

**CARACTERIZACIÓN DE CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN PARA
ESTUDIOS DE CALIDAD EN SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

RONALD JAVIER VILLAR CRUZ
FELIX ANTONIO JAIMES FLOREZ

ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
BUCARAMANGA

2006

CARACTERIZACIÓN DE CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN PARA ESTUDIOS DE CALIDAD EN SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

RONALD JAVIER VILLAR CRUZ

FELIX ANTONIO JAIMES FLOREZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Director

GABRIEL ORDOÑEZ PLATA

Ingeniero Electricista, PhD.

Codirector

VICTOR BARRERA NÚÑEZ

Ingeniero Electricista, MIE (C)

ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
BUCARAMANGA

2006

*A Dios que ha estado en todo lo que hago,
A mis padres que han apoyado todo en lo que Dios ha estado,
A Mayra que me ayudo cuando más lo necesitaba,
A Ronald por ser muy buen amigo,
y a nuestros directores Gabriel y Víctor,
Colaboradores como Nayibe, German y muchas otras personas más,
Gracias, totales.*

Félix Antonio Jaimes Flórez

*A mi padre Enrique Villar Cabezas
A mi madre Maria Edelmira Cruz de Villar
Por su amor y apoyo incondicional en todo momento
A mi Hermano Mauro
Por su buena labor como hermano mayor
A mi tía Eugenia por sus valiosos consejos
A la familia Villar Hernández por acogerme
Como un miembro más de su familia
Y a todas las personas que han creído en mi.*

Ronald Javier Villar Cruz

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos:

A Gabriel Ordóñez Plata, Doctor Ingeniero Industrial en Ingeniería Eléctrica, Profesor Titular de la Universidad de Santander y Director del trabajo de grado, por brindarnos su apreciable colaboración e invaluable conocimientos, experiencia y sobretodo por su calidad humana.

A Victor Augusto Barrera Nuñez, Magíster en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander y codirector del trabajo de grado, por sus valiosas orientaciones e ideas y por ser uno de los orientadores de Ronald.

A Hermann Raúl Vargas Torres, Doctor Ingeniero Industrial en Ingeniería Eléctrica, Profesor Titular de la Universidad de Santander, por sus valiosas ideas en la automatización de la herramienta SimRF.

A Jorge Andrés Cormane, Magíster en Ingeniería Eléctrica (C), por brindarnos su trabajo como referencia, sus conocimientos de programación en el campo de la interacción entre las plataformas informáticas ATP y Matlab y por ser uno de los orientadores de Ronald.

A Juan José Mora, Ph.D (C) por su colaboración en la revisión constante del proyecto y el suministro de información para la elaboración de la herramienta SimRF.

A Nayibe Chacón Forero “la secre” cuasi ingeniera electricista de la Universidad Industrial de Santander por su incondicional ayuda y apoyo en todo momento. Además de sufrir con nosotros en nuestro proyecto.

A Germán Morales, por acompañarnos unas vacaciones enteras perfeccionando la herramienta y brindarnos todo su conocimiento en programación.

A Mayra, por su apoyo moral y el portátil de la chica superpoderosa.

A Angie, por su buen portátil... bicho el viajero.

A Carlos por su valiosa amistad... junto a Angie y Nayibe.

Y a todos los que siempre creyeron en nosotros...

TITULO: CARACTERIZACIÓN DE CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN PARA ESTUDIOS DE CALIDAD EN SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA ¹

AUTORES: FELIX ANTONIO JAIMES FLOREZ, RONALD JAVIER VILLAR CRUZ ²

PALABRAS CLAVES: Sistemas de potencia, distribución eléctrica, calidad de potencia eléctrica, Alternative Transients Program, EMTP, ATPDraw, Programación en Matlab.

Este trabajo de grado muestra el estudio realizado para poder caracterizar dos circuitos de distribución de media tensión en ATPDraw y el proceso que sigue una herramienta computacional desarrollada en Matlab, para simular y analizar de manera automática distintas fallas de cortocircuito en cada uno de los sistemas eléctricos. Los circuitos modelados fueron provistos por la empresa Comercializadora de Energía S.A. (CODENSA). La herramienta informática fue basada en la plataforma computacional ATP para realizar la simulación de las fallas de cortocircuito y en Matlab para efectuar el análisis de resultados de la simulación y sistematización del proceso de simulación. El proceso que lleva a cabo la aplicación informática se resume en el modelado del sistema en ATPDraw, el copiado del modelo original con los cambios en la localización, tipo y resistencia de falla, la simulación de estas copias, la conversión de formato de los resultados de las simulaciones y finalmente el análisis de estos resultados en Matlab. El estudio de calidad se basa en el análisis de los resultados de las simulaciones, este análisis consiste en el cálculo de ciertos parámetros eléctricos a partir de las señales de tensión y de corriente medidas en la subestación en la cabecera de cada circuito. Estos parámetros se conocen como descriptores y algunos son el tiempo de duración y frecuencia del transitorio en la señal de tensión, variación en la magnitud de la corriente eficaz entre el estado prefalla y postfalla, entre otros.

¹ Trabajo de investigación

² Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Ingeniería Eléctrica, Director: PhD. Gabriel Ordóñez Plata

TITLE: CHARACTERIZATION OF DISTRIBUTION CIRCUITS FOR QUALITY STUDIES ON ELECTRIC ENERGY SYSTEMS ³**AUTHORS: FELIX ANTONIO JAIMES FLOREZ, RONALD JAVIER VILLAR CRUZ ⁴****KEY WORDS:** Power systems, electric distribution, electric power quality, Alternative Transients Program, EMTP, ATPDraw, programming on Matlab.

This thesis shows the study for the characterization of two medium voltage distribution networks on ATPDraw and the process a software developed in Matlab follows in order to automatically simulate and analyze short-circuit faults on both electric systems. The modeled circuits were provided by Comercializadora de Energía S.A. (CODENSA). The software developed was based on ATP platform for simulations and on Matlab to analyze simulation results and to systematize the simulation process. The process the software follows can be sum up by the modeling of the distribution network on ATPDraw, the copy of the original model with changes of fault location, type and resistance, the simulation of these copies, the format conversion of the simulation results and finally the analysis of these simulation results on Matlab. The study of power quality is based on the analysis of the simulation results, this analysis consists on the calculation of certain electric parameters of the voltage and current signals measured on the main substation of the circuit. These parameters are known as descriptors and some of them are the duration and frequency of voltage signal transients, variations on the magnitude of RMS current between values before and after the fault takes place, among others.

³ Research

⁴ Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Ingeniería Eléctrica, Director: PhD. Gabriel Ordóñez Plata

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	8
2.1.	TRANSITORIOS ELECTROMAGNÉTICOS	10
2.2.	DESCRIPTORES.....	12
2.2.1.	Caracterización de los huecos de tensión	12
2.2.2.	Caracterización de las señales transitorias.....	15
2.3.	FALLAS DE CORTOCIRCUITO	17
3.	MODELADO DE ELEMENTOS DE CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN.....	19
3.1.	FUENTE.....	19
3.2.	ALIMENTADORES O LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN	20
3.2.1.	Parámetros concentrados.....	20
3.2.2.	Parámetros distribuidos constantes	21
3.2.3.	Parámetros distribuidos dependientes de la frecuencia.....	21
3.3.	CARGAS	23
3.4.	PROTECCIONES	24
3.5.	FALLAS DE CORTOCIRCUITO	24
4.	SELECCIÓN DE MODELOS.....	25
4.1.	FUENTE.....	25
4.2.	ALIMENTADORES O LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN	27
4.3.	CARGAS	31
4.4.	PROTECCIONES	33
4.5.	FALLAS DE CORTOCIRCUITO	34
5.	SISTEMATIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN	36
5.1.	SELECCIÓN DE PLATAFORMAS INFORMÁTICAS.....	36
5.2.	INFORMACIÓN GENERAL DE LAS PLATAFORMAS INFORMÁTICAS SELECCIONADAS	37
5.3.	INTERACCIÓN ENTRE PLATAFORMAS INFORMÁTICAS.....	38
5.3.1.	Modelado de circuitos en ATPDraw y generación del código fuente	39
5.3.2.	Copia de los ejecutables y estructura del árbol de carpetas.....	41
5.3.3.	Modificación del código fuente.....	42
5.3.4.	Archivo de Instrucciones Batch_SimRF.bat y copia de la plantilla...	44
5.3.5.	Archivo de instrucciones conv_RF.bat y conversión a archivos .mat	46
5.4.	PROCEDIMIENTO DETALLADO PARA EJECUTAR LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA.....	47
6.	SIMPLIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS REALES..	50
7.	RESULTADOS.....	61
7.1.	CIRCUITO SF-15.....	63
7.1.1.	Circuito SF-15 con protecciones	63
7.1.2.	Circuito SF-15 sin protecciones	69
7.2.	CIRCUITO UM-33.....	72
7.2.1.	Circuito UM-33 con protecciones	73

7.2.2. Circuito UM-33 sin protecciones	81
CONCLUSIONES.....	A
RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	D
BIBLIOGRAFÍA	F
ANEXOS	I

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Forma de onda con un hueco de tensión.....	9
Figura 2. Forma de onda de los huecos de tensión monofásicos.....	12
Figura 3. Forma de onda para huecos de tensión no monofásicos.....	14
Figura 4. Circuito de prueba del modelo de la fuente trifásica.....	26
Figura 5. Tensión eficaz en terminales de la fuente cuando ocurre una falla.....	27
Figura 6. Tiempo de paso en ATP Settings y duración de la simulación.....	28
Figura 7. Bloque LCC y datos necesarios para su funcionamiento.....	29
Figura 8. Barrido de frecuencia para modelo Pi.....	30
Figura 9. Barrido de frecuencia para modelo J.Martí.....	30
Figura 10. Elemento Fallador.	34
Figura 11. Proceso semiautomático para la simulación de fallas utilizando ATP y MATLAB..	40
Figura 12. Estructura del árbol de carpetas creado.....	42
Figura 13. Segmento original del código fuente en *.atp.....	43
Figura 14. Elemento fallador.	43
Figura 15. Código fuente de las resistencias de falla del elemento fallador.....	43
Figura 16. Código fuente de los nodos conectados y tiempos del elemento fallador.....	44
Figura 17. Lista de nombres de los archivos con extensión .atp a ser copiados.....	45
Figura 18. Algoritmo de procesos, resultados y ejecutores de la herramienta computacional.	49
Figura 19. Sistema de distribución SF-15 implementado en ATPDraw.....	63
Figura 20. Corrientes de fase frente a falla trifásica a tierra en N074 de SF-15.	64
Figura 21. Tensiones de línea ante una falla trifásica a tierra en N074 de SF-15.....	64
Figura 22. Señales de tensión y corriente al ocurrir una falla trifásica en N063.....	65
Figura 23. Ondas de tensión falla tipo 1 en N010 con resistencia de falla de 0.5Ω	67
Figura 24. Sistema de distribución UM-33 implementado en ATPDraw.....	68
Figura 25. Señales de tensión y corriente al ocurrir una falla trifásica en N196.....	70
Figura 26. Ondas de corriente y tensión eficaz para falla bifásica fases B-C en N116.....	71
Figura 27. Variación de la tensión rms en cada una de las fases entre pretalla y falla, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N050 con 6 tipos de resistencia de falla	73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de los modelos de línea de ATPDraw.....	23
Tabla 2. Factor o constante "K".....	32
Tabla 3. Cálculos de compensación con $K=0,135$	33
Tabla 4. Constantes de la curva moderadamente inversa.....	34
Tabla 5. Aspectos evaluados del software de simulación.....	37
Tabla 6. Información suministrada y extraída para la caracterización.....	51
Tabla 7. Listado descriptivo del circuito UM-33.....	57
Tabla 8. Listado descriptivo del circuito SF-15.....	59

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1.** Información de los transformadores en la subestación principal de los circuitos UM-33 y SF-15
- ANEXO 2.** Estructura básica para líneas aéreas
- ANEXO 3.** Programación en modelos de las protecciones de sobrecorriente
- ANEXO 4.** Datos originales descriptivos de circuitos SF-15 y UM-33

1. INTRODUCCIÓN

La realización de este trabajo de grado es la confluencia de un esfuerzo conjunto del Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica de la UIS, el cual ha llevado a la elaboración de una herramienta informática diseñada para generar información referente a fallas dentro de un sistema de suministro de energía eléctrica e implementar metodologías para localización de fallas en estos sistemas.

Para lograr los alcances planteados en esta investigación, se realizaron las siguientes actividades:

- Revisión de la plataforma de simulación
- Selección de modelos
- Caracterización de circuitos de prueba
- Revisión de la plataforma de implementación del software
- Elaboración de la interactividad entre plataformas
- Realización del motor de búsqueda de resultados

Esta investigación es soportada por otros estudios realizados en el marco del proyecto “Modelos híbridos para la localización de fallas en sistemas de distribución de energía eléctrica” llevado a cabo por el Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica de la UIS (GISEL).

Conociendo ahora lo que se quiere llevar a cabo y con el fin de centrar al lector en el tema, se tratarán los siguientes tópicos en los capítulos subsiguientes.

- **Capítulo 2. Calidad de la energía eléctrica.** Se presentarán definiciones concernientes a la calidad en el suministro de la energía eléctrica. También se introduce al lector al concepto de descriptores.
- **Capítulo 3. Modelado de elementos de circuitos de distribución.** En esta sección se mostrarán algunos modelos considerados para representar los elementos de las redes de distribución de energía eléctrica.
- **Capítulo 4. Selección de modelos.** Según los modelos considerados en el tercer capítulo se eligen los más acordes para este estudio.
- **Capítulo 5. Sistematización de la simulación.** En este capítulo se escogen las plataformas de simulación y se muestra su interactividad. Esto con el fin de generar resultados en la simulación de fallas en sistemas de distribución de energía eléctrica.
- **Capítulo 6. Simplificación y caracterización de los circuitos reales.** Al trabajar con datos es necesario su clasificación y eventual simplificación. En este capítulo se introducen las consideraciones tomadas en la caracterización de los circuitos de distribución.
- **Capítulo 7. Resultados.** Se mostrarán resultados característicos obtenidos luego de realizar las simulaciones de los circuitos de distribución caracterizados y modelados.

2. CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

El estudio de los fenómenos que causan las perturbaciones electromagnéticas en sistemas eléctricos de potencia, brinda la información necesaria para mejorar la calidad de la energía eléctrica que se transporta y se distribuye a un gran número de usuarios.

Es de gran importancia suministrar este servicio con buena calidad, ya que cualquier interrupción o perturbación puede causar inconvenientes, desde daño de electrodomésticos para usuarios residenciales, hasta grandes pérdidas económicas a causa de interrupciones en la producción para usuarios industriales.

Para esbozar la necesidad de estos estudios, se define la calidad de la potencia eléctrica como: *el conjunto de características físicas de las señales de tensión y corriente para un tiempo dado y lugar determinado, que tiene el propósito de satisfacer necesidades del cliente*⁵, de manera que los requerimientos de calidad son dependientes del tipo de usuario. Además, de la calidad de la potencia, se debe garantizar también la calidad del suministro, la cual comprende desde la disponibilidad y confiabilidad, hasta la continuidad de la energía eléctrica.

Algunos fenómenos tratados respecto a la calidad de la energía eléctrica son los transitorios electromagnéticos de impulso y oscilatorios, caídas de tensión de corta y larga duración, subidas de tensión de corta y larga duración, interrupciones, armónicos, muescas en las señales de tensión, ruido, fluctuaciones de tensión, variaciones de frecuencia y cambios del factor de potencia.

⁵ Norma Técnica Colombiana NTC 5000

En este estudio se dirige la atención a los fenómenos que causan interrupciones en el suministro de la energía; *una interrupción se define como una ausencia de tensión por un periodo superior a 0,5 s, o cuando la señal de tensión disminuye a un valor menor de 0,1 p.u. del valor nominal por el mismo periodo de tiempo*⁶. Por lo que se consideran situaciones tales como fallas de cortocircuito, o aquellas otras que produzcan los mismos efectos, tales como caídas de tensión.

Las fallas de cortocircuito ocasionan caídas de tensión debido al aumento de la corriente eléctrica y a la equipotencialización de los terminales cortocircuitados, como por ejemplo, fase y terminal de tierra. Sin embargo, las caídas de tensión ocurren para situaciones diferentes a las de falla de cortocircuito, tales como la conexión de grandes cargas a la red, energización de transformadores, arranque de motores, etc. Estas caídas de tensión son generalmente llamadas *sags* o *huecos de tensión* (Figura. 1), y se definen como *la reducción (generalmente de 0,9 a 0,1 p.u.) del valor eficaz de la señal de tensión para duraciones de 0,5 ciclos a 1 minuto para frecuencia industrial (60 Hz.)*⁷.

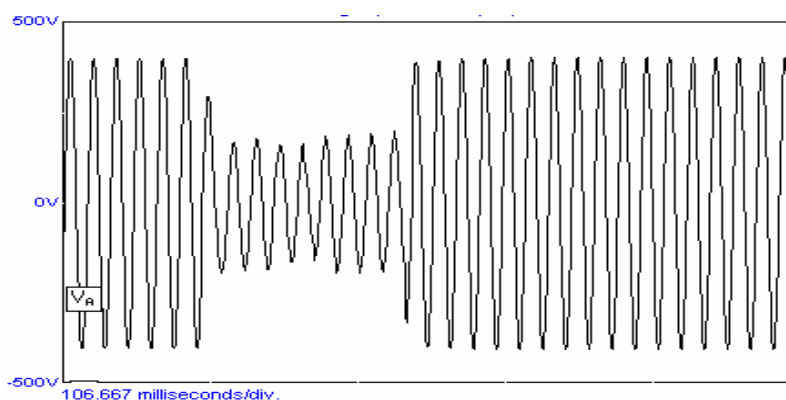


Figura 1. Forma de onda con un hueco de tensión

En el caso de fallas de cortocircuito, estas se pueden dividir en falla monofásica, falla bifásica, falla bifásica a tierra, falla trifásica y trifásica a tierra, cada una estudiada por medio de los circuitos de secuencia, los cuales muestran el desbalance de las fases eléctricas como tres sistemas diferentes de secuencia

⁶ Norma Técnica Colombiana NTC 5000

⁷ Norma Técnica Colombiana NTC 5000

(positiva, negativa y cero) cada uno balanceado, facilitando su análisis y la rápida localización de la falla, para disminuir el tiempo de interrupción ocasionado por ésta.

Para el caso de Colombia, en materia legal existe el marco regulatorio de la CREG⁸, el cual a través del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional y el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica (CREG 70/98), describe las pautas bajo las cuales se deben realizar conexiones de cargas, de generadores, operaciones de manejo, de planeación, etc.

Este reglamento describe también el nivel de calidad del suministro de la energía eléctrica, apoyándose en los indicadores FES y DES, y definiendo los criterios de calidad de la onda de tensión, tales como el intervalo establecido de la frecuencia, de la magnitud, entre otros.

En cuanto a la onda de tensión y de corriente, estas pueden ser caracterizadas por diferentes parámetros llamados descriptores, los cuales permiten la clasificación de las ondas registradas en la cabecera de los alimentadores. Sin embargo, antes de listar estos descriptores se debe conocer acerca de los fenómenos transitorios.

2.1. TRANSITORIOS ELECTROMAGNÉTICOS

Los transitorios electromagnéticos en sistemas de potencia son eventos de corta duración que se caracterizan por un contenido elevado de componentes de alta frecuencia, y se clasifican en transitorios oscilatorios y transitorios tipo impulso⁹.

⁸ Comisión Reguladora de Energía y Gas, CREG

⁹ IEEE 1159 de 1995

Los transitorios oscilatorios son el cambio repentino de una señal a una frecuencia diferente a la de suministro. Lo anterior se presenta en condición de estado estacionario de la tensión, la corriente, o ambas, donde los valores instantáneos cambian de polaridad rápidamente. Estos cambios se caracterizan por su frecuencia, duración y magnitud.

Los transitorios oscilatorios son causados principalmente por conexión de bancos de condensadores, por reencendidos durante la desconexión de transformadores y por la conexión de líneas. Existen transitorios oscilatorios de alta, media y baja frecuencia, los cuales se describen a continuación.

- **Transitorio de alta frecuencia:** Este transitorio posee una componente de frecuencia característica mayor de 500 kHz y una duración típica del orden de microsegundos. Se presenta por maniobras en el sistema y también como respuesta del sistema a un transitorio tipo impulso.
- **Transitorio de media frecuencia:** Es un transitorio con una componente de frecuencia característica entre 5 kHz y 500 kHz, con una duración del orden de microsegundos. Se presenta por la energización de condensadores, también pueden presentarse como respuesta del sistema a un transitorio tipo impulso.
- **Transitorio de baja frecuencia:** Es un transitorio con una componente de frecuencia característica menor de 5 kHz y una duración de 0,3 ms a 50 ms. Estos transitorios ocurren frecuentemente en los sistemas de distribución y son causados principalmente por la energización de bancos de condensadores con frecuencias características entre 300 Hz y 900 Hz, su magnitud pico está entre 1,3 p.u. a 1,5 p.u. y su duración está entre 0,5 ciclos y 3 ciclos.

El transitorio tipo impulso por otra parte, se define como el cambio súbito a una frecuencia distinta a la de suministro. Esto se presenta en condición de estado estacionario para la tensión, la corriente o ambos, y es unidireccional en polaridad. Se caracterizan normalmente por los tiempos de subida y caída de la señal. Los transitorios tipo impulso normalmente son causados por descargas atmosféricas y pueden provocar transitorios oscilatorios por inducción electromagnética.

2.2. DESCRIPTORES

Los descriptores se pueden definir como un conjunto de parámetros que permiten la clasificación de las ondas de tensión y corriente registradas en la cabecera de la fuente. Estos descriptores pueden estar asociados a algunas perturbaciones electromagnéticas tales como huecos de tensión, estados transitorios de la señal y al accionamiento de las protecciones del sistema.

2.2.1. Caracterización de los huecos de tensión

En la figura 2 se presenta la forma de onda de un hueco de tensión monofásico

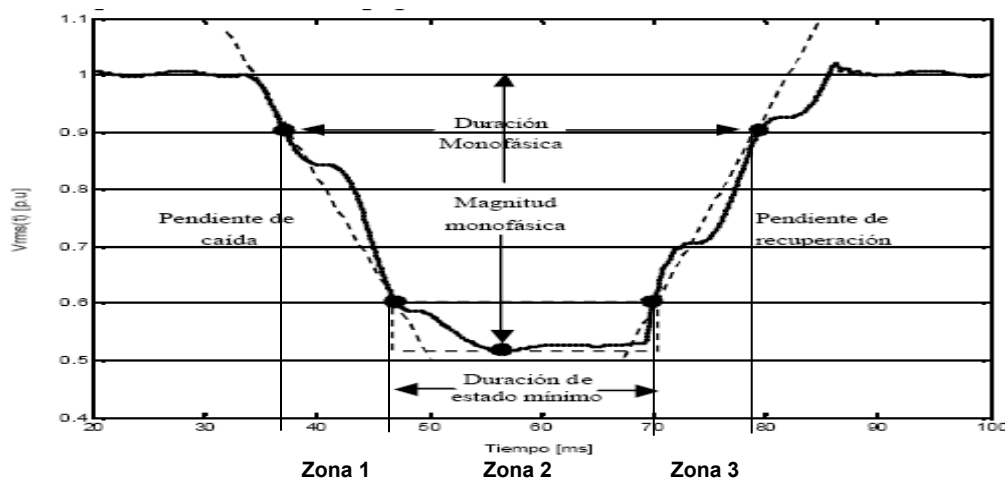


Figura 2. Forma de onda de los huecos de tensión monofásicos

En el caso de un hueco de tensión monofásico se definen a continuación los siguientes descriptores:

- Magnitud de la caída monofásica: Máxima caída de tensión en cada fase del sistema de potencia.
- Duración de la caída monofásica: Máxima cantidad de tiempo en el cual el valor eficaz de la tensión esta por debajo del 90% de su valor nominal en cada fase del sistema de potencia.
- Duración mínima del evento: tiempo durante el cual la tensión se mantiene sobre una banda del 2% de su valor mínimo.
- Pendiente de hueco de tensión: Pendiente de la primera parte del hueco de tensión monofásico.
- Pendiente de recuperación de tensión: Pendiente de la última parte del hueco de tensión monofásico.

Los descriptores anteriores pueden presentarse en tres posibles zonas del hueco de tensión:

- Zona 1: Define la etapa de comienzo de la falla que produce la caída de tensión.
- Zona 2: La falla se estabiliza y ningún dispositivo de protección opera para causar su aislamiento.
- Zona 3: El sistema de protecciones se activa, abriendo los interruptores, devolviéndole su operación al sistema.

Para los huecos de tensión no monofásicos las formas de onda son similares a las de la figura 3.

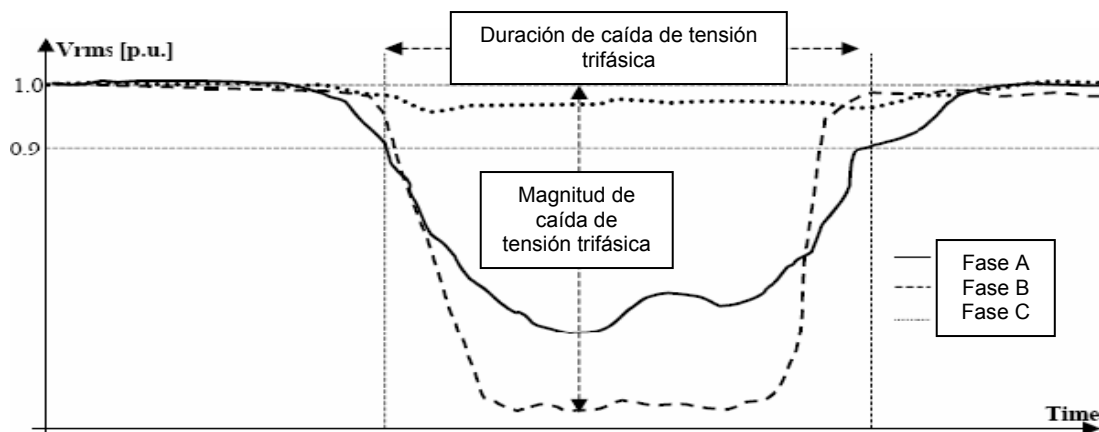


Figura 3. Forma de onda para huecos de tensión no monofásicos

De donde se extraen los siguientes descriptores:

- Magnitud de caída de tensión trifásica: Máximo valor de la caída de tensión del sistema de potencia trifásico en su duración.
- Duración de la caída de tensión trifásica: Tiempo máximo desde que el valor eficaz de la tensión trifásico es menor a 0,9 en p.u.
- Pendiente de ascenso: Es la tasa de variación final que presenta cada una de las señales de tensión al ocurrir la falla. Se calcula de manera análoga a la pendiente de descenso
- Pendiente de descenso: es la tasa de variación inicial que presenta cada una de las señales de tensión al ocurrir la falla. Esta se calcula mediante la linealización de la señal desde la detección del hueco de tensión ($V < 0,9$ p.u), hasta el punto de estabilidad de la señal en falla.

Otros descriptores para los huecos de tensión son:

- \bar{H} : Media de las tres profundidades monofásicas [p.u].
- \bar{I} : Media de las tres corrientes monofásicas [p.u].
- \bar{PC} : Media de las tres pendientes de caída monofásica.
- σ_H : Desviación estándar de las tres profundidades monofásicas.
- σ_I : Desviación estándar de las tres corrientes monofásicas.
- σ_{PC} : Desviación estándar de las tres pendientes de caída monofásica

2.2.2. Caracterización de las señales transitorias

La duración de los eventos transitorios depende de los parámetros (R, L y C) que posee el circuito. Así, según la combinación de valores de los parámetros del sistema se tendrán distintos tipos de transitorios (sobreamortiguado, subamortiguado y críticamente amortiguados)¹⁰

El análisis transitorio de las señales de tensión y corriente se realiza para extraer sus componentes frecuenciales y asociarlas a una distancia eléctrica de la incidencia de una falla. Para esto es necesario utilizar herramientas como la Transformada Wavelet (TW) y la Transformada de Fourier (TF).

A partir de la utilización de la TW tomando como función madre (*Daubechies 4*)¹¹ hasta el quinto nivel de descomposición, es posible obtener características de la señal al producirse una falla. Estas características son:

- Frecuencia del transitorio: Frecuencia de la repuesta transitoria en la señal de tensión de cada fase.

¹⁰ Greenwood Allan, "Electrical Transients in Power Systems". Electric Power Engineering Department, Troy, New York. Second edition.

¹¹ Karimi, Masoud; Mokthari, Hossein; Iravani, Reza. "Wavelet based on line disturbance detection for power quality applications". IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 17, No. 1, January 2002.

- Duración del transitorio: Duración de la respuesta transitoria en la señal de tensión de cada fase.

De éstas características se pueden obtener descriptores de frecuencia y duración de la falla.

Los sistemas de distribución son protegidos con dispositivos reconectores y fusibles. Por las acciones de estos elementos al ocurrir fallas, se refleja un comportamiento en el sistema llamado *Firma del Sistema*, el cual puede ser analizado mediante la TW brindando la posibilidad de obtener algunos descriptores asociados a este comportamiento, tales como:

- Información de la firma del sistema: Para cada fase se tiene un vector fila que contiene la relación corriente-tiempo (I/t) para los intervalos en que está presente la falla, además de esto, los tiempos entre disparos de las protecciones, cuando estas actúan para aislar una falla. También contiene información como la posición de la muestra y tiempo de disparo.
- Variación de la corriente de carga: Son las variaciones de la corriente de carga ocasionada por la desconexión de usuarios. Se define la relación de esta corriente en mediciones postfalla y prefalla en los instantes de disparo.
- Variación de la potencia aparente y el factor de potencia: La variación de potencia aparente se obtiene tras sustraer la potencia aparente en instantes prefalla y postfalla. La variación del factor de potencia se aprecia al medir la diferencia de tiempo entre la señal de tensión y corriente para calcular el ángulo de desfase entre las señales y su variación al restar estos valores momentos antes y después de la falla.

- Valor propio: Es la relación entre la distancia al punto de falla y los valores propios de los vectores de corriente de fase.
- Variación de tensión y corriente eficaz: Con estos dos descriptores se pretende calcular el delta de corriente y tensión que aparece cuando el sistema pasa de estado estable a un estado de falla.

2.3. FALLAS DE CORTOCIRCUITO

Las fallas que comúnmente ocurren en los sistemas de energía eléctrica son las de cortocircuito.

Existen varias formas de que ocurran este tipo de fallas, de las cuales se enumeran para un sistema trifásico la de fase a tierra, fase a fase, fase-fase a tierra, todas las fases y todas las fases a tierra.

Cada una de las anteriores puede ocurrir de diferente forma, es decir, involucrando distintas fases en el mismo tipo de falla, de manera que al final se tienen once diferentes modos de que ocurran fallas de cortocircuito.

Las once fallas se listan a continuación:

- Fase A – tierra
- Fase B – tierra
- Fase C – tierra
- Fase A – fase B
- Fase B – fase C
- Fase C – fase A
- Fase A – fase B – tierra

- Fase B – fase C – tierra
- Fase C – fase A – tierra
- Fase A – fase B – fase C
- Fase A – fase B – fase C – tierra

Todas las fallas a excepción de las trifásicas, generan un desbalance en el sistema, por lo cual es necesario utilizar el método de las componentes simétricas para efectuar un análisis adecuado.

En este método, cada tipo de falla tiene un circuito equivalente con el fin de realizar el análisis del sistema de transmisión de energía eléctrica en el cual ocurrió la falla. Si el lector desea profundizar más en este tema puede referirse al escrito de Grainger/Stevenson¹².

¹² Grainger/Stevenson, “Análisis de Sistemas de Potencia”. McGraw Hill.

3. MODELADO DE ELEMENTOS DE CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN

Con el fin de representar una red de distribución de energía eléctrica en un espacio virtual, es necesario encontrar modelos de los elementos del sistema que sean adecuados para los estudios a efectuar. Los elementos del sistema que se modelan en este estudio son los siguientes:

- Fuente
- Alimentadores o líneas de distribución
- Cargas
- Protecciones
- Fallas de cortocircuito

Cada uno de los elementos anteriores tiene una variedad de representaciones según sea el fin de su utilización. Los modelos usados son los contenidos en la biblioteca de ATPDraw a excepción de los modelos de las protecciones.

3.1. FUENTE

El modelo considerado fue brindado por el software ATPDraw, el cual simula una fuente trifásica de tensión o de corriente, aterrizada, con forma de onda sinusoidal de única frecuencia, en la cual se especifican los valores de amplitud, frecuencia, desfase, tiempo de comienzo y tiempo de finalización, para representar este elemento.

Es vital para este modelo que la fuente disminuya su tensión al presentarse un aumento considerable en la corriente entregada al circuito.

3.2. ALIMENTADORES O LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

Para la representación de estos elementos se revisaron los siguientes modelos de líneas:

- Parámetros concentrados: Modelo de Bergeron, Equivalente Pi, Línea RL con acoples, Línea RL simétrica.
- Parámetros distribuidos constantes: Línea transpuesta de Clarke, Línea no transpuesta de K.C. Lee.
- Parámetros distribuidos dependientes de la frecuencia: Modelo de J. Martí, Modelo de T. Noda, Modelo de Semlyen.

3.2.1. Parámetros concentrados

Los circuitos de parámetros concentrados son aproximaciones discretas a los de parámetros distribuidos constantes y corresponden a los primeros modelos usados para el estudio de transitorios en ATP.

El equivalente Pi por ejemplo, consiste en concentrar los parámetros de la línea para formar una impedancia serie y dos susceptancias iguales en paralelo, formando así un circuito en forma de π . Su principal desventaja es que presenta oscilaciones alrededor de la solución, pero estas pueden amortiguarse usando resistencias en paralelo a la impedancia serie del circuito. Su principal ventaja es

que no condiciona el paso de tiempo (ΔT) del cálculo de la solución¹³. Este modelo en ATP se realiza a partir del cálculo de matrices de impedancia serie y susceptancia en paralelo.

3.2.2. Parámetros distribuidos constantes

Los modelos de parámetros distribuidos constantes, se basan en el cálculo de la propagación de diferentes componentes de modo, y luego para los extremos de la línea se convierten los valores modales a fasoriales por medio de una matriz de transformación. Esta matriz, en líneas no transpuestas es dependiente de la frecuencia, lo cual ocasiona problemas al momento de seleccionar tal frecuencia. Otro error inducido en la solución se presenta al seleccionar un paso de tiempo que no sea submúltiplo del tiempo de propagación de la línea, ya que los picos muy agudos en la solución pueden ser recortados en el proceso de interpolación lineal que utiliza ATP para este caso. Sin embargo, el problema relevante para este estudio, es el paso de tiempo, ya que se exige que el ΔT sea menor que el tiempo de tránsito de la onda, el cual para líneas cortas es muy reducido, aumentando esto, los requerimientos para el cálculo de la solución.

3.2.3. Parámetros distribuidos dependientes de la frecuencia

Las representaciones de la línea basadas en modelos de parámetros distribuidos dependientes de la frecuencia realizan el cálculo de los parámetros de la línea en función de la frecuencia de la solución.

En el modelo de Semlyen se aproxima la impedancia característica y la constante de propagación de la línea por medio de funciones exponenciales, sin embargo,

¹³ Orlando Hevia, “Comparación de los modelos de línea del ATP”

estas ecuaciones son tan sencillas que aún, al no haber discontinuidades en la solución, la aproximación de la misma es insuficiente, es decir, que al haber oportunidad para una solución exacta, esta se aproxima, introduciéndose un error.

Para el modelo de Martí, al igual que el de Semlyen, se calcula la impedancia característica y la constante de propagación. Esto se realiza a partir de una matriz de transformación para estado estable y otra para estado transitorio. Lo último es uno de los problemas que presenta este modelo, ya que las matrices de transformación son constantes y esto supone errores sobre todo para líneas subterráneas. Otro inconveniente es su inestabilidad ante bajas frecuencias, lo que puede incurrir en resultados inexactos.

Para los dos modelos anteriores cabe decir que presentan el mismo inconveniente que aquellos modelos de parámetros distribuidos constantes con respecto al tiempo de paso, donde se exige que este sea menor que el tiempo de propagación.

En el modelo de Noda, a cambio de los dos modelos anteriores, el cálculo de las variables se hace en el espacio fasorial, evitando los problemas que surgen por el uso de la matriz de transformación.

El principal problema que presenta este modelo es la interactividad con el programa ARMAFIT (Interpolated AutoRegressive Moving-Average), el cual realiza en el dominio del tiempo la convolución en el dominio fasorial¹⁴. Esta interactividad presenta problemas, ya que en pruebas realizadas, se comprobó que algunas líneas del archivo generado por el ARMAFIT no son compatibles con el modelo Noda. Este modelo no presenta restricciones en cuanto al tiempo de paso.

¹⁴ Taku Noda, Akihiro Ametani. "User Instructions of Noda Setup in ATP". Julio 1998.

En la tabla 1, se recopilan las ventajas y desventajas encontradas en cada uno de los modelos de línea considerados en la biblioteca de ATPDraw, con el fin de que el lector relacione de una manera sencilla cada una de sus propiedades.

Modelo	Ventajas	Desventajas
Parámetros concentrados	<ul style="list-style-type: none"> Sencillez y rapidez en el cálculo de la solución. No condiciona el ΔT para el cálculo de la solución. 	<ul style="list-style-type: none"> Parámetros de línea constantes a frecuencia variable. Naturaleza oscilatoria en la solución.
Parámetros distribuidos constantes	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de una matriz de transformación lo que brinda mayor exactitud a la solución que los modelos de parámetros constantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Condiciona el paso de tiempo para el cálculo de la solución.
Parámetros distribuidos dependientes de la frecuencia		
<ul style="list-style-type: none"> <i>Semlyen</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Sencillez en el cálculo. Matriz de transformación utilizada en el cálculo de la solución. 	<ul style="list-style-type: none"> Inexactitudes innecesarias en el cálculo de la solución. Condicionamiento en el paso de tiempo.
<ul style="list-style-type: none"> <i>Martí</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de transformadas de transformación. Modelo frecuentemente utilizado para este tipo de estudios. 	<ul style="list-style-type: none"> Matriz de transformación constante. Condicionamiento en el paso de tiempo
<ul style="list-style-type: none"> <i>Noda</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Cálculo de variables en el espacio fasorial. No presenta restricciones ni condicionamientos en el paso de tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> Interactividad con el programa ARMAFIT. Problemas de confiabilidad en su funcionamiento.

Tabla 1. Comparación de los modelos de línea de ATPDraw.

3.3. CARGAS

El modelo de carga en ATP se puede implementar como un RLC trifásico conectado en Y con el neutro aterrizado, como una carga RLC trifásica conectada en D o como una carga RLC trifásica, conectándose las ramas en paralelo.

3.4. PROTECCIONES

El esquema de protecciones implementado consiste en la protección de sobrecorriente de la subestación, reconectadores de sobrecorriente y dispositivos fusibles. Estos elementos no están predefinidos en ATP, sin embargo, gracias a la colaboración del Grupo de Investigación en Planeamiento Eléctrico de la Universidad Tecnológica de Pereira, se obtuvieron los modelos de estos dispositivos programados en el lenguaje MODELS de ATP.

Estos elementos se basan en las curvas normalizadas para relés de sobrecorriente dictadas por el Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE), establecidas en 1999. Su funcionamiento se rige por una ecuación cuyos parámetros en su mayoría son determinados por el IEEE. Los restantes son calculados por el programa de cada dispositivo para cada instante de tiempo.

3.5. FALLAS DE CORTOCIRCUITO

Las fallas de cortocircuito se caracterizan por tener una resistencia de falla. Se realizó un modelo en ATP basado en interruptores, el cual permite realizar todos los tipos fallas de cortocircuito controlando el valor de las resistencias de falla y los tiempos de actuación de los interruptores.

4. SELECCIÓN DE MODELOS

Para modelar un sistema eléctrico de potencia, es necesario seleccionar sus elementos constitutivos relevantes, caracterizarlos y elegir un modelo adecuado para el tipo de estudio que se desea realizar.

Lo descrito anteriormente fue efectuado para dos circuitos de distribución de media tensión proporcionados por la empresa CODENSA¹⁵, con el fin de implementar un modelo de estas redes en el software de simulación ATPDraw y realizar un estudio de estos circuitos que desemboque en el cálculo de descriptores que caractericen estos sistemas de distribución.

Los elementos de los circuitos fueron modelados de la siguiente manera.

4.1. FUENTE

La fuente es el elemento que suministra energía eléctrica al resto de la red.

Su modelo debe cumplir con las siguientes características:

- Poseer una potencia fija: Esto se debe a que en la ocurrencia de una falla de cortocircuito, el comportamiento de la fuente será el incremento de la magnitud de corriente y el decrecimiento de la magnitud de la tensión.

¹⁵ CODENSA, Comercializadora de Energía S.A. E.S.P.

- Tener una impedancia interna: En una máquina eléctrica las pérdidas de energía siempre están presentes, por lo que esto se representa con la existencia de una impedancia interna.

En ATPDraw se verificaron las características buscadas para la implementación de la fuente de tensión. Se encontró que la fuente “AC 3-ph. Type 14” cumple con estas características.

En la figura 4 se presenta el esquema utilizado para corroborar que la fuente no presenta potencia infinita.

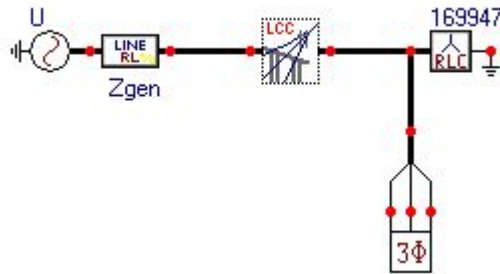


Figura 4. Circuito de prueba del modelo de la fuente trifásica.

Los resultados obtenidos por medio de esta prueba muestran que el modelo de la fuente, garantiza caídas de tensión en el evento de una falla de cortocircuito. Para mostrar esto, en la figura 5 se muestra la tensión eficaz durante un periodo de 1seg, para el caso de una falla trifásica a los 250ms y se despejó a los 750ms en la ubicación mostrada en la figura 4.

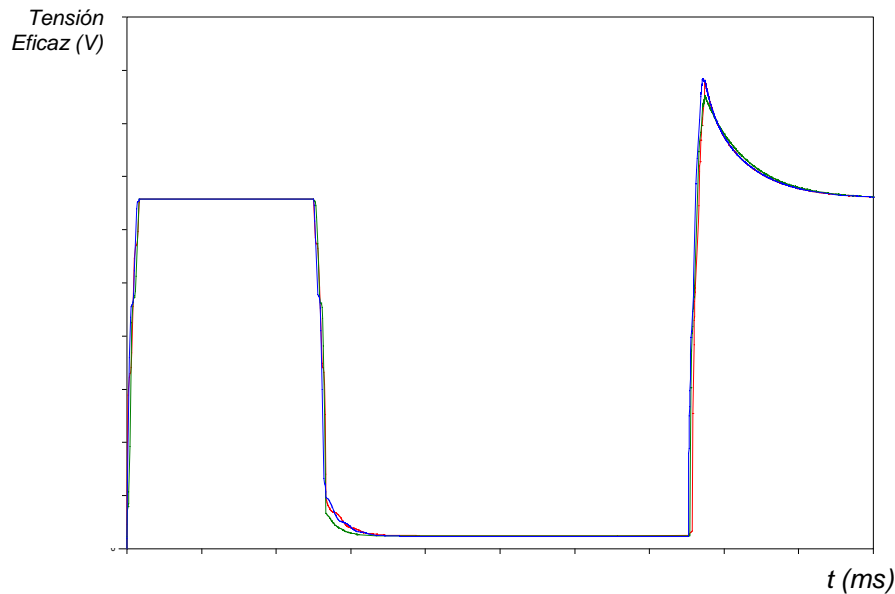


Figura 5. Tensión eficaz en terminales de la fuente cuando ocurre una falla.

La impedancia interna de la fuente es una representación de las pérdidas en el sistema. Debido a que en la realidad este sistema comprende el transformador situado en la subestación principal y la red que lo precede, el valor de esta impedancia está sujeto a las características de potencia que puedan entregar estos elementos a la falla.

Para los circuitos de media tensión estudiados, se encontró que para la tensión de 11 kV el nivel de falla es de 200MVA¹⁶. El nivel de tensión fue extraído de los datos de los transformadores de las subestaciones principales como se ve en el Anexo 1.

4.2. ALIMENTADORES O LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

Para el modelado de líneas de distribución se consideraron los siguientes modelos:

¹⁶ Math H.J. Bollen. "Understanding Power Quality Problems, Voltage Sags and Interruptions". IEEE Press. 1960

- Parámetros concentrados constantes
- Parámetros distribuidos constantes
- Parámetros distribuidos dependientes de la frecuencia

Según O. Hevia, el modelo más utilizado para realizar estudios de tipo transitorio es el J.Martí, ya que si bien tiene ciertos problemas, permite obtener resultados convincentes¹⁷.

Siguiendo esta recomendación, se implementó este modelo en las líneas del circuito UM-33 proporcionado por CODENSA¹⁸, pero siendo estas de tan corta longitud, obligan al modelo de J. Martí a reducir el tiempo de paso al mínimo permitido por ATP (figura 6), lo cual resulta en un excesivo tiempo de simulación por falla (mayor a 2 hr).

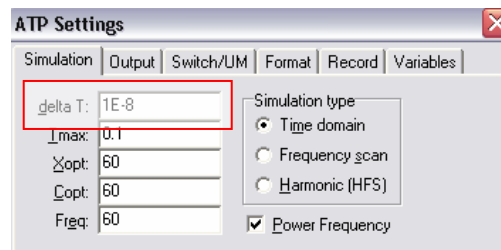


Figura 6. Tiempo de paso en ATP Settings y duración de la simulación

Haciendo entonces una revisión del documento de Hevia, se descartan por este mismo problema los modelos de parámetros distribuidos constantes, lo cual deja el modelo Pi y el modelo de T. Noda.

Se intentó implementar entonces el modelo de T. Noda para el mismo circuito anterior (UM-33), resultando en errores sucesivos tanto en la generación del archivo biblioteca (.LIB) creado por el programa ARMAFIT, como en la lectura de tales archivos por el algoritmo del modelo. Este modelo no fue seleccionado

¹⁷ Orlando Hevia, "Comparación de los modelos de línea de ATP"

¹⁸ Comercializadora de Energía S.A. E.S.P.

debido a problemas de confiabilidad, ya que no fue posible realizar simulación alguna.

