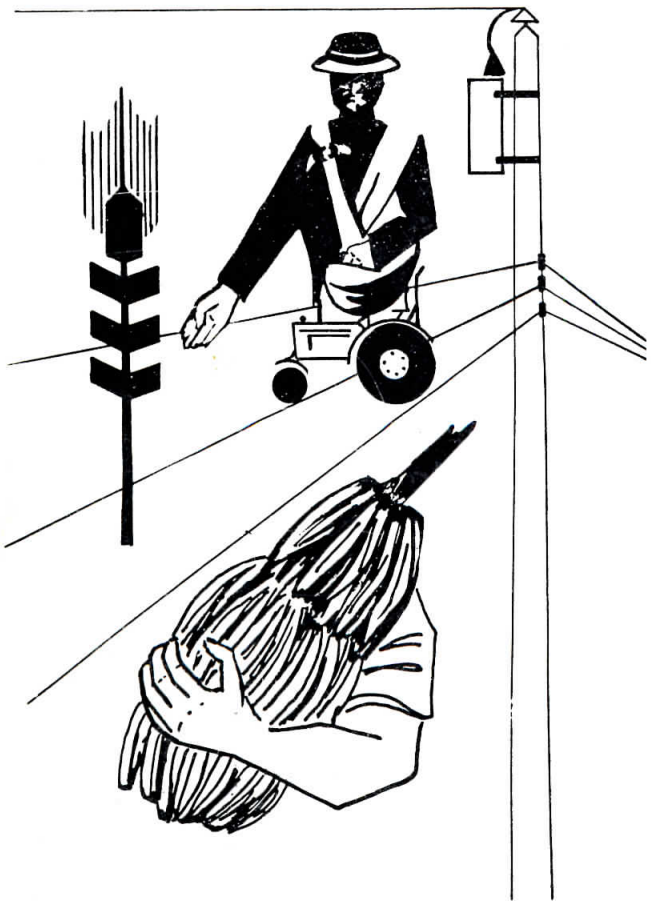
REPUBLICA DEL ECUADOR

MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y ENERGETICOS
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

INECEL

PROGRAMA NACIONAL DE ELECTRIFICACION RURAL
UNIDAD EJECUTORA



UNEPER

QUITO – ECUADOR

BOLETIN DC/04

PROTECCION Y SECCIONAMIENTO DE LINEAS DE DISTRIBUCION: GUIA DE APLICACION

INECEL
UNEPER

Normas

Para

Distribución

Rural

Boletín DC/04

Protección y Seccionamiento de Líneas de Distribución: Guía de Aplicación

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION -INECEL-
Unidad Ejecutora del Programa Nacional de Electrificación Rural -UNEPER-

Octubre /80

INDICE GENERAL

APENDICES

ANEXOS

[redacted]

I. - ALCANCE Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Alcance y Objeto:

El presente Boletín tiene el propósito de establecer los criterios básicos para la selección y localización de los dispositivos de protección y de seccionamiento, aplicables en función de las características particulares de los sistemas rurales de distribución tales como su configuración, la disposición de los conductores y la magnitud y distribución de las cargas.

El alcance del presente Boletín, no incluye el cómputo de las corrientes de falla ni el proceso de coordinación para el accionamiento de las protecciones, aspectos sobre los cuales existe una amplia referencia bibliográfica accesible al proyectista cuyos títulos mas representativos se mencionan en el texto.

1.2 Campo de Aplicación:

Los criterios y recomendaciones constantes en este Boletín, son aplicables para el proyecto de sistemas rurales, diseñados de acuerdo a las Normas INECEL-UNEPER en los casos normales, dentro de las limitaciones señaladas en las mismas.

II. - CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION

2.1 Configuración:

Los proyectos considerados en el Programa Nacional de Electrificación Rural, contemplan en el caso general, la extensión de los sistemas de distribución en operación, a partir de alimentadores existentes y próximos al área de influencia del proyecto y, en casos particulares menos frecuentes, la construcción de sistemas aislados autosuficientes que incluyen fuentes de alimentación, subestaciones de elevación y líneas de distribución.

En todos los casos, el esquema de configuración será radial simple y, en consecuencia los dispositivos de protección y seccionamiento estarán dispuestos en serie a partir del punto de alimentación al área del proyecto.

2.2 Esquema de disposición y voltajes nominales:

El esquema de disposición adoptado para las líneas primarias de distribución es el trifásico a cuatro conductores, con el conductor neutro contínuo desde la Subestación y conectado a tierra en múltiples puntos.

Los alimentadores, ramales y subramales, en función de la magnitud de la carga y de la longitud, podrán estar constituidos por tres, dos o un conductor de fase y por el conductor neutro del sistema. Los voltajes nominales correspondientes a los sistemas en operación y adoptados también para los sistemas aislados son:

- 23/13,2 KV.
- 13,2/7,6 KV.

III.- CARACTERISTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION Y SECCIONAMIENTO.

3.1 General:

A continuación se consignan la descripción y la función de los dispositivos de protección y seccionamiento seleccionados para su utilización en líneas rurales, como resultado de la evaluación de los requerimientos básicos y de la optimización de costos. El proyectista deberá limitar, en consecuencia, la utilización en el diseño a tales dispositivos y solamente en casos excepcionales, se especificarán con todas sus características otros dispositivos de fabricación normal justificando debidamente su aplicación.

En el Apéndice "A" se tabulan los valores característicos de los dispositivos seleccionados y de sus elementos.

3.2 Reconectador automático (R):

El tipo seleccionado corresponde al reconectador monofásico con bobina de accionamiento en serie que opera el mecanismo de apertura con una corriente de aproximadamente el doble del valor nominal asignado para la bobina serie; a través de un mecanismo de accionamiento hidráulico, una vez producida la primera apertura inicia la secuencia de reconexión caracterizada por la designación convencional 2A2B, esto es, dos operaciones rápidas y dos retardadas con intervalos definidos de tiempo.

La reconexión automática permite la eliminación de fallas de caracter temporal en el aislamiento, asegurando un nivel razonable en la continuidad del suministro.

Dado que la distribución a los consumidores es preponderantemente monofásica, la aplicación de los reconectadores puede ampliarse a líneas a dos y tres conductores de fase, mediante la instalación de grupos de dos y tres unidades.

3.3 Seccionador - Fusible (Cut-out .) (SF):

Está conformado por una base aislante de porcelana y por un tubo porta fusible para alojar la tira fusible que al fundirse interrumpe la corriente de corto-circuito.

