

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DE LA
SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE
GUAYAQUIL”

TESINA DE SEMINARIO

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN
POTENCIA**

Presentado por:

Erick Josué Conde Bermeo

Kerly Antonieta Orozco Ruiz

GUAYAQUIL – ECUADOR

2014

AGRADECIMIENTO

A Dios primeramente, por ser El quien nos ha acompañado en todo este tiempo, dándonos: vida, salud y fuerzas para seguir este duro camino de la vida.

A nuestros padres por brindarnos ese apoyo incondicional en todo momento.

Al Ing. Juan Saavedra profesor de la materia de graduación por su guía, y orientación durante el desarrollo de este trabajo.

A nuestros amigos y compañeros, que de una u otra forma nos brindaron su ayuda e hicieron de esta dura travesía una gran experiencia.

DEDICATORIA

A Dios, ya que sin su incondicional ayuda no hubiera sido posible haber llegado hasta esta etapa de mi vida.

A mis padres, por brindarme sus guías y consejos los cuales me fueron de gran ayuda en los momentos difíciles que pase a lo largo de esta dura travesía.

A mis maestros, que influyeron con sus lecciones y experiencias ayudaron a formarnos como personas de bien y preparada para los retos que vendrán a lo largo de nuestras vidas.

Erick Josué Conde Bermeo

A Dios, por darme la vida y poner a tanta gente maravillosa en mi camino.

A mis padres, por siempre apoyar mis decisiones y convertirme en la persona que soy hoy en día.

A mis amigos, sin los cuales este tiempo en la universidad hubiese sido mucho más duro.

A mis profesores, los cuales me han enseñado no solo teoría, sino también cosas que me servirán para toda la vida.

Kerly Antonieta Orozco Ruiz

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Juan Saavedra

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN



Ing. Alberto Hanze

PROFESOR DELEGADO DE LA UNIDAD ACADÉMICA

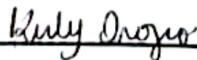
DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesina, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Erick Josué Conde Bermeo



Kerly Antonieta Orozco Ruiz

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad la coordinación de las protecciones de la Subestación de Distribución de Energía Eléctrica Garzota, con la ayuda de herramientas computacionales lo cual facilita el estudio brindándonos una confiable precisión y reajustes en caso de cambios futuros en el sistema. Además este trabajo nos ayuda a profundizar los criterios de coordinación aprendidos en clases, aplicándolos a equipos reales existentes en el mercado.

En el *Capítulo 1* se presenta un panorama general de la disposición y características de los equipos que conforman la Subestación Garzota, toda esta información fue proporcionada por la Empresa Eléctrica de Guayaquil, la cual será de ayuda para el desarrollo de los capítulos posteriores.

En el *Capítulo 2* se presentan los estudios de Flujo de Potencia, cuyos resultados son necesarios para determinar las condiciones actuales de operación de la subestación, tales como voltajes de barras, potencia demandada, carga en el transformador y conductores; todos estos resultados fueron determinados con la ayuda del software Power World Simulator Versión 16, Licencia Educacional.

En el *Capítulo 3* se presenta los estudios de cortocircuito, sometiendo al sistema a condiciones de falla; obteniendo así los valores de corrientes de falla máxima y mínima y los efectos causados en cada componente de interés en el sistema.

En el *Capítulo 4* se describe la protección del transformador de potencia de la Subestación, las funciones de los relés que dispone, los criterios necesarios para sus respectivos ajustes y la calibración del relé de sobre corriente.

El *Capítulo 5* es considerado como la sección con mayor importancia ya que radica la esencia de este informe, en la cual se presenta el ajuste en la coordinación de los equipos de protección el cual se fundamenta en un análisis teórico, criterios y normas eléctricas, permitiéndonos justificar la coordinación ya efectuada, e incluso realizar mejoras, correcciones o recomendaciones para un mejor funcionamiento de las protecciones de la Subestación que sometimos al estudio.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

DECLARACIÓN EXPRESA

RESUMEN

ÍNDICE GENERAL

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1: DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

| | |
|--|---|
| 1.1. SUBESTACIÓN GARZOTA | 1 |
| 1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA. | 2 |
| 1.3. INFRAESTRUCTURA CIVIL..... | 2 |
| 1.4. SERVICIOS BÁSICOS..... | 3 |
| 1.5. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y EQUIPOS. | 4 |

| | |
|---|----|
| 1.5.1. Red de Subtransmisión..... | 4 |
| 1.5.2. Patio de 69 [KV]. | 4 |
| 1.5.2.1. Seccionador tripolar de aire con cuchillas de tierra. | 5 |
| 1.5.2.2. Interruptor en gas (GCB) SF6..... | 7 |
| 1.5.2.3. Parrarayos sobre la estructura. | 9 |
| 1.5.2.4. Aisladores y herrajes. | 10 |
| 1.5.2.5. Conductores. | 11 |
| 1.5.3. Transformador de Potencia..... | 11 |
| 1.5.3.1. Pararrayos sobre el transformador. | 13 |
| 1.5.4. Patio de 13.8 [KV]. | 13 |
| 1.5.4.1. Seccionador de aire principal. | 15 |
| 1.5.4.2. Reconectores de las alimentadoras..... | 16 |
| 1.5.4.3. Cuchillas seccionadoras de las alimentadoras. | 17 |
| 1.5.4.4. Seccionadores de interconexión entre alimentadoras. | 18 |
| 1.5.4.5. Conductores. | 19 |
| 1.5.4.6. Aisladores y herrajes. | 19 |
| 1.5.4.7. Transformador de potencial..... | 20 |
| 1.5.4.8. Transformador de corriente. | 20 |
| 1.5.4.9. Transformador auxiliar..... | 21 |

| | |
|---|----|
| 1.5.5. Cuarto de Control..... | 22 |
| 1.5.5.1. Banco de baterías y cargador..... | 22 |
| 1.5.5.2. Tablero. | 23 |
| 1.5.5.3. Medidores..... | 23 |
| 1.5.5.4. Dispositivos de control y protección..... | 24 |
| 1.5.5.4.1. Protección Diferencial. | 24 |
| 1.5.5.4.2. Panel de alarmas. | 25 |
| 1.5.5.4.3. Otros dispositivos de control y protección. | 27 |
| 1.5.6. Malla de tierra. | 28 |

CAPITULO 2: ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA

| | |
|--|----|
| 2.1. INTRODUCCIÓN | 0 |
| 2.2. CRITERIOS ADOPTADOS PARA EL ESTUDIO | 30 |
| 2.2.1. Flexibilidad Operacional..... | 30 |
| 2.2.2. Niveles de Confiabilidad..... | 30 |
| 2.2.3. Niveles de sobrecarga. | 30 |
| 2.2.4. Regulación de Voltaje. | 30 |
| 2.3. ANÁLISIS DE CASOS. | 31 |
| 2.3.1. Estudios de Flujo de Carga – Caso Base Carga Máxima. | 31 |

| | |
|--|----|
| 2.3.2. Estudios de Flujo de Carga – Caso Base Carga Mínima. | 33 |
| 2.4. DATOS DEL SISTEMA. | 35 |
| 2.4.1. Datos de Transformador de Fuerza. | 35 |
| 2.4.2. Datos de líneas y conductores. | 35 |
| 2.5. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA..... | 36 |
| 2.5.1. Casos base. | 37 |
| 2.5.1.1. Voltajes en barras..... | 39 |
| 2.5.1.2. Consumo. | 40 |
| 2.5.1.3. Carga de Transformadores..... | 40 |
| 2.5.1.4. Potencia Activa y Reactiva recibida del Sistema. | 41 |
| 2.5.1.5. TAP del Transformador de Potencia..... | 41 |
| 2.6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE FLUJO. | 42 |

CAPITULO 3: ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO

| | |
|---|----|
| 3.1. INTRODUCCIÓN. | 31 |
| 3.2. ALCANCE DE LOS ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO..... | 44 |
| 3.3. DATOS DEL SISTEMA. | 45 |
| 3.3.1. Impedancias Equivalentes en el Punto de Entrega de la Empresa Eléctrica. | 45 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.3.1.1. | Impedancias Equivalentes..... | 45 |
| 3.3.1.2. | MVA de Corto Circuito..... | 46 |
| 3.3.1.3. | Corrientes de cortocircuito..... | 47 |
| 3.3.2. | Datos de Conductores..... | 48 |
| 3.3.3. | Datos de Transformadores de Fuerza..... | 48 |
| 3.4. | RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO..... | 49 |
| 3.4.1. | Casos base..... | 49 |
| 3.4.1.1. | Corriente de Falla en cada barra..... | 49 |
| 3.4.1.2. | Voltajes de Falla en cada barra..... | 51 |
| 3.5. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 52 |

CAPITULO 4: PROTECCION DE LA SUBESTACION DE DISTRIBUCION

| | | |
|--------|---|----|
| 4.1. | INTRODUCCIÓN..... | 46 |
| 4.2. | ESQUEMAS DE PROTECCIONES..... | 56 |
| 4.3. | AJUSTE TRANSFORMADOR DE POTENCIA..... | 59 |
| 4.3.1. | Protección diferencial de porcentaje con restricción de armónicos (87T)..... | 60 |

| | |
|---|----|
| 4.3.2. Protección diferencial instantánea sin restricción de ajuste alto (87H)..... | 65 |
| 4.3.3. Protección de sobrecorriente de tiempo inverso de fase (51P)..... | 68 |
| 4.3.4. Protección de sobrecorriente instantáneo de fase (50P). | 69 |
| 4.3.5. Protección de sobrecorriente de tiempo inverso de tierra (51N). | 71 |
| 4.3.6. Protección de sobrecorriente temporizada flotante de tierra (51G)..... | 72 |
| 4.3.7. Protección de corrientes desbalanceadas (46). | 72 |
| 4.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECONECTADORES. | 73 |
| 4.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 75 |

CAPITULO 5: COORDINACION DE LAS PROTECCIONES

| | |
|--|----|
| 5.1. INTRODUCCION | 58 |
| 5.2. ESQUEMA DE PROTECCIONES..... | 78 |
| 5.3. CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION..... | 81 |
| 5.3.1. Características de los fusibles..... | 81 |
| 5.3.2. Características de los relés..... | 89 |
| 5.3.2.1. Resumen de ajustes del relé diferencial de porcentaje con restricción armónica 87T | 89 |
| 5.3.2.2. Resumen de ajustes del relé diferencial instantáneo sin restricción de ajuste alto (87H)..... | 90 |

| | |
|--|-----|
| 5.3.2.3. Ajuste de la protección de sobrecorriente de tiempo inverso de fase (51P)..... | 91 |
| 5.3.2.4. Ajuste de la protección de sobrecorriente instantáneo de fase (50P)..... | 92 |
| 5.3.2.5. Ajuste de la protección de sobrecorriente temporizada flotante de tierra (51G)..... | 92 |
| 5.3.2.6. Protección de corrientes desbalanceadas (46)..... | 93 |
| 5.4. Resultados de la coordinación de los dispositivos de protección..... | 94 |
| 5.4.1. Coordinación de la alimentadora Agustín Freire. | 94 |
| 5.4.2. Coordinación de la alimentadora Aeropuerto. | 96 |
| 5.4.3. Coordinación de la alimentadora Garzota 4. | 98 |
| 5.4.4. Coordinación de la alimentadora Gran Manzana. | 100 |
| 5.5. RESUMEN DE AJUSTES | 102 |
| 5.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 103 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

| | |
|------------------|---|
| A | Amperios, unidad de fundamental de corriente. |
| AC | Corriente alterna. |
| AMB. TEMP | Temperatura ambiente. |
| AMP | Nomenclatura en PowerWorld para Amperios. |
| ANSI | American National Standards Institute- Instituto Nacional Estadounidense de Estándares. |
| ASCR | Aluminum Conductor Steel Reinforced-Conductor de aluminio con alma de acero. |
| AT | Alta Tension. |
| AWG | <i>American Wire Gauge</i> - Calibre de Alambre Estadounidense (CAE), referencia de clasificación de diámetros. |
| BIL | Basic Insulation Level- Nivel Básico de Aislamiento. |
| BT | Baja Tension. |
| cc | Corto Circuito. |
| CAPAC. | Capacidad. |
| CT | Current Transformer-Transformador de corriente. |
| °C | Grados centígrados. |
| Cu | Cobre. |

| | |
|------------------------------|---|
| DC | Corriente continua. |
| Deg | Grados. Nomenclatura en PowerWorld. |
| EEPG | Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil. |
| FA | Sistema de ventilación forzada de un transformador. |
| GCB | Gas Circuit Breaker- Interruptor con extensión de arco a gas. |
| I | Corriente. |
| I_a | Corriente en la fase a. |
| I_b | Corriente en la fase b. |
| I_c | Corriente en la fase c. |
| I_n | Corriente en el neutro. |
| I_{cc} | Corriente de Corto Circuito. |
| I_{cont} | Corriente continua. |
| I_{continua} | Corriente continua. |
| I_{dmax} | Corriente directa máxima. |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. |
| IEC | International Electrotechnical Commission- Comisión Electrotécnica Internacional. |
| I_{falla max} | Corriente de falla máxima del sistema. |

| | |
|--------------------------|---|
| $I_{falla\ max\ 69KV}$ | Corriente de falla máxima en el lado de 69KV. |
| $I_{falla\ max\ 13.8KV}$ | Corriente de falla máxima en el lado de 13.8KV. |
| $I_{falla\ min}$ | Corriente de falla mínima del sistema. |
| I_H | Corriente en el lado de alta tensión. |
| $I_{H\ relé}$ | Corriente de restricción usada en el relé luego de la compensación interna de fase programada en el lado de alta tensión. |
| I_{HS} | Corriente máxima de carga en los lados secundarios del CT en alta tensión. |
| I_{inst} | Corriente instantánea. |
| I_L | Corriente en el lado de baja tensión. |
| I_{LF} | Corriente de falla trifásica en el lado de baja tensión. |
| $I_{L\ relé}$ | Corriente de restricción usada en el relé luego de la compensación interna de fase programada en el lado de baja tensión. |
| I_{LS} | Corriente máxima de carga en los lados secundarios del CT en baja tensión. |
| I_n | Corriente en el neutro. |
| $I_{plena\ carga}$ | Corriente de plena carga del transformador (FA). |
| $I_{pick-up}$ | Corriente de puesta en trabajo. |

| | |
|------------------------------------|--|
| I_{pick-up alta 51} | Corriente de puesta en trabajo del 51P en el lado de 69KV. |
| I_{pick-up baja 51} | Corriente de puesta en trabajo del 51P en el lado de 13.8KV. |
| I_{pick-up 51G} | Corriente de puesta en trabajo del 51G. |
| I_{pick-up alta 50} | Corriente de puesta en trabajo del 50P en el lado de 69KV. |
| I_{pick-up baja 50} | Corriente de puesta en trabajo del 50P en el lado de 13.8KV. |
| KA | Kiloamperio. |
| Kg | Kilogramo. |
| Km | Kilometro. |
| KV | Kilovoltio. |
| KV_{max} | Kilovoltio máximo. |
| KVA | Kilovoltio - amperio. |
| KVAR | Kilovatios reactivos, unidad de potencia reactiva. |
| KW | Kilovatios, unidad de potencia activa. |
| lbs | libra, unidad de masa. |
| LG | Línea a tierra. |
| LL | Línea a Línea. |
| LLG | Línea-Línea-Tierra. |
| LLL | Línea-Línea-Línea (trifásica). |
| m | metros, unidad de longitud. |

| | |
|------------------------|--|
| m² | metros cuadrados, unidad de área. |
| MCOV | Maximun Continuous Operating Voltage- Máximo voltaje en operación continua. |
| MCM | Mil Circular Mil. Se define como el área de una circunferencia cuyo diámetro es una milésima de pulgada. |
| MVA | Megavoltios-amperios. |
| MVAR | Mega Vatios Reactivos, unidad de potencia reactiva. |
| MW | Mega Vatios, unidad de potencia activa. |
| OA | Sistema de enfriamiento por aceite y aire natural de un transformador. |
| PSI | Pounds per square inch-libra-fuerza por pulgada cuadrada, Unidad de presión. |
| p.u. | por unidad. |
| R | Resistencia en ohmios. |
| S/E | Subestación Eléctrica. |
| SF6 | Hexafluoruro de Azufre, gas empleado para extensión del arco. |
| Std. | <i>Standard</i> (Estándar o Norma). |
| TAP | Punto de conexión a lo largo de un devanado que permite un cierto número de vueltas para ser seleccionado. |
| TAP_H | TAP en el lado de alta tensión del transformador de corriente. |

| | |
|------------------------|--|
| TAP_L | TAP en el lado de baja tensión del transformador de corriente. |
| TD | <i>Time Delay</i> (Tiempo de Retardo). |
| TON | tonelada, unidad de masa. |
| TPU | Unidad de Protección de Transformadores. |
| VA | Voltios – amperios. |
| VDC | Voltaje de corriente continua. |
| V_{nom} | Voltaje nominal. |
| X | Reactancia en ohmios. |
| Z | Impedancia. |
| Ztrafo | Impedancia del Transformador de Potencia. |
| Ω | Ohmios. Unidad de resistencia, impedancia y reactancia. |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 Vista satelital de ubicación de la subestación Garzota. | 2 |
| Figura 1.2 Vista exterior de la subestación Garzota. | 3 |
| Figura 1.3 Vista de estructura de 69 [KV]. | 5 |
| Figura 1.4 Seccionador tripolar de aire con cuchillas de tierra. | 6 |
| Figura 1.5 Vista interior del control del interruptor SF6. | 8 |
| Figura 1.6 Interruptor en gas SF6. | 9 |
| Figura 1.7 Aisladores a 69 [KV]. | 10 |
| Figura 1.8 Transformador principal de la Subestación Garzota | 12 |
| Figura 1.9 Patio de 13.8 [KV]. | 15 |
| Figura 1.10 Vista interna del controlador Cooper forma 6. | 17 |
| Figura 1.11 Cuchillas seccionadoras 600 [A]. | 18 |
| Figura 1.12 Transformadores de corriente en subestación Garzota. | 21 |
| Figura 1.13 Cargador GNB y baterías BOSCH. | 23 |
| Figura 1.14 Medidores Schneider en la S/E Garzota. | 24 |
| Figura 1.15 Panel de control con el relé TPU2000R. | 25 |
| Figura 1.16 Panel de alarmas PANALARM. | 26 |
| Figura 1.17 Breakers montados en el panel de control. | 28 |
| | |
| Figura 2.1 Carga máxima diaria de diciembre del 2012. | 32 |

| | |
|--|----|
| Figura 2.2 Carga mínima diaria de diciembre del 2012. | 34 |
| Figura 2.3 Resumen de datos para flujo de potencia..... | 37 |
| Figura 2.4 Flujo de Potencia para Carga Máxima..... | 38 |
| Figura 2.5 Flujo de Potencia para Carga Mínima. | 39 |
| | |
| Figura 4.1 Esquema de protección del transformador de potencia. | 56 |
| Figura 4.2 Diagrama unifilar de la subestación GARZOTA con detalle de las protecciones..... | 57 |
| Figura 4.3 Conexión de CTs y TPU 2000R para convención de medición estándar. | 58 |
| Figura 4.4 Característica de disparo de la protección diferencial 87T..... | 62 |
| Figura 4.5 Curva diferencial de porcentaje del 87T. | 65 |
| Figura 4.6 Rango para la corriente inrush del transformador. | 67 |
| | |
| Figura 5.1 Esquema de protecciones del transformador de potencia. | 79 |
| Figura 5.2 Esquema de protecciones de la red de distribución de la subestación GARZOTA..... | 80 |
| Figura 5.3 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora AGUSTIN FREIRE | 82 |
| Figura 5.4 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora GARZOTA 4..... | 84 |

| | |
|--|-----|
| Figura 5.5 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora AEROPUERTO..... | 86 |
| Figura 5.6 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora GRAN MANZANA..... | 88 |
| Figura 5.7 Curva diferencial de porcentaje del 87T..... | 90 |
| Figura 5.8 Curvas de protección en la alimentadora Agustín Freire..... | 95 |
| Figura 5.9 Curvas de protección en la alimentadora Aeropuerto..... | 97 |
| Figura 5.10 Curvas de protección en la alimentadora Garzota 4..... | 99 |
| Figura 5.11 Curvas de protección en la alimentadora Gran Manzana..... | 101 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1.1 Características técnicas – Seccionador de Aire de 69 [KV] | 6 |
| Tabla 1.2 Datos de placa del interruptor SF6. | 7 |
| Tabla 1.3 Datos de placa – Parrarayos en estructura 69 [KV]. | 9 |
| Tabla 1.4 Detalle de aisladores a 69 [KV]. | 10 |
| Tabla 1.5 Conductores usados a 69 [KV]. | 11 |
| Tabla 1.6 Datos de placa del transformador de potencia. | 12 |
| Tabla 1.7 Pararrayos del lado de alta tensión. | 13 |
| Tabla 1.8 Pararrayos del lado de baja tensión. | 13 |
| Tabla 1.9 Características del seccionador de aire principal de 13.8 [KV]. | 15 |
| Tabla 1.10 Datos del Reconectador Cooper. | 16 |
| Tabla 1.11 Controladores de los reconectores de las alimentadoras. | 17 |
| Tabla 1.12 Parámetros de cuchillas seccionadoras de las alimentadoras. | 18 |
| Tabla 1.13 Datos de los seccionadores de interconexión. | 18 |
| Tabla 1.14 Conductores usados en 13.8 [KV]. | 19 |
| Tabla 1.15 Detalle de aisladores y herrajes a 13.8 [KV]. | 19 |
| Tabla 1.16 Datos de placa de los transformadores de potencial. | 20 |
| Tabla 1.17 Datos de placa de los transformadores de corriente. | 21 |
| Tabla 1.18 Datos de placa de transformador auxiliar. | 22 |