Viendo esto, solo queda usar el modelo Pi, el cual presenta tiempos de simulación razonables de 15 s. Entonces todas las líneas de los circuitos UM-33 y SF-15 fueron modeladas utilizando el equivalente Pi de la rutina LCC (Line Cable Constants) trifásica del ATP.

El bloque LCC de ATP permite ingresar los datos de la línea, como lo son, la distancia entre fases, datos de los cables y otros datos como la resistencia de tierra. Esto se muestra en la figura 7.

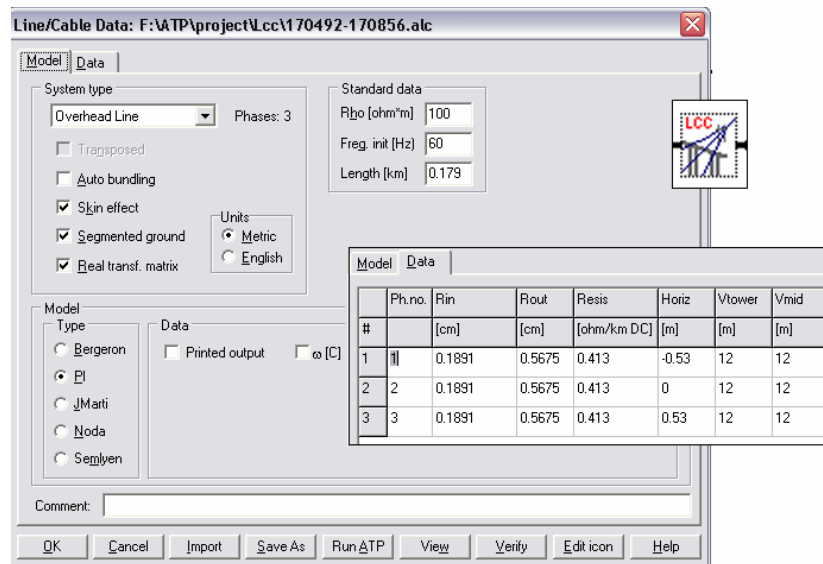


Figura 7. Bloque LCC y datos necesarios para su funcionamiento

Los datos de los cables fueron extraídos de tablas de especificaciones técnicas para cables de Centelsa, tomándose un radio interno aproximado por el espesor de la capa de aluminio para cables ASCR, un radio externo correspondiente al radio de la circunferencia que envuelve al cable, el valor de la resistencia en corriente continua por kilómetro de conductor y las distancias específicas de la estructura seleccionada.

La estructura usada para líneas aéreas es la L.A. 204 de la norma de CODENSA vista en el Anexo 2.

Para la comparación de los modelos se utilizó la herramienta *Verify* en los bloques LCC, el cual permite mediante la opción *Line Model Frequency Scan*, realizar un barrido de frecuencia para el modelo implementado y compararlo para un rango de frecuencia (60 a 25000 Hz para este caso) con el modelo PI Exacto. Los resultados de estas pruebas a continuación.

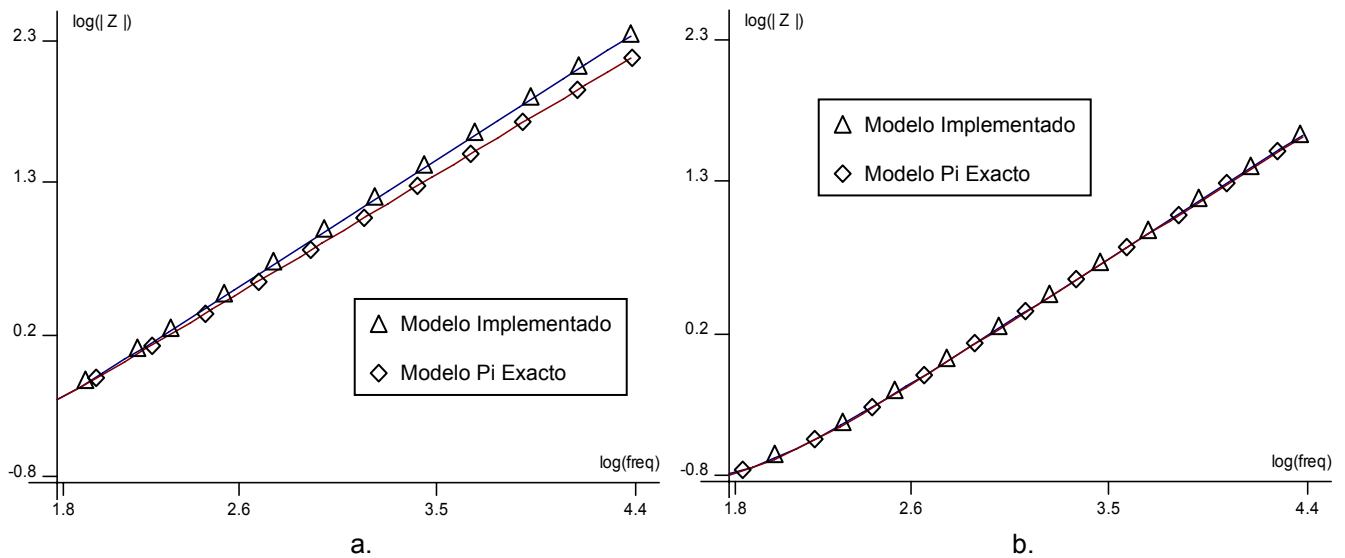


Figura 8. Barrido de frecuencia para modelo Pi.
a. Secuencia cero, b. Secuencia positiva

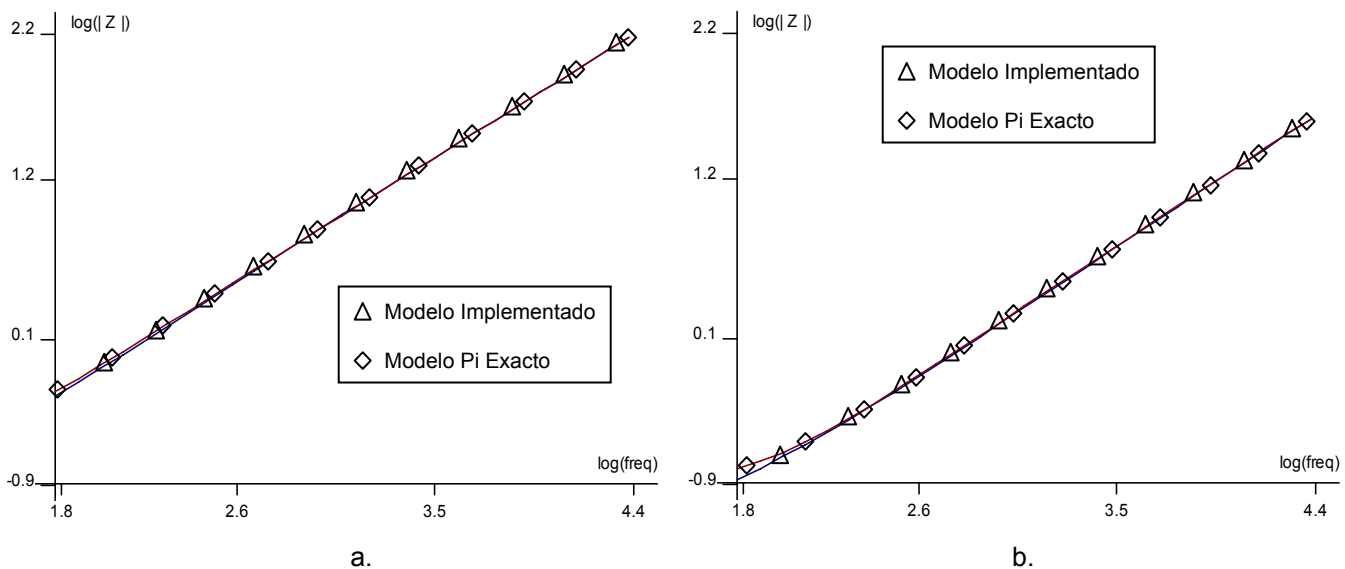


Figura 9. Barrido de frecuencia para modelo J.Martí.
a. Secuencia cero, b. Secuencia positiva

En las figuras 8 y 9, la línea marcada con triángulos representa el modelo de la línea implementado y la marcada con rombos el modelo Pi exacto. Se puede ver en las figuras, que para la secuencia cero en el modelo Pi (figura 8) existe una diferencia apreciable en la magnitud de la impedancia con respecto al modelo Pi exacto para frecuencias por encima de 500Hz, lo que implica un error en los cálculos de la solución.

Esto no ocurre con el modelo J.Martí (figura 9), sustentando esto que el modelo de Martí es más apropiado para altas frecuencias que el modelo Pi. Sin embargo, al pensar en el tiempo necesario para calcular una solución en los circuitos de media tensión estudiados (2hr por falla en J.Martí vs. 15s por falla en modelo Pi), se escoge el modelo Pi.

4.3. CARGAS

Las cargas serán consideradas desde los transformadores de media tensión a baja tensión hasta los usuarios, es decir, que los transformadores serán vistos como cargas trifásicas conectadas a la red de media tensión. Esto debido a la falta de información proporcionada por la empresa acerca de los usuarios, a que fases están conectadas las cargas y la naturaleza de las cargas en general.

Así que se decidió tomar los transformadores como cargas trifásicas que trabajan a plena carga durante el transcurso de la simulación.

Para representar las cargas, se utiliza la carga trifásica conectada en Y con el neutro aterrizado debido a que las redes de baja tensión urbanas son trifásicas tetrafilares, significando esto que poseen neutro.

En ciertos casos donde se compense el factor de potencia con bancos de condensadores, se utilizará la carga RLC trifásica con ramas en paralelo.

Para el caso del circuito SF-15, en donde se compensa la carga en los nodos N006 y N051, el cálculo de ésta compensación se lleva a cabo por medio de un coeficiente encontrado en la tabla 2¹⁹.

Factor de potencia inicial	Factor K														
	Factor de potencia deseado														
	0.86	0.87	0.88	0.89	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1
0.66	0.545	0.572	0.599	0.626	0.654	0.683	0.712	0.743	0.775	0.810	0.847	0.888	0.935	0.996	1.138
0.67	0.515	0.541	0.568	0.596	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857	0.905	0.966	1.108
0.68	0.485	0.512	0.539	0.566	0.594	0.623	0.652	0.683	0.715	0.750	0.787	0.828	0.875	0.936	1.078
0.69	0.456	0.482	0.509	0.537	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.798	0.846	0.907	1.049
0.70	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.565	0.594	0.625	0.657	0.692	0.729	0.770	0.817	0.878	1.020
0.71	0.398	0.425	0.452	0.480	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.789	0.849	0.992
0.72	0.370	0.397	0.424	0.452	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761	0.821	0.964
0.73	0.343	0.370	0.396	0.424	0.452	0.481	0.510	0.541	0.573	0.608	0.645	0.686	0.733	0.794	0.936
0.74	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766	0.909
0.75	0.289	0.315	0.342	0.370	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679	0.739	0.882
0.76	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.400	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.605	0.652	0.713	0.855
0.77	0.235	0.262	0.289	0.316	0.344	0.373	0.403	0.433	0.466	0.500	0.537	0.578	0.626	0.686	0.829
0.78	0.209	0.236	0.263	0.290	0.318	0.347	0.376	0.407	0.439	0.474	0.511	0.552	0.599	0.660	0.802
0.79	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573	0.634	0.776
0.80	0.157	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499	0.547	0.608	0.750
0.81	0.131	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	0.521	0.581	0.724
0.82	0.105	0.131	0.158	0.186	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447	0.495	0.556	0.698
0.83	0.079	0.105	0.132	0.160	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421	0.469	0.530	0.672
0.84	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395	0.443	0.503	0.646
0.85	0.026	0.053	0.080	0.107	0.135	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369	0.417	0.477	0.620
0.86	---	0.027	0.054	0.081	0.109	0.138	0.167	0.198	0.230	0.265	0.302	0.343	0.390	0.451	0.593
0.87	---	---	0.027	0.054	0.082	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364	0.424	0.567
0.88	---	---	---	0.027	0.055	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397	0.540
0.89	---	---	---	---	0.028	0.057	0.086	0.117	0.149	0.184	0.221	0.262	0.309	0.370	0.512
0.90	---	---	---	---	---	0.029	0.058	0.089	0.121	0.156	0.193	0.234	0.281	0.342	0.484
0.91	---	---	---	---	---	---	0.030	0.060	0.093	0.127	0.164	0.205	0.253	0.313	0.456
0.92	---	---	---	---	---	---	---	0.031	0.063	0.097	0.134	0.175	0.223	0.284	0.426
0.93	---	---	---	---	---	---	---	---	0.032	0.067	0.104	0.145	0.192	0.253	0.395
0.94	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.034	0.071	0.112	0.160	0.220	0.363
0.95	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.037	0.078	0.126	0.186	0.329
0.96	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.041	0.089	0.149	0.292
0.97	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.048	0.108	0.251
0.98	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.061	0.203
0.99	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.142

Tabla 2. Factor o constante "K"

Donde a partir de la potencia aparente y el factor de potencia de la carga a compensar se obtiene la potencia activa. Este valor de potencia activa es luego

¹⁹ Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE, México. Compensación del factor de potencia. www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_438_compensacion_del_fac

multiplicado por el factor K de la tabla 2, resultando en la potencia reactiva del banco de condensadores, para luego hallar la reactancia capacitiva.

Para las cargas a compensar en ambos nodos del circuito SF-15 se asumió un factor de potencia de 0,85 en atraso, compensado a 0,9 en atraso, lo cual implica una constante $K=0,135$. El cálculo de las potencias se ve en la tabla 3.

NODO	Potencia aparente de la carga S 3φ (kVA)	Potencia activa de la carga P 1φ (kW)	Potencia reactiva de la compensación Q 1φ (kVAR)	Reactancia capacitiva de la compensación Xc (Ω)
N006	300	85	11,47	3776,8
N051	475	134,583	18,17	2384,3

Tabla 3. Cálculos de compensación con $K=0,135$

4.4. PROTECCIONES

Las protecciones utilizadas en este estudio son de sobrecorriente. Fueron programadas por el Grupo de Investigación en Planeamiento Eléctrico de la Universidad Tecnológica de Pereira y se guían por las curvas normalizadas para relés de sobrecorriente proporcionadas por el IEEE. Estas curvas se determinan por la siguiente ecuación:

$$t_{op} = \left(B + \frac{A}{M^P - 1} \right) * TD \quad (1)$$

En la cual t_{op} es el tiempo de operación; A , B y P son parámetros que definen si la curva es moderadamente inversa, muy inversa o extremadamente inversa; M es el múltiplo de la corriente y se calcula como la relación entre la corriente de arranque (*pick up*) y la corriente de falla; y TD representa el dial del relé.

Los dispositivos programados son un relé de sobrecorriente con capacidad de recierre, un reconectador y un fusible, su programación puede verse en el Anexo

3. Estos se coordinaron bajo el esquema de salvamento de fusibles, el cual permite dos recierres rápidos del reconector antes de que el fusible actúe cuando la falla ocurre aguas abajo del fusible.

La coordinación de las protecciones se llevó a cabo utilizando la curva moderadamente inversa del estándar de el IEEE, es decir, los valores de las constantes son los que se encuentran en la tabla 4.

Constantes	Valores
A	0,047
B	0,183
P	0,02

Tabla 4. Constantes de la curva moderadamente inversa.

También se usó un tiempo de coordinación de 0,06 s para todas las protecciones. Se programó en Matlab una herramienta sencilla que permitiera el cálculo del dial y del tiempo de operación de las protecciones con el fin de realizar la coordinación de manera eficiente con base en un escrito de la Westinghouse Electric Company²⁰.

4.5. FALLAS DE CORTOCIRCUITO

Las fallas de cortocircuito fueron modeladas en ATPDraw a partir de un elemento a base de interruptores mostrado en la figura 10.

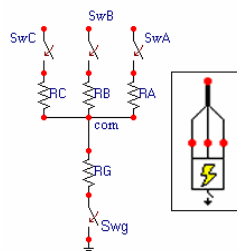


Figura 10. Elemento Fallador

²⁰ Westinghouse Electric Company. "Applied Protective Relaying". 1976

Como se puede ver en la figura 10, las fases y tierra tienen un interruptor individual que se puede controlar a partir de tiempos de cerrado y apertura. También se encuentra una resistencia de falla por fase y una a tierra. Estas resistencias toman valores diferentes dependiendo del tipo de falla, por ejemplo en caso de una falla de la fase A a tierra, se tiene que el interruptor que se debe cerrar es el de la fase A en el tiempo al cual ocurre la falla (0,02 s), la resistencia de falla RA debe tomar el valor de la resistencia de falla Rf, el interruptor de tierra estará cerrado desde el comienzo de la simulación y la resistencia de tierra RG deberá tener un valor muy pequeño (0,001 Ω).

El elemento se controla entonces por los siguientes parámetros:

- Tiempo de cerrado fase A, tiempo de apertura fase A
- Tiempo de cerrado fase B, tiempo de apertura fase B
- Tiempo de cerrado fase C, tiempo de apertura fase C
- Tiempo de cerrado de tierra, tiempo de apertura de tierra
- Resistencia de falla fase A
- Resistencia de falla fase B
- Resistencia de falla fase C
- Resistencia de falla a tierra

Lo que resulta en la simulación de cualquier tipo de falla. Según estudios realizados hasta ahora, las resistencias de falla usadas serán de 0,5 Ω , 5 Ω , 10 Ω , 20 Ω , 30 Ω y 40 Ω .

5. SISTEMATIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN

Las fallas en los circuitos de distribución pueden ser simuladas con la ayuda de sistemas computacionales tales como ATP y Matlab. Estos sistemas contribuyen a agilizar el proceso de análisis de fallas y a responder algunas preguntas referentes a estudios de calidad, que absolverlas mediante el uso de otros sistemas, no solo sería difícil y riesgoso, sino que implicaría altos costos económicos.

Al sistematizar la simulación de las fallas, lo que se logra en esencia es realizar un procedimiento semiautomático de simulación en masa de éstas, para facilitar a los usuarios que lo requieran, analizar y estudiar un sistema de distribución.

Para realizar este procedimiento se deben escoger las plataformas informáticas adecuadas, como las que a continuación se describen.

5.1. SELECCIÓN DE PLATAFORMAS INFORMÁTICAS

La escogencia de las plataformas informáticas se apoya en el documento “Using Various Computer Tools in Electrical Transient Studies”²¹, en el cual se describen experiencias de análisis de transitorios para los programas de simulación ATPDraw, PSCAD-EMTDC y Matlab.

Las conclusiones a las que llegaron los autores del mencionado documento, se describen en la tabla 5.

²¹ F.Jurado, N.Acero, J.Carpio, M.Castro. “Using various computer tools in electrical transient studies”.

ASPECTOS EVALUADOS	ATP-EMTP	PSCAD-EMTDC	MATLAB
Cantidad de modelos de elementos de circuitos	Excelente	Bueno	Bueno
Flexibilidad y libertad de programación	Pobre	Bueno	Excelente

Tabla 5. Aspectos evaluados del software de simulación

Así mismo, se analizó la disponibilidad del software y rapidez computacional, siendo seleccionados el ATPDraw por su libre distribución y rapidez computacional y el Matlab por su flexibilidad-libertad de programación y de análisis de datos, como también por su disponibilidad.

De igual manera, fue necesario tener en cuenta el documento cuyos autores son Nan Zhang y Mladen Kezunovic, en razón a que allí se describe una herramienta informática basada en la interactividad entre Matlab y ATP para el análisis de fallas en sistemas eléctricos²².

5.2. INFORMACIÓN GENERAL DE LAS PLATAFORMAS INFORMÁTICAS SELECCIONADAS

A continuación se presenta una descripción general de las plataformas utilizadas para la implementación de la herramienta informática Matlab y Alternative Transients Program (ATP).

El Matlab utilizado fue la versión 7.0 y el usuario de la herramienta informática desarrollada en este estudio, deberá tener en cuenta que cualquier versión anterior de Matlab probablemente genere errores en la ejecución de los programas objeto de este trabajo de grado. La instalación del Matlab es sencilla y únicamente exige introducir el CD de instalación y seguir las instrucciones que el mismo señale.

²² N.Zhang, M.Kezunovic. "Implementing and advanced simulation tool for comprehensive fault analysis".

Con respecto al ATP, conviene resaltar que existen numerosas versiones para diversos tipos de usuarios. Para este estudio se encontró compatible la versión del ATPDraw 3.5 Mingw32, la cual viene provista de cuatro ejecutables para su instalación (en el CD de instalación se encuentran en la ruta */Instaladores/GNU/Mingw32/Easyinstall*). Estos archivos clasificados en su orden de ejecución para una correcta instalación, son los siguientes:

- InstATP111.exe ó InstATP114.exe
- InstATP111_add.exe
- InstATP111_lib.exe
- ATPLnchUpdate.exe

Se recomienda seguir este orden de ejecución en la instalación del ATPDraw.

El primer archivo ejecutable a instalar puede ser una de las dos versiones, siendo la 114 más reciente que la 111. El último archivo ejecutable es muy importante, dado que actualiza la aplicación ATPLauncher, la cual es base de la etapa de simulación de la herramienta creada en este trabajo de grado.

5.3. INTERACCIÓN ENTRE PLATAFORMAS INFORMÁTICAS

Como se ha escrito anteriormente, los programas Matlab y ATP interactúan entre sí para lograr la simulación y análisis de resultados de estas simulaciones. En esta sección se explica la dinámica de tal interacción.

Se debe partir del modelado de un sistema de distribución de energía eléctrica en ATPDraw. De la simulación del modelo anterior se genera un archivo con extensión *.atp*, el cual servirá de plantilla para el resto del proceso de simulación.

El archivo plantilla mencionado, será luego copiado a través de un algoritmo, en el cual únicamente se cambiarán ciertos datos, como los siguientes: valores de resistencias de falla, tiempos de apertura y de cerrado de interruptores, y posición del elemento fallador descrito en la sección 4.5. Lo anotado con el fin de realizar para cada tipo de falla, cada resistencia de falla y cada nodo del sistema, un archivo de extensión *.atp*. En el nombre de cada archivo quedarán consignadas sus características de la forma *FallaXX_BYYY_RFZZ.atp*, en el cual XX representa el tipo de falla, YYY el nodo donde ocurre y ZZ la resistencia de falla.

Estas copias de la plantilla serán luego simuladas una a una utilizando el archivo *runATP.exe* por medio de otro archivo llamado *Batch_SimRF.bat*. Este archivo *.bat* instruye al computador el orden de las simulaciones y es creado a su vez, mediante un algoritmo programado en Matlab.

Concluidas las simulaciones, los resultados almacenados en archivos de extensión *.pl4*, que no son compatibles con Matlab. Estos archivos se deben procesar para obtener archivos de extensión *.mat* utilizables por el programa Matlab.

Esta compatibilidad se alcanza mediante el uso del programa *pl42mat.exe*, el cual convierte los ficheros de PL4 a MAT y se concluye con el análisis de estos datos en Matlab, en donde se calculan los descriptores.

En la figura 11 se resume el proceso que se detallará a continuación.

5.3.1. Modelado de circuitos en ATPDraw y generación del código fuente

El propósito de modelar circuitos en ATPDraw es simplificarle al usuario la descripción de circuitos en el formato requerido por ATP-EMTP, dado que el

ATPDraw a través de una interfaz gráfica permite implementar con menor probabilidad de errores los circuitos a simular.

Una vez se instale el ATPDraw, el usuario deberá seleccionar los modelos de los elementos del sistema que más se adecuen al estudio a realizar y deberá diseñar el circuito en la aplicación. Luego deberá almacenar este circuito gráfico (archivo con extensión *.adp*) y realizar una simulación cualquiera. Esto da como resultado la generación de un archivo de extensión *.atp* en la carpeta *WORK* de ATP, el cual será usado como plantilla o código fuente.

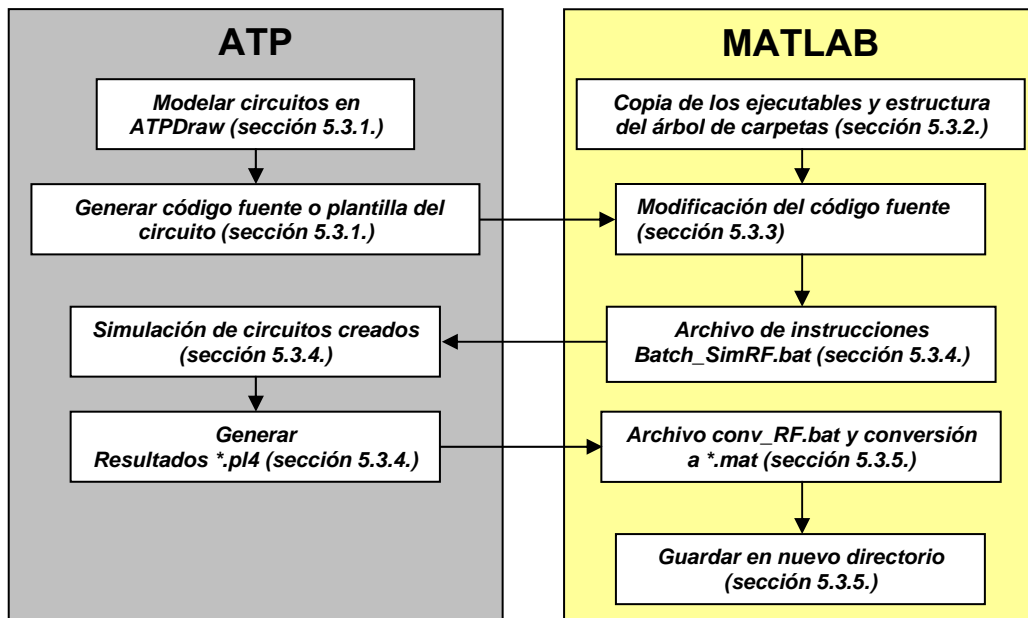


Figura 11. Proceso automático para la simulación de fallas utilizando ATP y MATLAB

Al elaborar el circuito gráfico se debe tener en cuenta que para ramales trifásicos y bifásicos los nodos deben ser nombrados siguiendo el formato **NXXX**, en el cual XXX representa desde el nodo 000 en bornes de la fuente, hasta el 999; para ramales monofásicos la convención estará dada por **NXXXF** en el cual XXX representa desde el nodo 000 en bornes de la fuente, hasta el 999 y F representa la fase donde está conectado el ramal monofásico (A, B o C).

Conviene precisar que si el usuario utiliza bloques LCC²³ para representar las líneas de transmisión o de distribución de energía, al realizar la simulación, estos bloques generarán archivos *.atp* en la carpeta *PROJECT/LCC*. Estos archivos deberán ser dejados allí, ya que serán referenciados en el archivo de extensión *.atp*.

5.3.2. Copia de los ejecutables y estructura del árbol de carpetas

La cantidad de archivos que se manejan en la herramienta informática desarrollada exige una buena organización. Debido a esto, se programó en Matlab la función *directoriosRF3.m*, la cual principalmente se encarga de crear un árbol de carpetas en las cuales se almacenarán diferentes tipos de archivos.

La estructura general del árbol es la siguiente: una carpeta llamada según la elección del usuario (como ejemplo se llamará *General*). Esta carpeta tiene cuatro subcarpetas llamadas *archivosATP*, *archivosMAT*, *archivosPL4*, *ejecutablesATP* y *Descriptorios*. A su vez, las subcarpetas *archivosATP* y *archivosPL4* tienen otras tantas llamadas *Falla_XX* donde XX representa el tipo de falla. En estas últimas subcarpetas se almacenan los archivos correspondientes al tipo de falla y al tipo de archivo, según el nombre de las carpetas. Entonces si la ruta es *General/archivosPL4/Falla_01* allí estarán guardados los archivos de extensión *.pl4* resultantes de la simulación de las fallas tipo 01 en los nodos del circuito modelado.

En la carpeta *ejecutablesATP* se copian los archivos necesarios para ejecutar la simulación (*runATP.exe*, *pl42mat.exe*, *startup.ini*). Estos archivos deben encontrarse en la ruta especificada en los datos de entrada de la herramienta informática. Un diagrama del árbol de directorios puede verse en la figura 12.

²³ Lines Cables Constants Rutine, ATP

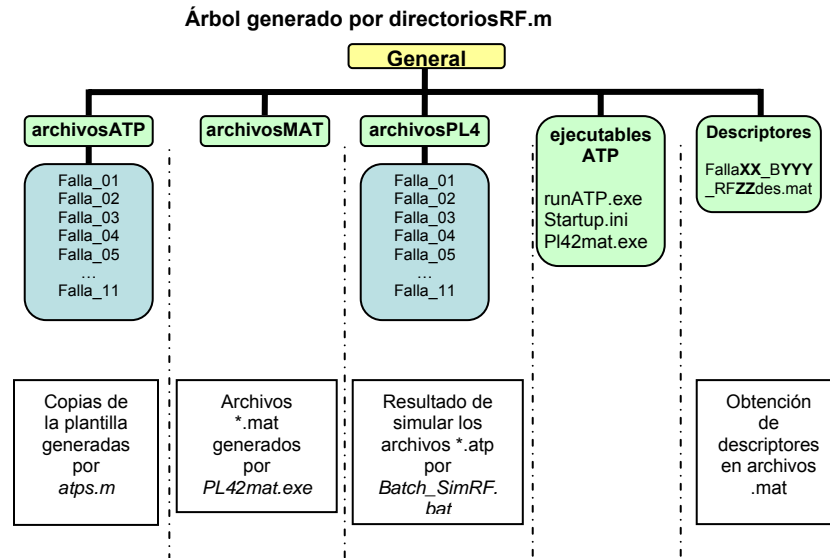


Figura 12. Estructura del árbol de carpetas creado.

5.3.3. Modificación del código fuente

Una vez es generado el archivo modelo *.adp, este crea el código fuente *.atp al ser simulado; en la figura 13 se presenta la parte del código fuente que debe ser modificada mediante la escritura de las resistencias de falla de cada fase y de tierra.

```

773 $INCLUDE, C:\ATP\project\Lcc\171025~1.LIB, N208A#, N208B#, N208C#, N209A# §§
774   , N209B#, N209C#
775 $INCLUDE, C:\ATP\project\Lcc\171030~1.LIB, N209A#, N209B#, N209C#, N210A# §§
776   , N210B#, N210C#
777 /SWITCH
778 C < n 1>< n 2>< Tclose ><Top/Tde >< Ie ><Vf/CLOP >< type >
779   Nf0A Nf01A           MEASURING           1
780   Nf0B Nf01B           MEASURING           1
781   Nf0C Nf01C           MEASURING           1
782 /SOURCE
  
```

Figura 13. Segmento original del código fuente en *.atp.

Para representar el efecto causado por la falla, se utiliza un elemento a base de interruptores, como el que se presenta en la figura 14 (el cual fue analizado en la sección 4.5), en este se definen los valores de las resistencias entre los nodos

SwA – com, SwB – com, SwC – com y com – Swg y los tiempos de conmutación entre la barra y el interruptor, de cada una de las fases y tierra dependiendo el tipo de falla.

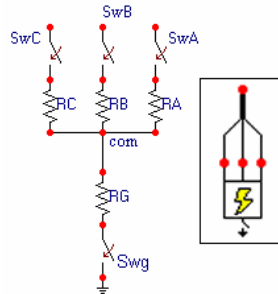


Figura 14. Elemento fallador.

Las líneas de texto que hacen referencia a los tiempos de conmutación deben respetar la convención **NXXXF** donde XXX representa la barra donde ocurre la falla y F la fase donde está conectado cada interruptor del elemento fallador, además se incluye la conexión a tierra por medio del interruptor Swg.

Para realizar las fallas en las fases, los tiempos que van en la columna <Tclose> (tiempo de cierre) deben ser menores que los tiempos que van en la columna <Top/Tde> (tiempo de apertura); para las fallas a tierra se recomienda introducir un tiempo de conmutación en la columna <Tclose> en -1 para lograr que el interruptor a tierra actúe correctamente.

```

775 $INCLUDE, C:\ATP\project\Lcc\171030~1.LIB, N209A#, N209B#, N209C#, N210A# $$
776 , N210B#, N210C#
777 SwA com .5 0
778 SwB com .5 0
779 SwC com .5 0
780 com Swg .001 0
781 /SWITCH
782 C < n 1>< n 2>< Tclose ><Top/Tde >< Ie ><Vf/CLOP >< type >
783 NFOA NFO1A MEASURING 1
784 NFOB NFO1B MEASURING 1
785 NFOC NFO1C MEASURING 1
786 NOO1A SwA .02 2. 0
787 NOO1B SwB .02 2. 0
788 NOO1C SwC 2. 2. 0
789 Swg 2. 2. 0
790 /SOURCE

```

Figura 15. Segmento modificado del código fuente en *.atp.

En la figura 15 se ilustra una falla bifásica entre las fases A y B en la barra N001 que ocurre a los 0,02 s del tiempo total de simulación.

5.3.4. Archivo de Instrucciones Batch_SimRF.bat y copia de la plantilla

Para la simulación automática de los circuitos generados al copiar la plantilla, se utiliza un archivo de instrucciones de procesamiento por lotes de extensión *.bat*, que ejecuta todas las simulaciones. Este archivo fue creado mediante la elaboración en *Matlab* del programa *batch4.m* el cual copia en cada carpeta *Falla_XX* los archivos *runATP.exe*, *startup.ini* y *pL42mat.exe*. Además de esto, por cada carpeta mencionada anteriormente se crea un archivo de nombre *Batch_SimRF.bat*, con el siguiente código:

- runATP archivo1.atp
runATP archivo2.atp
runATP archivo3.atp
- del for *.dbg *.tmp *.lis *.bin
- move *.pl4 archivosPL4/Falla_XX

La primera instrucción se encarga de ejecutar el *archivo1.atp* generado al copiar la plantilla. Durante la ejecución de un archivo de extensión *.atp* se generan otros archivos de extensión *.lis*, *.dbg*, *.tmp*, *.bin* y *.pl4*, de los cuales sólo interesa este último (archivo de resultados), de modo que la segunda instrucción se encargará de borrar los demás archivos. Finalmente, la tercera instrucción se encarga de mover los archivos *.pl4* a un nuevo directorio (*archivosPL4*) donde quedarán almacenados.

Para copiar la plantilla se usa un método bastante práctico. Este consiste en generar una lista con todos los nombres que tomarán los archivos copiados. Dado que estos nombres son descriptivos del tipo de falla, nodo en que ocurre y resistencia de la falla, se usa esta información para editar las líneas del código fuente o plantilla mientras son rescritas en los códigos nuevos. Parte del archivo de texto con la lista de nombres se ve en la figura 16.

```
Falla01_B002_RF01.atp
Falla01_B002_RF02.atp
Falla01_B002_RF03.atp
Falla01_B003_RF01.atp
Falla01_B003_RF02.atp
Falla01_B003_RF03.atp
Falla01_B004_RF01.atp
Falla01_B004_RF02.atp
Falla01_B004_RF03.atp
Falla01_B005_RF01.atp
Falla01_B005_RF02.atp
Falla01_B005_RF03.atp
Falla01_B006_RF01.atp
Falla01_B006_RF02.atp
Falla01_B006_RF03.atp
```

Figura 16. Lista de nombres de los archivos con extensión .atp a ser copiados.

La realización de estas listas es importante. La forma de hacer este listado es mediante la generación y concatenación de texto y números, convertidos a caracteres.

El título de cada falla tiene la forma *FallaXX_BYYY_RFZZ.atp*, donde *XX* corresponde al tipo de falla (de 01 a 11), *YYY* corresponde al nodo donde se simula la falla (desde 001 a 999 nodos), y *ZZ* es el tipo de la resistencia de falla (numerados del 01 al 06). Esta tarea es otra función del programa *directoriosRF3.m*.

Luego de generar la lista de nombres se procede a copiar el código fuente. Para modificar las líneas del código de manera sistemática, se realizó un programa en *Matlab* llamado *atps.m*. Este programa rescribe el código fuente principal, cambiándole los datos especificados en el nombre del archivo según el tipo de falla.

En esta etapa se genera un gran número de copias del código fuente del mismo sistema de distribución eléctrica. Estas copias son dirigidas a la carpeta *Falla_XX* correspondiente. Para cada una de estas carpetas se generan archivos, cuya cantidad depende del tipo de falla, número de nodos del sistema y total de resistencias de falla.

5.3.5. Archivo de instrucciones *conv_RF.bat* y conversión a archivos *.mat*

Tras generar el árbol de carpetas, copiar el código fuente y hacer el archivo de instrucciones *Batch_SimRF.bat*, es momento de generar el siguiente archivo de instrucciones. Este archivo tiene como objetivo ejecutar automáticamente un programa llamado *pl42mat.exe*, el cual convierte los archivos de extensión *.pl4* a archivos *.mat* legibles por Matlab.

Para crear el archivo *conv_RF.bat* se programó en Matlab una función llamada *batch5.m* que escribe las siguientes líneas:

- `pl42mat *.pl4`
- `move *.mat archivosMAT/Falla_XX`

La primera instrucción ejecuta el archivo *pl42mat.exe* para generar los archivos *.mat* a partir de todos los archivos de extensión *.pl4*. La segunda línea de código mueve todos los archivos *.mat* a la carpeta *archivosMAT/Falla_XX* donde *XX* es el tipo de falla.

5.4. PROCEDIMIENTO DETALLADO PARA EJECUTAR LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA

A continuación se describe el procedimiento a seguir por el usuario de esta herramienta informática llamada SimulaciónRF.

Los pasos que se deben seguir son:

- Instalar ATPDraw según las instrucciones en la sección 5.2.
- Copiar el archivo pl42mat.exe al directorio donde se encuentra el archivo runATP.exe y startup.ini (ATP/tools/).
- En ese mismo directorio abrir el archivo ATPLnch.ini y cambiar el valor de la propiedad “closewindow=0” a “closewindow=1” y almacenar (esto se hace para evitar la solicitud de oprimir una tecla cada vez que termina una simulación por parte de runATP.exe).
- Ejecutar ATPDraw e implementar el circuito a simular y realizar una simulación en el ATPDraw sin ningún elemento fallador.
- Iniciar Matlab 7.0.
- Adicionar la carpeta SimRF al path de matlab 7.0 esto se realiza, dirigiéndose al menú File, se selecciona la opción set path, se escoge Add with subfolders, seguido de save y close.
- Abrir la interfaz gráfica simulaciónRF, la cual se presenta en la figura 17, escribiendo *simulacionRF* en el command Window de matlab 7.0.

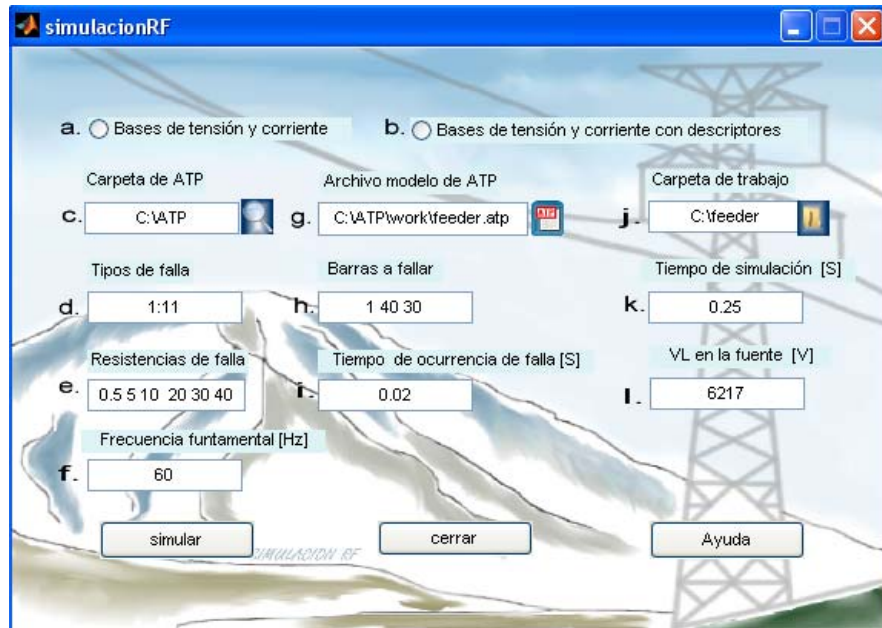


Figura 17. Interfaz gráfica simulacionRF.

Se seleccionan cada una de las opciones de la interfaz que son las siguientes:

- a. Bases de tensión y corriente.
- b. Bases de tensión, corriente y descriptores.
- c. Ubicación de la carpeta de ATP.
- d. Tipo de falla.
- e. Resistencias de falla.
- f. Frecuencia fundamental del sistema.
- g. Ubicación del código fuente *.atp (que generalmente se encuentra en la carpeta ATP\work).
- h. Las barras que se desean fallar.
- i. Tiempo de ocurrencia de la falla.
- j. Carpeta de trabajo.
- k. Tiempo de simulación.
- l. Tensión de línea en la fuente.

También tiene un botón de ayuda el cual contiene un manual de usuario en formato html, que presenta consideraciones que debe tener en cuenta el usuario,

tales como el etiquetado del circuito, instalación de ATP junto a algunas modificaciones adicionales que son necesarias para un correcto funcionamiento de la herramienta simulaciónRF.

Se puede ver en la figura 18 un esquema del algoritmo que rige la herramienta desarrollada en este trabajo de grado.

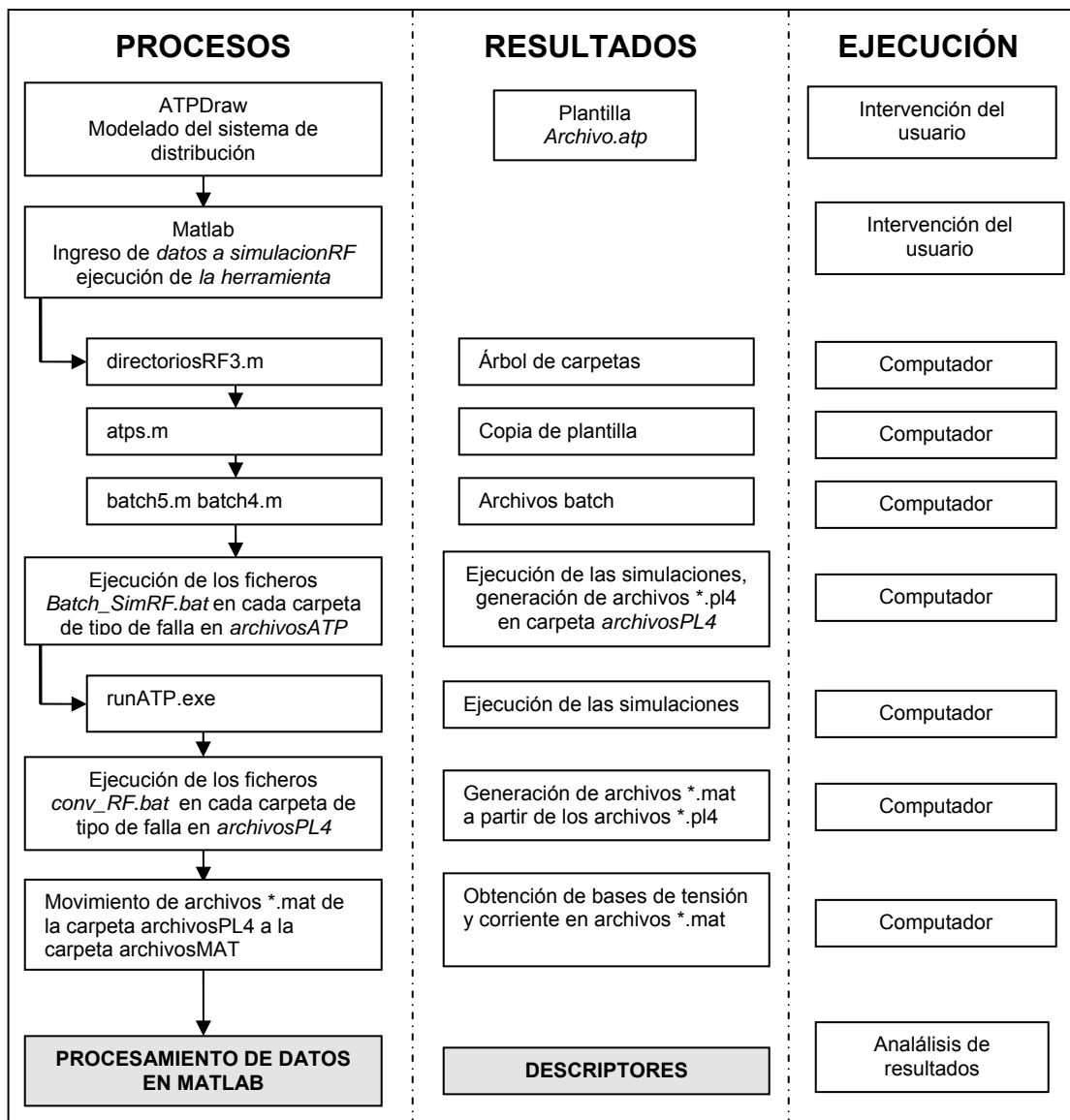


Figura 18. Algoritmo de procesos, resultados y ejecutores de la herramienta computacional.

6. SIMPLIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS REALES

Los circuitos de distribución de energía eléctrica en comparación con los de transmisión, además de tener niveles de tensión más bajos, son altamente ramificados. Estas ramificaciones implican cambios en las estructuras y calibre de conductores, según la topología del terreno y las condiciones de la carga.

Para caracterizar un circuito de distribución real, es necesario obtener datos que describan el calibre de los conductores, el tipo de estructura utilizada en los alimentadores, cargas, potencia de la fuente, longitud de las líneas, entre otros aspectos.

En este estudio se llevó a cabo la caracterización de dos circuitos de distribución localizados en el distrito capital de Santa Fe de Bogotá, pertenecientes a la empresa de distribución CODENSA. Debido a la falta de disponibilidad de información por parte de la empresa, fue necesario realizar aproximaciones en cuanto a la caracterización de los circuitos.

- Cargas conectadas en Y aterrizada.
- Transformadores de distribución trabajando a plena carga.
- Localización de las protecciones (excepto 2 dispositivos)
- Coordinación de las protecciones.