Las tiras fusibles de dimensiones calibradas para una corriente nominal definida, tienen una característica tiempo-corriente que determina el tiempo mínimo de fusión y el tiempo mínimo de interrupción de la corriente. La característica tiempo-corriente, normalizada por EEI-NEMA, de las tiras fusibles previstas corresponde a las siguientes designaciones:

- Tipo K, fusión rápida
- Tipo T, fusión lenta

El fusible desconectador puede ser abierto sin carga, pero no tiene capacidad para interrumpir la corriente de carga de la línea y, en consecuencia no puede ser utilizado como elemento de seccionamiento, estando su aplicación limitada a la protección de la línea contra sobrecorrientes.

3.4 Seccionador - Fusible (cut-out) con dispositivo de corte (SF1):

Por otra parte, se ha previsto la utilización del seccionador-fusible provisto de un dispositivo adicional que permite la utilización de una herramienta especial (loadbuster) para operación con pértiga aislada, la cual al conectarse en paralelo con el portafusible, en el momento de la apertura, establece un camino en el cual se intercala una cámara de extinsión del arco, haciendo posible de esta manera la interrupción de la corriente de carga.

El seccionador-fusible con el dispositivo adicional, por lo tanto, puede ser utilizado para la doble función: como elemento de protección y como elemento de seccionamiento; eventualmente el portafusible con la tira fusible puede ser sustituido con una barra sólida, para convertir al dispositivo en un elemento de seccionamiento solamente.

3.5 Seccionador-Fusible con tira fusible de tipo abierto (openlink) (SFa):

Se ha previsto además, un dispositivo de protección contra sobrecorrientes consistente de una base aislante provista de contactos flexibles para la colocación de una tira fusible abierta. Este dispositivo no permite la apertura con corriente de carga y su capacidad de interrupción de la corriente de corto-circuito es limitada.

3.6 Pararrayos (P):

Los dispositivos para la protección de los equipos contra sobretensiones de origen interno y descargas atmosféricas, son del tipo estandard para su aplicación en sistemas de distribución de las características adoptadas.

3.7 Protección de transformadores de distribución:

Los transformadores de distribución previstos, tipo CSP, incorporan los dispositivos de protección contra sobrecargas y sobrecorrientes en el secundario y contra cortocircuitos internos y sobrevoltajes atmosféricos en el primario.

IV.- OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO

El objetivo fundamental del estudio para seleccionar y localizar los dispositivos de protección en el sistema, es el de disponer los medios necesarios a fin de que, en condiciones de falla del aislamiento (corto-circuito), tenga lugar la desconexión automática de la sección de la línea que incluye la falla, del resto del sistema que se mantiene en condiciones normales, limitando de esta manera la suspensión del suministro al mínimo número de consumidores posible, teniendo en consideración el costo del equipo y de su operación.

Por otra parte, el proyectista deberá considerar adicionalmente, que las operaciones para el mantenimiento y para ejecutar eventuales modificaciones del sistema, requieren la desenergización programada de secciones del mismo y en consecuencia, se deberán disponer dispositivos para interrupción de la corriente de carga y seccionamiento localizados en puntos convenientes, tales que permitan la flexibilidad adecuada e igualmente limiten el número de consumidores afectados por la suspensión del suministro.

Los dispositivos a considerar cuyas características se señalan en la Sección III, pueden, eventualmente, cumplir la doble función de protección y seccionamiento.

El accionamiento automático de los dispositivos de protección, para que los mismos cumplan el objetivo propuesto, deberá estar adecuadamente coordinado en función de la corriente de carga, el tiempo y la corriente de falla.

V.- CRITERIOS GENERALES PARA LA SELECCION Y LOCALIZACION DE DISPOSITIVOS DE PROTECCION Y SECCIONAMIENTO.

5.1 General:

El primer paso en el desarrollo del estudio, será el efectuar una localización preliminar de los dispositivos de protección y seccionamiento, en función de la configuración general del sistema, la magnitud de las cargas y el número de consumidores en las diferentes secciones. Esta localización preliminar, deberá ser revisada después de efectuados los cálculos de las corrientes de corto-circuito y la coordinación del accionamiento. El proyectista deberá ejercitar su propia iniciativa para localizar los dispositivos en puntos convenientes a fin de alcanzar los objetivos propuestos; sinembargo, deberá tener en consideración los criterios que para los proyectos tipo, se presentan en los siguientes numerales.

Como recomendación de orden general, los dispositivos de protección y seccionamiento, deberán localizarse en lugares accesibles desde las vías de comunicación, con el propósito de facilitar su operación y mantenimiento.

5.2 Caracterización de Proyectos Tipo:

Dadas las características básicas de los proyectos incluídos en el Programa, para propósitos de establecer en principio los criterios generales para la localización de los dispositivos de protección y seccionamiento, los mismos, se agrupan en función de la potencia máxima considerada en el punto de alimentación, coincidente en general con el punto de derivación del alimentador desde una línea del sistema existente y de la longitud total del alimentador, en los siguientes casos tipo:

- Tipo A: Potencia máxima superior a 1500 KVA y/o longitud del alimentador, superior a 25 Km.

- Tipo B: Potencia máxima comprendida entre 500 y 1500 KVA y/o longitud del alimentador de 12 a 25 Km.

- Tipo C: Potencia máxima hasta 500 KVA y longitud del alimentador hasta 12 Km.

5.3 Alimentador: derivación del sistema existente.

En la generalidad de los casos, la línea que constituye el alimentador al área del proyecto, se deriva de uno de los circuitos del sistema de distribución existente. A continuación se establecen los criterios generales para la selección de los dispositivos de protección a considerar en el punto inicial del alimentador para cada uno de los proyectos tipo:

- Tipo A: Reconectador automático (R)

- Tipo B: Reconectador automático (R)

- Tipo C: Seccionador-fusible con dispositivo de corte de carga-loadbuster- (SF1).

En todos los casos, además del dispositivo de protección localizado en el punto inicial del alimentador, deberá preverse un seccionador-fusible (SF1) localizado en la línea del sistema existente, en la estructura mas próxima al punto de derivación, hacia el lado de la carga, con el propósito de limitar la desconexión del alimentador al proyecto por el accionamiento de dispositivos de protección existentes localizados en puntos anteriores a la derivación hacia el lado de la subestación. En los esquemas del Apéndice B, se muestra la disposición de los elementos.

5.4 Alimentador: puntos intermedios.

Dada la configuración radial del alimentador, deberán disponerse dispositivos de protección y seccionamiento en puntos intermedios particulares, coincidentes con los de aplicación de cargas significativas, localizados en todo caso en la estructura próxima hacia el extremo de carga del alimentador - Apéndice B, Figura 4.

Adicionalmente, para los proyectos de mayor ocurrencia caracterizados por una distribución de cargas relativamente uniforme, como -

criterio general, a continuación se señalan las recomendaciones para la localización de los elementos en puntos intermedios, para cada uno de los proyectos tipo:

- Tipo A: Reconectador automático (R), en el punto medio del alimentador yseccionador fusible para corte de carga (SF1), a intervalos de 5 Km. aproximadamente.