| | |
|---|----|
| Tabla 1.19 Datos del banco de baterías. | 22 |
| Tabla 1.20 Datos de placa del cargador de baterías. | 22 |
| Tabla 1.21 Datos de los medidores. | 24 |
| Tabla 1.22 Tipos de alarmas del panel PANARLARM. | 26 |
| Tabla 1.23 Dispositivos varios de control y protección. | 27 |
| Tabla 1.24 Descripción de breakers. | 27 |
| | |
| Tabla 2.1 Cargas máximas en Alimentadoras. | 31 |
| Tabla 2.2 Cargas mínimas en Alimentadoras. | 33 |
| Tabla 2.3 Características del Transformador Principal. | 35 |
| Tabla 2.4 Característica del conductor de las Alimentadoras. | 36 |
| Tabla 2.5 Voltajes en barras para carga máxima. | 39 |
| Tabla 2.6 Voltajes en barras para carga mínima. | 39 |
| Tabla 2.7 Consumo en barras para carga máxima. | 40 |
| Tabla 2.8 Consumo en barras para carga mínima. | 40 |
| Tabla 2.9 Potencia entre barras para carga máxima. | 40 |
| Tabla 2.10 Potencia entre barras para carga mínima. | 40 |
| Tabla 2.11 Potencia recibida para carga máxima. | 41 |
| Tabla 2.12 Potencia recibida para carga mínima. | 41 |
| Tabla 2.13 Ajuste del TAP del Transformador. | 41 |

| | |
|---|----|
| Tabla 3.1 Impedancia equivalente en barra de 69 [KV] en mínima generación. | 46 |
| Tabla 3.2 Impedancia equivalente en barra de 69 [KV] en máxima generación..... | 46 |
| Tabla 3.3 Potencias de falla [MVA] en mínima generación..... | 47 |
| Tabla 3.4 Potencias de falla [MVA] en máxima generación..... | 47 |
| Tabla 3.5 Corrientes de cortocircuito en mínima generación..... | 48 |
| Tabla 3.6 Corrientes de cortocircuito en máxima generación..... | 48 |
| Tabla 3.7 Corrientes de cortocircuito en barra de 69 [KV]. | 50 |
| Tabla 3.8 Corrientes de cortocircuito en barra de 13.8 [KV]. | 50 |
| Tabla 3.9 Corrientes de línea para falla en barra de 69 [KV]. | 50 |
| Tabla 3.10 Corrientes de línea para falla en barra de 13.8 [KV]. | 51 |
| Tabla 3.11 Voltajes de falla en barra de 69 [KV]..... | 51 |
| Tabla 3.12 Voltajes de falla en barra de 13.8 [KV]..... | 51 |
| | |
| Tabla 4.1 Parámetros de la protección 87T..... | 61 |
| Tabla 4.2 Factor multiplicativo de compensación..... | 63 |
| Tabla 4.3 Parámetros de la protección 87H..... | 66 |
| Tabla 4.4 Parámetros de la protección 51P..... | 69 |
| Tabla 4.5 Curvas de Sobrecorriente Temporizada..... | 69 |
| Tabla 4.6 Parámetros de la protección 50P..... | 70 |
| Tabla 4.7 Curvas de Sobrecorriente Instantánea..... | 70 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 4.8 Parámetros de la protección 51N..... | 71 |
| Tabla 4.9 Parámetros de la protección 46. | 73 |
| Tabla 4.10 Valores nominales eléctricos del reconectador..... | 75 |
| Tabla 4.11 Valores nominales de interrupción del reconectador..... | 75 |
| Tabla 4.12 Ciclo de trabajo del reconectador. | 75 |
| | |
| Tabla 5.1 Principales fusibles de la alimentadora AGUSTIN FREIRE | 81 |
| Tabla 5.2 Principales fusibles de la alimentadora GARZOTA 4 | 83 |
| Tabla 5.3 Principales fusibles de la alimentadora AEROPUERTO | 85 |
| Tabla 5.4 Principales fusibles de la alimentadora GRAN MANZANA | 87 |
| Tabla 5.5 Calculo de corrientes para determinación del mismatch de la curva del relé 87T..... | 89 |
| Tabla 5.6 Resumen de selección de la curva del relé 87T..... | 89 |
| Tabla 5.7 Ajuste de la protección 51. | 91 |
| Tabla 5.8 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Agustín Freire..... | 96 |
| Tabla 5.9 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Aeropuerto. | 98 |
| Tabla 5.10 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Garzota 4..... | 100 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 5.11 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Gran Manzana. | 102 |
| Tabla 5.12 Resumen de ajustes de la protección en las líneas. | 103 |

INTRODUCCIÓN

En todo lugar, el uso de la energía eléctrica es indispensable para el desarrollo por lo que es de vital importancia la continuidad y calidad del servicio que ofrecen las empresas distribuidoras a través de las subestaciones de distribución.

Dichas subestaciones están formadas por máquinas, aparatos y circuitos que tienen la función de control de flujo de energía brindando seguridad al sistema eléctrico. Debido a la importancia del servicio que ofrecen estas subestaciones de distribución, es de vital importancia contar con un sistema de protección coordinado.

Por lo antes mencionado, en el presente trabajo desarrollamos la coordinación de las protecciones de la subestación de distribución "Garzota", el cual se realizó con la ayuda de las herramientas computacionales Power World Simulator versión 16 y CYMTCC 4.5 Rev 13. La subestación ya cuenta con un sistema de protección coordinado, por lo que es necesario recalcar que los resultados obtenidos en este trabajo no serán implementados.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

1.1. SUBESTACIÓN GARZOTA

La subestación GARZOTA suministra energía eléctrica al sector norte de la ciudad de Guayaquil y es parte de la EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL (EEPG).

Esta subestación se encarga de reducir el nivel de voltaje con el fin de suministrar energía tanto a usuarios comerciales como residenciales.

1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

Se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil, en la ciudadela Garzota, en la avenida Pio Jaramillo entre la calle Dr. Camilo Nevarez Vásquez y la Avenida Antonio Parra. A continuación se detalla una vista satelital de la subestación Garzota.



Figura 1.1 Vista satelital de ubicación de la subestación Garzota.

1.3. INFRAESTRUCTURA CIVIL.

Dispone de un cuarto de operador de 9.4 [m²] con baño y un patio de maniobras con suelo de piedra chispa, la propiedad dispone de cerramiento.

La vía principal de comunicación a la subestación es la Avenida Pío Jaramillo con 2 carriles para cada sentido, en la cual se encuentra el acceso a la subestación.



Figura 1.2 Vista exterior de la subestación Garzota.

1.4. SERVICIOS BÁSICOS.

Cuenta con abastecimiento de agua potable, como también la infraestructura para evacuación de aguas servidas y aguas lluvias.

El servicio de recolección de basura está a cargo de El consorcio Puerto Limpio el cual realiza su recorrido en la vía principal.

En caso de incendio, se encuentran a disposición extintores ubicados convenientemente en el interior de la subestación.

1.5. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y EQUIPOS.

1.5.1. Red de Subtransmisión.

El Sistema Nacional posee una red de subtransmisión con el fin de interconectar subestaciones reductoras para realizar entrega de potencia.

La subestación Garzota es alimentada a través de la línea aérea de subtransmisión Orellana a nivel de 69 [KV] la cual proviene de la subestación Policentro con conductores 4/0 AWG 6/1 ACSR 39 MVA cuya longitud es de 0.46 [km].

1.5.2. Patio de 69 [KV].

La estructura del patio está conformada esencialmente por dos estructuras de 10.58 [m] de altura, unidas a un pórtico de tubo de hierro de 6" de diámetro con soportes para un seccionador tripolar operado manualmente, también cuenta con soportes para los portafusibles y bases para los pararrayos.

El material de los pórticos y los largueros es hierro, la medida para los largueros es 3"x3"x1/4" en ángulo y para los tirantes es de 2"x2"x1/4", toda esta estructura se apoya sobre bases de hormigón armado, mediante pernos de acero empotrados.



Figura 1.3 Vista de estructura de 69 [KV].

1.5.2.1. Seccionador tripolar de aire con cuchillas de tierra.

Son equipos utilizados con la finalidad de conectar y desconectar partes de una instalación eléctrica ya sea para realizar mantenimiento o algún tipo de maniobra; su misión es de aislar tramos de circuitos de forma visible.

Los tramos de circuitos a desconectar deben estar libre de corriente ya que estos equipos no son capaces de abrir un circuito energizado, pero si son capaces de soportar corrientes nominales y corrientes de cortocircuito durante un breve tiempo especificado.

La subestación emplea un seccionador MEMCO de dos cuchillas, la primera se emplea para conectarse o desconectarse a la línea de subtransmisión; y la segunda es empleada para poner la subestación a tierra e impedir algún tipo de accidentes debido a maniobras imprudentes u otras causas.

Estas palancas de maniobra poseen un enclavamiento mecánico la cual impide que estas dos cuchillas se cierren a la vez evitando de esta manera un cortocircuito.

Las características del seccionador se detallan en la Tabla 1.1.

| SECCIONADOR MEMCO | | | | | |
|-------------------|------|--------|----------|--------------------|-----------------|
| MARCA | TIPO | KV MAX | BIL [KV] | $I_{continua}$ [A] | I_{inst} [KA] |
| MEMCO | EAB | 69 | 350 | 600 | 40 |

Tabla 1.1 Características técnicas – Seccionador de Aire de 69 [KV]



Figura 1.4 Seccionador tripolar de aire con cuchillas de tierra.

1.5.2.2. Interruptor en gas (GCB) SF6.

El interruptor junto con el transformador de potencia, es considerado uno de los dispositivos de mayor importancia dentro de la configuración y operación de la subestación eléctrica, ya que permite conectar o desconectar cualquier tipo de circuito energizado capaz de soportar corrientes de falla.

Debido al uso de transformadores de gran capacidad y la necesidad de despejar corrientes de gran magnitud, se sustituyó al aceite o al aire de los interruptores por el gas hexafluoruro de azufre (SF6).

Sus especificaciones técnicas se las detalla a continuación en la Tabla 1.2.

| INTERRUPTOR EN GAS SF6, MARCA ABB | |
|--|------------|
| Fecha de fabricación | Nov-2004 |
| Voltaje nominal máximo | 72.5 [KV] |
| Frecuencia | 60 [HZ] |
| Nivel básico de aislamiento (BIL) | 350 [KV] |
| Rango de voltaje FACTOR "K" | 1.0 |
| Corriente continua de operación | 2000 [A] |
| Corriente nominal de cortocircuito | |
| - Falla en terminales | 40 [KA] |
| - Falla de línea corta al 90% con capacidad a tierra (<300 ft) | 40 [KA] |
| Corriente de interrupción en oposición de fases | 10 [KA] |
| Factor de sobrevoltaje transitoria | 2.5 |
| Tiempo nominal de interrupción | 5.0 ciclos |
| Peso total del interruptor | 3010 [lbs] |
| Peso del gas por breaker | 25 [lbs] |

Tabla 1.2 Datos de placa del interruptor SF6.



Figura 1.5 Vista interior del control del interruptor SF6.

Con regularidad, se adquieren interruptores con transformadores de corriente incorporados o “tipo bushings”; para este caso la relación de transformación es de 600:5.

El interruptor descansa sobre una base de hormigón armado de 1.4 x 1.25 [m] y está sujeto con pernos de acero empotrado.



Figura 1.6 Interruptor en gas SF6.

1.5.2.3. Parrarayos sobre la estructura.

Estos equipos son la primera línea de protección de sobretensiones, se colocan cerca de los equipos y elementos que podrían verse afectados por descargas atmosféricas.

En la subestación Garzota dispone de pararrayos marca ABB en cada una de las fases en el lado de alta, los datos de placa se detallan en la Tabla 1.3.

| PARARRAYOS EN ESTRUCTURA DE 69 [KV] | | | | | |
|-------------------------------------|--------------|-------------|-----------|-----------|------------------|
| FASE | MARCA | Id max [KA] | Vnom [KV] | MCOV [KV] | # UNIDAD APILADA |
| A | Westinghouse | 32 | 60 | 47 | 1 |
| B | Westinghouse | 32 | 60 | 47 | 1 |
| C | Westinghouse | 32 | 60 | 47 | 1 |

Tabla 1.3 Datos de placa – Parrarayos en estructura 69 [KV].

1.5.2.4. Aisladores y herrajes.

Los aisladores cumplen la función de sujetar mecánicamente el conductor manteniéndolo aislado de tierra y de otros conductores.

También cumplen con la función de aislar eléctricamente el conductor de la torre, soportando tensiones en operación normal y sobretensiones en caso de una falla hasta un valor máximo previsto.

Cada aislador debe ser asegurado con su respectivo herraje, en la Tabla 1.4 se detalla los aisladores empleados para el nivel de 69 [KV].

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|---|----------|
| Tipo pin, 69 [KV], para estructura tangente | 3 |
| Tipo retención, 69 [KV] | 6 |

Tabla 1.4 Detalle de aisladores a 69 [KV].



Figura 1.7 Aisladores a 69 [KV].

1.5.2.5. Conductores.

La Eléctrica de Guayaquil ha estandarizado el uso de conductor de cobre desnudo para el nivel de voltaje de 69 [KV].

| FUNCIÓN | TIPO DE CONDUTOR | LONGITUD [m] |
|----------------|--------------------|--------------|
| 69 [KV] | 4/0 AWG Cu desnudo | 35 |
| Aterrizamiento | 4/0 AWG Cu desnudo | 25 |

Tabla 1.5 Conductores usados a 69 [KV].

1.5.3. Transformador de Potencia.

La función de este equipo es reducir la tensión para servir las cargas a un nivel específico, la capacidad varía según el tipo de enfriamiento que usa el equipo al momento de operar. La subestación Garzota dispone de un transformador de potencia marca DELTA–STAR de 67000/13800 voltios, 18/24 [MVA], con una conexión delta–estrella sólidamente aterrizado. Los datos de placa se detallan a continuación en la Tabla 1.6 y su constitución física se observa en la Figura 1.8.

| TRANSFORMADOR DE POTENCIA DELTA - STAR | |
|--|--------------|
| No. Serie | E-75380990 |
| Frecuencia | 60 [HZ] |
| Número de fases | 3 |
| Potencia | |
| - OA | 18 [MVA] |
| - FA | 24 [MVA] |
| BIL AT/BT | 350/110 [KV] |
| Temperatura RISE | 55/65 [°C] |

| Cambiador de TAPS | | Voltaje en Amperios | |
|------------------------------|----------|---------------------|----------------|
| Alta tensión | | L-L | base(26.9 MVA) |
| Posición | Conexión | | |
| 1 | A con B | 70600 | 220 |
| 2 | B con C | 68800 | 226 |
| 3 | C con D | 67000 | 232 |
| 4 | D con E | 65200 | 238 |
| 5 | E con F | 63400 | 245 |
| Baja tensión | | 13800 | 1125 |
| Impedancia (%) | | 67/13.8 [KV] | 7.0 % |
| | | 18 [MVA] | |
| Líquido aislante | | Aceite desinhibido | |
| Peso de núcleo & bobinas | | 34300 [lbs] | |
| Peso de tanque y accesorios | | 25000 [lbs] | |
| Peso de aceite en radiadores | | 4150 [lbs] | |
| Peso de aceite en tanque | | 14250 [lbs] | |
| Volumen total de líquido | | 2450 [L] | |

Tabla 1.6 Datos de placa del transformador de potencia.



Figura 1.8 Transformador principal de la Subestación Garzota

1.5.3.1. Pararrayos sobre el transformador.

Son equipos de protección cuya función es descargar sobretensiones en los transformadores, tanto en lado de alta como baja tensión.

| FASE | MARCA | Id max [KA] | Vnom [KV] | MCOV [KV] | # UNIDAD APILADA |
|------|-------|-------------|-----------|-----------|------------------|
| A | ABB | 65 | 60 | 48 | 1 |
| B | ABB | 65 | 60 | 48 | 1 |
| C | ABB | 65 | 60 | 48 | 1 |

Tabla 1.7 Pararrayos del lado de alta tensión.

| FASE | MARCA | Id max [KA] | Vnom [KV] | MCOV [KV] | # UNIDAD APILADA |
|------|-------|-------------|-----------|-----------|------------------|
| A | ABB | 10 | 9 | 10.20 | 1 |
| B | ABB | 10 | 9 | 10.20 | 1 |
| C | ABB | 10 | 9 | 10.20 | 1 |

Tabla 1.8 Pararrayos del lado de baja tensión.

1.5.4. Patio de 13.8 [KV].

La estructura en baja tensión a 13.8 [KV] está conformada por 6 pórticos metálicos tipo columna circular de 6" de diámetro, de hierro de célula 40, ubicadas en configuraciones cuadradas cada 4 [m], toda esta estructura se encuentra sobre una superficie de 4x8 [m²].

Los pórticos verticales se conectan entre sí por estructuras horizontales constituidos por tubos de hierro de 6" célula 40, de tal forma que se constituye

en una estructura compacta, amarrada en la parte superior; en la parte inferior de los pórticos se encuentran sujetos con pernos de acero a través de una placa de apoyo que tiene soldada en su base.

Tiene soportes para cuatro niveles de barra, tres seccionadores de interconexión, cuatro salidas de alimentadoras y un banco de capacitores.

Cuenta con dos juegos de barras, barra principal y de transferencia, con lo cual se puede sacar la barra en caso de daño o por mantenimiento sin tener que sacar de servicio a ninguna alimentadora.

La subestación tiene 4 salidas instaladas de alimentadoras: AGUSTÍN FREIRE, GARZOTA 4, GRAN MANZANA y AEROPUERTO las que actualmente se encuentran operando.

Para la protección de las alimentadoras se dispone de un reconectador, el cual es capaz de detectar fallas y abrir sus contactos en un tiempo determinado, reconectar la alimentadora, para verificar si la falla ha sido temporal o permanente y en caso de que la falla persista se desconecta la alimentadora definitivamente.

En la Figura 1.9 se observa la disposición general del patio de 13.8 [KV].



Figura 1.9 Patio de 13.8 [KV].

1.5.4.1. Seccionador de aire principal.

El seccionador principal de 13.8 [KV] tiene las siguientes características que se detallan en la Tabla 1.9.

| SECCIONADOR MEMCO | | | | |
|-------------------|--------|----------|---------------|------------|
| TIPO | KV máx | BIL [KV] | Icontinua [A] | Iinst [KA] |
| MK40 | 14.4 | 110 | 1200 | 40 |

Tabla 1.9 Características del seccionador de aire principal de 13.8 [KV].

1.5.4.2. Reconectores de las alimentadoras.

Debido a que las alimentadoras son las principales encargadas de ofrecer la continuidad del servicio, disponen de reconectores a la salida de cada una, de esta manera se permite maniobrar los circuitos de la red de distribución desde la subestación hacia la carga.

Entre las funciones que presenta el reconector COOPER, son capaces de guardar historiales de fallas, mostrar valores de protección, ordenar el encendido de alarmas, entre otras funciones.

A continuación, en la Tabla 1.10 se detalla las características de los reconectores.

| RECONECTOR COOPER | | | | | |
|-------------------|----------------|-------------|----------|-----------|----------------|
| ALIMENTADORA | MEDIO AISLANTE | KV máx [KV] | BIL [KV] | Icont [A] | Iinst máx [KA] |
| Agustín Freire | Aceite | 15.5 | 110 | 560 | 12 |
| Garzota 4 | | 15.5 | 110 | 560 | 12 |
| Gran Manzana | | 15.5 | 110 | 560 | 12 |
| Aeropuerto | | 15.5 | 110 | 560 | 12 |

Tabla 1.10 Datos del Reconector Cooper.

Cada reconector tiene su respectivo controlador, como se muestra en la Tabla. 1.11.

| ALIMENTADORA | MARCA | FORMA |
|----------------|--------|-------|
| Agustín Freire | Cooper | 6 |
| Garzota 4 | Cooper | 6 |
| Gran Manzana | Cooper | 6 |
| Aeropuerto | Cooper | 6 |

Tabla 1.11 Controladores de los reconectores de las alimentadoras.