La información suministrada por la empresa y la extraída para la caracterización se muestra en la tabla 6.

Información Suministrada	Información Extraída
Características de las fallas entre 2002 y 2004, indicando causa y tiempo de interrupción.	La información citada en estos documentos es cualitativa, indicando las causas de las fallas (árbol, ave, etc.)
Características de las fallas para el año 2004, indicando la causa y tiempo de interrupción.	
Información general de circuitos, indicando capacidad instalada, longitud total de líneas de MT y BT, cantidad de usuarios y clasificación de usuarios por sectores (residencial, comercial, industrial, oficial) con porcentaje de consumo.	Este documento proporciona información sobre la longitud total de líneas de MT y BT.
Planos topológicos de los circuitos en estudio. (SF-15, UM-33)	Posición de algunas protecciones y capacidad de ciertos transformadores de distribución.
Listado descriptivo de los circuitos indicando nombre de las estructuras, características de conductores, longitud de tramos y capacidad de transformadores de distribución.	Longitud de tramos, capacidad de transformadores de distribución y datos de los conductores.
Información de transformadores de subestación en la cabecera de los circuitos, indicando tensión primaria, secundaria, potencia, cambia tomas y algunas pruebas efectuadas.	Niveles de tensión para distribución de MT de CODENSA.

Tabla 6. Información suministrada y extraída para la caracterización.

La principal simplificación para la caracterización se llevó a cabo en dos aspectos importantes de la información.

El primero fue en cuanto a las líneas de distribución. Debido al gran número de estructuras y tramos, el criterio utilizado fue el de agrupar tramos con el mismo calibre de conductor que no tuvieran transformadores de distribución intermedios, es decir, que al existir diez tramos con el mismo tipo de conductor entre once estructuras, con un transformador en la estructura 8, la simplificación describiría un tramo entre la primera y octava estructura, allí un transformador seguido del siguiente tramo, descrito desde la estructura octava hasta la undécima. Al final resultarían dos tramos y un transformador, en lugar de diez tramos diferentes. Se

tuvo presente que la distancia de un tramo resultante es la suma de las distancias de los tramos simplificados.

El segundo criterio se tomó por falta de información con respecto a las cargas particulares. Al no conocer el número de usuarios conectados a cada transformador, a qué fases, ni el régimen de carga de cada transformador, fue necesario suponer la conexión de los transformadores a plena carga, resultando esto en la concentración de los usuarios y en la eliminación consecuente de las redes de baja tensión.

Los resultados de estas simplificaciones pueden verse en las tablas 7 y 8, los datos originales están consignados en el Anexo 4.

De estas tablas se aclaran los significados de las columnas:

- **Nodo ATP:** El conjunto de nodos asignados a las estructuras limítrofes de los tramos para simplificar la sistematización de las simulaciones.
- **Nodos Inicial-Final:** Número de las estructuras limítrofes de los tramos con nomenclatura usada por CODENSA. Los grupos de tramos situados en sangría denotan ramales del circuito separados del alimentador principal.
- **Tramo:** Tipo de tramo, S-subterráneo, A-aéreo, P-protección.
- **Longitud:** Longitud en metros del tramo equivalente.
- **Transformador:** Número de la estructura en nomenclatura de CODENSA, en la cual existe al menos un transformador.
- **Carga:** Potencia del transformador indicado en la columna anterior en kVA.

- **Cable:** Características del conductor del tramo, indicando el calibre y tipo.

Para el circuito UM-33:

Nodo ATP	Nodos Inicial - Final		Tramo	Long. (m)	Transfo.	Carga (kVA)	Cable	
N000-N001	6415428	6589452		S	1021		Cu 350 Triplex	
N001-N002	6589452	5663794		S	1916		Cu 300 Triplex	
N002-N003	5663794	5663274		S	43		Cu 350 Monopolar	
N003-N004	5663274	5663257		S	26		Cu 300 Triplex	
N004-N005	5663257	5663931		A	225		ACSR 266 Desnudo	
N005-N006	5663931	6859121		S	28		Cu 300 Triplex	
N005-N006	5663931	6859121		A	28		Al 250 Triplex	
N006-N007	6859121	7341824		A	49	7341824	45	ACSR 266 Desnudo
N007-N008	7341824	6849948		A	125			ACSR 266 Desnudo
N008-N009	6849948	6318214		A	52			Al 4/0 Desnudo
N009-N010	6318214	6604894		A	336	6604894	30	ACSR 266 Desnudo
N010-N011	6604894	6597825		A	492	6597825	113	ACSR 266 Desnudo
N011-N012	6597825	6850044		A	52			ACSR 266 Desnudo
N012-N013		6850044	6850089	A	140			ACSR 266 Desnudo
N012-N014	6850044	6850027		A	63			ACSR 266 Desnudo
N014-N015	6850027	5920502		A	175			ACSR 4/0 Desnudo
N015-N016		5920502	5920516	A	36	5920516	150	ACSR 4/0 Desnudo
N015-N017	5920502	5148562		A	87			ACSR 4/0 Desnudo
N017-N018				P				PROTECCION
N018-N019		5148562	169947	A	38	169947	30	ACSR 4/0 Desnudo
N019-N020		169947	169894	A	59			ACSR 4/0 Desnudo
N020-N021		169894	5920411	A	24			ACSR 4/0 Desnudo
N020-N022		169894	7345051	A	106			Al 2/0 Desnudo
N022-N023		7345051	169913	A	45	169913	45	Al 2/0 Desnudo
N023-N024		7345051	169928	A	103	169928	45	Al 2/0 Desnudo
N024-N025		169928	5920442	A	227			Al 2/0 Desnudo
N025-N026		5920442	5920456	A	270			ACSR 2/0 Desnudo
N026-N027		5920456	6954364	A	368	6954364	15	Al 1 Desnudo
N027-N028		6954364	5920487	A	244	5920487	30	Al 1 Desnudo
N027-N029		6954364	5920491	A	379	5920491	25	Al 1 Desnudo
N017-N030	5148562	169951		A	124			ACSR 2/0 Desnudo
N030-N031		169951	169966	A	76			ACSR 2/0 Desnudo
N031-N032		169966	169971	S	11	169971	300	Cu 2/0 Triplex
N030-N033	169951	169990		A	587			ACSR 2/0 Desnudo
N033-N034		169990	170000	A	156			ACSR 2/0 Desnudo
N034-N035		170000	170014	S	90	170014	225	Cu 2/0 Triplex
N033-N036	169990	170033		A	270			ACSR 2/0 Desnudo
N036-N037		170033	170048	A	104			ACSR 2/0 Desnudo
N037-N038		170048	5785811	S	139	5785811	300	Cu 4/0 Triplex
N036-N039	170033	5920564		A	263			ACSR 2/0 Desnudo
N039-N040		5920564	5920750	A	521	5920750	150	ACSR 2/0 Desnudo
N039-N041	5920564	170067		A	202		10	ACSR 2/0 Desnudo
N041-N042		170067	6850460	A	190	6850460	30	ACSR 2/0 Desnudo

Nodo ATP	Nodos Inicial - Final		Tramo	Long. (m)	Transfo.	Carga (kVA)	Cable	
N041-N043	170067	170071		A	251		ACSR 2/0 Desnudo	
N043-N044				P			PROTECCION	
N044-N045		170071	5920581	A	111		ACSR 2/0 Desnudo	
N045-N046		5920581	6850487	A	102	6850487	150	ACSR 2/0 Desnudo
N045-N047		5920581	170091	A	141			ACSR 2/0 Desnudo
N047-N048		170091	5920641	A	248	5920641	45	ACSR 2/0 Desnudo
N047-N049		170091	5920607	A	66			ACSR 2/0 Desnudo
N049-N050		5920607	5920611	A	63	5920611	10	ACSR 2/0 Desnudo
N049-N051		5920607	170105	A	38	170105	150	ACSR 2/0 Desnudo
N043-N052	170071	170110		A	96			ACSR 2/0 Desnudo
N052-N053		170110	7505094	A	66	7505094	45	ACSR 2/0 Desnudo
N052-N054	170110	170124		A	126			ACSR 2/0 Desnudo
N054-N055				P				PROTECCION
N055-N056		170124	7556594	A	179			ACSR 1 Desnudo
N056-N057		7556594	7556316	A	31	7556316	45	ACSR 2/0 Desnudo
N056-N058		7556594	6850502	A	65	6850502	225	ACSR 1 Desnudo
N054-N059	170124	170158		A	180			ACSR 2/0 Desnudo
N059-N060		170158	170162	A	74	170162	113	ACSR 4/0 Desnudo
N059-N061				P				PROTECCION
N061-N062		170158	5920655	A	9			ACSR 2/0 Desnudo
N062-N063		5920655	5920669	A	321			ACSR 2 Desnudo
N063-N064		5920669	5920672	A	11			ACSR 2/0 Desnudo
N064-N065		5920672	5920686	A	23			ACSR 2/0 Desnudo
N064-N066		5920672	5920690	A	235			ACSR 2 Desnudo
N066-N067		5920690	7559127	A	65	7559127	75	ACSR 2/0 Desnudo
N066-N068		5920690	5920701	A	58	5920701 (2)	150	ACSR 2/0 Desnudo
N068-N069		5920701	7389715	A	114	7389715	45	ACSR 2 Desnudo
N059-N070	170158	170177		A	74			ACSR 2/0 Desnudo
N070-N071				P				PROTECCION
N071-N072		170177	170181	A	19			ACSR 2/0 Desnudo
N072-N073		170181	170215	A	1400	170215	30	ACSR 1 Desnudo
N073-N074		170215	170234	A	663	170234	30	ACSR 1 Desnudo
N074-N075		170234	5920781	A	81			ACSR 2/0 Desnudo
N075-N076		5920781	170249	A	249	170249	25	ACSR 1 Desnudo
N070-N077	170177	170272		A	460	170272	45	ACSR 2/0 Desnudo
N077-N078	170272	170287		A	77			ACSR 2/0 Desnudo
N078-N079	170287	5022664		A	89			Al 2/0 Desnudo
N079-N080		5022664	5022678	A	108	5022678	75	ACSR 2 Desnudo
N079-N081	5022664	170291		A	132			ACSR 2/0 Desnudo
N081-N082				P				PROTECCION
N082-N083		170291	5920806	A	16			ACSR 2/0 Desnudo
N083-N084		5920806	5002540	A	132	5002540	150	Al 2/0 Desnudo
N084-N085		5002540	5920837	A	358	5920837	75	ACSR 2/0 Desnudo
N081-N086	170291	5022681		A	24			Al 2/0 Desnudo
N086-N087		5022681	5920841	A	109			ACSR 4/0 Desnudo
N087-N088		5920841	7360301	A	26	7360301	75	ACSR 2/0 Desnudo
N086-N089	5022681	6850581		A	102			ACSR 2/0 Desnudo

Nodo ATP	Nodos Inicial - Final		Tramo	Long. (m)	Transfo.	Carga (kVA)	Cable
N089-N090			P				PROTECCION
N090-N091	6850581	7360346	A	103	7360346	75	Al 1 Desnudo
N091-N092	7360346	7360329	A	92	7360329	113	ACSR 4 Desnudo
N092-N093	7360329	6850564	A	610	6850564	10	ACSR 4 Desnudo
N089-N094	6850581	5920868	A	88			ACSR 2/0 Desnudo
N094-N095	5920868	5920885	A	156			ACSR 2/0 Desnudo
N095-N096	5920885	5788531	S	83	5788531	300	Cu 2/0 Triplex
N094-N097	5920868	170311	A	44	170311	113	ACSR 2/0 Desnudo
N097-N098	170311	170325	A	175			ACSR 2/0 Desnudo
N098-N099	170325	170330	S	14			Cu 2/0 Triplex
N099-N100	170330	5920899	A	69			ACSR 2/0 Desnudo
N100-N101	5920899	5920901	A	31	5920901	113	ACSR 2/0 Desnudo
N100-N102	5920899	5920914	A	218			ACSR 2/0 Desnudo
N102-N103	5920914	5920928	A	87	5920928	150	ACSR 2/0 Desnudo
N102-N104	5920914	170344	A	516	170344	10	ACSR 2/0 Desnudo
N104-N105	170344	170363	A	436	170363	15	ACSR 2 Desnudo
N105-N106	170363	170378	A	224			ACSR 2 Desnudo
N106-N107	170378	170382	A	689	170382	30	ACSR 4 Desnudo
N106-N108	170378	6825290	A	30			ACSR 2 Desnudo
N108-N109			P				PROTECCION
N109-N110	6825290	170397	A	56			ACSR 2/0 Desnudo
N110-N111			P				PROTECCION
N111-N112	170397	6954351	A	259	6954351	113	ACSR 2 Desnudo
N112-N113	6954351	170598	A	130			ACSR 2 Desnudo
N113-N114	170598	170602	A	328	170602	15	Al 4 Desnudo
N114-N115	170602	170617	A	131			Al 4 Desnudo
N115-N116			P				PROTECCIÓN
N116-N117	170617	170621	A	66			ACSR 2/0 Desnudo
N117-N118	170621	170636	A	548	170636	30	Al 1 Desnudo
N118-N119	170636	494755	A	914	494755	15	Al 1 Desnudo
N115-N120	170617	170655	A	507	170655	15	Al 4 Desnudo
N120-N121	170655	170660	A	401			Al 4 Desnudo
N121-N122	170660	170674	A	72	170674	15	Al 1 Desnudo
N121-N123	170660	170689	A	99			Al 4 Desnudo
N123-N124	170689	170693	A	10			ACSR 2/0 Desnudo
N124-N125	170693	170708	A	835	170708	15	Al 1 Desnudo
N123-N126	170689	170712	A	577	170712	25	Al 4 Desnudo
N126-N127	170712	170731	A	892	170731	15	Al 4 Desnudo
N127-N128	170731	643892	A	201			Al 4 Desnudo
N128-N129	643892	5921022	A	748	5921022	15	Al 4 Desnudo
N128-N130	643892	170751	A	445			Al 4 Desnudo
N130-N131			P				PROTECCION
N131-N132	170751	170770	A	677	170770	15	Al 4 Desnudo
N132-N133	170770	170784	A	664	170784	15	Al 4 Desnudo
N130-N134	170751	170799	A	369	170799	15	ACSR 2/0 Desnudo
N134-N135	170799	170803	A	270	170803	15	Al 4 Desnudo
N135-N136	170803	6825315	A	178	6825315	15	Al 4/0 Desnudo

Nodo ATP	Nodos Inicial - Final		Tramo	Long. (m)	Transfo.	Carga (kVA)	Cable	
N135-N137		170803	170818	A	448	170818	15	Al 4 Desnudo
N137-N138		170818	170822	A	387	170822	75	Al 4 Desnudo
N138-N139		170822	5921040	A	352			Al 4 Desnudo
N139-N140		5921040	5921053	A	311	5921053	25	Al 4 Desnudo
N139-N141		5921040	5921084	A	1093	5921084	25	Al 4 Desnudo
N141-N142		5921084	5921098	A	190			ACSR 2/0 Desnudo
N142-N143				P				PROTECCION
N143-N144		5921098	5921113	A	346	5921113	25	Al 4 Desnudo
N144-N145		5921113	7298125	A	440	7298125	15	Al 2/0 Desnudo
N142-N146		5921098	5921100	A	58			Al 4 Desnudo
N146-N147				P				PROTECCION
N147-N148		5921100	5827660	A	797	5827660	15	ACSR 2/0 Desnudo
N148-N149		5827660	5827642	A	523	5827642	15	Al 4 Desnudo
N149-N150		5827642	5827625	A	804	5827625	25	Al 4 Desnudo
N150-N151		5827625	5827409	A	897	5827409	15	Al 4 Desnudo
N151-N152		5827409	5921161	A	434			ACSR 2/0 Desnudo
N152-N153		5921161	5827366	A	1090	5827366	10	Al 4 Desnudo
N152-N154		5921161	5827383	A	533	5827383	30	Al 4 Desnudo
N110-N155	170397	5920962		A	518	5920962	25	ACSR 2 Desnudo
N155-N156	5920962	170416		A	115			ACSR 2 Desnudo
N156-N157	170416	5920976		A	321			ACSR 2/0 Desnudo
N157-N158	5920976	5920980		A	386			ACSR 2 Desnudo
N158-N159	5920980	170435		A	210	170435	30	ACSR 2/0 Desnudo
N159-N160				P				PROTECCION
N160-N161		170435	170545	A	279			ACSR 2/0 Desnudo
N161-N162		170545	170550	A	320	170550	10	ACSR 2 Desnudo
N162-N163		170550	170564	A	395	170564	25	ACSR 2/0 Desnudo
N163-N164		170564	170579	A	439	170579	25	ACSR 2 Desnudo
N159-N165	170435	643911		A	309			ACSR 2/0 Desnudo
N165-N166	643911	170440		A	427			ACSR 2 Desnudo
N166-N167	170440	170469		A	154	170469	75	ACSR 2/0 Desnudo
N167-N168	170469	170488		A	286			ACSR 2/0 Desnudo
N168-N169	170488	170492		A	433	170492	10	ACSR 2 Desnudo
N169-N170				P				PROTECCION
N170-N171		170492	170856	A	179			ACSR 2/0 Desnudo
N171-N172		170856	170841	A	861	170841	15	ACSR 2 Desnudo
N172-N173		170841	5984317	A	433			ACSR 2/0 Desnudo
N173-N174		5984317	5984321	A	263			ACSR 2 Desnudo
N174-N175		5984321	5984334	A	202			ACSR 2/0 Desnudo
N175-N176		5984334	5984348	A	472	5984348 (2)	10	ACSR 2 Desnudo
N169-N177	170492	170507		A	497			ACSR 2/0 Desnudo
N177-N178		170507	170511	A	480	170511	10	ACSR 2/0 Desnudo
N177-N179	170507	6954316		A	293	6954316	15	ACSR 2/0 Desnudo
N179-N180				P				PROTECCION
N180-N181		6954316	5921189	A	15			ACSR 2/0 Desnudo
N181-N182		5921189	5984274	A	409			ACSR 2 Desnudo
N182-N183		5984274	6954273	A	421	6954273	15	ACSR 2 Desnudo

Nodo ATP	Nodos Inicial - Final		Tramo	Long. (m)	Transfo.	Carga (kVA)	Cable
N183-N184	6954273	7296567	A	65	7296567	30	ACSR 2 Desnudo
N182-N185	5984274	5984288	A	456	5984288	15	ACSR 2 Desnudo
N185-N186	5984288	6954302	A	314	6954302	30	ACSR 2 Desnudo
N179-N187	6954316	6954975	A	928	6954975	15	ACSR 2 Desnudo
N187-N188	6954975	170861	A	743	170861	15	ACSR 2/0 Desnudo
N188-N189	170861	6954196	A	1561	6954196	15	ACSR 2 Desnudo
N189-N190	6954196	170913	A	865	170913	25	ACSR 2 Desnudo
N189-N191	6954196	170928	A	594	170928	75	ACSR 2 Desnudo
N191-N192	170928	170932	A	478			ACSR 2 Desnudo
N192-N193			P				PROTECCION
N193-N194	170932	170947	A	585	170947	5	ACSR 2 Desnudo
N194-N195	170947	170951	A	536	170951	25	ACSR 2/0 Desnudo
N195-N196	170951	7466991	A	297	7466991	15	ACSR 2/0 Desnudo
N192-N197	170932	170966	A	280			ACSR 2 Desnudo
N197-N198	170966	170971	A	135	170971	30	ACSR 2/0 Desnudo
N198-N199			P				PROTECCION
N199-N200	170971	171059	A	315			ACSR 2 Desnudo
N200-N201	171059	5984212	A	537	5984212	15	ACSR 2/0 Desnudo
N201-N202	5984212	171063	A	76			ACSR 2/0 Desnudo
N199-N203	170971	170985	A	529			ACSR 2 Desnudo
N203-N204	170985	116081	A	353			ACSR 2 Desnudo
N204-N205	116081	5800607	A	194			ACSR 2 Desnudo
N203-N206	170985	170990	A	290	170990	25	ACSR 2 Desnudo
N206-N207	170990	171006	A	103			ACSR 2/0 Desnudo
N207-N208	171006	171025	A	1226			ACSR 2 Desnudo
N208-N209	171025	171030	A	6			ACSR 2/0 Desnudo
N209-N210	171030	171044	A	454	171044	5	ACSR 2 Desnudo

Tabla 7. Listado descriptivo del circuito UM-33

Para el circuito SF-15:

Nodo ATP	Nodos Inicial - Final		Tramo	Long. (m)	Transfo.	Carga (kVA)	Cable	
N000-N001	500590	5016349	S	143			Cu 4/0 Triplex	
N001-N002	5016349	5016778	S	132			Cu 1 Tripolar	
N002-N003	5016778	5016352	S	64			Cu 4/0 Triplex	
N003-N004	5016352	401751	S	138			Cu 2/0 Triplex	
N004-N005	401751	401765	S	190			Cu 4/0 Triplex	
N005-N006	401765	401784	S	147	401784	300	Cu 2/0 Triplex	
N006-N007	401784	401770	S	19			Cu 2/0 Tripolar	
N007-N008	401770	401765	S	128			Cu 2/0 Triplex	
N008-N009	401765	5011216	S	16			Cu 2/0 Tripolar	
N009-N010	5011216	7342193	S	60	7342193	113	Cu 2/0 Triplex	
N010-N011			P				PROTECCION	
N011-N012		7342193	7456185	A	25	7456185	150	ACSR 2/0 Desnudo
N010-N013	7342193	401803	S	99			Cu 2/0 Triplex	
N013-N014			P				PROTECCION	
N013-N017	401803	401822	S	71			Cu 4/0 Triplex	

Nodo ATP	Nodos Inicial - Final		Tramo	Long. (m)	Transfo.	Carga (kVA)	Cable	
N017-N018	401822	401837		S	41	401837	400	Cu 2/0 Tripolar
N018-N019				P				PROTECCION
N019-N020		401837	401861	S	116	401861	400	Cu 4/0 Triplex
N014-N015	401837	401803		S	112			Cu 4/0 Triplex
N014-N016		401803	401818	S	32	401818	30	Cu 2/0 Triplex
N018-N021	401837	5011295		S	225			Cu 2/0 Triplex
N021-N022	5011295	401909		S	20	401909	225	Cu 2/0 Tripolar
N022-N023	401909	403002		S	81			Cu 2/0 Tripolar
N023-N024	403002	476017		S	213			Cu 4/0 Triplex
N024-N025	476017	476002		S	89			Cu 2/0 Triplex
N025-N026	476002	401932		S	86			Cu 2/0 Tripolar
N026-N027	401932	401913		S	40	401913	500	Cu 4/0 Triplex
N027-N028	401913	401928		S	23			Cu 4/0 Triplex
N028-N029	401928	401947		S	50			Cu 2/0 Tripolar
N029-N030				P				PROTECCION
N030-N031	401947	401951		S	12	401951	500	Cu 2/0 Tripolar
N030-N031	401947	401951		S	12			Cu 2/0 Tripolar
N029-N032	401947	475996		S	173			Cu 2/0 Tripolar
N032-N033	475996	28965		S	94	28965	300	Cu 4/0 Triplex
N033-N034				P				PROTECCION
N034-N035		28965	401966	S	48			Cu 4/0 Triplex
N035-N036		401966	1479336	S	211			Cu 2/0 Tripolar
N036-N037		1479336	85819	S	38	85819	315	Cu 2/0 Triplex
N037-N038		85819	5011599	S	110			Cu 2/0 Tripolar
N038-N039		5011599	401990	S	7			Cu 4/0 Triplex
N039-N040		401990	402006	S	10	402006	225	Cu 2/0 Tripolar
N039-N040		401990	402006	S	10			Cu 4/0 Triplex
N039-N041		401990	402011	S	18			Cu 2/0 Tripolar
N033-N042	28965	28923		S	166	28923	160	Cu 2/0 Tripolar
N042-N043				P				PROTECCION
N043-N044		28923	5089171	S	26	5089171	300	Cu 2/0 Triplex
N042-N045	28923	28939		S	5			Cu 2/0 Triplex
N045-N046	28939	28902		S	47			Cu 4/0 Triplex
N046-N047	28902	28853		S	66			Cu 4/0 Triplex
N047-N048	28853	28895		S	14	28895	300	Cu 2/0 Triplex
N048-N049	28895	28874		S	153	28874	400	Cu 2/0 Triplex
N049-N050	28874	6491933		S	17			Cu 2/0 Tripolar
N050-N051	6491933	28869		S	19	28869	475	Cu 4/0 Triplex
N051-N052	28869	5018046		S	70			Cu 4/0 Triplex
N052-N053	5018046	5018063		S	103			Cu 2/0 Triplex
N053-N054	5018063	28827		S	22	28827	600	Cu 2/0 Tripolar
N054-N055		28827	28757	S	11			Cu 2/0 Tripolar
N055-N056	28827	28806		S	109			Cu 2/0 Tripolar
N056-N057	28806	28811		S	23	28811	75	Cu 2/0 Triplex
N057-N058				P				PROTECCION
N058-N059		28811	402996	S	165	402996	75	Cu 2/0 Triplex
N059-N060		402996	7561468	S	197			Cu 2/0 Triplex

Nodo ATP	Nodos Inicial - Final		Tramo	Long. (m)	Transfo.	Carga (kVA)	Cable
N059-N061		402996 7574795	A	82	7574795	75	ACSR 2 Desnudo
N059-N062		402996 6108198	S	284	6108198	50	Cu 2/0 Triplex
N062-N063		6108198 87471	S	211			Cu 4/0 Triplex
N057-N064	28811	28778	S	55			Cu 2/0 Triplex
N064-N065	28778	28783	S	30			Cu 2/0 Tripolar
N065-N066	28783	28799	S	14	28799	150	Cu 2/0 Monopolar
N066-N067	28799	5088068	S	119	5088068	225	Cu 2/0 Monopolar
N067-N068	5088068	5011875	S	76			Cu 2/0 Monopolar
N068-N069	5011875	28741	S	197			Cu 2/0 Tripolar
N069-N070	28741	28832	S	9			Cu 2/0 Triplex
N070-N071			P				PROTECCION
N071-N072	28832	28721	S	200	28721	150	Cu 2/0 Tripolar
N072-N073	28721	28666	S	116	28666	300	Cu 2/0 Tripolar
N073-N074	28666	6873685	S	103	6873685	225	Cu 2/0 Triplex
N074-N075	6873685	28902	S	40	28902	300	Cu 2/0 Triplex

Tabla 8. Listado descriptivo del circuito SF-15

Otro aspecto que cabe resaltar con respecto a la caracterización de los circuitos, es el de la ubicación de las protecciones. Dado que esta información no fue suministrada por la empresa, las únicas protecciones que se sabe que existen en la localización considerada, son los reconectores del circuito UM-33.

La ubicación de los fusibles fue designada para el circuito UM-33 con el criterio de aislar alimentadores secundarios, es decir, que se desprendan del principal y que tengan dos o más cargas conectadas.

Para el circuito SF-15 se asignaron los fusibles para aislar alimentadores secundarios, es decir, que se separen del principal y que tengan conectadas por lo menos una carga. Este último circuito no tiene reconectores.

Para ambos circuitos se protege la subestación principal con relés de sobrecorriente.

Con relación a la fuente, la información usada para el factor de potencia equivalente para toda la red se extrajo de la norma técnica de ESSA, donde se cita que *“En la prestación del servicio público domiciliario de energía eléctrica, se*

controlará el factor de potencia de tal forma que para los suscriptores o usuarios no residenciales, y de los residenciales conectados a un nivel de tensión superior a uno (1), el factor de potencia deberá ser igual o superior a 0,9.²⁴ Por lo tanto se puede afirmar que el factor de potencia de cada usuario será de alrededor de 0,9, por lo que se toma este valor para realizar los cálculos subsecuentes.

²⁴ Empresa Electricadota de Santander S.A. E.S.P. “Norma técnica de ESSA”.

7. RESULTADOS

En este estudio se modelaron los circuitos UM-33 y SF-15 de la empresa CODENSA. Con el fin de obtener el menor tiempo de simulación, se optó por dividir cada circuito en dos modelos, uno con protecciones y otro sin protecciones.

El motivo de esta división radica en que los descriptores que se calculan, pueden clasificarse en aquellos que necesitan de simulaciones con alta frecuencia de muestreo y corta duración en tiempo de la simulación, y en aquellos que necesitan larga duración del tiempo de simulación y baja frecuencia de muestreo.

Para obtener el primer grupo de descriptores se utiliza el modelo sin protecciones (alta frecuencia de muestreo y corta duración) y para el segundo grupo de descriptores se utiliza el modelo con protecciones (larga duración y baja frecuencia de muestreo).

La simulación de estos circuitos se alcanzó siguiendo los pasos descritos en la sección 5.4 de este texto y se obtuvieron los resultados que se mostrarán más adelante (debido al gran tamaño de la base de datos generada por las simulaciones, solo se mostrarán ciertos ejemplos).

La información general de los circuitos es la siguiente. El circuito SF-15 presenta las siguientes características:

- **Circuito SF-15 con protecciones:** Frecuencia de muestreo de 1kHz, con un tiempo de simulación de 1,3 s. Se simularon fallas de todos los tipos en

cada nodo del circuito (del N001 al N074). Las resistencias de falla utilizadas son las seis mencionadas en la sección 4.5. (0,5 Ω , 5 Ω , 10 Ω , 20 Ω , 30 Ω y 40 Ω).

- **Circuito SF-15 sin protecciones:** Frecuencia de muestreo de 61440Hz, con un tiempo de simulación de 0,1 s. Se simulan fallas de todos los tipos, sobre los setenta y cuatro (74) nodos del circuito. Las resistencias de falla utilizadas son las mencionadas en la sección 4.5.

Para el circuito UM-33 se tiene:

- **Circuito UM-33 con protecciones:** Frecuencia de muestreo de 1kHz, con un tiempo de simulación de 1,8 s. Se simulan fallas de todos los tipos sobre cada nodo del circuito (del N001 al N210). Las resistencias de falla utilizadas son las mismas usadas para la simulación de fallas del circuito SF-15.
- **Circuito UM-33 sin protecciones:** Frecuencia de muestreo de 61440Hz, con un tiempo de simulación de 0,1 s. Se simulan las fallas de todos los tipos sobre cada nodo del circuito. Las resistencias de falla son las mismas que se usan en las simulaciones del circuito SF-15.

Debe aclararse que cuando se menciona “*tiempo de simulación*”, se refiere al tiempo sobre el cual se va a calcular la solución del sistema, a diferencia del tiempo que emplea el equipo computacional en realizar la simulación. La diferencia entre la frecuencia de muestreo de ambos circuitos obedece a la naturaleza de la información que se desea extraer de ellos. Para los circuitos con protecciones resultará información de baja frecuencia, mientras que en los que no tienen dispositivos de protección, la información resultante será de alta frecuencia.

localizaciones. En la figura 20 se muestra el comportamiento de las corrientes de fase al ocurrir una falla trifásica a tierra con resistencia de falla de $0,5 \Omega$ en el nodo N073.

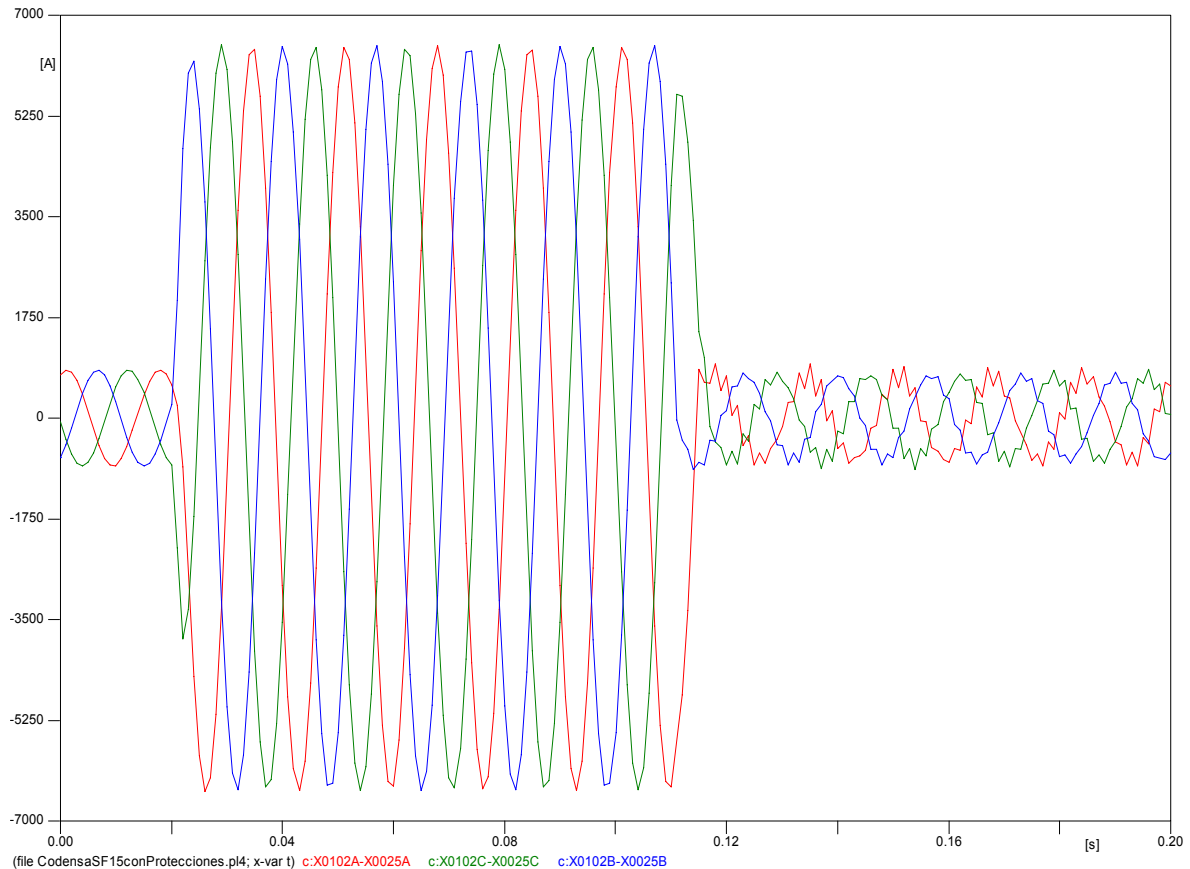


Figura 20. Corrientes de fase frente a falla trifásica a tierra en N073 de SF-15. (Fase A – Rojo, Fase B – Verde, Fase C – Azul).

Este comportamiento sucede dado que la falla ocurre aguas abajo de un fusible. Así que el tiempo que perdura la corriente de falla es consecuencia del tiempo que demora el fusible en aislar la falla. La tensión se comporta como se ve en la figura 21.

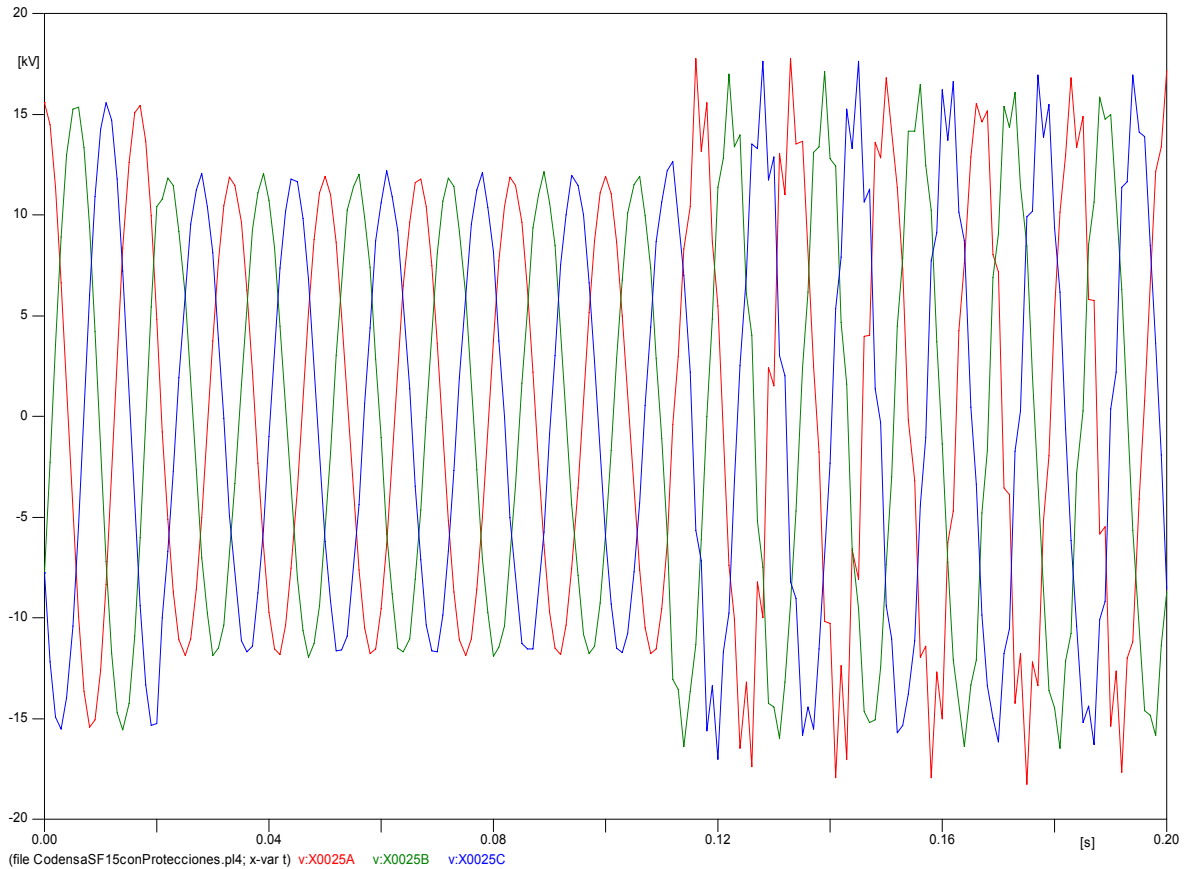
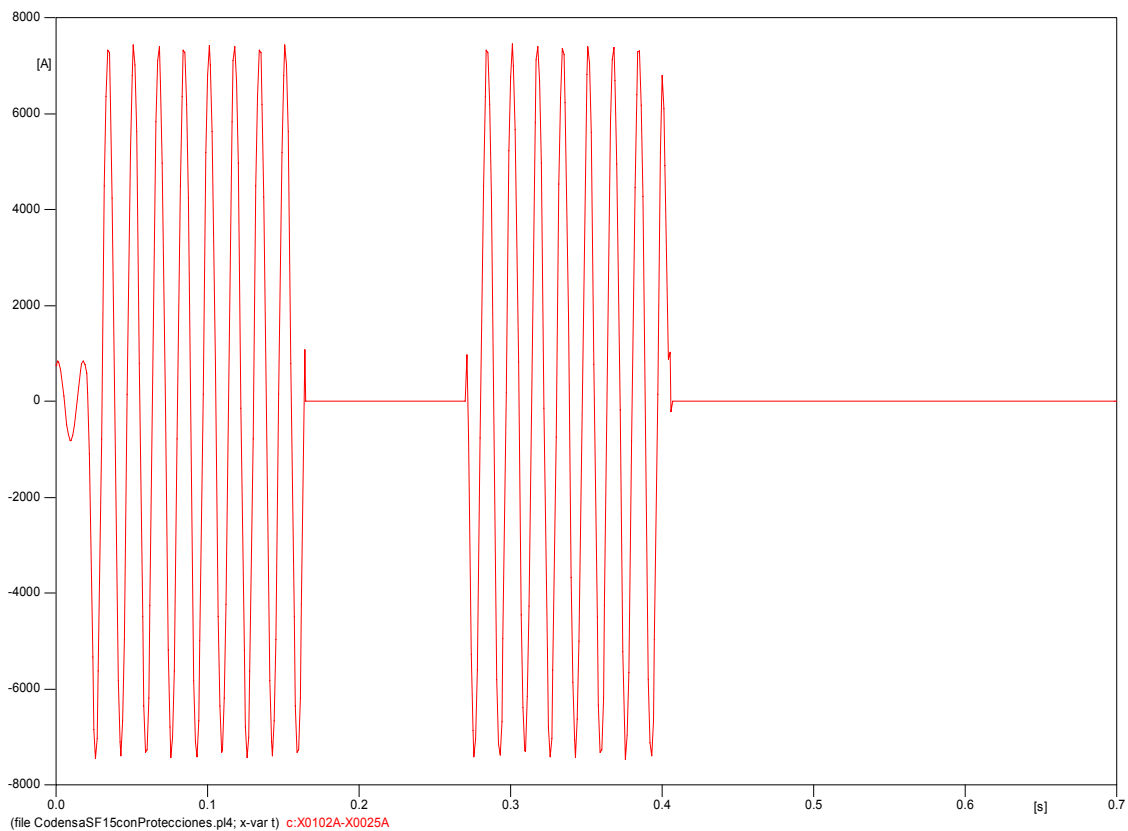
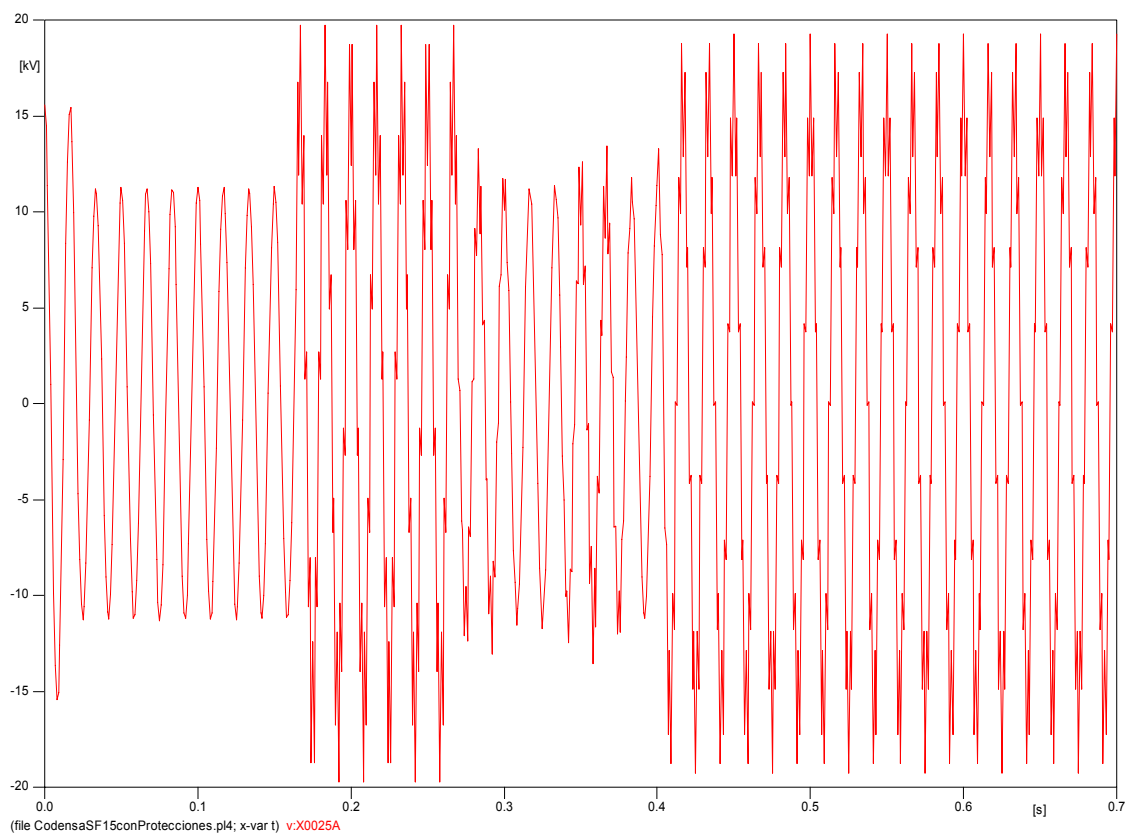
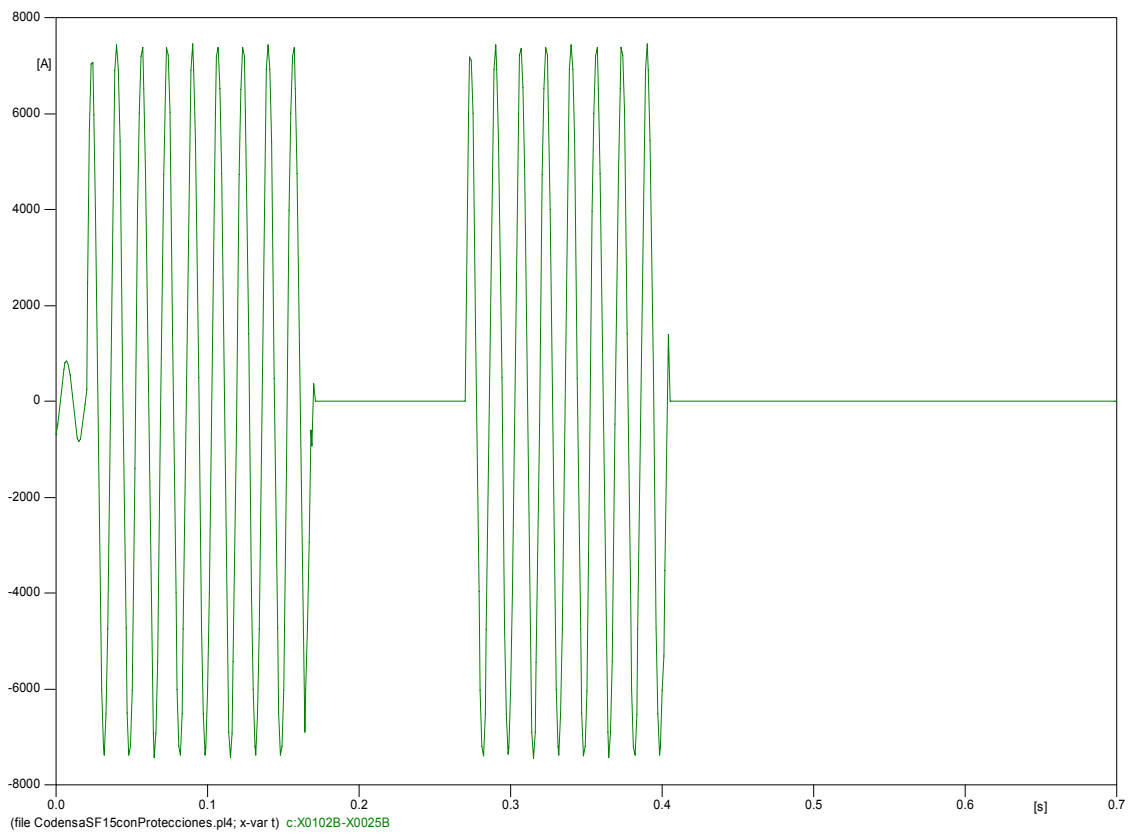
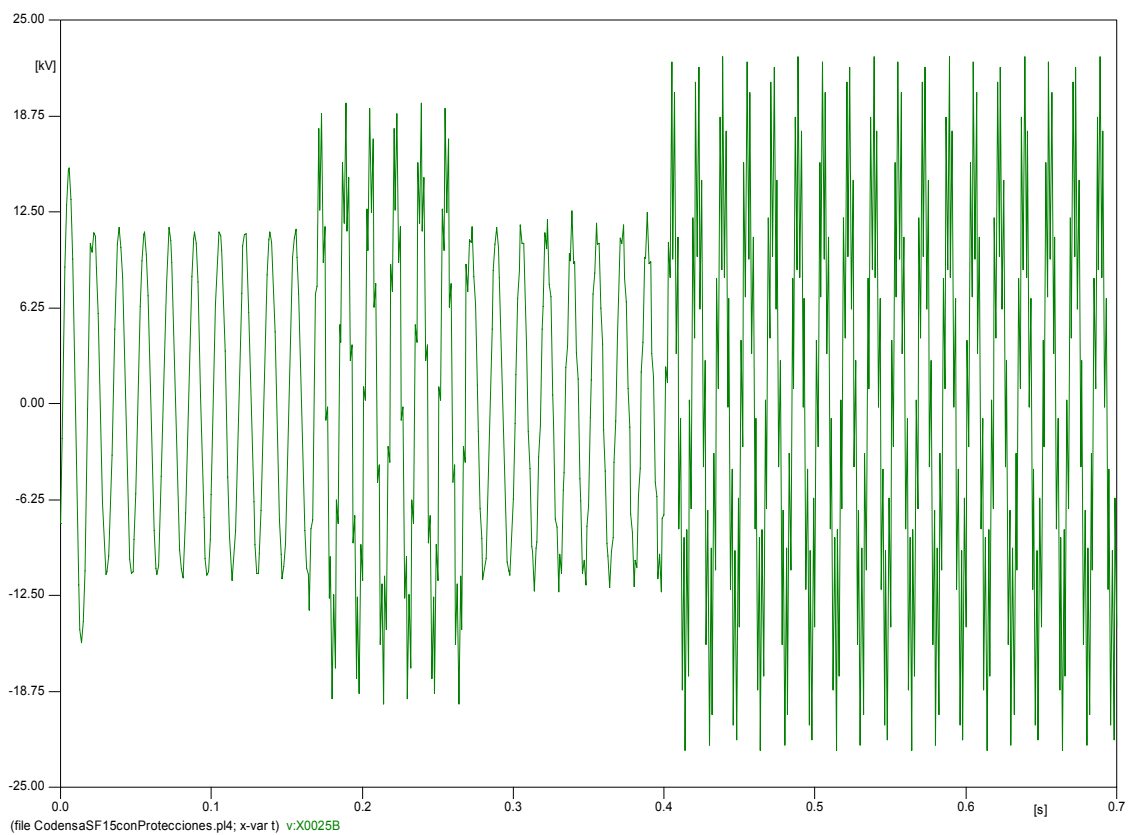


Figura 21. Tensiones de línea ante una falla trifásica a tierra en N073 de SF-15.(Fase A – Rojo, Fase B – Verde, Fase C – Azul).