- Tipo B: Seccionador fusible para corte de carga (SF1) a intervalos de 5 Km. aproximadamente.

- Tipo C: Seccionador fusible (SF1) en el punto medio.

Los esquemas correspondientes se muestran en el Apéndice B.

En los casos menos frecuentes, en los cuales se presentan tramos de línea que por atravezar zonas apartadas no alimentan cargas intermedias en una longitud significativa, los intervalos entre puntos de seccionamiento y protección recomendados pueden ser incrementados a criterio del proyectista.

5.5 Ramales localizados en el tramo inicial del alimentador:

Los ramales que se derivan del tramo inicial del alimentador constituyen, desde el punto de vista de continuidad del suministro, elementos críticos para el sistema, puesto que una falla de aislamiento que tenga lugar en los mismos ocasionará la desconexión del dispositivo de protección en el punto inicial del alimentador y en consecuencia, afectará a la totalidad de los consumidores del proyecto. Por esta circunstancia, como criterio general, en los ramales localizados en el tramo comprendido entre el punto inicial del alimentador y primer seccionador fusible previsto en el mismo, con excepción de aquellos de longitud menor a 250 m., deberá disponerse en el punto de derivación un seccionador fusible con dispositivo para corte de carga (SF1).

Los ramales de longitud menor a 250 m. se derivarán del alimentador mediante conexión sólida.

5.6 Ramales localizados en el tramo restante del alimentador:

Para la protección y seccionamiento en los puntos de derivación de los ramales, en función de la potencia y de la longitud de los mismos, deberán seguirse las siguientes recomendaciones generales:

- Potencia 250 KVA o mayor y/o longitud de 5 Km. o mayor: seccionador fusible para corte de carga (SF1).

- Potencia comprendida entre 150 y 250 KVA y/o longitud mayor a 3 Km.: seccionador fusible (SF).

- Potencia de hata 150 KVA y longitud superior a 250 m: Seccionador fusible con tira fusible de tipo abierto (SFa).

- Sin límite de potencia y longitud menor a 250 m: conexión sólida.

VI. - CORRIENTES DE FALLA Y COORDINACION DE LA PROTECCION: REFERENCIAS Y RECOMENDACIONES.

6.1 General:

Una vez seleccionados los dispositivos de protección y establecida la localización preliminar de los mismos en las líneas proyectadas, el proyectista deberá proceder a efectuar el cómputo de las corrientes de falla en los diferentes puntos del sistema, con el propósito de verificar por una parte, la capacidad de interrupción de los dispositivos de protección seleccionados y por otra establecer la coordinación del accionamiento de los diferentes elementos dispuestos en secuencia a partir de la fuente de alimentación, a fin de alcanzar un nivel satisfactorio de selectividad en su secuencia y asegurar de esta manera la continuidad del suministro al mayor número de consumidores compatible con la localización de la falla.

En los numerales siguientes se señalan las referencias bibliográficas de uso generalizado que tratan en detalle sobre los aspectos mencionados y los procedimientos de cómputo por una parte y por otra, se incluyen recomendaciones particulares a ser tenidas en consideración por el proyectista.

6.2 Referencias:

Las publicaciones sobre los temas mencionados que consideran la aplicación específica a los sistemas de distribución rural, de mayor difusión y fácil acceso al proyectista, son las siguientes:

- Referencia (1): GUIDE FOR MAKING A SECTIONALIZING STUDY ON RURAL ELECTRIC SYSTEMS - REA BULLETIN 61-2.

- Referencia (2): DISTRIBUTION SYSTEM PROTECTION MANUAL; editado por McGRAW-EDISON COMPANY-POWER SYSTEMS DIVISION.

6.3 Cómputo de las corrientes de falla:

En las dos referencias señaladas se desarrollan los fundamentos teóricos, las fórmulas y los procedimientos para el cómputo; se recomienda, en general, adoptar el método simplificado para el cálculo de las corrientes de falla desarrollado en el Apéndice B de la Referencia (1) que conduce a resultados satisfactorios para las aplicaciones planteadas.

6.4 Coordinación de las protecciones:

Las características de accionamiento de los dispositivos de protección previstos: reconectador automático y tiras fusibles, así como los criterios y procedimientos para su coordinación en función de los tres parámetros básicos: corriente de carga, corriente de falla y tiempo de accionamiento, juntamente con los criterios y procedimientos para el desarrollo del estudio, se encuentran ampliamente expuestas en la Referencia (2) y permiten al proyectista disponer de la información convenientemente ordenada para su aplicación.

6.5 Extensión del estudio y datos a considerar:

Si bien, en general, el alimentador al área del proyecto se deriva de una línea del sistema existente, el estudio de protecciones deberá ex

tenderse hasta la Subestación de distribución e incluír el circuito y las protecciones existentes desde la misma hasta el punto de derivación del alimentador, con el propósito de verificar la secuencia del accionamiento desde la fuente y de alcanzar resultados consistentes en la totalidad del sistema; en consecuencia, el proyectista deberá realizar la investigación correspondiente para obtener los datos actualizados de las instalaciones en operación que le permitan representar el diagrama básico sobre el cual se desarrolla el estudio.

Eventualmente, como resultado del estudio, el proyectista deberá presentar, de ser necesario, sus recomendaciones para sustituír, modificar o incrementar los dispositivos de protección existentes en el circuito de alimentación.

Dado que el período de diseño para los proyectos considerados se ha fijado en 15 años, dentro de los cuales, en función de la evolución de la demanda se establecen varias etapas caracterizadas por una distribución de cargas específica; para el estudio inicial de protecciones, el proyectista deberá considerar las condiciones del sistema para una etapa de cinco años a partir de la puesta en servicio de la instalación; previendo en todo caso una amplia reserva en la capacidad de los elementos de protección y seccionamiento que permita su utilización permanente con la sustitución eventual de los dispositivos de accionamiento tales como la bobina serie para los reconectadores y las tiras fusibles para los seccionadores fusible.

Eventualmente, si se presentan dificultades para obtener la coordinación entre fusibles sucesivos, se podrá sustituir el elemento fusible por una barra sólida a fin de mantener los puntos de seccionamiento dentro de los intervalos de distancia recomendados en la Sección V.

VII. - PRESENTACION DE RESULTADOS

7.1 General:

Los resultados del estudio a ser presentados por el proyectista a la consideración de UNEPER, además de justificar los criterios adop-

tados y los valores obtenidos, constituirán la referencia para las futuras revisiones del sistema de protección en función de la evolución de las condiciones de operación, por lo cual la información contenida deberá ser lo suficientemente completa y explicativa.

En esta Sección se estable el contenido del informe a presentar y los formatos de los Anexos en los que se consignarán los resultados de los cómputos efectuados.