Figura 1.10 Vista interna del controlador Cooper forma 6.

1.5.4.3. Cuchillas seccionadoras de las alimentadoras.

Las cuchillas empleadas a tensión de 13.8 [KV], al igual que en alta, son utilizadas para efectuar maniobras de operación o en caso de mantenimiento.

| ALIMENTADORA | BIL [KV] | Icont [A] | Iinst [KA] | MARCA/TIPO | | |
|----------------|-------------|--------------|---------------|--|-----------|-----------|
| | | | | ENTRADA Y SALIDA DE LA ALIMENTADORA | | |
| | | | | FASE A | FASE B | FASE C |
| Agustín Freire | 110 | 600 | 40 | MEMCO | MEMCO | MEMCO |
| Garzota 4 | 110 | 600 | 40 | MEMCO | MEMCO | MEMCO |
| Gran Manzana | 110 | 600 | 40 | MEMCO | MEMCO | MEMCO |
| Aeropuerto | 110 | 600 | 40 | MEMCO | MEMCO | MEMCO |

Tabla 1.12 Parámetros de cuchillas seccionadoras de las alimentadoras.



Figura 1.11 Cuchillas seccionadoras 600 [A].

1.5.4.4. Seccionadores de interconexión entre alimentadoras.

| SECCIONADORES DE INTERCONEXIÓN ENTRE ALIMENTADORAS | | | | | | |
|--|-------|------|-----------|-------------|---------------|----------------|
| ALIMENTADORA | MARCA | TIPO | KV máx | BIL [KV] | CAPAC. [A] | Iinst. [KA] |
| Agustín Freire | MEMCO | EAB | 15 | 110 | 600 | 40 |
| Garzota 4 | MEMCO | EAB | 15 | 110 | 600 | 40 |
| Gran Manzana | MEMCO | EAB | 15 | 110 | 600 | 40 |
| Aeropuerto | MEMCO | EAB | 15 | 110 | 600 | 40 |

Tabla 1.13 Datos de los seccionadores de interconexión.

1.5.4.5. Conductores.

Los conductores usados a nivel de 13.8 [KV] son de cobre, desnudo para las barras y aislados para puentes.

| USO | TIPO DE CABLE | LONGITUD [m] |
|------------------------------|-----------------------|--------------|
| Barra principal | 1000 MCM desnudo | 72 |
| Barra transferencia | 500 MCM desnudo | 65 |
| Puentes reconector-cuchillas | 500 MCM aislado 15 KV | 25 |
| Aterrizamiento | 4/0 AWG Cu desnudo | 20 |

Tabla 1.14 Conductores usados en 13.8 [KV].

1.5.4.6. Aisladores y herrajes.

Los equipos empleados en las estructuras del lado de baja tensión a 13.8 [KV], se detallan a continuación en la Tabla 1.15.

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|-------------------------------|----------|
| Aislador de suspensión 15 KV | 90 |
| Caja fusible 100A – 15 KV | 3 |
| Grapa línea viva | 3 |
| Grapa terminal 500 MCM | 18 |
| Grapa terminal 1000 MCM | 18 |
| Grillete tipo “T” 500 MCM | 12 |
| Grillete tipo “T” 1000 MCM | 12 |
| Perno de ojo 5/8” | 36 |
| Terminales tipo talón 4/0 | 9 |
| Terminales tipo talón 500 MCM | 27 |

Tabla 1.15 Detalle de aisladores y herrajes a 13.8 [KV].

1.5.4.7. Transformador de potencial.

La función de un Transformador de Potencial o PT, es conectarse mediante un devanado primario a los circuitos de alta tensión, para reducir el voltaje y aislar su lado secundario, y así proveer la señal de forma segura a los circuitos de medida, relés o controladores conectados en el lado de baja tensión. Las características de los transformadores de potencial se detallan en la Tabla 1.16.

| TRANSFORMADOR DE POTENCIAL | | |
|----------------------------|--------------------|-------------|
| FASE | RELACIÓN (70:1) | BIL [KV] |
| A | 8400/120 | 110 |
| B | 8400/120 | 110 |
| C | 8400/120 | 110 |

Tabla 1.16 Datos de placa de los transformadores de potencial.

1.5.4.8. Transformador de corriente.

Los transformadores de corriente se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos de medida u otros dispositivos de medida y control. Estos valores normalizados son comúnmente 1 y 5 amperios.

Un CT brinda conexión entre el circuito al cual se le mide la corriente y los instrumentos de medición. Esto es muy importante cuando se realiza mediciones con voltajes elevados.

En la subestación Garzota se emplean transformadores de corriente marca ABB cuyos parámetros se especifican en la Tabla 1.17. Además en la Figura 1.12 se los puede observar, luego de los bushings, dispuestos en forma de discos.

| TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ABB | | | |
|--------------------------------|------|--------------------|-------------|
| FASE | TIPO | RELACIÓN (70:1) | BIL [KV] |
| A | JCD5 | 1200/5 | 110 |
| B | JCD5 | 1200/5 | 110 |
| C | JCD5 | 1200/5 | 110 |

Tabla 1.17 Datos de placa de los transformadores de corriente.



Figura 1.12 Transformadores de corriente en subestación Garzota.

1.5.4.9. Transformador auxiliar.

Se dispone de un transformador auxiliar de las siguientes características que se presentan en la Tabla 1.18.

| MARCA | TIPO | SERIE | RELACIÓN | CAPACIDAD [KVA] |
|-------|------|---------|---------------|-----------------|
| E.E.E | CSP | 13/1740 | 7620/120-240V | 10 |

Tabla 1.18 Datos de placa de transformador auxiliar.

1.5.5. Cuarto de Control.

1.5.5.1. Banco de baterías y cargador.

La subestación posee un cargador de baterías marca GNB, modelo CAF48S10F y se encarga de alimentar cuatro baterías marca BOSCH, conectada en serie de 12 Vdc cada una. Los datos de placa se detallan en la Tabla 1.19 y 1.20 respectivamente, y la disposición dentro de la subestación se muestra en la Figura 1.13.

| BANCO DE BATERÍAS BOSCH | |
|-------------------------|---------------------------------|
| CAPACIDAD | 100 Amperios-hora, estacionaria |
| VOLTAJE | 48 Vdc |
| CANTIDAD/BATERIAS | 4 |
| VOLTAJE DE CADA BATERÍA | 12 Vdc |

Tabla 1.19 Datos del banco de baterías.

| CARGADOR DE BATERIAS GNB | | | | | |
|--------------------------|------------|------|-------|-----------|------|
| SERIE | ENTRADA AC | | | SALIDA DC | |
| | VOLT. | AMP. | FREC. | VOLT. | AMP. |
| 91PS396 | 120 | 5.2 | 60 | 48 | 10 |

Tabla 1.20 Datos de placa del cargador de baterías.



Figura 1.13 Cargador GNB y baterías BOSCH.

1.5.5.2. Tablero.

La subestación posee un tablero metálico donde van acoplados los dispositivos de medición, protección, alarmas y relés de protección diferencial.

1.5.5.3. Medidores.

Estos equipos son encargados de registrar magnitudes eléctricas como son: voltaje de cada fase, corriente en cada fase, potencia activa, potencia reactiva y energía, los cuales se monitorean comúnmente.

La subestación cuenta con un medidor para cada una de las alimentadoras en operación y un medidor totalizador, la cual recoge la lectura global de las cuatro alimentadoras.

Cada medidor está instalado con una base socket clase 20, trifásica de 13 terminales y un switch de prueba de 9 terminales.

| MEDIDOR | SERVICIO | MARCA | TIPO | VOLTAJE | CLASE |
|---------|----------------|-----------|------|---------|-------|
| ION | Totalizador | Schneider | 8600 | 120 | 20 |
| ION | Agustín Freire | Schneider | 8600 | 120 | 20 |
| ION | Gran Manzana | Schneider | 8600 | 120 | 20 |
| ION | Garzota 4 | Schneider | 8600 | 120 | 20 |
| ION | Aeropuerto | Schneider | 8600 | 120 | 20 |

Tabla 1.21 Datos de los medidores.



Figura 1.14 Medidores Schneider en la S/E Garzota.

1.5.5.4. Dispositivos de control y protección.

1.5.5.4.1. Protección Diferencial.

La protección diferencial requerida por la subestación es proporcionada por la Unidad de Protección de Transformadores 2000R (TPU2000R), marca ABB,

la cual posee sensibilidad de protección diferencial contra fallas internas y fallas a tierra, así como protección de respaldo de sobrecorriente para fallas pasantes.

Además este equipo permite el empleo de disminución de armónicos, la cual impide la operación falsa durante la corriente inrush y sobreexcitación del transformador de potencia.

La Figura 1.15 se observa el panel de control de la subestación en cuya parte superior se encuentra el TPU2000R.



Figura 1.15 Panel de control con el relé TPU2000R.

1.5.5.4.2. Panel de alarmas.

La subestación tiene un panel de alarmas marca PANALARM, que se muestra en la Figura 1.16, la Tabla 1.22 se detalla los tipos de alarmas que están indicadas en este panel.

| PANEL DE ALARMAS PANALARM | |
|---------------------------|--|
| Apagado | Bajo nivel de aceite |
| Apagado | Alta temperatura en bobina |
| Apagado | Relé de presión súbita |
| Apagado | Válvula de sobrepresión |
| Apagado | Falta de voltaje AC |
| Apagado | Disparo de alimentadora Agustín Freire |
| Apagado | Disparo de alimentadora Garzota 4 |
| Apagado | Disparo de alimentadora Gran Manzana |
| Apagado | Disparo de alimentadora Aeropuerto |

Tabla 1.22 Tipos de alarmas del panel PANALARM.

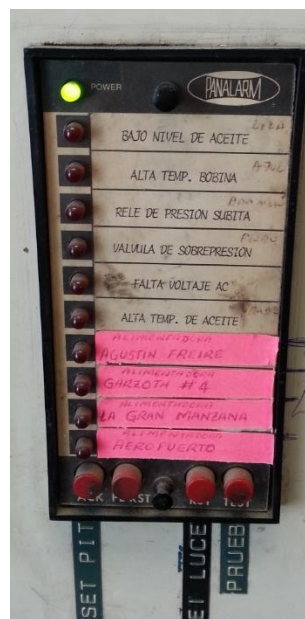


Figura 1.16 Panel de alarmas PANALARM.

1.5.5.4.3. Otros dispositivos de control y protección.

| DESCRIPCIÓN | MARCA | CANTIDAD |
|--|---------------|----------|
| Relé Lockout auxiliar baja frecuencia | G.E. | 1 |
| Relé para protección del transformador | G.E. | 1 |
| Breakers 1p-20 | G.E. | 8 |
| Breakers 2p-20 | G.E. | 9 |
| Breakers 2p-40 | G.E. | 1 |
| Relé auxiliar 12 Vdc para pito | G.E. | 1 |
| Contactador con remporizador | TELEMECANIQUE | 1 |

Tabla 1.23 Dispositivos varios de control y protección.

| BREAKERS | |
|------------------------|-------------|
| SERVICIO | DESCRIPCIÓN |
| Transformador de poder | 2p-40A |
| Cargador de baterías | 2p-40A |
| Agustín Freire | 1p-20A |
| Gran Manzana | 1p-20A |
| Garzota 4 | 1p-20A |
| Aeropuerto | 1p-20A |
| Alumbrado caseta | 1p-20A |
| Alumbrado cerramiento | 1p-20A |

Tabla 1.24 Descripción de breakers.



Figura 1.17 Breakers montados en el panel de control.

1.5.6. Malla de tierra.

La malla de tierra tiene como finalidad limitar el voltaje de paso y de contacto que se puede presentar en el interior y contorno de la subestación, producidos por voltajes de maniobra, falla de aislamiento o descargas atmosféricas; de esta manera se protege la vida del personal.

El sistema de aterrizamiento de la S/E Garzota está diseñada por:

- 17 varillas de Copperweld de 5/8"x8" para puesta a tierra.
- 120 m de cable de cobre desnudo #4/0 AWG

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA

2.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realizará el Estudio de Flujo de Carga con la ayuda de la herramienta computacional *PowerWorld Simulator Versión 16* licencia educacional, el cual nos va a permitir simular la red de distribución de la subestación a analizar.

En este caso analizaremos, para condiciones máximas y mínimas de demanda los flujos de carga del sistema eléctrico de la Subestación Garzota, de esta manera podremos determinar parámetros muy importantes como es: voltajes en las barras, potencia consumida y suministrada por la subestación, pérdidas

en el sistema; lo cual nos llevara a analizar si existe o no sobrecarga en la red de distribución.

2.2. CRITERIOS ADOPTADOS PARA EL ESTUDIO

2.2.1. Flexibilidad Operacional

El sistema podrá funcionar mediante un suministro de energía proveniente de la alimentadora Orellana de la Subestación Policentro de la Empresa Eléctrica sin ninguna restricción.

2.2.2. Niveles de Confiabilidad.

El sistema debe proveer la continuidad de servicio a las instalaciones de empresas y sectores residenciales que están alimentadas a nivel de 13.8 [KV] de forma prioritaria, ante la existencia de falla de un elemento del Sistema con la ayuda del diseño de barra principal y barra de transferencia.

2.2.3. Niveles de sobrecarga.

No se aceptan sobrecarga en los cables del Sistema mayores a la cargabilidad establecida en las especificaciones técnicas.

Para el caso de los transformadores convencionales de fuerza, la carga no debe exceder su capacidad con enfriamiento por aceite y aire natural - OA.

2.2.4. Regulación de Voltaje.

Los voltajes a nivel de barras del Sistema no deben exceder del 2.5% hacia arriba y 2.5% hacia abajo, ante cualquier contingencia operativa.

2.3. ANÁLISIS DE CASOS.

En el presente trabajo se consideran los siguientes casos para el estudio:

CASO 1

- Estudios de flujo de carga – caso base carga máxima.

CASO 2

- Estudios de flujo de carga – caso base carga mínima.

2.3.1. Estudios de Flujo de Carga – Caso Base Carga Máxima.

La Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil nos facilitó un histórico de cargas de las Alimentadoras de la Subestación Garzota (Anexo 2) del mes en el cual existe mayor demanda de energía eléctrica, el cual corresponde al mes de diciembre del 2012 con observaciones cada 15 minutos, de esta manera nos permite establecer la máxima carga del periodo de estudio, ver Tabla 2.1.

| CARGA MÁXIMA | | |
|----------------|--------|-------|
| ALIMENTADORA | MW | MVAR |
| Agustín Freire | 4.275 | 0.888 |
| Aeropuerto | 6.784 | 1.395 |
| Garzota 4 | 6.174 | 0.767 |
| Gran Manzana | 2.465 | 0.751 |
| Total | 19.662 | 3.801 |

Tabla 2.1 Cargas máximas en Alimentadoras.

En la Figura 2.1 se observa el histograma de carga máxima del día en que se presentó mayor demanda en las cuatro Alimentadoras de la subestación Garzota, el cual corresponde al 16 de diciembre del 2012.

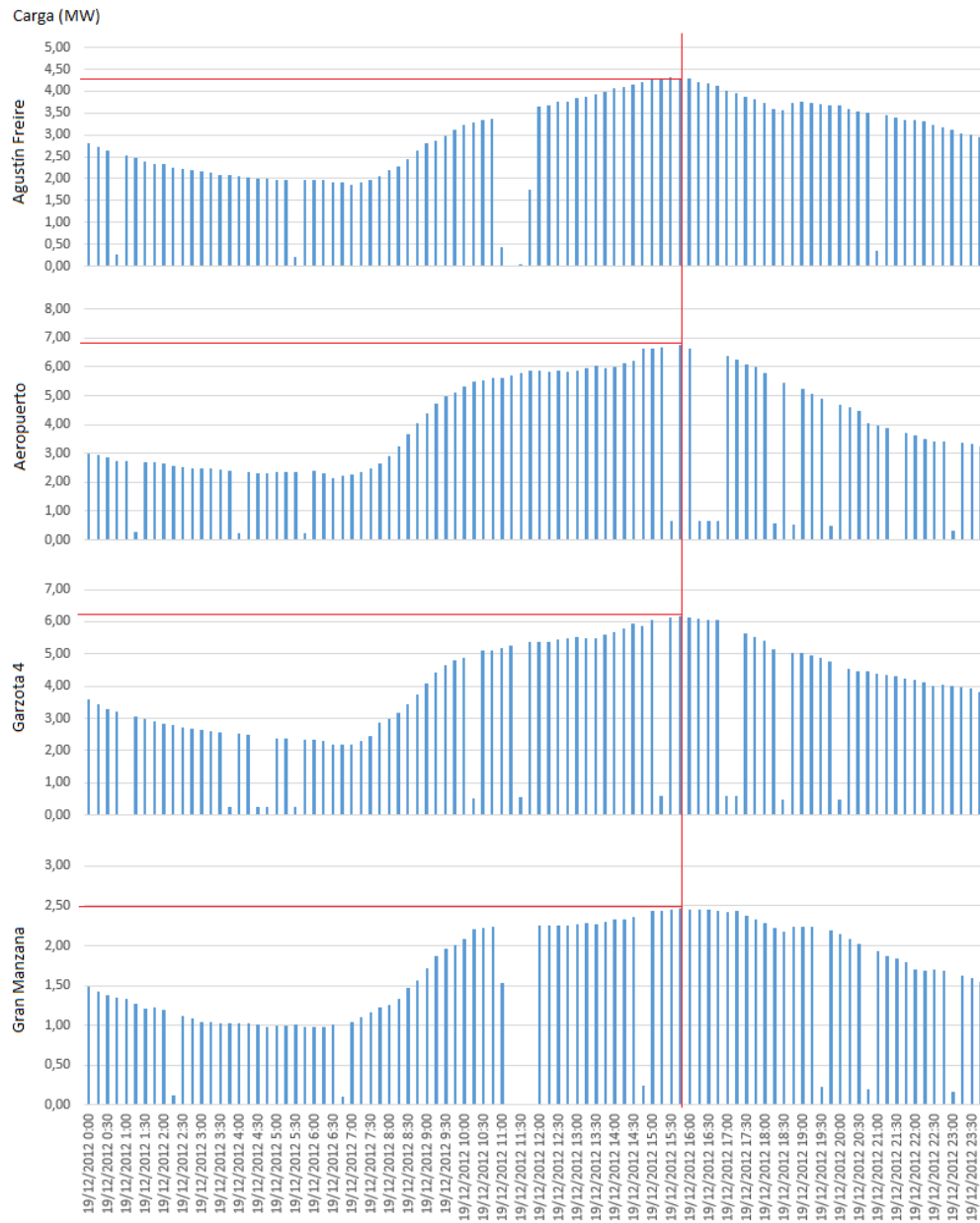


Figura 2.1 Carga máxima diaria de diciembre del 2012.

2.3.2. Estudios de Flujo de Carga – Caso Base Carga Mínima.

Realizando un análisis similar del histórico de cargas para el caso de carga máxima, se encontraron las cargas mínimas diarias del periodo correspondiente al mes de diciembre del 2012, ver Tabla 2.2.

| CARGA MÍNIMA | | |
|----------------|-------|-------|
| ALIMENTADORA | MW | MVAR |
| Agustin Freire | 1.708 | 0.836 |
| Aeropuerto | 1.898 | 0.001 |
| Garzota 4 | 1.805 | 0.005 |
| Gran Manzana | 0.802 | 0.379 |
| Total | 5.411 | 1.221 |

Tabla 2.2 Cargas mínimas en Alimentadoras.

En la Figura 2.2 se observa el histograma de carga máxima del día en que se presentó menor demanda en las cuatro Alimentadoras de la subestación Garzota, el cual corresponde al 3 de diciembre del 2012.

