusible	78
Gráfica N° 17 Coordinación 51(general)- 51 – 51N (alim)-fusible (1ro-2do-3er)	79
Gráfica N° 18 Coordinación 51(general) - 51 – 51N (alim)- reconectador-fusible	80

CAPITULO I

1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

EMELNORTE S. A es una empresa creada en el año de 1975, fecha desde la cual se ha dedicado a la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica para servicio de la comunidad y en especial para la zona norte del país.

El compromiso de EMELNORTE es distribuir energía eléctrica a todos los usuarios ubicados en su área de concesión dentro de los límites de calidad de servicio establecidas por el Concejo Nacional de Electricidad CONELEC, además de atender los requerimientos de instalación de nuevos servicios y mejoramiento de las redes existentes.

Siendo la calidad de servicio eléctrico uno de los compromisos principales del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable MEER, es importante que las empresas de distribución disminuyan en gran medida los cortes de energía que produzcan dentro de su sistema eléctrico y no afecten de forma significativa a sus abonados y su restablecimiento debe ser lo más rápido posible.

Por lo expuesto, es que en reunión mantenida en el Taller Nacional de Protecciones, organizado por la ECUACIER el 8 y 9 de noviembre de 2011, se analizó la situación actual de las empresas y el estado de sus protecciones eléctricas en la que se estableció conjuntamente con las distribuidoras reunidas en este taller, la creación de una Comisión Nacional de Protecciones Eléctricas y homologar los sistemas de modelación de las redes eléctricas; posteriormente en el Taller de Calidad de Servicio Eléctrico, organizado por el MEER los días 17 y 18 de noviembre de 2011, uno de los puntos tratados fue el avance de estudios y ejecución en la coordinación de protecciones de alimentadores primarios

1.2 Planteamiento del problema

Los prolongados cortes de energía eléctrica provocan molestia y pérdidas económicas tanto a sus abonados, como a EMELNORTE porque dejaría de percibir ingresos por energía no suministrada, el número de interrupciones incide en los costos de operación y mantenimiento, y adicionalmente EMELNORTE tendría que pagar multas que impondría el CONELEC, una vez establecida la regulación correspondiente.

EMELNORTE, a lo largo de su trayectoria ha venido expandiendo su sistema eléctrico en forma empírica, es así que, no cuenta con un correcto procedimiento para implementar una coordinación de sus protecciones que ayuden a evitar cortes involuntarios de energía producidos por averías en su sistema eléctrico, esto hace que se piense que todo sistema eléctrico debe ser confiable, con un buen sistema de protecciones, como es lógico un excelente sistema de protecciones viene de la mano con la instalación de elementos de protección y una perfecta coordinación entre estos dispositivos, para que en casos de fallas estos desconecten la carga afectada en el menor tiempo posible y el menor número de usuarios.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo establecer un sistema de coordinación que permita mantener la confiabilidad del sistema eléctrico y mejorar la calidad de servicio eléctrico mediante la selección adecuada de dispositivos de protección?

1.4 Delimitación

El proyecto se realiza:

Provincia: Pichincha

Cantón: Pedro Moncayo

Ciudad: Tabacundo

Subestación: La Esperanza

Tiempo: 2014

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

- Establecer un sistema de coordinación de protecciones para los alimentadores primarios de la Subestación La Esperanza ubicada en el Cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha, del área de concesión de EMELNORTE, mediante la utilización del programa CYMTCC y CYMDIST.

1.5.2 Objetivos específicos

- Sustentar las bases teóricas y técnicas, sobre la coordinación de protección en alimentadores.
- Modelar los alimentadores primarios y cálculo de cortocircuitos de la subestación La Esperanza en el programa Cymdist y modelación de equipos de protección en el programa Cymtcc de EMELNORTE.
- Seleccionar los fusibles y equipos de protección en alimentadores.
- Realizar la coordinación de fusibles con los relés de la subestación.
- Poner a consideración el estudio de protecciones a los directivos de la empresa para su implementación.

1.6 Justificación

Los usuarios demandan de la empresa eléctrica, niveles de calidad en el servicio eléctrico, la empresa tiene el compromiso ante sus usuarios de entregar un excelente servicio a sus abonados sin interrupciones de energía para contribuir a un eficiente desempeño en la producción de sus industrias y mantener la vida útil

de los aparatos eléctricos, motivo por el cual se considera que esta investigación es necesaria para mitigar las interrupciones eléctricas debido a averías en el sistema.

Las constantes interrupciones del sistema eléctrico hacen que los índices tanto de interrupciones como de frecuencias de interrupción aumenten paulatinamente, lo que se intenta con este trabajo es mejorar estos índices de interrupciones mediante la aplicación de criterios de coordinación que ayudarán a mejorar el servicio de energía eléctrica dentro del sistema eléctrico de EMELNORTE.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO

La continuidad de servicio eléctrico en los sistemas eléctricos de distribución requiere de conocimientos fundamentales del funcionamiento y especificaciones técnicas de dispositivos adicionales de protección que deben estar perfectamente claros para la implementación de un sistema de coordinación de protecciones, para con ello fundamentar y comprender los diferentes fenómenos físicos que intervienen en una avería y la manera de mitigar las interrupciones en un sistema de Distribución.

2.1.1 Protecciones eléctricas

Las protecciones eléctricas son elementos de protección análogos o digitales que sirven para proteger equipos eléctricos, sistemas eléctricos en baja, media y alta tensión, actuando de forma inmediata en el momento en que ocurra una falla o avería a lo largo del sistema eléctrico, despejándola lo más rápido posible antes de causar mayores daños.

2.1.2 Misión de las Protecciones Eléctricas

La misión de un sistema de protección es la de vigilar y mantener en forma segura una zona determinada de una determinada instalación eléctrica, como puede ser una subestación, central, o línea eléctrica mediante el equipamiento de elementos y dispositivos mecánicos, electrónicos y eléctricos encargados de realizar las operaciones de protección en una instalación de una forma eficiente y segura.

2.2 Importancia de la utilización de las protecciones

La importancia de la utilización de las protecciones en un sistema eléctrico de potencia es principalmente evitar que el servicio eléctrico deje de ser continuo por una falla producida por cualquier índole y proteger a los elementos de control como de fuerza que conforman un sistema eléctrico de potencia.

2.3 Esencia en el estudio de las Protecciones Eléctricas

Para el estudio de coordinación de protecciones de un sistema eléctrico de distribución es importante conocer el funcionamiento de cada protección y saber que protegerán cada una de ellas y bajo que regímenes deben o no actuar.

2.3.1 Dispositivos o elementos convencionales de protección

2.3.1.1 Fusibles

Los fusibles son dispositivos de protección contra cortocircuitos aunque son los más antiguos de los dispositivos de protecciones aún se utilizan con gran frecuencia en la protección de las redes de distribución urbanas Figura N° 1. Estos dispositivos poseen el más sencillo de los funcionamientos posibles.



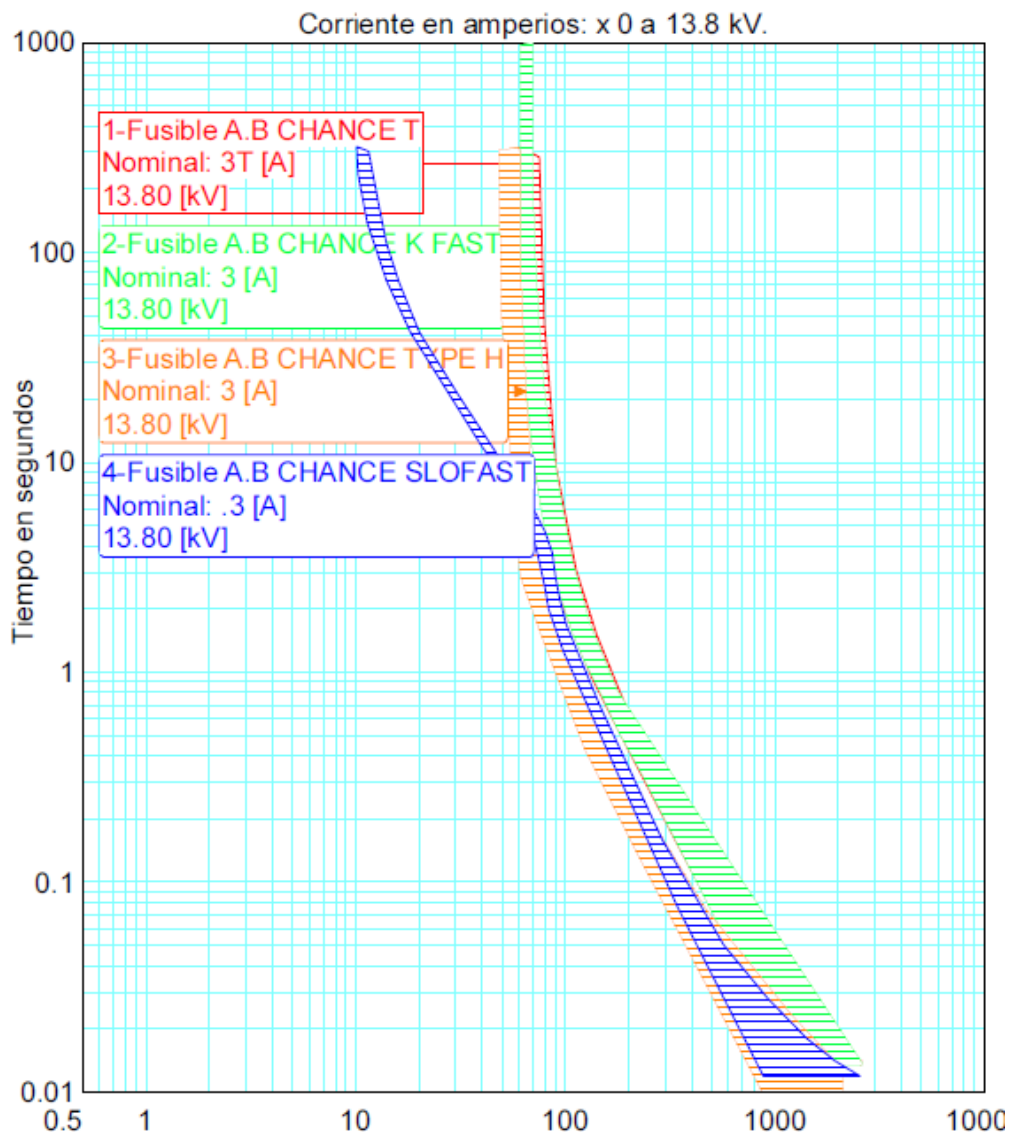
Figura N° 1 Fusible de MT

Fuente: (<http://www.empresario.com.co/disico/productos2.html>)

Se emplean ampliamente en aquellos puntos de un ramal donde se pueda seccionar la menor cantidad posible de desconexión en caso que se produzca una falla.

2.3.1.1.1 Función de los fusibles

Los cortacircuitos o fusibles permiten el paso constante de la corriente eléctrica hasta que ésta supera el valor máximo permitido, a medida que la corriente eléctrica máxima permitida pasa por el fusible, **“una lámina fusora se calienta hasta llegar a fundirse, cortando así el paso de la corriente eléctrica de la fase averiada a fin de evitar algún tipo de accidente, protegiendo los aparatos eléctricos de "quemarse" o estropearse”**. (GONZÁLEZ C., Claudio, 2012, p. 6)



Gráfica N° 1 Curvas de los fusibles T, K, H, Slofast de 3 A.

Fuente: (Autor, 2014)

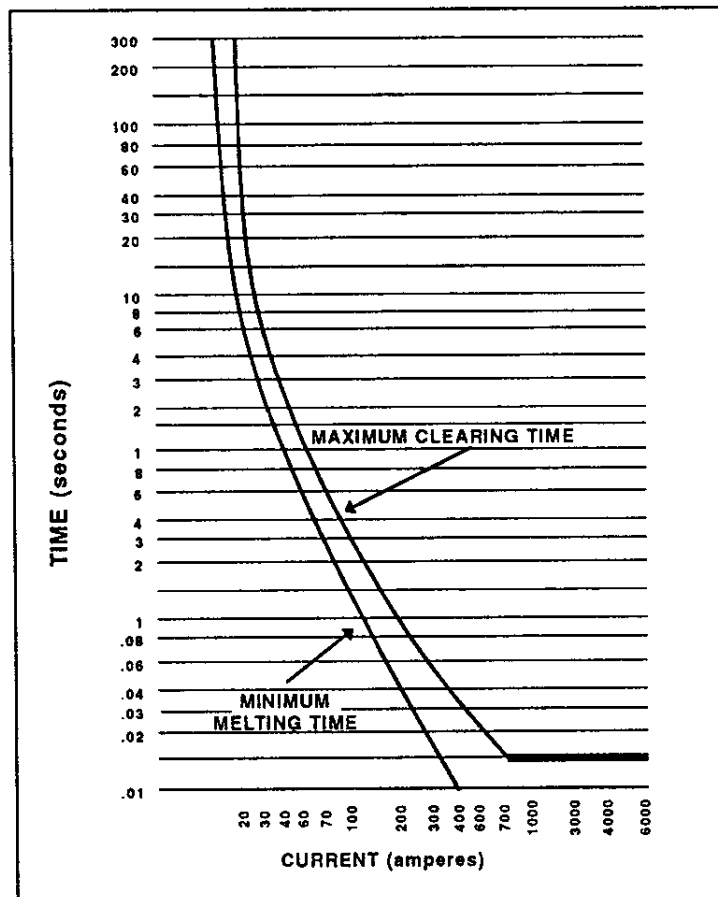
Existen una gran variedad de fusibles como los Tipo K, tipo T y tipo H, tipo SLOFAST, entre otros. Y la diferencia entre estos tipos de fusibles es que actúan de forma diferente debido a sus curvas de operación, como se observa en la Gráfica N° 1.

2.3.1.1.2 Condiciones que cumplen los fusibles

Los fusibles son elementos que protegen los sistemas eléctricos, los cuales actúan dependiendo el nivel de corriente permisibles para los que fueron construidos y ese nivel es definido por el tipo y capacidad de fusible que se utilice.

Existen una variedad de fusibles entre los más importantes y que están bajo las normas ANSI C.37.40, 42, IRAM 2400 y NEMA, publicados por EcuRed son los siguientes:

- **Fusible tipo K:** Conducen hasta 150% de su I_n sin daños (relación de velocidades 6 a 8).
- **Fusibles Tipo T:** Más lentos que los K (relación de velocidad 10 a 13).
- **Fusible Tipo H:** Conducen hasta el 100% de su I_n sin daño; tienen característica de fusión muy rápida (relación de velocidad 7 a 11).
- **Fusible Tipo N:** Conducen hasta el 100% de su I_n sin daños. Son más rápidos aún que los H
- **Fusible tipo A.B chance slofast:** Tiempo-Corriente menor (más lentas) al tipo T y K - Para aplicación en protección de transformadores de potencia.



Gráfica N° 2 Curva de fusión del fusible (tiempo máximo y mínimo)

Fuente: TORRES B., Orly E., (2012) Selección de fusibles y su coordinación

Para un mismo fusible existen dos curvas características, la curva mínima de fusión, que indica instante en el cual el fusible empieza a fundirse en presencia de una falla, y la curva máxima de limpieza de la falla, e indica el tiempo en que tarda el fusible dependiendo del valor de corriente, en destruirse. Gráfica N°2.

2.3.1.2 Reconectador

El reconectador es un interruptor automático que en el momento de que percibe una sobre corriente desconecta el circuito que está protegiendo a la brevedad posible y luego de pasado un tiempo se vuelve a conectar para saber si la falla persiste, pero esta secuencia de desconexión y reconexión solo lo puede hacer de 3 a 4 veces.

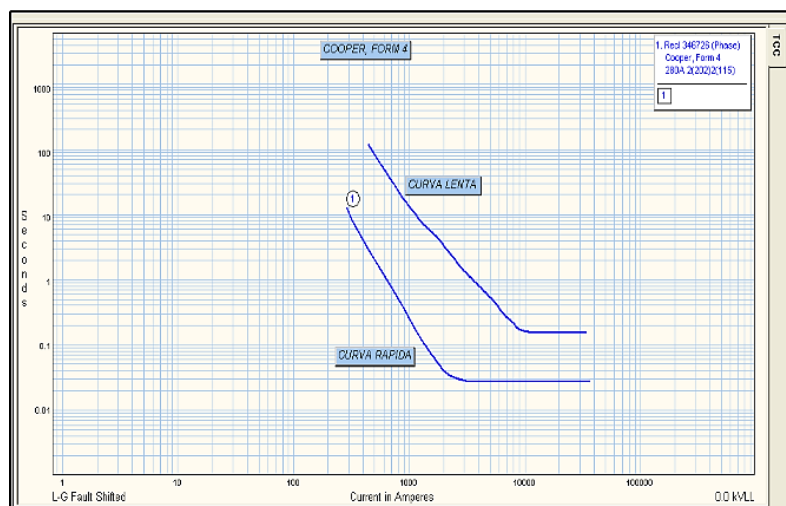


Figura N° 2 Reconectador y cubículo de control

Fuente: (http://www.comelec.com.ec/index.php?id_product=19&controller=product)

2.3.1.2.1 Función del reconectador

La función del reconectador es la de proteger al fusibles que no se funda en caso de que la falla sea transitoria para que esto sea posible el reconectador debe de actuar más rápido que el fusible, pero a la vez el reconectador debe permitir que el fusible se funda en caso de que la falla sea permanente y para ello el reconectador debe ser más rápido que el fusible y pueda eliminar la falla permanente, pero la capacidad de que el reconectador sea rápido y lento a la vez es debido a que posee dos curvas características, una curva lenta y una curva rápida. Las curvas se puede observar en la Gráfica N°3 las cuales pueden variar según sus fabricantes.



Gráfica N° 3 Curva de operación de un reconectador cooper form 4

Fuente: Synergie electrical

La secuencia de operación de un reconectador en el momento que percibe una falla se la puede apreciar en la figura N° 3, pero cabe destacar que en los reconectadores electrónicos el tiempo de recierre después de una apertura puede ser programado.

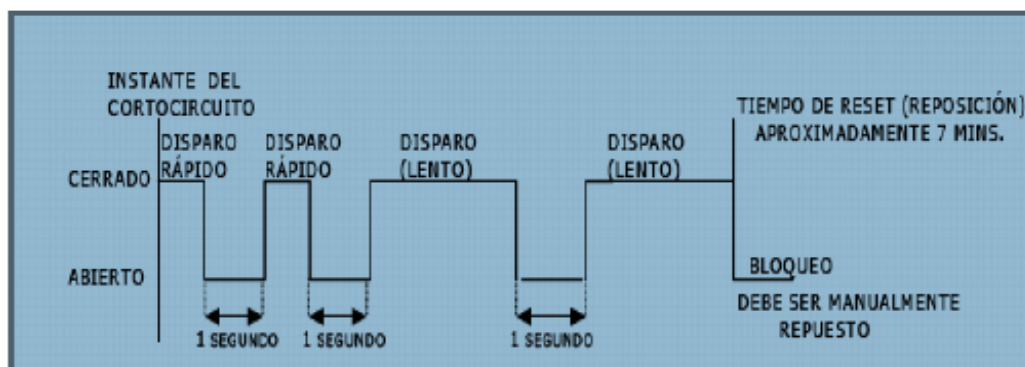


Figura N° 3 Secuencia completa de un reconectador

2.3.1.3 Seccionalizador

Es un elemento de protección que desconecta la sección de falla de una línea, la cual no opera bajo falla, sino que trabaja en conjunto con un dispositivo de recierre automático, como el reconectador, por lo que para que este elemento actúe debe de contar las aperturas del reconectador para que pueda actuar en la

última apertura del reconectador siendo que la falla sea permanente, pero en caso de que la falla sea transitoria en cualquiera de las aperturas del reconectador el seccionalizador por sí mismo reestablece el sistema.

La corriente de operación a la que debe ser programada el seccionalizador debe estar entre la corriente de operación del reconectador y la corriente nominal del circuito, que viene siendo el 80% de la corriente de operación del reconectador.



Figura Nº 4 Seccionalizador

Fuente:http://www.celsa.com.co/protecciones/espanol/seccion_elect.htm#top,

2.3.1.3.1 Forma en la que opera un seccionalizador

- a) Si la falla es despejada mientras el dispositivo de recierre está abierto, el contador del seccionalizador se reseteara a su posición normal después de que el circuito es recerrado, y queda preparado para iniciar nuevos conteos en caso de que ocurra otra falla

- b) Si la falla persiste cuando el circuito es recerrado el contador de corrientes de falla en el seccionalizador, de nuevo se preparará para contar la próxima apertura del dispositivo de recierre.
- c) Si el dispositivo de recierre es ajustado para ir a la posición lockout en la cuarta operación de disparo el seccionalizador se ajustara para disparar durante el tiempo de apertura del circuito después de la tercera operación de disparo del dispositivo de recierre.
- d) Al contrario de los fusibles tipo expulsión, un seccionalizador proporciona coordinación (sin insertar una coordinación con curva tiempo corriente t-I) con los dispositivos de respaldo asociados con las corrientes de falla muy altas y en consecuencia proporciona un punto de seccionamiento adicional en el circuito.
- e) Los seccionalizadores no tienen una curva característica tiempo-corriente, por lo cual son usados entre dos dispositivos de protección que tienen curvas de operación que están muy junta y donde un paso adicional de coordinación no es práctico.
- f) Son comúnmente empleados sobre ramales donde las corrientes de falla elevadas son evitadas coordinando con fusibles.
- g) Ya que los seccionalizadores no interrumpen corrientes de falla, también son usados en lugares donde las corrientes de falla son elevadas y los restauradores pequeños no podrían ser adecuados en términos de valores de su capacidad interruptiva. Por su capacidad de corriente de carga también sirve como un dispositivo seccionador económico.

2.3.1.3.2 Requerimientos para aplicaciones de seccionalizadores

1. Debe ser usado con otros dispositivos pero nunca entre dos reconectores.
2. El dispositivo de protección de respaldo tiene que ser capaz de censar la corriente de falla mínima al final de la zona de protección del seccionalizador.
3. La corriente mínima de falla tiene que ser más grande que la corriente actuante mínima del seccionalizador.

4. Bajo ninguna circunstancia debe exceder los valores nominales momentáneos y de corto tiempo del seccionalizador.

2.3.1.4 Relés

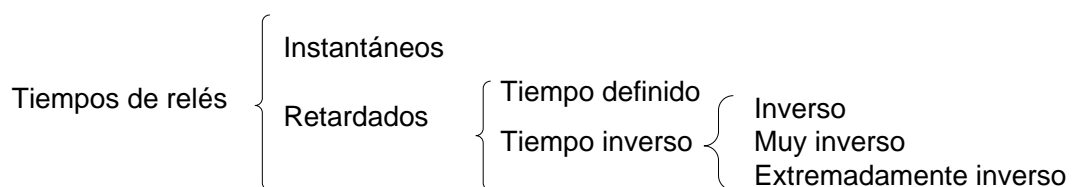
El relé es un elemento de protección contra sobre corrientes, que se usan para la protección de los sistemas eléctricos de potencia, detectando la presencia de una falla como la de un cortocircuito, para que en el momento que esta corriente supere la corriente de operación envíe una señal al disyuntor que este asociado y este pueda abrir sus contactos para así despejar la falla.

En los sistemas de de distribución se tiene los relés de corriente que protege al tanasformador de potencia que se encuentra en la subestación a los alimentadores.

Los relés de sobre corriente se clasifican en dos tipos los que actúan de forma instantánea (50) y los que actúan en función del tiempo de retardo (51), para tener más clara su clasificación en el cuadro n°1 se muestran las características de tiempo de operación de los relés de corriente.

Cuadro N° 1

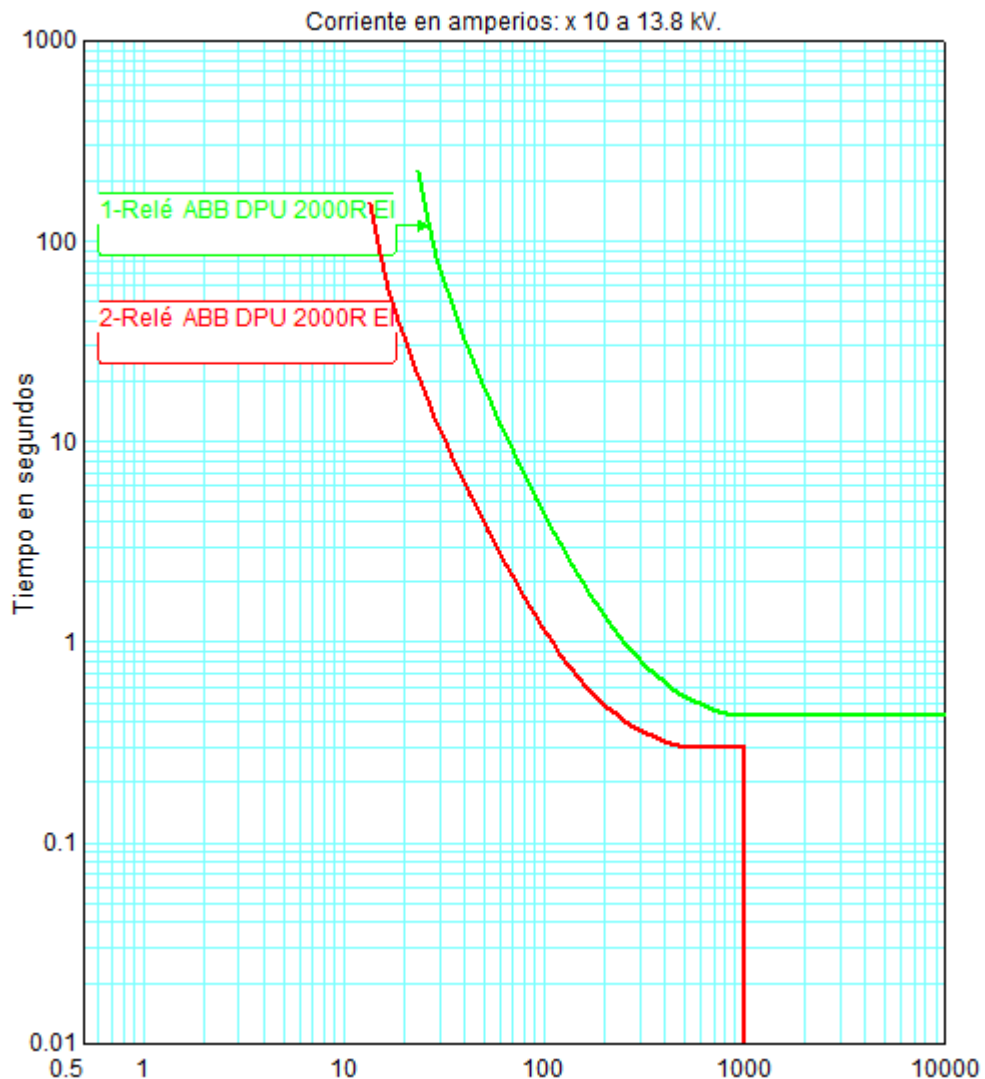
Característica de tiempo de operación de los relés de sobrecorriente



2.3.1.4.1 Rele instantaneo

Como su nombre lo dice este tipo de relé actúa de forma instantánea sin retardo de tiempo, solo basta que una corriente supere la corriente de operación del rele para que actue de forma inmediata, siendo su rango de tiempo de operación entre

0.016s y 0.1 s y su curva característica de operación de la puede observar en la gráfica 4.