7.2 Contenido del Informe:

El Informe a presentar en el formato normalizado A-4, incluirá las siguientes secciones:

- Identificación del Proyecto y de los planos de referencia.
- Información sobre el sistema existente: descripción, características y evaluación (Anexo A: Esquema de disposición y datos del equipo existente).
- Selección preliminar de los dispositivos de protección y su localización.
- Esquema básico del sistema: corrientes de carga (Anexo B).
- Cómputo de las corrientes de falla (Anexo C).
- Esquema básico del sistema: corrientes de falla fase-tierra. (Anexo D).
- Coordinación del accionamiento.
- Disposición definitiva del esquema de protecciones y tabulación de localización y características (Anexo E).
- Recomendaciones.

A continuación, se define el objetivo y el alcance de cada una de las secciones del Informe.

7.3 Identificación del Proyecto y de los planos de referencia:

En esta sección se anotarán la denominación del Proyecto o Subproyecto en estudio, su ubicación, el Sistema Eléctrico Regional del cual forma parte y otros antecedentes que constituyan las referencias mas significativas para su identificación. Por otra parte, se registrarán los títulos y números de referencia de los planos del trazado y dimensionamiento de las líneas primarias así como de los resultados del estudio de la demanda.

7.4 Información sobre el sistema existente:

En esta sección, se registrarán los resultados de la investigación efectuada por el proyectista sobre las instalaciones del Sistema Regional correspondiente existentes y/o programadas para la etapa de diseño. Esta investigación tendrá por objeto el establecer con precisión las características, el estado de conservación y las condiciones de operación de los equipos y líneas que constituirán la fuente de alimentación al Subproyecto, desde la Subestación de reducción al voltaje primario hasta el punto de derivación a las líneas proyectadas, con el propósito de evaluar su capacidad de operación al incorporar las cargas previstas y de constituír el antecedente para el estudio de la coordinación de las protecciones.

En el modelo del Anexo A, se muestra el formato de presentación de los resultados que incluye el esquema de la disposición de las instalaciones, las corrientes de carga y las características básicas de los equipos existentes y/o programados para la etapa de diseño.

7.5 Selección preliminar de los equipos de protección y su localización:

En esta fase del estudio, previo al análisis de la configuración del sistema proyectado y de la distribución de las cargas, el proyectista deberá establecer en principio, la clase y la localización de los dispositivos de protección, teniendo en cuenta los objetivos señalados en la Sección IV y los criterios generales expuestos en la Sección V.

7.6 Esquema Básico del Sistema: Corrientes de carga:

Para propósito del estudio, el proyectista elaborará, a partir de los planos del proyecto de la red primaria, un esquema trifilar simplificado del sistema, en el cual se identifiquen los puntos de localización de las protecciones existentes y de las previstas en la selección preliminar y además, de los puntos particulares tales como los extremos de las líneas y otros que de acuerdo a la configuración del esquema, sean de interés para la coordinación del accionamiento.

Para los puntos identificados se adoptará la siguiente designación:

- Para los puntos correspondientes a las instalaciones existentes: la identificación de las fases en la línea considerada, mediante caracteres alfabéticos (A,B,C), seguida de un número inscrito en un círculo y ordenado a partir de la Subestación; ejemplo ABC③
- Para los puntos correspondientes a las instalaciones proyectadas: la identificación de las fases en la línea considerada mediante caracteres alfabéticos (A,B,C) y un número ordenado a partir de puntos de derivación al proyecto hacia los puntos extremos del alimentador y de los ramales; ejemplo: AB12.

En cada uno de los puntos seleccionados e identificados, se anotará además el valor de la corriente máxima de carga correspondiente a la condición de operación considerada para el estudio, que en general deberá ser para la etapa a cinco años a partir de la puesta en servicio de la instalación.

En el Anexo B, se muestra un modelo del esquema con la forma de anotar los datos requeridos.

7.7 Cómputo de las corrientes de falla:

En cada uno de los puntos identificados en el Anexo B, se computarán las corrientes de falla, consignando los datos y resultados en el formato cuyo modelo se muestra en el Anexo C.

La corriente mínima de falla línea a tierra, (Línea 14), deberá computarse considerando una impedancia de falla de 40 ohmios cuando la subestación de reducción del sistema tiene una potencia nominal de 5.000 KVA o menor y de 30 ohmios si la potencia de la subestación es superior a 5.000 KVA.

7.8 Esquema básico del sistema: corrientes de falla:

En un esquema similar al referido en el Anexo B, se anotarán los valores obtenidos de las corrientes de falla línea a tierra, máximo y mínimo, obtenidos del cómputo realizado, Anexo C, Líneas (13) y (14).

El propósito del esquema, es el de visualizar el escalonamiento de las magnitudes de las corrientes para el tipo de falla de mayor incidencia, lo que permitirá el análisis para establecer la coordinación del accionamiento de las protecciones.

En el Anexo D, se presenta una muestra del esquema con la anotación de los valores requeridos.

7.9 Coordinación del accionamiento:

Con los esquemas elaborados y los valores de las corrientes de carga y de las corrientes de falla, en función de las características de los dispositivos de protección previstos, el proyectista efectuará el análisis para verificar la coordinación del accionamiento, aplicando la metodología recomendada en el Numeral 6.4 y detallando en el informe los resultados que justifiquen la selección de los dispositivos y elementos propuestos.

7.10 Disposición definitiva:

A partir de la selección y localización preliminar de los dispositivos de protección y como resultado de la formulación del esquema, del análisis de las corrientes de falla y de la evaluación de la coordinación del accionamiento, el proyectista determinará la disposición definitiva de las protecciones, estableciendo la localización de los elementos en las estructuras de soporte sobre los correspondientes planos de las líneas primarias proyectadas y las características de cada uno de ellos: corrientes nominales y tipos.

En el Anexo E, se muestra el formato de presentación del resumen de características, localización y referencias de los dispositivos en su disposición definitiva.

Los datos y valores a consignar en las columnas del formato, se definen a continuación:

(1) Designación del punto considerado, según lo adoptado para el esquema básico.

(2) Designación de la estructura de soporte para la instalación del dispositivo considerado, con referencia a los planos de las líneas primarias proyectadas.

(3) Corriente máxima de carga en el período de diseño.

(4) y (5) Corrientes máxima y mínima de falla de línea a tierra

(6) a (9) Número y características básicas de los dispositivos de protección proyectados.

(6) Número de unidades

(7) Tipo de dispositivo de acuerdo a la designación adoptada en el Boletín AG-01 y en la Sección III.

(8) Corriente nominal permanente

(9) Corriente de accionamiento del dispositivo de protección, con excepción de los elementos fusibles.

(10) y (11) Característica de la tira fusible prevista: Tipo NEMA (10), corriente nominal de la tira (11).