Si ocurriera una falla sobre el nodo N063, aguas arriba de un fusible, el comportamiento del sistema ante la misma falla trifásica sería diferente al mostrado en las figuras anteriores. El comportamiento del sistema ante la falla mencionada en el nodo N063 puede verse en la figura 22.

**a.****b.**

**c.****d.**

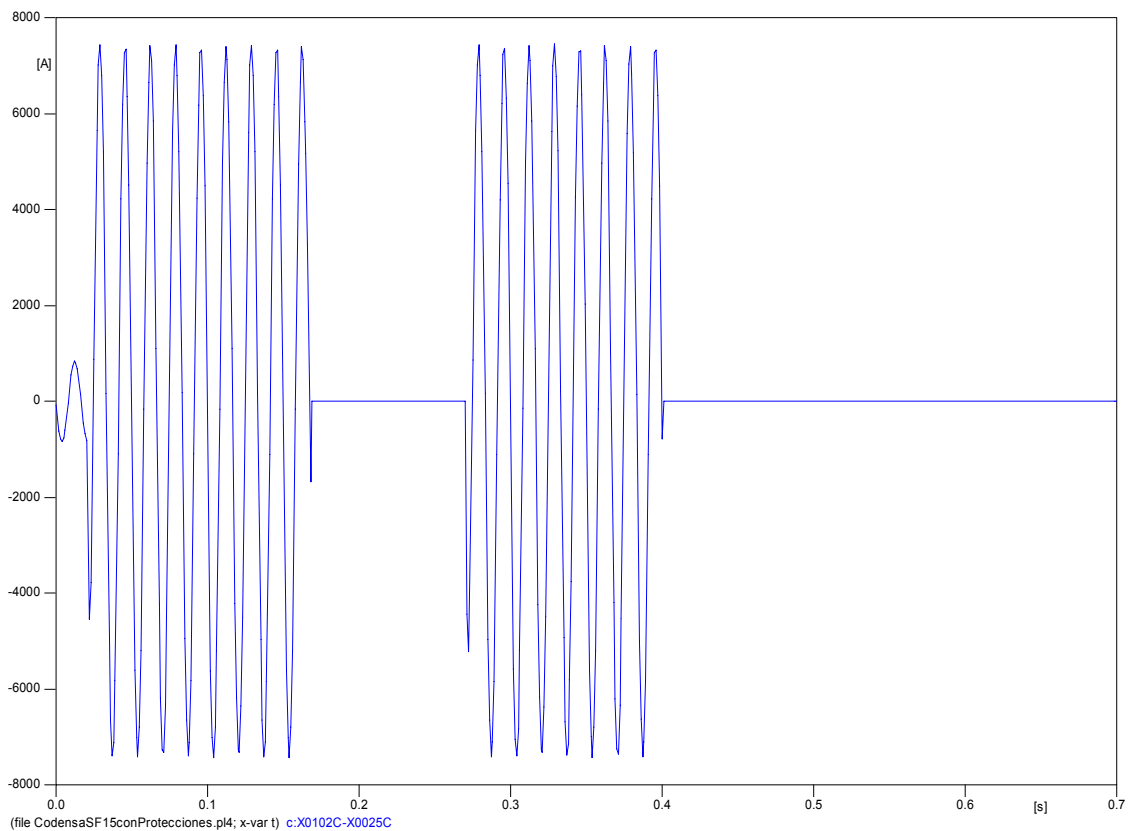
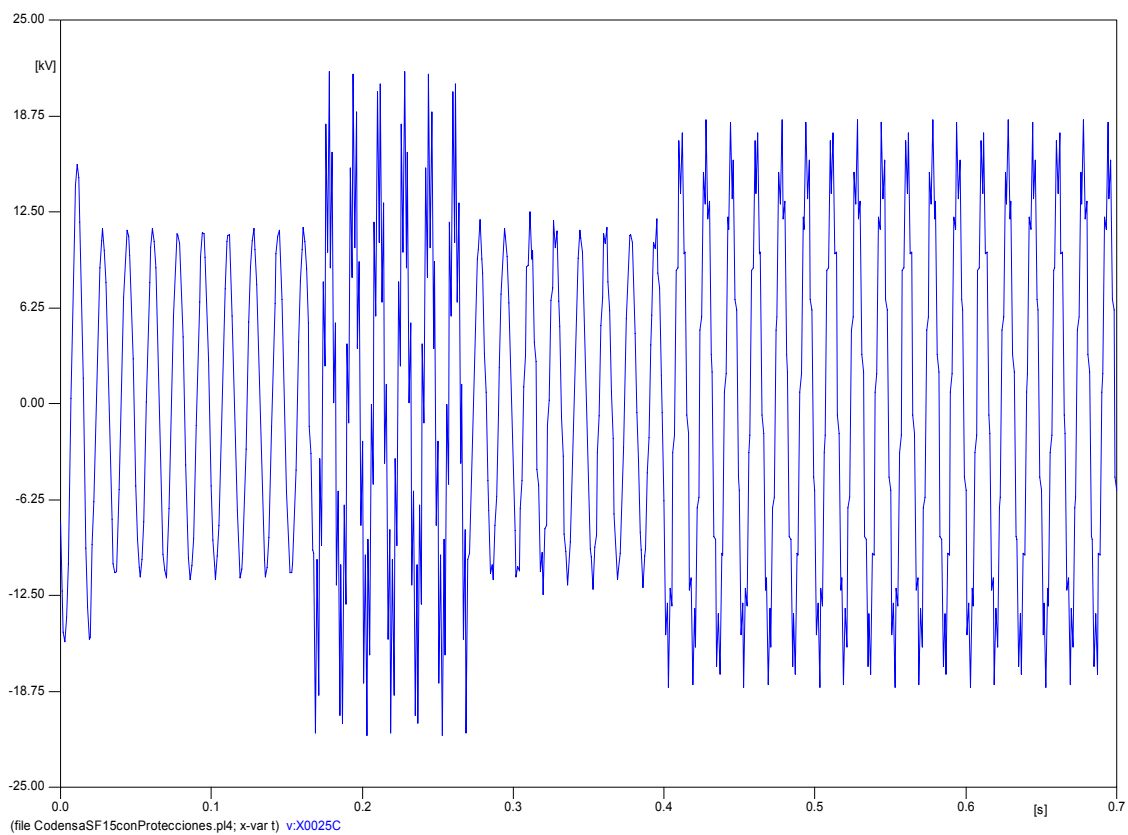
**e.****f.**

Figura 22. Señales de tensión y corriente al ocurrir una falla trifásica en N063

a. Corriente de fase A ante falla en N063, **b.** Tensión de línea ante falla en N063, **c.** Corriente de fase B ante falla en N063, **d.** Tensión de línea ante falla en N063, **e.** Corriente de fase A ante falla en N063, **f.** Tensión de línea ante falla en N063

Estas formas de onda están marcadas por el comportamiento del relé de sobrecorriente situado en la subestación principal del circuito. Este dispositivo está configurado para que efectúe un recierre en la ocurrencia de una falla en su zona de acción como protección principal.

El comportamiento del resto del circuito frente a los diferentes tipos de falla con sus resistencias de falla, varía en función de la magnitud de la corriente. Esta variación se presenta principalmente en el tiempo de duración de la corriente de falla, siendo este periodo corto cuando la magnitud de la corriente de falla es grande y siendo este periodo largo cuando la magnitud de la corriente es pequeña. Ya que la corriente depende de la resistencia de falla y del tipo de falla, se podría decir que el tiempo de acción de menor duración ocurre cuando existe una falla trifásica con resistencia de falla $0,5 \Omega$ en el nodo N030 y la mayor duración en caso de presentarse una falla bifásica con una resistencia de falla de 40Ω en el nodo eléctricamente más alejado de la fuente.

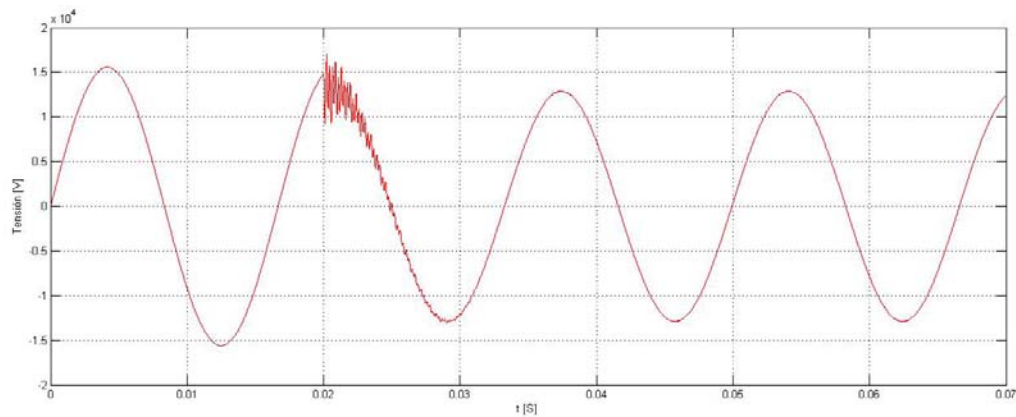
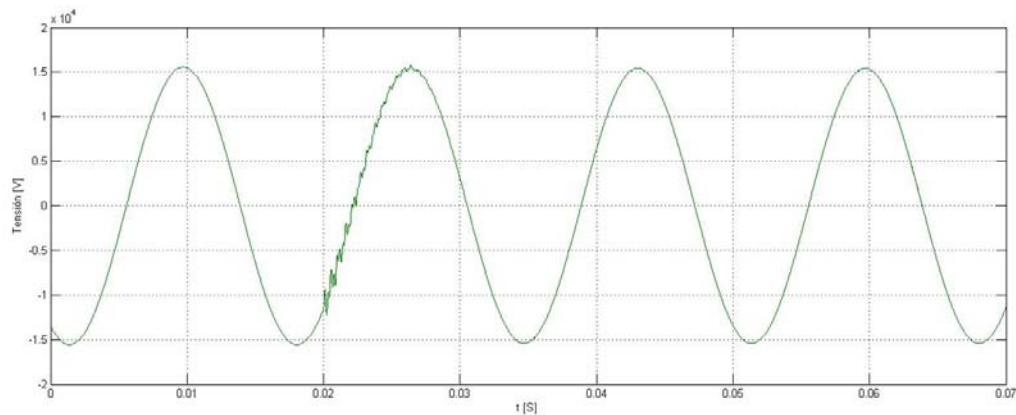
7.1.2. Circuito SF-15 sin protecciones

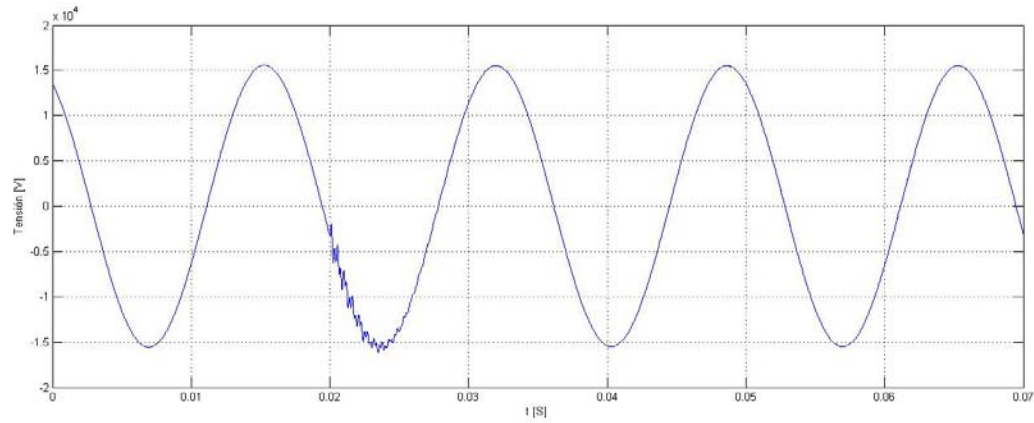
Este circuito se propone para extraer información que en el anterior circuito no es posible obtener. La frecuencia de muestreo en este modelo del circuito SF-15 es de 61440 kHz.

A partir de las simulaciones realizadas sobre este circuito se obtuvo información sobre los siguientes descriptores, caída de tensión, elevación de corriente, variación de la potencia aparente, variación del factor de potencia, reactancia de falla, frecuencia del transitorio.

Para el cálculo de los descriptores mencionados anteriormente se utilizaron dos herramientas, la primera fue la transformada de Fourier, que se empleó para hallar los fasores de las ondas de tensión-corriente entre prefalla y un ciclo después de la ocurrencia de la falla. La segunda fue la transformada Wavelet que se utilizó en análisis combinado con la transformada de Fourier para hallar la frecuencia del transitorio.

A continuación se muestran en las figuras 23 y 24 las ondas de tensión y corriente respectivamente, de una falla tipo 1 en el nodo N030 con una resistencia de $0,5 \Omega$

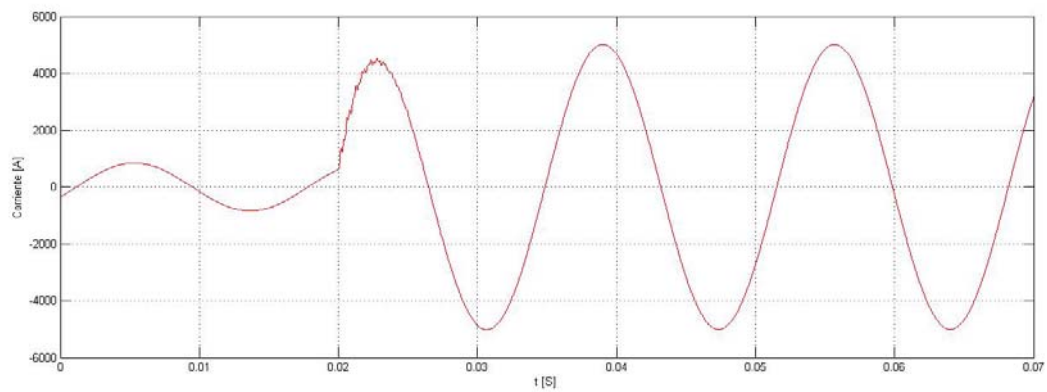
**a.****b.**



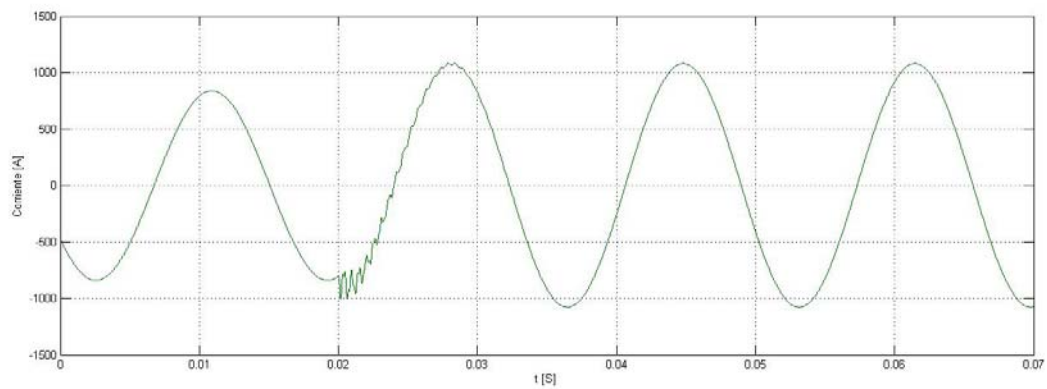
c.

Figura 23. Ondas de tensión falla tipo 1 en N030 con resistencia de falla de 0.5Ω

a. Onda de tensión de fase A, b. Onda de tensión de fase B, c. Onda de tensión de fase C. .



a.



b.

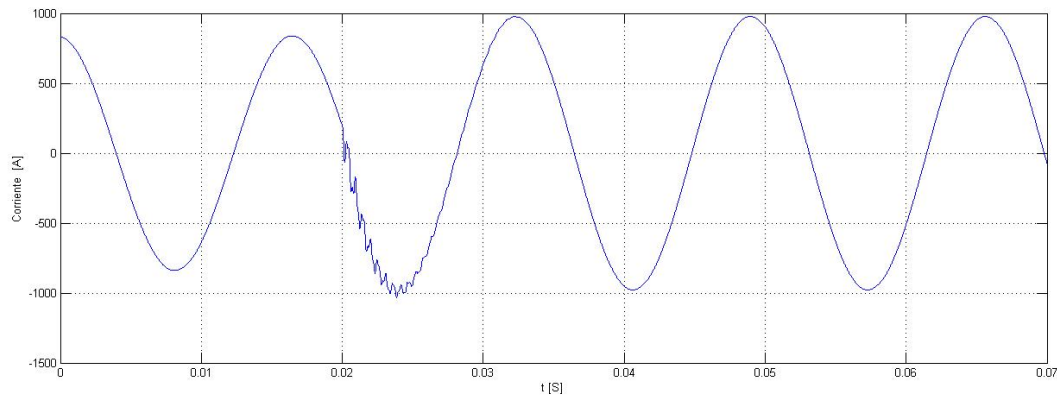


Figura 23. Ondas de corriente falla tipo 1 en N030 con resistencia de falla de 0.5Ω
a. Onda de corriente de fase A, **b.** Onda de corriente de fase B, **c.** Onda de tensión de fase C.

7.2. CIRCUITO UM-33

El circuito UM-33 está localizado en Bogotá. Tiene todo tipo de usuarios conectados (desde sectores industriales y comerciales, hasta oficiales y residenciales). Es un sistema de distribución de energía eléctrica de mediana tensión (11,4kV) apreciablemente extenso. Cuenta en su sistema con 100 cargas conectadas y 193 tramos en su mayoría aéreos. El sistema de protección implementado para este circuito es de relé-reconectador-fusible. Un esquema de este sistema puede verse en la figura 24.

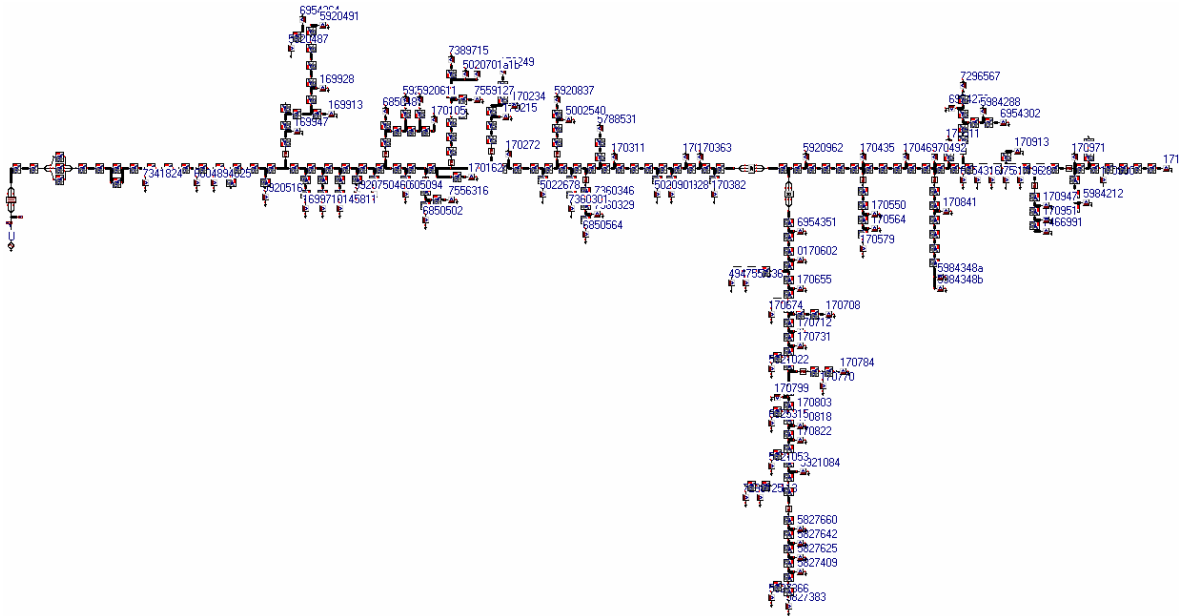


Figura 24. Sistema de distribución UM-33 implementado en ATPDraw.

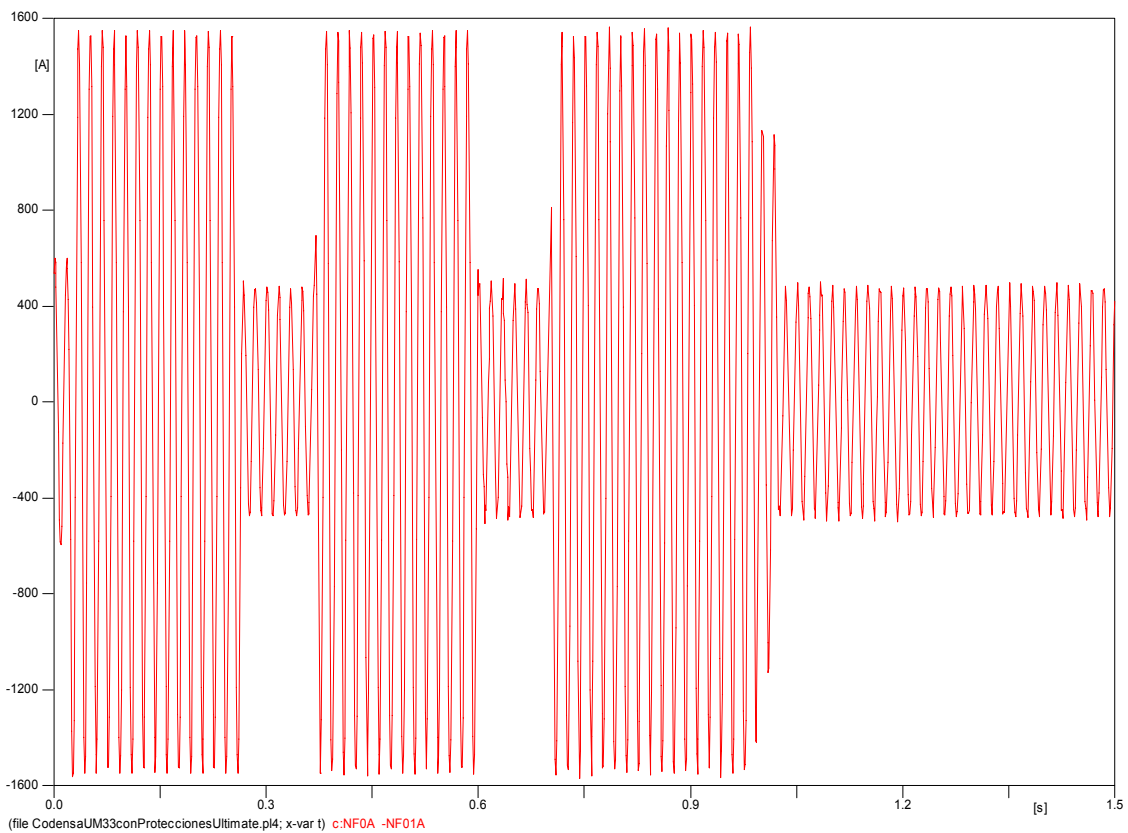
7.2.1. Circuito UM-33 con protecciones

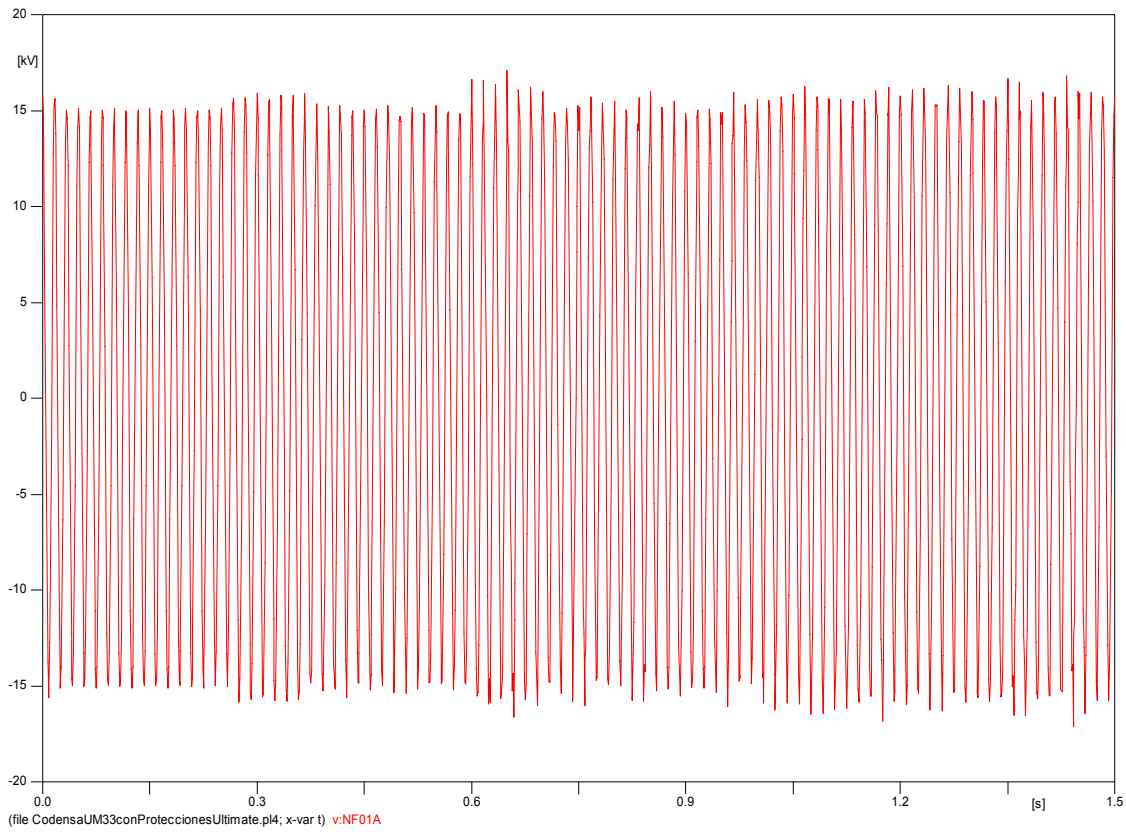
Según el esquema de las protecciones mencionado anteriormente, se mostrará para cada caso de falla, las ondas de tensión y corriente características del comportamiento del sistema y de los dispositivos de protección.

La primera zona de comportamiento característico se plantea en el esquema de protecciones como relé-reconectador-fusible. Se ve este comportamiento desde el nodo N110, hasta el N210, en las subdivisiones del alimentador principal protegidas con fusible. Para ver este comportamiento del sistema se realizó una falla trifásica a tierra con resistencia de falla de $0,5 \Omega$ en el nodo N196. Las ondas de tensión y corriente se pueden ver en la figura 25.

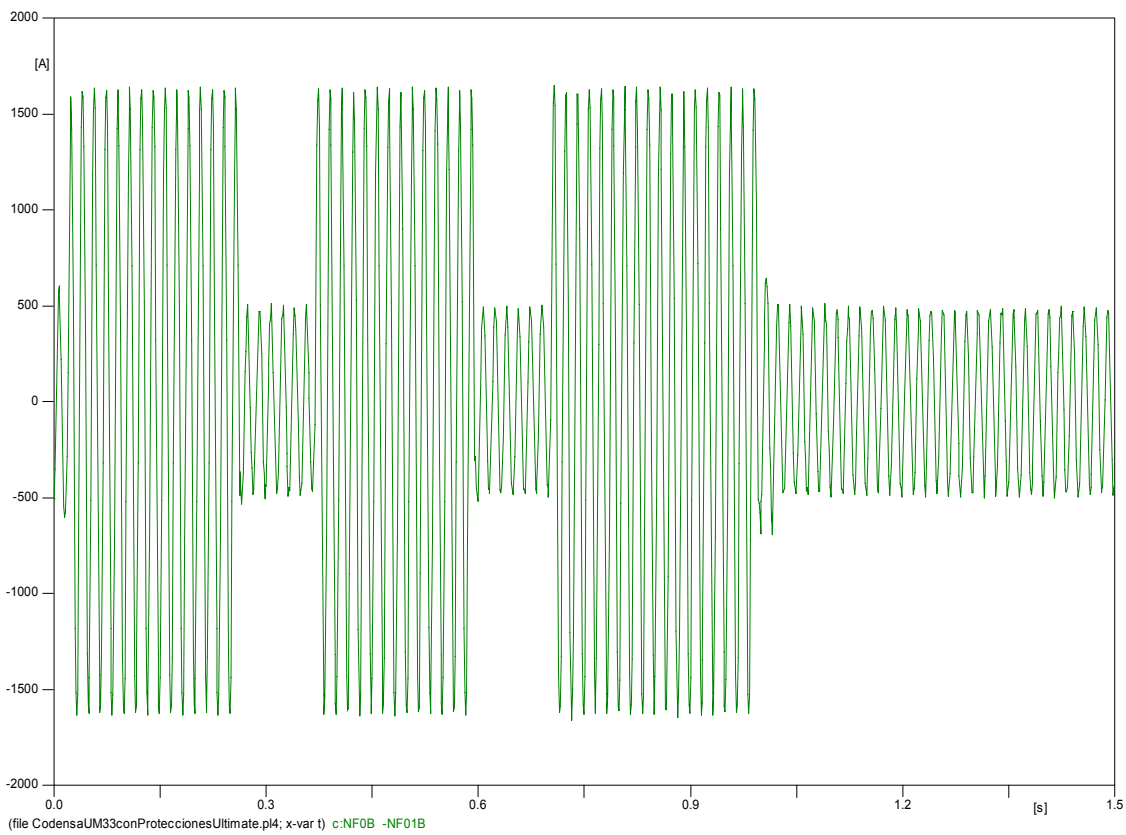
Se puede notar en esta figura que existen tres intervalos en los que la corriente de falla circula por la red. El primer intervalo mostrado es desconectado por el reconectador actuando con su curva rápida, esto ocurre también para el segundo

intervalo. El tercer intervalo se calcula con la curva lenta del reconectador, así que al ocurrir la falla aguas abajo del fusible, este último intervalo corresponde al tiempo que demora el fusible en desconectar la falla. Si la falla acontece aguas arriba del fusible, el comportamiento será el mismo, con la diferencia de que el tiempo del último intervalo será mayor. También se puede ver en la figura 25, que la tensión sufre una caída muy leve, casi inapreciable sin realizar un detalle de la onda. Esto muestra la lejanía de la fuente a la que ocurre la falla.

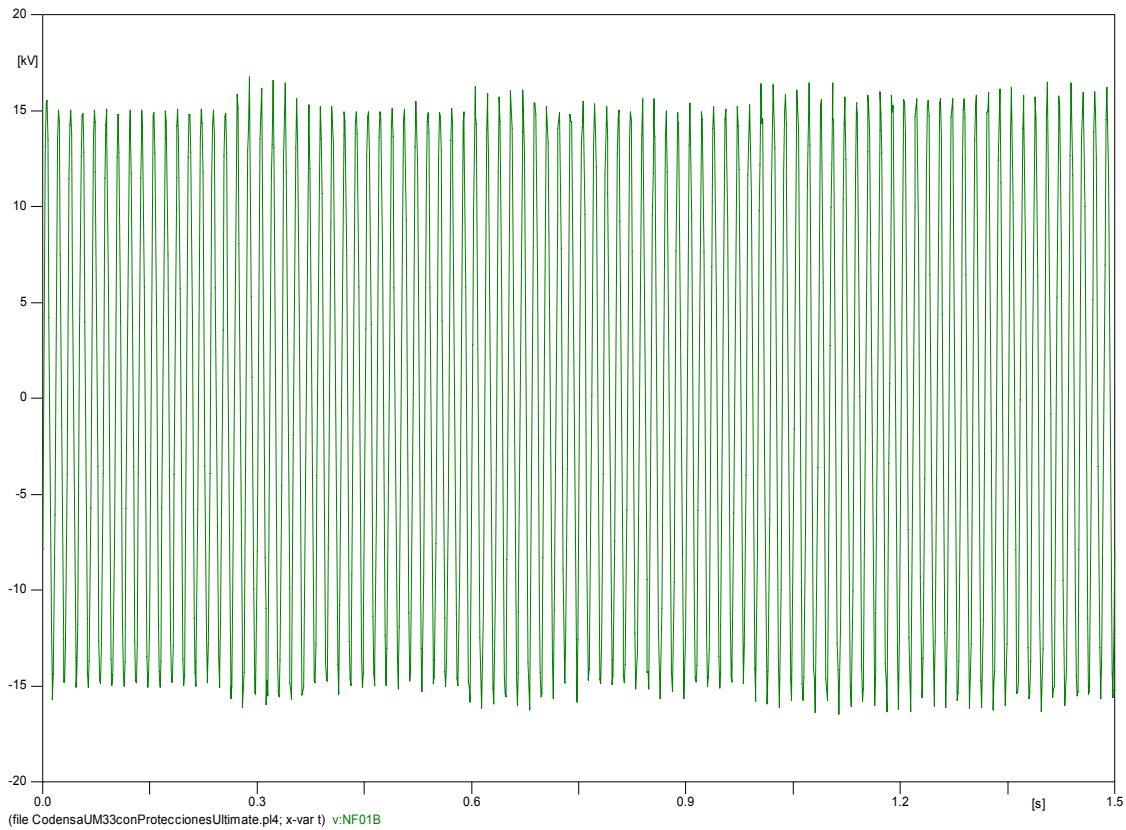
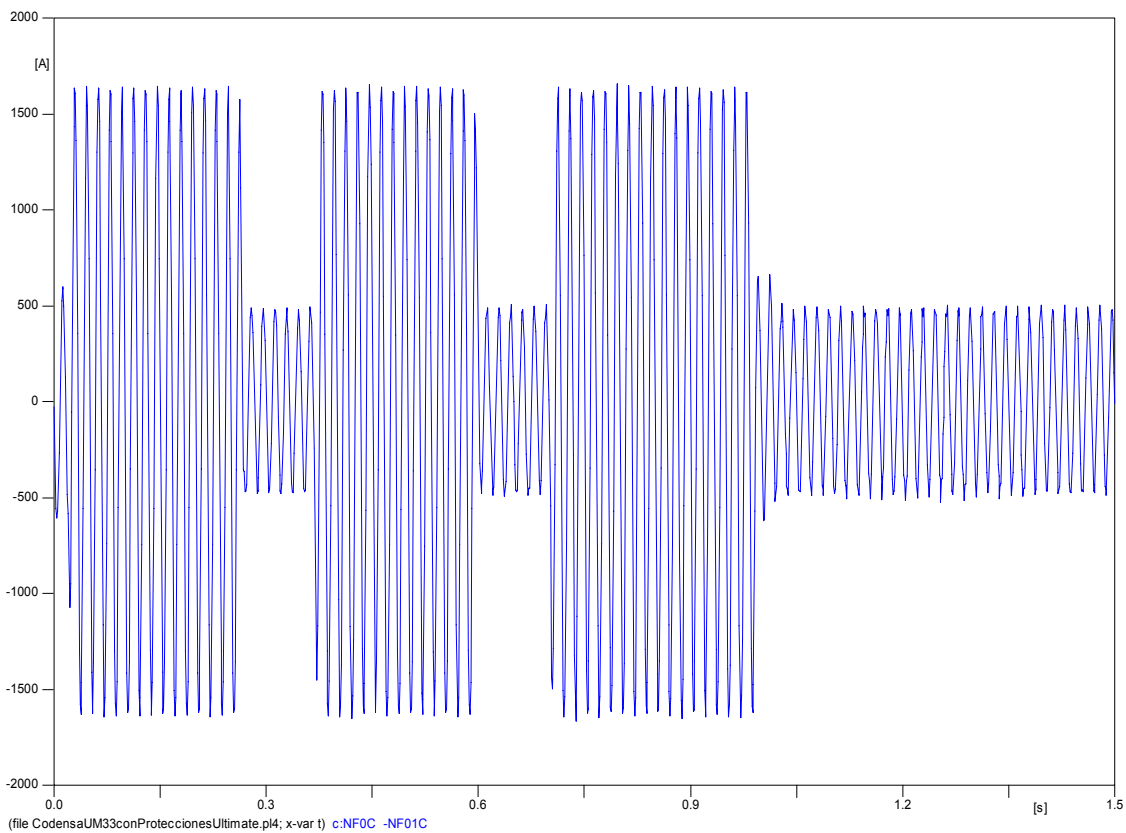
**a.**



b.



c.

**d.****e.**

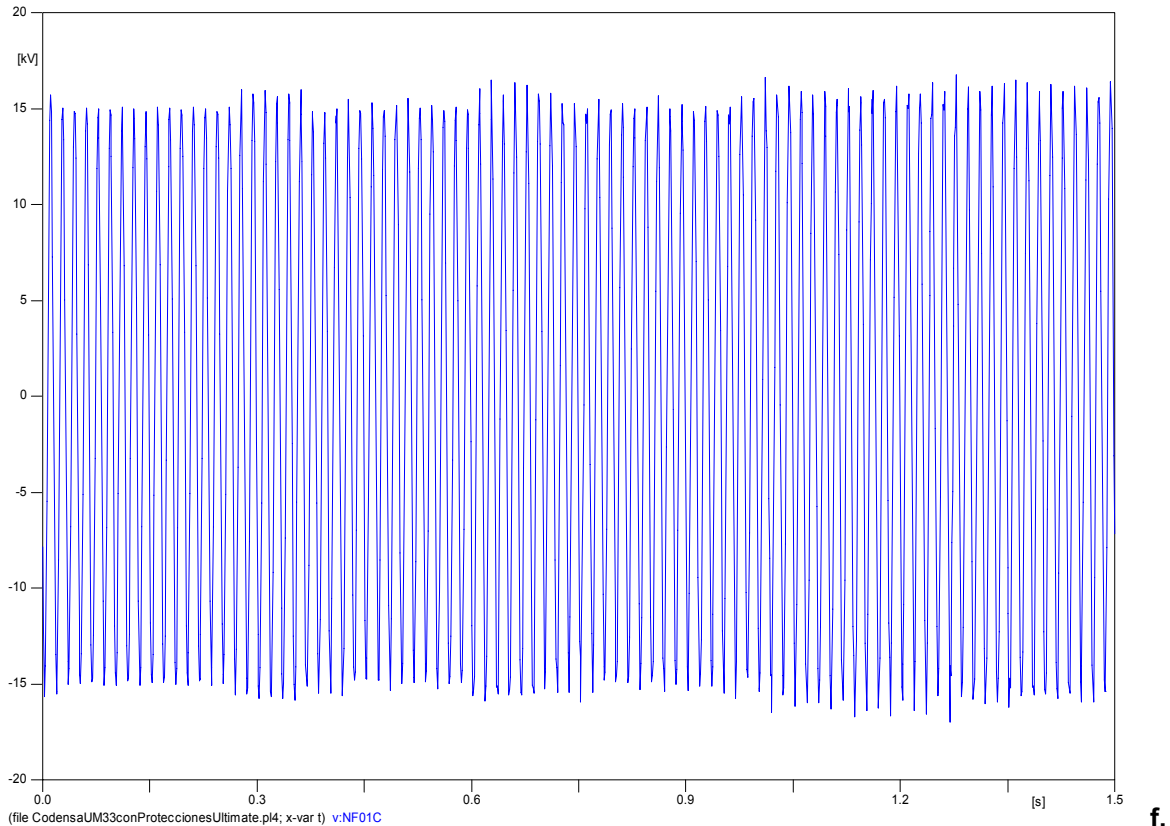


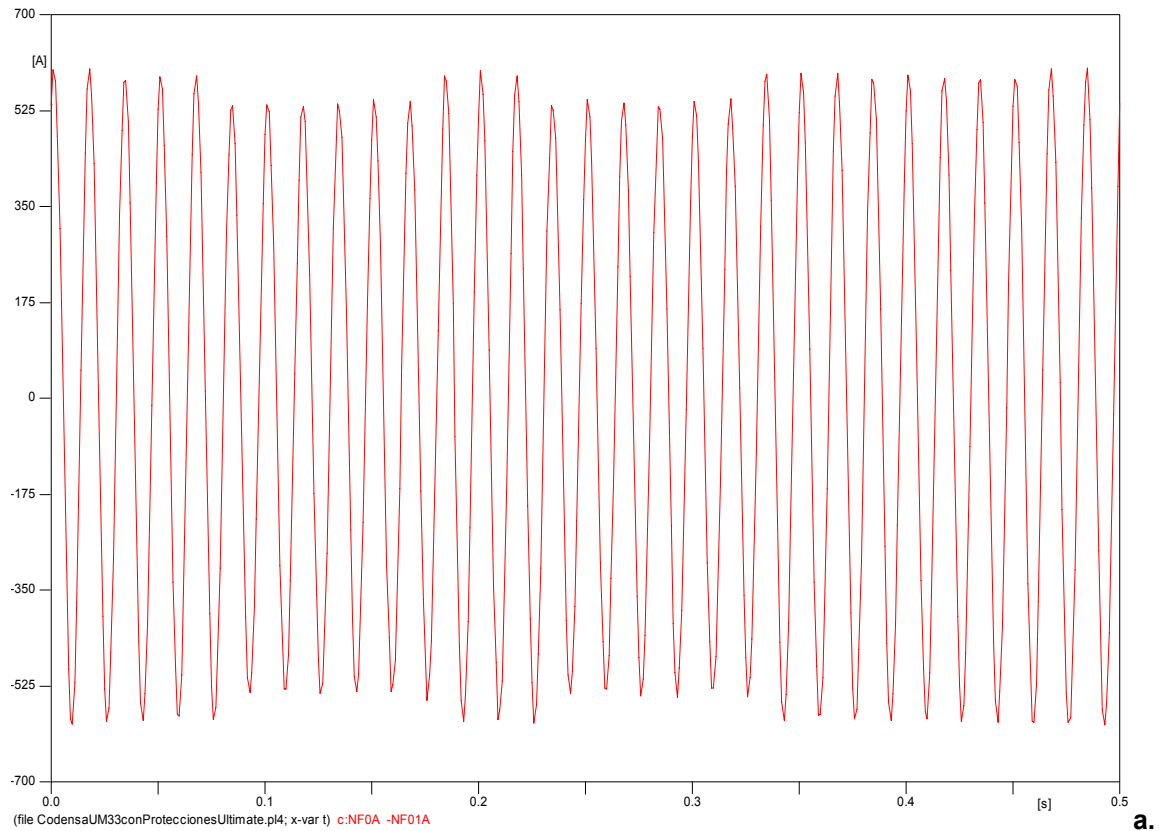
Figura 25. Señales de tensión y corriente al ocurrir una falla trifásica en N196

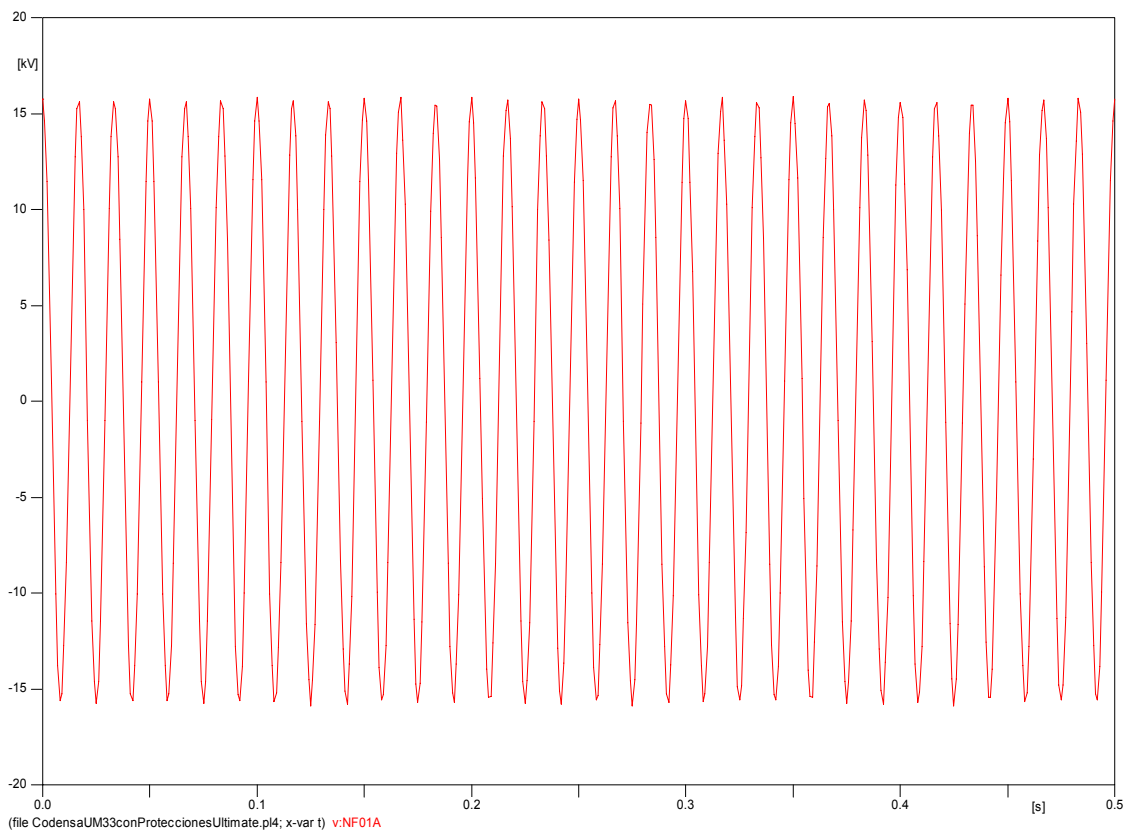
a. Corriente de fase A ante falla en N196, **b.** Tensión fase A ante falla en N196, **c.** Corriente de fase B ante falla en N196, **d.** Tensión fase B ante falla en N196, **e.** Corriente de fase C ante falla en N196, **f.** Tensión fase C ante falla en N196.