Gráfica N° 4 Curva instantánea del relé de corriente

2.3.1.4.2 Relé con retardo de tiempo.

El relé con retardo de tiempo actúan bajo un tiempo determinado, el cual se lo programa mediante algunos parámetros establecidos como son el TAP, el dial y su corriente de operación, y es programado por el técnico o ingeniero a cargo.

Tap. El Tap es el valor porcentual o directo de la corriente que define el momento de actuación en caso de que llegue a la corriente de “pick up” del relé.

Dial. El dial o multiplicador de tiempo es el retardo de tiempo que tiene el relé para actuar en cuanto la corriente de falla sea igual o superior a la corriente de “pick up”.

Corriente de operación. Es la corriente mínima en la que operan los contactos del relé a la posición de cerrado.

2.3.1.5 Transformadores de medida

Son elementos que reducen las magnitudes de los parámetros que atraviesan por el, cómo voltaje o corriente, para poder estar acorde a los dispositivos de protección y medida a los que están asociados.



Figura Nº 5 Transformador de Corriente (TC)

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/chauvin-arnoux/transformadores-corriente-7692-564526.html>

Su estructura está formada por un núcleo de hierro dulce, un devanado primario y un devanado secundario figura nº5, en donde el devanado primario es por donde ingresa la corriente y el secundario por donde sale la corriente para conectarse al equipo asociado y donde la corriente del secundario está relacionado proporcionalmente a la corriente del primario y la formula de la RTC es la que se muestra a continuación.

El valor de la corriente establecida por la norma ANSI para la relación de transformación de corriente en el secundario es de 5A.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1}$$

Dónde:

W2: Número de vueltas del bobinado primario

W1: Número de vueltas del bobinado secundario.

2.3.1.6 Seccionador

Un seccionador es un dispositivo de apertura figura N°6, que debe operar siempre con el circuito desenergizado, debido a que este equipo no está diseñado para cortar corrientes de falla, se utiliza siempre aguas arriba de un interruptor de potencia para aislar sistemas, para poder realizar mantenciones preventivas o programadas.

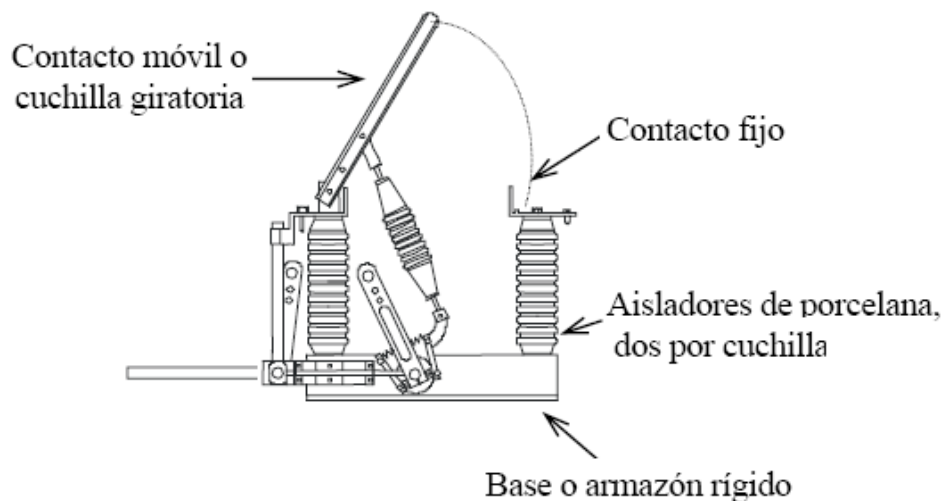


Figura N° 6 Seccionador

Fuente: <http://html.rincondelvago.com/instalaciones-electricas.html>

Según ROLDAN J.2002 define: **“La función del seccionador es la de aislar el circuito respecto a la tensión de la red, cuando está abierto”.**

Los seccionadores solo están preparados para conectar o desconectar circuitos en carga.

Los fusibles de protección pueden ir colocados en las posiciones que se representan en la figura N°7, respecto a los seccionadores.

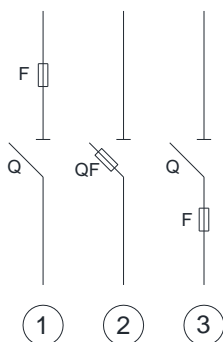


Figura N° 7 Posición de fusibles en seccionadores

La implantación del fusible en 2 y 3 permite intervenir en los mismos sin tensión, si el seccionador está abierto. No sucede lo mismo en la primera conexión 1.

La incorporación de contactos auxiliares al seccionador permite alimentar a los circuitos auxiliares o de mando que pueden pertenecer a esta red.

2.3.2 Características en un sistema de protecciones.

Las características con que debe contar un sistema eléctrico de distribución para que sea eficiente y eficaz, son parámetros de sensibilidad, selectividad y velocidad de respuesta para que puedan ser confiables y actuar en el momento y lugar indicado.

Sensibilidad. Es la capacidad que tiene el elemento de protección para detectar una falla, distinguiendo de un régimen normal de un anormal para poder actuar, y para elementos de protección regulables la sensibilidad tiene como meta detectar la corriente mínima de cortocircuito, y para comprobar aquello el coeficiente de sensibilidad entre $I_{cc\ MIN}$ y I_{ajuste} de la protección debe ser mayor a 1 y se calcula con la siguiente formula:

$$K_s = \frac{I_{CC_{MIN}}}{I_{ajuste}}$$

Donde:

K_s : = coeficiente de sensibilidad

$I_{CC_{MIN}}$ = corriente de cortocircuito mínima

I_{ajuste} = valor de ajuste de corriente de la protección.

Selectividad. Para que una protección sea sensible debe desconectar o aislar la zona donde se produjo la falla, para de esta manera permitir que el servicio continúe en los sectores fuera de falla.

Velocidad de respuesta. Una de las características principales de una protección es que tiene que actuar a la brevedad posible en caso de una falla para así de esa forma evitar inconvenientes como daños de equipos e inestabilidad del sistema eléctrico de distribución que conllevan a pérdidas económicas para los usuarios y para la empresa.

2.3.3 Defectos y regímenes fundamentales.

Las protecciones de un sistema de distribución deberían ser capaces de diferenciar entre los regímenes normales y anormales que ocurren en el sistema eléctrico para que puedan actuar adecuadamente sin errores.

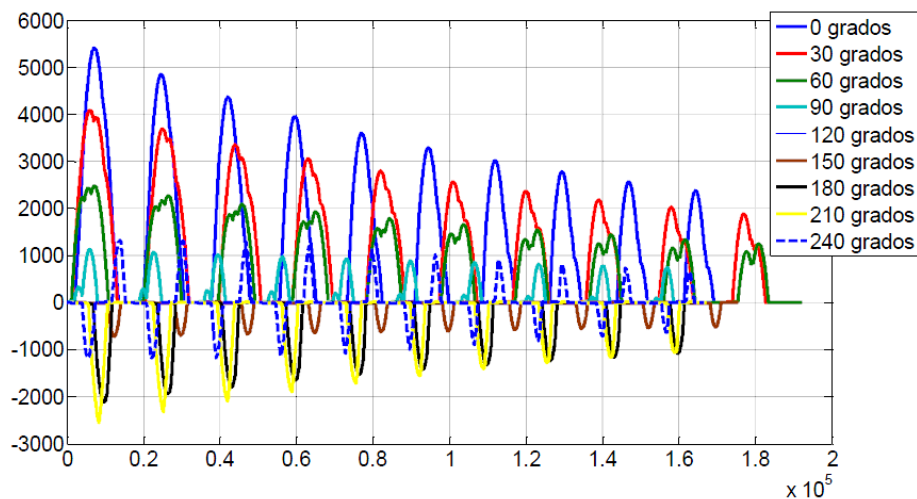
2.3.3.1 Avería transitoria

Los eventos transitorios son elevaciones en las magnitudes de los parámetros del sistema eléctrico como corriente, tensión, potencia etc., los cuales se podría decirse que son constantes pero por pequeños intervalos de tiempo, que al momento de presentarse uno de estos podrían provocar incrementos de corriente con disminución considerable de voltaje, lo que ocasionaría que las protecciones actúen considerando a este evento como una falla y haciendo que desconecte el circuito sin que haya habido una avería, los regímenes que pueden causar esta confusión son:

2.3.3.1.1 Corriente de inrush.

Es el incremento en la magnitud de la corriente por un periodo muy corto de tiempo debido a la energización de un transformador donde las corrientes alcanzan magnitudes elevadas en los primeros ciclos, pero van disminuyendo al pasar el tiempo.

Este fenómeno se produce debido al Ángulo de voltaje en el momento de la energización como se muestra en la gráfica N° 5 donde se puede apreciar que si el transformador se energiza cuando el ángulo de voltaje se encuentre de 0° a 120° el incremento de la corriente será considerable, pero el Ángulo de voltaje se encuentra de 120° a 180° el valor de la corriente será normal, no existirá incremento y en caso de que el ángulo este superior a 180° la corriente se hará negativa, con esto solo queda decir que este fenómeno normal transitorio podría o no podría suceder.

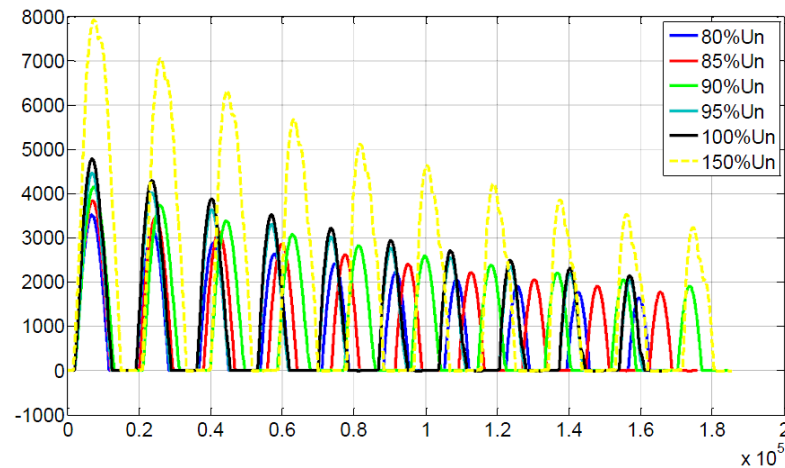


Gráfica N° 5 Formas de ondas de las corrientes durante el inrush en la fase A, para diferentes valores del ángulo de la tensión en el momento de la energización.

Fuente: TORRES B., Orlys E., (2012)

Otro fenómeno por el cual se podría dar la corriente de inrush, es el nivel de voltaje al momento de la energización del transformador Gráfica n°6, donde la corriente de inrush es directamente proporcional al nivel de voltaje del sistema

eléctrico, esto quiere decir que si la líneas de distribución están sobre cagadas al momento de energizar un trasformador el inrush será pequeño a diferencia de que si se energiza un transformador en horas de menor demanda de energía.



Gráfica N° 6 Formas de onda de la corriente de inrush en la fase A, para diferentes valores de tensión en el momento de energización de un trasformador de potencia.

Fuente: TORRES B., Orlys E., (2012)

Una causa más de por qué se provoca la corriente de inrush, es por la energización de un trasformador que está conectado en paralelo con otro transformador figura n° 8 que ya fue energizo tiempo atrás y a este fenómeno se lo conoce como inrush por simpatía.

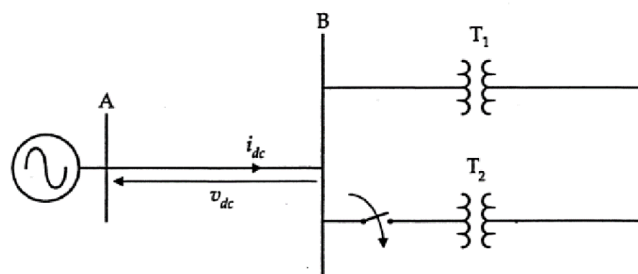
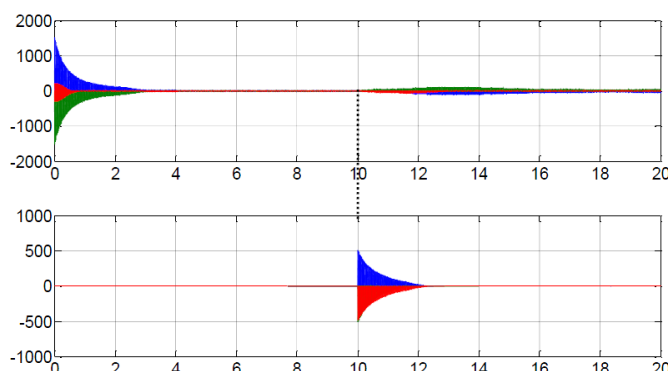


Figura N° 8 Conexiones de transformadores en paralelo en una misma barra o línea causa posible de un inrush

En la Gráfica n°7 se muestra la forma de como actua un inrush por sinpatia, cuando al energizar el primer trasformador que esta conectado en paralelo con un segundo tranasformador, se energiza el segundo transformador a los 10 segundo

de haber energizado el primero. Este acto provoca un pequeño inrush en el primer transformador.



Gráfica N° 7 Formas de ondas que muestran el inrush por simpatía

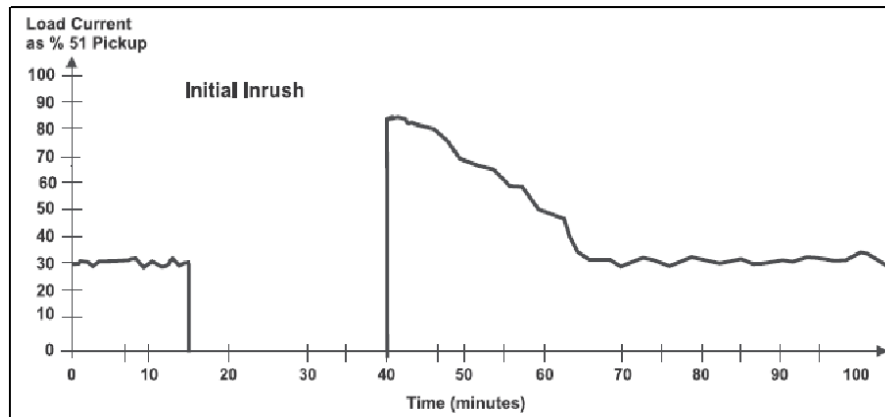
Fuente: TORRES B., Orlys E., (2012)

Otro acto que puede provocar una corriente de inrush es el conocido como inrush por recuperación el cual se genera al alimentar un alimentador o una derivación, debido a la suma de todas las corrientes de inrush de cada transformador que se encuentran conectados a ese alimentador o a esa derivación, provocando un incremento intempestivo de corriente a nivel de subestación la cual podría provocar la activación de la protección instantánea del alimentador, por ello es recomendable ajustar esta protección para que los picos de corriente de este fenómeno transitorio no activen erróneamente esta protección.

2.3.3.2 Corriente de carga fría.

Es un fenómeno transitorio que provoca el incremento en la magnitud de la corriente debido a la re energización de un alimentador, efecto que es ocasionado debido al tipo de carga que se encuentra instalada a lo largo del alimentador como refrigeradoras y congeladores los cuales provocan que la corriente inicial se incremente entre 3 y 6 veces la corriente nominal al momento de ser energizados.

La magnitud de esta corriente está relacionado directamente al tiempo en que pasan desconectados estos aparatos después de estar en funcionamiento como lo muestra en la gráfica n°8.



Gráfica N° 8 Pico de la corriente de carga fría

Fuente: TORRES B., Orlys E., (2012)

2.3.3.3 Regímenes anormales de los sistemas de distribución

Si la variación del parámetro eléctrico por encima o por debajo del valor nominal establecido, resulta peligrosa para la estabilidad y la vida útil de los parámetros del sistema, a este régimen se le conoce como un Régimen Anormal del Sistema Eléctrico de Distribución.

En los Sistemas Eléctricos de Distribución suelen ocurrir numerosos regímenes anormales, pero los más frecuentes son:

1. Sobrecargas
2. Aperturas de conductores
3. Descargas atmosféricas.
4. Cortocircuitos.

2.3.3.3.1 Sobrecarga.

La sobrecarga es la demanda excesiva de carga en un sistema eléctrico de potencia, sobrepasando la capacidad permisible de intensidad o tensión del elemento por donde está atravesando la energía y se refleja por el calentamiento en dichos elementos causando así el deterioro y disminuyendo el tiempo de vida útil de los mismos.

2.3.3.3.2 Apertura de conductores.

La apertura o ruptura de conductores en las líneas de distribución es causada por el deterioro o fallas mecánicas de los mismos, las cuales provocan una falla de cortocircuito monofásica al momento en que la línea hace contacto con tierra provocando la activación de la protección más cercana.

2.3.3.3.3 Descargas atmosféricas.

Son fenómenos naturales que generan altos niveles de voltaje y corriente que al contacto con las líneas de distribución pueden ocasionar daños irreparables por los excesivos voltajes y corrientes que circulen por toda la red, como, incendios, destrucción en cadena de los elementos que conforman el sistema eléctrico de potencia y hasta la muerte en persona que estén en contacto directo o indirecto con la red.

Es evidente que en cualquiera de estos regímenes el sistema no se estaría comportando de forma normal. **“Pero el más frecuente de estos regímenes es el Cortocircuito y el más dañino quizás sea la Descarga Atmosférica, por los niveles de tensión muy elevados que pueden aparecer entre fase y tierra”.**

<http://reconectores-electricos/reconectores-electricos.shtml>

2.3.3.3.4 Averías o fallas de cortocircuitos

Se denomina cortocircuito al fallo en un aparato o línea eléctrica por el cual la corriente eléctrica se incrementa considerablemente con relación a la corriente nominal y la cual pasa directamente de la línea de fase al neutro o tierra en sistemas monofásicos de corriente alterna, o entre dos fases para sistemas polifásicos y entre tres fases en sistemas trifásicos. En líneas de distribución el cortocircuito se produce por fuertes vientos, rotura de los apoyos, ramas de los árboles que topan o caen sobre las líneas, animales que al hacer contacto a tierra o entre líneas, ruptura de líneas, etc.

Es importante evitar que este régimen anormal permanezca mucho tiempo en el sistema porque pueden tener consecuencias muy graves algunos de ellos, en dependencia del tiempo en que se toleren o se alarguen.

En los sistemas eléctricos de distribución la probabilidad de que ocurra una falla u otra, varía en dependencia del tipo, como se muestra en el cuadro N° 2.

Cuadro N° 2 Probabilidad de ocurrencia de los tipos de cortocircuitos.

Tipo de cortocircuito	1 Φ	2 Φ	2 Φ (aterrada)	3 Φ
Porcentaje de ocurrencia	65 – 70	20 - 25	20 – 25	3 – 5

Fuente: TORRES BREFFE, Orlys Ernesto, Conferencia 1

Los cortocircuitos menos probables son los trifásicos y los cortocircuitos más probables son los cortocircuitos monofásicos a tierra. Estos últimos incluso tienen carácter transitorio, en dependencia del origen o la causa del cortocircuito a tierra. Si el cortocircuito ocurrió producto a un contacto con un árbol, este contacto puede ser intermitente, dado que dependen incluso del movimiento del árbol por el viento.

Los cortocircuitos trifásicos son extremadamente graves y producen elevadas sobrecorrientes en todos los casos y en todos los tipos de sistemas eléctricos de distribución. Los cortocircuitos monofásicos a tierra pueden variar en magnitud según el tipo de sistema de distribución.

En el Ecuador se emplea el tipo de sistema con neutro multi-aterrizado de tal forma que el neutro sirve de camino de retorno de la corriente de avería de tierra, disminuyendo la impedancia y haciendo que la corriente del cortocircuito a tierra sea mayor comparadas con otros esquemas con neutro aterrado en un solo punto (como es el caso de la Tecnología Europea).

La corriente de cortocircuito se debe calcular en cada nivel de la instalación, con el propósito de determinar las características del equipo requerido para soportarlas y/o eliminarlas.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuitos que sirvió como dato principal para la coordinación de protecciones se hizo uso del programa cyme que es de propiedad de la empresa eléctrica regional norte EMELNORTE, las cuales se pudieron lograr ingresando los datos de las impedancias de la subestación al programa cyme, datos que se obtuvieron del programa de simulación Power Word.

2.4 Proceso para la coordinación de protecciones

La coordinación se realiza en la derivación más cercana a la subestación y todos los fusibles que resulten de proteger los ramales primarios, secundarios y terciarios serán los mismos para todo el circuito en cuanto ya se tenga definido las sub derivaciones. Esto se es posible porque los fusibles que coordinan a las corrientes de cortocircuito del ramal que es el más cercano a la subestación serán de mayor amperaje que las que existan aguas abajo del mismo, es el motivo por el cual se puede homologar los fusibles a lo largo del circuito.

La coordinación se realiza primeramente definiendo el lugar en que se van a ubicaran los fusibles, para con eso definir los sub ramales, como pueden ser; primarios, secundarios, terciarios, el fusible máximo de un ramal primario lo impone la subestación con su transformador o el cable que está protegiendo y el fusible mínimo se define de la coordinación con los transformadores de distribución del sub ramal más pequeño a coordinar.

2.4.1 Selectividad de los fusibles.

2.4.1.1 Selección de fusibles para transformadores de distribución.

El primer fusible que se selecciona es para proteger los transformadores de distribución convencionales y auto protegidos, EMELNORTE mediante un análisis de todas las posibilidades de posibles fusibles que pueden proteger a los transformadores ha determinado que los más convenientes son los Slofast ya que

estos encajan perfectamente por debajo de la curva de daño del transformador y por encima de la corriente de Inrush para que no opere en regímenes anormales. Este análisis es realizado para todos los tipos y capacidades de transformadores con sus diferentes niveles de tensiones primarias que usa EMELNORTE. Con lo cual fue creada la tabla N° 1 que indica la dimensión y el tipo de fusible que debe ir en cada uno de los transformadores y los fusibles que no son apropiados están señalados con un (*).

Tabla N° 1 Fusibles que protegen y no protegen a los transformadores de distribución con distintos niveles de tensión.

TRANSFORMADORES MONOFASICOS													
KVA	VPN	IN	F(H)	F (K)	F (T)	F (SF)	KVA	VPN	IN	F(H)	F (K)	F (T)	F (SF)
3	7.62	0.39	1*	1*	1*	0.2	3	3.64	0.82	2*	2*	2*	0.4**
5	7.62	0.66	2*	2*	2*	0.4	5	3.64	1.37	3*	3*	3*	0.7**
7.5	7.62	0.98	3*	2*	2*	0.6	7.5	3.64	2.06	8*	6*	6*	1.3
10	7.62	1.31	3*	2*	2*	0.7	10	3.64	2.75	15*	6*	6*	1.6
15	7.62	1.97	8*	3*	3*	1.0	15	3.64	4.12	20*	8*	6*	3.1
25	7.62	3.28	15*	6*	6*	2.1	25	3.64	6.87	30*	10*	8	4.2
37.5	7.62	4.92	25*	8*	6	3.1	37.5	3.64	10.31	45*	15*	12	6.3
50	7.62	6.56	30*	10*	8	3.5	50	3.64	13.75	50*	20*	15	7.8
75	7.62	9.84	40*	15*	12*	6.3	75	3.64	20.62	75*	30*	25*	14
TRANSFORMADORES TRIFASICOS													
30	13.2	1.31	3*	2*	2*	0.7	30	6.3	2.75	15*	6*	6*	1.6
45	13.2	1.97	8*	3*	3*	1.0	45	6.3	4.12	20*	8*	6*	3.1
50	13.2	2.19	8*	6*	6*	1.3	50	6.3	4.58	20*	8*	6*	3.1
75	13.2	3.28	15*	6*	6*	2.1	75	6.3	6.87	30*	12*	8	4.2
100	13.2	4.37	20*	8*	6*	3.1	100	6.3	9.16	40*	15*	10	6.3
112.5	13.2	4.92	25*	8*	6	3.1	112.5	6.3	10.31	45*	15*	12	6.3
125	13.2	5.47	25*	10*	6	3.1	125	6.3	11.46	45*	20*	12	7.8
150	13.2	6.56	30*	10*	8	3.5	150	6.3	13.75	50*	20*	15	7.8
200	13.2	8.75	40*	15*	10	5.2	200	6.3	18.33	60*	25*	20	10.4
300	13.2	13.12	50*	20*	15	7.8	300	6.3	27.49	85*	40*	30	21

* No protege al transformador para corrientes de sobre carga.

** Existe el riesgo que se funda con corriente de carga fría.

Fuente: (Estudio de Protecciones EMELNORTE.)

2.4.1.2 Derivaciones.

Las derivaciones son tramos de líneas eléctricas que seccionan un nodo de otro para poder energizar otro tramo en caso de ser necesario a lo largo de su extensión.

Derivaciones primarias.

Son aquellas que parten desde la troncal distribuyendo la energía a lo largo de su extensión a las derivaciones secundarias.

Derivaciones secundarias.

Son aquellas que parten desde las derivaciones primarias transportando la energía a lo largo de su extensión a las derivaciones terciarias.

Derivaciones terciarias.

Son aquellas que parten desde las derivaciones secundarias transportando la energía a lo largo de su extensión.

2.4.2 Coordinación entre fusibles

Dos fusibles coordinan cuando una curva adicional del fusible que se encuentra aguas arriba llamada curva de coordinación, la cual se la crea en el Cymtcc al disminuir el tiempo en un 75% de la curva de fusión del fusible que se encuentra aguas arriba esté por encima de la curva de limpieza del fusible que se encuentre aguas abajo, con estos parámetros existirá una coordinación entre dos fusibles, pero solo hasta que una corriente intersecte la curva de coordinación y la curva de limpieza del fusible que se encuentra aguas abajo.

La coordinación entre fusibles se los puede hacer con fusibles del mismo lote o de lotes diferentes pero siempre siguiendo los mismos principios de coordinación expuestos anteriormente.

Todas las características antes mencionadas para la coordinación se logró con ayuda del programa Cymtcc, el cual utilizó EMELNORTE para crear la tabla N° 2 que coordina fusibles tipo SF y tipo T y la tabla 3 que coordina los fusibles tipo T

con T en las cuales se indica hasta que corriente máxima de cortocircuito coordinan los fusibles.