(12) y (14) Notas aclaratorias relativas a la coordinación.

(13) Referencias básicas de los equipos principales.

7.11 Recomendaciones:

En esta sección del informe, el proyectista consignará las recomen-

daciones que se desprenden del estudio, relevantes para la futura operación del sistema que eventualmente podrá requerir la sustitución de los dispositivos proyectados para la condición considerada en función de la evolución de la instalación.

I. - RECONECTADOR AUTOMATICO (R) Ref: numeral 3.2

Características Generales:

	VOLTAJE NOMINAL DEL SISTEMA, KV.	
	7,6/13,2	13,2/22,8
- Voltaje nominal de operación, KV.	14,4	24,9
- Voltaje máximo de diseño, KV....	15,5	27
- Nivel básico de aislamiento a impulso (BIL), KV.....	110	150
- Voltajes de prueba a 60 Hz:		
a) En seco, KV.....	50	60
b) En húmedo, KV.....	45	50
- Corriente máxima de carga permanente, Amp.	100	100
- Secuencia de operación.....	2A2B	2A2B

Corriente mínima de disparo y corriente máxima de interrupción:

BOBINA SERIE CORRIENTE NOMINAL Amp.	CORRIENTE MINIMA DE DISPARO Amp.	CORRIENTE MAXIMA DE INTERRUPCION. Amp. r.m.s simétricos
5	10	200
10	20	400
15	30	600
25	50	1000
35	70	1400
50	100	2000
70	140	2000
100	200	2000

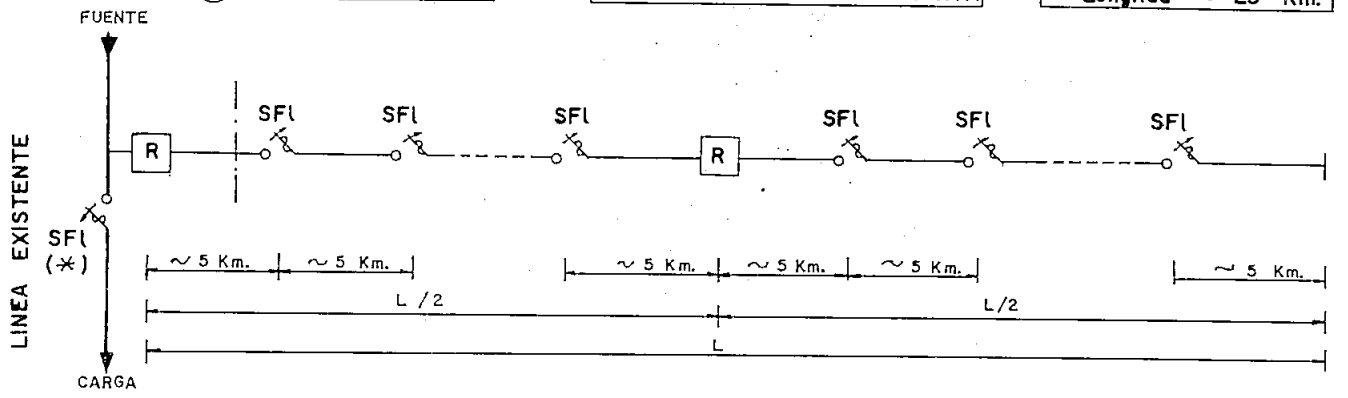
V.- PARARRAYOS (P). Ref: Numeral 3.6

Características generales:

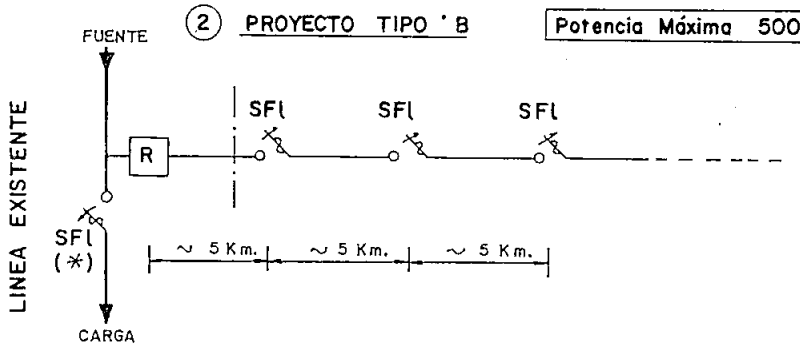
	VOLTAJE NOMINAL DEL SISTEMA, KV.	
	7,6/13,2	13,2/22,8
- Voltaje nominal de operación, KV.	10	18
- Voltaje mínimo de descarga a 60Hz, KV cresta/$\sqrt{2}$.....	18	30
- Nivel máximo de descarga a impulso para:		
a) Fente de onda, KV cresta.	43	73
b) Onda de 1,2 x 50 microsegundos, KV. cresta.....	38	62
- Voltaje máximo de descarga para onda de corriente de descarga de 8 x 20 microsegundos, para:		
a) 1,5 K amp., KV cresta....	26	48
b) 5,0 K amp., KV cresta....	32	59
c) 10,0 K amp., KV cresta...	36	66
d) 20,0 K amp., KV cresta...	41	74

INECEL UNEPER	NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL	DC/04
	APENDICE B: UBICACION DE DISPOSITIVOS DE PROTECCION Y SECCIONAMIENTO EN ALIMENTADORES	HOJA 1 DE 1
		FECHA: X/80

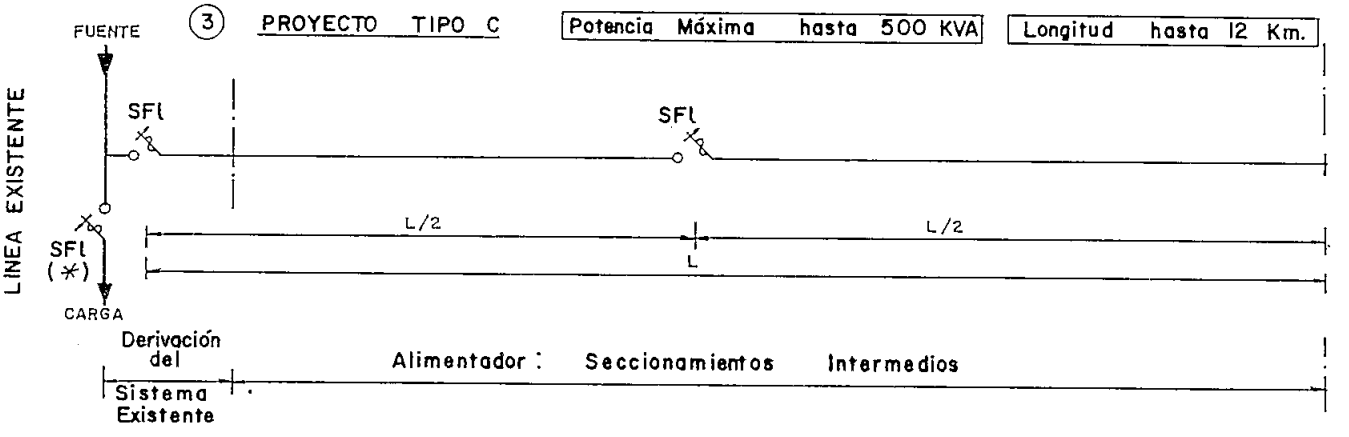
① PROYECTO TIPO A — Potencia Máxima > 1.500 KVA — Longitud > 25 Km.