Las divisiones que se desprenden del alimentador principal desde el nodo N001 al N108 se comportan de similar manera que el ejemplo mostrado por las figuras 20 y 21 para el circuito SF-15, ya que su esquema de protección es relé-fusible. Las fallas que ocurren en este mismo intervalo de nodos, pero sobre el alimentador principal, muestran el mismo comportamiento que el de la figura 22 del circuito SF-15.

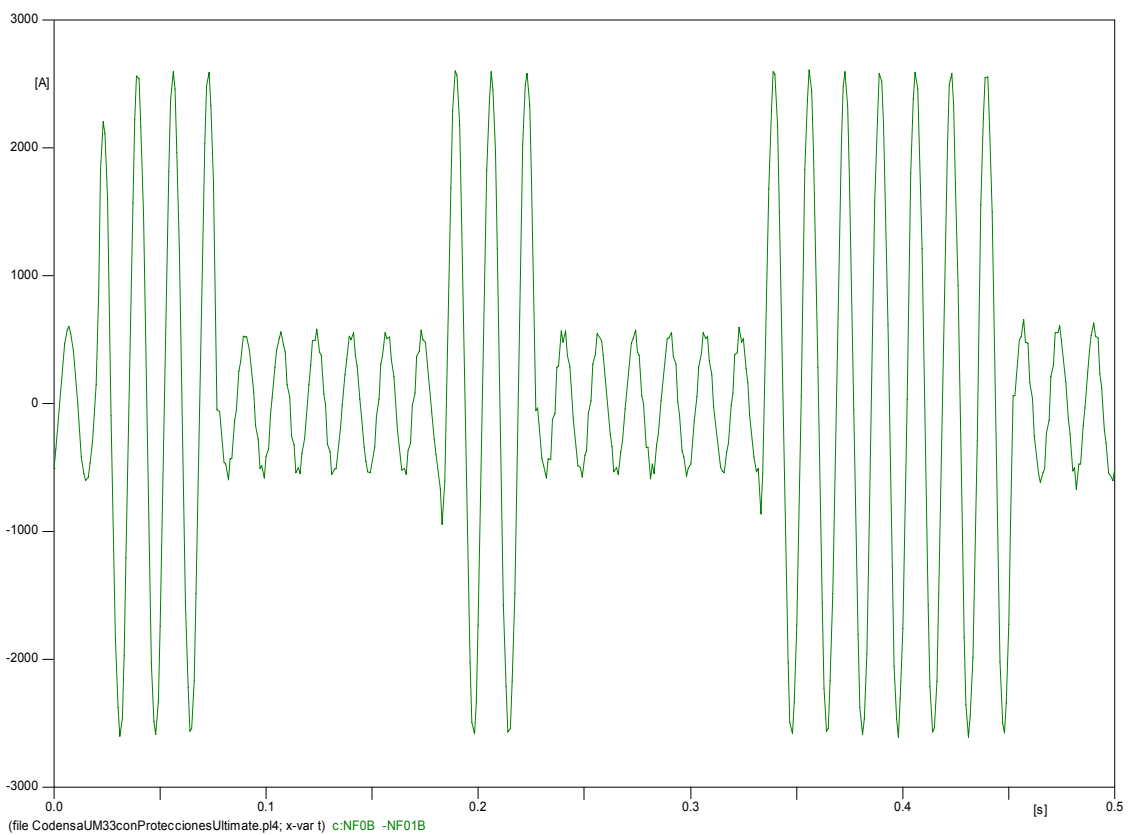
Las diferencias entre uno y otro circuito se aprecian al analizar tanto las características de las caídas de tensión, como las de las señales de corriente (diferencias de magnitud entre estado prefalla y postfalla, tiempo de actuación de las protecciones, etc.).

Se puede ver en la figura 26, las ondas de corriente y tensión al ocurrir una falla bifásica de las fases B y C en el nodo N116, la cual presenta una resistencia de falla de $0,5 \Omega$.

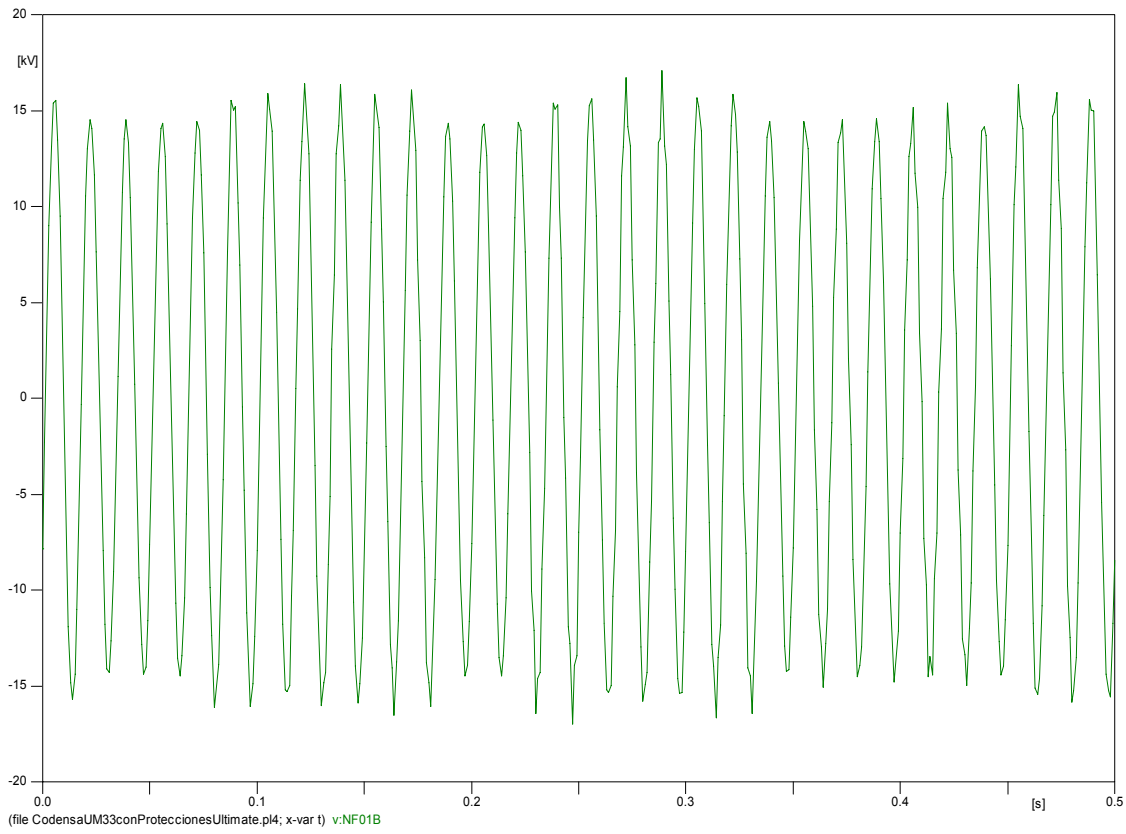




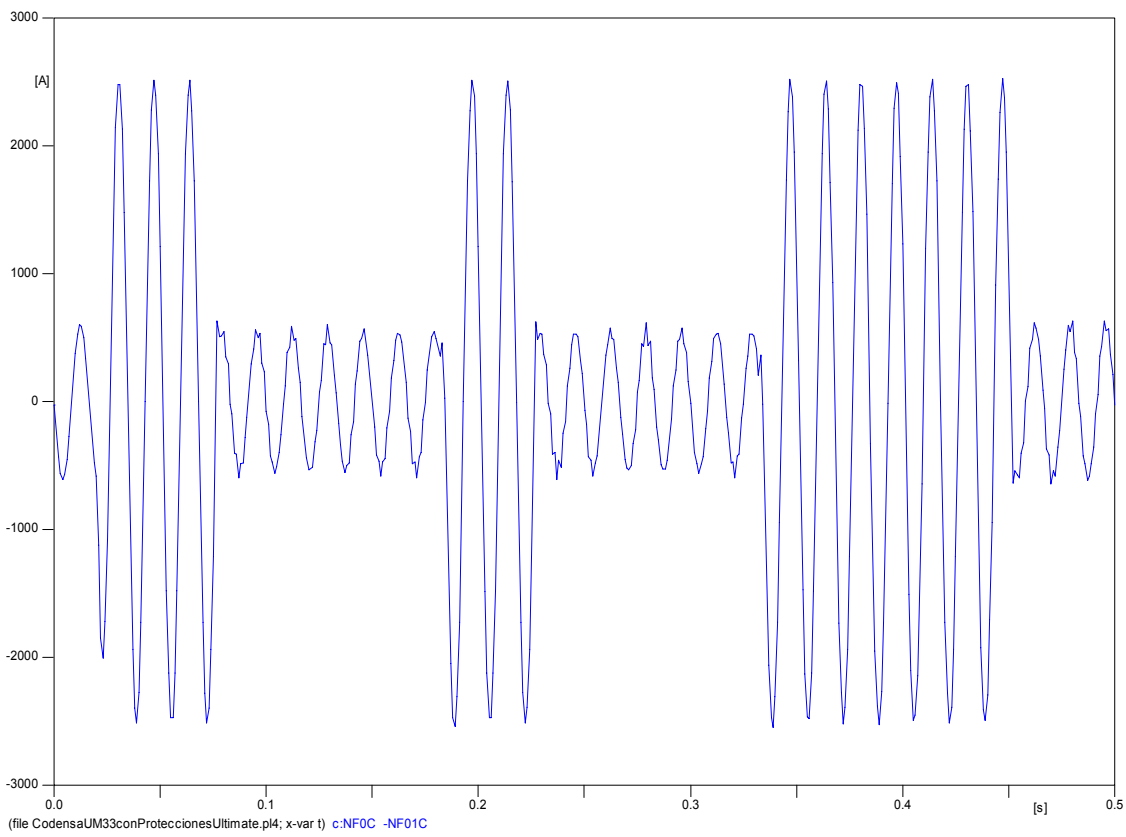
b.



c.



d.



e.

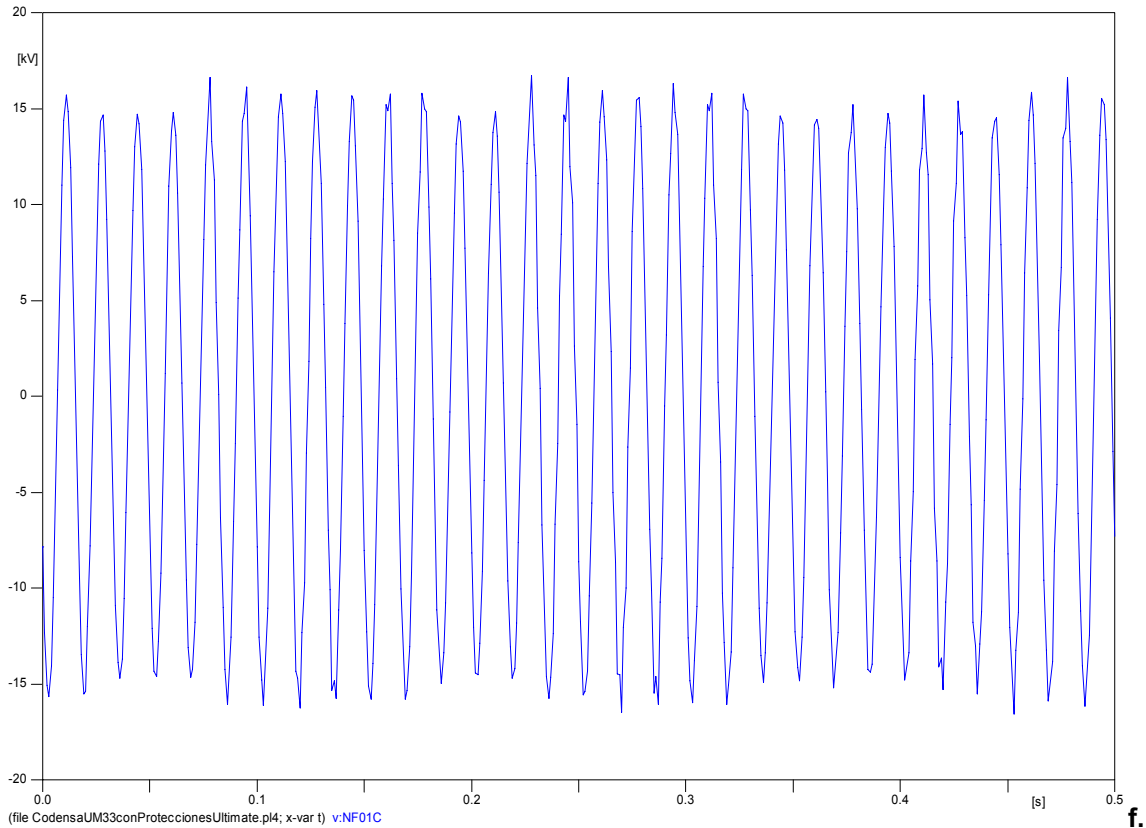


Figura 26. Ondas de corriente y tensión para falla bifásica fases B-C en N116

a. Corriente fase A, **b.** Tensión fase A, **c.** Corriente fase B, **d.** Tensión fase B, **e.** Corriente fase C, **f.** Tensión fase C.

7.2.2. Circuito UM-33 sin protecciones

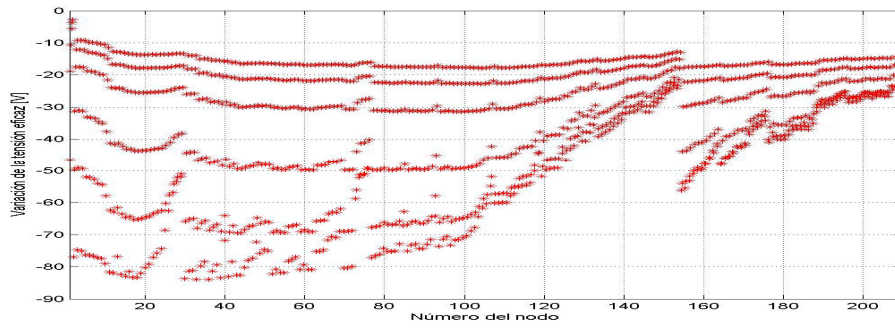
Para este circuito se mostrara el comportamiento de los descriptores obtenidos. Cabe resaltar que este circuito presenta el mismo comportamiento que el SF-15 sin protecciones y también se utiliza para obtener información que no se puede extraer del modelo con protecciones. Como se mencionó anteriormente, la frecuencia de muestreo utilizada en las simulaciones efectuadas se realizaron a 61440Hz.

El comportamiento de las ondas de tensión y corriente al ocurrir una falla en este circuito es similar al exhibido en la figura 23.

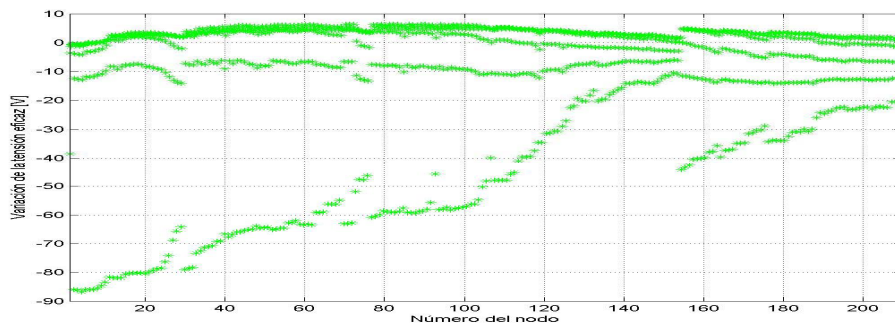
En la figuras 27 a 37 se muestran los descriptores obtenidos al producir una falla tipo 3 (monofasica a tierra) con resistencias de falla 0.5 Ω , 5 Ω , 10 Ω , 20 Ω , 30 Ω , 40 Ω .

Los descriptores que se presentan a continuación son:

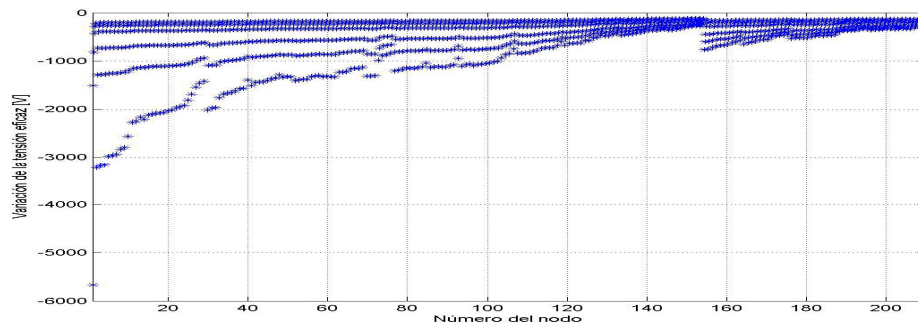
- Variación de la tensión eficaz de fase entre prefalla y postfalla.
- Variación de la tensión eficaz de línea entre prefalla y postfalla.
- Variación de la corriente eficaz de fase entre prefalla y postfalla.
- Variación de la corriente eficaz de línea entre prefalla y postfalla.
- Variación de la potencia aparente para variables de fase entre prefalla y postfalla.
- Variación de la potencia aparente para variables de línea entre prefalla y postfalla.
- Reactancia de falla para variables de fase.
- Reactancia de falla para variables de línea.
- Variación del factor de potencia para variables de fase entre prefalla y postfalla.
- Variación del factor de potencia para variables de línea entre prefalla y postfalla.
- Frecuencia del transitorio de falla.



a.

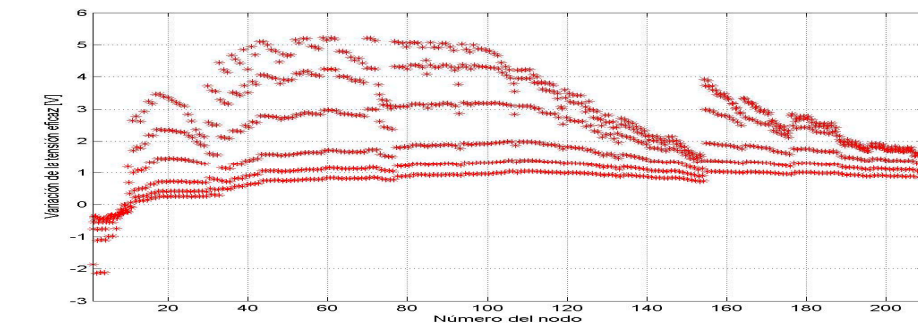


b.

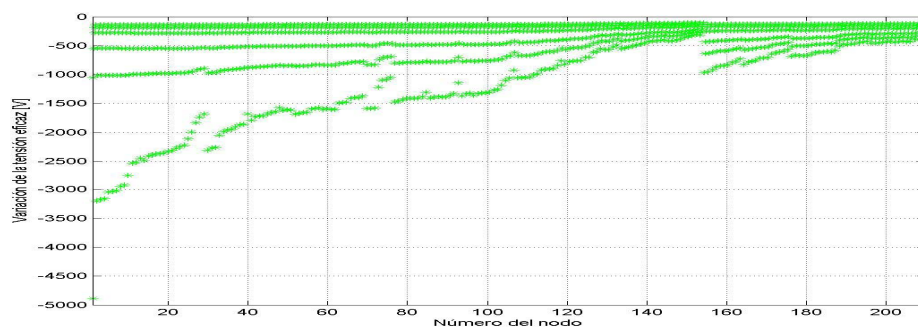


c.

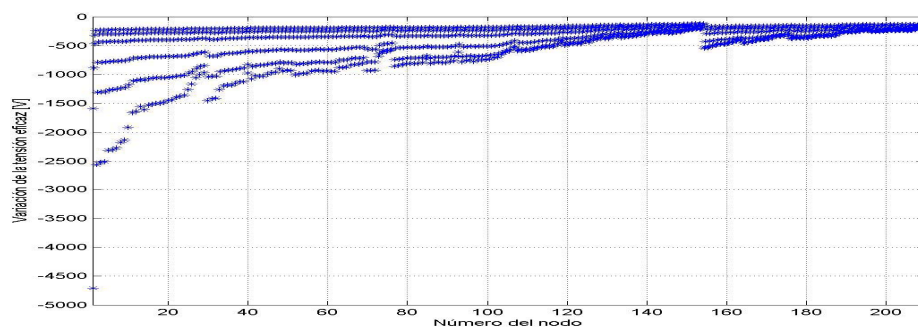
Figura 27. Variación de la tensión eficaz en cada una de las fases entre prefalla y falla, de un evento tipo 3 en las barras N001 a N210 con 6 valores de resistencia de falla. **a.** Variación de la tensión eficaz en la fase A, **b.** Variación de la tensión eficaz en la fase B, **c.** Variación de la tensión eficaz en la fase C.



a.

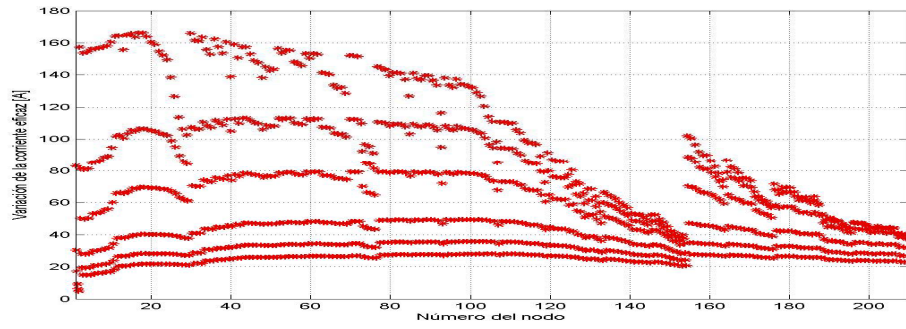


b.

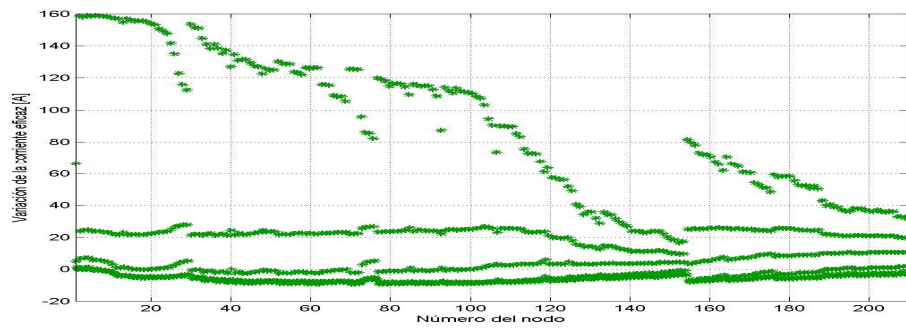


c.

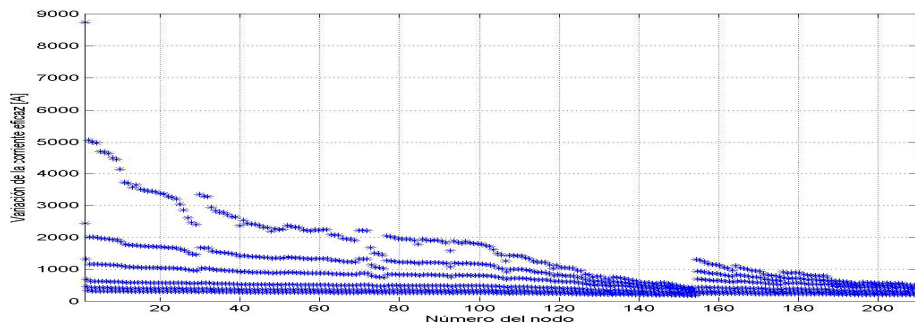
Figura 28. Variação de la tensión eficaz de línea entre prefalla y falla, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N210 con 6 valores de resistencia de falla. **a.** Variação de la tensión eficaz entre las líneas AB, **b.** Variação de la tensión eficaz entre las líneas BC, **c.** Variação de la tensión eficaz entre las líneas CA.



a.

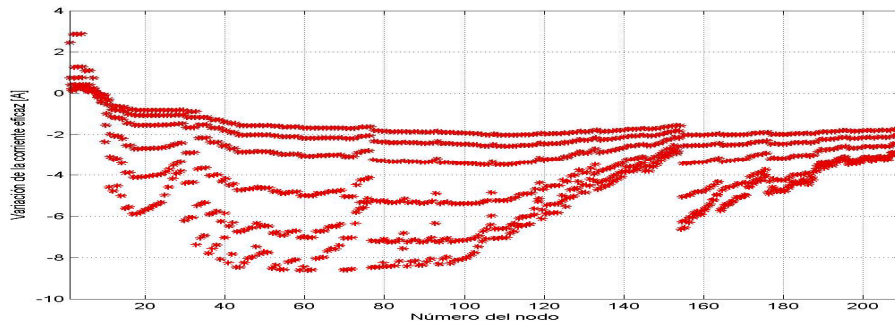


b.

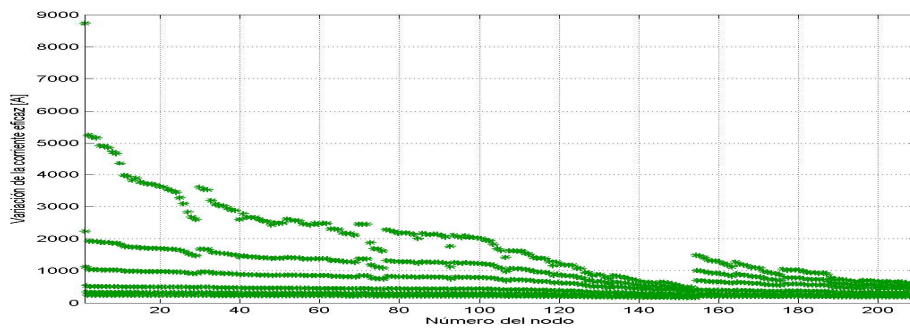


c.

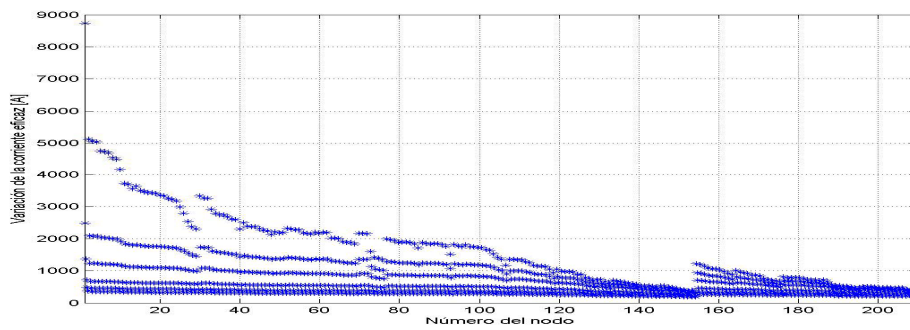
Figura 29. Variación de la corriente eficaz en cada una de las fases entre prefalla y falla, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N210 con 6 valores de resistencia de falla. **a.** Variación de la corriente eficaz en la fase A, **b.** Variación de corriente eficaz en la fase B, **c.** Variación de la corriente eficaz en la fase C.



a.

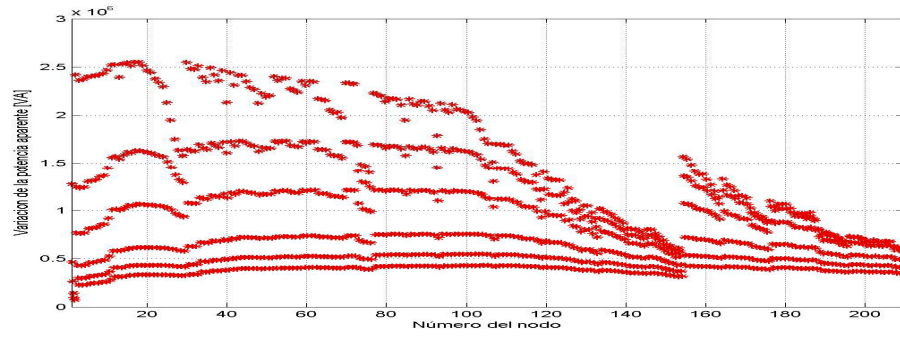


b.

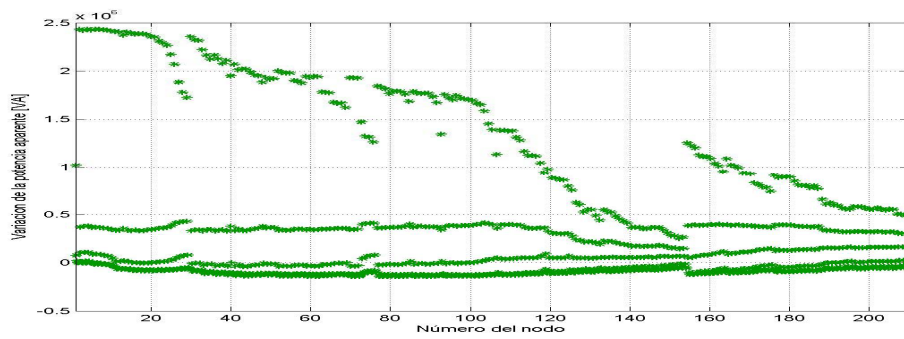


c.

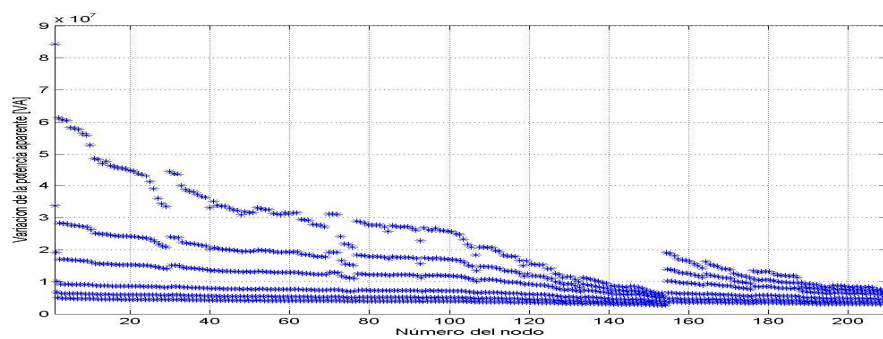
Figura 30. Variación de la corriente eficaz de línea entre prefalla y falla, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N210 con 6 valores de resistencia de falla. **a.** Variación de la corriente eficaz entre las líneas AB, **b.** Variación de la corriente eficaz entre las líneas BC, **c.** Variación de la corriente eficaz entre las líneas CA.



a.

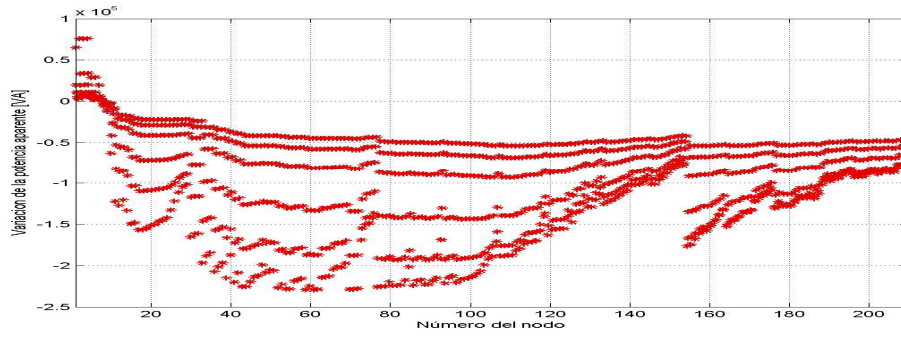


b.

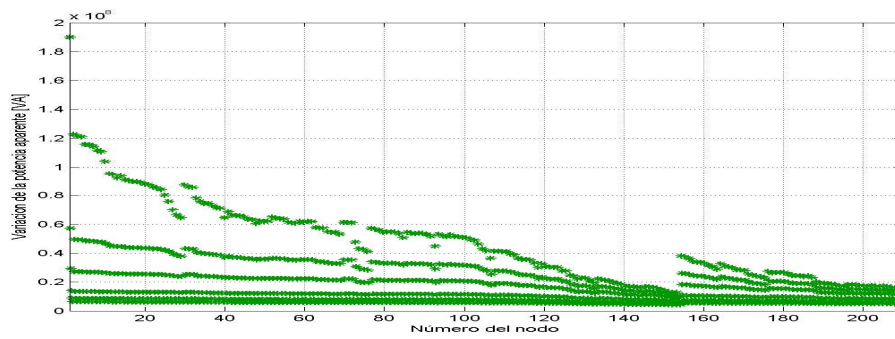


c.

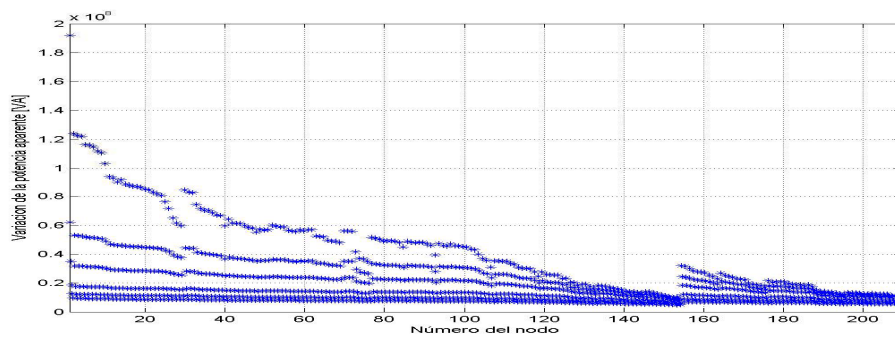
Figura 31. Variación de la potencia aparente en cada una de las fases entre prefalla y falla, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N210 con 6 valores de resistencia de falla. **a.** Variación de la potencia aparente en la fase A, **b.** Variación de la potencia aparente en la fase B, **c.** Variación de la potencia aparente en la fase C.



a.

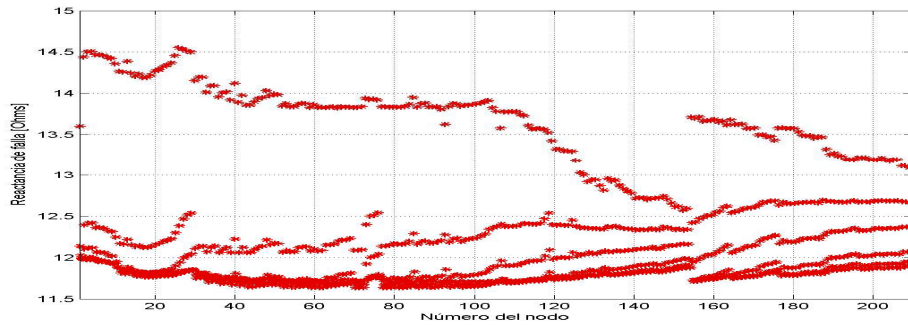


b.

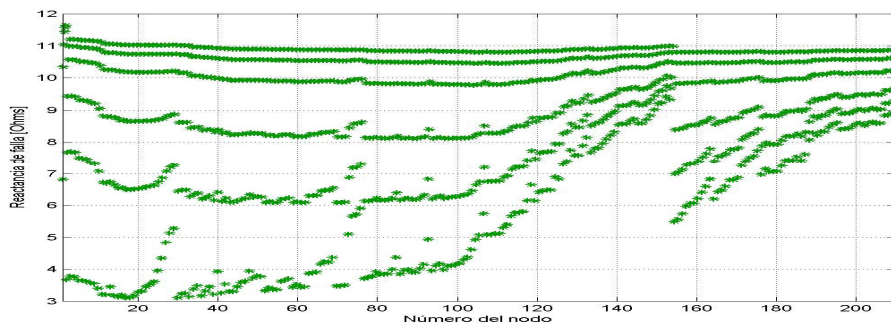


c.

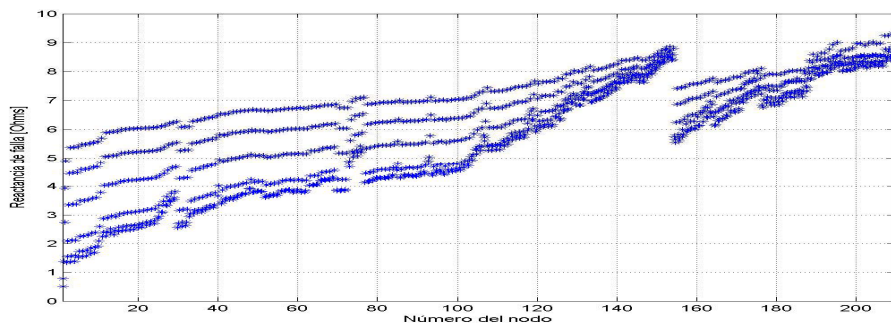
Figura 32. Variação de la potencia aparente de línea entre prefalla y falla, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N210 con 6 valores de resistencia de falla **a.** Variação de la potencia aparente entre las líneas AB, **b.** Variação de la potencia aparente entre las líneas BC, **c.** Variação de la potencia aparente entre las líneas CA.



a.



b.



c.

Figura 33. Reactancia de falla por fase, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N210 con 6 valores de resistencia de falla. **a.** Reactancia de falla en la fase A, **b.** Reactancia de falla en la fase B, **c.** Reactancia de falla en la fase C.

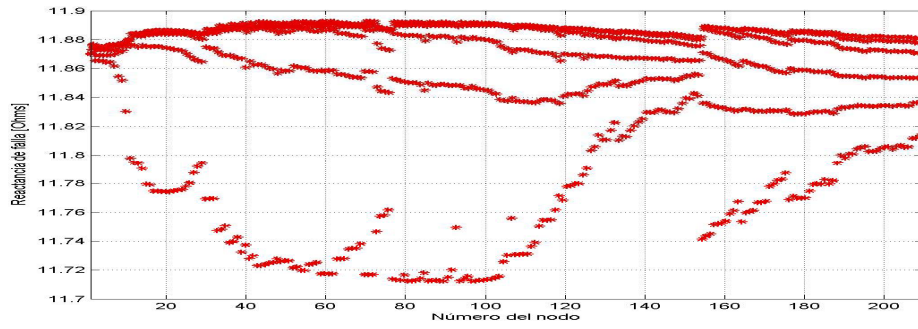
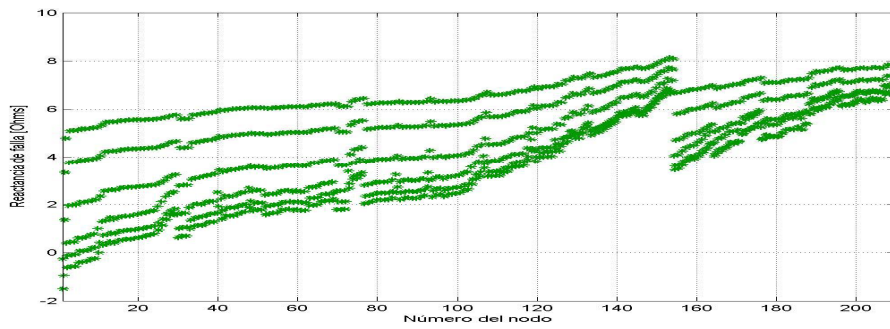
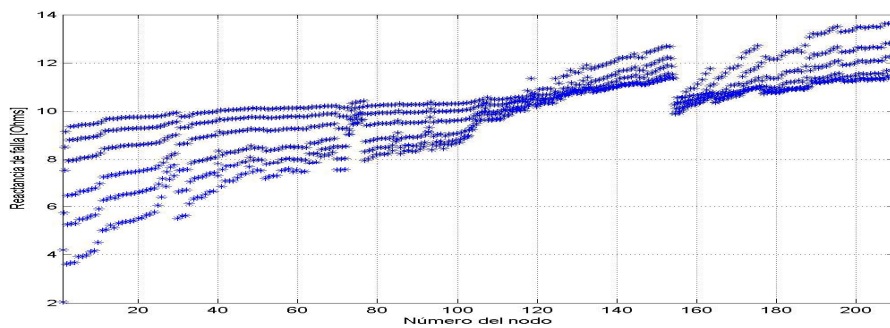
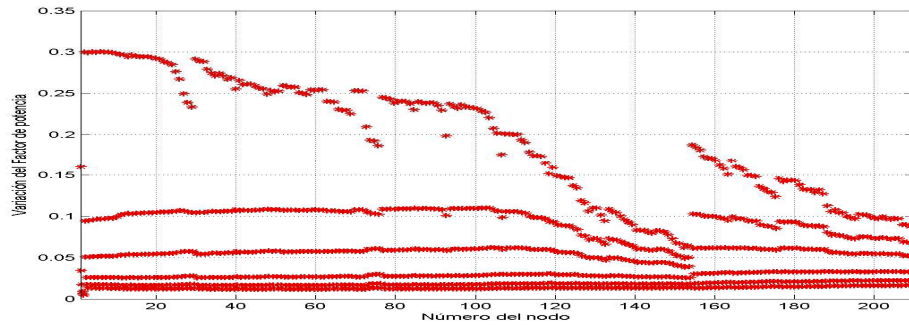
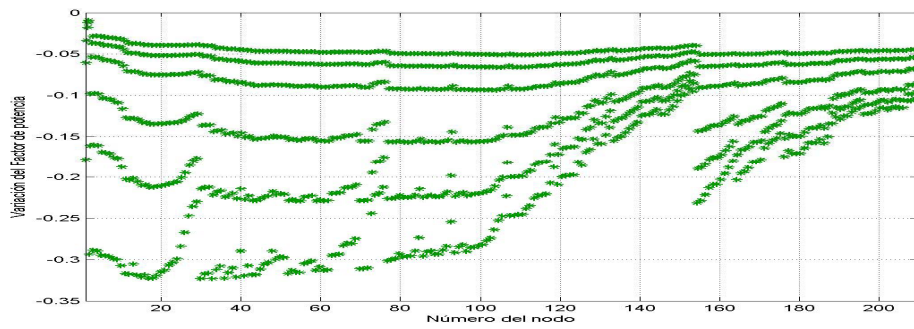
**a****b.****c.**

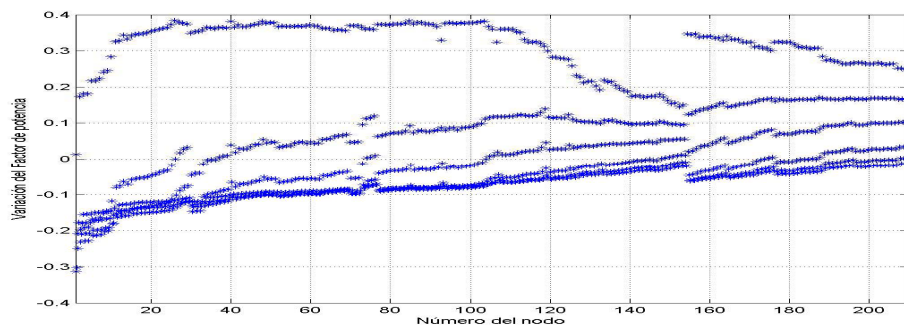
Figura 34. Reactancia de falla de línea, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N050 con 6 valores de resistencia de falla. **a.** Reactancia de falla entre las líneas AB, **b.** Reactancia de falla entre las líneas BC, **c.** Reactancia de falla entre las líneas CA.



a.