Tabla Nº 2
Coordinación entre fusibles del tipo SF y tipo T

Corriente de cortocircuito máxima																		
FUSIBLES TIPO T																		
SF	1	2	3	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	65	80	100	140	200
0.2	2	4	88	315	430	580	770	1020	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
0.3	1	4	7	315	430	580	770	1020	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
0.4	1	4	6	296	430	580	770	1020	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
0.6	-	4	6	291	430	580	770	1020	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
0.7	-	4	6	289	430	580	770	1020	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
1.0	-	4	6	15	388	580	770	1020	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
1.3	-	-	6	14	24	580	770	1020	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
1.4	-	-	6	14	22	546	770	1020	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
1.6	-	-	6	13	19	32	770	1020	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
2.1	-	-	-	12	17	25	38	1020	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
3.1	-	-	-	12	15	21	33	50	1270	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
3.5	-	-	-	-	15	20	31	46	1182	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
4.2	-	-	-	-	15	20	30	43	65	1645	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
5.2	-	-	-	-	-	19	27	39	56	1436	2115	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
6.3	-	-	-	-	-	-	26	36	51	79	1939	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
7.0	-	-	-	-	-	-	25	34	48	75	1876	2765	3325	4440	5335	6965	9525	9725
7.8	-	-	-	-	-	-	-	32	44	63	94	2491	3325	4440	5335	6965	9525	9725
10.4	-	-	-	-	-	-	-	-	42	58	80	149	2980	4440	5335	6965	9525	9725
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	104	165	4440	5335	6965	9525	9725
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	113	183	4324	6328	9525	9725
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152	229	5436	9525	9725
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	184	301	8898	9725

Fuente: (Estudio de protecciones EMELNORTE, 2014)

Tabla Nº 3
Coordinación entre fusibles del tipo T con T

T LINK CO-ORDINATIO															
Protecting Fuse-Link EEI- NEMA Type "T"	Protected Fuse Links - EEI-NEMA Type "T"														
	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	65	80	100	140	200
	Maximum Short - Circuit rms Amperes to which Co-ordination is Possible														
1 L-M	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400	9700	15200
2 High	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400	9700	15200
3 Surge	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400	9700	15200
5 Links	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400	9700	15200
6T	-	-	350	680	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400	9700	15200
8T	-	-	-	430	840	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400	9700	15200
10T	-	-	-	-	530	1010	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400	9700	15200
12T	-	-	-	-	-	620	1280	1950	2540	3200	4000	5000	6400	9700	15200
15T	-	-	-	-	-	-	720	1550	2540	3200	4000	5000	6400	9700	15200
20T	-	-	-	-	-	-	-	880	2000	3200	4000	5000	6400	9700	15200
25T	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	2500	4000	5000	6400	9700	15200
30T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1300	3100	5000	6400	9700	15200
40T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1400	3700	6200	9700	15200
50T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1800	4700	9700	15200
65T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2200	9000	15200
80T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6800	15200
100T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2900	13800
140T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5000

Fuente: (Estudio de protecciones EMELNORTE, 2014)

Una vez establecidas las tablas de coordinación entre fusibles, mismos que servirán para la protección de transformadores de distribución (tipo SF) y de los conductores aguas abajo de una troncal ya establecida, (tipo T) se procede a la ubicación de los fusibles en los elementos a proteger.

2.4.2.1 Ubicación de fusibles.

Para la ubicación de los fusibles se debe tener claro que tipo de fusible es y que elemento puede proteger en todo el sistema eléctrico de potencia.

2.4.2.1.1 Ubicación de fusibles en el transformador.

Los fusibles de tipo SF se utilizan para la protección de transformadores de distribución de acuerdo a la potencia y nivel de voltaje primario, datos que ya están establecidos en la tabla 3, debido a que estos se ajustan perfectamente entre la curva de daño del transformador y la corriente de Inrush.

2.4.2.2 Coordinación entre fusibles del transformador y fusible de cable.

Para la ubicación de los fusibles que se instalaran en el arranque de la derivación aguas arriba del transformador de distribución se debe seguir la metodología que se describe a continuación.

- a) Anotar la capacidad y corriente nominal de cada transformador instalado a lo largo de toda la derivación.
- b) Ubicar el fusible SF de protección en cada transformador, dependiendo de la potencia y voltaje primario de cada trafo.
- c) Calcular la corriente de cortocircuito con el programa Cymdist de cada transformador, referido en el lado de alta tensión.
- d) Con los datos de la corriente de cortocircuito y el fusible que protege a los transformadores utilizar la tabla de coordinación entre fusibles SF y T, para determinar el fusible que se colocara en el arranque de la derivación aguas arriba de los transformadores de distribución.

- e) Cuando se tengan definidos los fusibles para cada transformador en el lado de alta, de ellos se toma el mayor para que pueda proteger el ramal que se encuentra aguas arriba de los transformadores.
- f) Comprobar si el fusible seleccionado anteriormente protegerá al ramal cuando exista carga fría y para ello $ICF > IF$ (fusible).
- g) En caso de que no cumpla con este parámetro de protección se debe tomar el fusible inmediato superior que se encuentra en la tabla de coordinación entre SF y T.

2.4.2.3 Ubicación de fusibles para derivaciones.

Los fusibles que protegerán los conductores contra cortocircuitos o sobrecarga, se instalará en el arranque de cada derivación independientemente si estas pudieran ser primaria, secundaria o terciaria.

Para poder establecer el fusible que protegerá cada derivación se procede a describir un proceso de coordinación.

Una vez designados los fusibles de los transformadores se toma la corriente nominal y potencia de cada uno de los transformadores (tabla 1) a lo largo de la derivación a analizar, así como también las corrientes de cortocircuito en el lado de alta de los trafos la cual se calcula por medio de programa cymdist.

De todos los fusibles (SF) que están protegiendo a cada uno de los trafos y con cada una de sus corrientes de cortocircuito se elige un fusible tipo T (tabla 2) para cada transformador, si el fusible que se consideró de cada coordinación es el mismo se lo toma como definitivo para ser ubicado en el arranque de la derivación para su protección, pero en caso de que los fusibles tipo T no sean similares se toma el mayor de todos para proteger el ramal.

Al estar definido el fusible para la derivación se debe conocer las aptitudes que necesitan poseer los fusibles para su perfecto funcionamiento de protección. Es necesario saber el nivel de corriente que soportan cada uno antes de su

destrucción (IF) tabla N°4 con el fin de determinar su sensibilidad y saber si son capaces de proteger o no al cable en una sobrecarga y si no se destruirán con parámetros normales transitorios, como es el de carga fría.

Tabla N° 4
Corrientes de fusión de los fusibles tipo SF y tipo T

PUNTO DE FUSION DE LOS FUSIBLES (T y SF)			
T	CORRIENTE DE FUSION (IF)		SF
-	-	0.62(A)	0.2
-	-	1.1(A)	0.3
-	-	1.25(A)	0.4
-	-	1.9(A)	0.6
1	1.92(A)	2.1(A)	0.7
2	4.17(A)	3.1(A)	1
3	6.09(A)	3.95(A)	1.3
6	11.94(A)	4.2(A)	1.4
8	15.31(A)	4.8(A)	1.6
10	19.63(A)	6.3(A)	2.1
12	24.68(A)	9.8(A)	3.1
15	30.48(A)	10.9(A)	3.5
20	39.9(A)	13.2(A)	4.2
25	49.7(A)	15.6(A)	5.2
30	61.94(A)	18.5(A)	6.3
40	78.2(A)	20.3(A)	7
50	98.9(A)	23.9(A)	7.8
65	125.4(A)	29(A)	10.4
80	158.2(A)	43.5(A)	14
100	196.91(A)	63.8(A)	21
140	301.7(A)	89.5(A)	32
200	473.2(A)	108.7(A)	46

Fuente: (Autor, 2014)

Una vez determinado un fusibles para proteger una derivación se debería averiguar si dicho fusible funcionará correctamente y no se destruirá con regímenes normales transitorios que es el de carga fría, la carga fría no es fácil encontrarla, se requiere de analizadores de red que registren la demanda cada cinco minutos y se determine su perfil de carga en el momento de producirse ese fenómeno, pero se puede hacer una aproximación indicando que es cuatro veces la corriente nominal ($ICF = I_N \times 4$) y para saber si el fusible funciona correctamente

ante estos eventos transitorios debe cumplir con el siguiente parámetro que es que la corriente de carga fría siempre debe ser menor que la corriente de fusión del fusible ($I_{CF} < I_F$).

Otra función importante que deben cumplir los fusibles es proteger al cable contra sobre carga, para ello el valor de la corriente de fusión del fusible debe estar por debajo de la corriente máxima que soporta el cable instalado en toda la red del alimentador y para constancia de los valores de corriente que soporta el conductor se valdrá de la tabla N°5.

Una vez establecidos todos los fusibles del ramal y se ha comprobado que cumple con todos los requerimientos de protección, se debe establecer por último la sensibilidad de los fusibles.

2.4.3 Sensibilidad de los fusibles.

Para saber si todos los fusibles seleccionados son sensibles la curva característica del fusible no debe estar por encima de la curva característica de conducción de corriente que soporta el cable y además la mitad de la mínima corriente de cortocircuito del ramal debe ser mayor a la capacidad de corriente que soporta el cable para que el fusible pueda detectar una falla, por esto mencionado y por experiencia se ha determinado que el coeficiente de sensibilidad será dividido para dos, debido a que en las protecciones contra sobrecorrientes el factor de sensibilidad se calcula mediante la fórmula:

$$K_s = \frac{I_{cc \min}}{I_{ajuste}}$$

Dónde:

KS: coeficiente de sensibilidad.

I cc min: corriente mínima de cortocircuito.

I ajuste: valor de ajuste de corriente de la protección.

El coeficiente de sensibilidad será mayor que la unidad para que la protección sea sensible, debido a que la corriente mínima de cortocircuito supera a la corriente de ajuste del dispositivo.

Tabla N° 5
Especificaciones físicas y técnicas de los conductores ACSR



CÓDIGO	Calibre (AWG o kcmil)	Sección transversal (mm ²)	Construcción				Diámetro del conductor (mm)	Peso Total (kg / km)	Carga de Ruptura (kg)	Resistencia a C.C. a 20°C ohm/km	Capacidad de Corriente (Amp.)
			No. Hilos		Diámetros Hilos (mm)						
			Aluminio	Acero	Aluminio	Acero					
Turkey	6	13,3	6	1	1,680	1,680	5,04	53,74	530	2,154	105
Swan	4	21,15	6	1	2,120	2,120	6,36	85,49	830	1,353	140
Sparrow	2	33,62	6	1	2,672	2,672	8,02	136,31	1265	0,8507	184
Raven	1/0	53,49	6	1	3,370	3,370	10,11	216,86	1940	0,5351	242
Quail	2/0	67,43	6	1	3,783	3,783	11,35	273,34	2425	0,4245	276
Pigeon	3/0	85,01	6	1	4,250	4,250	12,75	344,72	3030	0,3367	315
Penguin	4/0	107,2	6	1	4,770	4,770	14,31	434,56	3820	0,2671	357
Waxwing	266,8	135,19	18	1	3,092	3,092	15,46	429,93	3210	0,2126	449
Partridge	266,8	135,19	26	7	2,573	2,000	16,28	543,73	5100	0,2117	457
Ostrich	300	152	26	7	2,730	2,120	17,28	611,22	5730	0,19	492
Piper	300	152	30	7	2,540	2,540	17,78	695,80	7000	0,1902	490
Marlin	336,4	170,45	18	1	3,472	3,472	17,36	542,09	4060	0,1686	519
Linnet	336,4	170,45	26	7	2,890	2,250	18,31	686,39	6375	0,1671	529
Oriole	336,4	170,45	30	7	2,690	2,690	18,83	780,30	7735	0,1666	535
Chickadee	397,5	201,41	18	1	3,770	3,770	18,85	640,35	4717	0,1427	576
Brant	397,5	201,41	24	7	3,270	2,180	19,61	757,94	6622	0,1418	584
Ibis	397,5	201,41	26	7	3,140	2,440	19,88	809,84	7340	0,1414	587
Lark	397,5	201,41	30	7	2,920	2,920	20,44	920,98	9060	0,1405	594
Pelikan	477	241,70	18	1	4,135	4,135	20,68	768,69	5579	0,1189	646
Flicker	477	241,70	24	7	3,581	2,390	21,48	909,93	7802	0,1175	655
Hawk	477	241,70	26	7	3,440	2,680	21,80	973,45	8820	0,1175	659
Hen	477	241,70	30	7	3,200	3,200	22,40	1105,54	10590	0,117	666
Heron	500	253,35	30	7	3,279	3,279	22,95	1159,63	11090	0,1141	694
Osprey	556,5	281,98	18	1	4,466	4,466	23,22	896,78	6215	0,1015	711
Parakeet	556,5	281,98	24	7	3,870	2,580	23,22	1061,25	9004	0,101	721
Dove	556,5	281,98	26	7	3,720	2,890	23,55	1134,51	10140	0,1007	726
Eagle	556,5	281,98	30	7	3,460	3,460	24,22	1290,87	12360	0,1001	794
Peacock	605	306,55	24	7	4,030	2,690	24,21	1153,73	9798	0,0942	760
Squab	605	306,55	26	7	3,870	3,010	24,54	1232,52	10954	0,0941	765
Teal	605	306,55	30	19	3,610	2,160	25,25	1388,20	13630	0,09402	773
Rook	636	322,26	24	7	4,140	2,760	24,82	1213,31	10274	0,08966	784
Grosbeck	636	322,26	26	7	3,970	3,090	25,15	1296,70	11340	0,08953	789
Egrel	636	322,26	30	19	3,700	2,220	25,90	1462,12	14330	0,08948	798
Flamingo	666,6	337,77	24	7	4,234	2,822	25,40	1270,80	10773	0,0855	817
Starling	715,5	362,54	26	7	4,210	3,280	26,68	1459,52	12750	0,07966	849
Redwing	715,5	362,54	30	19	3,920	2,350	27,43	1642,31	15690	0,07958	859
Drake	795	402,83	26	7	4,440	3,450	28,11	1619,47	14290	0,07051	907
Mallard	795	402,83	30	19	4,140	2,480	28,96	1826,46	17440	0,06977	918

Capacidad de corriente basada en una temperatura del conductor de 75°C, temperatura ambiente de 25°C, velocidad del viento de 0,61 m/seg y con efecto del sol.

Los fusibles que se determinen al inicio del alimentador para la protección de los ramales serán homologados hasta donde exista un reconector en el circuito si fuera necesario su existencia, porque del reconector aguas abajo las capacidades de los fusibles serian diferentes e irían coordinados con las curvas del reconector, los cuales deben coordinar con el relé del circuito y el relé principal de la subestación.

Los fusibles que coordinaron aguas arriba del reconectador también deben coordinar con los relés, del circuito y de la subestación.

2.4.4 Protección del transformador de potencia mediante el relé de sobrecorriente.

En la subestación se encuentran el relé general 51 de la subestación que es la forma más común y acertada de protección de un transformador de potencia en el lado secundario contra fallas de corrientes de cortocircuito externas, el cual a su vez coordina con los relés 51 y 51N de sus alimentadores.

Al igual que en la coordinación entre fusibles sus curvas características no debe cruzarse para que no se activen todos al mismo tiempo en caso de una falla externa.

Con ayuda del programa Cymtcc se podrá coordinar todos los elementos mencionados en base a las curvas características de cada dispositivo configurando al máximo de su capacidad las características de operación.

2.4.5 Configuración del relé (51) de la subestación

Para la configuración del relé de la subestación se debe tomar en cuenta algunos parámetros como, la corriente nominal de operación del transformador de la subestación, para ello se puede calcular matemáticamente mediante la fórmula

$$I_{op} = \frac{S}{\sqrt{3} * V(\text{línea})}$$

O a través del programa CYMTCC que calcula automáticamente solo si se sabe el valor de TAP el cual también se puede calcular matemáticamente con la fórmula.

El relé de protección general en el lado secundario se configura con la corriente de operación cercana a la nominal del transformador; con esta corriente y con la ayuda de la relación de transformador de corriente conectada en el lado secundario del transformador se calcula el TAP del relé de acuerdo a la siguiente fórmula:

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

El dial del relé se escoge aquel que aproxime a la curva característica del relé lo más cercano a la curva de daño del transformador de potencia.

Una vez se sepan estos valores y con ayuda del programa Cymtcc se podrá graficar la curva característica a la que se va configurar el relé 51 de la subestación.

2.4.6 Protección de la troncal del alimentador.

Para la protección de la troncal no se debe colocar fusibles, los dispositivos que intervienen en su protección son el relé de sobre corriente que está ubicado a la salida de cada alimentador y el reconectador en caso de que su presencia fuese necesario, en caso de serlo se instalara en zonas rurales que son los lugares de difícil acceso para el personal operativo.

Todos estos dispositivos con una acertada coordinación protegerán al alimentador.

2.4.7 Configuración del relé (51) del alimentador.

La configuración del relé del alimentador 51 (relé de fase) es similar al relé de la subestación con la diferencia que la corriente de operación es limitada al valor de la corriente nominal que soporta el conductor de menor calibre con que están construidas las líneas de media tensión y su curva debe estar lo más junta posible

de la curva del relé de la subestación para que puedan tener un óptimo margen de coordinación con los demás dispositivos.

Para determinar la corriente de operación del relé, esta debe ser aproximadamente igual o menor a la capacidad de la corriente que soporta el calibre de conductor que conforma la troncal, con la corriente de operación se calcula el TAP al cual debe estar configurado el relé con la fórmula anteriormente mencionada; una vez conocido el TAP; se debe elegir el dial de tal manera que la corriente de coordinación del relé general que se encuentra aguas arriba del relé del alimentador no se cruce con la corriente de fusión del relé del alimentador no debe darse el cruce de estas curvas por lo menos antes de la corriente de cortocircuito que soporta el alimentador al inicio de la troncal.

2.4.8 Configuración del relé (51N) del alimentador.

La configuración del 51N se ajusta de la misma forma que la del relé de fase del alimentador con la misma corriente de operación y su curva debe de estar lo más junta posible a la curva del 51 y por encima de la curva lenta del reconectador en caso de que exista uno.

2.4.9 Coordinación del fusible de la derivación primaria y los relés del alimentador y general.

Para que exista una coordinación entre estos dispositivos el proceso de activación en caso de una falla en la derivación primaria debería actuar primero el fusible de la derivación primaria seguido por su respaldo como es el relé del alimentador y el respaldo a este el relé general, protegiendo de esta forma a la subestación de una desconexión total.

Para que esto sea posible la curva característica de los fusibles debe estar por debajo de la curva característica del relé del alimentador pero siempre manteniendo un margen de coordinación (tiempo de actuación) entre la curva

máxima de limpieza del fusible y la curva de tiempo inverso de operación del relé, esto permite que exista una coordinación entre estos dispositivos.

La forma de saber si existe coordinación entre estos dispositivos es observar que las curvas no se crucen antes de las corrientes de cortocircuitó para las que fueron coordinadas, como se puede observar en la figura N° 9.

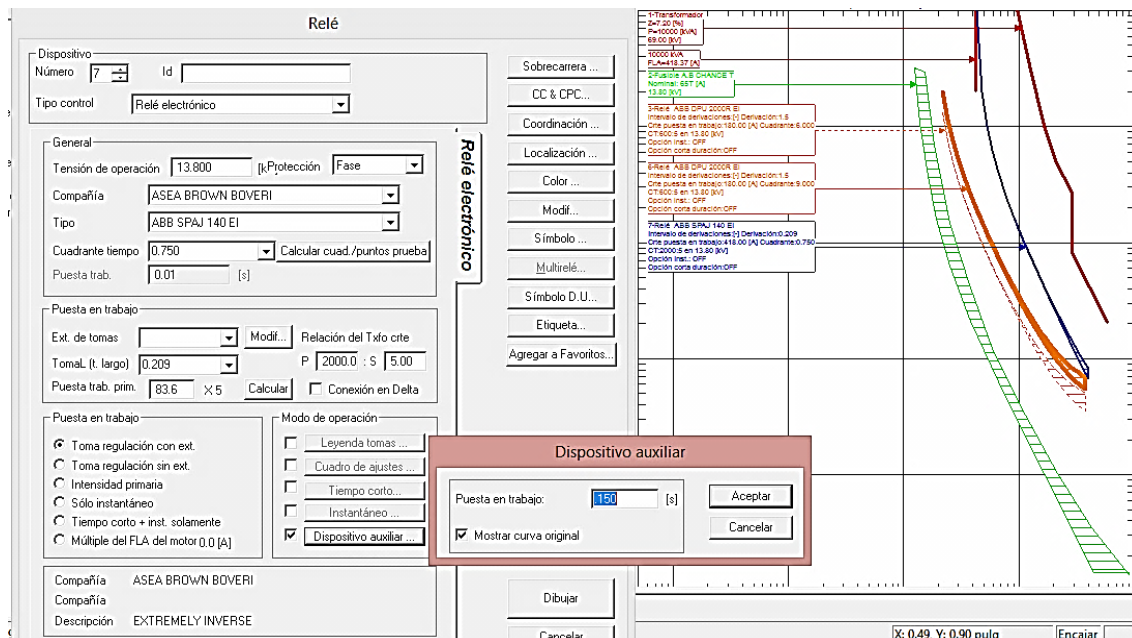


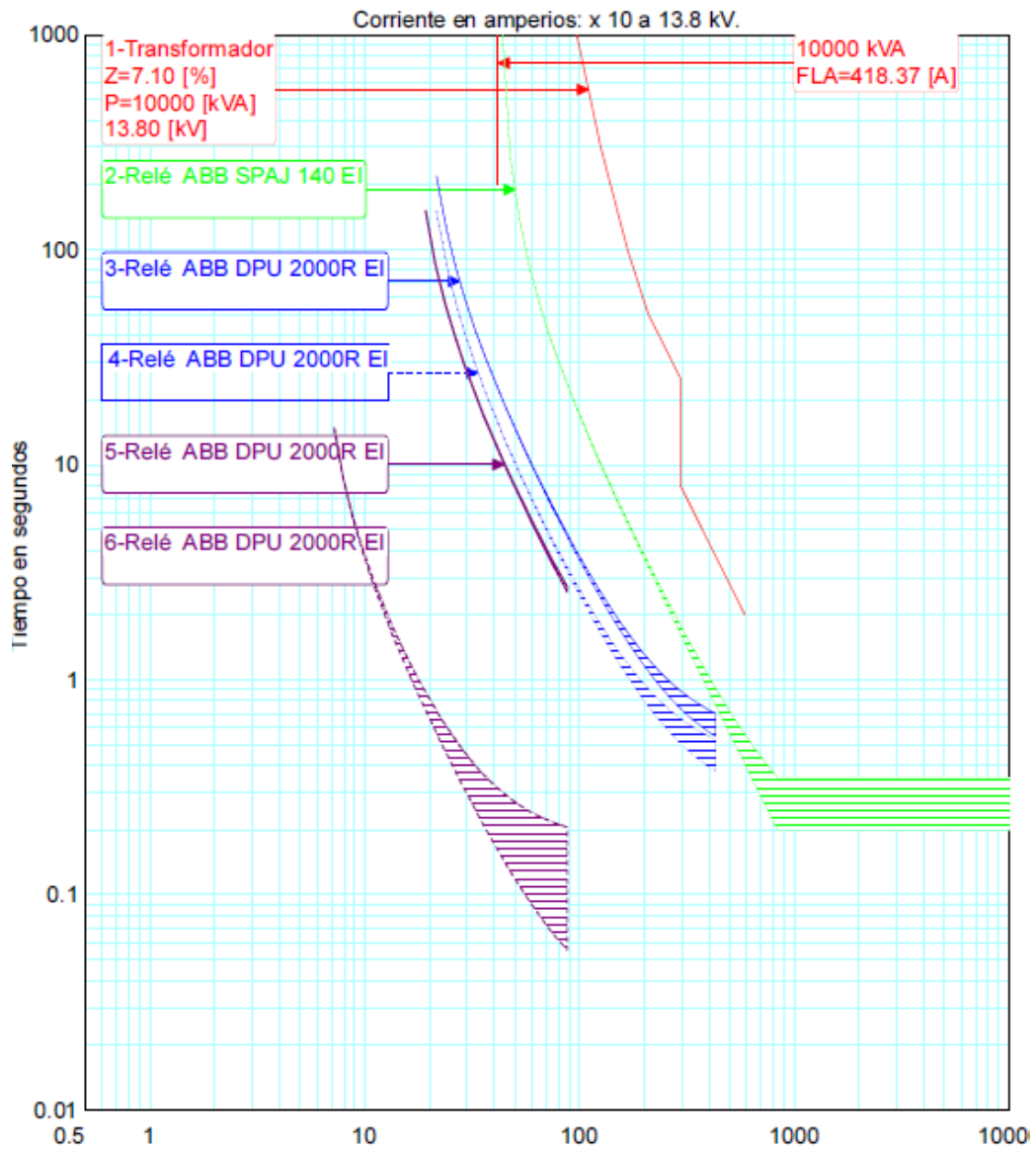
Figura N° 9 Curvas de coordinación relé general, del alimentador y fusible primario

Fuente: (Autor, 2014)

La decisión de utilizar o no utilizar un reconectador en un alimentador es para que permita a una falla transitoria ocurrida aguas abajo del reconectador despejar por sí misma en el lapso de cierres repetitivos entre 2 a 5 veces dependiendo de su configuración, volviendo a restaurar el sistema eléctrico en caso de que si haya sido transitoria. Pero en caso de que la falla sea permanente permitir a la protección más cercana despejar la falla en su totalidad después de sus cierres repetitivos.

La ubicación se lo debe realizar al inicio de las zonas rurales en donde está otorgando servicio, por el motivo del difícil acceso del personal operativo a reparar una falla se pueda suscitar en esa zona.