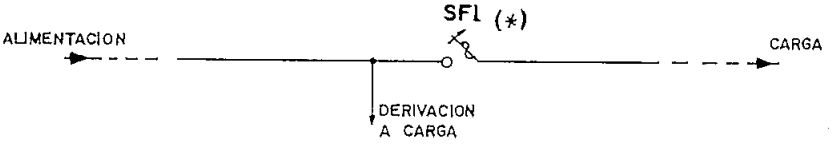
② PROYECTO TIPO B — Potencia Máxima 500 - 1500 KVA — Longitud 12 - 25 Km.



③ PROYECTO TIPO C — Potencia Máxima hasta 500 KVA — Longitud hasta 12 Km.



④ ESQUEMA DE UBICACION CUANDO EXISTEN CARGAS. Referencia Numeral 5.4



NOTA:

(*) Seccionador fusible que se localizará en la estructura más próxima al punto de derivación en dirección a la carga.

INECEL UNEPER	NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL ANEXO "A": ESQUEMA DE DISPOSICION Y DATOS DEL EQUIPO EXISTENTE	DC/04 HOJA 1 DE 4 FECHA: X/80

SISTEMA	REFERENCIAS:	PROYECTISTA	UNEPER
SUBPROYECTO		REALIZADO POR:	REVISADO POR:
		FECHA:	FECHA:

(1) ESQUEMA

(2) SUBESTACION DE REDUCCION

2.a TRANSFORMADOR

— Número de unidades _____

— Voltajes nominales (KV) _____

— Potencia total (KVA) _____

— Impedancia equivalente (%) _____

— Conexiones: AT _____

BT _____

2. b SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

REF.	DISPOSITIVO	FABRICANTE	TIPO	Nº	CORRIENTE (A)			ACCIONAMIENTO
					NOMINAL	SIMETRICA	ASIMETRICA	

NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL

ANEXO A: ESQUEMA DE DISPOSICION Y DATOS DEL EQUIPO EXISTENTE

INECEL
UNEPER

③ LINEA

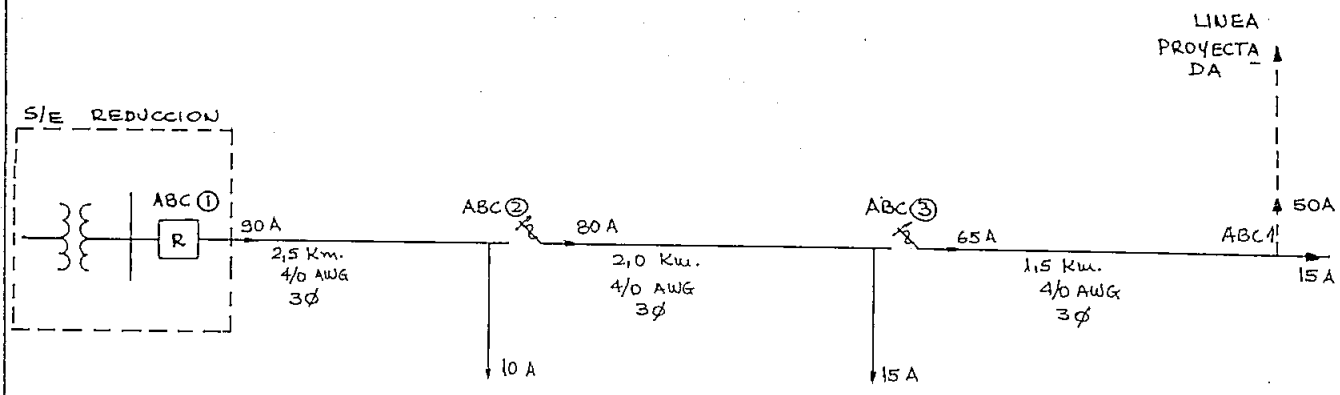
REF.	DISPOSITIVO	FABRICANTE	TIPO	Nº	CORRIENTE (A)			ACCIONAMIENTO
					NOMINAL	SIMETRICA	ASIMETRICA	

④ OBSERVACIONES

INECEL UNEPER	NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL ANEXO "A": ESQUEMA DE DISPOSICION Y DATOS DEL EQUIPO EXISTENTE (EJEMPLO)	DC/04 HOJA 3 DE 4 FECHA: X/80

SISTEMA	REFERENCIAS:	PROYECTISTA	UNEPER
SUBPROYECTO		REALIZADO POR: L.H.U.	REVISADO POR: H.Z.
		FECHA: X/20/80	FECHA: X/29/80

① ESQUEMA



② SUBESTACION DE REDUCCION

2.a TRANSFORMADOR

- Número de unidades 1
- Voltajes nominales (KV) ..... 69 – 7,62/13,2
- Potencia total (KVA) 2.400
- Impedancia equivalente (%) 7
- Conexiones: AT ..... Δ
  BT ..... Y_z

2. b SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

REF.	DISPOSITIVO	FABRICANTE	TIPO	Nº	CORRIENTE (A)			ACCIONAMIENTO
					NOMINAL	SIMETRICA	ASIMETRICA	
ABC ①	R	Mc. Graw Edison	4H	3	100	2.000	2.000	Hidráulico, secuencia 2A2B; Bobina serie Inominal: 100 A.

NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL

ANEXO A: ESQUEMA DE DISPOSICION Y DATOS DEL EQUIPO EXISTENTE (EJEMPLO)

INECEL
UNEPER

③ LINEA

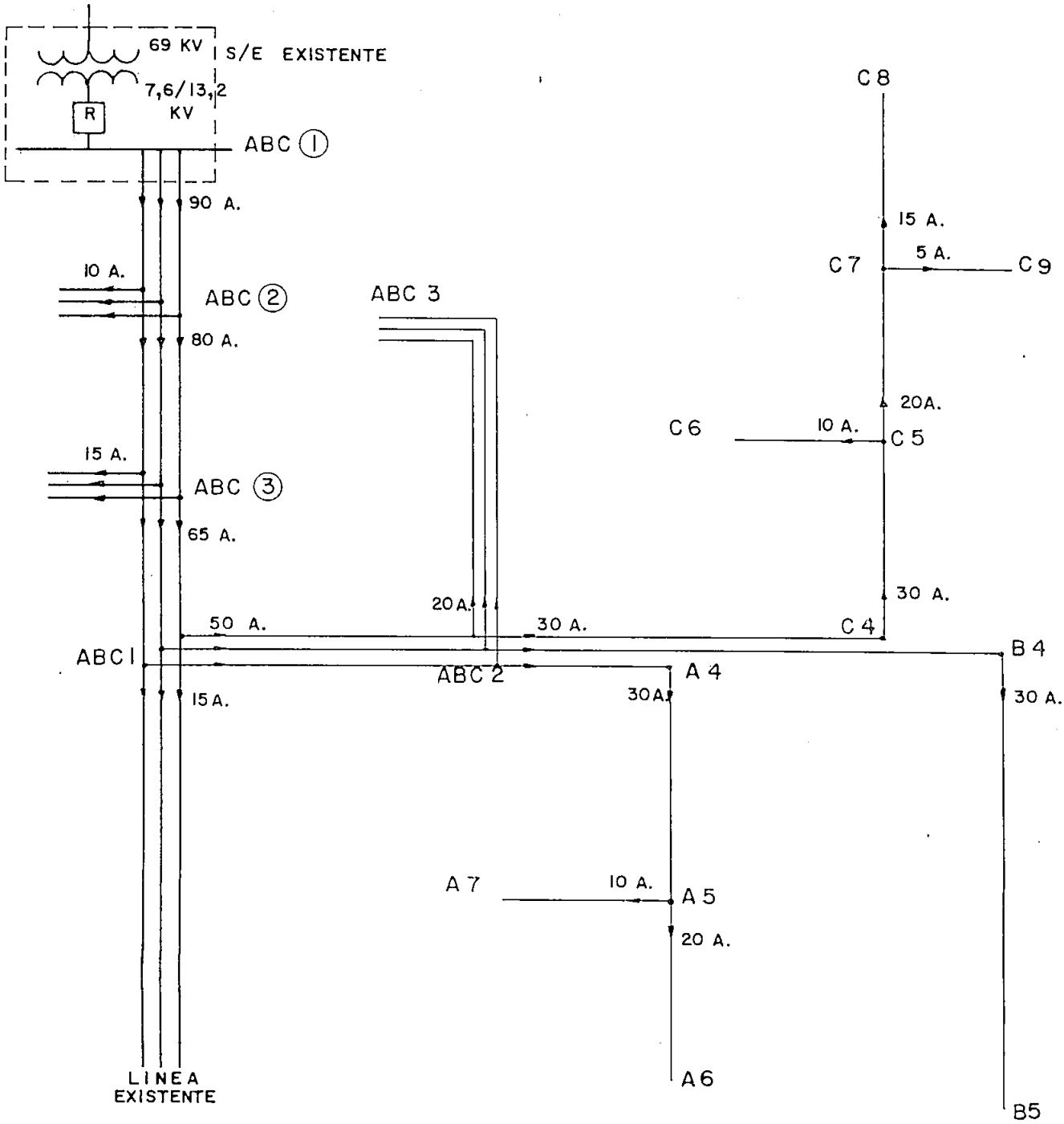
REF.	DISPOSITIVO	FABRICANTE	TIPO	Nº	CORRIENTE (A)			ACCIONAMIENTO
					NOMINAL	SIMETRICA	ASIMETRICA	
ABC ②	SFL	A. B. CHANCE	C-70G	3	100	5.000	3.550	Tira fusible 80 K.
ABC ③	SFL	A.B. CHANCE	C-70G	3	100	5.000	3.550	Tira fusible 50K.

④ OBSERVACIONES

INECEL UNEPER	NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL ANEXO B: ESQUEMA BASICO DEL SISTEMA: CORRIENTES DE CARGA.	DC/04 HOJA 1 DE 1 FECHA: X/80

SISTEMA	REFERENCIAS	PROYECTISTA	UNEPER
SUBPROYECTO		REALIZADO POR:	REVISADO POR:
		FECHA:	FECHA:

CONDICIONES DE OPERACION:



INECEL UNEPER	NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL ANEXO C: COMPUTO DE LAS CORRIENTES DE FALLA	DC/04 HOJA 1 DE 4 FECHA: X/80

SISTEMA	REFERENCIAS:	PROYECTISTA	UNEPER
SUBPROYECTO		REALIZADO POR:	REVISADO POR:
		FECHA:	FECHA:

CONDICIONES DE OPERACION:

(1) PUNTO (ESQUEMA)								
(2) PUNTO ANTERIOR HACIA LA SUBESTACION								
(3) LONGITUD DEL TRAMO, KM.								
(4) CONDUCTOR, AWG								
(5) IMPEDANCIA 3Ø DEL TRAMO								
(6) IMPEDANCIA 3Ø TOTAL DESDE LA SUBESTACION								
(7) IMPEDANCIA L-L DEL DEL TRAMO								
(8) IMPEDANCIA L-L TOTAL DESDE LA SUBESTACION								
(9) IMPEDANCIA L-G DEL TRAMO								
(10) IMPEDANCIA L-G TOTAL DESDE LA SUBESTACION								
(11) CORRIENTE DE FALLA 3Ø								
(12) CORRIENTE DE FALLA L-L								
(13) CORRIENTE DE FALLA L-G								
(14) CORRIENTE MINIMA DE FALLA L-G								

INECEL UNEPER	NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL	DC/04
	ANEXO C: COMPUTO DE LAS CORRIENTES DE FALLA (EJEMPLO)	HOJA 2 DE 4
		FECHA: X/80

SISTEMA	REFERENCIAS:	PROYECTISTA	UNEPER
SUBPROYECTO		REALIZADO POR: L.H.N	REVISADO POR: H.Z.
		FECHA: X/20/80	FECHA: X/27/80

CONDICIONES DE OPERACION:

(1) PUNTO (ESQUEMA)	ABC①	ABC②	ABC③	ABC1	ABC2	A4	C4	B4
(2) PUNTO ANTERIOR HACIA LA SUBESTACION	–	ABC①	ABC②	ABC③	ABC1	ABC2	A4	C4
(3) LONGITUD DEL TRAMO, KM.	–	2,5	2,0	1,5	2	2	3	0,5
(4) CONDUCTOR, AWG	–	4/0	4/0	4/0	2/0	2/0	2/0	2/0
(5) IMPEDANCIA 3Ø DEL TRAMO	–	0,685 + j 1,105	0,548 + j 0,884	0,411 + j 0,663	0,872 + j 0,992	0,872 + j 0,992	–	–
(6) IMPEDANCIA 3Ø TOTAL DESDE LA SUBESTACION	1,016 + j 4,979	1,701 + j 0,684	2,249 + j 6,968	2,660 + j 7,631	3,532 + j 8,623	4,404 + j 9,615	–	–
(7) IMPEDANCIA L-L DEL DEL TRAMO	–	0,790 + j 1,278	0,632 + j 1,022	0,474 + j 0,767	1,008 + j 1,066	1,008 + j 1,066	1,512 + j 1,599	–
(8) IMPEDANCIA L-L TOTAL DESDE LA SUBESTACION	1,173 + j 5,750	1,963 + j 7,028	2,595 + j 8,050	3,069 + j 8,817	4,077 + j 9,883	5,085 + j 10,949	6,597 + j 12,548	–
(9) IMPEDANCIA L-G DEL TRAMO	–	0,995 + j 1,895	0,796 + j 1,516	0,597 + j 1,137	1,168 + j 1,702	1,168 + j 1,702	1,752 + j 2,553	0,292 + j 0,426
(10) IMPEDANCIA L-G TOTAL DESDE LA SUBESTACION	1,016 + j 4,979	2,011 + j 6,874	2,807 + j 8,390	3,404 + j 9,527	4,572 + j 11,229	5,740 + j 12,931	7,492 + j 15,484	7,784 + j 15,910
(11) CORRIENTE DE FALLA 3Ø	1500	1206	1041	946	818	721	–	–
(12) CORRIENTE DE FALLA L-L	1298	1044	901	816	713	631	538	–
(13) CORRIENTE DE FALLA L-G	1500	1065	861	753	629	539	443	430
(14) CORRIENTE MINIMA DE FALLA L-G	184	179	175	171	166	160	153	157

INECEL UNEPER	NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL	DC/04
	ANEXO C: COMPUTO DE LAS CORRIENTES DE FALLA (EJEMPLO)	HOJA 3 DE 4
		FECHA: X/80

SISTEMA	REFERENCIAS:	PROYECTISTA	UNEPER
SUBPROYECTO		REALIZADO POR: L.M.N	REVISADO POR: M.Z
		FECHA: X/20/80	FECHA: X/27/80

CONDICIONES DE OPERACION:

(1) PUNTO (ESQUEMA)	ABC 3	A 5	A 6	A 7	C 5	C 7	C 8	C 6
(2) PUNTO ANTERIOR HACIA LA SUBESTACION	ABC 2	A 4	A 5	A 5	C 4	C 5	C 7	C 5
(3) LONGITUD DEL TRAMO, KM.	1	1	1	1	1,5	2	1	1
(4) CONDUCTOR, AWG	2	2	2	2	2/0	2/0	2/0	2
(5) IMPEDANCIA 3 Ø DEL TRAMO	0,876 + j 0,485	–	–	–	–	–		
(6) IMPEDANCIA 3 Ø TOTAL DESDE LA SUBESTACION	4,408 + j 9,108	–	–	–	–	–		
(7) IMPEDANCIA L – L DEL DEL TRAMO	1,013 + j 0,560	–	–	–	–	–		
(8) IMPEDANCIA L-L TOTAL DESDE LA SUBESTACION	5,090 + j 10,443	–	–	–	–	–		
(9) IMPEDANCIA L – G DEL TRAMO	1,019 + j 0,913	1,019 + j 0,913	1,019 + j 0,913	1,019 + j 0,913	0,876 + j 1,277	1,168 + j 1,702	0,584 + j 0,851	1,019 + j 0,913
(10) IMPEDANCIA L-G TOTAL DESDE LA SUBESTACION	5,591 + j 16,503	6,759 + j 13,844	7,778 + j 14,757	7,778 + j 14,757	8,368 + j 16,761	9,536 + j 18,463	10,120 + j 19,314	9,387 + j 16,674
(11) CORRIENTE DE FALLA 3Ø	–	–	–	–	–	–	–	–
(12) CORRIENTE DE FALLA L-L	–	–	–	–	–	–	–	–
(13) CORRIENTE DE FALLA L-G	–	497	–	–	407	367	–	–
(14) CORRIENTE MINIMA DE FALLA L-G	157	156	152	152	149	144	142	146

INECEL UNEPER	NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL	DC/04
	ANEXO C: COMPUTO DE LAS CORRIENTES DE FALLA (EJEMPLO)	HOJA 4 DE 4
		FECHA: X/80

SISTEMA	REFERENCIAS:	PROYECTISTA	UNEPER
SUBPROYECTO		REALIZADO POR: L.H.N	REVISADO POR: M.Z
		FECHA: X/20/80	FECHA: X/20/80

CONDICIONES DE OPERACION:

(1) PUNTO (ESQUEMA)	C 9	B 5						
(2) PUNTO ANTERIOR HACIA LA SUBESTACION	C 7	B 4						
(3) LONGITUD DEL TRAMO, KM.	1,5	3						
(4) CONDUCTOR, AWG	2	2/0						
(5) IMPEDANCIA 3Ø DEL TRAMO	–	–						
(6) IMPEDANCIA 3Ø TOTAL DESDE LA SUBESTACION	–	–						
(7) IMPEDANCIA L-L DEL DEL TRAMO	–	–						
(8) IMPEDANCIA L-L TOTAL DESDE LA SUBESTACION	–	–						
(9) IMPEDANCIA L-G DEL TRAMO	1,530 + j 1,370	1,752 + j 2,553						
(10) IMPEDANCIA L-G TOTAL DESDE LA SUBESTACION	11,066 + j 19,842	9,536 + j 18,463						
(11) CORRIENTE DE FALLA 3Ø	–	–						
(12) CORRIENTE DE FALLA L-L	–	–						
(13) CORRIENTE DE FALLA L-G	–	–						
(14) CORRIENTE MINIMA DE FALLA L-G	139	144						

INECEL UNEPER	NORMAS PARA DISTRIBUCION RURAL	DC/04
	ANEXO E: TABULACION DE LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE LOS DISPOSITIVOS.	HOJA 1 DE 1
		FECHA: X/80

SISTEMA	REFERENCIAS:	PROYECTISTA	UNEPER
SUBPROYECTO		REALIZADO POR:	APROBADO POR:
		FECHA:	FECHA:

PUNTO	ESTRUC. Nº	CORRIENTE (A.)			DISPOSITIVO				TIRA — FUSIBLE		NOTAS
		CARGA	FALLA F-G (A)								
			MAXIMA	MINIMA	Nº	TIPO	Inom. (A)	Ia (A)	TIPO	Inom. (A)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)

(13)

RECONECTADOR (R):

Fabricante : _____ Tipo : _____

Accionamiento : _____

SECCIONADOR (S) (Sl) y SECCIONADOR FUSIBLE (SF) (SFl) (SFa)

Fabricante : _____ Tipo: _____

Corriente Nominal (A) _____

(14)

NOTAS