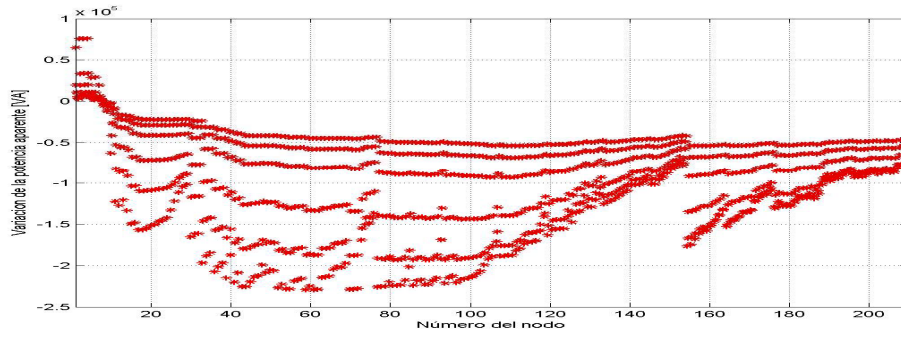


b.

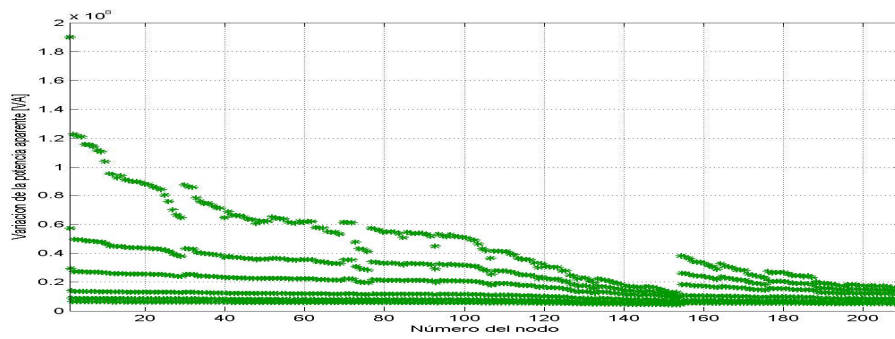


c.

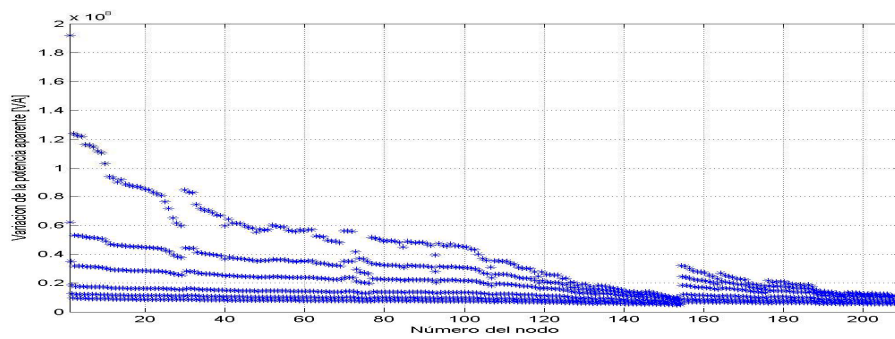
Figura 35. Variación del factor de potencia en cada una de las fases entre prefalla y falla, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N210 con 6 valores de resistencia de falla. **a.** Variación del factor de potencia en la fase A, **b.** Variación del factor de potencia en la fase B, **c.** Variación del factor de potencia en la fase C.



a.

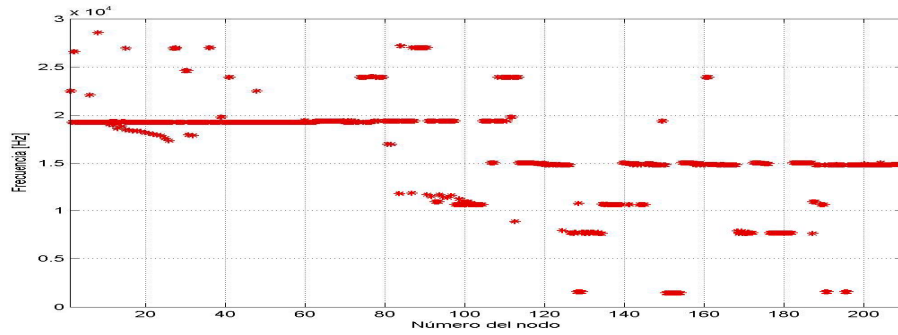


b.

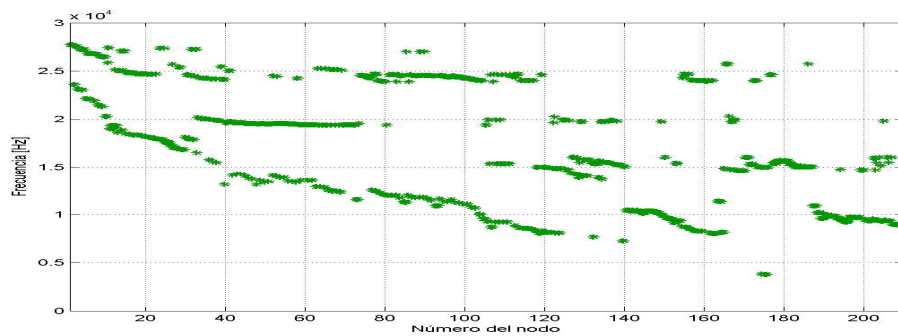


c.

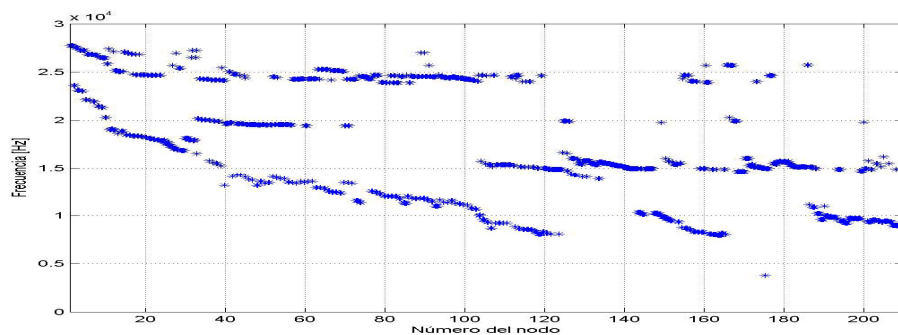
Figura 36. Variación del factor de potencia de línea entre prefalla y falla, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N210 con 6 valores de resistencia de falla **a.** Variación del factor de potencia entre las líneas AB, **b.** Variación del factor de potencia entre las líneas BC, **c.** Variación del factor de potencia entre las líneas CA.



a.



b.



c.

Figura 37. Frecuencia del transitorio de falla, de una falla tipo 3 en las barras N001 a N210 con 6 valores de resistencia de falla. **a.** Frecuencia del transitorio de falla fase A, **b.** Frecuencia del transitorio de falla fase B, **c.** Frecuencia del transitorio de falla fase C.

Se observa en las figuras anteriores, que la mayoría de los resultados obtenidos pueden ser utilizados para un estudio posterior de localización de fallas.

De manera general, se buscan ciertas características en los descriptores que presenten un comportamiento. El comportamiento para los descriptores utilizados,

está en función de la distancia eléctrica de la ocurrencia de la falla, con respecto a la fuente.

Esto se evidencia en los descriptores de tensión, corriente, reactancia, factor de potencia y potencia aparente. El descriptor de frecuencia no presenta características confiables en su comportamiento, debido a que los alimentadores no aportan una cantidad apreciable a la impedancia equivalente del circuito en falla. Esto significa que el comportamiento de la frecuencia está casi exclusivamente afectada por las características de la carga y esto lleva a variaciones bruscas en su comportamiento. Estas variaciones al ser dependientes de la carga, afectan el rendimiento de este descriptor para estudios de localización de fallas.

Para profundizar en el comportamiento de los descriptores de tensión, corriente y potencia aparente, cabe decir que estos reducen su magnitud en función de la distancia y resistencia de falla, para los descriptores que incluyan las fases falladas. En los descriptores de reactancia de falla, la magnitud crece con la distancia eléctrica de la ocurrencia de la falla a la fuente, este comportamiento se explica porque al alejar la falla de la fuente, la impedancia equivalente desde la fuente hasta el punto de falla crece.

CONCLUSIONES

A partir del trabajo desarrollado durante este proyecto de grado, los autores han considerado las siguientes como las conclusiones más relevantes.

- Para la correcta representación de elementos eléctricos en un ambiente virtual es primordial establecer el propósito del estudio que se va a realizar. La selección de los modelos es esencial para obtener resultados confiables.
- El implementar modelos implica conocer los elementos a representar y su comportamiento. Es poco común y práctico realizar el modelado de un sistema de distribución de energía eléctrica con modelos complejos. Con este criterio fueron seleccionados los modelos para que los errores de simulación estén en un margen de incertidumbre aceptable. En este proyecto, el modelo utilizado en las líneas de distribución hace que se presente un rizado en la señal de tensión en el proceso de simulación.
- Se logró generar una base de datos de un tamaño considerable, la cual contiene información acerca de las señales de tensión, de corriente y de los descriptores que caracterizan dichas señales cuando se presentan fallas en el sistema de distribución. Esta base de datos se encuentra debidamente organizada para su fácil acceso.

- Se realizó la selección de los programas computacionales que sirven de soporte para las simulaciones y el análisis de datos. Estas herramientas informáticas son el Alternative Transient Program que actúa como plataforma para la simulación de fallas y el Matlab 7.0 sobre el cual se apoyan los algoritmos de procesamiento de datos.
- Se llevó a cabo la caracterización, simplificación e implementación de los elementos de los sistemas eléctricos de distribución a modelar, mediante la clasificación de información de los circuitos y la determinación de su utilidad para este trabajo de grado.
- Alcanzar la automatización de las simulaciones de fallas en los sistemas eléctricos modelados mediante la interacción de las plataformas de simulación fue de gran importancia, debido a sus implicaciones en el ahorro de recursos y en la simplificación de tareas para los investigadores que análisis de la calidad de la energía eléctrica.
- Observando el comportamiento de los sistemas de distribución de energía eléctrica bajo diferentes condiciones, es posible llegar a conocer la ubicación de una falla mediante el análisis de ciertos descriptores de las señales de tensión y de corriente de los circuitos observados.
- Para poder extraer de manera eficiente la información necesaria de las señales de tensión y corriente de un sistema de distribución mediante el uso del ATP, es necesario dividir el modelo del circuito. Esta división se hace necesaria para disminuir el tiempo requerido para efectuar las simulaciones. La división propuesta de los circuitos se realiza según la naturaleza de la información a extraer, para datos de alta frecuencia o para datos de baja frecuencia.

- Para los circuitos SF-15 (Ricaurte) y UM-33 (Pasquilla), se encontró que los descriptores de mejor comportamiento son aquellos relacionados a la tensión, corriente, reactancia de falla y potencia aparente, ya que presentan una característica regular en función de la distancia eléctrica desde la fuente al punto de falla.
- La realización de este trabajo de grado aportó en nuestra formación como ingeniero electricista al fortalecimiento de capacidades en el campo de la investigación, en los temas concernientes al modelado, implementación y análisis de calidad de las ondas de tensión y corriente de circuitos de distribución mediante el manejo de las herramientas computacionales ATPDraw y Matlab. Estas habilidades se pueden extender al campo de la localización de fallas en sistemas de distribución.

RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El lector debe conocer que este trabajo de grado es un punto intermedio entre la teoría del análisis de la calidad de la energía eléctrica y la práctica de este análisis a la localización de fallas en sistemas de distribución. Existen diversas extensiones y trabajos que pueden ser basados en lo ya realizado por los autores de este proyecto. A continuación algunas recomendaciones y trabajos futuros.

- Se aconseja tener conocimientos básicos previos del código de programación para la descripción de circuitos en el Alternative Transients Program a fin de evitar errores en la introducción de los datos a la herramienta Simulación RF.
- Se considera un trabajo futuro el automatizar completamente el proceso de simulación y obtención de parámetros eléctricos mediante la interactividad de ATP y Matlab.
- El Implementar este sistema en el entrenamiento de algoritmos localizadores de fallas basados en el aprendizaje, aplicado a la localización de fallas sobre circuitos reales de distribución podrá ser una extensión de este estudio.
- Expandir este trabajo de grado en la parte de modelado, para que incluya estudios de calidad de la energía eléctrica con respecto a investigaciones de señales armónicas, mediante el uso de los elementos TACS de ATPDraw, ATP y EMTP. Pueden incluirse modelos de cargas no lineales,

investigación en modelos de líneas de distribución más exactos, estudios de calidad en señales de estado estacionario, entre otros.

- Al simular fallas utilizando el elemento fallador, se debe tener en cuenta que el cálculo del valor eficaz de las señales requiere que pase por lo menos un ciclo de la señal original antes de empezar a realizarlo. Es por esto que las fallas en este trabajo de grado se simulan a los 20ms de iniciar la simulación.
- Cuando se analice el comportamiento de fallas bifásicas ocurridas aguas abajo de un dispositivo fusible, se debe tener en cuenta que esta protección se programó para dispararse en ambas fases falladas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1],[2],[3] Norma Técnica Colombiana, NTC 5000. “*Calidad de la Potencia Eléctrica*”. Colombia.
- [5] IEEE 1159 de 1995
- [6] Greenwood Allan, “*Electrical Transients in Power Systems*”. Electric Power Engineering Department, Troy, New York. Second edition.
- [7] Karimi, Masoud; Mokthari, Hossein; Iravani, Reza. “*Wavelet based on line disturbance detection for power quality applications*”. IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 17, No. 1, January 2002
- [8] Grainger/Stevenson, “*Análisis de Sistemas de Potencia*”. McGraw Hill.
- [9], [13] P. Hevia, Orlando. “*Comparación de los modelos de línea del ATP*” [en línea]. Argentina. 8 p. Disponible en web: <http://iitree.ing.unlp.edu.ar/estudios/Archivos/modlin.pdf>
- [10] Taku Noda, Akihiro Ametani. “*User Instructions of Noda Setup in ATP*”. Julio 1998.
- [12] Math H.J. Bollen. “*Understanding Power Quality Problems, Voltage Sags and Interruptions*”. IEEE Press. 1960
- [15] Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE, México. “*Compensación del factor de potencia*”. Disponible en web: http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_438_compensacion_del_fac
- [16] Westinghouse Electric Company. “*Applied Protective Relaying*”. 1976
- [17] F.Jurado, N.Acero, J.Carpio, M.Castro. “*Using various computer tools in electrical transient studies*”.
- [18] N.Zhang, M.Kezunovic. “*Implementing and advanced simulation tool for comprehensive fault analysis*”.


- [20] Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. “Norma técnica de ESSA”.
- Stephen Chapman. “Máquinas Eléctricas” Tercera Edición, McGraw Hill
- EMTP Users Group, “Models in ATP, Rule Book” Agosto, 1995.
- Gabor Furst, “Models Primer, for first time MODELS users”, Primera Edición.
- László Prikler, Hans Hoidalén. “ATPDraw User’s Manual”, Preliminary release, Octubre, 2002.
- Scott Meyer, Tsu-huei Liu. “Alternative Transients Program Rule Book”, Canadian/American EMTP User group, Junio, 1996.
- J. Mora, J. Bedoya, J. Meléndez. “Implementación de protecciones y simulación automática de eventos para localización de fallas en sistemas de distribución de energía”
- EMTP Users Group, “Alternative Transients Program Theory Book”.
- Grupo de Planeamiento de Sistemas Eléctricos. “Informe sobre avance del proyecto algoritmos híbridos para localización de fallas en sistemas de distribución usando el método LAMDA y métodos basados en el modelo”
- Centelsa. “Catálogo de cables para media tensión”
- IEEE Working group 7. “IEEE standard inverse-time characteristic equations for overcurrent relays”. IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 14, No. 3, Julio, 1999.
- T. H. José, R. P. Héctor, A. Máximo. “Modelado y Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia en Estado Estacionario” [en línea]. Instituto Tecnológico de Morelia, México. Disponible en web: <http://elec.itmorelia.edu.mx/tovar>
- J. J. Mora, J. Melendez. “Caracterización de huecos de tensión para la localización de fallas en sistemas de distribución – un primer paso hacia un método híbrido” [pdf]. Scientia et Técnica Año X, No. 25, Año 2004.
- Carrillo Caicedo, Gilberto Phd. “Modelos híbridos para la localización de fallas en sistemas de distribución de energía eléctrica”. Universidad Industrial de Santander, UIS. Colombia, 2005.

- Burrus, C. Sydney. *“Introduction to wavelets and wavelet transform”*. Prentice Hall. New Jersey, 1998.
- Paulo F. Ribeiro. *“Wavelet transform and advanced tool for analyzing non-stationary harmonic distortions in power system”*. In Proc of the IEEE International Conference on Harmonics in Power Systems, Bologna, Italy, September 1994.
- S. Santoso, E. J. Powers, W. M. Grady. *“Power quality Disturbance data compression using wavelet transform methods”*. IEEE Trans. On power Delivery, Vol. 12 No 3, July 1997.


ANEXOS

ANEXO 1 – INFORMACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES EN LA SUBESTACIÓN PRINCIPAL DE LOS CIRCUITOS UM-33 Y SF-15

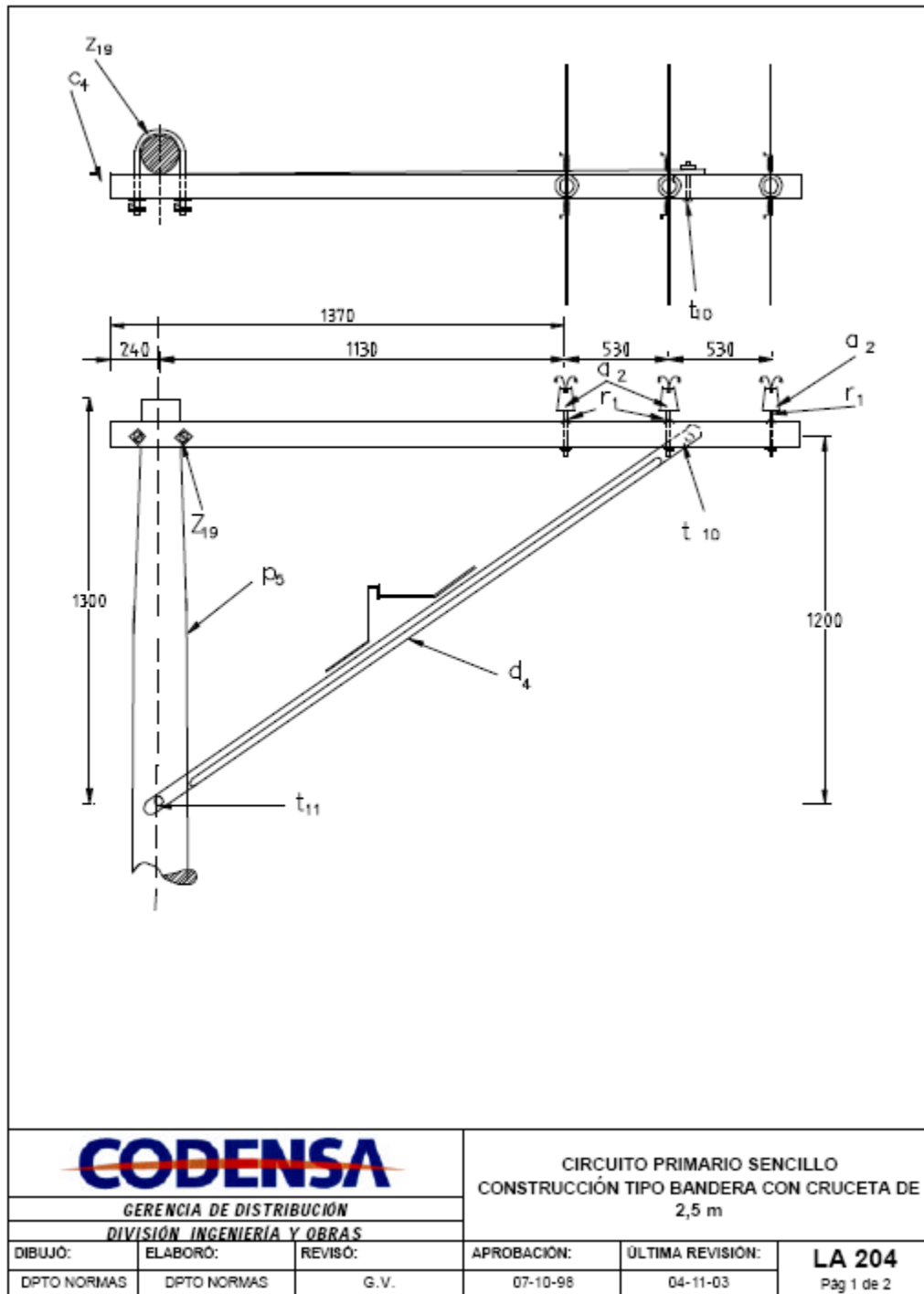
TRANSFORMADOR DE CABECERA DE CIRCUITO UM-33:

 DIVISION MANTENIMIENTO LINEAS Y SUBESTACIONES DEPARTAMENTO DE SUBESTACIONES	TRANSFORMADORES DE POTENCIA CON Y SIN CAMBIADORES DE TOMAS BAJO CARGA	INVENTARIO		
TRANSFORMADOR DE POTENCIA				
SUBESTACION:	UM. CODIGO BARRAS 18042.			
MODULO:	D3. GRUPO CONEXION YNynda AÑO FABRICACION 94			
MARCA:	ABB DOBLE TENSION AT [V] _____			
NUMERO DE SERIE:	54417. DOBLE TENSION BT [V] _____			
TIPO:	3φ <input checked="" type="checkbox"/> AUTOTRAFO 3φ: ___ AUTOTRAFO 1φ: ___ FASE A ___ B ___ C ___			
POTENCIA [MVA]:	ONAN: 22.5 ONAF: 30.			
VOLTAJE NOMINAL φ - φ [kV]:	LADO AT: 115 LADO BT: 12 LADO MT(T) _____			
CONECTADO PARA [kV]:	LADO AT: 115 LADO BT: 11.4			
CORRIENTE NOMINAL [A] ONAF:	LADO AT: 150.6 LADO BT: 1443. LADO T: _____ MEDIDA A [MVA]: _____			
IMPEDANCIA [%]:	Posición 1	ENTRE AT/BT _____ MEDIDA A [MVA] _____ °C _____		
	Posición Nominal	ENTRE AT/BT 9.5 F(Hz) 60. MEDIDA A U (kV) _____ MEDIDA A [MVA] 22.5 °C 75.		
	Última Posición	ENTRE AT/BT _____ F(Hz) _____ MEDIDA A [MVA] _____ °C _____		
		ENTRE AT/MT _____		
		ENTRE BT/MT _____ MEDIDA A [MVA] _____		
CAMBIADOR DE TOMAS BAJO CARGA				
MANDO A MOTOR				
MARCA:	ABB TIPO: BUF3.			
NUMERO DE SERIE:	AÑO FABRICACION: 1994. # OPER 12815.			
CAMBIADOR DE TOMAS				
MARCA:	ABB. TIPO: UZERW 250/300 Un: [kV]: 16.4 In (A): 16.8			
NUMERO DE SERIE:	EB3415. AÑO FABRICACION: 94. Ω/φ: _____			
TENSION NOMINAL LADO AT [V] φ - φ				
1 (10L)	2 (9L)	3 (8L)	4 (7L)	5 (6L)
126500	125350	124200	123050	121900
6 (5L)	7 (4L)	8 (3L)	9 (2L)(A-B-C)	
120750	119600	118450	117300	
10 (1L)	11 (A-B-C-NL-N-NR)	12 (1R)	13 (2R)	
116150	115000	113850	112700	
14 (3R)	15 (4R)	16 (5R)	17 (6R) A-B-C	
111550	110400	109250	108100	
18 (7R)	19 (8R)	20 (9R)	21 (10R)	
106950	105800	104650	103500	
22 (11R)	23 (12R)	24 (13R)		
25 (14R)	26 (15R)			
			FECHA 16-01-02	

TRANSFORMADOR DE CABECERA DE CIRCUITO SF-15:

 DIVISION MANTENIMIENTO LINEAS Y SUBESTACIONES DEPARTAMENTO DE SUBESTACIONES	TRANSFORMADORES DE POTENCIA CON Y SIN CAMBIADORES DE TOMAS BAJO CARGA	INVENTARIO
TRANSFORMADOR DE POTENCIA		
SUBESTACION:	<u>San Feron</u> CODIGO BARRAS <u>-</u>	
MODULO:	ID. <u>1D</u> GRUPO CONEXION <u>Y0</u> AÑO FABRICACION <u>1964</u>	
MARCA:	<u>ACEC</u> DOBLE TENSION AT [V] _____	
NUMERO DE SERIE:	<u>271GET/2014S-2</u> DOBLE TENSION BT [V] _____	
TIPO:	3φ: <input checked="" type="checkbox"/> AUTOTRAFO 3φ: <input type="checkbox"/> AUTOTRAFO 1φ: <input type="checkbox"/> FASE A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	
POTENCIA [MVA]:	ONAN: <u>12000</u> ONAF: <u>15000</u> <u>58030/12125/6000</u> ✓ VR	
VOLTAJE NOMINAL φ - φ [kV]:	LADO AT: <u>55030</u> LADO BT: <u>12.5</u> LADO MT(T) _____	
CONECTADO PARA [kV]:	LADO AT: <u>57.5</u> LADO BT: <u>11.4</u> <u>OK</u>	
CORRIENTE NOMINAL [A] ONAF:	LADO AT: <u>119.5</u> LADO BT: <u>591</u> [LADO T: <u>ΔT</u> MEDIDA A [MVA]: <u>15</u>]	
IMPEDANCIA [%]:	Posición 1	ENTRE AT/BT _____ MEDIDA A [MVA] _____ °C _____
	Posición Nominal	ENTRE AT/BT _____ F(Hz) _____ MEDIDA A U (kV) _____ MEDIDA A [MVA] _____ °C _____
	Última Posición	ENTRE AT/BT _____ F(Hz) _____ MEDIDA A [MVA] _____ °C _____
		ENTRE AT/MT _____
		ENTRE BT/MT _____ MEDIDA A [MVA] _____
CAMBIADOR DE TOMAS BAJO CARGA SIN CAMBIADOR DE TOMAS		
MANDO A MOTOR		
MARCA:	TIPO: _____	
NUMERO DE SERIE:	AÑO FABRICACION: _____ # OPER _____	
CAMBIADOR DE TOMAS		
MARCA:	TIPO: _____ Un: [kV]: _____ In (A): _____	
NUMERO DE SERIE:	AÑO FABRICACION: _____ Ωφ: _____	
TENSION NOMINAL LADO AT [V] φ - φ		
1 (10L)	2 (9L)	3 (8L) 4 (7L) 5 (6L)
6 (5L) <u>53640</u>	7 (4L) <u>55030</u>	8 (3L) <u>55600</u> 9 (2L)(A-B-C) <u>56460</u> ? ↓?
10 (1L) <u>58030</u>	11 (A-B-C-NL - N - NR)	12 (1R) 13 (2R)
14 (3R)	15 (4R)	16 (5R) 17 (6R) A-B-C
18 (7R)	19 (8R)	20 (9R) 21 (10R)
22 (11R)	23 (12R)	24 (13R)
25 (14R)	26 (15R)	FECHA _____

ANEXO 2 – ESTRUCTURA BÁSICA PARA LÍNEAS AÉREAS



LISTA DE MATERIALES

SÍMB.	CANT.	CÓDIGO SAP	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a ₂	3	6762360	ET-253	Aislador de pin ANSI 55-5
c ₄	1	6762481	ET-401	Cruceta de madera de 2,5 m
d ₄	1		ET-406	Diagonal metálica en ángulo tipo 3
r ₁	3	6762123	ET-413	Porta aislador pasante para cruceta de madera
p ₆	1	6762452	ET-201	Poste de concreto de 12 m 750 kg (1)
t ₁₀	1	6762213	ET-457	Tomillo de acero galvanizado 5/8" x 5"
t ₁₁	1	6762251	ET-457	Tomillo de acero galvanizado 5/8" x 8" (2)
z ₁₀	1	6762174	ET-436	Abrazadera en U tipo 1


ALTERNATIVAS:

- (1) Poste de madera de 12 m en zonas de difícil acceso (ET-202). El poste que aparece en lista es una referencia. Consulte la norma LA 010 para su selección adecuada
- (2) Abrazadera de una salida z₇ y tomillo de carruaje t₅.

NOTA:

- Este montaje se utiliza para separar el circuito primario de techos, voladizos, balcones, ventanas y cualquier otro tipo de acercamiento que cumpla con la norma LA 007 de distancias mínimas de seguridad. Se requiere por lo menos una separación de 37 centímetros del centro del poste a los lugares ya mencionados.
- El ángulo de deflexión (α) según el poste corresponde a:
 Poste de concreto 12 m , 510 kg : $0^\circ \leq \alpha \leq 6^\circ$
 Poste de concreto 12 m , 750 kg : $7^\circ \leq \alpha \leq 10^\circ$
 Poste de concreto 12 m , 1 050 kg : $11^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$

Actualizaciones	
Fecha	Descripción
07-10-98	
04-11-03	Actualización códigos SAP

 GERENCIA DE DISTRIBUCIÓN DIVISIÓN INGENIERÍA Y OBRAS			CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO CONSTRUCCIÓN TIPO BANDERA CON CRUCETA DE 2,5 m		
DPTO NORMAS	DPTO NORMAS	G. V.	07-10-98	04-11-03	

ANEXO 3 – PROGRAMACIÓN EN MODELS DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE

RELÉ DE SOBRECORRIENTE

```

MODEL RELE
INPUT  XXA
      XXB
      XXC
DATA   NCLOS
      TCLOS
      IPK
      A
      B
      P
      DIAL
VAR    ar[1..200], -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE A).
      br[1..200], -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE B).
      c[1..200], -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE C).
      YYA, -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE A).
      YYB, -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE B).
      YYC, -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE C).
      IRMSA, -- Valor RMS de la corriente (FASE A).
      IRMSB, -- Valor RMS de la corriente (FASE B).
      IRMSC, -- Valor RMS de la corriente (FASE C).
      PP, KKA, JJA, -- Ancho de Ventana RMS; Para realizar corrimiento
      KKB, JJB, KKC, JJC, -- Contadores para Inicio de la lectura de la Irms
      AUXA, FLGDA, -- Variables para medir Irms (FASE A).
      AUXB, FLGDB, -- Variables para medir Irms (FASE B).
      AUXC, FLGDC, -- Variables para medir Irms (FASE C).
      FLAG1, -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-T.(Clase 1)
      FLAG2, -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-L-T y
otras.(Clase 2)
      FLGRT, -- Bandera con el fin de dar tiempo para reconocer una falla L-L y no confundir con
L-T.
      FLAGD1, -- Bandera para el disparo en el cruce por cero
      FLGD2A, -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase A
      FLGD2B, -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase B
      FLGD2C, -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase C
      FLGCL, -- Bandera que indica que ya se calculo los tiempo de accion del Recloser
      IITT1, -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-T cuando debe actuar la protección.
      IT2A, -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE A cuando debe actuar la protección
      IT2B, -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE B cuando debe actuar la protección
      IT2C, -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE C cuando debe actuar la protección
      CONR1, -- Contador Número de acciones Rápidas. Inicialmente se le asignará NCLOS
      CONR2, -- Contador Número de acciones Rápidas. Inicialmente se le asignará NCLOS
      TTF, -- Instante de Tiempo en el que se detecta la falla.
      MM, -- Mayor de los múltiplos
      MMA, -- Múltiplo de la Ipk Fase A
      MMB, -- Múltiplo de la Ipk Fase B
      MMC, -- Múltiplo de la Ipk Fase C
      TEMRA1, TEMRA2, -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 1 y 2.
      TEMRC1, TEMRC2, -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva RAPIDA, Falla L-T (1) y Falla L-L (2)
      TSETRA, -- T1:Tiempo RAPIDO para ABRIR protección. Calculado con la Curva del recloser
      TSETRC, -- T2:Tiempo RAPIDO para CERRAR protección, equivale a
OUTPUT YYA, YYB, YYC
EXEC
comment INICIALIZACION DE VARIABLES ----- endcomment
IF T=0 THEN
ar[1..200]:=0 -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE A).
br[1..200]:=0 -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE B).
c[1..200]:=0 -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE C).
YYA:=BOOL(1) -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE A).
YYB:=BOOL(1) -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE B).
YYC:=BOOL(1) -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE C).
IRMSA:=0 -- Valor RMS de la corriente (FASE A).

```

```

IRMSB:=0      -- Valor RMS de la corriente (FASE B).
IRMSC:=0      -- Valor RMS de la corriente (FASE C).
PP:=1/120     -- Ancho de Ventana RMS
KKA:=1        -- Para hacer corrimiento de Componentes del vector "a".
KKB:=1        -- Para hacer corrimiento de Componentes del vector "b".
KKC:=1        -- Para hacer corrimiento de Componentes del vector "c".
JJA:=2        -- Contador para inicio de la IRMS (FASE A)
JJB:=2        -- Contador para inicio de la IRMS (FASE B)
JJC:=2        -- Contador para inicio de la IRMS (FASE C)
AUXA:=0       -- Variable auxiliar para medir la IRMS (FASE A)
AUXB:=0       -- Variable auxiliar para medir la IRMS (FASE B)
AUXC:=0       -- Variable auxiliar para medir la IRMS (FASE C)
FLGDA:=0      -- Bandera Auxiliar para medir la IRMS (FASE A)
FLGDB:=0      -- Bandera Auxiliar para medir la IRMS (FASE B)
FLGDC:=0      -- Bandera Auxiliar para medir la IRMS (FASE C)
FLAG1:=0      -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-T.(Clase 1)
FLAG2:=0      -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-L-T y otras.(Clase 2)
FLGRT:=0      -- Bandera para un instante en que FLAG1 se hace uno y no debería.
FLAGD1:=0     -- Bandera para el disparo en el cruce por cero
FLAGD2A:=0    -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase A
FLAGD2B:=0    -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase B
FLAGD2C:=0    -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase C
IITT1:=0      -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-T
IT2A:=0       -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE A
IT2B:=0       -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE B
IT2C:=0       -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE
CONR1:=NCLOS  -- Contadores Número de acciones Rápidas. Inicialmente se le asignará NCLOS.
CONR2:=NCLOS  -- Contadores Número de acciones Rápidas. Inicialmente se le asignará NCLOS.
TTF:=0        -- Instante de tiempo en el que se detecta la falla.
MM:=0         -- Mayor de los múltiplos
MMA:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase A
MMB:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase B
MMC:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase C
FLGCL:=0      -- Bandera que indica que ya se calculo los tiempo de accion del Recloser
TEMRC1:=0     -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva RAPIDA, clases 1.
TEMRC2:=0     -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
TEMRA1:=0     -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 1.
TEMRA2:=0     -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
TSETRA:=0     -- T1:Tiempo RAPIDO para ABRIR protección
TSETRC:=TCLOS -- T2:Tiempo RAPIDO para CERRAR protección, equivale a TFAST
ENDIF
comment *****
***** LECTURA DE CORRIENTES RMS *****
***** endcomment
comment -----
----- CORRIENTE RMS (FASE A) -----
----- endcomment
IF (T>0)AND(T<=PP) THEN
  ar[JJA]:=XXA**2*timestep
  AUXA:=AUXA+ar[JJA]
  JJA:=JJA+1
ENDIF
IF T>PP THEN
  IF FLGDA=0 THEN
    IRMSA:=sqrt(AUXA/PP)
    FLGDA:=1
  ENDIF
  IF FLGDA=1 THEN
    IRMSA:= (( IRMSA**2*PP ) + timestep*XXA**2 - ar[1] ) / PP
    IF IRMSA<=0 THEN
      IRMSA:=0
    ENDIF
    IRMSA:=SQRT(IRMSA)
    ar[JJA-1]:=XXA**2*timestep
    FOR KKA:=1 to JJA+2 DO
      ar[KKA]:=ar[KKA+1]
    ENDFOR
  ENDIF
ENDIF
comment -----

```

```

-----          CORRIENTE RMS (FASE B)          -----
-----endcomment
IF (T>0)AND(T<=PP) THEN
  br[JJB]:=XXB**2*timestep
  AUXB:=AUXB+br[JJB]
  JJB:=JJB+1
ENDIF
IF T>PP THEN
  IF FLGDB=0 THEN
    IRMSB:=sqrt(AUXB/PP)
    FLGDB:=1
  ENDIF
  IF FLGDB=1 THEN
    IRMSB:=( ( IRMSB**2*PP ) + timestep*XXB**2 - br[1] ) / PP
    IF IRMSB<=0 THEN
      IRMSB:=0
    ENDIF
    IRMSB:=SQRT(IRMSB)
    br[JJB-1]:=XXB**2*timestep
    FOR KKB:=1 to JJB+2 DO
      br[KKB]:=br[KKB+1]
    ENDFOR
  ENDIF
ENDIF
comment -----
-----          CORRIENTE RMS (FASE C)          -----
-----endcomment
IF (T>0)AND(T<=PP) THEN
  c[JJC]:=XXC**2*timestep
  AUXC:=AUXC+c[JJC]
  JJC:=JJC+1
ENDIF
IF T>PP THEN
  IF FLGDC=0 THEN
    IRMSC:=sqrt(AUXC/PP)
    FLGDC:=1
  ENDIF
  IF FLGDC=1 THEN
    IRMSC:= ( ( IRMSC**2*PP ) + timestep*XXC**2 - c[1] ) / PP
    IF IRMSC<=0 THEN
      IRMSC:=0
    ENDIF
    IRMSC:=SQRT(IRMSC)
    c[JJC-1]:=XXC**2*timestep
    FOR KKC:=1 to JJC+2 DO
      c[KKC]:=c[KKC+1]
    ENDFOR
  ENDIF
ENDIF
comment *****
***** INSTANTE EN EL QUE SE DETECTA LA FALLA *****
***** endcomment
IF FLAG1=0
AND IRMSA>=IPK AND IRMSB<=IPK AND IRMSC<=IPK
OR IRMSB>=IPK AND IRMSA<=IPK AND IRMSC<=IPK
OR IRMSC>=IPK AND IRMSA<=IPK AND IRMSB<=IPK THEN
  IF FLGRT=0 THEN
    TTF:=T
    FLGRT:=1
  ENDIF
  IF (FLGRT=1) AND (T>=TTF+2*PP/3) THEN
    FLAG1:=1
  ENDIF
ENDIF
IF FLAG2=0
AND IRMSA>=IPK AND IRMSB>=IPK
OR IRMSB>=IPK AND IRMSC>=IPK
OR IRMSC>=IPK AND IRMSA>=IPK THEN
  FLAG2:=1
  IF TTF=0 THEN

```

```

    TTF:=T
  ENDIF
ENDIF
IF FLAG2=1 THEN
  FLAG1:=0
ENDIF
comment *****
***** CALCULO DE LOS TIEMPOS DE ACCION DEL RELE *****
***** endcomment
IF (FLAG1=1) OR (FLAG2=1)
  AND FLGCL=0 THEN
    IF (T>=TTF+1.5*PP) AND (T<=TTF+1.5*PP+2*timestep) THEN
      IF IRMSA>=IPK THEN
        MMA:=IRMSA/IPK
      ENDIF
      IF IRMSB>=IPK THEN
        MMB:=IRMSB/IPK
      ENDIF
      IF IRMSC>=IPK THEN
        MMC:=IRMSC/IPK
      ENDIF
      MM:=max(MMA,MMB,MMC)
      TSETRA:=DIAL*(B+ A/(MM**P-1))    -- T1:Tiempo RAPIDO para ABRIR proteccion
      FLGCL:=1
    ENDIF
  ENDIF
  IF (TEMRA1>TSETRA-6*PP AND TEMRA1<TSETRA-6*PP+10*timestep) THEN
    IF IRMSA>=IPK THEN
      MMA:=IRMSA/IPK
    ENDIF
    IF IRMSB>=IPK THEN
      MMB:=IRMSB/IPK
    ENDIF
    IF IRMSC>=IPK THEN
      MMC:=IRMSC/IPK
    ENDIF
    MM:=max(MMA,MMB,MMC)
    TSETRA:=DIAL*(B+ A/(MM**P-1))    -- T1:Tiempo RAPIDO para ABRIR proteccion
  ENDIF
  comment *****
  ***** FALLAS L - T *****
  ***** endcomment
  IF FLAG1=1                                -- Falla L-T
  AND FLGCL=1                                -- Y ya se calcularon los Tiempos de apertura
  AND CONR1>0 THEN                          -- Y Contador Fast N°1 > 0
    IF (IRMSA<IPK)
    AND (IRMSB<IPK)
    AND (IRMSC<IPK)
    AND YYA=1 AND YYB=1 AND YYC=1 THEN
      FLAG1:=0    -- Bandera que indica primer deteccion de sobrecorriente FALLA L-T.(Clase 1)
      FLGRT:=0    -- Bandera para un instante en que FLAG1 se hace uno y no deberia.
      FLAGD1:=0   -- Bandera para el disparo en el cruce por cero
      IITT1:=0    -- Valor instantaneo de la Corriente de Falla L-T
      TTF:=0      -- Instante de tiempo en el que se detecta la falla.
      MM:=0       -- Mayor de los multiples
      MMA:=0      -- Multiplo de la Ipk Fase A
      MMB:=0      -- Multiplo de la Ipk Fase B
      MMC:=0      -- Multiplo de la Ipk Fase C
      TEMRC1:=0   -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva RAPIDA, clases 1.
      TEMRA1:=0   -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 1.
    ENDIF
    IF TEMRA1<=TSETRA THEN                  -- Si Temp.Rap to Abrir N°1 < T1
      TEMRA1:=TEMRA1+timestep              -- Siga temporizando
    ENDIF
    IF TEMRA1>TSETRA THEN                  -- Si Temp Rap to Abrir N°1 > T1
      IF IRMSA>=IPK THEN
        IF FLAGD1=0 THEN
          IITT1:=XXA
          FLAGD1:=1
        ENDIF
      ENDIF
    ENDIF
  ENDIF

```

```

    IF FLAGD1=1 AND XXA*IITT1<0 THEN
      YYA:=BOOL(-1)
    ENDIF
  ENDIF
  IF IRMSB>=IPK THEN
    IF FLAGD1=0 THEN
      IITT1:=XXB
      FLAGD1:=1
    ENDIF
    IF FLAGD1=1 AND XXB*IITT1<0 THEN
      YYB:=BOOL(-1)
    ENDIF
  ENDIF
  IF IRMSC>=IPK THEN
    IF FLAGD1=0 THEN
      IITT1:=XXC
      FLAGD1:=1
    ENDIF
    IF FLAGD1=1 AND XXC*IITT1<0 THEN
      YYC:=BOOL(-1)
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
IF TEMRC1<=TSETRC -- Si Temp Rap to Cerrar N°1 < T2
AND YYA=0 OR YYB=0 OR YYC=0 THEN -- Y la proteccion esta abierta
  TEMRC1:=TEMRC1+timestep -- Siga temporizando
ENDIF
IF TEMRC1>TSETRC -- Si Temp Rap to Cerrar N°1 > T2
AND (YYA=0 OR YYB=0 OR YYC=0) THEN -- Y la proteccion esta abierta
  CONR1:=CONR1-1 -- Decrementar el contador de Rapidos
  IF CONR1>0 THEN
    YYA:=BOOL(1) -- Terminar la Temp y Cierra.
    YYB:=BOOL(1)
    YYC:=BOOL(1)
  ENDIF
  TEMRA1:=0 -- Reset Temp Rap to Abrir
  TEMRC1:=0 -- Reset Temp Rap to Cerrar
  FLAGD1:=0
ENDIF
ENDIF
comment *****
***** FALLAS L - L - T *****
***** endcomment
IF FLAG2=1 -- Falla L - L - T
AND FLGCL=1 -- Y ya se calcularon los Tiempos de accion
AND CONR2>0 THEN -- Y Contador Fast N°2 > 0
  IF (IRMSA<IPK)
  AND (IRMSB<IPK)
  AND (IRMSC<IPK)
  AND YYA=1 AND YYB=1 AND YYC=1 THEN
    FLAG2:=0 -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-L-T y otras.(Clase 2)
    FLGRT:=0 -- Bandera para un instante en que FLAG1 se hace uno y no debería.
    FLGD2A:=0 -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase A
    FLGD2B:=0 -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase B
    FLGD2C:=0 -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase C
    IT2A:=0 -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE A
    IT2B:=0 -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE B
    IT2C:=0 -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE
    TTF:=0 -- Instante de tiempo en el que se detecta la falla.
  MM:=0 -- Mayor de los múltiplos
  MMA:=0 -- Múltiplo de la Ipk Fase A
  MMB:=0 -- Múltiplo de la Ipk Fase B
  MMC:=0 -- Múltiplo de la Ipk Fase C
  TEMRC2:=0 -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
  TEMRA2:=0 -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
ENDIF
IF TEMRA2<=TSETRA THEN -- Si Temp.Rap to Abrir N°2 < T1
  TEMRA2:=TEMRA2+timestep -- Siga temporizando
ENDIF
IF TEMRA2>TSETRA THEN -- Si Temp Rap to Abrir N°2 > T1

```

```

    IF FLGD2A=0 THEN
      IT2A:=XXA
      FLGD2A:=1
    ENDIF
    IF FLGD2A=1 AND XXA*IT2A<0 THEN
      YYA:=BOOL(-1)
    ENDIF
    IF FLGD2B=0 THEN
      IT2B:=XXB
      FLGD2B:=1
    ENDIF
    IF FLGD2B=1 AND XXB*IT2B<0 THEN
      YYB:=BOOL(-1)
    ENDIF
    IF FLGD2C=0 THEN
      IT2C:=XXC
      FLGD2C:=1
    ENDIF
    IF FLGD2C=1 AND XXC*IT2C<0 THEN
      YYC:=BOOL(-1)
    ENDIF
  ENDIF
  IF (TEMRC2<=TSETRC)          -- Si Temp Rap to Cerrar N°2 < T2
  AND (YYA=0 AND YYB=0 AND YYC=0) -- Y las tres protecciones estan abiertas
  THEN
    TEMRC2:=TEMRC2+timestep          -- Siga temporizando
  ENDIF
  IF TEMRC2>TSETRC              -- Si Temp Rap to Cerrar N°1 > T2
  AND (YYA=0 AND YYB=0 AND YYC=0) THEN -- Y la proteccion esta abierta
    CONR2:=CONR2-1                -- Decrementar el contador de Rapidos
    IF CONR2>0 THEN
      YYA:=BOOL(1)                -- Terminar la Temp y Cierra.
      YYB:=BOOL(1)
      YYC:=BOOL(1)
    ENDIF
    TEMRA2:=0                      -- Reset Temp Rap to Abrir
    TEMRC2:=0                      -- Reset Temp Rap to Cerrar
    FLGD2A:=0
    FLGD2B:=0
    FLGD2C:=0
    IT2A:=0
    IT2B:=0
    IT2C:=0
  ENDIF
ENDIF
ENDEXEC
ENDMODEL

```

RECONECTADOR TRIFÁSICO

```

MODEL REC3F
INPUT  XXA
      XXB
      XXC
DATA   NFAST
      NDEL
      TFAST
      TDEL
      IPK
      Af
      Bf
      Pf
      DIALf
      Ad
      Bd
      Pd
      DIALd
VAR    a[1..200],          -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE A).
      b[1..200],          -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE B).