2.4.10 Configuración del reconectador para la coordinación con los relés.



Gráfica N° 9 Coordinación del reconectador y relés

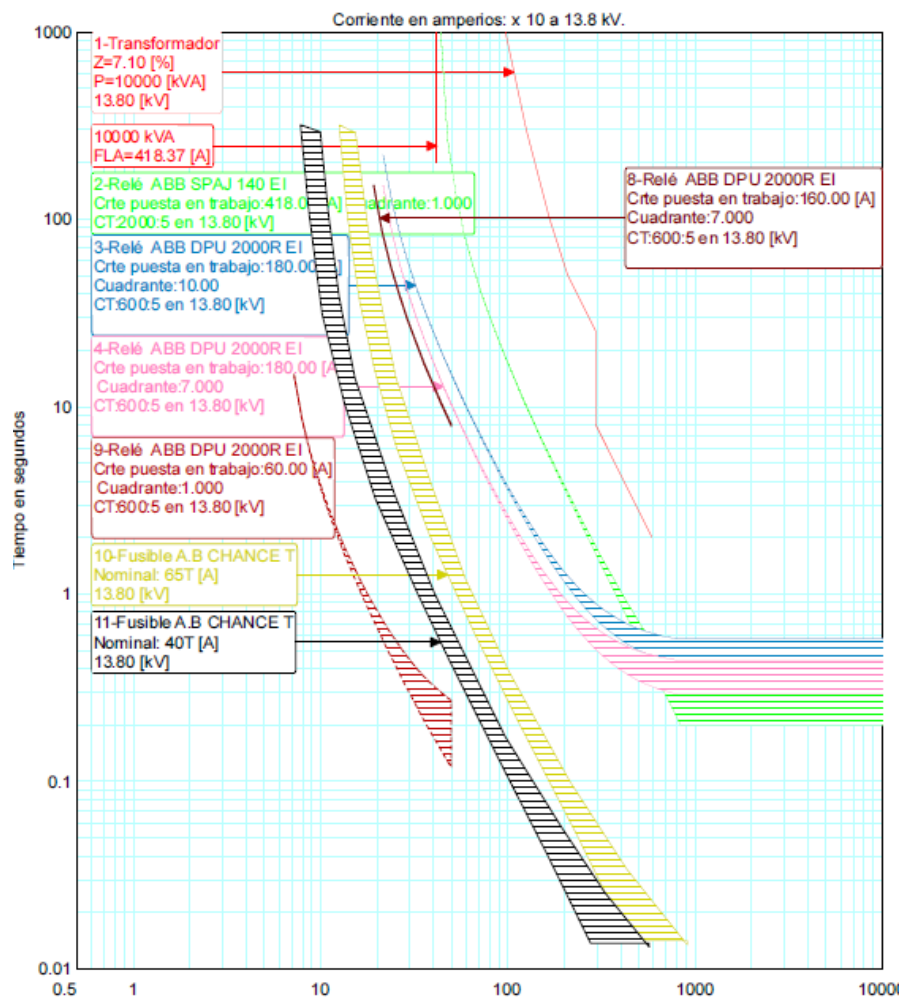
Fuente: (Autor, 2014)

El reconectador tiene 2 curvas una lenta y una rápida, para la coordinación en el Cymtcc la curva lenta se la asemeja como un relé de fase, Gráfica N° 9 (curva color morada línea continua), con una corriente de operación de menor amperaje a la del relé del alimentador hará que exista un margen de coordinación entre el relé del alimentador y la curva lenta del reconectador, en cambio para la curva rápida del reconectador se la simula como un relé a tierra Gráfica N° 9 (curva

color morada línea punteada) y su corriente de operación es 1/3 de la corriente de operación del relé de fase del alimentador.

Para la selección de los fusibles que irán aguas abajo del reconectador son los que calzaran en el espacio entre las curvas lenta y rápida del reconectador como se observar en la gráfica N°10. Si en la coordinación de protecciones no se alcanza a incluir dentro de la curva lenta y la rápida tres fusibles se debe proponer la utilización de seccionadores para la protección de los ramales terciarios, los cuales constan de un dispositivo electrónico que cuentan los números de desconexiones del reconectador para abrir o cerrar sus contactos en caso de una falla en las derivaciones terciarias.

2.4.11 Coordinación del reconectador con el seccionalizador.



Gráfica N° 10 Curvas de coordinación del circuito 1 de la S/E la esperanza

Fuente: (Autor, 2014)

El seccionador es un elemento de protección que tiene como misión censar las sobrecorrientes que circulan por él y contar las aperturas del reanectador para poder aislar una sección de la red cuando exista una falla permanente.

Para la coordinación de los reanectadores electrónicos, que son los que se usaran, el nivel de corriente continua del seccionador debe ser mayor a la corriente a plena carga del punto a conectarse.

El mínimo nivel de accionamiento del seccionadores es seleccionado en relación con la mínima corriente de desconexión del reanectador y su máxima corriente de accionamiento es el 80% de la corriente de desconexión del reanectador.

En la gráfica N°10 se puede observar la coordinación de todos los dispositivos que intervienen para la protección de un circuito de media tensión de 13.8kV, desde el relé de la subestación hasta el fin del circuito.

CAPITULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

Cabe destacar que toda investigación se sistematiza de acuerdo al propósito que se busca. Es el caso que el problema planteado se seleccionara la investigación tecnológica. Por la clase de medios se realizó la investigación de campo; y por el nivel de conocimientos la descriptiva.

3.1.1 Investigación tecnológica

Con este tipo de investigación se aplicó con la finalidad de seguir procesos para la aplicación del conocimiento científico y tecnológico con el objeto de realizar demostraciones que pretenden modificar o mejorar un proceso de funcionamiento de las instalaciones eléctricas con la instalación de sistemas de protección eléctrica.

3.1.2 Investigación documental

Este tipo de investigación se aplicó para sustentar el estudio a partir de documentos que presentan resultados de investigaciones y experimentaciones similares. Además, la investigación se sustentó en fuentes secundarias como: bibliografía técnica y de investigación, además de catálogos, folletos y páginas de internet.

3.1.3 Investigación descriptiva

Este tipo de investigación que utilizó con la finalidad de realizar el estudio de los diferentes elementos para identificar sus características y determinar el comportamiento de los diferentes indicadores que hacen referencia al problema de investigación.

3.2 Métodos

3.2.1 Método deductivo

El método deductivo se aplicó con la finalidad de estructurar el fundamento teórico en el que sustenta la investigación, a partir de teorías, normas y procedimientos se llegarán a aspectos particulares en el tratamiento de los datos receptados.

Como se puede mencionar este método pasa de lo general a lo particular por lo tanto el presente método aportó para la elaboración del marco teórico, estudio técnico e interpretación estadística.

3.2.2 Método inductivo

Este método se aplicó a partir de las observaciones de hechos particulares de los cortes de energía, para identificar sus particularidades para luego llegar a conclusiones generales basadas en las teorías recopiladas con el método inductivo.

Mediante el presente método permitió analizar los hechos y acontecimientos los cuales llevó a la formulación de la hipótesis para luego demostrar la importancia del proyecto.

3.2.3 Método analítico sintético

Este método se aplicó con la finalidad de realizar un estudio minucioso y particularizado de cada uno de los elementos físicos e intangibles que permitieron llegar a conclusiones y presentación de resultados.

3.2.4 Técnica de Observación

Se aplicó la técnica de la observación con la finalidad de verificar visualmente las condiciones de las instalaciones eléctricas y los procesos de implementación de las protecciones eléctricas.

3.2.5 Instrumentos

Se utilizaron fichas de campo y registro de notas para registrar la información receptada en las diferentes observaciones.

Se solicitó asesoría verbal y documental a los, profesionales en Ingeniería Eléctrica que estén directamente relacionados con el tema de tesis.

3.3 POBLACIÓN

La investigación se realizó en la parroquia de La esperanza del Cantón Pedro Moncayo de la provincia de Pichincha.

La población cuenta con 12108, servicios que reciben de la Sub Estación La Esperanza, de la Empresa Eléctrica Regional Norte.

3.4 Esquema de la propuesta

- Título de la propuesta
- Justificación e importancia
- Fundamentación de la propuesta
- Objetivos
- Ubicación sectorial y física
- Desarrollo la propuesta
- Bibliografía

CAPITULO IV

4 Título de la propuesta.

ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES EN MEDIA TENSIÓN PARA LA SUBESTACIÓN ESPERANZA DEFINIENDO EL LUGAR Y EL DISPOSITIVO QUE PROTEJA A CADA UNA DE LAS DERIVACIONES DE LOS ALIMENTADORES.

4.1 Justificación e importancia.

- Justificación.

El cantón Pedro Moncayo sufre de temporales de vientos fuertes motivo por el cual es víctima de cortes de energía y esto se ve reflejado en los elevados índices de interrupciones de energía, ocasionados por cortocircuitos transitorios como ramas de árboles que topan las líneas de media tensión que incluso ocasionan la desconexión total de los alimentadores.

La calidad de energía es muy importante para los abonados que reciben el servicio de la empresa distribuidora como para la empresa misma, y es muy molesto y perjudicial para ambas partes que existan cortes injustificados por fallas de cortocircuito que sucede en los ramales de algún alimentador y ocasionan la salida de la subestación.

La problemática de los constantes cortes de energía en el cantón Pedro Moncayo es que el sistema de protecciones de la subestación y de todos sus alimentadores, carece de una coordinación de sus dispositivos de protección.

Es por lo cual que mediante un estudio se debe crear un sistema de protección para la subestación el cual permita a la empresa otorgar un servicio continuo y de calidad.

- Importancia.

Lo importante en este estudio a realizarse es el de disminuir los índices de fallas ocasionados por una notoria coordinación de protecciones en el sistema eléctrico de potencia de la subestación La Esperanza para así evitar el dejar sin servicio a miles de abonados del sector.

4.2 Fundamentación de la propuesta.

La propuesta es fundamentada por los cortes de energía que registran los medidores de cada alimentador de la subestación diariamente las 24 horas del día y al verse reducidos los índices de calidad de energía en cada mes, ocasionan multas y gastos económicos por mantenimientos correctivos.

4.3 Objetivos.

4.3.1 Objetivo general.

Coordinar los elementos de protección de los alimentadores de la subestación la Esperanza mediante la aplicación de criterios establecidos por la empresa de Distribución EMELNORTE para disminuir los índices de interrupciones y mejorar la calidad de servicio en todo el sector.

4.3.2 Objetivos específicos.

- Implementar un sistema de coordinación de protecciones en media tensión para la subestación La Esperanza.

- Mediante una modelación de los dispositivos de protección de la subestación y de sus alimentadores en el programa cymtcc de cyme coordinar todos los dispositivos de protección mediante sus curvas características.
- Garantizar a los abonados que se benefician de los servicios prestados por EMELNORTE, un servicio eléctrico continuo y confiable como la dictamina la regulación 004/01 del CONELEC.

4.4 Ubicación sectorial y física.

El proyecto se realizó en los sectores del cantón Pedro Moncayo y parte del cantón de Cayambe pertenecientes a la provincia de Pichincha país Ecuador región sierra ubicada al norte del país, lugar donde se encuentra la subestación la Esperanza.

4.5 Desarrollo de la propuesta.

4.5.1 Protección primer alimentador (0101)

4.5.1.1 Coordinación de los relés de la subestación.

En la subestación se encuentran los relés de la subestación y de su alimentador los cuales se encuentran conectados a sus respectivos transformadores de corriente a los que se propone configurar a sus condiciones máximas de operación.

4.5.1.1.1 Configuración del relé general 51.

La configuración necesaria del relé general 51 se propuso realizarlo al mismo relé que está en operación en la subestación, pero con un nuevo seteo y a condiciones máximas de operación para optimizar su uso.

Los parámetros que se deben considerar para su configuración son: la corriente de operación la cual se la toma de la corriente nominal del transformador de la subestación que es de 10MVA pero a su plena carga y se la calculo mediante la fórmula:

$$I_{op} = \frac{S}{\sqrt{3} * V(línea)}$$

La cual se detalla en el capítulo 2, dando como resultado una corriente de 418A y asociado a un transformador de corriente de 2000/5, otro parámetro importante a considerar es el TAP, el cual se calcula con la fórmula:

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

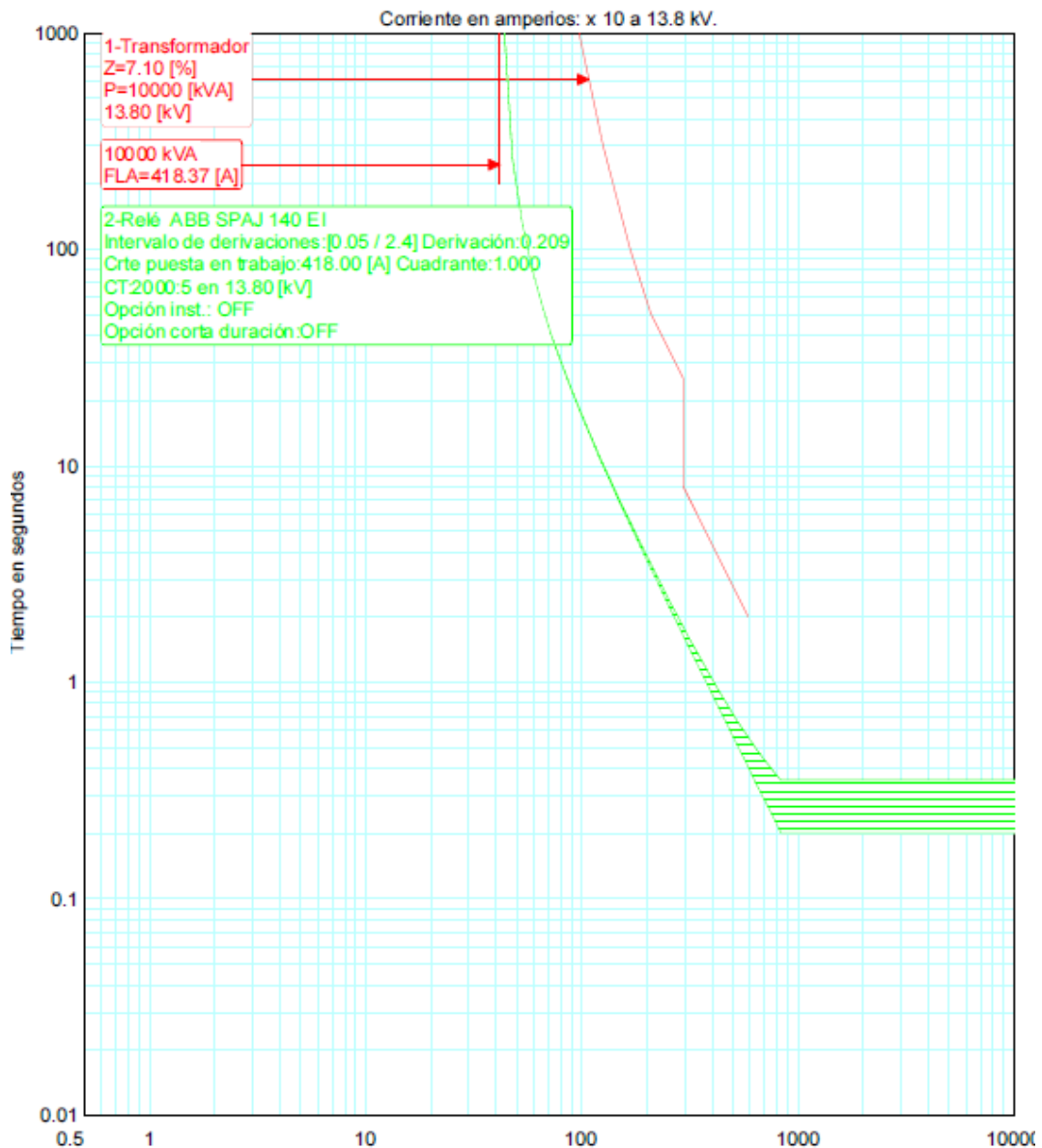
Dando como resultado un valor de 0.209. Con estos datos encontrados se grafica la curva del relé general la cual debe estar lo más junta posible de la curva del transformador para dar espacio a otros dispositivos de protección, para poder juntar la curva del relé el dial toma un valor de 1.0, quedando la curva como se muestra en la gráfica 11 curva color verde, con los siguientes parámetros.

Curva= Extremadamente inversa.

Dial = 1.0

Tap = 0.209

I operación = 418 A



Gráfica N° 11 configuración del relé general 51

4.5.1.1.2 Configuración del relé 51 del alimentador 0101

Los parámetros de configuración para este relé son similares al relé de la subestación con la diferencia que para este relé la corriente de operación es de 180[A] por la razón de que esta corriente es la máxima que soporta el conductor 2 AWG que es el menor calibre del que está construido el neutro de la mayor parte del alimentador, a este relé está asociado un transformador de corriente de 600/5, con lo que se puede calcular el TAP =1.5 y para juntar la curva lo más posible a la curva del relé 51 debe ser con un DIAL=10.

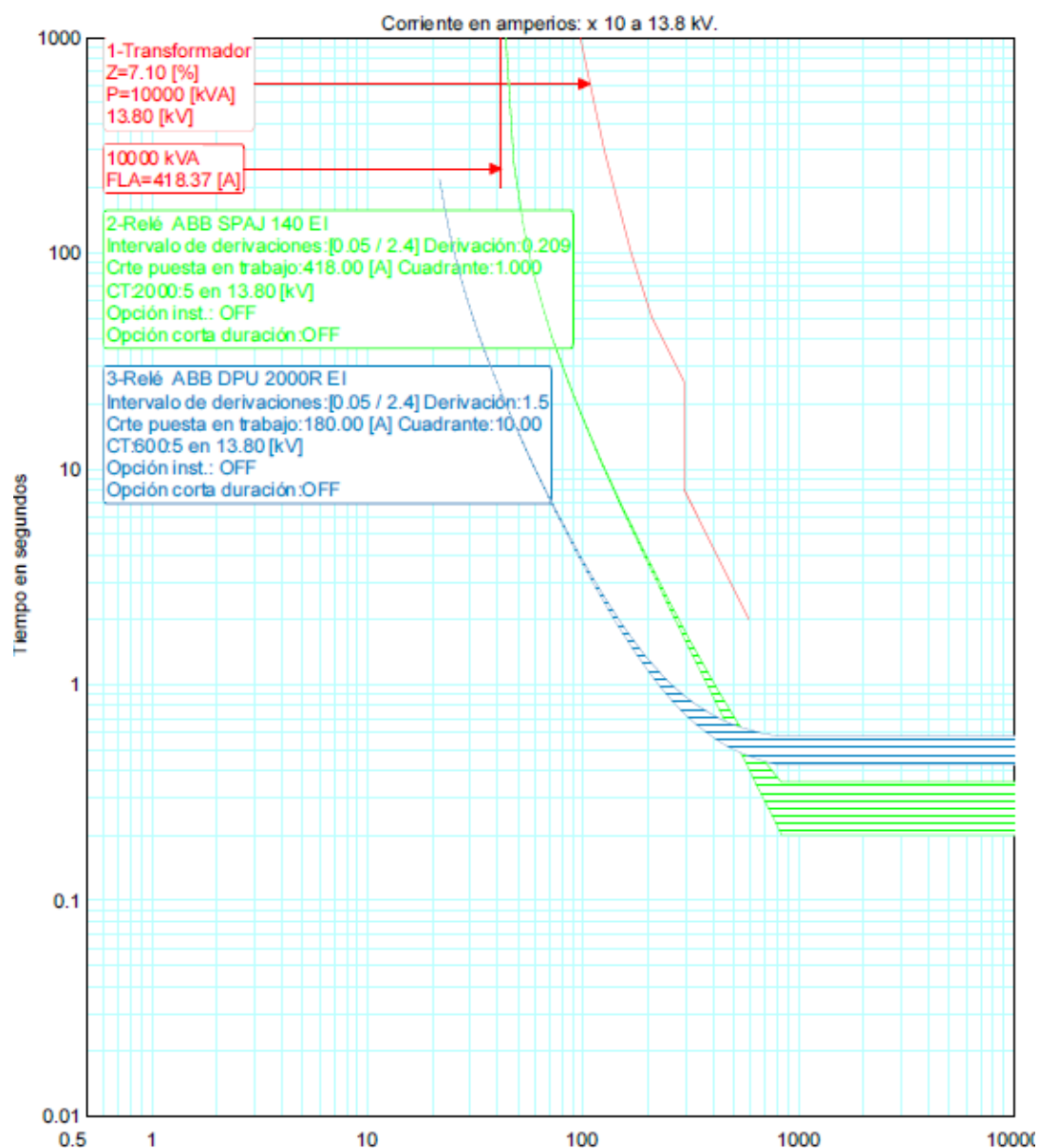
Con estos datos la configuración del relé queda como lo muestra la gráfica 12 curva de color azul.

Curva= Extremadamente inversa.

Dial = 10

Tap = 1.5

I operación = 180 A



Gráfica Nº 12 Configuración del relé 51 del alimentador

4.5.1.1.3 Configuración del relé 51N del alimentador 0101

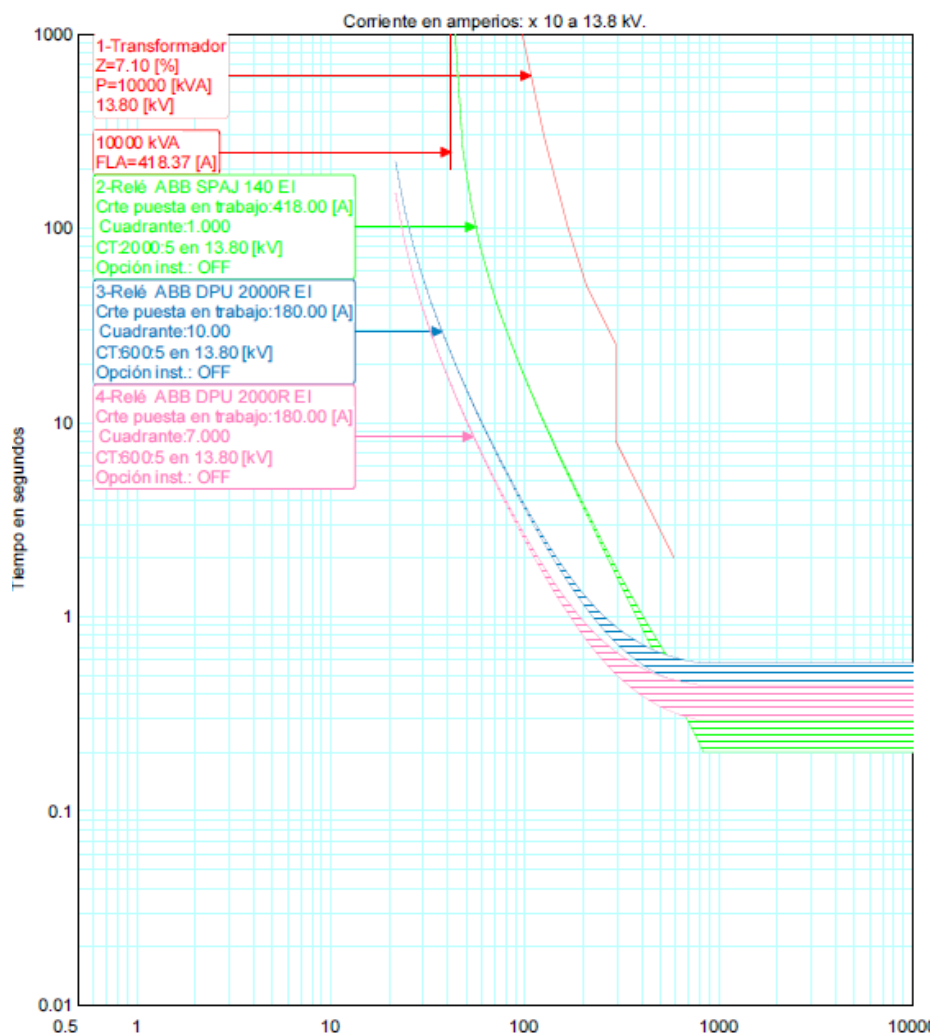
Para la configuración del 51N (relé a tierra) los parámetros de configuración son los mismos que del relé 51 del alimentador con la misma corriente de operación pero con un cuadrante de tiempo diferente (dial) =7, con estos parámetros se grafica la curva color lila de línea entre cortada que se muestra en la gráfica 13, con los siguientes parámetros.

Curva= Extremadamente inversa.

Dial = 7

Tap = 1.5

I operación = 180 A



Gráfica Nº 13 Configuración del relé 51N del alimentador

Los relés de la subestación están coordinados entre sí pero a su vez también deben coordinar con el fusible de la primera derivación del alimentador.

4.5.1.2 Protecciones de las derivaciones.

Para la coordinación de fusibles del alimentador se considera el ramal más cercano a la subestación porque como ya se sabe la corriente de cortocircuito es mucho mayor cuando está más cerca de la subestación y disminuye gradualmente cuando más se aleja de ella, Figura N°10. El valor de los fusibles encontrados para que protejan a este ramal también servirá para proteger a los ramales aguas abajo por lo antes mencionado.

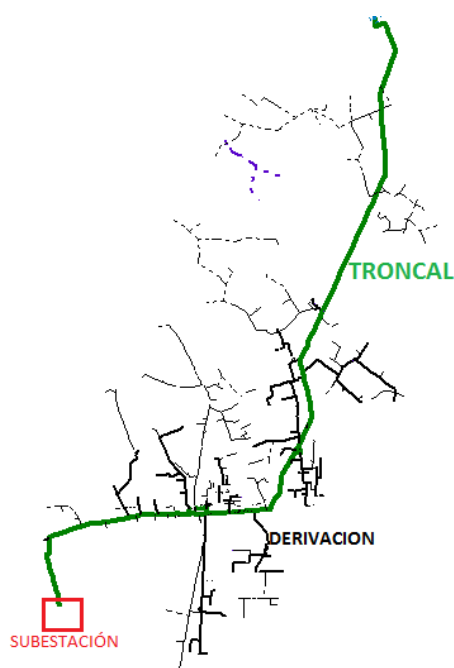


Figura N° 10 Topología del alimentador 1 de la S/E la esperanza

Fuente: (Autor, 2014)

Para que exista selectividad en el sistema de coordinación al alimentador se lo divide en troncal y derivaciones.

El ramal más cercano escogido del alimentador 0101 es que se muestra en la figura 11.

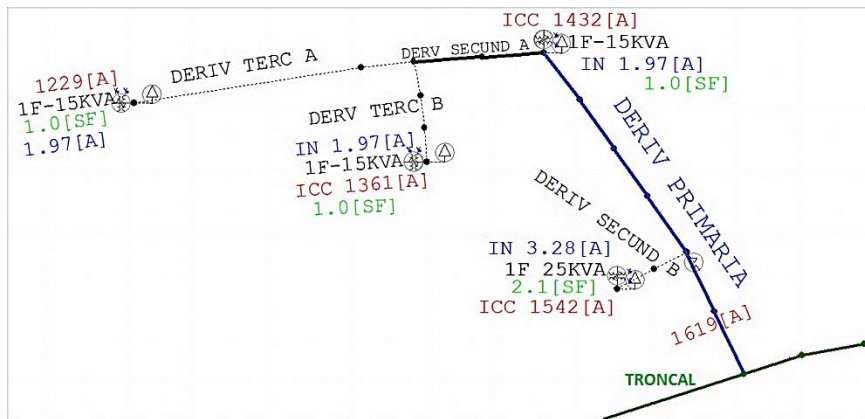


Figura Nº 11 Ramal del circuito 1 de la subestación la esperanza

Fuente: (Autor, 2014)

Aunque es muy pequeño pero es suficiente para determinar las protecciones a lo largo de todo el alimentador.

4.5.1.3 Ubicación de fusibles.

Una vez determinadas las derivaciones y teniendo muy claro que fusibles protegen a cada derivación, se procede a ubicar con ayuda de las tablas donde necesitan que protejan.

4.5.1.3.1 Ubicación de fusibles en transformadores.

Para la selección de los fusibles en el ramal seleccionado figura 11 a coordinar se hace uso de la tabla 1 en la que indica el tipo de fusible acorde a la potencia y voltaje primario.