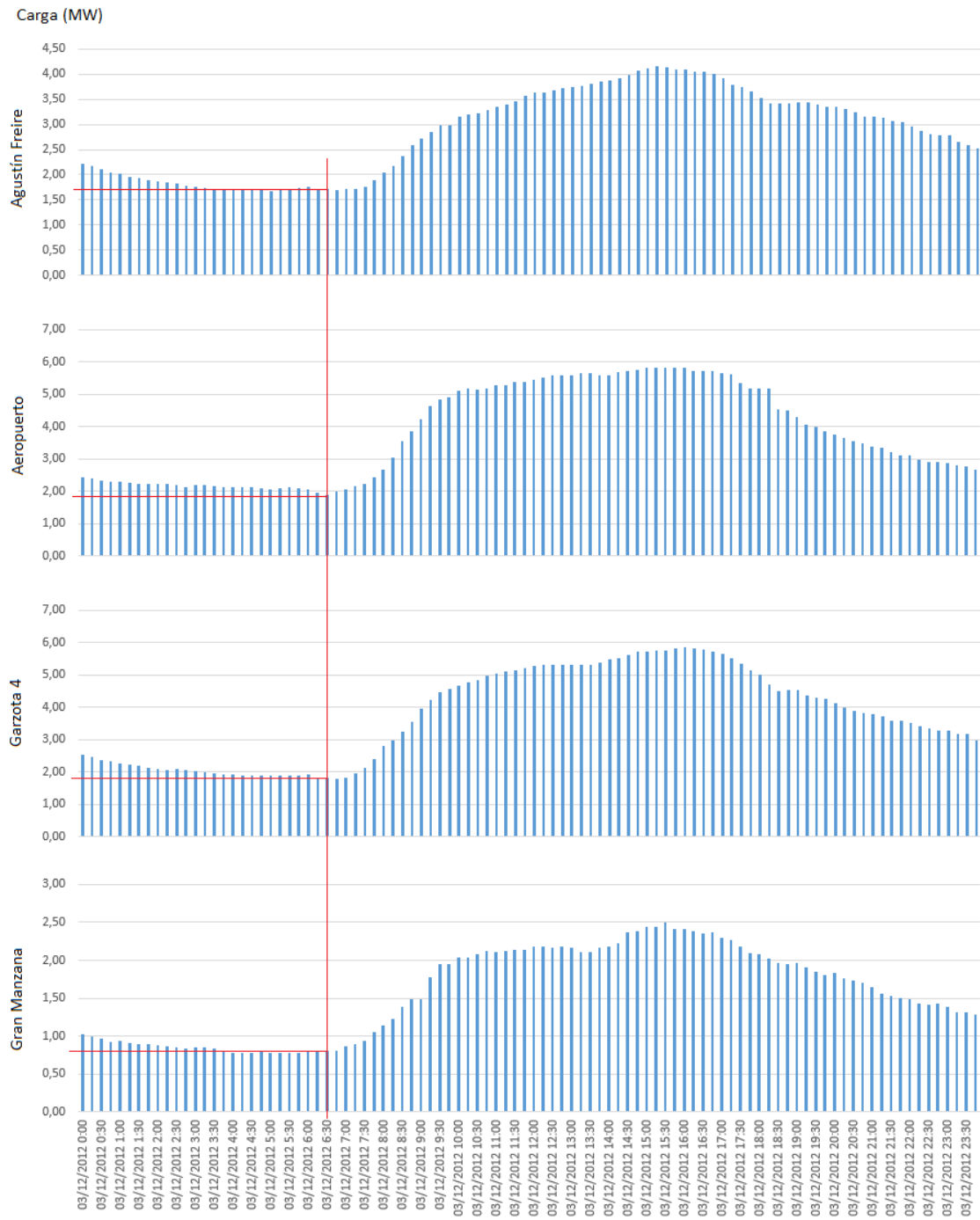


Figura 2.2 Carga mínima diaria de diciembre del 2012.

2.4. DATOS DEL SISTEMA.

Es necesario conocer los parámetros de los componentes que conforman la subestación, para realizar un correcto estudio del sistema de distribución.

Esta sección del estudio contiene las características de equipos como: transformador de fuerza, conductores, líneas y barras, los cuales son muy importantes para el cálculo en la coordinación de las protecciones para los equipos instalados en la subestación y además para un adecuado funcionamiento del sistema de distribución.

2.4.1. Datos de Transformador de Fuerza.

En la Tabla 2.3 se resume algunos datos del transformador principal de la subestación Garzota.

| MARCA | (MVA) OA/FA/FO | Z (%) | PESO TOTAL [lbs] | VOLUMEN ACEITE [L] |
|------------|-------------------|-------|---------------------|-----------------------|
| DELTA-STAR | 18/24/26.9 | 7.0 | 77700 | 2450 |

Tabla 2.3 Características del Transformador Principal.

2.4.2. Datos de líneas y conductores.

El conductor utilizado para las alimentadoras: Agustín Freire, Garzota 4, Aeropuerto y Gran Manzana es el ACSR 336 MCM con un espaciamento equivalente de 0.73 [m].

Las características del conductor se detallan en la Tabla 2.4.

| ACSR 336 MCM | | | | | | | | |
|---------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| D [mm] | PESO Kg/k m | RES. RUP. [TON] | CAP. TÉRM · | R [Ω /km] | | | Xa [Ω /km] | Xd [Ω /km] |
| | | | | 25°C DC | 25°C AC | 50°C AC | | |
| 18.3 | 687 | 6.38 | 510 | 0.172 7 | 0.172 7 | 0.190 1 | 0.3083 | 0.0244 |

Tabla 2.4 Característica del conductor de las Alimentadoras.

Para obtener la potencia del conductor se consideró la temperatura ambiente promedio del sector donde se encuentra ubicada la subestación incluyendo si hay o no viento considerable en el lugar.

Los datos mostrados en la Tabla 2.4, se los obtuvo estableciendo como temperatura ambiente 40°C en una zona donde existe viento, finalmente la potencia máxima establecida para el conductor es de 10 [MVA].

2.5. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA.

Los resultados de Flujo de carga serán presentados principalmente en forma gráfica por ser el método más conciso y usualmente más informativo. El flujo del sistema puede ser rápidamente analizado con la presentación gráfica y relacionar la configuración del sistema, condiciones operativas y resultados.

El análisis del flujo de carga muestra lo siguiente:

- a) Voltaje en barras.

- b) Consumo de las cargas
- c) Factor de Potencia. Requerimientos de potencia Reactiva.
- d) Carga sobre todos los conductores y transformadores, verificar que la carga este dentro de la capacidad de transmisión para condiciones normales y contingencias operativas.
- e) Ajustes de TAPS de los Transformadores.

2.5.1. Casos base.

En la Figura 2.3 se muestra un resumen de los datos introducidos en PowerWorld para realizar el estudio.

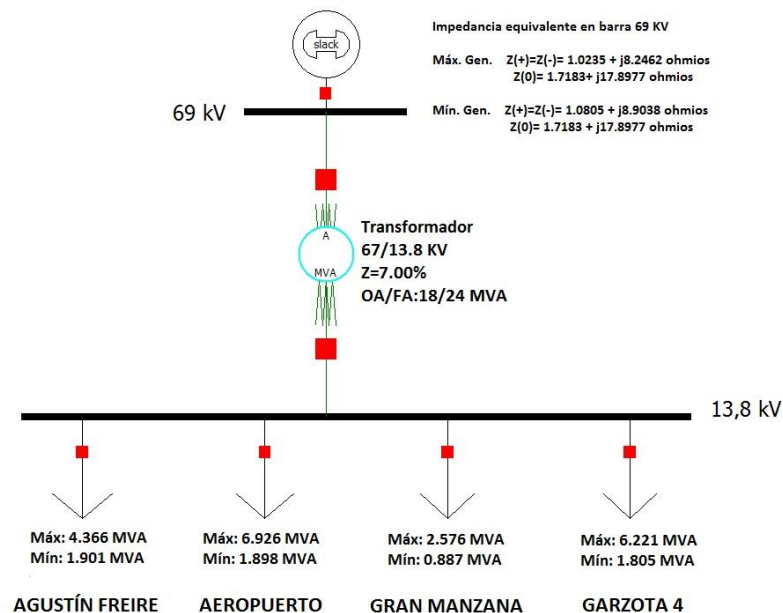


Figura 2.3 Resumen de datos para flujo de potencia.

En las Figuras 2.4 y 2.5 se muestra gráficamente los resultados del flujo de potencia para carga máxima y mínima respectivamente.

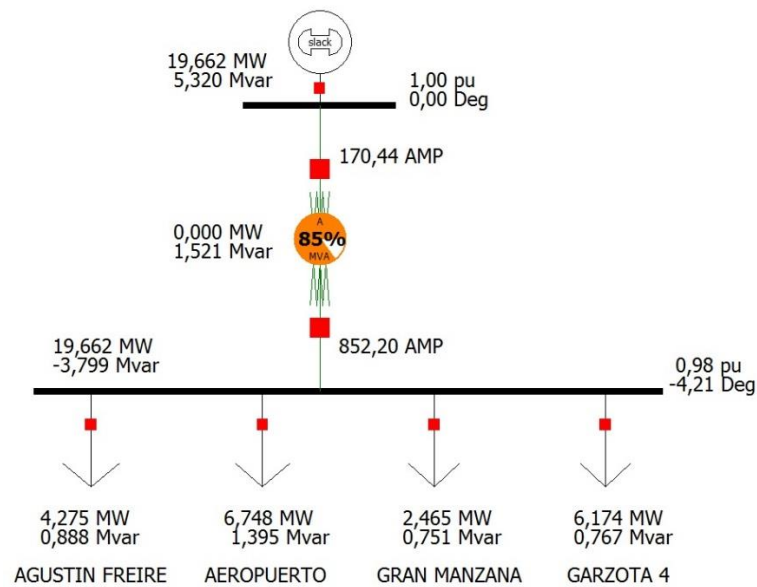


Figura 2.4 Flujo de Potencia para Carga Máxima.

Para carga máxima observamos que el transformador está operando al 85% de su capacidad límite, la cual está establecida en 24 [MVA].

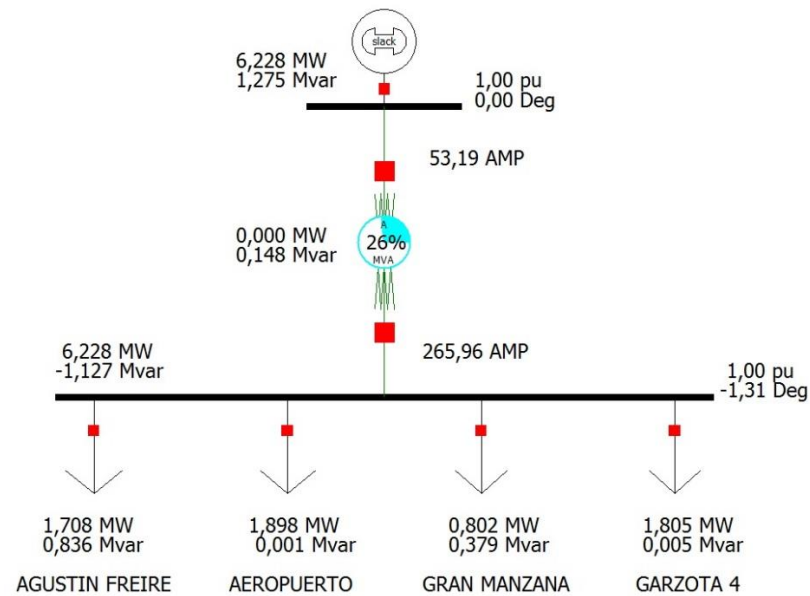


Figura 2.5 Flujo de Potencia para Carga Mínima.

Para carga mínima observamos que el transformador está operando al 26% de su capacidad límite, la cual está establecida en 24 [MVA].

2.5.1.1. Voltajes en barras.

| NOMBRE | V.NOM [KV] | VOLTAJE [p.u.] | FASE | VOLTAJE [KV] |
|------------|------------|----------------|-------|--------------|
| Barra 69 | 69 | 1.000 | 0.00 | 69.00 |
| Barra 13.8 | 13.8 | 0.983 | -4.21 | 13.56 |

Tabla 2.5 Voltajes en barras para carga máxima.

| NOMBRE | V.NOM [KV] | VOLTAJE [p.u.] | FASE | VOLTAJE [KV] |
|------------|------------|----------------|-------|--------------|
| Barra 69 | 69 | 1.000 | 0.00 | 69.00 |
| Barra 13.8 | 13.8 | 0.995 | -1.31 | 13.74 |

Tabla 2.6 Voltajes en barras para carga mínima.

2.5.1.2. Consumo.

| CONSUMO PARA CARGA MÁXIMA | | |
|----------------------------------|----------|------------|
| Agustín Freire | 4.275 MW | 0.888 MVAR |
| Aeropuerto | 6.748 MW | 1.395 MVAR |
| Gran Manzana | 2.465 MW | 0.751 MVAR |
| Garzota 4 | 6.174 MW | 0.767 MVAR |

Tabla 2.7 Consumo en barras para carga máxima.

| CONSUMO PARA CARGA MÍNIMA | | |
|----------------------------------|----------|------------|
| Agustín Freire | 1.708 MW | 0.836 MVAR |
| Aeropuerto | 1.898 MW | 0.001 MVAR |
| Gran Manzana | 0.802 MW | 0.379 MVAR |
| Garzota 4 | 1.805 MW | 0.005 MVAR |

Tabla 2.8 Consumo en barras para carga mínima.

2.5.1.3. Carga de Transformadores.

| DESDE | HASTA | MW | MVAR | MVA | MVA lím | % lím | PERD. [MW] | PERD. [MVAR] |
|-------------|---------------|--------|-------|--------|------------|----------|---------------|-----------------|
| Barra 69 | Barra 13.8 | 19.662 | 5.320 | 20.369 | 24 | 85 | 0.000 | 1.521 |

Tabla 2.9 Potencia entre barras para carga máxima.

| DESDE | HASTA | MW | MVAR | MVA | MVA lím | % lím | PERD. [MW] | PERD. [MVAR] |
|-------------|---------------|-------|-------|-------|------------|----------|---------------|-----------------|
| Barra 69 | Barra 13.8 | 6.228 | 1.275 | 6.357 | 24 | 26 | 0.000 | 0.148 |

Tabla 2.10 Potencia entre barras para carga mínima.

2.5.1.4. Potencia Activa y Reactiva recibida del Sistema.

| POTENCIA RECIBIDA PARA CARGA MÁXIMA | | |
|--|-------------|--------------|
| Barra 69 | 19.662 [MW] | 5.320 [MVAR] |

Tabla 2.11 Potencia recibida para carga máxima.

| POTENCIA RECIBIDA PARA CARGA MÍNIMA | | |
|--|------------|--------------|
| Barra 69 | 6.228 [MW] | 1.275 [MVAR] |

Tabla 2.12 Potencia recibida para carga mínima.

2.5.1.5. TAP del Transformador de Potencia.

En la Tabla 2.13 se muestran los ajustes de tap disponibles para el transformador de potencia de la subestación GARZOTA. El ajuste del tap en el transformador está en la posición 2.

| VOLTS L-L en alta | AMPS a 26.9 MVA | CAMBIADOR DE TAP | |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------|
| | | POSICIÓN | CONEXIÓN |
| 70600 | 220 | 1 | A - B |
| 68800 | 226 | 3 | B - C |
| 67000 | 232 | 3 | C - D |
| 65200 | 238 | 4 | D - E |
| 63400 | 245 | 5 | E - F |

Tabla 2.13 Ajuste del TAP del Transformador.

2.6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE FLUJO.

El flujo de potencia desarrollado nos ha permitido comprobar y determinar los siguientes parámetros:

- La potencia consumida por la subestación desde la alimentadora Orellana es de 19.662 [MW] y 5.320 [MVAR] para una condición de carga máxima, mientras que para una condición de carga mínima la potencia requerida es de 6.228 [MW] y 1.275 [MVAR].
- Los voltajes en las barras de 69 [KV] y 13.8 [KV] son 1.000 [p.u.] y 0.983 [p.u.] respectivamente para la condición de carga máxima. Para la condición de carga mínima los voltajes en las barras de 69 [KV] y 13.8 [KV] son 1.000 [p.u.] y 0.995 [p.u.] respectivamente. Estos voltajes se encuentran dentro de la regulación que estimamos.
- El flujo de potencia no excede al 85 % de su capacidad en FA del transformador de potencia.
- Las pérdidas en el transformador de potencia en su mayoría son reactivas con un valor máximo de 1.521 [MVAR].
- El TAP del transformador se encuentra en la posición 2, es decir el ajuste del 1.02% el cual corresponde a una relación de transformación 68800:13800

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO.

3.1. INTRODUCCIÓN.

En el análisis de corto circuito, las fallas del sistema se manifiestan como condiciones anormales de operación que nos podrían conducir a uno de los siguientes fenómenos:

- Indeseables flujos de Corrientes.
- Presencia de Corrientes de magnitudes exageradas que podrían dañar los equipos.

- Caída de Voltaje en la vecindad de la falla que puede afectar adversamente la operación de las maquinas rotatorias.
- Creación de condiciones peligrosas para la seguridad del personal.

El estudio de la coordinación de protecciones requiere realizar estudios de Corto Circuito para resolver las situaciones críticas señaladas, y obtener la información básica para la coordinación de las protecciones.

Los estudios se realizaran con los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de las corrientes de falla en los componentes del sistema tales como cables, barras y transformadores durante el tiempo que persista la falla.
- Los estudios determinaran las zonas del sistema en donde la falla puede resultar en depresión inaceptable de voltajes.
- Determinar del ajuste de los equipos de protección, los cuales son establecidos considerando el sistema bajo condiciones de falla.

3.2. ALCANCE DE LOS ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO.

Considerando que el Sistema de la subestación GARZOTA se caracteriza por ser un sistema típicamente aterrizado, el estudio de corto circuito considera los siguientes tipos de falla:

- Falla Trifásica a tierra

- Falla de línea a tierra.

La falla trifásica a tierra es a menudo, para este tipo de sistema, la más severa de todas, por ello es costumbre de simular solamente la falla trifásica cuando se busca las magnitudes máximas de corriente de falla; sin embargo se verificara que la corriente de falla a tierra no exceda la corriente trifásica y además verificaran los otros tipos de falla, como la falla de línea a línea y la de línea a línea a tierra.

3.3. DATOS DEL SISTEMA.

La información básica es aplicable a todos los casos del sistema, su aplicación depende del tipo de corriente de falla a determinar.

3.3.1. Impedancias Equivalentes en el Punto de Entrega de la Empresa Eléctrica.

La Empresa Eléctrica nos ha entregado los MVA de Corto Circuito y las Impedancias de Thévenin en la Barra de Interconexión a 69 [KV], de la Subestación de Distribución GARZOTA.

La información ha sido trasladada a la base de 100 [MVA] y 69 [KV] y se indica en los puntos 3.3.1.1. y 3.3.1.2.

3.3.1.1. Impedancias Equivalentes.

En las tablas 3.1 y 3.2 se muestra la impedancia Thévenin equivalente en ohmios y en p.u. en base de 69 [KV] y 100 [MVA] de la barra de 69 [KV] en

mínima y máxima generación que se han sido entregados por la Empresa Eléctrica.

| Secuencia | R (p.u.) | X (p.u.) | R + j X (ohmios) | X/R |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------|
| Positiva | 0.0226943 | 0.1870161 | 1.0805 + j 8.9038 | 8,2406 |
| Negativa | 0.0226943 | 0.1870161 | 1.0805 + j 8.9038 | 8,2406 |
| Cero | 0.0360913 | 0.3759233 | 1.7183 + j 17.8977 | 10,4159 |

Tabla 3.1 Impedancia equivalente en barra de 69 [KV] en mínima generación.

| Secuencia | R (p.u.) | X (p.u.) | R + j X (ohmios) | X/R |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------|
| Positiva | 0.0214983 | 0.1732037 | 1.0235 + j 8.2462 | 8,0566 |
| Negativa | 0.0214983 | 0.1732037 | 1.0235 + j 8.2462 | 8,0566 |
| Cero | 0.0360913 | 0.3759233 | 1.7183 + j 17.8977 | 10,4159 |

Tabla 3.2 Impedancia equivalente en barra de 69 [KV] en máxima generación.

Estas Impedancias se aplicaran para los cálculos de la corriente a interrumpir debido a que la Empresa Eléctrica es considerada siempre como una barra infinita que se caracteriza por no tener decremento AC.

3.3.1.2. MVA de Corto Circuito

En las tablas 3.3 y 3.4 se muestran las potencias de falla en MVA de todas las fallas en la barra de 69KV en mínima y máxima generación que se han sido entregados por la Empresa Eléctrica.

| Tipo de falla | Potencia de falla [MVA] |
|----------------------|--------------------------------|
| Trifásica | 531 |
| Línea a tierra | 398 |
| Lina a línea | 460 |
| Línea-línea-tierra | 489 |

Tabla 3.3 Potencias de falla [MVA] en mínima generación.

| Tipo de falla | Potencia de falla [MVA] |
|----------------------|--------------------------------|
| Trifásica | 573 |
| Línea a tierra | 413 |
| Lina a línea | 496 |
| Línea-línea-tierra | 525 |

Tabla 3.4 Potencias de falla [MVA] en máxima generación.