```

```

c[1..200],          -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE C).
YYA,                -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE A).
YYB,                -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE B).
YYC,                -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE C).
DDA,                -- Indica que ya se ha disparado la protección de la fase A
DDB,                -- Indica que ya se ha disparado la protección de la fase B
DDC,                -- Indica que ya se ha disparado la protección de la fase C
IRMSA,              -- Valor RMS de la corriente (FASE A).
IRMSB,              -- Valor RMS de la corriente (FASE B).
IRMSC,              -- Valor RMS de la corriente (FASE C).
PP, KKA, JJA,      -- Ancho de Ventana RMS; Para realizar corrimiento
KKB, JJB, KKC, JJC, -- Contadores para Inicio de la lectura de la Irms
AUXA, FLGDA,       -- Variables para medir Irms (FASE A).
AUXB, FLGDB,       -- Variables para medir Irms (FASE B).
AUXC, FLGDC,       -- Variables para medir Irms (FASE C).
FLAG1,             -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-T.(Clase 1)
FLAG2,             -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-L-T y
otras.(Clase 2)
FLGRT,             -- Bandera con el fin de dar tiempo para reconocer una falla L-L y no confundir con
L-T.
FLAGD1,            -- Bandera para el disparo en el cruce por cero
FLAGD2A,           -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase A
FLAGD2B,           -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase B
FLAGD2C,           -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase C
IITT1,             -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-T cuando debe actuar la protección.
IT2A,              -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE A cuando debe actuar la protección
IT2B,              -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE B cuando debe actuar la protección
IT2C,              -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE C cuando debe actuar la protección
CONR1,             -- Contador Número de acciones Rápidas. Inicialmente se le asignará NFAST
CONR2,             -- Contador Número de acciones Rápidas. Inicialmente se le asignará NFAST
CONL1,             -- Contador Número de acciones Lentas. Inicialmente se le asignará NDELAY
CONL2,             -- Contador Número de acciones Lentas. Inicialmente se le asignará NDELAY
TTF,               -- Instante de Tiempo en el que se detecta la falla.
MM,                -- Mayor de los múltiplos
MMA,              -- Múltiplo de la Ipk Fase A
MMB,              -- Múltiplo de la Ipk Fase B
MMC,              -- Múltiplo de la Ipk Fase C
FLGCL,            -- Bandera que indica que ya se calculo los tiempo de accion del Recloser
TEMRA1,TEMRA2,    -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 1 y 2.
TEMLA1,TEMLA2,    -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva LENTA, clases 1 y 2.
TEMRC1,TEMRC2,    -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva RAPIDA, Falla L-T (1) y Falla L-L (2)
TEMLC1,TEMLC2,    -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva LENTA, Falla L-T (1) y Falla L-L (2)
TSETRA,           -- T1:Tiempo RAPIDO para ABRIR protección. Calculado con la Curva del recloser
TSETLA,           -- T3:Tiempo LENTO para ABRIR protección. Calculado con la Curva del recloser
TSETRC,           -- T2:Tiempo RAPIDO para CERRAR protección, equivale a
TSETLC,           -- T4:Tiempo LENTO para CERRAR protección, equivale a
OUTPUT YYA, YYB, YYC
EXEC
comment INICIALIZACION DE VARIABLES ----- endcomment
IF T=0 THEN
a[1..200]:=0        -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE A).
b[1..200]:=0        -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE B).
c[1..200]:=0        -- Vector que recoge las muestras de corrientes (FASE C).
YYA:=BOOL(1)        -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE A).
YYB:=BOOL(1)        -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE B).
YYC:=BOOL(1)        -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla (FASE C).
DDA:=0,             -- Indica que ya se ha disparado la protección de la fase A
DDB:=0,             -- Indica que ya se ha disparado la protección de la fase B
DDC:=0,             -- Indica que ya se ha disparado la protección de la fase C
IRMSA:=0            -- Valor RMS de la corriente (FASE A).
IRMSB:=0            -- Valor RMS de la corriente (FASE B).
IRMSC:=0            -- Valor RMS de la corriente (FASE C).
PP:=1/120           -- Ancho de Ventana RMS
KKA:=1              -- Para hacer corrimiento de Componentes del vector "a".
KKB:=1              -- Para hacer corrimiento de Componentes del vector "b".
KKC:=1              -- Para hacer corrimiento de Componentes del vector "c".
JJA:=2              -- Contador para inicio de la IRMS (FASE A)
JJB:=2              -- Contador para inicio de la IRMS (FASE B)
JJC:=2              -- Contador para inicio de la IRMS (FASE C)
AUXA:=0             -- Variable auxiliar para medir la IRMS (FASE A)

```

```

AUXB:=0      -- Variable auxiliar para medir la IRMS (FASE B)
AUXC:=0      -- Variable auxiliar para medir la IRMS (FASE C)
FLGDA:=0     -- Bandera Auxiliar para medir la IRMS (FASE A)
FLGDB:=0     -- Bandera Auxiliar para medir la IRMS (FASE B)
FLGDC:=0     -- Bandera Auxiliar para medir la IRMS (FASE C)
FLAG1:=0     -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-T.(Clase 1)
FLAG2:=0     -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-L-T y otras.(Clase 2)
FLGRT:=0     -- Bandera para un instante en que FLAG1 se hace uno y no debería.
FLAGD1:=0    -- Bandera para el disparo en el cruce por cero
FLGD2A:=0    -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase A
FLGD2B:=0    -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase B
FLGD2C:=0    -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase C
IITT1:=0     -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-T
IT2A:=0      -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE A
IT2B:=0      -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE B
IT2C:=0      -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE
CONR1:=NFAST -- Contadores Número de acciones Rápidas. Inicialmente se le asignará NFAST.
CONL1:=NDEL  -- Contadores Número de acciones Lentas. Inicialmente se le asignará NDELAY.
CONR2:=NFAST -- Contadores Número de acciones Rápidas. Inicialmente se le asignará NFAST.
CONL2:=NDEL  -- Contadores Número de acciones Lentas. Inicialmente se le asignará NDELAY.
TTF:=0       -- Instante de tiempo en el que se detecta la falla.
MM:=0        -- Mayor de los múltiplos
MMA:=0       -- Múltiplo de la Ipk Fase A
MMB:=0       -- Múltiplo de la Ipk Fase B
MMC:=0       -- Múltiplo de la Ipk Fase C
FLGCL:=0     -- Bandera que indica que ya se calculo los tiempo de accion del Recloser
TEMRC1:=0    -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva RAPIDA, clases 1.
TEMRC2:=0    -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
TEMLC1:=0    -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva LENTA, clases 1.
TEMLC2:=0    -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
TEMRA1:=0    -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 1.
TEMRA2:=0    -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
TEMLA1:=0    -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva LENTA, clases 1.
TEMLA2:=0    -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
TSETRA:=0    -- T1:Tiempo RAPIDO para ABRIR protección
TSETLA:=0    -- T3:Tiempo LENTO para ABRIR protección
TSETRC:=TFST -- T2:Tiempo RAPIDO para CERRAR protección, equivale a TFAST
TSETLC:=TDEL -- T4:Tiempo LENTO para CERRAR protección, equivale a TDEIAY

ENDIF
comment *****
***** LECTURA DE CORRIENTES RMS *****
***** endcomment
comment -----
----- CORRIENTE RMS (FASE A) -----
----- endcomment

IF (T>0)AND(T<=PP) THEN
a[JJA]:=XXA**2*timestep
AUXA:=AUXA+a[JJA]
JJA:=JJA+1
ENDIF
IF T>PP THEN
IF FLGDA=0 THEN
IRMSA:=sqrt(AUXA/PP)
FLGDA:=1
ENDIF
IF FLGDA=1 THEN
IRMSA:= (( IRMSA**2*PP ) + timestep*XXA**2 - a[1] ) / PP
IF IRMSA<=0 THEN
IRMSA:=0
ENDIF
IRMSA:=SQRT(IRMSA)
a[JJA-1]:=XXA**2*timestep
FOR KKA:=1 to JJA+2 DO
a[KKA]:=a[KKA+1]
ENDFOR
ENDIF
ENDIF
comment -----
----- CORRIENTE RMS (FASE B) -----
----- endcomment

```

```

IF (T>0)AND(T<=PP) THEN
  b[JJB]:=XXB**2*timestep
  AUXB:=AUXB+b[JJB]
  JJB:=JJB+1
ENDIF
IF T>PP THEN
  IF FLGDB=0 THEN
    IRMSB:=sqrt(AUXB/PP)
    FLGDB:=1
  ENDIF
  IF FLGDB=1 THEN
    IRMSB:= ( ( IRMSB**2*PP ) + timestep*XXB**2 - b[1] ) / PP
    IF IRMSB<=0 THEN
      IRMSB:=0
    ENDIF
    IRMSB:=SQRT(IRMSB)
    b[JJB-1]:=XXB**2*timestep
    FOR KKB:=1 to JJB+2 DO
      b[KKB]:=b[KKB+1]
    ENDFOR
  ENDIF
ENDIF
comment -----
----- CORRIENTE RMS (FASE C) -----
----- endcomment -----

IF (T>0)AND(T<=PP) THEN
  c[JJC]:=XXC**2*timestep
  AUXC:=AUXC+c[JJC]
  JJC:=JJC+1
ENDIF
IF T>PP THEN
  IF FLGDC=0 THEN
    IRMSC:=sqrt(AUXC/PP)
    FLGDC:=1
  ENDIF
  IF FLGDC=1 THEN
    IRMSC:= ( ( IRMSC**2*PP ) + timestep*XXC**2 - c[1] ) / PP
    IF IRMSC<=0 THEN
      IRMSC:=0
    ENDIF
    IRMSC:=SQRT(IRMSC)
    c[JJC-1]:=XXC**2*timestep
    FOR KKC:=1 to JJC+2 DO
      c[KKC]:=c[KKC+1]
    ENDFOR
  ENDIF
ENDIF
comment *****
***** INSTANTE EN EL QUE SE DETECTA LA FALLA *****
***** endcomment *****

IF FLAG1=0
AND IRMSA>=IPK AND IRMSB<=IPK AND IRMSC<=IPK
OR IRMSB>=IPK AND IRMSA<=IPK AND IRMSC<=IPK
OR IRMSC>=IPK AND IRMSA<=IPK AND IRMSB<=IPK THEN
  IF FLGRT=0 THEN
    TTF:=T
    FLGRT:=1
  ENDIF
  IF (FLGRT=1) AND (T>=TTF+2*PP/3) THEN
    FLAG1:=1
  ENDIF
ENDIF
IF FLAG2=0
AND IRMSA>=IPK AND IRMSB>=IPK
OR IRMSB>=IPK AND IRMSC>=IPK
OR IRMSC>=IPK AND IRMSA>=IPK THEN
  FLAG2:=1
  IF TTF=0 THEN
    TTF:=T
  ENDIF
ENDIF

```

```

ENDIF
IF FLAG2=1 THEN
  FLAG1:=0
ENDIF
comment *****
***** CALCULO DE LOS TIEMPOS DE ACCION DEL RELE *****
***** endcomment
IF (FLAG1=1) OR (FLAG2=1)
AND FLGCL=0 THEN
  IF (T>=TTF+1.5*PP) AND (T<=TTF+1.5*PP+2*timestep) THEN
    IF IRMSA>=IPK THEN
      MMA:=IRMSA/IPK
    ENDIF
    IF IRMSB>=IPK THEN
      MMB:=IRMSB/IPK
    ENDIF
    IF IRMSC>=IPK THEN
      MMC:=IRMSC/IPK
    ENDIF
    MM:=max(MMA,MMB,MMC)
    TSETRA:=DIALf*(Bf+ Af/(MM**Pf-1)) -- T1:Tiempo RAPIDO para ABRIR protección
    TSETLA:=DIALd*(Bd+ Ad/(MM**Pd-1)) -- T3:Tiempo LENTO para ABRIR protección
    FLGCL:=1
  ENDIF
  IF (TEMRA1>TSETRA-6*PP AND TEMRA1<TSETRA-6*PP+10*timestep)
OR (TEMLA1>TSETLA-6*PP AND TEMLA1<TSETLA-6*PP+10*timestep) THEN
    IF IRMSA>=IPK THEN
      MMA:=IRMSA/IPK
    ENDIF
    IF IRMSB>=IPK THEN
      MMB:=IRMSB/IPK
    ENDIF
    IF IRMSC>=IPK THEN
      MMC:=IRMSC/IPK
    ENDIF
    MM:=max(MMA,MMB,MMC)
    TSETRA:=DIALf*(Bf+ Af/(MM**Pf-1)) -- T1:Tiempo RAPIDO para ABRIR protección
    TSETLA:=DIALd*(Bd+ Ad/(MM**Pd-1)) -- T3:Tiempo LENTO para ABRIR protección
  ENDIF
  IF (TEMRA2>TSETRA-6*PP AND TEMRA2<TSETRA-6*PP+10*timestep)
OR (TEMLA2>TSETLA-6*PP AND TEMLA2<TSETLA-6*PP+10*timestep) THEN
    IF IRMSA>=IPK THEN
      MMA:=IRMSA/IPK
    ENDIF
    IF IRMSB>=IPK THEN
      MMB:=IRMSB/IPK
    ENDIF
    IF IRMSC>=IPK THEN
      MMC:=IRMSC/IPK
    ENDIF
    MM:=max(MMA,MMB,MMC)
    TSETRA:=DIALf*(Bf+ Af/(MM**Pf-1)) -- T1:Tiempo RAPIDO para ABRIR protección
    TSETLA:=DIALd*(Bd+ Ad/(MM**Pd-1)) -- T3:Tiempo LENTO para ABRIR protección
  ENDIF
ENDIF
comment *****
***** FALLAS L - T *****
***** endcomment
IF FLAG1=1 -- Falla L-T
AND FLGCL=1 -- Y ya se calcularon los Tiempos de apertura
AND CONR1>0 THEN -- Y Contador Fast N°1 > 0
  IF (IRMSA<IPK)
AND (IRMSB<IPK)
AND (IRMSC<IPK)
AND YYA=1 AND YYB=1 AND YYC=1 THEN
    FLAG1:=0 -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-T.(Clase 1)
    FLGRT:=0 -- Bandera para un instante en que FLAG1 se hace uno y no debería.
    FLAGD1:=0 -- Bandera para el disparo en el cruce por cero
    IITT1:=0 -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-T
    TTF:=0 -- Instante de tiempo en el que se detecta la falla.

```

```

MM:=0          -- Mayor de los múltiplos
MMA:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase A
MMB:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase B
MMC:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase C
TEMRC1:=0     -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva RAPIDA, clases 1.
TEMLC1:=0     -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva LENTA, clases 1.
TEMRA1:=0     -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 1.
TEMLA1:=0     -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva LENTA, clases 1.
ENDIF
IF TEMRA1<=TSETRA THEN          -- Si Temp.Rap to Abrir N°1 < T1
  TEMRA1:=TEMRA1+timestep      -- Siga temporizando
ENDIF
IF TEMRA1>TSETRA THEN          -- Si Temp Rap to Abrir N°1> T1
  IF IRMSA>=IPK THEN
    IF FLAGD1=0 THEN
      IITT1:=XXA
      FLAGD1:=1
    ENDIF
    IF FLAGD1=1 AND XXA*IITT1<0 THEN
      YYA:=BOOL(-1)
    ENDIF
  ENDIF
  IF IRMSB>=IPK THEN
    IF FLAGD1=0 THEN
      IITT1:=XXB
      FLAGD1:=1
    ENDIF
    IF FLAGD1=1 AND XXB*IITT1<0 THEN
      YYB:=BOOL(-1)
    ENDIF
  ENDIF
  IF IRMSC>=IPK THEN
    IF FLAGD1=0 THEN
      IITT1:=XXC
      FLAGD1:=1
    ENDIF
    IF FLAGD1=1 AND XXC*IITT1<0 THEN
      YYC:=BOOL(-1)
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
IF TEMRC1<=TSETRC          -- Si Temp Rap to Cerrar N°1 < T2
AND YYA=0 OR YYB=0 OR YYC=0 THEN -- Y la proteccion esta abierta
  TEMRC1:=TEMRC1+timestep  -- Siga temporizando
ENDIF
IF TEMRC1>TSETRC          -- Si Temp Rap to Cerrar N°1 > T2
AND (YYA=0 OR YYB=0 OR YYC=0) THEN -- Y la proteccion esta abierta
  YYA:=BOOL(1)             -- Terminar la Temp y Cierra.
  YYB:=BOOL(1)
  YYC:=BOOL(1)
  CONR1:=CONR1-1          -- Decrementar el contador de Rapidos
  TEMRA1:=0               -- Reset Temp Rap to Abrir
  TEMRC1:=0               -- Reset Temp Rap to Cerrar
  FLAGD1:=0
ENDIF
ENDIF
comment ----- DERROTERO ACTUACION LENTA ----- endcomment
IF FLAG1=1
AND FLGCL=1                -- Y ya se calcularon los Tiempos de apertura
AND CONR1=0                -- Ya ha pasado ya la acción rápida
AND CONL1>0 THEN          -- Y el Contador lento es >0
  IF (IRMSA<IPK)
  AND (IRMSB<IPK)
  AND (IRMSC<IPK)
  AND YYA=1 AND YYB=1 AND YYC=1 THEN
    FLAG1:=0              -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-T.(Clase 1)
    FLGRT:=0              -- Bandera para un instante en que FLAG1 se hace uno y no debería.
    FLAGD1:=0             -- Bandera para el disparo en el cruce por cero
    IITT1:=0              -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-T
    TTF:=0                -- Instante de tiempo en el que se detecta la falla.
  ENDIF
ENDIF

```

```

MM:=0          -- Mayor de los múltiplos
MMA:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase A
MMB:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase B
MMC:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase C
TEMRC1:=0     -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva RAPIDA, clases 1.
TEMLC1:=0     -- Temporizador Tiempo de CIERRE, curva LENTA, clases 1.
TEMRA1:=0     -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 1.
TEMLA1:=0     -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva LENTA, clases 1.
ENDIF
IF TEMLA1<=TSETLA THEN          -- Si Temp.Rap to Abrir N°1 < T1
  TEMLA1:=TEMLA1+timestep      -- Siga temporizando
ENDIF
IF TEMLA1>TSETLA THEN          -- Si Temp Rap to Abrir N°1 > T1
  IF IRMSA>=IPK THEN
    IF FLAGD1=0 THEN
      IITT1:=XXA
      FLAGD1:=1
    ENDIF
    IF FLAGD1=1 AND XXA*IITT1<0 THEN
      YYA:=BOOL(-1)
    ENDIF
  ENDIF
  IF IRMSB>=IPK THEN
    IF FLAGD1=0 THEN
      IITT1:=XXB
      FLAGD1:=1
    ENDIF
    IF FLAGD1=1 AND XXB*IITT1<0 THEN
      YYB:=BOOL(-1)
    ENDIF
  ENDIF
  IF IRMSC>=IPK THEN
    IF FLAGD1=0 THEN
      IITT1:=XXC
      FLAGD1:=1
    ENDIF
    IF FLAGD1=1 AND XXC*IITT1<0 THEN
      YYC:=BOOL(-1)
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
IF (TEMLC1<=TSETLC)          -- Si Temp Lento to Cerrar N°1 < T3
AND (YYA=0 OR YYB=0 OR YYC=0) -- Y la proteccion esta abierta
AND (CONL1>0) THEN
  TEMLC1:=TEMLC1+timestep      -- Siga temporizando
ENDIF
IF TEMLC1>TSETLC          -- Si Temp Rap to Cerrar N°1 > T2
AND (YYA=0 OR YYB=0 OR YYC=0) THEN -- Y la proteccion esta abierta
  CONL1:=CONL1-1              -- Decrementar el contador de Lentos
  IF CONL1>0 THEN
    YYA:=BOOL(1)              -- Terminar la Temp y Cierra.
    YYB:=BOOL(1)
    YYC:=BOOL(1)
  ENDIF
  TEMLA1:=0                    -- Reset Temp Rap to Abrir
  TEMLC1:=0                    -- Reset Temp Rap to Cerrar
  FLAGD1:=0
  IITT1:=0
ENDIF
ENDIF
comment *****
***** FALLAS L - L - T *****
***** endcomment
IF FLAG2=1                    -- Falla L - L - T
AND FLGCL=1                    -- Y ya se calcularon los Tiempos de accion
AND CONR2>0 THEN              -- Y Contador Fast N°2 > 0
  IF (IRMSA<IPK)
  AND (IRMSB<IPK)
  AND (IRMSC<IPK)
  AND YYA=1 AND YYB=1 AND YYC=1 THEN

```

```

FLAG2:=0          -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-L-T y otras.(Clase 2)
FLGRT:=0          -- Bandera para un instante en que FLAG1 se hace uno y no debería.
FLGD2A:=0         -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase A
FLGD2B:=0         -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase B
FLGD2C:=0         -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase C
IT2A:=0           -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE A
IT2B:=0           -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE B
IT2C:=0           -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE
TTF:=0           -- Instante de tiempo en el que se detecta la falla.
MM:=0            -- Mayor de los múltiplos
MMA:=0           -- Múltiplo de la Ipk Fase A
MMB:=0           -- Múltiplo de la Ipk Fase B
MMC:=0           -- Múltiplo de la Ipk Fase C
TEMRC2:=0        -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
TEMLC2:=0        -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
TEMRA2:=0        -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
TEMLA2:=0        -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
ENDIF
IF TEMRA2<=TSETRA THEN          -- Si Temp.Rap to Abrir N°2 < T1
    TEMRA2:=TEMRA2+timestep     -- Siga temporizando
ENDIF
IF TEMRA2>TSETRA THEN          -- Si Temp Rap to Abrir N°2 > T1
    IF FLGD2A=0 THEN
        IT2A:=XXA
        FLGD2A:=1
    ENDIF
    IF FLGD2A=1 AND XXA*IT2A<0 THEN
        YYA:=BOOL(-1)
    ENDIF
    IF FLGD2B=0 THEN
        IT2B:=XXB
        FLGD2B:=1
    ENDIF
    IF FLGD2B=1 AND XXB*IT2B<0 THEN
        YYB:=BOOL(-1)
    ENDIF
    IF FLGD2C=0 THEN
        IT2C:=XXC
        FLGD2C:=1
    ENDIF
    IF FLGD2C=1 AND XXC*IT2C<0 THEN
        YYC:=BOOL(-1)
    ENDIF
ENDIF
IF (TEMRC2<=TSETRC)          -- Si Temp Rap to Cerrar N°2 < T2
AND (YYA=0 AND YYB=0 AND YYC=0) -- Y las tres protecciones estan abiertas
THEN
    TEMRC2:=TEMRC2+timestep     -- Siga temporizando
ENDIF
IF TEMRC2>TSETRC          -- Si Temp Rap to Cerrar N°1 > T2
AND (YYA=0 AND YYB=0 AND YYC=0) THEN -- Y la proteccion esta abierta
    CONR2:=CONR2-1            -- Decrementar el contador de Rapidos
    YYA:=BOOL(1)              -- Terminar la Temp y Cierra.
    YYB:=BOOL(1)
    YYC:=BOOL(1)
    TEMRA2:=0                  -- Reset Temp Rap to Abrir
    TEMRC2:=0                  -- Reset Temp Rap to Cerrar
    FLGD2A:=0
    FLGD2B:=0
    FLGD2C:=0
    IT2A:=0
    IT2B:=0
    IT2C:=0
ENDIF
ENDIF
comment ----- DERROTERO ACTUACION LENTA ----- endcomment
IF CONR2=0                  -- Falla L - L - T
AND FLGCL=1                -- Y ya se calcularon los Tiempos de apertura
AND CONL2>0 THEN          -- Y Contador Fast N°2 > 0
    IF (IRMSA<IPK)

```

```

AND (IRMSB<IPK)
AND (IRMSC<IPK)
AND YYA=1 AND YYB=1 AND YYC=1 THEN
  FLAG2:=0      -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente FALLA L-L-T y otras.(Clase 2)
  FLGRT:=0      -- Bandera para un instante en que FLAG1 se hace uno y no debería.
  FLGD2A:=0     -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase A
  FLGD2B:=0     -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase B
  FLGD2C:=0     -- Bandera para el disparo en el cruce por cero Fase C
  IT2A:=0       -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE A
  IT2B:=0       -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE B
  IT2C:=0       -- Valor instantáneo de la Corriente de Falla L-L FASE
  TTF:=0        -- Instante de tiempo en el que se detecta la falla.
  MM:=0         -- Mayor de los múltiplos
  MMA:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase A
  MMB:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase B
  MMC:=0        -- Múltiplo de la Ipk Fase C
  TEMRC2:=0     -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
  TEMLC2:=0     -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
  TEMRA2:=0     -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
  TEMPLA2:=0    -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA, clases 2.
ENDIF
IF TEMPLA2<=TSETLA THEN          -- Si Temp.Rap to Abrir N°2 < T1
  TEMPLA2:=TEMPLA2+timestep      -- Siga temporizando
ENDIF
IF TEMPLA2>TSETLA THEN          -- Si Temp Rap to Abrir N°2 > T1
  IF FLGD2A=0 THEN
    IT2A:=XXA
    FLGD2A:=1
  ENDIF
  IF FLGD2A=1 AND XXA*IT2A<0 THEN
    YYA:=BOOL(-1)
  ENDIF
  IF FLGD2B=0 THEN
    IT2B:=XXB
    FLGD2B:=1
  ENDIF
  IF FLGD2B=1 AND XXB*IT2B<0 THEN
    YYB:=BOOL(-1)
  ENDIF
  IF FLGD2C=0 THEN
    IT2C:=XXC
    FLGD2C:=1
  ENDIF
  IF FLGD2C=1 AND XXC*IT2C<0 THEN
    YYC:=BOOL(-1)
  ENDIF
ENDIF
ENDIF
IF (TEMLC2<=TSETLC)             -- Si Temp Rap to Cerrar N°2 < T2
AND (YYA=0 AND YYB=0 AND YYC=0) -- Y las tres protecciones estan abiertas
THEN
  TEMLC2:=TEMLC2+timestep      -- Siga temporizando
ENDIF
IF TEMLC2>TSETLC                -- Si Temp Rap to Cerrar N°1 > T2
AND (YYA=0 AND YYB=0 AND YYC=0) THEN -- Y la proteccion esta abierta
  CONL2:=CONL2-1              -- Decrementar el contador de Rapidos
  IF CONL2>0 THEN
    YYA:=BOOL(1)              -- Terminar la Temp y Cierra si no se ha terminado .
    YYB:=BOOL(1)              -- la operación Lenta.
    YYC:=BOOL(1)
  ENDIF
  TEMPLA2:=0                  -- Reset Temp Rap to Abrir
  TEMLC2:=0                   -- Reset Temp Rap to Cerrar
  FLGD2A:=0
  FLGD2B:=0
  FLGD2C:=0
  IT2A:=0
  IT2B:=0
  IT2C:=0
ENDIF
ENDIF

```

ENDEXEC
ENDMODEL

FUSIBLE

MODEL FUSE
INPUT XXIN

DATA IPK
A
B
P
DIAL

VAR af[1..200], -- Vector que recoge las muestras de corrientes.
YY, -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla.
TT, -- Instante de tiempo en el que se Detecta la falla.
IRMS, -- Valor RMS de la corriente.
PP, KK, JJ, -- Ancho de Ventana RMS; Para realizar corrimiento ;Contador para Inicio Irms
AUX, FLGD, -- Variables para medir Irms
FLAG, -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente.
TEMRA, -- Temporizador Tiempo de APERTURA.
TSET, -- T1:Tiempo para ABRIR protección
MM, -- Multiplo de la corriente de Arranque.
FLGCL, -- Bandera que indica que ya se calculo los tiempo de accion del Fusible
FLAGD1, -- Bandera para apertura en el cruce por cero
IT1 -- Valor de la Corriente en el momento de la orden de apertura
ddd

OUTPUT YY

EXEC

comment *****

***** INICIALIZACION DE VARIABLES *****

***** endcomment

IF T=0 THEN

af[1..200]:=0 -- Vector que recoge las muestras de corrientes.
YY:=BOOL(1) -- Salida Booleana para el suiche que despejará la Falla.
IRMS:=0 -- Valor RMS de la corriente.
PP:=1/120 -- Ancho de Ventana RMS
KK:=1 -- Para hacer corrimiento de Componentes del vector "a".
JJ:=2 -- Contador para inicio de la IRMS
AUX:=0 -- Variable auxiliar para medir la IRMS
FLGD:=0 -- Bandera Auxiliar para medir la IRMS
FLAG:=0 -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente.
TEMRA:=0 -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA
TSET:=1 -- Tiempo de apertura. Se calcula de la Curva del Fuse.
FLAGD1:=0 -- Bandera para el disparo en el cruce por cero
IT1:=0 -- Valor de la Corriente en el instante de la orden de disparo
MM:=1 -- Múltiplo de la corriente de Arranque
TT:=0 -- Instante de tiempo en el que se detecta la falla.
FLGCL:=0 -- Bandera que indica que ya se calculo los tiempo de accion del Fusible
ddd:=0

ENDIF

comment *****

***** LECTURA DE LA CORRIENTE RMS *****

***** endcomment

IF (T>0)AND(T<=PP) THEN

af[JJ]:=XXIN**2*timestep
AUX:=AUX+af[JJ]
JJ:=JJ+1

ENDIF

IF T>PP THEN

IF FLGD=0 THEN
IRMS:=sqrt(AUX/PP)
FLGD:=1

ENDIF

IF FLGD=1 THEN

IRMS:= ((IRMS**2*PP) + timestep*XXIN**2 - af[1]) / PP

IF IRMS<=0 THEN

IRMS:=0

ENDIF

IRMS:=SQRT(IRMS)

```

af[JJ-1]:=XXIN**2*timestep
FOR KK:=1 to JJ+2 DO
  af[KK]:=af[KK+1]
ENDFOR
ENDIF
ENDIF
comment *****
***** PRIMER INSTANTANE DE LA FALLA *****
***** endcomment
IF FLAG=0 AND IRMS>=IPK THEN
  FLAG:=1
  TT:=T
ENDIF
IF FLAG=1 AND IRMS<IPK THEN
  FLAG:=0
  TT:=0
ENDIF
IF FLAG=1 AND FLGCL=0 THEN
  IF T>=TT+2*PP AND T<=TT+2*PP+2*timestep THEN
    MM:=IRMS/IPK
    TSET:=DIAL*(B+ A/(MM**P-1))
    FLGCL:=1
  ENDIF
ENDIF
comment *****
***** ACTUACION DEL FUSIBLE *****
***** endcomment
IF IRMS<IPK AND YY=1 THEN
  FLAG:=0 -- Bandera que indica primer detección de sobrecorriente.
  TEMRA:=0 -- Temporizador Tiempo de APERTURA, curva RAPIDA
  FLAGD1:=0 -- Bandera para el disparo en el cruce por cero
  IT1:=0 -- Valor de la Corriente en el instante de la orden de disparo
  MM:=1 -- Múltiplo de la corriente de Arranque
  TT:=0 -- Instante de tiempo en el que se detecta la falla.
ENDIF
IF FLAG=1 -- Inicio de la Accion del Relé
AND FLGCL=1 THEN -- Y ya se calculó el tiempo de acción del Fuse
  IF IRMS>=IPK -- Si hay Sobrecorriente
  AND DDD=0
  AND TEMRA<=TSET THEN -- Si Temp.Rap to Abrir < T1
    YY:=BOOL(1) -- Siga temporizando
    TEMRA:=TEMRA+timestep
  ENDIF
  IF TEMRA>TSET THEN -- Si Temp Rap to Abrir > T1
    IF FLAGD1=0 THEN
      IT1:=XXIN
      FLAGD1:=1
    ENDIF
    IF FLAGD1=1 AND XXIN*IT1<0 AND DDD=0 THEN
      YY:=BOOL(-1)
      DDD:=1
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDEXEC
ENDMODEL

```

ANEXO 4 – DATOS ORIGINALES DESCRIPTIVOS DE CIRCUITOS SF-15 Y UM-

33

FECHA:09-Jun-05
SID610-01

COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S.A.

DIVISION DE TELECONTROL - CONTROL DE REDES
CONECTIVIDAD CIRCUITO DE MEDIA TENSION

CIRCUITO SF15 IDENT 2478

PTO. INI	N	PTO. FIN	N	DIRECCION	TRM	LONG(m)	MATERIA	CALIBRE	TIPO	TRF
0500590	5	0419763	3	S/C SAN FASON	S	3	CU	4/0	TRIPLEX	
0419763	3	0419558	7	PATIOS S/C SFASON	S	12	CU	4/0	TRIPLEX	
0419558	7	5016349	1	CL 19 19 83	S	128	CU	4/0	TRIPLEX	
5016349	1	5016778	2	AC19#19-ESQ	S	132	CU	1	TRIPOLAR-S	
5016778	2	5016352	1	AV19 CR18-ESQ	S	64	CU	4/0	TRIPLEX	
5016352	1	5016366	1	AC19#18-ESQ	S	43	CU	2/0	TRIPLEX	
5016366	1	5016370	1	CR17#18-45	S	81	CU	2/0	TRIPLEX	
5016370	1	0401751	5	CR17#17-69	S	14	CU	2/0	TRIPLEX	
0401751	5	0382169	3	KR 17 17 70	S	82	CU	4/0	TRIPLEX	
0382169	3	0401765	3	KR 17 17 ESQ	S	108	CU	4/0	TRIPLEX	
0401765	3	5016383	1	KR 17 16 ESQ	S	17	CU	2/0	TRIPLEX	
5016383	1	0401770	1	CR17#17-ESQ	S	111	CU	2/0	TRIPLEX	
0401770	1	0401784	D	KR 18 16 07	S	19	CU	2/0	TRIPLEX	
0401784	D	0401784	A	KR 18 16 01	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401784	A	0401784	C	KR 18 16 01	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401784	C	0401770	2	KR 18 16 01	S	19	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0401770	2	0401765	2	KR 18 16 07	S	128	CU	2/0	TRIPLEX	
0401765	2	5011216	1	KR 17 16 ESQ	S	16	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
5011216	1	7342193	1	CL 16 17 ESQ	S	60	CU	2/0	TRIPLEX	
7342193	1	7342193	A	CL 16 16 80	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
7342193	A	7456185	A	CL 16 16 80	A	25	ACSR	2/0	DESNUDO	
7456185	A	7456185	B	CL 16 16-24	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>7342193	A	7342193	2	CL 16 16 80	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
7342193	2	5011216	2	CL 16 16 80	S	60	CU	2/0	TRIPLEX	
5011216	2	0401803	2	CL 16 17 ESQ	S	39	CU	2/0	TRIPLEX	
0401803	2	0401822	1	KR 17 15 70	S	71	CU	4/0	TRIPLEX	
0401822	1	0401837	B	KR 17 15 ESQ	S	41	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0401837	B	0401837	A	CL 15 16 80	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401837	A	0401837	F	CL 15 16 80	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401837	F	0401841	1	CL 15 16 80	S	32	CU	4/0	TRIPLEX	
0401841	1	0401856	1	CL 15 16 70	S	62	CU	4/0	TRIPLEX	
0401856	1	0401861	A	PATIOINSTTECCENTR	S	22	CU	4/0	TRIPLEX	
0401861	A	0401861	B	CL 15 16 63	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0401837	A	0401837	D	CL 15 16 80	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401837	D	6251245	1	CL 15 16 80	S	98	CU	2/0	TRIPLEX	
6251245	1	6251259	1	CL15 16 ESQ	S	114	CU	2/0	TRIPLEX	
6251259	1	5011295	1	CR16 14 05	S	13	CU	2/0	TRIPLEX	
5011295	1	0401909	C	KR 16 18 ESQ	S	20	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0401909	C	0401909	A	KR 16 14 18	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401909	A	0401909	B	KR 16 14 18	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401909	B	0403002	1	KR 16 14 18	S	81	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0403002	1	0401894	1	AC 13 15 ESQ	S	4	CU	4/0	TRIPLEX	
0401894	1	0476017	1	AC 13 15 96	S	209	CU	4/0	TRIPLEX	
0476017	1	0476002	1	AC 13 14 ESQ	S	89	CU	2/0	TRIPLEX	
0476002	1	0476036	1	AC 13 13 52	S	64	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0476036	1	0401932	1	AC 13 13 ESQ	S	22	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0401932	1	0401928	1	AC 13 12 96	S	17	CU	4/0	TRIPLEX	
0401928	1	0401913	B	KR 13 13 20	S	23	CU	4/0	TRIPLEX	
0401913	B	0401913	A	KR 13 13 17	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401913	A	0401913	C	KR 13 13 17	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401913	C	0401928	2	KR 13 13 17	S	23	CU	4/0	TRIPLEX	
0401928	2	0401947	1	KR 13 13 20	S	50	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0401947	1	0401951	B	KR 13 13 46	S	12	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0401951	B	0401951	A	KR 13 13 50	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401951	A	0401951	C	KR 13 13 50	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401951	C	0401947	2	KR 13 13 50	S	12	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0401947	2	0476021	1	KR 13 13 46	S	80	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0476021	1	0475996	1	AV JIM 12 96	S	93	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0475996	1	0115950	2	AV JIM 12 08	S	62	CU	4/0	TRIPLEX	
0115950	2	0028965	B	AV JIMENEZ 11 30	S	32	CU	4/0	TRIPLEX	
0028965	B	0028965	A	AC 13 10 62	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028965	A	0028965	C	AC 13 10 62	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028965	C	0028965	D	AC 13 10 62	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028965	D	0028965	E	AC 13 10 62	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028965	C	0028965	F	AC 13 10 62	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028965	F	0401966	1	AC 13 10 62	S	48	CU	4/0	TRIPLEX	
0401966	1	0401971	1	AC 13 10 34	S	19	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0401971	1	0401985	1	AK 10 AV13X	S	47	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0401985	1	1479322	1	AK 10 14 03	S	115	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
1479322	1	1479336	1	AK 10 15 01	S	30	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
1479336	1	0085819	C	AK 10 15 ESQ	S	38	CU	2/0	TRIPLEX	
0085819	C	0085819	A	AK 10 15 30	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0085819	A	0085819	D	AK 10 15 30	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0085819	A	0085819	E	AK 10 15 30	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
0085819	E	0085819	B	AK 10 15 30	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0085819	B	1479336	2	AK 10 15 30	S	38	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
1479336	2	1479322	2	AK 10 15 ESQ	S	30	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
1479322	2	5011599	1	AK 10 15 01	S	42	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
5011599	1	0401990	1	CR10#15-21	S	7	CU	4/0	TRIPLEX	
0401990	1	0402006	A	AK 10 15 39	S	10	CU	2/0	TRIPOLAR-A	

PTO. INI	N	PTO. FIN	N	DIRECCION	TRM	LONG(m)	MATERIA	CALIBRE	TIPO	TRF
0402006	A	0402006	Z	AK 10 15 39	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0402006	Z	0402006	B	AK 10 15 39	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0402006	B	0401990	2	AK 10 15 39	S	10	CU	4/0	TRIPLEX	
0401990	2	5011599	2	AK 10 15 39	S	7	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
5011599	2	0447963	3	CR10#15-21	S	75	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0447963	3	0402011	B	CL 16 10 ESQ	S	18	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
>0402006	Z	0402006	C	AK 10 15 39	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028965	A	0028965	J	AC 13 10 62	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028965	J	0028965	K	AC 13 10 62	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028965	K	0115400	2	AC 13 10 62	S	34	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0115400	2	0028950	1	AV JIMENEZ 10 44	S	14	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028950	1	0028944	1	CL 13 11 ESQ	S	25	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028944	1	0028939	2	CL 13 11 ESQ	S	88	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028939	2	0028923	D	KR 10 12 41	S	5	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0028923	D	0028923	A	KR 10 12 41	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028923	A	0028923	E	KR 10 12 41	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028923	A	0028923	F	KR 10 12 41	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028923	F	0028939	3	KR 10 12 41	S	5	CU	2/0	TRIPLEX	
0028939	3	5089171	B	KR 10 12 41	S	21	CU	2/0	TRIPLEX	
5089171	B	5089171	A	AV JIMENEZ 10 21	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5089171	A	5089171	C	AV JIMENEZ 10 21	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028923	A	0028923	C	KR 10 12 41	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028923	C	0028939	1	KR 10 12 41	S	5	CU	2/0	TRIPLEX	
0028939	1	6061966	1	KR 10 12 41	S	40	CU	4/0	TRIPLEX	
6061966	1	0028902	C	CL12# 10-SIN	S	7	CU	4/0	TRIPLEX	
0028902	C	0028902	A	CL12 10 10	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028902	A	0028902	B	CL12 10 10	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028902	B	6061966	2	CL12 10 10	S	7	CU	4/0	TRIPLEX	
6061966	2	0028853	1	CL12# 10-SIN	S	59	CU	4/0	TRIPLEX	
0028853	1	0028895	C	CL 12 9 60	S	14	CU	2/0	TRIPLEX	
0028895	C	0028895	A	CL 12 9 66	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028895	A	0028895	D	CL 12 9 66	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028895	D	0028853	2	CL 12 9 66	S	14	CU	2/0	TRIPLEX	
0028853	2	0028848	1	CL 12 9 60	S	79	CU	2/0	TRIPLEX	
0028848	1	6062009	1	CL 12 9 20	S	13	CU	2/0	TRIPLEX	
6062009	1	6062012	1	CL12 CR9-ESQ	S	12	CU	2/0	TRIPLEX	
6062012	1	0028874	E	CL12 CR9	S	35	CU	2/0	TRIPLEX	
0028874	E	0028874	A	KR 9 11 66	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028874	A	0028874	C	KR 9 11 66	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028874	C	6491933	1	KR 9 11 66	S	17	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
6491933	1	0028869	B	CL1A# 9-SIN	S	19	CU	4/0	TRIPLEX	
0028869	B	0028869	A	CL 11A 9 13	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028869	A	0028869	C	CL 11A 9 13	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028869	A	0028869	E	CL 11A 9 13	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
>0028869	A	0028869	D	CL 11A 9 13	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028869	D	6491933	2	CL 11A 9 13	S	19	CU	4/0	TRIPLEX	
6491933	2	5018046	1	CL1A# 9-SIN	S	51	CU	4/0	TRIPLEX	
5018046	1	5018050	1	CL11A#9-13	S	20	CU	2/0	TRIPLEX	
5018050	1	5018063	1	CL11A#9-13	S	83	CU	2/0	TRIPLEX	
5018063	1	0028827	D	CL11A#9-13	S	22	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028827	D	0028827	Z	CL 11 9A 24	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
0028827	Z	0028827	B	CL 11 9A 24	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028827	B	0028827	A	CL 11 9A 24	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028827	Z	0028827	C	CL 11 9A 24	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
0028827	C	0028757	2	CL 11 9A 24	S	11	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028757	2	0028762	2	KR 10 11 18	S	37	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028762	2	5012610	1	CR10#11-1	S	33	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
5012610	1	0028806	2	AK10#11-ESQ	S	28	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028806	2	0028811	G	CR10#10-53	S	23	CU	2/0	TRIPLEX	
0028811	G	0028811	C	K 10 10 53	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028811	C	0028811	A	K 10 10 53	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028811	A	0028811	B	K 10 10 53	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028811	B	0028806	3	K 10 10 53	S	23	CU	2/0	TRIPLEX	
0028806	3	0028778	2	CR10#10-53	S	32	CU	2/0	TRIPLEX	
0028778	2	0028783	3	KR 10 10 99	S	30	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0028783	3	0028799	D	CL11#10-27	S	14	CU	2/0	MONOPOLAR	
0028799	D	0028799	A	CL11 10 27	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028799	A	0028799	C	CL11 10 27	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028799	C	0028783	2	CL11 10 27	S	14	CU	2/0	MONOPOLAR	
0028783	2	5011889	2	CL11#10-27	S	51	CU	2/0	MONOPOLAR	
5011889	2	5011892	2	CL 11 11 ESQ	S	40	CU	2/0	MONOPOLAR	
5011892	2	5088068	C	CL11#11-ESQ	S	14	CU	2/0	MONOPOLAR	
5088068	C	5088068	A	K 11 10 52	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5088068	A	5088068	B	K 11 10 52	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5088068	B	5011892	1	K 11 10 52	S	14	CU	2/0	MONOPOLAR	
5011892	1	5011889	1	CL11#11-ESQ	S	40	CU	2/0	MONOPOLAR	
5011889	1	5011875	1	CL 11 11 ESQ	S	22	CU	2/0	MONOPOLAR	
5011875	1	0028783	1	CL11#10-65	S	28	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0028783	1	0028778	1	CL11#10-27	S	30	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0028778	1	0028762	1	KR 10 10 99	S	29	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028762	1	0028757	1	CR10#11-1	S	37	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028757	1	0028741	1	KR 10 11 18	S	73	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028741	1	0028832	1	KR 10 12 ESQ	S	9	CU	2/0	TRIPLEX	
0028832	1	0028736	1	CL 12 10 ESQ	S	86	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028736	1	0028715	2	CL 12 10 51	S	91	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0028715	2	0028721	D	CL 12 11 35	S	23	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0028721	D	0028721	A	CL 12 11 55	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028721	A	0028721	C	CL 12 11 55	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028721	C	0028715	1	CL 12 11 55	S	23	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
0028715	1	0028687	1	CL 12 11 35	S	63	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0028687	1	0028671	1	KR 11 12 ESQ	S	27	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0028671	1	0028666	C	KR 11 11 76	S	3	CU	2/0	TRIPOLAR-S	
0028666	C	0028666	A	CR11#11-76	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	

PTO. INI	N	PTO. FIN	N	DIRECCION	TRM	LONG(m)	MATERIA	CALIBRE	TIPO	TRF
0028666	A	0028666	D	CR11#11-76	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028666	D	0028671	2	CR11#11-76	S	3	CU	2/0	TRIPLEX	
0028671	2	0028687	2	KR 11 11 76	S	27	CU	2/0	TRIPLEX	
0028687	2	6873668	1	KR 11 12 ESQ	S	54	CU	2/0	TRIPLEX	
6873668	1	6873685	B	CL12 10 13	S	19	CU	2/0	TRIPLEX	
6873685	B	6873685	A	CL12#10-13	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6873685	A	6873685	C	CL12#10-13	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6873685	C	0028902	E	CL12#10-13	S	40	CU	2/0	TRIPLEX	
>6873685	A	6873685	D	CL12#10-13	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028666	A	0028666	B	CR11#11-76	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028721	A	0028721	B	CL 12 11 55	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028721	A	0028721	E	CL 12 11 55	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5088068	A	5088068	F	K 11 10 52	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028799	A	0028799	B	CL11 10 27	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028799	B	0028799	E	CL11 10 27	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028799	B	0028799	F	CL11 10 27	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028811	A	0028811	D	K 10 10 53	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028811	A	0028811	E	K 10 10 53	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028811	C	0028811	F	K 10 10 53	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0028811	F	0028806	1	K 10 10 53	S	23	CU	2/0	TRIPLEX	
0028806	1	6869832	1	CR10#10-53	S	30	CU	2/0	TRIPLEX	
6869832	1	6869894	1	K10#12-23	S	32	CU	2/0	TRIPLEX	
6869894	1	6869850	1	SIN	S	39	CU	2/0	TRIPLEX	
6869850	1	0402996	E	SIN	S	41	CU	2/0	TRIPLEX	
0402996	E	0402996	A	C 10 11 08	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
0402996	A	0402996	G	C 10 11 08	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
0402996	G	7561485	1	C 10 11 08	S	122	CU	2/0	TRIPLEX	
7561485	1	7561501	1	C 9 11 ESQ	S	26	CU	2/0	TRIPLEX	
7561501	1	7561528	1	C 9 11 SIN	S	30	CU	2/0	TRIPLEX	
7561528	1	7561468	B	C 9 11 SIN	S	19	CU	2/0	TRIPLEX	
7561468	B	7561468	A	C 9 11 SIN	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
>7561468	B	7561468	C	C 9 11 SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0402996	A	0402996	B	C 10 11 08	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
0402996	B	0402996	C	C 10 11 08	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
0402996	C	6869894	2	C 10 11 08	S	80	CU	2/0	TRIPLEX	
6869894	2	6869910	1	SIN	S	110	CU	2/0	TRIPLEX	
6869910	1	6869937	1	SIN	S	19	CU	2/0	TRIPLEX	
6869937	1	6873641	1	SIN	S	50	CU	2/0	TRIPLEX	
6873641	1	6108198	B	SIN	S	25	CU	2/0	TRIPLEX	
6108198	B	6108198	A	K 10#10-53	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6108198	A	6108198	E	K 10#10-53	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6108198	A	6108198	D	K 10#10-53	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6108198	A	6108198	C	K 10#10-53	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6108198	C	6873641	2	K 10#10-53	S	24	CU	4/0	TRIPLEX	
6873641	2	0402742	1	SIN	S	72	CU	4/0	TRIPLEX	
0402742	1	0402594	1	AK 10 09 ESQ	S	31	CU	4/0	TRIPLEX	
0402594	1	0087471	F	AK 10 9 08	S	84	CU	4/0	TRIPLEX	
>0402996	C	0402996	D	C 10 11 08	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0402996	C	0402996	F	C 10 11 08	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
0402996	F	7574795	A	C 10 11 08	A	82	ACSR	2	DESNUDO	
7574795	A	7574795	B	CR 11 9 00	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028827	C	0028757	3	CL 11 9A 24	D	11	CU	2/0	TRIPOLAR-A	
>0028874	A	0028874	D	KR 9 11 66	S	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028895	A	0028895	B	CL 12 9 66	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028895	A	0028895	E	CL 12 9 66	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0028902	A	0028902	D	CL12 10 10	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0401951	A	0401951	D	KR 13 13 50	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401951	D	0401951	E	KR 13 13 50	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0401913	A	0401913	E	KR 13 13 17	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0401909	A	0401909	D	KR 16 14 18	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0401837	A	0401837	E	CL 15 16 80	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401837	E	0401822	2	CL 15 16 80	S	41	CU	4/0	TRIPLEX	
0401822	2	0401803	1	KR 17 15 ESQ	S	71	CU	4/0	TRIPLEX	
0401803	1	0401818	A	KR 17 15 70	S	32	CU	2/0	TRIPLEX	
0401818	A	0401818	B	KR 17 15 71	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0401818	B	0401818	C	KR 17 15 71	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0401837	A	0401837	G	CL 15 16 80	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>7342193	A	7342193	B	CL 16 16 80	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0401784	A	0401784	B	KR 18 16 01	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0401784	A	0401784	F	KR 18 16 01	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	

FECHA: 09-Jun-05
SID610-01

COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S.A.