TRANSFORMADORES MONOFASICOS			
KVA	VPN	IN	F (SF)
15	7.62	1.97	1.00
25	7.62	3.28	2.10

Figura Nº 12 Extensión de la tabla 3

En el ramal seleccionado solo existen dos tipos de transformadores a lo largo de la derivación seleccionada a analizar, uno 15KVA y uno de 25KVA, en la figura 12 se muestra una extensión de la tabla 1 con la I_n y el tipo de fusible apropiado para proteger a cada transformador de distribución.

4.5.1.3.2 Ubicación de fusibles en las derivaciones.

Para la ubicación de los fusibles al inicio de cada derivación que en este caso es una derivación terciaria, la cual es la más alejada del circuito a analizar se calcula la corriente de cortocircuito de cada transformador referido en lado de alta para ello se hace con el uso del programa Cymdist.

Una vez encontrados las I_{cc} y los fusibles de cada transformador se hace uso de la tabla 2 en donde indica la coordinación entre los fusibles del tipo SF y del tipo T asociados a una I_{cc} máxima a los que estos coordinan.

Como en el ramal analizado existen 2 derivaciones terciarias A y B se analiza de forma individual para saber si el fusible seleccionado puede proteger o no a las derivaciones terciarias y así poder unificar su protección para este tipo de ramal a lo largo del alimentador.

Para su explicación de cómo se determina el fusible que va a proteger las derivaciones terciarias se toma como referencia la derivación terciaria A en la cual se tiene un transformador de 15KVA con un fusible SF de 1.0 que protege al transformador y con una falla de cortocircuito de 1229A referido en el lado de alta del transformador, se hace uso de la tabla 3 en la cual indica que un fusible de 1.0 SF a una I_{cc} de 1229A, el fusible que coordina y el que protegerá la derivación terciaria A es el fusible 20T , como se muestra en la figura N°13.

SF	Corriente de cortocircuito máxima											
	FUSIBLES TIPO T											
	1	2	3	6	8	10	12	15	20	25	30	40
0.20	2	4	88	315	430	580	770	1020	1270	1645	2115	2765
0.3	1	4	7	315	430	580	770	1020	1270	1645	2115	2765
0.4	1	4	6	296	430	580	770	1020	1270	1645	2115	2765
0.6	-	4	6	291	430	580	770	1020	1270	1645	2115	2765
0.7	-	4	6	289	430	580	770	1020	1270	1645	2115	2765
1.0	-	4	6	15	388	580	770	1020	1270	1645	2115	2765
1.3	-	-	6	14	24	580	770	1020	1270	1645	2115	2765
1.4	-	-	6	14	22	546	770	1020	1270	1645	2115	2765

Figura N° 13 Coordinación del fusible 1.0 SF a Icc de 1229

Los resultados de coordinación se muestran en la tabla 6 que se encuentra expuesta a continuación.

Tabla N° 6

Resultados de coordinación de las derivaciones terciarias.0101

ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE FUSIBLE DE TRAFICO CON FUSIBLE EN DERIVACIÓN TERCIARIA				
DERIVACIÓN TERCIARIA A				
KVA	FUSIBLE TRF	ICC [A]	IN [A]	FUSIBLE PRESELECCIONADO
15	1.0[SF]	1229	1.97	20 [T]
		\sum IN	1.97	
\sum IN	ICF= 4 x \sum IN		IF (20T)	ICF
1.97	7.88		39.9 (A)	7.88
IF > ICF				

EL FUSIBLE SELECCIONADO ES EL 20 T

IF: Corriente de Fusión del Fusible
ICF: Corriente de Carga Fría del ramal

DERIVACIÓN TERCIARIA B				
KVA	FUSIBLE TRF	ICC [A]	IN [A]	FUSIBLE PRESELECCIONADO
15	1.0[SF]	1361	1.97	25 [T]
		\sum IN	1.97	
\sum IN	ICF= 4 x \sum IN		IF (25T)	ICF
1.97	7.88		49.7 (A)	7.88
IF > ICF				

EL FUSIBLE SELECCIONADO ES EL 25 T

IF: Corriente de Fusión del Fusible
ICF: Corriente de Carga Fría del ramal

Fuente: (Autor, 2014)

Como se puede observar en este ramal existen solo dos derivaciones terciarias, que en el análisis realizado en forma individual dio como resultado diferentes capacidades de fusibles, pero se toma el fusible de mayor capacidad para proteger a los ramales terciarios aguas abajo, porque es el que protegerá para los niveles de lcc de los ramales terciarios A y B, el cual es de 25 [T], ahora falta determinar si este fusible no se funde a la corriente de carga fría y para ello debe cumplirse que la corriente de fusión del fusible debe ser menor que la corriente de carga fría ($IF > ICF$), y para comprobar si esto se cumple se hace uso de la tabla 6 donde indica la corriente de fusión del fusible de 25T que es igual a 49.7A como se muestra en la gráfica 14, con esto se demuestra que el fusible si protege contra ICF porque la carga fría se toma como cuatro veces la corriente que resulta de la suma de todas la corrientes nominales de los transformadores instalados en este ramal y dando como resultado de 7.52A, estos detalles se puede apreciar en la tabla 6.

T	IF
1	1.92
2	4.17
3	6.09
6	11.94
8	15.31
10	19.63
12	24.68
15	30.48
20	39.9
25	49.7
30	61.94
40	78.2

Figura Nº 14 corriente mínima de fusión 25T

Fuente: (Autor, 2014)

Ahora se debe determinar el fusible que se debe en el arranque de la derivación secundaria para ello se hizo uso de la tabla de coordinación entre los fusibles de tipo T con T (tabla 3), y determinar que fusible coordina con el fusible 25T a una corriente de cortocircuito de 1432A, según la tabla 3 el fusible que coordina con el fusible de 25T y el cual protegerá a la derivación secundaria A es el fusible 50T el cual coordina hasta una lcc de 2500A como se muestra en la figura 15

T LINK CO-ORDINATIO

Protecting Fuse-Link EEI- NEMA Type "T"	Protected Fuse Links - EEI-NEMA Type "T"										
	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	65
Maximum Short - Circuit rms Amperes to which Co-ordination is											
1 L-M	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000
2 High	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000
3 Surge	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000
5 Links	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000
6T	-	-	350	650	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000
8T	-	-	-	430	840	1200	1530	1950	2540	3200	4000
10T	-	-	-	-	530	1010	1530	1950	2540	3200	4000
12T	-	-	-	-	-	620	1280	1950	2540	3200	4000
15T	-	-	-	-	-	-	720	1550	2540	3200	4000
20T	-	-	-	-	-	-	-	880	2000	3200	4000
25T	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	2500	4000
30T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1300	3100

Figura Nº 15 coordinación 25T a una Icc 1432A

Fuente: (Autor, 2014)

Del ramal primario se ramificaron dos derivaciones secundarias A y B las cuales se analizaron de forma independiente la cual se detalla en la tabla 7

Tabla Nº 7

Resultados de coordinación de las derivaciones secundarias.0101

ANÁLISIS DE COORDINACIÓN ENTRE FUSIBLES DE LA TERCERA Y SEGUNDA DERIVACIÓN			
DERIVACIÓN SECUNDARIA A			
TIPO DE DERIVACION	IN [A]	ICC [A]	FUSIBLE PRESELECCIONADO
DERIV TERC A	1.97	1432	50T
DERIV TERC B	1.97		
$\sum IN$	3.94		
$\sum IN$	ICF=4X $\sum IN$	IF(50T)	ICF
3.76	15.76	98.9 (A)	15.76 (A)
IF > ICF			
EL FUSIBLE SELECCIONADO ES EL 50T			

IF : Corriente de Fusión del Fusible

ICF : Corriente de Carga Fría del ramal

DERIVACIÓN SECUNDARIA B				
KVA	FUSIBLE TRF	ICC [A]	IN [A]	FUSIBLE PRESELECCIONADO
25	2.1[Sf]	1542	3.28	25 [T]
		$\sum IN$	3.28	
$\sum IN$	ICF= 4 x $\sum IN$		IF (25T)	ICF
3.28	13.12		49.7 (A)	13.12
IF > ICF				
EL FUSIBLE SELECCIONADO ES EL 25 T				

IF: Corriente de Fusión del Fusible

ICF: Corriente de Carga Fría del ramal

Fuente: (Autor, 2014)

Este ramal solo tuvo dos derivaciones secundarias de las cuales sus protecciones no coincidieron una con la otra, por lo que se tomó el fusible de mayor capacidad que se determinó entre las dos derivaciones secundarias y la protección seleccionada para los ramales secundarios va a ser el fusible de 50 [T].

La razón por la cual se tomó este fusible como el indicado para proteger el ramal antes mencionado es para poder unificar las protecciones de este mismo ramal aguas abajo y no exista una gran cantidad de fusibles para una misma derivación y que lleguen a ocasionar confusión al momento de cambiarlos en caso que exista un daño.

Ahora falta determinar si este fusible no se funde a la corriente de carga fría y para ello debe cumplirse que la corriente de fusión del fusible debe ser menor que la corriente de carga fría ($IF > ICF$), y para comprobar si esto se cumple se hace uso de la tabla 6 donde indica la corriente de fusión del fusible 50T que es igual a 89.9 [A] como se muestra en la figura 16, con esto se demuestra que el fusible si protege contra ICF porque la corriente de carga fría se toma como cuatro veces la corriente que resulta de la suma de todas la corrientes nominales de los transformadores instalados en este ramal y dando como resultado $ICF = 15.04[A]$, estos detalles se puede apreciar en la tabla 7.

T	IF
1	1.92
2	4.17
3	6.09
6	11.94
8	15.31
10	19.63
12	24.68
15	30.48
20	39.9
25	49.7
30	61.94
40	78.2
50	98.9
65	125.4

Figura N° 16 corriente de fusión 50T

Fuente: (Autor, 2014)

Una vez encontradas las protecciones de las derivaciones terciarias y secundarias finalmente solo queda por saber cuál es el fusible que pueda proteger la derivación principal y con ayuda del fusible 50T que se ubica en la derivación secundaria se hace uso de la tabla 11 donde indica que el fusible de 50T a una corriente de 1619 A coordina con el fusible de 80T como se muestra en la figura 17, este fusible es el indicado para proteger las derivaciones primarias.

T LINK CO-ORDINATION

Protecting Fuse-Link EEI- NEMA Type "T"	Protected Fuse Links - EEI-NEMA Type "T"												
	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	65	80	100
	Maximum Short-Circuit rms Amperes to which Co-ordination is Possible												
1 L-M	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400
2 High	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400
3 Surge	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400
5 Links	-	265	500	710	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400
6T	-	-	350	580	930	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400
8T	-	-	-	430	840	1200	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400
10T	-	-	-	-	530	1010	1530	1950	2540	3200	4000	5000	6400
12T	-	-	-	-	-	620	1280	1950	2540	3200	4000	5000	6400
15T	-	-	-	-	-	-	720	1550	2540	3200	4000	5000	6400
20T	-	-	-	-	-	-	-	880	2000	3200	4000	5000	6400
25T	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	2500	4000	5000	6400
30T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1300	3100	5000	6400
40T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1400	3700	6200
50T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1500	4700
65T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2200
80T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura Nº 17 coordinación 50T a una Icc 1619

Fuente: (Autor, 2014)

Todo el análisis detalladamente se muestra en la tabla 8.

Tabla Nº 8

Resultados de coordinación de la derivación primaria. 0101

ANÁLISIS DE COORDINACIÓN ENTRE FUSIBLES DE LA SEGUNDA Y PRIMERA DERIVACIÓN			
DERIVACIÓN PRIMARIA			
TIPO DE DERIVACIÓN	IN [A]	ICC [A]	FUSIBLE PRESELECCIONADO
DERIV SECUNDARIA B	3.14	1619	80T
DERIV SECUNDARIA A	3.76		
$\sum IN$	6.9		
$\sum IN$	$ICF = 4 \times \sum IN$	IF (80T)	ICF
6.9	27.6	158.2 [A]	27.6
IF > ICF			
EL FUSIBLE SELECCIONADO ES EL 80T			

IF : Corriente de Fusión del Fusible
 ICF : Corriente de Carga Fría del ramal

Fuente: (Autor, 2014)

Una vez realizado el análisis de coordinación de la derivación primaria en la que da como resultado que el fusible de 80 [T] es el que se instalara en el arranque de la derivación primaria, solo falta determinar si este fusible no se funde a la corriente de carga fría y para ello debe cumplirse que la corriente de fusión del fusible debe ser menor que la corriente de carga fría ($IF > ICF$), y para comprobar si esto se cumple se hace uso de la tabla 6 donde indica la corriente de fusión del fusible de 80T que es igual a 158.2[A] como se muestra en la figura 18, con esto se demuestra que el fusible si protege contra ICF porque la carga fría se toma como cuatro veces la corriente que resulta de la suma de todas la corrientes nominales de los transformadores instalados en este ramal y dando como resultado $ICF = 27.6[A]$, estos detalles se puede apreciar en la tabla 8.

T	IF
1	1.92
2	4.17
3	6.09
6	11.94
30	61.94
40	78.2
50	98.9
65	125.4
80	158.2
100	196.9

Figura N° 18 coordinación 50T a una lcc 1619

Fuente: (Autor, 2014)

Una función más que deben cumplir los fusible es el de proteger al conductor en caso de sobre carga para ello el fusible de 80T que soporta una corriente máxima 158.2[A] como lo indica la figura 18 que es una parte del tabla 4, no debe sobrepasar la capacidad de corriente máxima que soporta el conductor de menor calibre que en este caso es el conductor 2 ACSR que soporta 184 [A] como se muestra en la figura 19 parte de la tabla 5, con estos datos expuestos se demuestra que si cumple con el parámetro de protección para proteger el cable.

CÓDIGO	Calibre (AWG o kcmil)	Sección transversal (mm ²)	Construcción				Diámetro del conductor (mm)	Peso Total (kg / km)	Carga de Ruptura (kg)	Resistencia a C.C. a 20°C ohm/km	Capacidad de Corriente (Amp.)
			No. Hilos		Diámetros Hilos (mm)						
			Aluminio	Acero	Aluminio	Acero					
Turkey	6	13,3	6	1	1,680	1,680	5,04	53,74	530	2,154	105
Swan	4	21,15	6	1	2,120	2,120	6,36	85,49	830	1,353	140
Sparrow	2	33,62	6	1	2,672	2,672	8,02	136,31	1265	0,8507	184
Raven	1/0	53,49	6	1	3,370	3,370	10,11	216,86	1940	0,5351	242
Quail	2/0	67,43	6	1	3,783	3,783	11,35	273,34	2475	0,4245	276
Pigeon	3/0	85,01	6	1	4,250	4,250	12,75	344,72	3030	0,3367	315

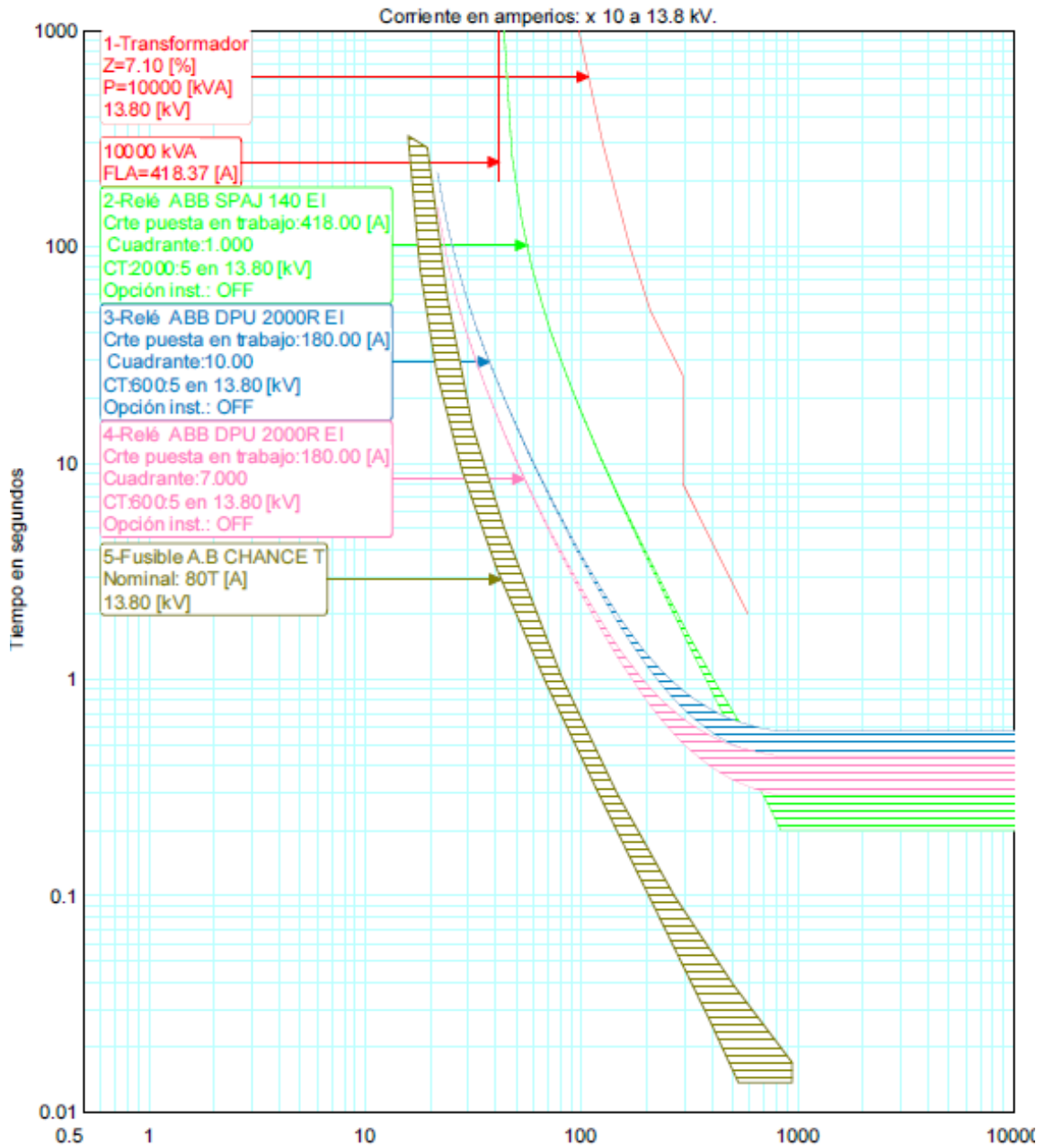
Figura N° 19 corriente máx del 2ACSR

Fuente: (Autor, 2014)

Finalmente faltaría saber si todos los fusibles seleccionados son sensibles, y para ello se determina la menor corriente de cortocircuito del ramal que en este caso es 1229 [A] y se la divide para dos dando como resultado 614 [A] y con una corriente de fusión de 158,2 [A] del fusible primario de 80T, queda como conclusión que todos los fusibles seleccionados son sensibles porque la mínima lcc del ramal es menor a la corriente de fusión del fusible primario por los motivos expuestos en el capítulo 2.

4.5.1.4 Coordinación relé – fusible.

Una vez ya se tenga definido los fusibles propuesto para la derivación principal es necesario saber si estos dos dispositivos coordinan, para ello, la curva característica del relé debe está por encima de la curva característica del fusible que protegerá a los ramales primarios el cual es el fusible de 80T y las curvas quedan como se observan en la gráfica 14.



Gráfica N° 14 Coordinación relé – fusible primario

Fuente: (Autor, 2014)

Como se puede observar en la gráfica 14 la curva del fusible 80T no se intersecta con la curva del relé del alimentador y esto deja como conclusión que el fusible propuesto es el indicado para la protección del ramal primario para todo el primer alimentador.

La existencia de un reconectador lo establece el alcance del alimentador a las zonas rurales, debido a la dificultad que tiene el personal de mantenimiento al ingresar a ellas para reparar una falla que en ocasiones es transitoria, pero al no existir una coordinación entre los fusibles y el reconectador se vuelve permanente.

4.5.1.5 Configuración del reconectador.

Para este caso como se indica en la figura 10 el alimentador 0101 es muy extenso y se extiende hasta las zonas rurales, debido a esto se propone la ubicación del reconectador en el arranque del tramo 287792_MTA.

Los reconectores poseen de entre dos a cinco curvas lentas y una rápida, y para su configuración se la hace de forma independiente.

La curva lenta del reconectador se la representa como un relé de fase y con las mismas características del relé del alimentador, Gráfica 15 curva color café de línea continua, con la diferencia que para esta curva la corriente de operación es de 160 [A], esto es para exista un margen de coordinación entre los dos dispositivos quedando con los siguientes ajustes.

Curva= Extremadamente inversa.

Dial = 6

Tap = 1.33

I operación = 160 A

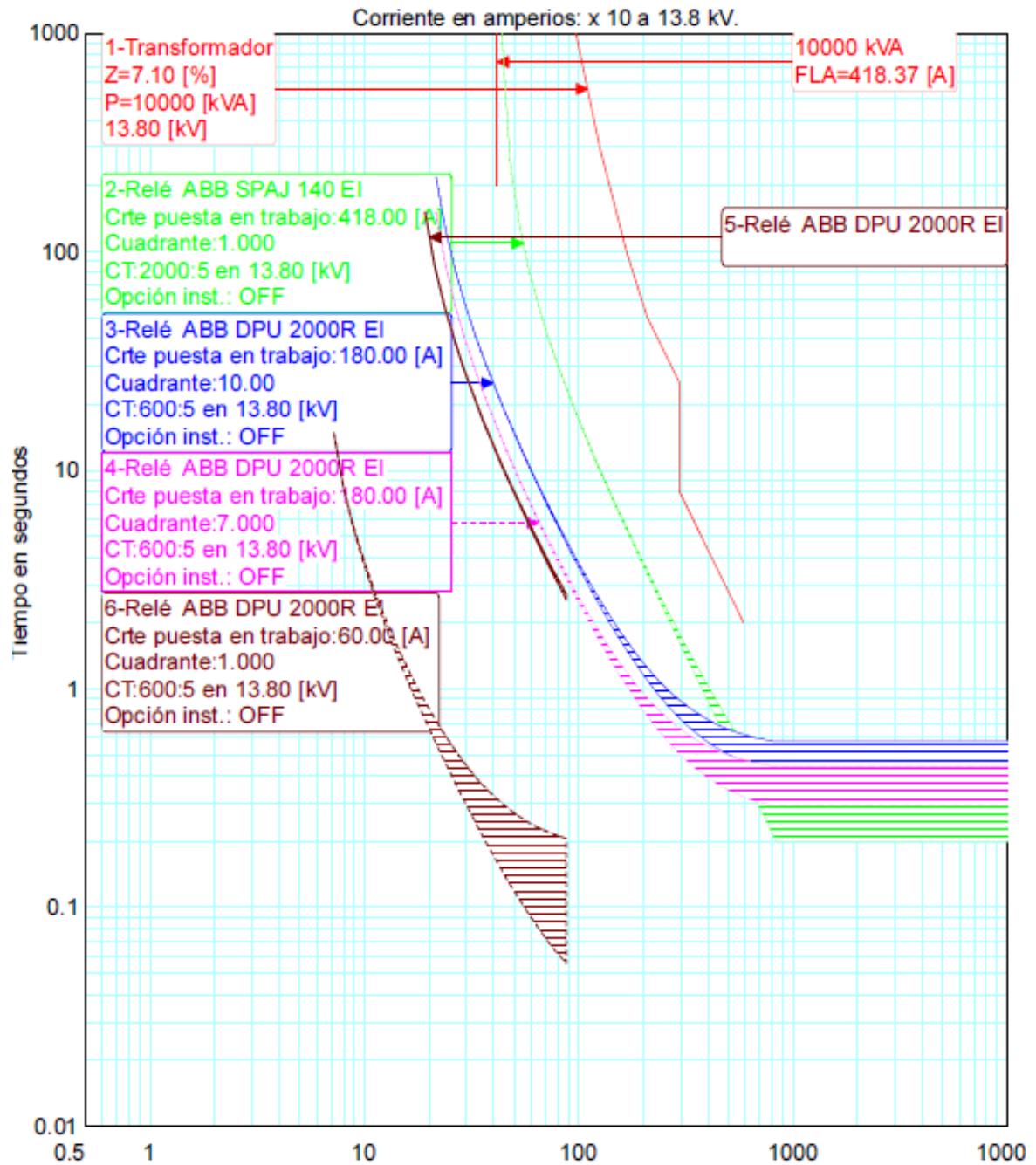
La curva rápida del reconectador en cambio está representada por un relé 51N, en la gráfica 15 se observa la curva color café de línea entre cortada, que a diferencia de la curva lenta, la corriente de operación es un 1/3 de la corriente de operación del relé de fase del alimentador y los ajustes quedan de la siguiente forma.

Curva= Extremadamente inversa.