3.3.1.3. Corrientes de cortocircuito.

En las tablas 3.5 y 3.6 se muestran las corrientes de cortocircuito y los ángulos de fase de las tres líneas y el neutro para todos los tipos de falla en la barra de 69KV en mínima y máxima generación que se han sido entregados por la Empresa Eléctrica.

| Tipo de falla | Ia | | Ib | | Ic | | In | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|
| | KA | grad | KA | grad | KA | grad | KA | grad |
| Trifásica | 4,4416 | -83,08 | 4,4416 | 156,9 | 4,4416 | 36,92 | 0 | 0 |
| Línea a tierra | 3,3276 | -83,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,3276 | -83,8 |
| Lina a línea | 0 | 0 | 3,8465 | -173,1 | 3,8465 | 6,919 | 0 | 0 |
| Línea-línea-tierra | 0 | 11,14 | 4,0447 | 167,7 | 4,0951 | 25,87 | 2,6601 | 95,77 |

Tabla 3.5 Corrientes de cortocircuito en mínima generación.

| Tipo de falla | Ia | | Ib | | Ic | | In | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| | KA | grad | KA | grad | KA | grad | KA | grad |
| Trifásica | 4,7942 | -82,92 | 4,7942 | 157,1 | 4,7942 | 37,08 | 0 | 0 |
| Línea a tierra | 3,4545 | -83,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,4545 | -83,75 |
| Lina a línea | 0 | 0 | 4,1519 | -172,9 | 4,1519 | 7,075 | 0 | 0 |
| Línea-línea-tierra | 0 | 0 | 4,3367 | 168,9 | 4,3947 | 24,96 | 2,6998 | 95,78 |

Tabla 3.6 Corrientes de cortocircuito en máxima generación.

3.3.2. Datos de Conductores.

Los conductores son elementos pasivos en el análisis de corto circuito, sus características técnicas son similares a las aplicadas en los estudios de flujo de carga.

3.3.3. Datos de Transformadores de Fuerza.

Igual que en el caso de los conductores los Transformadores son elementos pasivos en el análisis de corto circuito, sus características técnicas son similares a las aplicadas en los estudios de flujo de carga.

3.4. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO.

Las corrientes de cortocircuito han sido calculadas considerando los criterios técnicos indicados en la sección 3.2. La falla Trifásica a tierra y línea a tierra se aplica a cada barra del sistema.

3.4.1. Casos base.

En el anexo 2 se adjunta los resultados gráficos de los resultados de la simulación de Corto Circuito del Caso base, que se resume a continuación:

3.4.1.1. Corriente de Falla en cada barra.

Las corrientes de cortocircuito se calcularon en base de 100 [MVA] y 69 [KV] o 13.8 [KV] dependiendo la barra en la cual se presente la falla. De esta manera se obtiene una base de corriente de 836.74 [A] para la barra de 69 [KV] y 4183.7 [A] para la barra de 13.8 [A].

En las tablas 3.7 y 3.8 se presentan las corrientes de cortocircuito para todos los tipos de falla en las barras de 69 [KV] y 13.8 [KV] correspondientemente.

Se muestra la corriente de falla tanto en Amperios como en por unidad, además de su ángulo de fase.

| Tipo de Falla | Icc | | |
|--------------------|---------|-------|---------|
| | A | p.u. | grad. |
| Trifásica | 4891,19 | 5,81 | -81,06 |
| Línea a Tierra | 3478,79 | 4,158 | -82,87 |
| Línea a Línea | 4209,91 | 5,031 | -171,06 |
| Línea-Línea-Tierra | 2707,38 | 3,236 | 96,12 |

Tabla 3.7 Corrientes de cortocircuito en barra de 69 [KV].

| Tipo de Falla | Icc | | |
|--------------------|---------|-------|---------|
| | A | p.u. | grad. |
| Trifásica | 7851,57 | 1,877 | -85,86 |
| Línea a Tierra | 8741,98 | 2,09 | -88,02 |
| Línea a Línea | 6799,66 | 1,625 | -175,86 |
| Línea-Línea-Tierra | 9840,37 | 2,352 | 89,27 |

Tabla 3.8 Corrientes de cortocircuito en barra de 13.8 [KV].

A continuación se muestran las corrientes en cada fase para los cuatro tipos de falla en las tablas 3.9 y 3.10, tanto en la barra de 69 [KV] como en la barra de 13.8KV.

| Tipo de Falla | Ia | | Ib | | Ic | |
|--------------------|---------|--------|---------|---------|---------|-------|
| | A | grad | A | grad | A | grad |
| Trifásica | 4891,17 | -81,06 | 4891,17 | 158,94 | 4891,17 | 38,94 |
| Línea a Tierra | 3511,2 | -81,51 | 155,42 | -121,81 | 152,96 | 91,81 |
| Línea a Línea | 170,44 | -15,14 | 4287,85 | -171,53 | 4132,24 | 9,42 |
| Línea-Línea-Tierra | 138,85 | -14,5 | 4427,65 | 170,78 | 4432,77 | 27,07 |

Tabla 3.9 Corrientes de línea para falla en barra de 69 [KV].

| Tipo de Falla | la | lb | lc |
|--------------------|---------|---------|---------|
| Trifásica | 7851,49 | 7851,49 | 7851,49 |
| Línea a Tierra | 8786,6 | 758,01 | 734,36 |
| Línea a Línea | 852,2 | 7203,16 | 6398,94 |
| Línea-Línea-Tierra | 498,39 | 8279,53 | 8566,72 |

Tabla 3.10 Corrientes de línea para falla en barra de 13.8 [KV].

3.4.1.2. Voltajes de Falla en cada barra.

En las tablas 3.11 y 3.12 se muestran los voltajes de las tres fases y sus correspondientes voltajes de fase presentes durante los cuatro tipos de falla, tanto en la barra de 69 [KV] como en la barra de 13.8 [KV].

| Tipo de Falla | Va | | Vb | | Vc | |
|--------------------|---------|------|---------|---------|---------|--------|
| | V | grad | V | grad | V | grad |
| Trifásica | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Línea a Tierra | 0 | 0 | 1,18548 | -131,45 | 1,15207 | 132,93 |
| Línea a Línea | 1 | 0 | 0,5 | 180 | 0,5 | -180 |
| Línea-Línea-Tierra | 1,22194 | 0,64 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 3.11 Voltajes de falla en barra de 69 [KV].

| Tipo de Falla | Va | | Vb | | Vc | |
|--------------------|---------|------|---------|---------|---------|--------|
| | V | grad | V | grad | V | grad |
| Trifásica | 0,68812 | 4,14 | 0,68812 | -115,86 | 0,68812 | 124,14 |
| Línea a Tierra | 0,77008 | 3,4 | 0,96839 | -113,39 | 0,92668 | 114,51 |
| Línea a Línea | 1 | 0 | 0,74974 | -127,55 | 0,80509 | 132,42 |
| Línea-Línea-Tierra | 0,87177 | 2,09 | 0,72564 | -122,75 | 0,75081 | 129,6 |

Tabla 3.12 Voltajes de falla en barra de 13.8 [KV].

3.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El presente estudios de Corto Circuito preparado para la subestación GARZOTA ha permitido cumplir los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de las corrientes de falla en los componentes del sistema tales como cables, barras y transformadores durante el tiempo que persista la falla.
- Determinar las zonas del sistema en donde la falla puede resultar en depresión inaceptable de voltajes.

El estudio de corto circuito considera los siguientes tipos de falla:

- Falla Trifásica a tierra
- Falla de línea a tierra.
- Falla de línea a línea
- Falla de dos líneas a tierra

Las corrientes de cortocircuito han sido calculadas considerando los estándares de la IEEE aplicables para el cálculo de falla para voltajes medio y alto. I Standard IEEE Std C37.010-1979, IEEE Std C37.5-1979, IEEE Std 141-1993, IEEE Std 241-1990, and IEEE Std 242-1986.

Las fallas Trifásica a tierra, línea a tierra, dos líneas a tierra y línea a línea fueron aplicadas a cada barra del sistema, los resultados se muestran en el Anexo 3.

Del estudio de cortocircuito realizado se obtuvo que:

- Para la barra de 69 [KV], la mayor corriente de cortocircuito en las fases se tiene para la falla trifásica, lo que corresponde a 4891,17 [A] en las fases “a”, “b” y “c”; con un valor de 4891,19 [A] o 5,81 [p.u.] de corriente de falla; mientras que la menor corriente de cortocircuito en las fases se tiene en la falla de línea a tierra, lo que corresponde a 3511,2 [A] en la fase “a”; teniendo un valor de 3478,79 [A] o 4,158 [p.u.] de corriente de falla.
- Para la barra de 13.8 [KV], la mayor corriente de cortocircuito se tiene para la falla de línea a tierra, lo que corresponde a 8786,6 [A] en la fase “a”; con un valor de 8741,98 [A] o 2,09 [p.u.] de corriente de falla, mientras que la menor corriente de cortocircuito corresponde a la falla de línea a línea, lo que corresponde a 7203,16 [A] en la fase “b” y 6398,94 [A] en la fase “c”; teniendo esta un valor de 6799,66 [A] o 1,625 [p.u.] de corriente de falla.

- Existen discrepancias en los resultados del estudio de cortocircuito en la barra de 13.8 [KV] entregado por la empresa eléctrica y los que han sido calculados en este capítulo con el simulador Power World. Las fallas en la barra de 13.8 [KV] se ven afectadas por la reactancia del transformador, y a pesar de haber tomado la reactancia de placa del transformador y haberla llevado a bases de 100 [MVA] y 69 [KV], hay una notable diferencia entre los resultados.

El ajuste de los equipos de protección, los cuales son determinados considerando el sistema bajo condiciones de falla, será estudiada en la siguiente parte de este trabajo relacionada con la coordinación de las protecciones.

CAPÍTULO 4

PROTECCIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN.

4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se hablara de la protección del transformador de potencia, describiendo todos los relés y equipos que intervienen en la misma.

El equipo que protege al transformador de potencia es el relé TPU 2000R, el cual posee varias funciones que serán descritas en este capítulo. Se describirá las características y parámetros de las funciones diferenciales 87T y 87H, sobrecorriente temporizada 51P, sobrecorriente instantánea 50P,

sobrecorriente temporizada de secuencia negativa 46, sobrecorriente temporizada 51N y sobrecorriente instantánea 50N.

Se realizará el ajuste de la protección diferencial 87T, describiendo a detalle el procedimiento.

Todo lo descrito en este capítulo nos será de ayuda para realizar la coordinación de protección que se describirá en el capítulo 5.

4.2. ESQUEMAS DE PROTECCIONES.

En la Figura 4.1 se muestra un esquema de la protección del transformador de potencia, indicando los relés que intervienen en la misma.

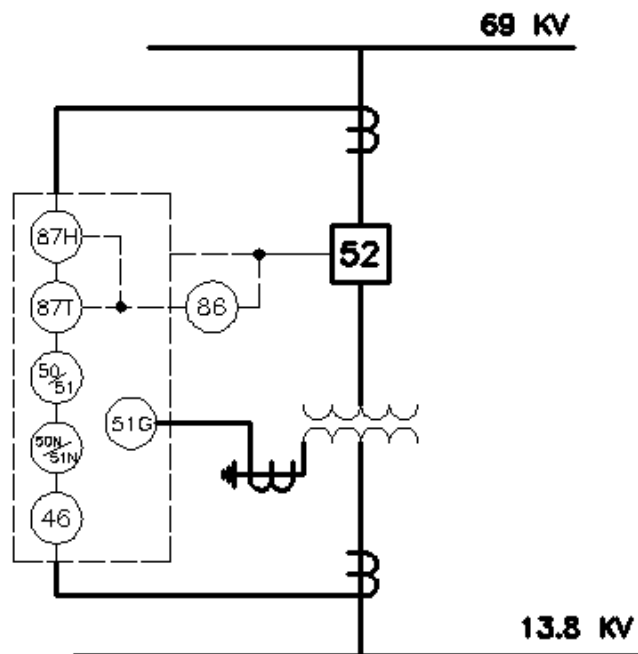


Figura 4.1 Esquema de protección del transformador de potencia.

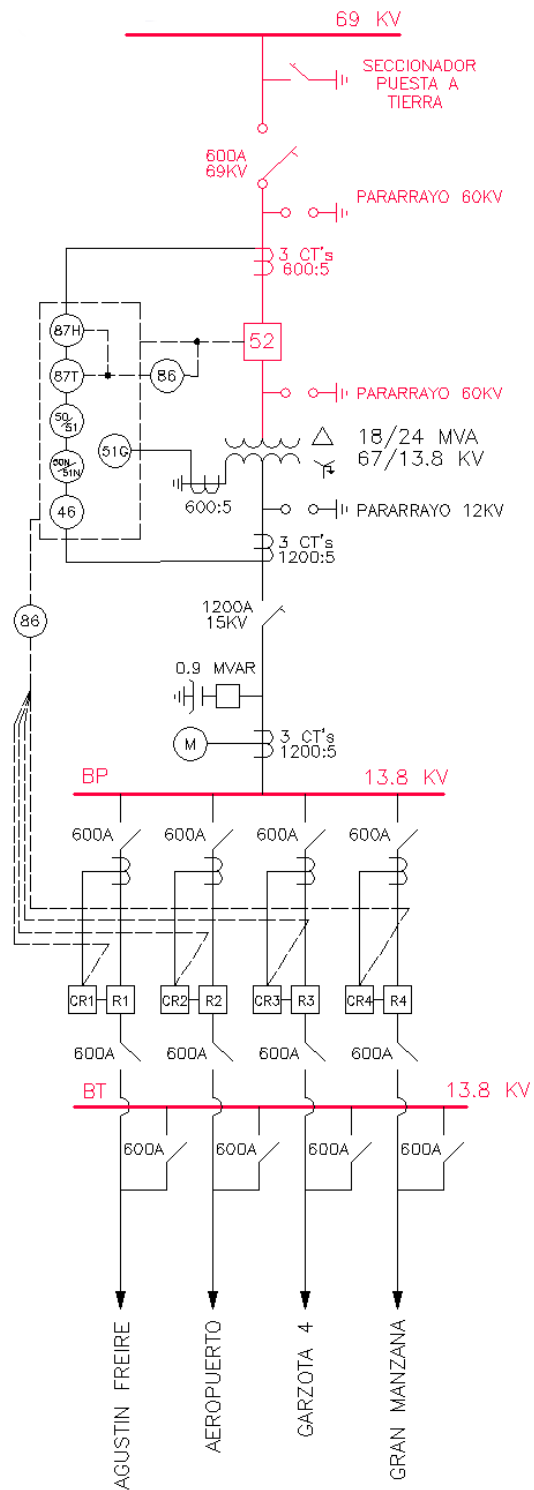


Figura 4.2 Diagrama unifilar de la subestación GARZOTA con detalle de las protecciones.

En la figura 4.2 se muestra el diagrama unifilar de la subestación GARZOTA con el detalle de los equipos que intervienen en la protección, como el relé TPU 2000R, interruptor principal y reconectadores.

Para la conexión del relé TPU 2000R y los CTs se debe considerar la convención de una empresa eléctrica sobre el flujo de energía que entra o sale de una barra, en el secundario del transformador, para lo cual la conexión debe ser como se muestra en la figura 4.3.

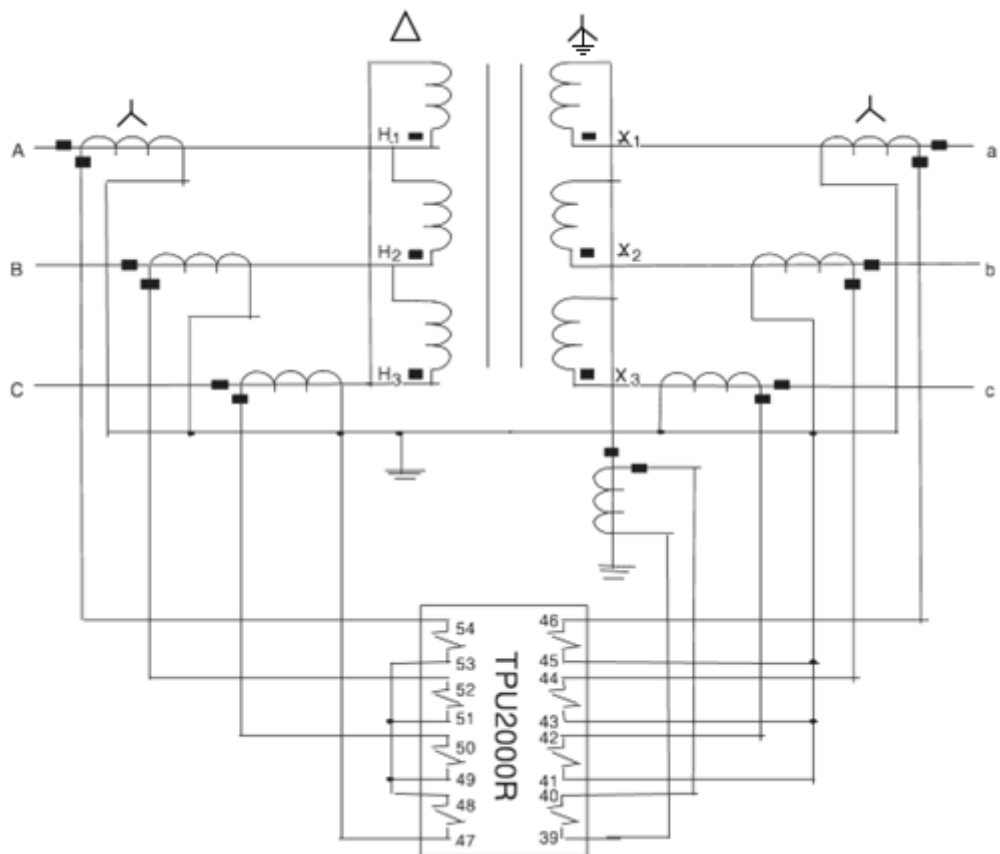


Figura 4.3 Conexión de CTs y TPU 2000R para convención de medición estándar.

4.3. AJUSTE TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

La protección del Transformador se la realiza utilizando el relé TPU 2000R, el cual es un relé basado en microprocesadores que protege transformadores trifásicos de transmisión y Distribución de energía, de dos o tres devanados, ofrece protección diferencial sensible de alta velocidad para fallas internas de fase y tierra, así como protección de respaldo de sobrecorriente para fallas pasantes. La restricción armónica impide la operación con irrupción [flujo] magnetizante y sobreexcitación.

Las funciones principales del Relé aplicables para la protección son las siguientes:

Protección de fase:

- Funciones diferenciales: 87T, 87H
- Sobrecorriente temporizada: 51P
- Sobrecorriente instantánea: 50P,
- Sobrecorriente temporizada de secuencia negativa: 46

Protección de Tierra:

- Sobrecorriente temporizada: 51N, 51G
- Sobrecorriente instantánea: 50N, 50G

4.3.1. Protección diferencial de porcentaje con restricción de armónicos (87T).

La función diferencial 87T ofrece protección de fase y tierra de alta velocidad para transformadores de potencia. Permite compatibilizar la relación de TC entre los devanados dos o tres de un transformador de potencia. Usando el modo de restricción armónica, puede seleccionar la restricción para la segunda armónica, segunda y quinta armónica, o todas las armónicas (desde la segunda hasta la onceava armónica) durante la sobreexcitación y la irrupción de corriente en el transformador. La restricción armónica ocurre en un devanado de fase cuando el ajuste de restricción armónica y la corriente de operación son excedidos en dicha fase. Las corrientes de restricción de los devanados 1, 2 y 3 son normalizadas en base por unidad sobre los ajustes de tomas 87T-1, 87T-2 y 87T-3, respectivamente. La corriente de restricción es la corriente por unidad de toma que circula a través del devanado de restricción.

Esta corriente se deriva de acuerdo a la compensación de ángulo de fase seleccionada y a las conexiones de TC usadas. La corriente de operación es la suma vectorial de las corrientes de restricción por unidad de los devanados 1, 2 y 3. La característica operativa diferencial de porcentaje impide la operación hasta que la corriente diferencial sea mayor que un porcentaje determinado de la corriente pasante.

Esta característica soporta los errores de TC, en especial los que resultan de la saturación del TC ante fallas de alta corriente externas a la zona protegida. La característica de porcentaje (la pendiente) es ajustable y permite adaptar la característica operativa para manejar variaciones de carga del conmutador de tomas.