DIVISION DE TELECONTROL - CONTROL DE REDES
CONECTIVIDAD CIRCUITO DE MEDIA TENSION

CIRCUITO UM33 IDENT 1318

PTO. INI	N	PTO. FIN	N	DIRECCION	TRM	LONG(m)	MATERIA	CALIBRE	TIPO	TRF
6415428	3	6261909	6	S/C USME	S	49	CU	300	TRIPLEX	
6261909	6	5073584	3	CRA 27C ESTE	S	26	CU	300	TRIPLEX	
5073584	3	5014928	4	KR 27K E 91F SIN S	S	96	CU	350	TRIPLEX	
5014928	4	6589375	1	KR 27K E 91F SIN S	S	22	CU	350	TRIPLEX	
6589375	1	5073613	4		S	116	CU	350	TRIPLEX	
5073613	4	6589392	1	T 3H # 70-10 SUR	S	133	CU	350	TRIPLEX	
6589392	1	6245697	2		S	133	CU	350	TRIPLEX	
6245697	2	6589418	1	TV3H 70B-59	S	115	CU	350	TRIPLEX	
6589418	1	6589435	1		S	184	CU	350	TRIPLEX	
6589435	1	6589452	1		S	147	CU	350	TRIPLEX	
6589452	1	6589470	1		S	146	CU	300	TRIPLEX	
6589470	1	6589512	1		S	58	CU	300	TRIPLEX	
6589512	1	6589530	1		S	90	CU	300	TRIPLEX	
6589530	1	6589557	1		S	54	CU	300	TRIPLEX	

PTO. INI	N	PTO. FIN	N	DIRECCION	TRM	LONG(m)	MATERIA	CALIBRE	TIPO	TRF
6589557	1	6589574	1		S	420	CU	300	TRIPLEX	
6589574	1	6744622	2		S	348	CU	300	TRIPLEX	
6744622	2	6589591	1		S	67	CU	300	TRIPLEX	
6589591	1	6589617	1		S	102	CU	300	TRIPLEX	
6589617	1	5663794	1		S	631	CU	300	TRIPLEX	
5663794	1	5663794	H	CL69C#11M-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5663794	H	5663794	I	CL69C#11M-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5663794	I	5663794	2	CL69C#11M-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5663794	2	5663274	1	CL69C#11M-SIN	S	43	CU	350	MONOPOLAR	
5663274	1	5663257	1	CL69C#11M-SIN	S	26	CU	300	TRIPLEX	
5663257	1	5663257	C	CL76 SUR#16-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5663257	C	5663810	C	CL76 SUR#16-SIN	A	138	ACSR	266	DESNUDO	
5663810	C	5663931	C	SIN	A	87	ACSR	266	DESNUDO	
5663931	C	5663931	1	KR 15 AV VILLAVICENC	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5663931	1	6859121	1	KR 15 AV VILLAVICENC	S	28	CU	300	TRIPLEX	
6859121	1	5663931	D	SIN	A	28	AL	250	TRIPLEX	
>6859121	1	6859121	A	SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6859121	A	7341824	A	SIN	A	49	ACSR	266	DESNUDO	
7341824	A	6859148	A	K 15 AV VILLAVICENCI	A	64	ACSR	266	DESNUDO	
6859148	A	6859165	A	SIN	A	31	ACSR	266	DESNUDO	
6859165	A	6849948	C	SIN	A	30	ACSR	266	DESNUDO	
6849948	C	6850149	C	SIN	A	30	AL	4/0	DESNUDO	
6850149	C	6318214	D	SIN	A	22	AL	4/0	DESNUDO	
6318214	D	6318214	C	CL79SUR # 16A - SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6318214	C	6588733	A	CL79SUR # 16A - SIN	A	60	ACSR	266	DESNUDO	
6588733	A	6604894	A	SIN	A	276	ACSR	266	DESNUDO	
6604894	A	6604894	B	KR 17 CL 80BIS 47 SU	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6604894	A	6588716	A	KR 17 CL 80BIS 47 SU	A	133	ACSR	266	DESNUDO	
6588716	A	6859103	A	SIN	A	298	ACSR	266	DESNUDO	
6859103	A	6859103	B	SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6859103	B	6597825	A	SIN	A	61	ACSR	266	DESNUDO	
6597825	A	6850044	A	LADRILLERA VILLA JUL	A	52	ACSR	266	DESNUDO	
6850044	A	6850044	B	SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6850044	B	6850027	A	SIN	A	63	ACSR	266	DESNUDO	
6850027	A	6850027	B	SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6850027	B	5920502	A	SIN	A	175	ACSR	4/0	DESNUDO	
5920502	A	5148562	B	CL80 BIS#17A-SIN	A	87	ACSR	4/0	DESNUDO	
5148562	B	5148562	A	LAD UNION LTDA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5148562	A	5920520	A	LAD UNION LTDA	A	59	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920520	A	0169951	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	65	ACSR	2/0	DESNUDO	
0169951	A	0169951	B	LAD UNION LTDA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0169951	B	0169966	A	LAD UNION LTDA	A	76	ACSR	2/0	DESNUDO	
0169966	A	0169966	B	LAD UNION LTDA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0169966	B	0169971	A	LAD UNION LTDA	S	11	CU	2/0	TRIPLEX	
0169971	A	0169971	B	LAD UNION LTDA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0169971	A	0169985	A	LAD UNION LTDA	A	253	ACSR	2/0	DESNUDO	
0169985	A	0169985	B	CT MOCHLAD STA FE	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
>0169985	A	5920533	A	CT MOCHLAD STA FE	A	68	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920533	A	0169990	A	96S#17A-SIN	A	266	ACSR	2/0	DESNUDO	
0169990	A	0169990	B	CT MOCH	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0169990	B	0170000	A	CT MOCH	A	156	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170000	A	0170000	B	LADRILLOS SUR LTDA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170000	B	0170014	A	LADRILLOS SUR LTDA	S	90	CU	2/0	TRIPLEX	
0170014	A	0170014	B	LADRILLOS SUR LTDA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0169990	A	0170029	A	CT MOCH	A	185	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170029	A	0170029	B	CT MOCH	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170029	B	0170033	A	CT MOCH	A	85	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170033	A	0170033	B	CT MOCHUELOPUENTEA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170033	B	0170048	A	CT MOCHUELOPUENTEA	A	104	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170048	A	0170048	B	CT MOCHUELOPUENTEA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170048	B	5785811	B	CT MOCHUELOPUENTEA	S	139	CU	4/0	TRIPLEX	
5785811	B	5785811	A	LADRILLERA LOS MOCHU	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5785811	A	5785811	C	LADRILLERA LOS MOCHU	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170033	A	5920547	A	CT MOCHUELOPUENTEA	A	73	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920547	A	0170052	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	97	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170052	A	0170052	B	CT MOCH	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170052	B	5920551	A	CT MOCH	A	42	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920551	A	5920564	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	51	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920564	A	0170067	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	202	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170067	A	0170071	A	FCA LA PALOMA RINCON	A	251	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170071	A	0170110	A	CT MOCHBAJO	A	96	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170110	A	0170110	B	CT MOCHUELOBAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170110	B	0170124	A	CT MOCHUELOBAJO	A	126	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170124	A	0170124	B	CT MOCH BAR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170124	B	0170139	A	CT MOCH BAR	A	131	ACSR	1	DESNUDO	
0170139	A	7556594	A	SIN	A	48	ACSR	1	DESNUDO	
7556594	A	7556594	B	VE MOCHUELO KM3 VIA	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
7556594	B	7556316	A	VE MOCHUELO KM3 VIA	A	31	ACSR	2/0	DESNUDO	
7556316	A	7556316	B	VE MOCHUELO KM3 VIA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>7556594	A	6850502	A	VE MOCHUELO KM3 VIA	A	65	ACSR	1	DESNUDO	
6850502	A	6850502	B	LAD MORELIA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170124	A	0170143	1	CT MOCH BAR	A	104	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170143	1	0170158	A	CT MOCHUELO BAJO	A	76	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170158	A	0170158	B	CT MOCHUELOBAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170158	B	5920655	A	CT MOCHUELOBAJO	A	9	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920655	A	5920655	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920655	B	5920669	A	CL80#17-SIN	A	321	ACSR	2	DESNUDO	
5920669	A	5920669	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920669	B	5920672	A	CL80#17-SIN	A	11	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920672	A	5920672	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920672	B	5920686	A	CL80#17-SIN	A	23	ACSR	2/0	DESNUDO	
>5920672	A	5920690	A	CL80#17-SIN	A	235	ACSR	2	DESNUDO	
5920690	A	5920701	A	CL80#17-SIN	A	58	ACSR	2/0	DESNUDO	

PTO. INI	N	PTO. FIN	N	DIRECCION	TRM	LONG(m)	MATERIA	CALIBRE	TIPO	TRF
5920701	A	5920701	C	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920701	A	5920701	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920701	A	5920701	D	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920701	D	7389715	A	CL80#17-SIN	A	114	ACSR	2	DESNUDO	
7389715	A	7389715	B	KM A VIA PASQUILLA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920690	A	5920690	B	CL80#17-SIN	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
5920690	B	7559127	A	CL80#17-SIN	A	65	ACSR	2/0	DESNUDO	
7559127	A	7559127	B	KM3 VIA MOCHUELO BAJ	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170158	B	0170162	A	CT MOCHUELOBAJO	A	74	ACSR	4/0	DESNUDO	
0170162	A	0170162	B	CT MOCHLADDIOSTEDE	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170158	A	0170177	A	CT MOCHUELOBAJO	A	74	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170177	A	0170253	A	CT MOCHUELOBAJO	A	144	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170253	A	0170253	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170253	B	0170268	1	MOCHUELO BAJO	A	119	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170268	1	5920794	A	MOCHUELO BAJO	A	101	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920794	A	0170272	A	CL80#17-SIN	A	96	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170272	A	0170287	A	MOCHUELO BAJO	A	77	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170287	A	0170287	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170287	B	5022664	A	MOCHUELO BAJO	A	89	AL	2/0	DESNUDO	
5022664	A	0170291	A	CT MOCHUELOPATICOS	A	132	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170291	A	5022681	A	' MOCHUELO BAJO'	A	24	AL	2/0	DESNUDO	
5022681	A	6850581	A	CT MOCHUELOPATICOS	A	102	ACSR	2/0	DESNUDO	
6850581	A	5920854	A	SIN	A	55	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920854	A	5920868	A	CL80#17-SIN	A	33	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920868	A	5920868	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920868	B	5920871	A	CL80#17-SIN	A	116	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920871	A	5920885	A	CL80#17-SIN	A	40	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920885	A	5920885	1	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920885	1	5788531	A	CL80#17-SIN	S	83	CU	2/0	TRIPLEX	
5788531	A	5788531	B	LADRILLERA LAS TAPIC	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5788531	B	5788531	C	LADRILLERA LAS TAPIC	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920868	A	0170311	A	CL80#17-SIN	A	44	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170311	A	0170311	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170311	A	0170325	A	MOCHUELO BAJO	A	175	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170325	A	0170325	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170325	B	0170330	A	MOCHUELO BAJO	S	14	CU	2/0	TRIPLEX	
0170330	A	0170330	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170330	B	5920899	A	MOCHUELO BAJO	A	69	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920899	A	5920899	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920899	B	5920901	A	CL80#17-SIN	A	31	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920901	A	5920901	B	KM 5 VIA PASQUILLA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920899	A	5920914	A	CL80#17-SIN	A	218	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920914	A	5920914	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920914	B	5920928	A	CL80#17-SIN	A	87	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920928	A	5920928	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920914	A	5920931	A	CL80#17-SIN	A	106	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920931	A	0643869	A	CL80#17-SIN	A	160	ACSR	2/0	DESNUDO	
0643869	A	0170344	A	MOCHUELO BAJO	A	250	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170344	A	0170344	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170344	A	0170359	A	MOCHUELO BAJO	A	125	ACSR	2	DESNUDO	
0170359	A	0170359	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170359	B	6825255	A	MOCHUELO BAJO	A	174	ACSR	2	DESNUDO	
6825255	A	0170363	A	MOCHUELO LOS CURUBOS	A	137	ACSR	2	DESNUDO	
0170363	A	0170363	B	MOCH LOS CURUBOS	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170363	A	0170378	A	MOCH LOS CURUBOS	A	224	ACSR	2	DESNUDO	
0170378	A	0170378	C	MOCHUELO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170378	C	0643840	A	MOCHUELO	A	316	ACSR	4	DESNUDO	
0643840	A	0170382	A	MOCHUELO FCA MIRAD	A	373	ACSR	4	DESNUDO	
0170382	A	0170382	B	MOCHUELO F MIRADOR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170378	A	6825290	A	MOCHUELO	A	30	ACSR	2	DESNUDO	
6825290	A	6825290	C	MOCHUELO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6825290	C	0170397	A	MOCHUELO	A	56	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170397	A	0170397	D	MOCHUELO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170397	D	0170397	C	MOCHUELO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170397	C	0170401	A	MOCHUELO	A	98	ACSR	2	DESNUDO	
0170401	A	0170401	B	MOCH VILLA VISTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170401	B	0643907	A	MOCH VILLA VISTA	A	292	ACSR	2	DESNUDO	
0643907	A	5920962	A	LINEA REPETIDORA	A	128	ACSR	2	DESNUDO	
5920962	A	5920962	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920962	A	0170416	A	CL80#17-SIN	A	115	ACSR	2	DESNUDO	
0170416	A	0170416	B	LINEA REPETIDORA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170416	B	5920976	A	LINEA REPETIDORA	A	321	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920976	A	5920976	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920976	B	0170421	1	CL80#17-SIN	A	287	ACSR	2	DESNUDO	
0170421	1	5920980	A	LINEA REPETIDORA	A	99	ACSR	2	DESNUDO	
5920980	A	0170435	A	CL80#17-SIN	A	210	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170435	A	0170435	B	MOCH BASE MILITAR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170435	B	0170435	C	MOCH BASE MILITAR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170435	C	0643911	A	MOCH BASE MILITAR	A	309	ACSR	2/0	DESNUDO	
0643911	A	0170440	A	BASE MILITAR MOCHU	A	427	ACSR	2	DESNUDO	
0170440	A	0170440	B	BASE MILITAR MOCH	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170440	B	0170469	A	BASE MILITAR MOCH	A	154	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170469	A	0170469	C	BASE MILITAR MOCHU	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170469	C	0170469	B	BASE MILITAR MOCHU	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170469	B	0170488	A	BASE MILITAR MOCHU	A	286	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170488	A	0170488	B	ANTENA REPETIDORA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170488	B	0170492	A	ANTENA REPETIDORA	A	433	ACSR	2	DESNUDO	
0170492	A	0170492	C	C20M DET ANT REPET	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170492	C	0170856	1	C20M DET ANT REPET	A	179	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170856	1	0170841	A	FCA SANMARTIN	A	861	ACSR	2	DESNUDO	
0170841	A	0170841	B	MOCH SAN MARTIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170841	A	0170841	C	MOCH SAN MARTIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170841	C	5984291	A	MOCH SAN MARTIN	A	17	ACSR	2/0	DESNUDO	

PTO. INI	N	PTO. FIN	N	DIRECCION	TRM	LONG(m)	MATERIA	CALIBRE	TIPO	TRF
5984291	A	5984291	B	REPE MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5984291	B	5984303	A	REPE MOCHUELO ALTO	A	202	ACSR	2/0	DESNUDO	
5984303	A	5984317	A	VER QUIVAALTA	A	214	ACSR	2/0	DESNUDO	
5984317	A	5984317	B	VER QUIVAALTA	A	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5984317	B	5984321	A	VER QUIVAALTA	A	263	ACSR	2	DESNUDO	
5984321	A	5984334	A	VER QUIVAALTA	A	202	ACSR	2/0	DESNUDO	
5984334	A	5984334	B	VER QUIVAALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5984334	B	5984348	A	VER QUIVAALTA	A	472	ACSR	2	DESNUDO	
5984348	A	5984348	C	VER QUIVAALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5984348	A	5984348	B	VER QUIVAALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170492	A	0170492	D	C20M DET ANT REPET	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170492	A	0170492	B	C20M DET ANT REPET	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170492	B	0170507	A	C20M DET ANT REPET	A	497	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170507	A	6954316	A	RESPALDO REPETIDORA	A	293	ACSR	2/0	DESNUDO	
6954316	A	6954316	B	FCA BELLAIISLANDIA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6954316	B	6954975	A	FCA BELLAIISLANDIA	A	928	ACSR	2	DESNUDO	
6954975	A	6954975	B	FCA COLO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6954975	B	0643950	A	FCA COLO	A	402	ACSR	2/0	DESNUDO	
0643950	A	0170861	A	MOCHUELO ALTO	A	341	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170861	A	0170861	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170861	B	0170875	A	MOCHUELO ALTO	A	708	ACSR	2	DESNUDO	
0170875	A	0170875	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170875	B	0170880	1	MOCHUELO ALTO	A	576	ACSR	2	DESNUDO	
0170880	1	6954196	A	MOCHUELO ALTO	A	277	ACSR	2	DESNUDO	
6954196	A	6954196	C	VEREDA QUIVA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6954196	C	0170909	1	VEREDA QUIVA	A	327	ACSR	2	DESNUDO	
0170909	1	0643964	1	VEREDA QUIVA	A	194	ACSR	2	DESNUDO	
0643964	1	0170913	A	VEREDA QUIVA	A	344	ACSR	2	DESNUDO	
0170913	A	0170913	B	VEREDA QUIVA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6954196	C	6954196	D	VEREDA QUIVA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6954196	A	6954196	B	VEREDA QUIVA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6954196	B	0170928	A	VEREDA QUIVA	A	594	ACSR	2	DESNUDO	
0170928	A	0170928	B	FCA SAN IGNACIO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170928	A	0170928	C	FCA SAN IGNACIO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
>0170928	A	0170932	A	FCA SAN IGNACIO	A	478	ACSR	2	DESNUDO	
0170932	A	0170932	B	VEREDA QUIVA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170932	B	0643983	A	VEREDA QUIVA	A	479	ACSR	2	DESNUDO	
0643983	A	0170947	A	V QUIBA F SNFGNAC	A	106	ACSR	2	DESNUDO	
0170947	A	0170947	B	V QUIBAFSNIGNACIO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170947	B	0170951	A	V QUIBAFSNIGNACIO	A	536	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170951	A	0170951	B	VEREDA QUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170951	A	0170951	C	VEREDA QUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170951	C	6816440	A	VEREDA QUIBA	A	219	ACSR	2/0	DESNUDO	
6816440	A	6816440	B	SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6816440	B	6816467	A	SIN	A	85	ACSR	2/0	DESNUDO	
6816467	A	7467017	A	VEREDA TIERRA COLORA	A	37	ACSR	2/0	DESNUDO	
7467017	A	7466991	A	KR 24B 77B-SIN SUR	A	41	ACSR	2/0	DESNUDO	
7466991	A	7466991	B	KR 24B 77B-50 SUR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170947	A	0170947	C	V QUIBAFSNIGNACIO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170932	A	0170966	A	VEREDA QUIVA	A	280	ACSR	2	DESNUDO	
0170966	A	0170966	B	VEREDA DE QUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170966	B	0170971	A	VEREDA DE QUIBA	A	135	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170971	A	0170971	D	FCA LOS FIQUES	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170971	A	0170971	C	FCA LOS FIQUES	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170971	C	0170985	A	FCA LOS FIQUES	A	529	ACSR	2	DESNUDO	
0170985	A	0170985	B	LOMAS DE QUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170985	B	0170990	A	LOMAS DE QUIBA	A	290	ACSR	2	DESNUDO	
0170990	A	0170990	B	VER QUIVA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170990	B	0171006	1	VER QUIVA	A	103	ACSR	2/0	DESNUDO	
0171006	1	0171011	A	VER QUIVA	A	496	ACSR	2	DESNUDO	
0171011	A	0171011	B	SOACHA CAR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0171011	B	0171025	1	SOACHA CAR	A	730	ACSR	2	DESNUDO	
0171025	1	0171030	A	VER SOACHA PANTOJA	A	6	ACSR	2/0	DESNUDO	
0171030	A	0171044	A	VER SOACHA CAR	A	454	ACSR	2	DESNUDO	
0171044	A	0171044	B	SOACHA CAR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170990	A	0170990	C	VER QUIVA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170985	B	0116081	A	LOMAS DE QUIBA	A	353	ACSR	2	DESNUDO	
0116081	A	0116081	B	LOMAS DE QUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
>0116081	A	5800607	B	LOMAS DE QUIBA	A	194	ACSR	2	DESNUDO	
>0170971	A	0170971	B	FCA LOS FIQUES	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170971	B	0171059	A	FCA LOS FIQUES	A	315	ACSR	2	DESNUDO	
0171059	A	0171059	B	VEREDA QUIVA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0171059	B	5984212	A	VEREDA QUIVA	A	537	ACSR	2/0	DESNUDO	
5984212	A	5984212	B	VILLA FLOR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5984212	A	0171063	A	VILLA FLOR	A	76	ACSR	2/0	DESNUDO	
>0170861	A	0170861	C	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6954975	A	6954975	C	FCA COLO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6954316	A	6954316	C	FCA BELLAIISLANDIA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6954316	A	6954316	D	FCA BELLAIISLANDIA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6954316	D	5921189	A	FCA BELLAIISLANDIA	A	15	ACSR	2/0	DESNUDO	
5921189	A	5921189	B	VRDA PASQUILLITA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921189	B	5984274	A	VRDA PASQUILLITA	A	409	ACSR	2	DESNUDO	
5984274	A	5984274	B	VERD FUSUNGASOACHA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5984274	B	5984288	A	VERD FUSUNGASOACHA	A	456	ACSR	2	DESNUDO	
5984288	A	5984288	B	REPE MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5984288	A	5984288	C	REPE MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5984288	C	6954302	A	REPE MOCHUELO ALTO	A	314	ACSR	2	DESNUDO	
6954302	A	6954302	B	REPE MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5984274	A	5984274	C	VERD FUSUNGASOACHA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5984274	C	6954273	A	VERD FUSUNGASOACHA	A	421	ACSR	2	DESNUDO	
6954273	A	6954273	B	VERED FUSUNGA SOACHA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6954273	A	6954273	C	VERED FUSUNGA SOACHA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6954273	C	7296567	A	VERED FUSUNGA SOACHA	A	65	ACSR	2	DESNUDO	

PTO. INI	N	PTO. FIN	N	DIRECCION	TRM	LONG(m)	MATERIA	CALIBRE	TIPO	TRF
7296567	A	7296567	B	VDA. KIBA ALTO ANTEN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170507	A	0170507	B	RESPALDO REPETIDORA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170507	B	0170511	A	RESPALDO REPETIDORA	A	480	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170511	A	0170511	B	FINCA EL SALERO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170469	C	0170469	D	BASE MILITAR MOCHU	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170435	B	0170454	A	MOCH BASE MILITAR	A	32	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170454	A	0170454	B	CT LOS ALPES	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170454	B	0170545	1	CT LOS ALPES	A	247	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170545	1	0170550	A	CT LOS ALPES	A	320	ACSR	2	DESNUDO	
0170550	A	0170550	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170550	B	0170564	A	MOCHUELO ALTO	A	395	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170564	A	0170564	C	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170564	A	0170564	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170564	B	0170579	A	MOCHUELO ALTO	A	439	ACSR	2	DESNUDO	
0170579	A	0170579	B	MOCH ALTO FARRAYAN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170550	A	0170550	C	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170435	A	0170435	D	MOCH BASE MILITAR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170397	A	0170397	B	MOCHUELO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170397	B	5921005	A	MOCHUELO	A	88	ACSR	2	DESNUDO	
5921005	A	7439297	A	CL80#17-SIN	A	46	ACSR	2	DESNUDO	
7439297	A	7439297	B	CL 80 17 SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
7439297	B	7439297	C	CL 80 17 SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
7439297	C	5920993	A	CL 80 17 SIN	A	68	ACSR	2	DESNUDO	
5920993	A	6954351	A	CL80#17-SIN	A	57	ACSR	2	DESNUDO	
6954351	A	0170598	A	CAPILLA MOCHALTO	A	130	ACSR	2	DESNUDO	
0170598	A	0170598	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170598	B	5921019	A	MOCHUELO ALTO	A	61	AL	4	DESNUDO	
5921019	A	0170602	A	CL80#17-SIN	A	267	AL	4	DESNUDO	
0170602	A	0170602	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170602	A	0170617	A	MOCHUELO ALTO	A	131	AL	4	DESNUDO	
0170617	A	0170617	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170617	B	0170621	A	MOCHUELO ALTO	A	66	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170621	A	0170621	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170621	B	0643854	A	MOCHUELO ALTO	A	129	AL	1	DESNUDO	
0643854	A	0170636	A	MOCHUELO ALTO	A	419	AL	1	DESNUDO	
0170636	A	0170636	C	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170636	C	0494741	A	MOCHUELO ALTO	A	390	AL	1	DESNUDO	
0494741	A	0494741	B	VE ALTO GALLO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0494741	B	0494755	A	VE ALTO GALLO	A	524	AL	1	DESNUDO	
0494755	A	0494755	B	VE ALTO GALLO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170636	A	0170636	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170617	A	0170641	A	MOCHUELO ALTO	A	261	AL	4	DESNUDO	
0170641	A	0170641	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170641	B	0170655	A	MOCHUELO ALTO	A	246	AL	4	DESNUDO	
0170655	A	0170660	A	MOCH ALTO F CHAQUE	A	401	AL	4	DESNUDO	
0170660	A	0170660	B	MOCH FCA ALPES	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170660	B	0170674	A	MOCH FCA ALPES	A	72	AL	1	DESNUDO	
0170674	A	0170674	B	FCA LOS ALPES	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170660	A	0170689	A	MOCH FCA ALPES	A	99	AL	4	DESNUDO	
0170689	A	0170689	B	FCA LOS ALPES	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170689	B	0170693	A	FCA LOS ALPES	A	10	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170693	A	0170693	B	LOS ALPES	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170693	B	0643873	1	LOS ALPES	A	484	AL	1	DESNUDO	
0643873	1	0170708	A	MOCHUELO ALTO	A	351	AL	1	DESNUDO	
0170708	A	0170708	B	MOCHUELO ALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170689	A	0643888	A	FCA LOS ALPES	A	446	AL	4	DESNUDO	
0643888	A	0170712	A	MOCH ALTO FSANGIL	A	131	AL	4	DESNUDO	
0170712	A	0170712	B	MOCH ALTO FSANGIL	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170712	A	0170727	A	MOCH ALTO FSANGIL	A	219	AL	4	DESNUDO	
0170727	A	0170727	B	PASQUILLA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
>0170727	A	0170731	A	PASQUILLA	A	673	AL	4	DESNUDO	
0170731	A	0170731	B	PASQ SANFRANCISCO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170731	A	0643892	A	PASQ SANFRANCISCO	A	201	AL	4	DESNUDO	
0643892	A	0643892	B	PASQ F EL VERGEL	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0643892	B	5921022	A	PASQ F EL VERGEL	A	748	AL	4	DESNUDO	
5921022	A	5921022	B	CR17#79-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0643892	A	0170751	A	PASQ F EL VERGEL	A	445	AL	4	DESNUDO	
0170751	A	0170751	B	PASQ F EL VERGEL	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170751	B	0170751	C	PASQ F EL VERGEL	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170751	C	0170765	1	PASQ F EL VERGEL	A	193	AL	4	DESNUDO	
0170765	1	0170770	A	VER PASQ CERRITOS	A	484	AL	4	DESNUDO	
0170770	A	0170770	B	VER PASQ CERRITOS	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170770	B	0643926	A	VER PASQ CERRITOS	A	84	AL	4	DESNUDO	
0643926	A	0170784	A	V PASQ F PORVENIR	A	580	AL	4	DESNUDO	
0170784	A	0170784	B	V PASQ F PORVENIR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170770	A	0170770	C	VER PASQ CERRITOS	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170751	B	0170799	A	PASQ F EL VERGEL	A	369	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170799	A	0170799	B	VEREDA PASQUILLA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170799	A	0170803	A	VEREDA PASQUILLA	A	270	AL	4	DESNUDO	
0170803	A	0643931	A	VER PASQUILLA	A	260	AL	4	DESNUDO	
0643931	A	0170818	A	VER PASQUILLA	A	188	AL	4	DESNUDO	
0170818	A	0170818	B	VER PASQUILLA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170818	A	5921036	B	VER PASQUILLA	A	339	AL	4	DESNUDO	
5921036	B	5921036	A	CR17#79-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921036	A	0170822	A	CR17#79-SIN	A	48	AL	4	DESNUDO	
0170822	A	0170822	B	PASQUILLA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170822	A	0170837	A	PASQUILLA	A	196	AL	4	DESNUDO	
0170837	A	5921040	A	PASQUILLA	A	156	AL	4	DESNUDO	
5921040	A	5921040	B	CR17#79-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921040	B	5921053	A	CR17#79-SIN	A	311	AL	4	DESNUDO	
5921053	A	5921053	B	CR17#79-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5921040	A	5921067	A	CR17#79-SIN	A	623	AL	4	DESNUDO	
5921067	A	5921067	B	CR17#79-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	

PTO. INI	N	PTO. FIN	N	DIRECCION	TRM	LONG(m)	MATERIA	CALIBRE	TIPO	TRF
>5921067	A	5921071	A	CR17#79-SIN	A	281	AL	4	DESNUDO	
5921071	A	5921071	B	CR17#79-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921071	B	5921084	A	CR17#79-SIN	A	189	AL	4	DESNUDO	
5921084	A	5921084	B	CR17#79-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5921084	A	5921098	A	CR17#79-SIN	A	190	ACSR	2/0	DESNUDO	
5921098	A	5921113	A	PASQUILLITA	A	346	AL	4	DESNUDO	
5921113	A	5921113	B	PASQUILLITA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5921113	A	7053435	A	PASQUILLITA	A	161	AL	2/0	DESNUDO	
7053435	A	7053435	B	PASQUILLITA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
7053435	B	7298125	A	PASQUILLITA	A	279	AL	2/0	DESNUDO	
7298125	A	7298125	B	VDA PASQUILLA SUR	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5921098	A	5921098	B	PASQUILLITA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921098	B	5921100	A	PASQUILLITA	A	58	AL	4	DESNUDO	
5921100	A	5921100	B	PASQUILLITA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921100	B	5827660	A	PASQUILLITA	A	797	ACSR	2/0	DESNUDO	
5827660	A	5827660	B	PASQUILLITA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5827660	A	5921127	A	PASQUILLITA	A	83	AL	4	DESNUDO	
5921127	A	5921127	B	PASQUILLITA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921127	B	5827642	A	PASQUILLITA	A	440	AL	4	DESNUDO	
5827642	A	5827642	B	PASQUILLITA ALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5827642	B	5921131	A	PASQUILLITA ALTA	A	485	AL	4	DESNUDO	
5921131	A	5921131	B	PASQUILLITA ALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921131	B	5921144	A	PASQUILLITA ALTA	A	81	AL	4	DESNUDO	
5921144	A	5827625	A	PASQUILLITA ALTA	A	238	AL	4	DESNUDO	
5827625	A	5827625	B	PASQUILLITA ALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5827625	A	5921158	A	PASQUILLITA ALTA	A	454	AL	4	DESNUDO	
5921158	A	5921158	B	PASQUILLITA ALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921158	B	5827409	A	PASQUILLITA ALTA	A	443	AL	4	DESNUDO	
5827409	A	5827409	B	PASQUILLITA ALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5827409	A	5921161	A	PASQUILLITA ALTA	A	434	ACSR	2/0	DESNUDO	
5921161	A	5921161	B	PASQUILLITA ALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921161	B	5921175	A	PASQUILLITA ALTA	A	355	AL	4	DESNUDO	
5921175	A	5921175	B	VRDA PASQUILLITA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921175	B	5827366	A	VRDA PASQUILLITA	A	735	AL	4	DESNUDO	
5827366	A	5827366	B	VRDA PASQUILLITA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5921161	A	5921161	C	PASQUILLITA ALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5921161	C	5827383	A	PASQUILLITA ALTA	A	533	AL	4	DESNUDO	
5827383	A	5827383	B	VRDA PASQUILLITA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5827642	A	5827642	C	PASQUILLITA ALTA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170837	A	0170837	B	PASQUILLA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
>0170803	A	0170803	B	VER PASQUILLA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170803	A	0170803	C	VER PASQUILLA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170803	C	6825315	A	VER PASQUILLA	A	178	AL	4/0	DESNUDO	
6825315	A	6825315	B	VEREDA PASQUILLA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170655	A	0170655	B	MOCH ALTO F CHAQUE	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6954351	A	6954351	B	CAPILLA MOCHALTO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6850581	A	6850581	B	SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6850581	B	6850607	A	SIN	A	65	AL	1	DESNUDO	
6850607	A	7360346	A	CT MOCH	A	38	AL	1	DESNUDO	
7360346	A	7360329	A	CT MOCH	A	92	ACSR	4	DESNUDO	
7360329	A	7360329	B	CT MOCH	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>7360329	A	0170306	A	CT MOCH	A	98	ACSR	4	DESNUDO	
0170306	A	6850547	A	MOCHUELO BAJO	A	53	ACSR	4	DESNUDO	
6850547	A	6850547	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6850547	B	6850520	A	MOCHUELO BAJO	A	115	ACSR	4	DESNUDO	
6850520	A	6850564	A	MOCHUELO BAJO	A	344	ACSR	4	DESNUDO	
6850564	A	6850564	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>7360346	A	7360346	B	CT MOCH	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5022681	A	5022681	B	CT MOCHUELOPATICOS	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5022681	B	5920841	A	CT MOCHUELOPATICOS	A	109	ACSR	4/0	DESNUDO	
5920841	A	5920841	C	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920841	C	7360301	A	CL80#17-SIN	A	26	ACSR	2/0	DESNUDO	
7360301	A	7360301	B	CT MOCHUELOPATICOS U	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170291	A	0170291	B	' MOCHUELO BAJO'	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170291	B	5920806	A	' MOCHUELO BAJO'	A	16	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920806	A	5002540	A	MOCHUELO BAJO	A	132	AL	2/0	DESNUDO	
5002540	A	5002540	B	ESMERALDA V.MOCHUE	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5002540	A	5920810	A	ESMERALDA V.MOCHUE	A	153	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920810	A	5920810	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920810	B	5920823	A	MOCHUELO BAJO	A	94	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920823	A	5920823	B	MOCHUELO BAJO\	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920823	B	5920837	A	MOCHUELO BAJO\	A	111	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920837	A	5920837	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5022664	A	5022664	B	CT MOCHUELOPATICOS	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5022664	B	5022678	A	CT MOCHUELOPATICOS	A	108	ACSR	2	DESNUDO	
5022678	A	5022678	B	CTMOCHUELO PATICOS	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170272	A	0170272	B	MOCHUELO BAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170177	A	0170177	B	CT MOCHUELOBAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170177	B	0170181	A	CT MOCHUELOBAJO	A	19	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170181	A	0170181	B	CT MOCHUELOBAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170181	B	5920763	A	CT MOCHUELOBAJO	A	269	ACSR	1	DESNUDO	
5920763	A	0170196	A	CL80#17-SIN	A	252	ACSR	1	DESNUDO	
0170196	A	0170196	B	MOCH BAJOVQUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170196	B	0170201	A	MOCH BAJOVQUIBA	A	472	ACSR	1	DESNUDO	
0170201	A	0170201	B	MOCH BAJO V QUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170201	B	5920777	A	MOCH BAJO V QUIBA	A	191	ACSR	1	DESNUDO	
5920777	A	5920777	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
>5920777	A	0170215	A	CL80#17-SIN	A	216	ACSR	1	DESNUDO	
0170215	A	0170215	B	VEREDAQUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170215	A	0170220	A	VEREDAQUIBA	A	136	ACSR	1	DESNUDO	
0170220	A	0170220	B	VER QUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170220	B	0170234	A	VER QUIBA	A	527	ACSR	1	DESNUDO	
0170234	A	0170234	B	VER QUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	

PTO. INI	N	PTO. FIN	N	DIRECCION	TRM	LONG(m)	MATERIA	CALIBRE	TIPO	TRF
0170234	B	5920781	A	VER QUIBA	A	81	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920781	A	0170249	A	CL80#17-SIN	A	249	ACSR	1	DESNUDO	
0170249	A	0170249	B	VER QUIBA LOSPI	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170234	A	0170234	C	VER QUIBA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170110	A	0170110	C	CT MOCHUELOBAJO	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
0170110	C	7505094	A	CT MOCHUELOBAJO	A	66	ACSR	2/0	DESNUDO	
7505094	A	7505094	B	CTERA PASQUILLA FINC	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170071	A	0170071	B	CT MOCHBAJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170071	B	5920578	A	CT MOCHBAJO	A	72	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920578	A	5920578	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920578	B	5920581	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	39	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920581	A	5920581	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920581	B	6850487	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	102	ACSR	2/0	DESNUDO	
6850487	A	6850487	B	LAD EL CONEJO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920581	A	0170091	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	141	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170091	A	5920595	A	LAD LAPALOMA	A	32	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920595	A	5920595	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920595	B	5920607	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	34	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920607	A	5920607	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920607	B	0170105	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	38	ACSR	2/0	DESNUDO	
0170105	A	0170105	B	LAD CACERES	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920607	A	5920611	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	63	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920611	A	5920611	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170091	A	0170091	B	LAD LAPALOMA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170091	B	5920624	A	LAD LAPALOMA	A	105	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920624	A	5920624	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920624	B	5920638	A	CL80#17-SIN	A	66	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920638	A	5920638	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920638	B	5920641	A	CL80#17-SIN	A	77	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920641	A	5920641	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170067	A	0170067	B	FCA LA PALOMA RINCON	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0170067	B	6850442	A	FCA LA PALOMA RINCON	A	172	ACSR	2/0	DESNUDO	
6850442	A	6850460	A	SIN	A	18	ACSR	2/0	DESNUDO	
6850460	A	6850460	B	CL 82 SUR 18 26 ESTE	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0170067	A	0170067	C	FCA LA PALOMA RINCON	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920564	A	5920564	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920564	B	5920715	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	95	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920715	A	5920715	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920715	B	5920729	A	CL80#17-SIN	A	129	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920729	A	5920729	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920729	B	5920732	A	CL80#17-SIN	A	202	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920732	A	5920746	A	CL80#17-SIN	A	54	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920746	A	5920746	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920746	B	5920750	A	CL80#17-SIN	A	41	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920750	A	5920750	B	CL80#17-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5148562	A	5148562	C	LAD UNION LTDA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5148562	C	0169947	A	LAD UNION LTDA	A	38	ACSR	4/0	DESNUDO	
0169947	A	0169947	B	LAD UNION LTDA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0169947	A	0169894	A	LAD UNION LTDA	A	59	ACSR	4/0	DESNUDO	
0169894	A	5920411	A	CR17#82D-SIN	A	24	ACSR	4/0	DESNUDO	
>0169894	A	0169894	B	CR17#82D-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
0169894	B	5920425	A	CR17#82D-SIN	A	64	AL	2/0	DESNUDO	
5920425	A	7345051	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	42	AL	2/0	DESNUDO	
7345051	A	7345051	B	CL 80 BIS SUR 17 A	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
7345051	B	6850000	A	CL 80 BIS SUR 17 A	A	10	AL	2/0	DESNUDO	
6850000	A	0169913	A	SIN	A	35	AL	2/0	DESNUDO	
0169913	A	0169913	B	CT M QUINTERO	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>7345051	A	0169909	A	CL 80 BIS SUR 17 A	A	25	AL	2/0	DESNUDO	
0169909	A	0169909	B	LAD SIERRA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
>0169909	A	0169928	A	LAD SIERRA	A	78	AL	2/0	DESNUDO	
0169928	A	0169928	B	LAD SIERRA	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>0169928	A	0169932	A	LAD SIERRA	A	48	AL	2/0	DESNUDO	
0169932	A	5920439	A	CR17#84-SIN SUR	A	8	AL	2/0	DESNUDO	
5920439	A	5920439	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920439	B	5920442	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	171	AL	2/0	DESNUDO	
5920442	A	5920442	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	CU-AL	4	DESNUDO	
5920442	B	5920456	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	270	ACSR	2/0	DESNUDO	
5920456	A	5920456	B	C 80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920456	B	6954364	A	C 80 BIS#17A-SIN	A	368	AL	1	DESNUDO	
6954364	A	6954364	B	C 80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6954364	B	5920491	A	C 80 BIS#17A-SIN	A	379	AL	1	DESNUDO	
5920491	A	5920491	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6954364	A	6954364	C	C 80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
6954364	C	5920473	A	C 80 BIS#17A-SIN	A	139	AL	1	DESNUDO	
5920473	A	5920473	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920473	B	5920487	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	105	AL	1	DESNUDO	
5920487	A	5920487	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6954364	A	6954364	D	C 80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>5920502	A	5920502	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
5920502	B	5920516	A	CL80 BIS#17A-SIN	A	36	ACSR	4/0	DESNUDO	
5920516	A	5920516	B	CL80 BIS#17A-SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>6850044	A	6850061	A	SIN	A	82	ACSR	266	DESNUDO	
6850061	A	6850089	B	SIN	A	58	ACSR	266	DESNUDO	
6850089	B	6850089	A	SIN	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	
>6597825	A	6597825	B	LADRILLERA VILLA JUL	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X
>7341824	A	7341824	B	K 15 AV VILLAVICENCI	D	0	OTROS	NO-HAY	NO-HAY	X