Dial = 1

Tap = 0.5

I operación = 60 A

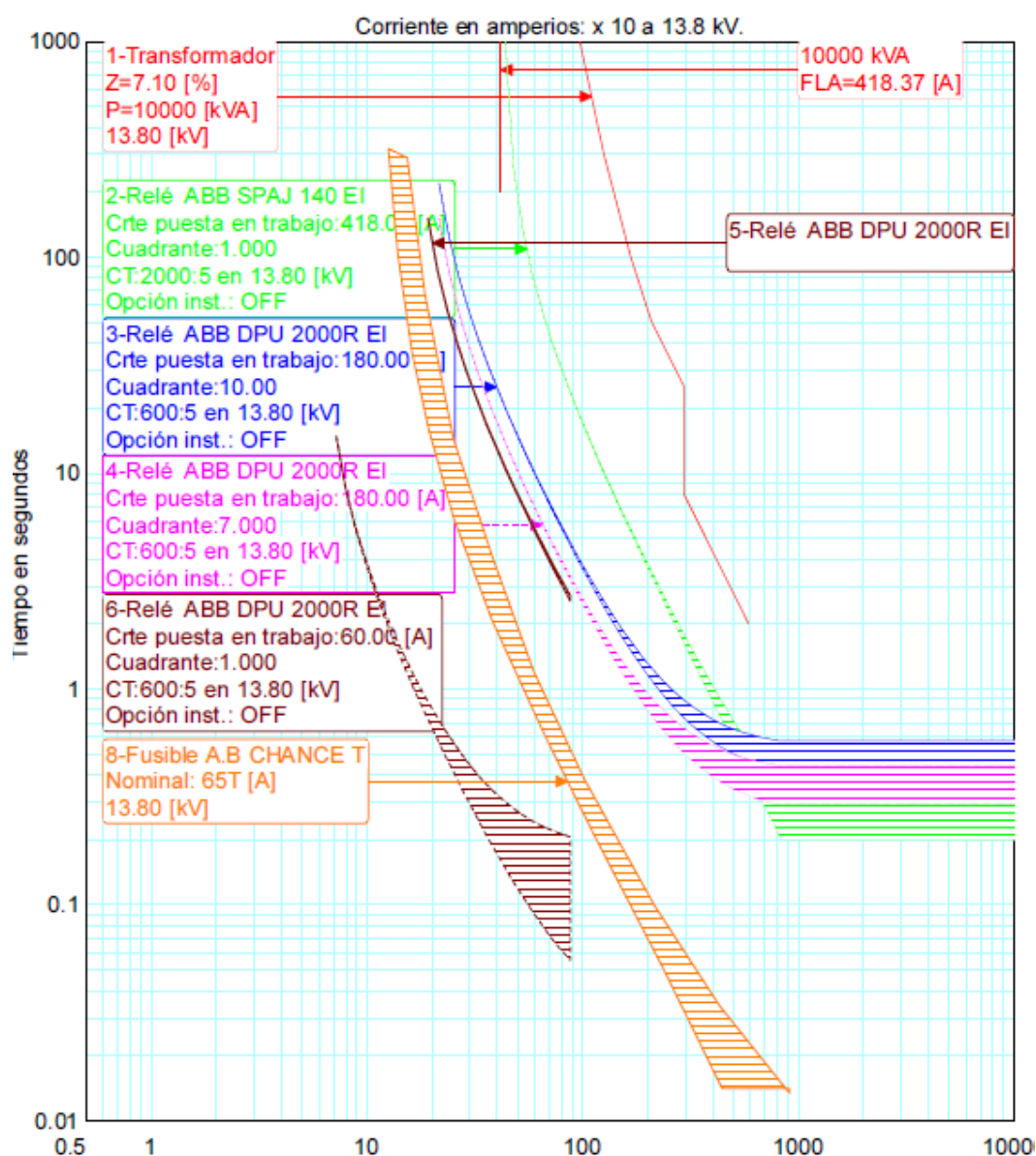


Gráfica N° 15 Configuración reconector

Fuente: (Autor, 2014)

4.5.1.6 Coordinación reconectador – fusible.

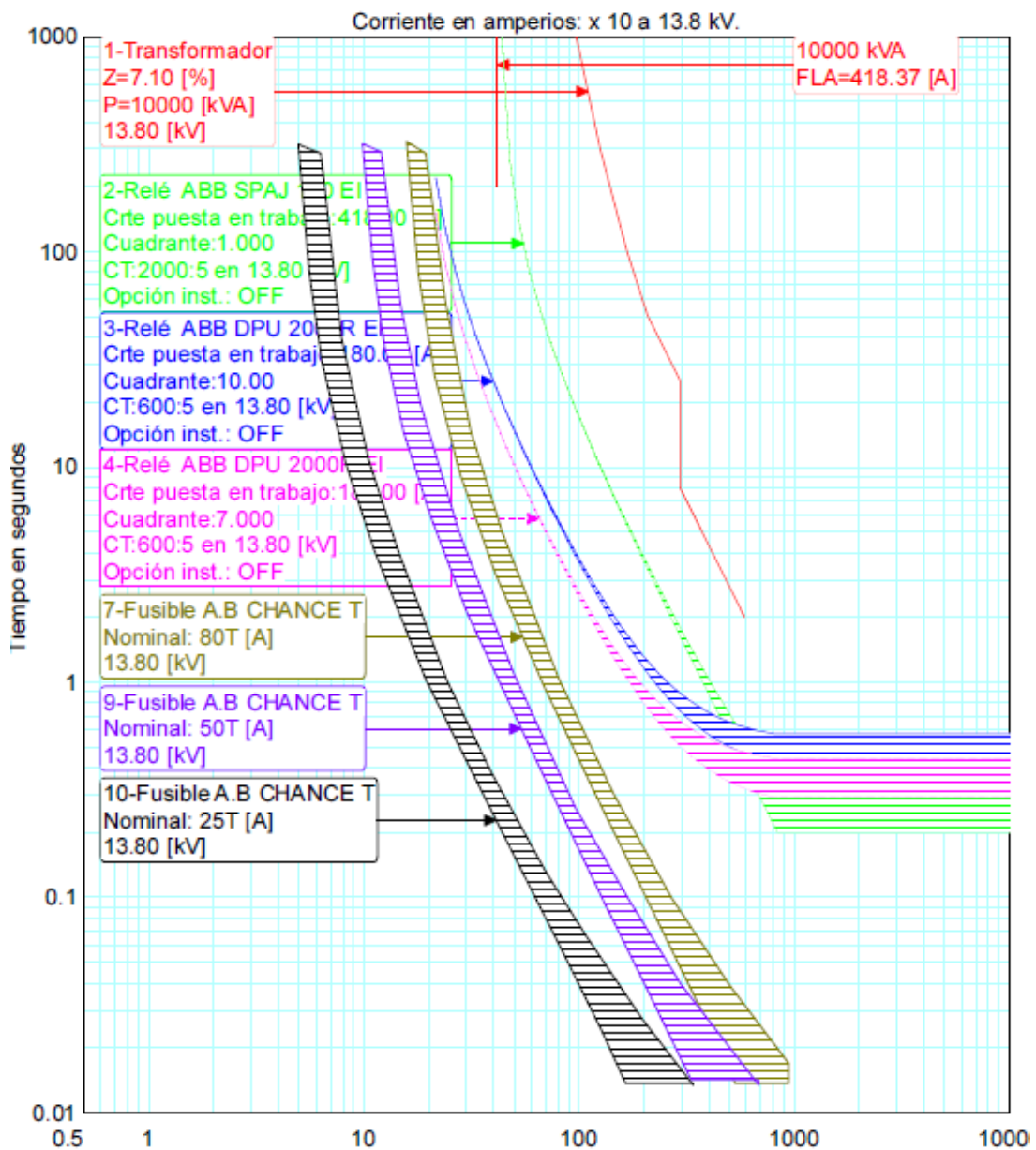
Para la selección de los fusibles que protegerán los ramales aguas abajo del reconectador son los que calcen en el espacio que existe ente la curva lenta y la curva rápida del reconectador, como se puede apreciar en la gráfica 16, el único fusible seleccionado es uno de 65T el cual protegerán los ramales primarios, como ya no existe espacio para otro fusible para que protejan los ramales secundarios estos serán protegidos por seccionadores electrónicos los cuales se programaran en el momento de su instalación.



Gráfica N° 16 Coordinación reconectador – fusible

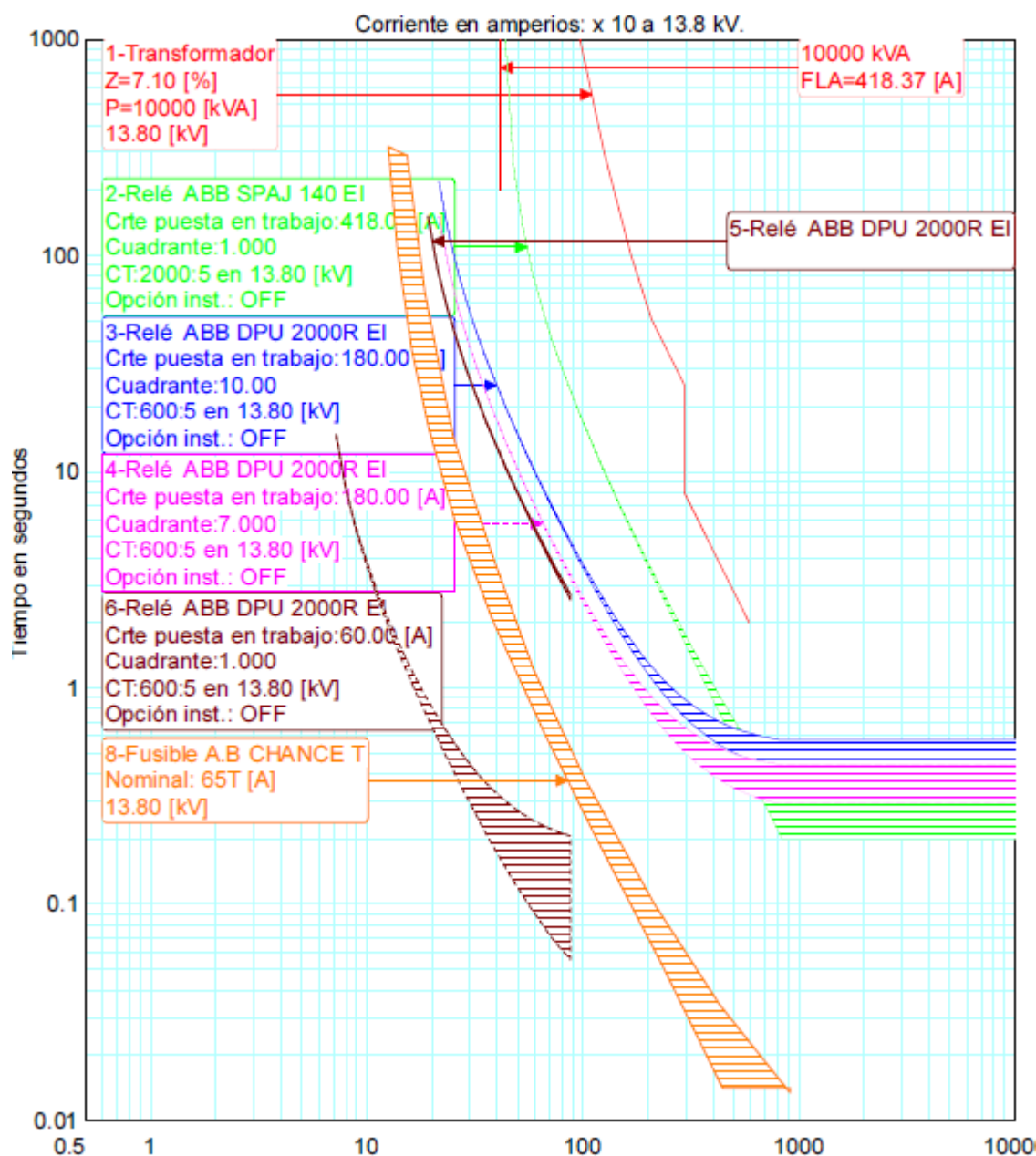
Fuente: (Autor, 2014)

Para saber la ubicación de las protecciones en todo el circuito se puede observar en el anexo 1 en la que se detalla el lugar exacto y el tipo de protección que protegerá a cada ramal. Y las gráficas de coordinación quedan como se muestra en la gráfica 17 que son las curvas de la protecciones que interviene en caso de una falla en una derivación terciaria aguas arriba del reconectador y la gráfica 18 que son las curvas que interviene en caso de que exista una avería en una derivación secundaria aguas abajo del reconectador.



Gráfica Nº 17 Coordinación 51(general)- 51 – 51N (alim)-fusible (1ro-2do-3er)

Fuente: (Autor, 2014)



Gráfica Nº 18 Coordinación 51(general) - 51 – 51N (alim)- reconectador- fusible

Fuente: (Autor, 2014)

Un resumen de las configuraciones propuestas para los dispositivos que intervienen en los sistemas de protecciones del alimentador 0101 el cual se acabó de coordinar se lo puede observar en la siguiente tabla 9

Tabla N° 9

Parámetros de configuración de los elementos de protección del 0101.

CONFIGURACIÓN DE LOS ELEMETOS DE PROTECCION DEL ALIMENTADOR 0101					
PARÁMETROS DE SETEO DE LOS RELES (GENERAL-ALIMENTADOR)					
RELE ELECTRÓNICO	TIPO DE RELE	TAP	IOP	DIAL	RTC
51 (GENERAL)	ABB SPAJ 140 EI	0.209	418 [A]	1	2000/5
51 (ALIMENTDOR)	ABB DPU 2000R EI	1.5	180 [A]	10	600/5
51N (ALIMENTASOR)	ABB DPU 2000R EI	1.5	180 [A]	7	600/5
PARÁMETROS DE SETEO DEL RECONECTADOR					
TIPO DE CURVA	REPRESENTA	TAP	IOP	DIAL	RTC
LENTA	ABB DPU 2000R EI	1.33	160	6	600/5
RAPIDA	ABB DPU 2000R EI	0.5	60	1	600/5
CANTIDAD DE FUSIBLES PROPUESTOS PARA EL ALIMENTADOR 0101					
AGUAS ARRIBA DEL RECONECTDOR			AGUAS ABAJO DEL RECONECTADOR		
DERIVACIÓN	TIPO DE FUSIBLE	CANTIDA	DERIVACIÓN	TIPO FUSIBLE	CANTIDAD
PRIMARIA	80T	31	PRIMARIA	65T	6
SECUNDARIA	50T	63	SECUNDARIA	SECCIONALIZ	35
TERCIARIA	25T	36	TERCIARIA	-	-

4.6 Protección del segundo alimentador (0102).

Para la coordinación de las protecciones del segundo alimentador Figura N°20 se toma como principio básico la metodología realizada en el primer alimentador expuesto anteriormente.

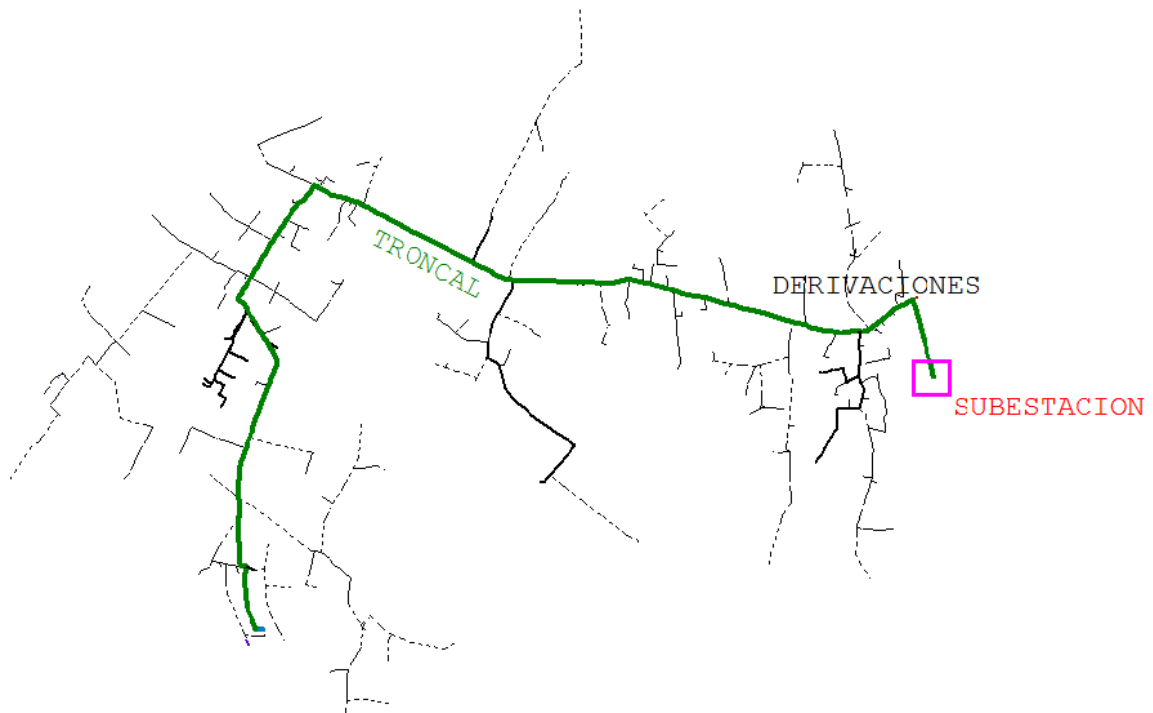


Figura N° 20 Topología del segundo alimentador de la subestación La Esperanza.

Fuente: (Autor, 2014)

Tabla N° 10

Fusibles propuestos aguas arriba del reconectador

Fusibles propuestos aguas arriba del reconectador	
Ubicación de fusible	fusible propuesto
Fusible en derivación primaria	80T
Fusible en derivación secundaria	40T
Fusible en derivación terciaria	20T

En este alimentador se propone instalar un reconectador en el nodo 289133_MT, porque es muy extenso que llegan hasta las zonas rurales, sitio en que se presentan fallas transitorias debido a la vegetación existente en la zona, quedando su configuración de la siguiente forma.

Curva lenta.

Curva: extremadamente inversa.

Tap: 1.333

I operación: 160[A]

Dial: 7

Curva rápida.

Curva: extremadamente inversa.

Tap: 0.5

I operación: 60[A]

Dial: 1.0

Tabla N° 11 _____

Fusibles propuestos aguas abajo del reconectador

Fusibles propuestos aguas abajo del reconectador	
Ubicación de fusibles	fusibles propuesto
Fusible en derivación primaria	65T
Fusible en derivación secundaria	40T
Derivaciones terciarias	seccionalizador

Una vez establecidos los fusibles que se determinen a lo largo del alimentador es importante tener un número exacto de la cantidad de fusibles que se necesitan para la protección de este alimentador, los cuales se encuentran en la tabla 12.

Tabla N° 12 _____

Cantidad de fusibles propuestos para 0102

Alimentador 0102		
Derivación	Tipo fusible	Cantidad
Primaria	80T	39
Secundaria	40T	48
Terciaria	20T	24
Reconectador		
Primaria	65T	6
Secundaria	30T	35
Seccionalizadores		8

Un resumen de las configuraciones propuestas para los dispositivos que intervienen en los sistemas de protecciones del alimentador 0102 el cual se acabó de coordinar se lo puede observar en la siguiente tabla 13

Tabla N° 13 Parámetros de configuración de los elementos de protección de 0102

CONFIGURACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL ALIMENTADOR 0102					
PARÁMETROS DE SETEO DE LOS RELES (GENERAL-ALIMENTADOR)					
RELE ELECTRÓNICO	TIPO DE RELE	TAP	IOP	DIAL	RTC
51 (GENERAL)	ABB SPAJ 140 EI	0.209	418 [A]	1	2000/5
51 (ALIMENTDOR)	ABB DPU 2000R EI	1.5	180 [A]	10	600/5
51N (ALIMENTASOR)	ABB DPU 2000R EI	1.5	180 [A]	7	600/5
PARÁMETROS DE SETEO DEL RECONECTADOR					
TIPO DE CURVA	REPRESENTA	TAP	IOP	DIAL	RTC
LENTA	ABB DPU 2000R EI	1.333	160	7	600/5
RAPIDA	ABB DPU 2000R EI	0.5	60	1	600/5
CANTIDAD DE FUSIBLES PROPUESTOS PARA EL ALIMENTADOR 0101					
AGUAS ARRIBA DEL RECONECTOR			AGUAS ABAJO DEL RECONECTADOR		
DERIVACIÓN	TIPO DE FUSIBLE	CANTIDAD	DERIVACIÓN	TIPO FUSIBLE	CANTIDAD
PRIMARIA	80T	39	PRIMARIA	65T	6
SECUNDARIA	40T	48	SECUNDARIA	40T	13
TERCIARIA	20T	24	TERCIARIA	SECCIONALIZ	8

4.7 Protección del tercer alimentador (0103).

En la figura N° 21 se muestra la dimensión que posee el alimentador 3 y lo particular de los anteriores circuitos, este es el encargado de energizar a la mayoría de plantaciones del sector y se encuentra a lo largo de la vía Tabacundo Cayambe considerada zona urbana.

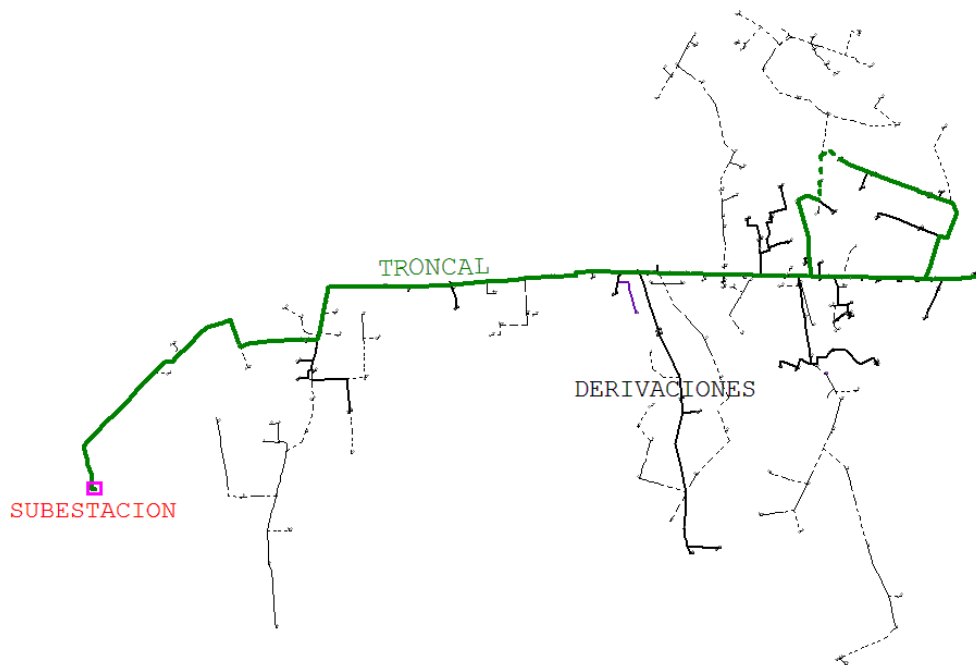


Figura N° 21 Topología del alimentador tres de la S/E la Esperanza.0103

Fuente: (Autor, 2014)

Los fusibles propuestos para la protección del alimentador 3 de la subestación la esperanza son los siguientes: tabla 14

Tabla N° 14

Fusibles propuestos para protección del alimentador 0103

Fusibles propuestos para el alimentador 0103	
Ubicación de fusibles	fusibles propuesto
Fusible en derivación primaria	65T
Fusible en derivación secundaria	30T

Una vez establecidos los fusibles que se instalaran a lo largo del alimentador es importante tener un número exacto de la cantidad de fusibles que se necesitan para la protección de este alimentador, los cuales se encuentran en la tabla 15.

Tabla N° 15
Cantidad de fusibles propuestos para 0103

Alimentador 0103		
Derivación	Tipo fusible	Cantidad
Primaria	65T	32
Secundaria	30T	45

Un resumen de las configuraciones propuestas para los dispositivos que intervienen en los sistemas de protecciones del alimentador 0103 el cual se acabó de coordinar se lo puede observar en la siguiente tabla 16.

Tabla N° 16

Parámetros de configuración de los elementos de protección del alimentador 0103.

CONFIGURACIÓN DE LOS ELEMETOS DE PROTECCION DEL ALIMENTADOR 0103					
PARÁMETROS DE SETEO DE LOS RELES (GENERAL-ALIMENTADOR)					
RELE ELECTRÓNICO	TIPO DE RELE	TAP	IOP	DIAL	RTC
51 (GENERAL)	ABB SPAJ 140 EI	0.209	418 [A]	1	2000/5
51 (ALIMENTDOR)	ABB DPU 2000R EI	1.5	180 [A]	10	600/5
51N (ALIMENTASOR)	ABB DPU 2000R EI	1.5	180 [A]	7	600/5
CANTIDAD DE FUSIBLES PROPUESTOS PARA EL ALIMENTADOR 0101					
AGUAS ARRIBA DEL RECONECTDOR					
DERIVACIÓN		TIPO DE FUSIBLE		CANTIDAD	
PRIMARIA		65T		32	
SECUNDARIA		30T		45	

4.8 Protección del cuarto alimentador (0104)

El análisis de coordinación se lo realizara siguiendo los principios de coordinación de los anteriores alimentadores y una idea de la dimensiones longitudinales que tiene se lo puede ver en la Figura N°22.

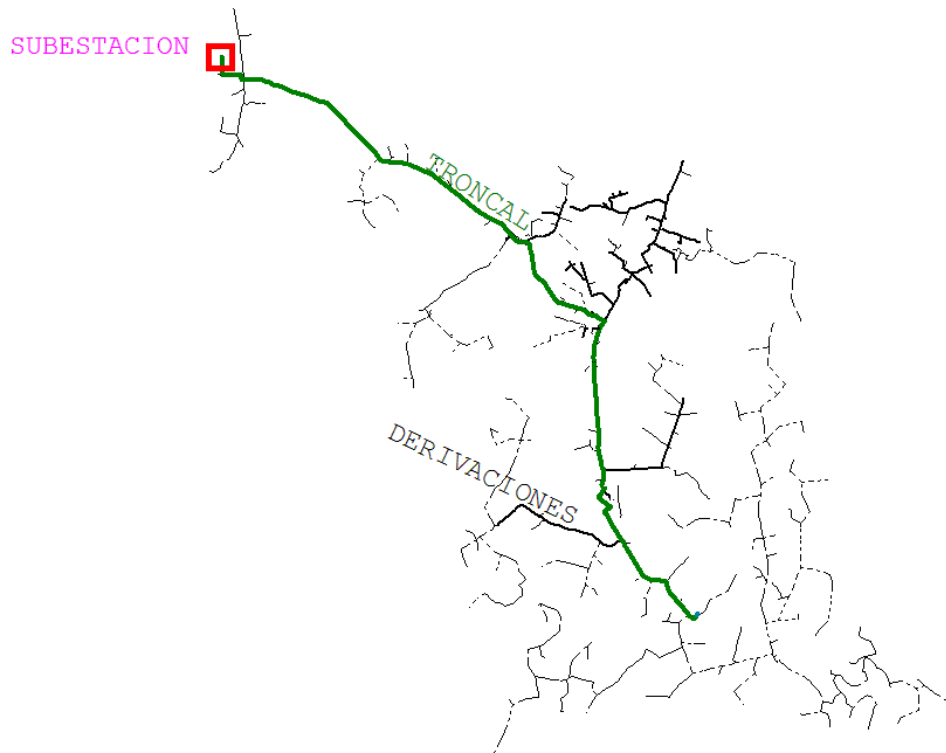


Figura N° 22 Topología del alimentador cuatro de la S/E la Esperanza.0104

Fuente: (Autor, 2014)

Para la protección del alimentador se ha propuesto los fusibles expuestos en la tabla 17, debido a que no existe selectividad al momento de una falla en el sistema existente.

Tabla N° 17

Fusibles propuestos aguas arriba del reconectador

Fusibles propuestos aguas arriba del reconectador	
Ubicación de fusibles	fusibles propuesto
Fusible en derivación primaria	80T
Fusible en derivación secundaria	40T
Fusible en derivación terciaria	20T

En este alimentador se propone instalar un reconectador en el nodo 292195_MTA, porque es muy extenso que llegan hasta las zonas rurales, sitio en que se presentan fallas transitorias debido a la vegetación existente en la zona, quedando su configuración de la siguiente forma.

Curva lenta.

Curva: extremadamente inversa.

Tap: 1.333

I operación: 160[A]

Dial: 6

Curva rápida.

Curva: extremadamente inversa.

Tap: 0.5

I operación: 60[A]

Dial: 1.0

Tabla N° 18

Fusibles propuestos aguas abajo del reconectador

Fusibles propuestos aguas abajo del reconectador	
Ubicación de fusibles	fusibles propuesto
Fusible en derivación primaria	65T
Fusible en derivación secundaria	40T
Derivaciones terciarias	seccionalizador

Una vez establecidos los fusibles que se instalaran a lo largo del alimentador es importante tener un número exacto de la cantidad de fusibles que se necesitan para la protección de este alimentador, los cuales se encuentran en la tabla 19.