En la Tabla 4.1 se muestran los parámetros de la protección diferencial de porcentaje con restricción armónica 87T.

| Parámetros de 87T | Rango | Incremento |
|---|--|-------------------|
| Ajustes de tomas diferenciales – Dev. 1 y 2 | | |
| TCs de 5 A | 2 a 9 A | 0,1 A |
| TCs de 1 A | 0,4 a 1,8 A | 0,02 A |
| TCs de 0,1 A | 0,04 a 0,18 A | 0,002 A |
| Ajustes de restricción armónica | | |
| Segunda armónica | 7,5 a 25% de la frecuencia fundamental | 2,5 % |
| Quinta armónica | 15 a 40% de la frecuencia fundamental | 2,5 % |
| Todas las armónicas | 15 a 40% de la frecuencia fundamental | 2,5 % |

Tabla 4.1 *Parámetros de la protección 87T.*

La Figura 4.4 muestra la característica de disparo de la protección diferencial

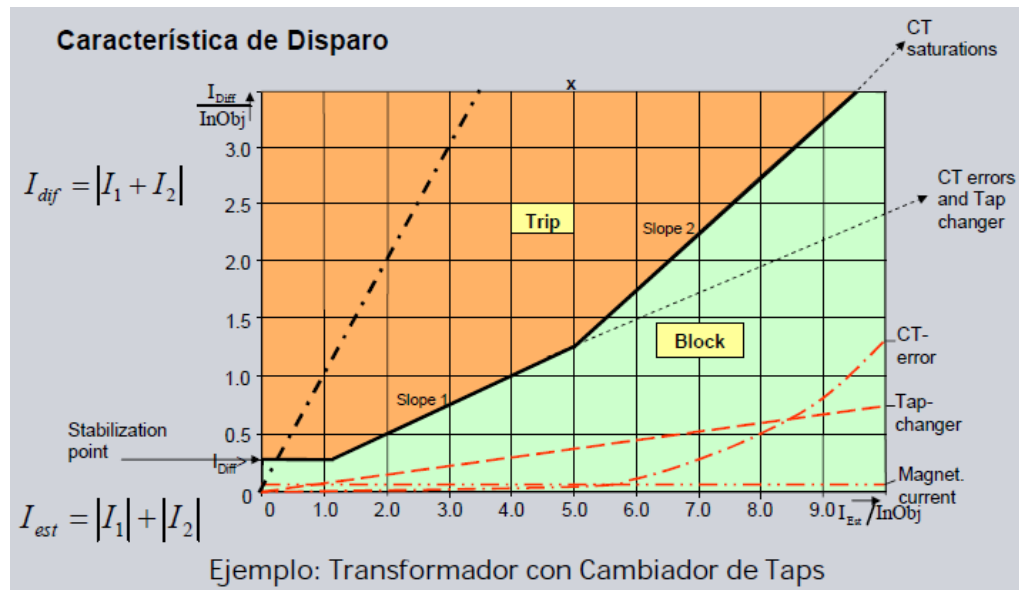


Figura 4.4 Característica de disparo de la protección diferencial 87T.

Para realizar el ajuste de la protección diferencial 87T determinamos las máximas corrientes de carga tanto en el lado de alta como en el de baja del transformador de potencia:

$$I_L = \frac{KVA(FA)}{\sqrt{3} \times KV} = \frac{24000}{\sqrt{3} \times 13.8} = 1004.09 \text{ A}$$

$$I_H = \frac{KVA(FA)}{\sqrt{3} \times KV} = \frac{24000}{\sqrt{3} \times 69} = 200.82 \text{ A}$$

Con estas corrientes máximas de carga procedemos a dimensionar los transformadores de corriente para el lado de alta y baja tensión del transformador:

- Para la corriente de 1004.09 [A] del lado de baja tensión seleccionamos un transformador de corriente con relación de 1200/5.
- Para la corriente de 200.82 [A] del lado de alta tensión seleccionamos un transformador de corriente con relación de 600/5.

De esta manera estamos respetando la norma establecida IEEE Std. C57.13 – 2008 que indica el rango mínimo de 600/5 para el lado de alta tensión.

Las corrientes máximas de carga referidas al secundario de los transformadores de corriente son:

$$I_{LS} = 1004.09 \times \frac{5}{1200} = 4.184 \text{ A}$$

$$I_{HS} = 200.82 \times \frac{5}{600} = 1.674 \text{ A}$$

Para obtener las corrientes que van hacia el relé en el lado de alta y de baja debemos tener en cuenta el factor multiplicativo de compensación, el cual se presenta en la Tabla 4.2

| Conexión de transformador | | Conexión de TC | | Factor multiplicador de compensación Interna | | Factor multiplicador de compensación Externa | |
|---------------------------|----------|----------------|-------|--|----|--|------------|
| HS | LS | HS | LS | HS | LS | HS | LS |
| Delta | Estrella | Estrella | Delta | 1 | 1 | 1 | $\sqrt{3}$ |

Tabla 4.2 Factor multiplicativo de compensación.

Tomando en cuenta el factor multiplicativo de compensación calculamos las corrientes de van hacia el relé como se muestra a continuación:

$$I_{L \text{ relé}} = I_{Ls} \times \text{factor} = 4.184 \text{ A} \times \sqrt{3} = 7,246 \text{ [A]}$$

$$I_{H \text{ relé}} = I_{Hs} \times \text{factor} = 1.674 \text{ A} \times 1 = 1.674 \text{ [A]}$$

Con estas corrientes ajustamos los taps del relé para lado de alta en 2 y para el lado de baja en 9, teniendo en cuenta los rangos presentados en la Tabla 4.1 para un CT de 5 [A].

El porcentaje de error intrínseco de la selección del tap viene dado por:

$$M = \left[\frac{100 \times \left(\frac{I_{H \text{ relé}}}{I_{L \text{ relé}}} - \frac{\text{tap H}}{\text{tap L}} \right)}{\frac{\text{tap H}}{\text{tap L}}} \right] = \left[\frac{100 \times \left(\frac{1.674}{7,246} - \frac{2}{9} \right)}{\frac{2}{9}} \right] = 3.96 \%$$

Para determinar la curva diferencial de porcentaje también debemos tener en cuenta otros tipos de errores como los que se lista a continuación:

- Error debido a la corriente inrush: 5%
- Error de los transformadores de corriente: 5%
- Transformador con cambiadores de tap: 10%

Esto equivale a un error total de 23.96%, por lo cual seleccionamos una pendiente de 30% para asegurar un buen ajuste y evitar falsas operaciones en condiciones normales. La curva se presenta en la Figura 4.5.

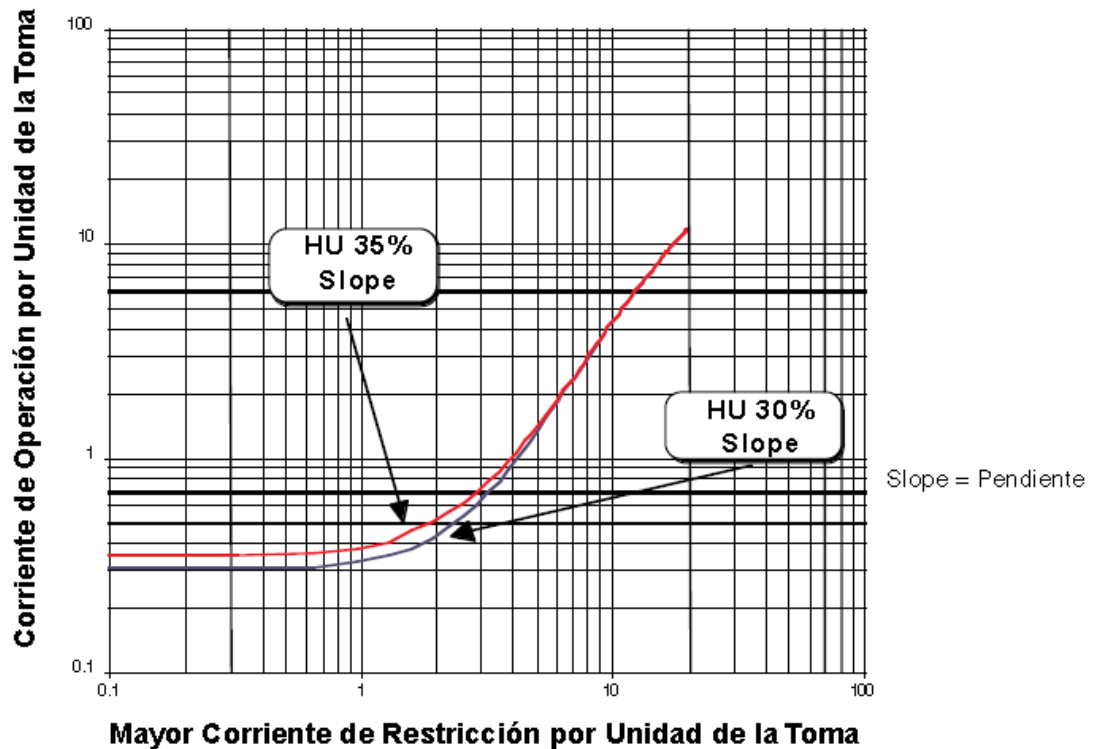


Figura 4.5 Curva diferencial de porcentaje del 87T.

4.3.2. Protección diferencial instantánea sin restricción de ajuste alto (87H).

La función diferencial instantánea sin restricción de ajuste alto 87H opera directamente sobre la magnitud de la corriente de operación sin retardo intencional. La corriente de operación es la suma vectorial de las corrientes de restricción por unidad del devanado 1, el devanado 2 y el devanado 3.

El ajuste de arranque de la función 87H está en múltiplos de la corriente de operación por unidad. Para fallas internas, la corriente de falla secundaria del TC necesaria para el disparo de la función 87H varía dependiendo de la fuente del devanado:

- Si la fuente está en el devanado 1, la corriente de falla del TC = ajuste de arranque de 87H x ajuste de toma 87T-1.
- Si la fuente está en el devanado 2, la corriente de falla del TC = ajuste de arranque de 87H x ajuste de toma 87T-2.
- Si la fuente está en el devanado 3, la corriente de falla del TC = ajuste de arranque de 87H x ajuste de toma 87T-3.

En la Tabla 4.3 se muestran los parámetros de la protección diferencial instantánea sin restricción de ajuste alto 87H.

| Función | Rango | Incremento |
|----------------|--|-------------------|
| 87H | 6 a 20 múltiplos de la corriente de operación por unidad | 0,1 |

Tabla 4.3 *Parámetros de la protección 87H.*

Según la norma ANSI IEEE para transformadores de 18 a 24 [MVA] la corriente de inrush está entre 5 a 7 veces mayor que la corriente nominal, como se muestra en la Figura 4.6.

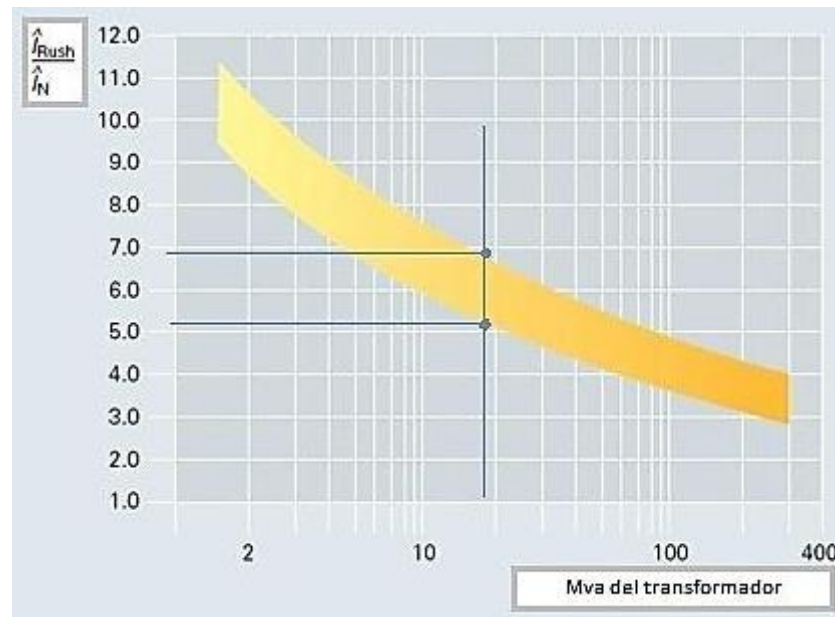


Figura 4.6 Rango para la corriente inrush del transformador.

La corriente inrush debe estar por debajo del valor de reposición del relé, antes de que el tiempo de operación ajustado haya transcurrido.

Se recomienda escoger un valor mayor a este, por lo tanto se considerara la de corriente de irrupción del transformador como 8 veces la corriente con auto-enfriamiento OA.

La corriente secundaria de los TC del lado de 69 KV en su capacidad OA es:

$$I = \frac{18000}{\sqrt{3} \times 69 \times 120} = 1.26 \text{ [A]}$$

$$AJ.87H = 1.26 \times \frac{8}{\text{tap}} = 1.26 \times \frac{8}{2} = 5.04 \text{ A}$$

4.3.3. Protección de sobrecorriente de tiempo inverso de fase (51P).

Esta función protege al transformador contra las corrientes de nivel de falla. El interruptor es disparado en base a un retardo de tiempo programable al excederse el umbral del ajuste de arranque de 51P. Dependiendo de los requisitos de temporización, se puede programar en el TPU2000R cualquiera de las nueve curvas de tiempo (ver tabla 4.5) con característica de sobrecorriente temporizada del 51P.

Las funciones 51P disponen de dos modos de reposición. En el modo de reposición instantánea, la función se repone inmediatamente cuando la corriente cae por debajo del ajuste de arranque durante medio ciclo. En el modo de reposición retardada, la función sigue una característica de reposición lenta que depende de la duración de la condición de sobrecorriente y de la magnitud de la corriente de carga luego de la condición de sobrecorriente.

Si los TCs están configurados en Delta, los valores de arranque deben definirse como si los TCs estuvieran conectados en Estrella. Para los cálculos del arranque se deben utilizar las corrientes de línea, NO las corrientes medidas en las entradas del relé. En el TPU de tres devanados, los TCs deben estar configurados en Estrella.

En las tablas 4.4 y 4.5 se muestran los parámetros de la protección de sobrecorriente de tiempo inverso de fase 51P y las curvas de sobrecorriente temporizada respectivamente.

| Parámetros de 51P | Rango | Incremento |
|--|-----------------|-------------------|
| Ajuste de arranque, TC 5 A | 1 a 12 [A] | 0,1 [A] |
| Ajuste de arranque, TC 1 A | 0,2 a 2,4 [A] | 0,02 [A] |
| Ajuste de arranque, TC 0,1 A para usarse con TCs ópticos de ABB. | 0,02 a 0,24 [A] | 0,002 [A] |

Tabla 4.4 *Parámetros de la protección 51P.*

| Curva | Dial de tiempo/Retardo |
|------------------------------|-------------------------------|
| Extremadamente Inversa | 1,0 a 10 |
| Muy Inversa | 1,0 a 10 |
| Inversa | 1,0 a 10 |
| Inversa – Tiempo corto | 1,0 a 10 |
| Tiempo Definido | 0,0 a 10,0 segundos |
| Extr. Inversa – Tiempo Largo | 1,0 a 10 |
| Muy Inversa – Tiempo Largo | 1,0 a 10 |
| Inversa – Tiempo Largo | 1,0 a 10 |

Tabla 4.5 *Curvas de Sobrecorriente Temporizada.*

4.3.4. Protección de sobrecorriente instantáneo de fase (50P).

Los ajustes de arranque de 50P-1, 50P-2, 50P-3 de sobrecorriente instantánea de los devanados 1, 2 y 3 (si es aplicable) son MÚLTIPLOS de los ajustes de

arranque de sobrecorriente temporizada de 51P-1, 51P-2 y 51P-3, respectivamente. Dependiendo de lo que requiere, puede seleccionar cualquiera de las 5 curvas de temporización con característica de sobrecorriente instantánea programadas en el TPU2000R. En la Tabla 4.6 se muestran los parámetros de la protección de sobrecorriente instantánea de fase 50P.

| Parámetros de 50P | Rango | Incremento |
|--|--------------------|-------------------|
| Ajuste de arranque | 0.5 a 20 veces | 0.1 veces |
| Curvas: | | |
| Curva instantánea | Sin retardo | |
| Curva instantánea inversa, inversa de tiempo corto y ext. Inv. De corto tiempo | 1 a 10 dial tiempo | 0.1 |
| Curva de tiempo definido | 0 a 9.99 s. | 0.01 s. |

Tabla 4.6 *Parámetros de la protección 50P.*

En la Tabla 4.7 se muestran las curvas de sobrecorriente instantánea disponibles para la protección de sobrecorriente instantánea de fase 50P.

| Curva | Dial de Tiempo/Retardo |
|------------------------------|-------------------------------|
| Estándar | Instantáneo |
| Muy Inversa | 1,0 a 10 |
| Tiempo Definido | 0 a 9,99 segundos |
| Inversa- Tiempo Corto | 1,0 a 10 |
| Extr. Inversa – Tiempo Corto | 1,0 a 10 |

Tabla 4.7 *Curvas de Sobrecorriente Instantánea.*

4.3.5. Protección de sobrecorriente de tiempo inverso de tierra (51N).

Las corrientes del neutro son calculadas internamente por el relé. Ellas proporcionan las corrientes de base necesarias para las funciones 51N-1, 51N-2 y 51N-3, respectivamente. Por ejemplo, la corriente del neutro del devanado 1 es simplemente la suma vectorial de las corrientes IA-1, IB-1 e IC-1. Dependiendo de lo requerido, puede seleccionar cualquiera de las nueve curvas de tiempo con característica de sobrecorriente temporizada programadas en el TPU2000R (ver Tabla 4.5), o puede programar la selección de retardo de tiempo para la Curva de Tiempo Definido.

En la Tabla 4.8 se muestran los parámetros de la protección de sobrecorriente de tiempo inverso de tierra 51N.

| Parámetros de 51N | Rango | Incremento |
|--|-------------------|-------------------|
| Ajuste de arranque (TC 5 A) | 1 a 12 [A] | 0,1 [A] |
| Ajuste de arranque (TC 1 A) | 0,2 a 2,4 [A] | 0,02 [A] |
| Pickup setting (TC 0,1 A) para usar con TCs ópticos de ABB | 0,02 a 0,24 [A] | 0,002 [A] |
| Curvas: | | |
| Curvas tipo inverso | 0 a 10 dial tpmo. | 0,1 |
| Curva de tiempo definido | 0 a 10 segundos | 0,1 segundos |

Tabla 4.8 Parámetros de la protección 51N.

4.3.6. Protección de sobrecorriente temporizada flotante de tierra (51G).

El relé de tres devanados dispone de una entrada adicional de TC. Esta entrada proporciona la corriente de base necesaria para la función 51G. Dependiendo de lo requerido, puede seleccionar cualquiera de las nueve curvas de tiempo con característica de sobrecorriente temporizada programadas en el TPU2000R (ver Tabla 4.5), o puede programar la selección de retardo de tiempo para la Curva de Tiempo Definido. Hay dos modos de reposición disponibles para las funciones anteriores en los relés de 2 y de 3 devanados. En el modo de reposición instantánea, la función se repone inmediatamente cuando la corriente cae por debajo del ajuste de arranque durante medio ciclo. En el modo de reposición retardada, la función sigue una característica de reposición lenta que depende de la duración de la condición de sobrecorriente y de la magnitud de la corriente de carga luego de la condición de sobrecorriente. Los ajustes se aprecian en la Tabla 4.8

4.3.7. Protección de corrientes desbalanceadas (46).

La función de sobrecorriente temporizada de secuencia negativa proporciona mayor sensibilidad a las fallas entre fases [fase a fase]. Las funciones 46 tienen el mismo rango de arranque, selecciones de curvas y rango de dial de tiempo que las selecciones de 51P.

La función de secuencia negativa puede definirse por debajo de la corriente de carga porque las corrientes normales de carga equilibrada no generan corriente de secuencia negativa. Se puede obtener una mayor sensibilidad para las fallas entre fases.

Hay dos modos de reposición disponibles para las funciones 46. En el modo de reposición instantánea, la función se repone inmediatamente cuando la corriente cae por debajo del ajuste de arranque durante medio ciclo. En el modo de reposición retardada, la función sigue una característica de reposición lenta que depende de la duración de la condición de sobrecorriente y de la magnitud de la corriente de carga luego de la condición de sobrecorriente.

En la Tabla 4.9 se muestran los parámetros de la protección de corrientes desbalanceadas 46.

| Parámetros de 46 | Rango | Incremento |
|--------------------------------|-----------------|-------------------|
| Ajuste de arranque, TC de 5 A | 1 a 12 [A] | 0,1 [A] |
| Ajuste de arranque, TC de 1 A | 0,2 a 2,4 [A] | 0,02 [A] |
| Ajuste de arranque, MOCT 0,1 A | 0,02 a 0,24 [A] | 0,002 [A] |

Tabla 4.9 *Parámetros de la protección 46.*

4.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECONECTADORES.

El reconectador usado en la subestación GARZOTA es el COOPER, modelo WE. Este es un dispositivo autocontrolado que detecta las corrientes excesivas

en el sistema de distribución e interrumpe el circuito para despejar las fallas. Se vuelve a conectar de modo automático si la falla es temporal. El reconectador hace varios intentos de despejar y volver a conectar la alimentación al circuito. Si la falla persiste, el reconectador se bloquea.

Las secuencias de disparo del reconectador pueden ajustarse para ser todas rápidas, todas con retardo o cualquier combinación hasta cuatro secuencias rápidas y con retardo. Las operaciones rápidas despejan las fallas temporales antes que puedan dañarse los fusibles de líneas derivadas.