Tabla N° 19

Cantidad de fusibles propuestos para 0104

Alimentador 0104		
Derivación	Tipo fusible	Cantidad
Primaria	80T	24
Secundaria	40T	31
Terciaria	20T	30
Reconectador		
Primaria	65T	14
Secundaria	30T	31
Seccionalizadores		32

Un resumen de las configuraciones propuestas para los dispositivos que intervienen en los sistemas de protecciones del alimentador 0104 el cual se acabó de coordinar se lo puede observar en la siguiente tabla 20.

Tabla N° 20 Parámetros de configuración de los elementos de protección de 0104

CONFIGURACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL ALIMENTADOR 0104					
PARÁMETROS DE SETEO DE LOS RELES (GENERAL-ALIMENTADOR)					
RELE ELECTRÓNICO	TIPO DE RELE	TAP	IOP	DIAL	RTC
51 (GENERAL)	ABB SPAJ 140 EI	0.209	418 [A]	1	2000/5
51 (ALIMENTDOR)	ABB DPU 2000R EI	1.5	180 [A]	10	600/5
51N (ALIMENTASOR)	ABB DPU 2000R EI	1.5	180 [A]	7	600/5
PARÁMETROS DE SETEO DEL RECONECTADOR					
TIPO DE CURVA	REPRESENTA	TAP	IOP	DIAL	RTC
LENTA	ABB DPU 2000R EI	1.333	160	7	600/5
RAPIDA	ABB DPU 2000R EI	0.5	60	1	600/5
CANTIDAD DE FUSIBLES PROPUESTOS PARA EL ALIMENTADOR 0101					
AGUAS ARRIBA DEL RECONECTDOR			AGUAS ABAJO DEL RECONECTADOR		
DERIVACIÓN	TIPO DE FUSIBLE	CANTIDAD	DERIVACIÓN	TIPO FUSIBLE	CANTIDAD
PRIMARIA	80T	24	PRIMARIA	65T	14
SECUNDARIA	40T	32	SECUNDARIA	40T	35
TERCIARIA	20T	30	TERCIARIA	SECCIONALIZ	32

4.9 Análisis costo beneficio.

El costo beneficio es una herramienta que sirve para evaluar el beneficio que presenta el proyecto ante la inversión económica que este implica.

La forma de realizar este análisis es determinando el costo del proyecto en donde implica material, mano de obra y mantenimiento que se deben utilizar para el sistema propuesto de protecciones eléctricas en los alimentadores de la subestación La Esperanza.

El análisis se lo realizara en base a los indicadores de factibilidad del proyecto como son; la tasa interna de retorno (TIR) la cual debe ser mayor a la tasa de

descuento, el valor presente neto (VAN) el cual debe ser mayor de cero y la relación costo beneficio (B/C) el cual debe ser mayor de 1 indicando que este proyecto es viable.

4.9.1 Inversión económica del alimentador 0101.

En la tabla 21 se muestra el costo del material como mano de obra que se necesita para la implementación del sistema de protecciones del alimentador 0101.

Tabla Nº 21 Valor de material y mano de obra de la instalación de seccionamientos trifásicos del sistema propuesto.

CODIGO	CANTIDAD	VUNITARIO	TOTAL
ABRAZADERA ACERO GALVANIZADO,PLETINA,3 PERNOS,38 X 4 X140-160 MM (1 1/2 X 11/ 64 X 5 1/2- 6 1/2)	53.00	3.62	191.86
CABLE DE AL, DESNUDO, CABLEADO, ACSR, 2 AWG, 7 (6/1)HILOS	53.00	0.75	39.75
CABLE DE AL, DESNUDO, CABLEADO, ACSR, 2/0 AWG, 7 (6/1)HILOS	9.00	1.57	14.13
CABLE DE CU, DESNUDO, CABLEADO SUAVE, 2 AWG, 7 HILOS	13.00	5.55	72.15
CRUCETA ACERO GALVANIZADO, UNIVERSAL, PERFIL "L" 75 X 75 X 6 X 2 000 MM (3 X 3 X 1/4 X 79")	53.00	45.51	2,412.03
PERNO "U" ACERO GALVANIZADO,CON 2 TUERCAS, ARANDELAS: 2 PLANAS Y 2 PRESIÓN DE 16 X 150 MM (5/8" X 6"), ANCHO DENTRO DE LA U	53.00	3.72	197.16
PERNO GALVANIZADO DE 1/2" X 2" CON TUERCA Y ARANDELA	106.00	1.65	174.90
PIE AMIGO ACERO GALVANIZADO, PLETINA 38 X 6 X 711 MM (1 1/2 X 1/4 X 28")	106.00	4.50	477.00
RECONECTADOR TRIFASICO	1.00	15,000.00	15,000.00
SECCIONADOR BARRA, 1P, ABIERTO, 15 KV, 10 KA, BIL 110 KV, 200 A	53.00	80.00	4,240.00
SUELDA EXOTERMICA 35MM ² (2AWG) 90	1.00	15.00	15.00
TIRAFUSIBLE DE DISTRIBUCIÓN 30T	7.00	2.57	17.99
TIRAFUSIBLE DE DISTRIBUCIÓN 50T	24.00	4.85	116.40
TIRAFUSIBLE DE DISTRIBUCIÓN 80T	22.00	6.89	151.58
VARILLA COPPERWELD 5/8"X6' X 1800mm	1.00	12.97	12.97
MANO DE OBRA			566.16
COSTO TOTAL DE MATERIAL Y MANO DE OBRA			30,115.75

Tabla Nº 22 Valor de material y mano de obra de la instalación de seccionamientos monofásicos del sistema propuesto.

CARACTERISTICA	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
CABLE DE AL, DESNUDO, CABLEADO, ACSR, 2 AWG, 7 (6/1)HILOS	83.00	0.75	62.25
ABRAZADERA ACERO GALVANIZADO,PLETINA,3 PERNOS,38 X 4 X140-160 MM (1 1/2 X 11/64 X 5 1/2- 6 1/2)	83.00	3.62	300.46
PIE AMIGO ACERO GALVANIZADO, PLETINA 38 X 6 X 711 MM (1 1/2 X 1/4 X 28")	83.00	4.50	373.50
PERNO "U" ACERO GALVANIZADO,CON 2 TUERCAS, ARANDELAS: 2 PLANAS Y 2 PRESIÓN DE 16 X 150 MM (5/8" X 6"), ANCHO DENTRO DE LA U	83.00	3.72	308.76
PERNO MAQUINA ACERO GALVANIZADO, TUERCA, ARANDELA PLANA Y PRESION, 12, 7 X 38 MM (1/2 X 1 1/2")	83.00	0.73	60.59
SECCIONADOR BARRA, 1P, ABIERTO, 15 KV, 10 KA, BIL 110 KV, 100 A	83.00	76.01	6,308.83
CRUCETA ACERO GALVANIZADO, UNIVERSAL, PERFIL "L" 75 X 75 X 6 X 1 000 MM (3 X 3 X 1/4 X 39 3/8")	83.00	30.00	2,490.00
TIRAFUSIBLE DE DISTRIBUCIÓN 30T	30.00	2.57	77.10
TIRAFUSIBLE DE DISTRIBUCIÓN 50T	38.00	4.85	184.30
TIRAFUSIBLE DE DISTRIBUCIÓN 65T	6.00	4.85	29.10
TIRAFUSIBLE DE DISTRIBUCIÓN 80T	9.00	6.89	62.01
MANO DE OBRA			734.55
COSTO TOTAL DE MATERIAL Y MANO DE OBRA			13,956.20

El costo total que se necesita para la implementación del nuevo sistema de protecciones para el alimentador 1 de la subestación La Esperanza es de \$44.071,95.

El valor de los tres alimentadores se lo realizo de la misma manera que se lo hizo para el alimentador 1 y se los resumirá en la siguiente tabla 23, así como el valor total del proyecto.

Tabla Nº 23 Resumen del valor total de los alimentadores 0101, 0102, 0103, 0104 de la subestación La Esperanza.

ALIMENTADOR	SISTEMA	INVERSIÓN	INV. TOTAL x ALIMENTADOR
ALIM 0101	TRIF	30115.75	44071.95
	MONOF	13956.2	
ALIM 0102	TRIF	23799.37	38693.86
	MONOF	14894.49	
ALIM 0103	TRIF	11061.86	14713.85
	MONOF	3651.99	
ALIM 0104	TRIF	24139.17	36767.77
	MONOF	12628.6	
INVERSION TOTAL DEL PROYECTO			134247.43

El valor total que se necesita para la implementación de los del nuevo sistema de protecciones para los cuatro alimentadores de la subestación La Esperanza es de \$134247.43.

La factibilidad del proyecto como se mencionó con anterioridad se hace en base al análisis comparativo de los índices de factibilidad para ello se toma como datos referenciales los índices de calidad de servicio actuales y los índices de calidad de servicio propuestos.

El proyecto se considera rentable debido a que se reducirán los índices de falla y con ello la reducción de la ENS debido a disminución de los tiempos en cortes de energía del sistema, logrado por la selectividad de las protecciones del nuevo sistema propuesto.

En la tabla 24 se muestran los resultados de los índices de factibilidad del sistema actual del alimentador 0101

Tabla N° 24 Resultados de los índices de factibilidad según el sistema actual 0101.

VAN	1,678
TASA INTERNA DE RETORNO [TIR]	13.67%
RELACION BENEFICIO/COSTO [B/C]	0.04
RETORNO ECONÓMICO	246,061
RECUPERACION DE LA INVERSIÓN EN AÑOS	-

En la tabla 25 se muestran los resultados de los índices de factibilidad del sistema propuesto.

Tabla N° 25 Resultados de los índices de factibilidad según el sistema propuesto 0101.

VAN	74,108
TASA INTERNA DE RETORNO [TIR]	73.17%
RELACION BENEFICIO/COSTO [B/C]	1.88
RETORNO ECONÓMICO	9814..39
RECUPERACION DE LA INVERSIÓN EN AÑOS	5

Como se puede observar en la tabla 24 los índices de factibilidad no son los mejores, en comparación con los resultados de la tabla 25 donde indican una mejora considerable debido al sistema propuesto, obteniendo como resultado una disminución de los índices de calidad de energía.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

En los alimentadores de la subestación La Esperanza de la Empresa Eléctrica Regional Norte (EMELNORTE) en la actualidad carece de un sistema de coordinación de protecciones por lo que es vulnerable a que una falla transitoria ocasione la salida de la subestación.

Para la protección de un transformador de distribución en el lado de alta está determinado que los fusibles SF son los más indicados para que proteja en un 100% contra sobre cargas, por encontrarse su curva entre la curva de inrush y de daño del transformador.

La misión de los fusibles tipo (T) que están ubicados en los arranques de cada derivación de media tensión, es la de proteger a la líneas a las que están conectadas mas no a la carga instalada a lo largo de ellas, y su selección debe determinarse en base a la corriente de cortocircuito y siguiendo los criterios de coordinación.

Las magnitudes de las corrientes de cortocircuito están relacionadas directamente con la impedancia del sistema eléctrico de potencia, de modo que si la estructura de dicho sistema se incrementa la impedancia disminuye y la corriente de cortocircuito se incrementa a lo largo del circuito.

Es necesario que los relés de los alimentadores se desactive la capacidad de actuación instantánea, porque en caso de que esté activada descortinaría con las protecciones que se encuentran aguas abajo como son los fusibles y en caso de una falla podría ocasionar que actué primero el relé antes que el fusible.

Con el sistema de coordinación de protecciones que se implementará se pretende mejorar el índice de calidad de servicio eléctrico y disminuirá las pérdidas económicas para la empresa a causa de la energía no siniestrada.

La ubicación de los reconectores en un alimentador debe ser donde se dividen las zonas urbanas de las rurales por su difícil acceso al grupo de mantenimiento en caso de una avería transitoria, la cual se despejaría por si sola si existiera una.

La selectividad, la sensibilidad y la velocidad de respuesta son los criterios de coordinación que se deben de cumplir para tener un excelente sistema eléctrico de potencia totalmente protegido contra fallas de cortocircuitos.

La utilización de los seccionalizadores es muy útil para las derivaciones aguas abajo del reconector en donde no cabe otro fusible que coordine con los fusibles que se encuentran aguas arriba.

Se puede decir que el estudio presentado en este documento ha cumplido con los objetivos propuestos al definir un sistema de coordinación de protecciones que cumplan los criterios de coordinación como son: selectividad, sensibilidad y velocidad de respuesta al momento de actuar en caso de una falla.

5.2 Recomendaciones.

Para adquisiciones futuras de transformadores de distribución lo más conveniente es adquirir transformadores convencionales para poder protegerlos en un 100% con los fusibles Slofast, ya que los transformadores auto - protegidos no lo están en su totalidad.

Las derivaciones que se desprenden de la troncal no deben de ser muy extensas porque al serlo no se podría proteger en su totalidad el cable a lo largo de la derivación y por ende los ramales secundarios y terciarios alimentarían a más usuarios y en caso de un falla una gran cantidad de abonados quedaría sin servicio y lo que se requiere es que en caso de un evento transitorio o

permanente es aislar la menor sección posible de la falla para no afectar a terceros.

El seteo de los relés de la subestación se debe realizar periódicamente previo a un análisis de cortocircuito, con el programa Cymdist, de los alimentadores según vaya creciendo la red en media tensión en la subestación.

Debe existir un personal en acción permanente para el estudio de la coordinación de protecciones, a los cuales se los capacite con frecuencia al interior y al exterior del país, y seguir siendo la empresa líder en Latinoamérica en poseer los mejores índices en calidad de energía.

Homologar el calibre de conductores de las fases y neutro con los que están contruidos las líneas de media tensión de las subestación La Esperanza para que existan mayor protección a los largo de los ramales.

No se recomienda instalar fusibles a lo largo de la troncal porque disminuiría la cantidad de fusibles que se pueden instalar en los ramales, también afectaría en la selectividad del sistema de protección.

Debería existir una homologación de los fusibles para la protección de un alimentador para que en caso de remplazar uno no exista confusión al momento de instalarlo, por la extensa variedad que se tienen por hoy en día y jamás se debe tratar de remplazar un fusible de menor capacidad por otro de mayor capacidad o viceversa así el caso sea que no exista el indicado, porque eso afectaría a la selectividad del sistema de protección.

6 BIBLIOGRAFÍA

1. ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto (2006) Protecciones de sistemas eléctricos, Edit. Limusa, Bogotá, Colombia.
2. HERRERA, J. Librería Virtual de Protecciones Eléctricas en MATLAB. OCHOA OROZCO, Byron Vinicio, (2003) Análisis de la coordinación de protecciones del sistema aislado de Santa Elena Petén, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
3. ORDUÑA, Eduardo (2009) Protección de sistemas eléctricos de potencia y automatismos, Módulo VI, Edit. CENACE, Quito, Ecuador.
4. TORRES BREFFE, Orlys E. (Tutor). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2001.
5. TORRES BREFFE, Orlys Ernesto, (2007) Desarrollo de herramientas para la creación, modelación y comprobación de protecciones eléctricas, Edit. Edum, Santiago de Cuba, Cuba. p. 41
6. TORRES BREFFE, Orlys Ernesto, (2012) Procesos transitorios, Métodos de componentes simétricos para el análisis de fallas asimétricas, Material 2, Cenase, Ecuador. P. 21
7. TORRES BREFFE, Orlys Ernesto, (2012) Protecciones Eléctricas de las Redes de Distribución, Conferencia 1, Cenase, Ecuador.15p.
8. TORRES BREFFE, Orlys Ernesto, (2012) Regímenes anormales de los sistemas de distribución, Conferencia 3, Cenase, Ecuador.
9. TORRES BREFFE, Orlys Ernesto, (2012) Selección de breakers y su coordinación, Conferencia 4, Cenase, Ecuador.
10. TORRES BREFFE, Orlys Ernesto, (2012) Selección de fusibles y su coordinación, Conferencia 5, Cenase, Ecuador.
11. TORRES BREFFE, Orlys Ernesto, Regímenes normales de los sistemas de distribución, Conferencia 2, Cenase, Ecuador.
12. YAM PÉREZ, Felipe A. (2009) Reseña y operación de los reconectores eléctricos, disponible en: <http://reconectores-electricos/reconectores-electricos.shtml>, acceso 2012-05-28.

Lincografía

1. ECURED, Los fusibles, disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Fusible_de_alto_voltaje, acceso 2012-06-31.
2. Elementos de protección y señalización en líneas de distribución, disponible en: <http://es.scribd.com/doc/49799607/2/Reconectador-de-subestacion>, acceso 2012-05-28.
3. GONZÁLEZ CRUZ, Claudio, Cálculo de corrientes de corto circuito de baja tensión, INACAP, disponible en: <http://www.oocities.org/stselectricos/clase3.pdf>, acceso 2012-05-28.
4. GRUPO TEI MÉXICO, Aprovechamiento de la energía - reconectores, disponible en: http://grupoteimexico.com.mx/restauradores_en_sf6.php, acceso 2012-05-28.
5. INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA “LAS LAGUNAS”, El Relé, disponible en: <http://www.exatecno.net/ampliacion/rele/rele.swf>, acceso 2012-05-28.
6. MENDIVELSO D., Héctor, Protecciones relés, disponible el 2011, en <http://200.69.103.48/comunidad/grupos/gipud/documentos/reles.pdf>, acceso 2012-05-28.
7. TAMASCO AMADOR, Renzo, en Sistemas eléctricos de potencia, disponible en: <http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/esep/material/Curso%20estabilidad,%20Protecciones.pdf>, acceso 2012-05-28.
8. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Sistemas de coordinación, disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/309/3/Capitulo1_Estudio_de_coordinacion_de_protecciones_en_alta_y_media_tension_subestacion_Machala_CNEL.pdf, acceso 2012-04-15.
9. YAM PÉREZ, Felipe, Reseña y operación de los reconectores eléctricos. Electromecánica, disponible en: <http://reconectores-electricos/reconectores-electricos.shtml>, acceso 2012-05-28.

10. ZAPATA, César Augusto, Reconectores de subestación o también llamados reconectores de cabecera, disponible en <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=800&tip=7&xit=uso-de-reconectores-para-la-automatizacion-de-redes-de-distribucion>, acceso 2012-04-15.

ANEXOS

Anexo 1: Ubicación de fusibles en la subestación la esperanza.

UBICACIÓN DE FUSIBLES EN LOS ALIMENTADORES DE LA SUBESTACION LA ESPERANZA											
Alimentador 0101			Alimentador 0102			Alimentador 0103			Alimentador 0104		
Derivacion	Tipo Fusible	Tramo	Derivacion	Tipo Fusible	Tramo	Derivacion	Tipo Fusible	Tramo	Derivacion	Tipo Fusible	Tramo
Primaria	80T	411751_MTA	Primaria	80T	288876_MTA	Primaria	65T	290439_MTA	Primaria	80T	395399_MTA
Primaria	80T	287955_MTA	Primaria	80T	290271_MTA	Primaria	65T	412533_MTA	Secundario	40T	291496_MTA
Secundaria	50T	287576_MTA	Secundaria	40T	289493_MTA	Primaria	65T	412535_MTA	Secundario	40T	291784_MTA
Secundaria	50T	287951_MTA	Primaria	80T	289056_MTA	Primaria	65T	290806_MTA	Secundario	40T	291785_MTA
Terciaria	25T	287578_MTA	Primaria	80T	289428_MTA	Secundario	30T	290428_MTA	Secundario	40T	412364_MTA
Terciaria	25T	288408_MTA	Primaria	80T	288873_MTA	Secundario	30T	290447_MTA	Secundario	40T	291799_MTA
Primaria	80T	287453_MTA	Primaria	80T	289180_MTA	Secundario	30T	412539_MTA	Secundario	40T	292791_MTA
Primaria	80T	411740_MTA	Primaria	80T	412194_MTA	Secundario	30T	412541_MTA	Terciario	20T	291803_MTA
Primaria	80T	411742_MTA	Secundaria	40T	289065_MTA	Secundario	30T	290441_MTA	Primaria	80T	291466_MTA
Secundaria	50T	287966_MTA	Secundaria	40T	289529_MTA	Secundario	30T	290841_MTA	Secundario	40T	291499_MTA
Secundaria	50T	287967_MTA	Secundaria	40T	289061_MTA	Secundario	30T	290739_MTA	Primaria	80T	291508_MTA
Secundaria	50T	288421_MTA	Terciaria	20T	289533_MTA	Primaria	65T	291278_MTA	Secundario	40T	412366_MTA
Terciaria	25T	412005_MTA	Terciaria	20T	289537_MTA	Primaria	65T	290709_MTA	Secundario	40T	292801_MTA
Primaria	80T	287454_MTA	Terciaria	20T	289544_MTA	Primaria	65T	417749_MTA	Secundario	40T	291823_MTA
Primaria	80T	412003_MTA	Terciaria	20T	289551_MTA	Primaria	65T	290745_MTA	Primaria	80T	291831_MTA
Primaria	80T	287449_MTA	Primaria	80T	412204_MTA	Primaria	65T	290874_MTA	Secundario	40T	291510_MTA
Primaria	80T	288389_MTA	Secundaria	40T	289059_MTA	Primaria	65T	291261_MTA	Primaria	80T	291833_MTA
Primaria	80T	412009_MTA	Secundaria	40T	289573_MTA	Primaria	65T	290740_MTA	Primaria	80T	291840_MTA
Primaria	80T	412011_MTA	Secundaria	40T	289577_MTA	Primaria	65T	412565_MTA	Primaria	80T	291841_MTA
Secundaria	50T	287899_MTA	Secundaria	40T	290343_MTA	Secundario	30T	290878_MTA	Secundario	40T	412370_MTA
Secundaria	50T	288720_MTA	Secundaria	40T	288872_MTA	Secundario	30T	291258_MTA	Primaria	80T	384166_MTA
Secundaria	50T	287446_MTA	Secundaria	40T	289608_MTA	Primaria	65T	290449_MTA	Primaria	80T	291523_MTA
Primaria	80T	412013_MTA	Secundaria	40T	288938_MTA	Primaria	65T	420119_MTA	Primaria	80T	291845_MTA
Primaria	80T	288395_MTA	Terciaria	20T	287759_MTA	Secundario	30T	420118_MTA	Secundario	40T	291872_MTA
Primaria	80T	288798_MTA	Terciaria	20T	289437_MTA	Primaria	65T	290675_MTA	Terciario	20T	292787_MTA
Secundaria	50T	287456_MTA	Terciaria	20T	412216_MTA	Primaria	65T	412569_MTA	Terciario	20T	292852_MTA
Secundaria	50T	288415_MTA	Primaria	80T	289629_MTA	Secundario	30T	290905_MTA	Terciario	20T	292853_MTA
Terciaria	25T	288591_MTA	Secundaria	40T	289634_MTA	Secundario	30T	290912_MTA	Terciario	20T	291899_MTA
Terciaria	25T	288800_MTA	Primaria	80T	289368_MTA	Secundario	30T	291281_MTA	Terciario	20T	292800_MTA
Secundaria	50T	287466_MTA	Primaria	80T	412224_MTA	Secundario	30T	290460_MTA	Terciario	20T	292790_MTA
Secundaria	50T	287936_MTA	Secundaria	40T	289648_MTA	Secundario	30T	290748_MTA	Primaria	80T	291528_MTA
Secundaria	50T	287460_MTA	Terciaria	20T	412118_MTA	Primaria	65T	290793_MTA	Primaria	80T	291910_MTA
Secundaria	50T	287864_MTA	Terciaria	20T	289198_MTA	Primaria	65T	290961_MTA	Primaria	80T	291584_MTA
Secundaria	50T	287884_MTA	Terciaria	20T	289023_MTA	Secundario	30T	290958_MTA	Secundario	40T	412385_MTA
Primaria	80T	288431_MTA	Terciaria	20T	288906_MTA	Secundario	30T	290904_MTA	Terciario	20T	291916_MTA
Primaria	80T	288486_MTA	Secundaria	40T	289092_MTA	Secundario	30T	290937_MTA	Secundario	40T	291924_MTA
Secundaria	50T	412025_MTA	Secundaria	40T	412122_MTA	Secundario	30T	290969_MTA	Secundario	40T	291744_MTA
Secundaria	50T	288860_MTA	Terciaria	20T	289670_MTA	Primaria	65T	290419_MTA	Secundario	40T	291928_MTA
Secundaria	50T	288522_MTA	Primaria	80T	289028_MTA	Primaria	65T	412580_MTA	Secundario	40T	292779_MTA
Terciaria	25T	288520_MTA	Primaria	80T	412127_MTA	Secundario	30T	290983_MTA	Secundario	40T	291934_MTA
Terciaria	25T	288524_MTA	Primaria	80T	289688_MTA	Secundario	30T	290988_MTA	Secundario	40T	291589_MTA
Terciaria	25T	288518_MTA	Secundaria	40T	289702_MTA	Secundario	30T	290395_MTA	Terciario	20T	292805_MTA
Secundaria	50T	288504_MTA	Primaria	80T	412245_MTA	Secundario	30T	290388_MTA	Primaria	80T	412389_MTA
Secundaria	50T	288615_MTA	Primaria	80T	412247_MTA	Primaria	65T	412585_MTA	Primaria	80T	291751_MTA
Secundaria	50T	288616_MTA	Secundaria	40T	290337_MTA	Secundario	30T	290381_MTA	Primaria	80T	291529_MTA
Secundaria	50T	287752_MTA	Secundaria	40T	289057_MTA	Primaria	65T	291019_MTA	Primaria	80T	389727_MTA
Terciaria	25T	287752_MTA	Secundaria	40T	412249_MTA	Secundario	30T	291022_MTA	Primaria	80T	292817_MTA
Terciaria	25T	288490_MTA	Terciaria	20T	289765_MTA	Primaria	65T	290761_MTA	Primaria	80T	292818_MTA
Primaria	80T	412038_MTA	Primaria	80T	412251_MTA	Primaria	65T	291043_MTA	Primaria	80T	412442_MTA
Secundaria	50T	287414_MTA	Primaria	80T	289041_MTA	Secundario	30T	291290_MTA	Secundario	40T	291735_MTA
Secundaria	50T	287410_MTA	Primaria	80T	289781_MTA	Secundario	30T	424874_MTA	Secundario	40T	292179_MTA
Secundaria	50T	287422_MTA	Primaria	80T	289360_MTA	Secundario	30T	290689_MTA	Secundario	40T	384196_MTA
Secundaria	50T	287725_MTA	Primaria	80T	289793_MTA	Secundario	30T	412628_MTA	Secundario	40T	292183_MTA
Secundaria	50T	287711_MTA	Secundaria	40T	289805_MTA	Secundario	30T	424879_MTA	Primaria	80T	292822_MTA
Secundaria	50T	287614_MTA	Secundaria	40T	289821_MTA	Secundario	30T	290379_MTA	Primaria	80T	291333_MTA
Secundaria	50T	287709_MTA	Terciaria	20T	289826_MTA	Secundario	30T	412637_MTA	Primaria	80T	412448_MTA
Secundaria	50T	287712_MTA	Secundaria	40T	290286_MTA	Secundario	30T	291088_MTA	Primaria	80T	291962_MTA
Terciaria	25T	287423_MTA	Terciaria	20T	290346_MTA	Primaria	65T	290399_MTA	Secundario	40T	412394_MTA
Terciaria	25T	287849_MTA	Terciaria	20T	289434_MTA	Secundario	30T	290407_MTA	Terciario	20T	292862_MTA
Terciaria	25T	287441_MTA	Secundaria	40T	415831_MTA	Secundario	30T	290784_MTA	Terciario	20T	292816_MTA
Terciaria	25T	287724_MTA	Secundaria	40T	290272_MTA	Secundario	30T	290424_MTA	Terciario	20T	291978_MTA
Terciaria	25T	412048_MTA	Primaria	80T	412261_MTA	Secundario	30T	291236_MTA	Terciario	20T	292861_MTA
Secundaria	50T	287708_MTA	Primaria	80T	289847_MTA	Secundario	30T	291225_MTA	Terciario	20T	291983_MTA
Secundaria	50T	288254_MTA	Primaria	80T	289869_MTA	Primaria	65T	290778_MTA	Secundario	40T	291728_MTA
Terciaria	25T	288255_MTA	Secundaria	40T	289876_MTA	Primaria	65T	412946_MTA	Secundario	40T	292012_MTA
Terciaria	25T	288266_MTA	Terciaria	20T	412265_MTA	Primaria	65T	291196_MTA	Secundario	40T	292851_MTA
Primaria	80T	287478_MTA	Primaria	80T	288979_MTA	Secundario	30T	290763_MTA	Terciario	20T	292018_MTA
Primaria	80T	287593_MTA	Secundaria	40T	289883_MTA	Secundario	30T	291205_MTA	Terciario	20T	412407_MTA
Primaria	80T	288571_MTA	Primaria	80T	412271_MTA	Secundario	30T	290699_MTA	Secundario	40T	292042_MTA
Primaria	80T	288572_MTA	Primaria	80T	289219_MTA	Secundario	30T	291211_MTA	Secundario	40T	292042_MTA
Secundaria	50T	287595_MTA	Primaria	80T	289899_MTA	Primaria	65T	412949_MTA	Secundario	40T	412411_MTA
Terciaria	25T	288287_MTA	Primaria	80T	412287_MTA	Primaria	65T	291148_MTA	Terciario	20T	292872_MTA
Secundaria	50T	288805_MTA	Secundaria	40T	289919_MTA	Secundario	30T	291162_MTA	Terciario	20T	292107_MTA
Secundaria	50T	287597_MTA	Secundaria	40T	289346_MTA	Secundario	30T	290786_MTA	Terciario	20T	291579_MTA
Secundaria	50T	288813_MTA	Primaria	80T	289934_MTA	Secundario	30T	291175_MTA	Terciario	20T	292092_MTA
Terciaria	50T	287444_MTA	Secundaria	40T	290341_MTA	Primaria	65T	291144_MTA	Terciario	20T	292089_MTA
Terciaria	25T	412074_MTA	Secundaria	40T	289952_MTA	Primaria	65T	290372_MTA	Secundario	40T	292113_MTA
Secundaria	50T	287415_MTA	Primaria	80T	289328_MTA				Terciario	20T	291534_MTA
Secundaria	50T	288849_MTA	Primaria	80T	289223_MTA				Terciario	20T	412425_MTA

UBICACIÓN DE FUSIBLES EN LOS ALIMENTADORES DE LA SUBESTACION LA ESPERANZA											
Alimentador 0101			Alimentador 0102			Alimentador 0103			Alimentador 0104		
Secundaria	50T	287604_MTA	Secundaria	40T	289976_MTA				Terciario	20T	412428_MTA
Secundaria	50T	287427_MTA	Primaria	80T	290334_MTA				Terciario	20T	292808_MTA
Terciaria	25T	287477_MTA	Primaria	80T	412296_MTA				Terciario	20T	292170_MTA
Terciaria	25T	288481_MTA	Secundaria	40T	290002_MTA				Terciario	20T	292124_MTA
Primaria	80T	288548_MTA	Secundaria	40T	290005_MTA				Terciario	20T	292141_MTA
Primaria	80T	288547_MTA	Primaria	80T	290287_MTA				Terciario	20T	291776_MTA
Primaria	80T	412080_MTA	Secundaria	40T	290241_MTA				Terciario	20T	292870_MTA
Primaria	80T	287613_MTA	Secundaria	40T	290049_MTA				RECONECTADOR		292195_MTA
Primaria	80T	287542_MTA	Secundaria	40T	412302_MTA				Primaria	65T	292821_MTA
Secundaria	50T	287913_MTA	Terciaria	20T	289467_MTA				Primaria	65T	292205_MTA
Secundaria	50T	288448_MTA	Primaria	80T	290038_MTA				Primaria	65T	292212_MTA
Secundaria	50T	287776_MTA	Secundaria	40T	290036_MTA				Secundario	40T	291737_MTA
Secundaria	50T	287482_MTA	Secundaria	40T	290084_MTA				Primaria	65T	292222_MTA
Terciaria	25T	287505_MTA	Secundaria	40T	412306_MTA				Secundario	40T	292717_MTA
Secundaria	50T	288554_MTA	Secundaria	40T	290104_MTA				Secundario	40T	292233_MTA
Terciaria	25T	288442_MTA	Secundaria	40T	412311_MTA				Secundario	40T	292255_MTA
Terciaria	25T	287502_MTA	Secundaria	40T	412313_MTA				Secundario	40T	292257_MTA
Terciaria	25T	287925_MTA	Secundaria	40T	290354_MTA				Secundario	40T	292265_MTA
Primaria	80T	287476_MTA	Secundaria	40T	290150_MTA				Secundario	40T	292823_MTA
Primaria	80T	288663_MTA	Secundaria	40T	290314_MTA				Secundario	40T	292268_MTA
Secundaria	50T	287475_MTA	Terciaria	20T	393754_MTA				Secundario	40T	292275_MTA
Secundaria	50T	288846_MTA	Primaria	80T	289113_MTA				Seccionalizador		292286_MTA
Secundaria	50T	288479_MTA	Secundaria	40T	412340_MTA				Seccionalizador		291363_MTA
Secundaria	50T	287470_MTA	Secundaria	40T	290163_MTA				Primaria	65T	292297_MTA
Terciaria	25T	287902_MTA	Secundaria	40T	290285_MTA				Primaria	65T	292317_MTA
Secundaria	50T	288477_MTA	Terciaria	20T	412344_MTA				Secundario	40T	292340_MTA
Primaria	80T	412099_MTA	Terciaria	20T	412348_MTA				Seccionalizador		292332_MTA
Secundaria	50T	287780_MTA	Terciaria	20T	412354_MTA				Primaria	65T	412480_MTA
Secundaria	50T	288178_MTA	Terciaria	20T	412355_MTA				Secundario	40T	292357_MTA
Terciaria	25T	288092_MTA	Terciaria	20T	412358_MTA				Seccionalizador		292359_MTA
Terciaria	25T	288052_MTA	Primaria	80T	289325_MTA				Seccionalizador		291336_MTA
Terciaria	25T	288184_MTA	Primaria	80T	420126_MTA				Seccionalizador		291348_MTA
Secundaria	50T	288820_MTA	RECONECTADOR		289133_MTA				Secundario	40T	291531_MTA
Secundaria	50T	288088_MTA	Primaria	65T	289465_MTA				Secundario	40T	292376_MTA
Secundaria	50T	412107_MTA	Primaria	65T	289410_MTA				Secundario	40T	292390_MTA
Secundaria	50T	412105_MTA	Secundaria	40T	289417_MTA				Seccionalizador		292722_MTA
Terciaria	25T	288084_MTA	Primaria	65T	400149_MTA				Seccionalizador		292402_MTA
Terciaria	25T	288043_MTA	Secundaria	40T	400152_MTA				Secundario	40T	291543_MTA
Primaria	80T	288062_MTA	Primaria	65T	288994_MTA				Secundario	40T	412486_MTA
Secundaria	50T	287543_MTA	Primaria	65T	412319_MTA				Seccionalizador		290569_MTA
Primaria	80T	288201_MTA	Secundaria	40T	382903_MTA				Seccionalizador		290590_MTA
Secundaria	50T	412129_MTA	Secundaria	40T	412334_MTA				Secundario	40T	290598_MTA
Terciaria	25T	412132_MTA	Seccionalizador		289350_MTA				Secundario	40T	290594_MTA
Secundaria	50T	288080_MTA	Seccionalizador		289012_MTA				Primaria	65T	292416_MTA
Secundaria	50T	412141_MTA	Secundaria	40T	288905_MTA				Primaria	65T	292425_MTA
Secundaria	50T	287520_MTA	Secundaria	40T	289095_MTA				Primaria	65T	291359_MTA
Terciaria	25T	416805_MTA	Seccionalizador		289374_MTA				Primaria	65T	292432_MTA
Terciaria	25T	287535_MTA	Secundaria	40T	412338_MTA				Primaria	65T	291545_MTA
Secundaria	50T	288174_MTA	Seccionalizador		289314_MTA				Primaria	65T	412527_MTA
Terciaria	25T	288853_MTA	Seccionalizador		290201_MTA				Primaria	65T	412490_MTA
Terciaria	25T	288105_MTA	Seccionalizador		288904_MTA				Secundario	40T	292448_MTA
RECONECTADOR		287792_MTA	Primaria	65T	288880_MTA				Secundario	40T	292468_MTA
Primaria	65T	287661_MTA	Secundaria	40T	290207_MTA				Secundario	40T	292727_MTA
seccionalizador		287668_MTA	Secundaria	40T	290226_MTA				Seccionalizador		292524_MTA
seccionalizador		287991_MTA	Secundaria	40T	290351_MTA				Seccionalizador		292551_MTA
seccionalizador		287677_MTA	Seccionalizador		289176_MTA				Seccionalizador		292503_MTA
seccionalizador		421280_MTA	Secundaria	40T	290306_MTA				Seccionalizador		292733_MTA
seccionalizador		288238_MTA	Secundaria	40T	288870_MTA				Seccionalizador		292494_MTA
seccionalizador		287390_MTA	Secundaria	40T	287765_MTA				Secundario	40T	292568_MTA
seccionalizador		287372_MTA	Seccionalizador		288891_MTA				Secundario	40T	292584_MTA
seccionalizador		412158_MTA							Secundario	40T	292588_MTA
seccionalizador		288685_MTA							Secundario	40T	292598_MTA
Primaria	65T	288689_MTA							Secundario	40T	290617_MTA
Primaria	65T	415195_MTA							Seccionalizador		291704_MTA
Primaria	65T	391840_MTA							Seccionalizador		291690_MTA
seccionalizador		393458_MTA							Seccionalizador		291715_MTA
seccionalizador		391893_MTA							Seccionalizador		291612_MTA
seccionalizador		288126_MTA							Seccionalizador		291625_MTA
seccionalizador		288113_MTA							Seccionalizador		291522_MTA
seccionalizador		412169_MTA							Secundario	40T	292747_MTA
seccionalizador		288140_MTA							Secundario	40T	292748_MTA
seccionalizador		288151_MTA							Seccionalizador		292633_MTA
seccionalizador		288148_MTA							Seccionalizador		412509_MTA
seccionalizador		380177_MTA							Seccionalizador		292612_MTA
seccionalizador		288158_MTA							Seccionalizador		292610_MTA
Primaria	65T	287819_MTA							Seccionalizador		291741_MTA
seccionalizador		287697_MTA							Secundario	40T	292754_MTA
seccionalizador		287698_MTA							Secundario	40T	412515_MTA
seccionalizador		287844_MTA							Secundario	40T	292658_MTA
seccionalizador		287701_MTA							Secundario	40T	292656_MTA
seccionalizador		287377_MTA							Secundario	40T	292668_MTA
seccionalizador		288031_MTA							Seccionalizador		292674_MTA
seccionalizador		287375_MTA							Secundario	40T	292756_MTA
seccionalizador		287407_MTA							Secundario	40T	292692_MTA
Primaria	65T	287817_MTA							Seccionalizador		412517_MTA
seccionalizador		287837_MTA							Seccionalizador		292696_MTA
seccionalizador		288227_MTA							Seccionalizador		412521_MTA
seccionalizador		288016_MTA							Seccionalizador		412523_MTA
seccionalizador		288220_MTA							Seccionalizador		290608_MTA
seccionalizador		288001_MTA									
seccionalizador		288006_MTA									
seccionalizador		411407_MTA									
seccionalizador		411681_MTA									

Anexo 2: Interrupciones por fallas de lcc en la subestación Esperanza -2013

Mes	Alimentador	N° circuito	Fecha	Hora Desconexión	Hora conexión	Tiempo desconectado(h)	Causa	Clientes afectados
Enero	La Esperanza	1	08/01/2013	14:25:00	14:30:00	0,08	F. Corto circuito	4179
	La Esperanza	3	04/02/2013	8:17:00	8:25:00	0,13	F. Corto circuito	1395
Febrero	La Esperanza	4	15/02/2013	19:50:00	19:55:00	0,08	F. Corto circuito	3425
	La Esperanza	4	19/02/2013	14:55:00	15:06:00	0,18	F. Corto circuito	3425
	La Esperanza	4	26/02/2013	11:08:00	11:17:00	0,15	F. Corto circuito	3425
Marzo	La Esperanza	1	01/03/2013	5:40:00	6:09:00	0,48	F. Corto circuito	4205
	La Esperanza	1	28/03/2013	9:21:00	9:26:00	0,08	F. Corto circuito	4205
	La Esperanza	4	08/03/2013	12:31:00	13:51:00	1,33	F. Corto circuito	3424
Abril	La Esperanza	2	17/04/2013	14:05:00	14:10:00	0,08	F. Corto circuito	2816
	La Esperanza	4	30/04/2013	11:25:00	11:35:00	0,17	F. Corto circuito	3429
	La Esperanza	1	15/05/2013	13:40:00	13:53:00	0,22	F. Corto circuito	4239
	La Esperanza	1	15/05/2013	13:53:00	14:20:00	0,45	F. Corto circuito	4239
	La Esperanza	4	01/05/2013	8:10:00	8:35:00	0,42	F. Corto circuito	65
Mayo	La Esperanza	4	11/05/2013	8:00:00	09:30:00	1,50	F. Corto circuito	2
	La Esperanza	4	15/05/2013	13:30:00	14:10:00	0,67	F. Corto circuito	98
	La Esperanza	4	18/05/2013	12:27:00	12:44:00	0,28	F. Corto circuito	3445
	La Esperanza	4	29/05/2013	9:00:00	10:00:00	1,00	F. Corto circuito	3445
	La Esperanza	1	05/06/2013	10:30:00	10:37:00	0,12	F. Corto circuito	775
	La Esperanza	1	08/06/2013	11:20:00	11:24:00	0,07	F. Corto circuito	4262
	La Esperanza	1	08/06/2013	12:38:00	12:49:00	0,18	F. Corto circuito	4262
	La Esperanza	1	08/06/2013	12:49:00	12:54:00	0,08	F. Corto circuito	4262
	La Esperanza	1	08/06/2013	12:54:00	13:30:00	0,60	F. Corto circuito	4262
	La Esperanza	2	08/06/2013	12:49:00	12:54:00	0,08	F. Corto circuito	2381
	La Esperanza	2	08/06/2013	12:54:00	13:30:00	0,60	F. Corto circuito	2381
	La Esperanza	3	05/06/2013	15:35:00	15:35:00	0,25	F. Corto circuito	1415
	La Esperanza	3	08/06/2013	12:49:00	12:54:00	0,08	F. Corto circuito	1415
	La Esperanza	3	08/06/2013	12:54:00	13:30:00	0,60	F. Corto circuito	1415
	La Esperanza	3	11/06/2013	7:10:00	7:16:00	0,10	F. Corto circuito	1415
	La Esperanza	3	23/06/2013	20:20:00	20:24:00	0,07	F. Corto circuito	1415
	La Esperanza	3	29/06/2013	10:50:00	11:04:00	0,23	F. Corto circuito	1415
	La Esperanza	4	08/06/2013	12:49:00	12:54:00	0,08	F. Corto circuito	3453
	La Esperanza	4	08/06/2013	12:54:00	13:30:00	0,60	F. Corto circuito	3454
	La Esperanza	1	01/07/2013	11:55:00	12:00:00	0,08	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	02/07/2013	10:30:00	10:34:00	0,07	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	05/07/2013	09:40:00	09:48:00	0,13	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	08/07/2013	10:30:00	10:35:00	0,08	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	10/07/2013	10:10:00	10:23:00	0,22	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	26/07/2013	10:40:00	10:48:00	0,13	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	28/07/2013	10:10:00	10:25:00	0,25	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	28/07/2013	10:42:00	10:59:00	0,28	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	28/07/2013	11:50:00	12:56:00	1,10	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	29/07/2013	10:46:00	11:15:00	0,48	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	29/07/2013	11:17:00	11:34:00	0,28	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	1	30/07/2013	11:25:00	11:34:00	0,15	F. Corto circuito	3933
	La Esperanza	2	28/07/2013	10:10:00	10:25:00	0,25	F. Corto circuito	2691
	La Esperanza	2	28/07/2013	10:42:00	10:59:00	0,28	F. Corto circuito	2691
	La Esperanza	2	28/07/2013	11:50:00	12:56:00	1,10	F. Corto circuito	2691
	La Esperanza	2	29/07/2013	10:46:00	11:15:00	0,48	F. Corto circuito	2691
	La Esperanza	3	17/07/2013	10:30:00	11:15:00	0,75	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	3	23/07/2013	06:40:00	06:45:00	0,08	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	3	23/07/2013	06:45:00	07:42:00	0,95	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	3	28/07/2013	10:10:00	10:25:00	0,25	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	3	28/07/2013	10:42:00	10:59:00	0,28	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	3	28/07/2013	11:50:00	12:56:00	1,10	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	3	28/07/2013	14:49:00	17:10:00	2,35	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	3	29/07/2013	10:46:00	11:33:00	0,78	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	3	29/07/2013	10:46:00	11:15:00	0,48	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	3	29/07/2013	11:52:00	13:49:00	1,95	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	3	30/07/2013	11:25:00	11:34:00	0,15	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	4	26/07/2013	10:19:00	10:26:00	0,12	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	4	26/07/2013	10:33:00	13:05:00	2,53	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	26/07/2013	14:59:00	16:31:00	1,53	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	26/07/2013	23:00:00	23:06:00	0,10	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	27/07/2013	00:11:00	00:30:00	0,32	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	27/07/2013	02:06:00	08:29:00	6,38	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	27/07/2013	09:54:00	11:49:00	1,92	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	27/07/2013	11:50:00	13:17:00	1,45	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	27/07/2013	19:34:00	21:00:00	1,43	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	28/07/2013	09:35:00	09:42:00	0,12	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	28/07/2013	10:10:00	10:25:00	0,25	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	28/07/2013	10:42:00	10:59:00	0,28	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	28/07/2013	10:42:00	17:35:00	6,88	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	28/07/2013	11:50:00	12:56:00	1,10	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	28/07/2013	19:38:00	20:47:00	1,15	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	29/07/2013	10:46:00	11:15:00	0,48	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	30/07/2013	09:27:00	09:40:00	0,22	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	30/07/2013	11:25:00	11:34:00	0,15	F. Corto circuito	3287
Septiembre	La Esperanza	1	13/09/2013	12:30:00	12:39:00	0,15	F. Corto circuito	4234
	La Esperanza	1	16/09/2013	15:49:00	15:59:00	0,17	F. Corto circuito	4234
	La Esperanza	1	19/09/2013	11:58:00	12:05:00	0,12	F. Corto circuito	4234
	La Esperanza	4	12/09/2013	16:21:00	16:27:00	0,10	F. Corto circuito	3764
	La Esperanza	4	14/09/2013	12:50:00	13:29:00	0,65	F. Corto circuito	3764
	La Esperanza	4	19/09/2013	10:32:00	10:39:00	0,12	F. Corto circuito	3764
	La Esperanza	4	19/09/2013	10:49:00	11:28:00	0,65	F. Corto circuito	3764
	La Esperanza	4	19/09/2013	11:28:00	13:23:00	1,92	F. Corto circuito	3764
	La Esperanza	4	27/09/2013	13:21:00	13:36:00	0,25	F. Corto circuito	3764
Noviembre	La Esperanza	1	07/11/2013	10:25:00	10:35:00	0,17	F. Corto circuito	4234
	La Esperanza	2	11/11/2013	18:34:00	18:39:00	0,08	F. Corto circuito	2698
	La Esperanza	2	11/11/2013	18:46:00	19:23:00	0,62	F. Corto circuito	2698
	La Esperanza	2	19/11/2013	19:15:00	19:52:00	0,02	F. Corto circuito	2698
	La Esperanza	2	20/11/2013	09:00:00	09:06:00	0,62	F. Corto circuito	2698
	La Esperanza	2	25/11/2013	18:33:00	18:40:00	0,12	F. Corto circuito	2698
	La Esperanza	4	09/11/2013	09:58:00	10:10:00	0,20	F. Corto circuito	3766
	La Esperanza	4	10/11/2013	12:45:00	13:00:00	0,25	F. Corto circuito	3766
	La Esperanza	4	10/11/2013	14:47:00	14:53:00	0,10	F. Corto circuito	3766
	La Esperanza	4	11/11/2013	09:05:00	12:03:00	2,97	F. Corto circuito	3766
	La Esperanza	4	13/11/2013	13:41:00	14:00:00	0,32	F. Corto circuito	3766
	La Esperanza	4	17/11/2013	06:00:00	06:41:00	0,68	F. Corto circuito	3766
Diciembre	La Esperanza	1	03/12/2013	12:00:00	12:06:00	0,10	F. Corto circuito	4234
	La Esperanza	3	18/12/2013	08:06:00	08:12:00	0,10	F. Corto circuito	1314
	La Esperanza	4	27/12/2013	20:45:00	20:50:00	0,08	F. Corto circuito	3766
	La Esperanza	4	27/12/2013	20:50:00	22:00:00	1,17	F. Corto circuito	3766

Anexo 3: Interrupciones por fallas de lcc en la subestación Esperanza -2014

Mes	Alimentador	N° circuito	Fecha	Hora Desconexion	Hora conexión	Tiempo desconectado (h)	Causa	Clientes afectados
Enero	La Esperanza	1	01/01/2014	00:10:00	00:33:00	0,38	F. Corto circuito	4178
	La Esperanza	3	01/01/2014	13:49:00	14:15:00	0,43	F. Corto circuito	1395
	La Esperanza	4	02/01/2014	09:17:00	09:59:00	0,70	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	18/01/2014	11:22:00	11:27:00	0,08	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	29/01/2014	00:13:00	00:32:00	0,32	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	02/01/2014	12:30:00	13:00:00	0,50	F. Corto circuito	3287
Febrero	La Esperanza	2	19/02/2014	15:00:00	15:14:00	0,23	F. Corto circuito	2816
	La Esperanza	4	11/02/2014	15:00:00	15:25:00	0,42	F. Corto circuito	3287
Marzo	La Esperanza	4	10/03/2014	17:55:00	18:13:00	0,30	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	15/03/2014	15:12:00	15:37:00	0,42	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	10/03/2014	10:00:00	13:00:00	3,00	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	19/03/2014	08:00:00	11:00:00	3,00	F. Corto circuito	3287
Abril	La Esperanza	1	19/04/2014	07:19:00	07:26:00	0,12	F. Corto circuito	4178
	La Esperanza	3	23/04/2014	08:30:00	10:20:00	1,83	F. Corto circuito	1395
	La Esperanza	4	08/04/2014	11:04:00	11:15:00	0,18	F. Corto circuito	3287
Mayo	La Esperanza	1	12/05/2014	15:35:00	15:48:00	0,22	F. Corto circuito	4178
	La Esperanza	3	12/05/2014	05:12:00	05:35:00	0,38	F. Corto circuito	1395
	La Esperanza	4	03/05/2014	09:09:00	09:28:00	0,32	F. Corto circuito	3287
	La Esperanza	4	04/05/2014	13:48:00	15:53:00	2,08	F. Corto circuito	3287
Junio	La Esperanza	3	17/06/2014	08:30:00	08:37:00	0,12	F. Corto circuito	1395
Julio	La Esperanza	1	14/07/2014	13:26:00	14:54:00	1,47	F. Corto circuito	4178
	La Esperanza	1	15/07/2014	12:26:00	14:22:00	1,93	F. Corto circuito	4178
	La Esperanza	1	16/07/2014	12:03:00	12:09:00	0,10	F. Corto circuito	4178
	La Esperanza	1	17/07/2014	09:29:00	09:39:00	0,17	F. Corto circuito	4178
	La Esperanza	1	17/07/2014	10:06:00	10:12:00	0,10	F. Corto circuito	4178
	La Esperanza	1	17/07/2014	12:06:00	12:14:00	0,13	F. Corto circuito	4178
	La Esperanza	3	15/07/2014	12:52:00	14:32:00	1,67	F. Corto circuito	1395
	La Esperanza	3	16/07/2014	08:43:00	08:53:00	0,17	F. Corto circuito	1395
	La Esperanza	3	16/07/2014	12:47:00	14:44:00	1,95	F. Corto circuito	1395
La Esperanza	3	25/07/2014	09:16:00	09:30:00	0,23	F. Corto circuito	1395	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100323704-5		
APELLIDOS Y NOMBRES:	ANGAMARCA LIMAICO JOSÉ ROBERTO		
DIRECCIÓN:	ISLA FERNANDINA 1551 Y GUARANDA		
EMAIL:	Jrabeto1985@yahoo.es		
TELÉFONO FIJO:	25454623	TELÉFONO MÓVIL:	0992007031

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DE LOS CUATRO ALIMENTADORES PRIMARIOS DE LA SUBESTACIÓN LA ESPERANZA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE (EMELNORTE) DEL CANTON PEDRO MONCATO PROVINCIA DE PICHINCHA"
AUTOR (ES):	ANGAMARCA LIMAICO JOSÉ ROBERTO
FECHA: AAAAMMDD	2015-ABRIL- 13
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
ASESOR /DIRECTOR:	SEGUNDO HERNAN PÉREZ CRUZ

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, ANGAMARCA LIMAICO JOSÉ ROBERTO, con cédula de identidad Nro. 100323704-5, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del


material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 23 días del mes de ABRIL de 2015.

EL AUTOR:



(Firma).....

Nombre: ROBERTO ANGAMARCA.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, ANGAMARCA LIMAICO JOSÉ ROBERTO, con cédula de identidad Nro. 100323704-5, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: "ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DE LOS CUATRO ALIMENTADORES PRIMARIOS DE LA SUBESTACIÓN LA ESPERANZA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE (EMELNORTE) DEL CANTON PEDRO MONCATO PROVINCIA DE PICHINCHA", que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 23 días del mes de ABRIL de 2015.

(Firma).....

Nombre: ROBERTO ANGAMARCA.

Cédula: 100323704-5