Las operaciones retardadas dan tiempo a que los dispositivos protectores existentes más adelante en la línea se disparen, permitiendo que las fallas permanentes queden confinadas en secciones pequeñas del sistema.

Los transformadores de corriente montados en las boquillas aislantes del lado fuente, debajo de la cabeza del reconectador, detectan el flujo de la corriente de línea. Si se detecta una corriente de intensidad mayor que el valor de disparo mínimo, el control inicia la secuencia programada de operaciones y emite las señales de disparo y de cierre al reconectador.

En las tablas 4.10, 4.12 y 4.13 se muestran los valores nominales eléctricos, valores nominales de interrupción y ciclo de trabajo del reconectador respectivamente.

| Descripción | WE |
|--|--------------|
| Voltaje nominal del sistema [KV] | 14,4 |
| Voltaje máximo nominal [KV] | 15,5 |
| Nivel básico de aislamiento [BIL] [KV pico] | 110 |
| Voltaje tolerable a 60 Hz [KV rms]: | |
| Seco, un minuto | 50 |
| Húmedo, diez segundos | 45 |
| Máxima corriente continua nominal [A] | 560 |
| Distancia de fuga boquillas aislantes, mm [pulg] | 296 (11-5/8) |

Tabla 4.10 Valores nominales eléctricos del reconector.

| Tipo | Max. Corriente continua [A] | Valores nominales de interrupción [Arms] | Voltaje [KV] |
|------|-----------------------------|--|--------------|
| WE | 560 | 10000 | 14,4 |

Tabla 4.11 Valores nominales de interrupción del reconector.

| Tipo | % de valor de interrupción | No. De operaciones de la unidad | Máximo valor X/R del circuito |
|------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| WE | 15 – 20 | 28 | 3 |
| | 45 – 55 | 20 | 7 |
| | 90 - 100 | 10 | 14 |

Tabla 4.12 Ciclo de trabajo del reconector.

4.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La función diferencial 87T ofrece protección de fase y tierra de alta velocidad para transformadores de potencia, además proporciona la capacidad de

diferenciar entre corrientes de magnetización y de cortocircuito, y así evitar operaciones incorrectas.

El 87H es un diferencial instantáneo sin restricción de armónico en el lado de alta tensión, que tiene por objeto evitar que dispare el relé por una corriente Inrush cuando se energiza el transformador.

Para la corriente de 1004.09 [A] del lado de baja tensión seleccionamos un transformador de corriente con relación de 1200/5.

Para la corriente de 200.82 [A] del lado de alta tensión seleccionamos un transformador de corriente con relación de 600/5.

CAPÍTULO 5

COORDINACION DE LAS PROTECCIONES.

5.1. INTRODUCCION

Esta sección trata acerca de la coordinación de las protecciones de la subestación, tanto de los elementos de protección del transformador de potencia como los reconectores y fusibles de cada alimentadora.

Se presentaran los esquemas de protecciones donde se detallan los elementos de protección del transformador de potencia y de la red de distribución de la subestación.

Para realizar la coordinación de la subestación usaremos la herramienta computacional CYMTCC 4.5 Rev 13, la cual nos ofrece una extensa variedad de elementos de protección, entre estos los reconectadores, fusibles y relés que usaremos para la coordinación de la subestación GARZOTA.

Se realizaran los ajustes adecuados a los fusibles, reconectadores y relés, comenzando desde el punto más alejado de carga hasta la subestación, para de esta manera asegurar la selectividad y rapidez de los equipos de protección.

5.2. ESQUEMA DE PROTECCIONES

En las figuras 5.1 y 5.2 se muestra el esquema de protecciones del transformador de potencia de la subestación GARZOTA y el esquema de protecciones de su red de distribución, respectivamente.

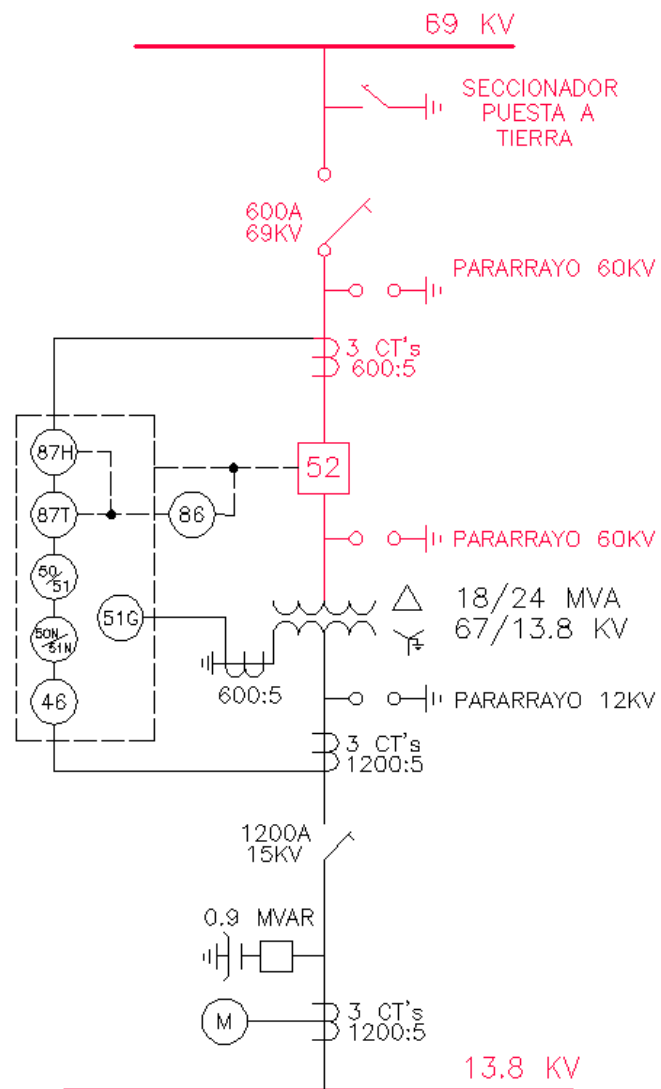


Figura 5.1 Esquema de protecciones del transformador de potencia.

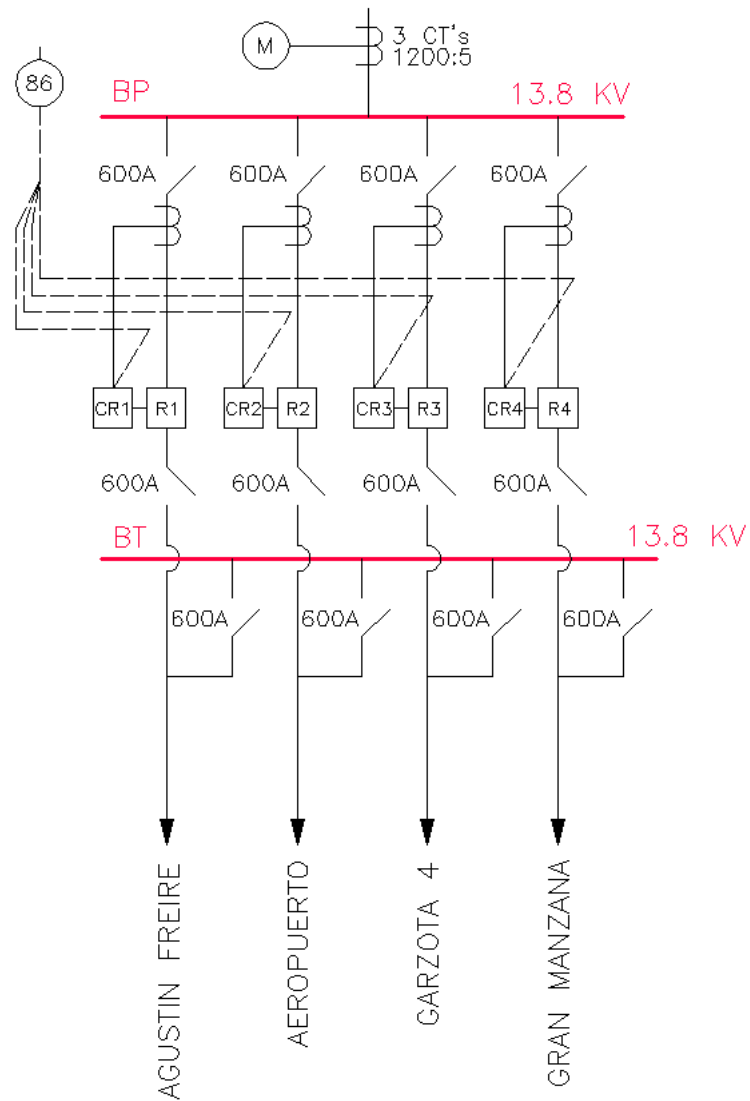


Figura 5.2 Esquema de protecciones de la red de distribución de la subestación GARZOTA.

5.3. CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION

5.3.1. Características de los fusibles.

A continuación se da una breve descripción de los cinco primeros fusibles que se encuentran en las alimentadoras.

- **AGUSTIN FREIRE**

En la Tabla 5.1 se muestran los 5 primeros fusibles que brindan protección a la alimentadora Agustín Freire, así como también su marca, tipo y capacidad.

| Nº | Código | Conexión Fase | Ubicación | Marca | Tipo | Capacidad |
|----|---------|---------------|------------------|-------|------|-----------|
| 1 | P105943 | A | Trafo | ABB | K | 100A |
| 2 | P105950 | B | Trafo | ABB | K | 100A |
| 3 | P105951 | B | Trafo | ABB | K | 100A |
| 4 | P105953 | AN | Trafo Padmounted | ABB | K | 10A |
| 5 | P105961 | AB | Ramal | ABB | K | 100A |

Tabla 5.1 Principales fusibles de la alimentadora AGUSTIN FREIRE

En la Figura 5.3 se muestra la característica tiempo-corriente de dichos fusibles.

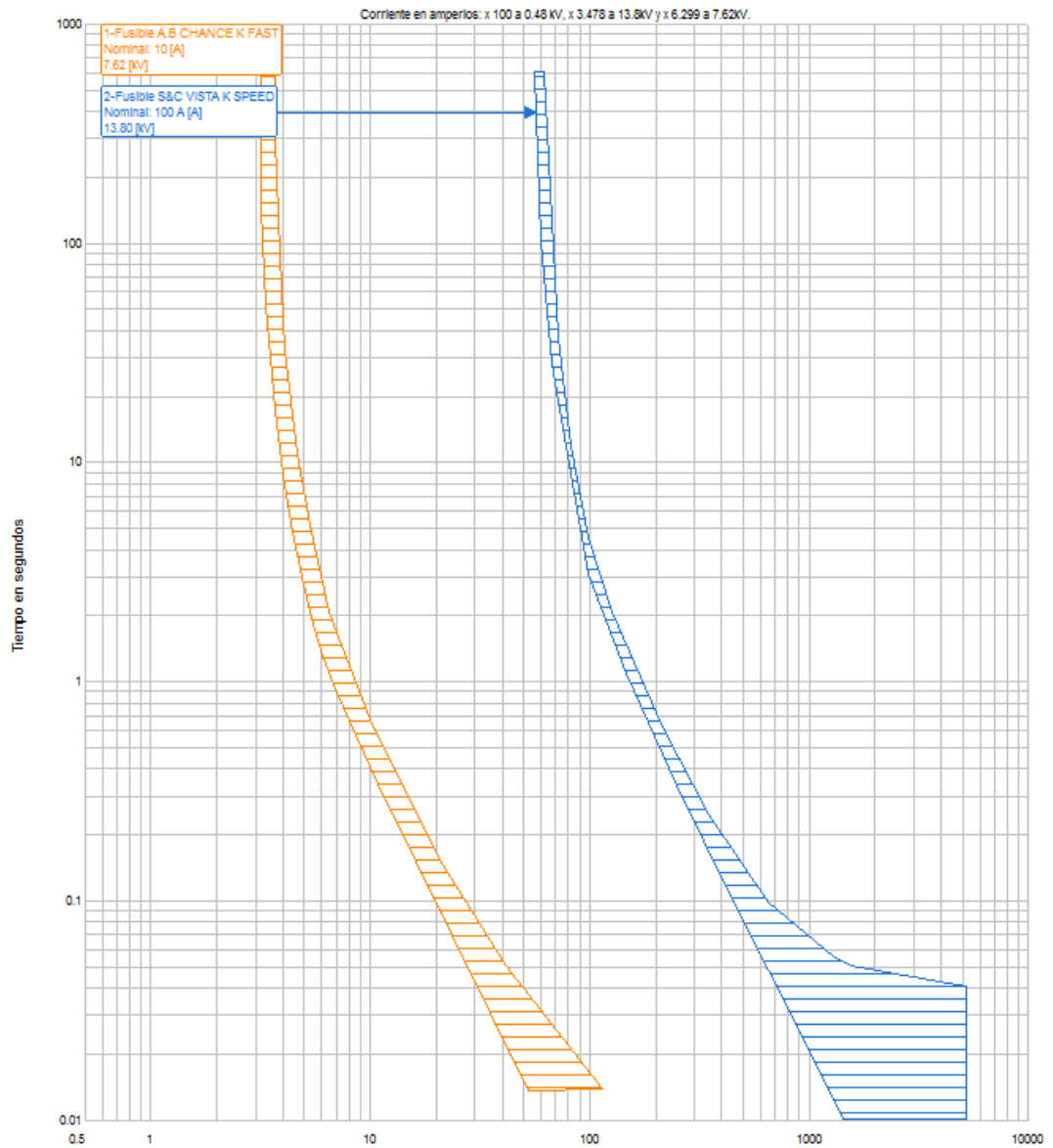


Figura 5.3 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora
AGUSTIN FREIRE

- **GARZOTA 4**

En la Tabla 5.2 se muestra la ubicación en los postes de los 5 primeros fusibles que brindan protección a la alimentadora Garzota 4, así como también su marca, tipo y capacidad.

| Nº | Código | Conexión Fase | Ubicación | Marca | Tipo | Capacidad |
|----|---------|---------------|----------------------------|-------|------|-----------|
| 1 | P105906 | C | Trafo | ABB | K | 100A |
| 2 | P108206 | C | Ramal | ABB | K | 100A |
| 3 | P108218 | C | Ramal | ABB | K | 100A |
| 4 | P108228 | ABC | Ramal | ABB | K | 100A |
| 5 | P108229 | ABC | Red Subterránea (Siglo 21) | ABB | K | 100A |

Tabla 5.2 Principales fusibles de la alimentadora GARZOTA 4

En la Figura 5.4 se muestra la característica tiempo-corriente de dichos fusibles.

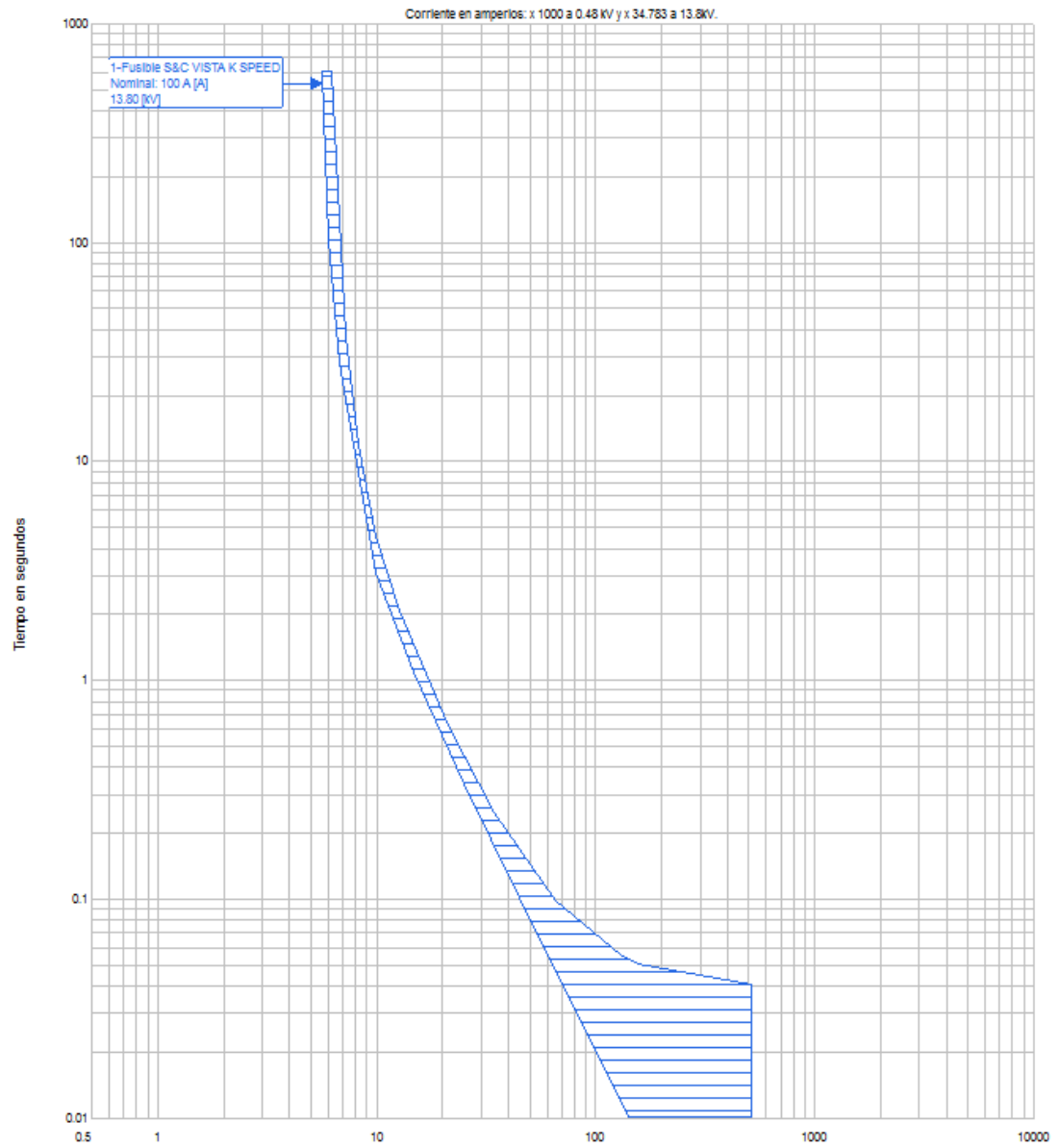


Figura 5.4 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora GARZOTA 4.

- **AEROPUERTO**

En la Tabla 5.3 se muestra la ubicación en los postes de los 5 primeros fusibles que brindan protección a la alimentadora Aeropuerto, así como también su marca, tipo y capacidad.

| Nº | Código | Conexión Fase | Ubicación | Marca | Tipo | Capacidad |
|----|---------|---------------|--|-------|------|-----------|
| 1 | P003409 | A | Acometida red Subterránea (Fund. Acción solidaria) | ABB | K | 100A |
| 2 | P085367 | AB | Acometida red Subterránea (Importadora Galarza) | ABB | K | 200A |
| 3 | P085367 | ABC | Acometida red Subterránea (Discarra) | ABB | K | 100A |
| 4 | P236375 | ABC | Ramal | ABB | K | 100A |
| 5 | P085674 | ABC | Ramal | ABB | K | 100A |

Tabla 5.3 Principales fusibles de la alimentadora AEROPUERTO

En la Figura 5.5 se muestra la característica tiempo-corriente de dichos fusibles.

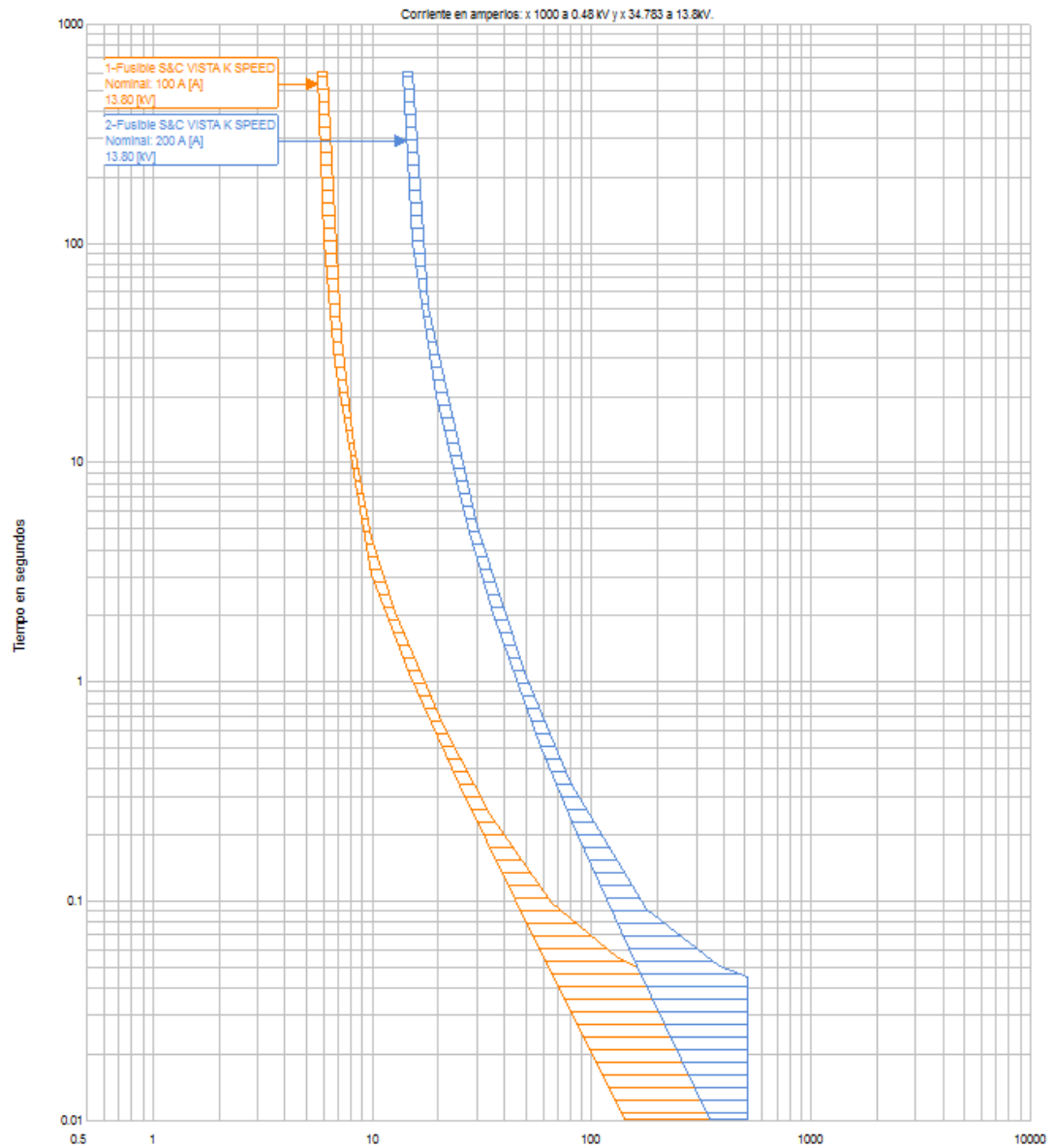


Figura 5.5 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora AEROPUERTO.

- **GRAN MANZANA**

En la Tabla 5.4 se muestra la ubicación en los postes de los 5 primeros fusibles que brindan protección a la alimentadora Gran Manzana, así como también su marca, tipo y capacidad.

| Nº | Código | Conexión Fase | Ubicación | Marca | Tipo | Capacidad |
|----|---------|---------------|------------------|-------|------|-----------|
| 1 | P008887 | A | Trafo | ABB | K | 100A |
| 2 | P008887 | B | Trafo | ABB | K | 100A |
| 3 | P085407 | A | Trafo | ABB | K | 100A |
| 4 | P085411 | A | Ramal | ABB | K | 100A |
| 5 | P000690 | A | Trafo Padmounted | ABB | K | 100A |

Tabla 5.4 Principales fusibles de la alimentadora GRAN MANZANA

En la Figura 5.6 se muestra la característica tiempo-corriente de dichos fusibles.

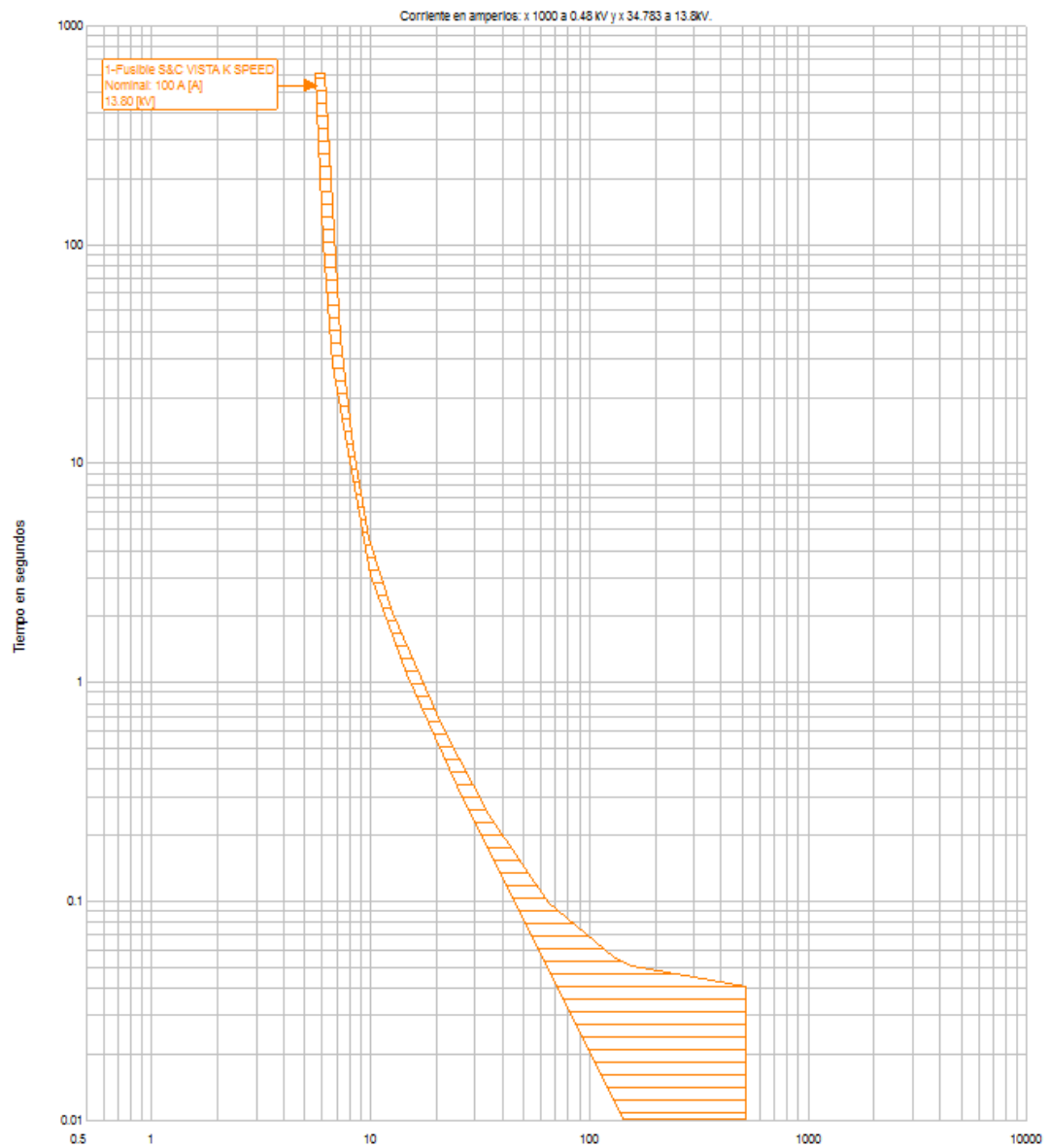


Figura 5.6 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora GRAN MANZANA.

5.3.2. Características de los relés

5.3.2.1. Resumen de ajustes del relé diferencial de porcentaje con restricción armónica 87T

En la Tabla 5.5 se muestra un resumen de las corrientes calculadas en el capítulo 4 para la determinación del error intrínseco de la pendiente de la curva del relé diferencial de porcentaje con restricción armónica 87T.

| | Lado de alta | Lado de baja |
|---------------------------------|--------------|--------------|
| Corriente max. de carga | 200.82 A | 1004.09 A |
| Transformador de corriente | 600/5 | 1200/5 |
| Corriente max. carga secundario | 1.674 A | 4.184 A |
| Corriente del relé | 1.674 A | 7.246 A |

Tabla 5.5 *Calculo de corrientes para determinación del mismatch de la curva del relé 87T.*

En la Tabla 5.6 y la Figura 5.7 se muestra un resumen de la determinación de la curva del relé diferencial de porcentaje con restricción armónica 87T.

| | |
|---|--------|
| Error de los transformadores de corriente | 5% |
| Error debido a la corriente Inrush | 5% |
| Transformador con cambiadores de tap | 10% |
| Error intrínseco de la pendiente (mismatch) | 3.96% |
| TOTAL | 23.96% |
| SELECCION | 30% |

Tabla 5.6 *Resumen de selección de la curva del relé 87T.*

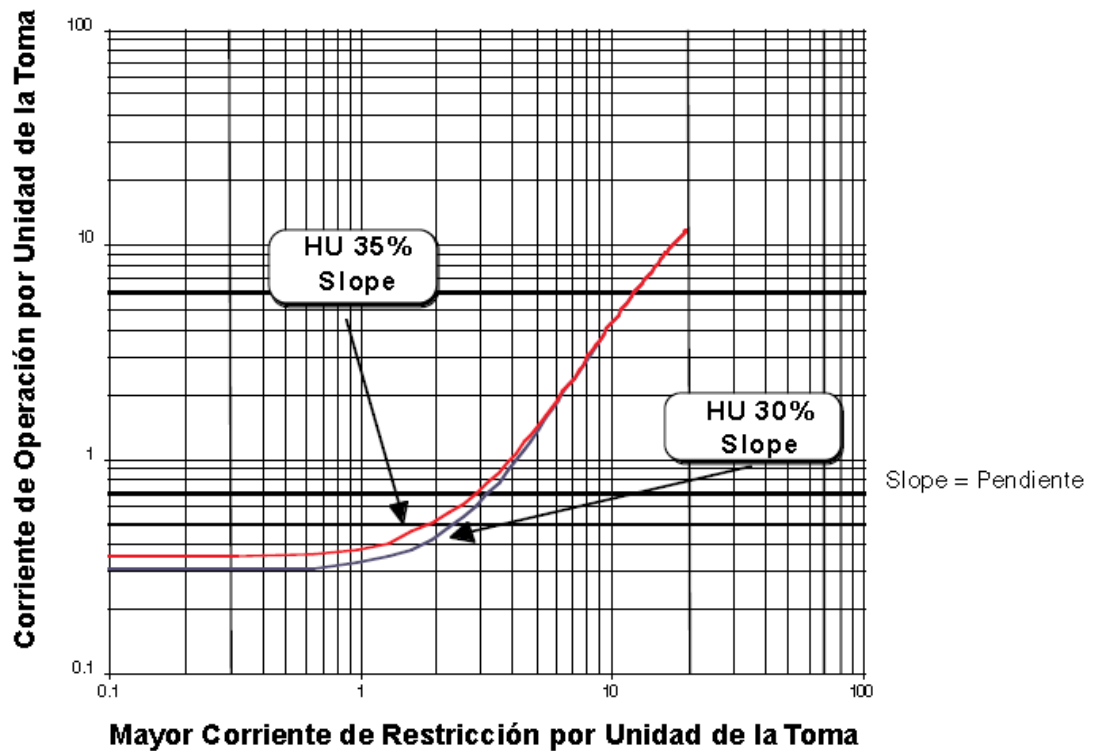


Figura 5.7 Curva diferencial de porcentaje del 87T.

5.3.2.2. Resumen de ajustes del relé diferencial instantáneo sin restricción de ajuste alto (87H).

La corriente inrush debe estar por debajo del valor de reposición del relé, antes de que el tiempo de operación ajustado haya transcurrido.

La corriente secundaria de los TC del lado de 69 KV en su capacidad OA es:

$$I = \frac{18000}{\sqrt{3} \times 69 \times 120} = 1.26 \text{ A}$$

$$AJ.87H = 1.26 \times \frac{8}{\text{tap}} = 1.26 \times \frac{8}{2} = 5.04 \text{ A}$$

5.3.2.3. Ajuste de la protección de sobrecorriente de tiempo inverso de fase (51P).

Para hacer el ajuste de la protección debemos tener en cuenta que la corriente de puesta en trabajo es entre 1 a 1.4 veces la corriente nominal.

$$I_{\text{pick up alta 51}} = 1.2 \times I_{\text{nom}} = 1.2 \times 200.84 = 241 \text{ A}$$

$$I_{\text{pick up baja 51}} = 1.2 \times I_{\text{nom}} = 1.2 \times 1004.09 = 1204.9 \text{ A}$$

Las corrientes en el secundario del transformador son:

$$I_{69 \text{ KV}} = \frac{241 \text{ A}}{120} = 2 \text{ A}$$

$$I_{13.8 \text{ KV}} = \frac{1204.9 \text{ A}}{240} = 5.02 \text{ A}$$

En la tabla 5.7 se muestra el ajuste para la protección 51.

| Valor de puesta en trabajo para protección 51 | |
|--|-------------|
| Capacidad del transformador | 18/24 [MVA] |
| I nominal en el lado de alta | 200.84 [A] |
| I nominal en el lado de baja | 1004.09 [A] |
| Puesta en trabajo en lado de alta | 241 [A] |
| Puesta en trabajo en lado de baja | 1204.9 [A] |

Tabla 5.7 Ajuste de la protección 51.

5.3.2.4. Ajuste de la protección de sobrecorriente instantáneo de fase (50P)

Para hacer el ajuste de la protección 50 debemos tener en cuenta que la corriente de puesta en trabajo es de 1 a 1.2 veces la corriente de falla.

$$I_{pick\ up\ 50} = 1 \times I_{falla\ max}$$

$$I_{pick-up\ alta\ 50} = 1 \times I_{falla\ max\ 69KV} = 4891\ A$$

$$I_{pick-up\ baja\ 50} = 1 \times I_{falla\ max\ 13.8KV} = 8787\ A$$

Las corrientes en el secundario del transformador son:

$$I_{69\ KV} = \frac{4891\ A}{120} = 40.75\ A$$

$$I_{13.8\ KV} = \frac{8787\ A}{240} = 36.61\ A$$

5.3.2.5. Ajuste de la protección de sobrecorriente temporizada flotante de tierra (51G).

Para hacer el ajuste del relé de sobrecorriente temporizada flotante de tierra 51G debemos tener en cuenta que la corriente de puesta en trabajo es 0.2 veces la corriente de plena carga del transformador de potencia.

$$I_{plena\ carga} = \frac{KVA(FA)}{\sqrt{3} \times KV} = \frac{24000}{\sqrt{3} \times 13.8} = 1004.09\ [A]$$

$$I_{\text{pick up } 51G} = 0.2 \times I_{\text{plena carga}} = 0.2 \times 1004.09 = 200.818 \text{ [A]}$$

Teniendo en cuenta un transformador de corriente de 600:5 en el neutro del transformador de potencia, la corriente en el secundario del transformador de corriente es:

$$I_{51G \text{ sec}} = \frac{200.818 \text{ A}}{120} = 1.67 \text{ A}$$

Con lo cual seleccionamos un ajuste de 1.7 A

5.3.2.6. Protección de corrientes desbalanceadas (46)

Según la norma C37.91.2008 se debe tomar el 58% de la máxima corriente de carga para esta protección, tanto en el lado de alta como en el lado de baja tensión. Por lo tanto las corrientes en 69KV y 13.8KV son:

$$I_{69 \text{ KV}} = 0.58 \times 200.8 = 116.47 \text{ A}$$

$$I_{13.8 \text{ KV}} = 0.58 \times 1004 = 582.37 \text{ A}$$

Las corrientes en el secundario del transformador son:

$$I_{69 \text{ KV}} = \frac{116.47 \text{ A}}{120} = 0.97 \text{ A}$$

$$I_{13.8 \text{ KV}} = \frac{582.37 \text{ A}}{240} = 2.43 \text{ A}$$

Lo que nos queda 1A para el lado de alta y 2.4 para el lado de baja.

5.4. Resultados de la coordinación de los dispositivos de protección.

La coordinación de la Protección en las alimentadoras incluye fusibles en los ramales, reconector, relé de sobrecorriente (51) en baja y en alta tensión, relé de sobrecorriente instantáneo (50) y la curva de daño del transformador de potencia.

5.4.1. Coordinación de la alimentadora Agustín Freire.

En la Figura 5.8 se detalla los resultados de la coordinación de la de protección en la alimentadora Agustín Freire.

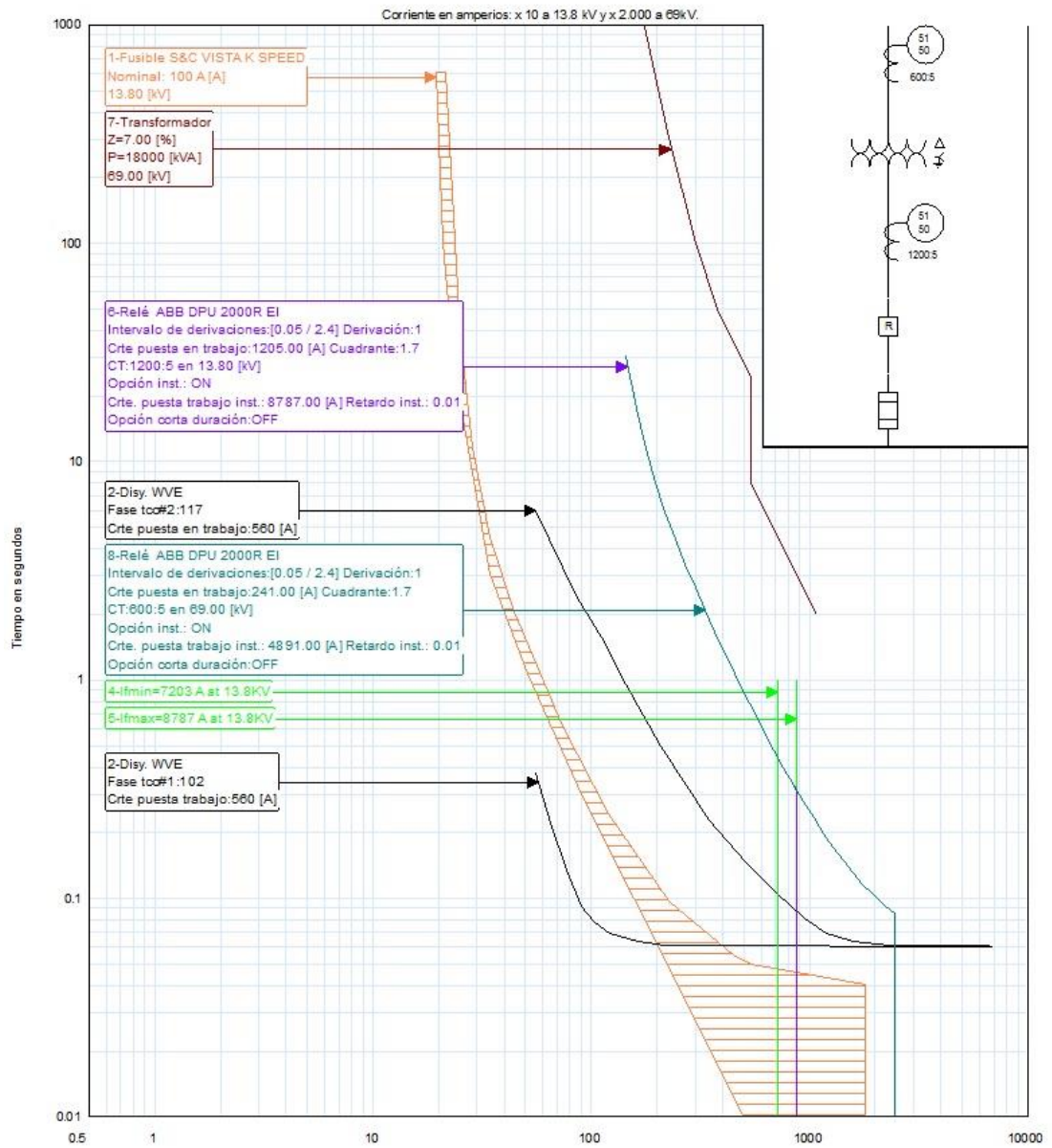


Figura 5.8 Curvas de protección en la alimentadora Agustín Freire.

En la Tabla 5.8 se muestra un resumen de los ajustes para los equipos de protección en la alimentadora Agustín Freire.

| EQUIPO DE PROTECCIÓN | AJUSTES DE COORDINACIÓN |
|-----------------------------|--|
| Fusible tipo K | 100 [A] |
| Reconectador Cooper tipo WE | I _{pick-up} = 560 [A] (Curva rápida) Fase tcc # 1:102 (Curva lenta) Fase tcc # 2:117 |
| Relé 51 | Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 241 [A] TD = 1.7 seg. CT = 600:5 Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 1205 [A] TD = 1.7 [seg] CT = 1200:5 |
| Relé 50 | Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 4891 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 8787 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] |

Tabla 5.8 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Agustín Freire.

5.4.2. Coordinación de la alimentadora Aeropuerto.

En la Figura 5.9 se detalla los resultados de la coordinación de la de protección en la alimentadora Aeropuerto.

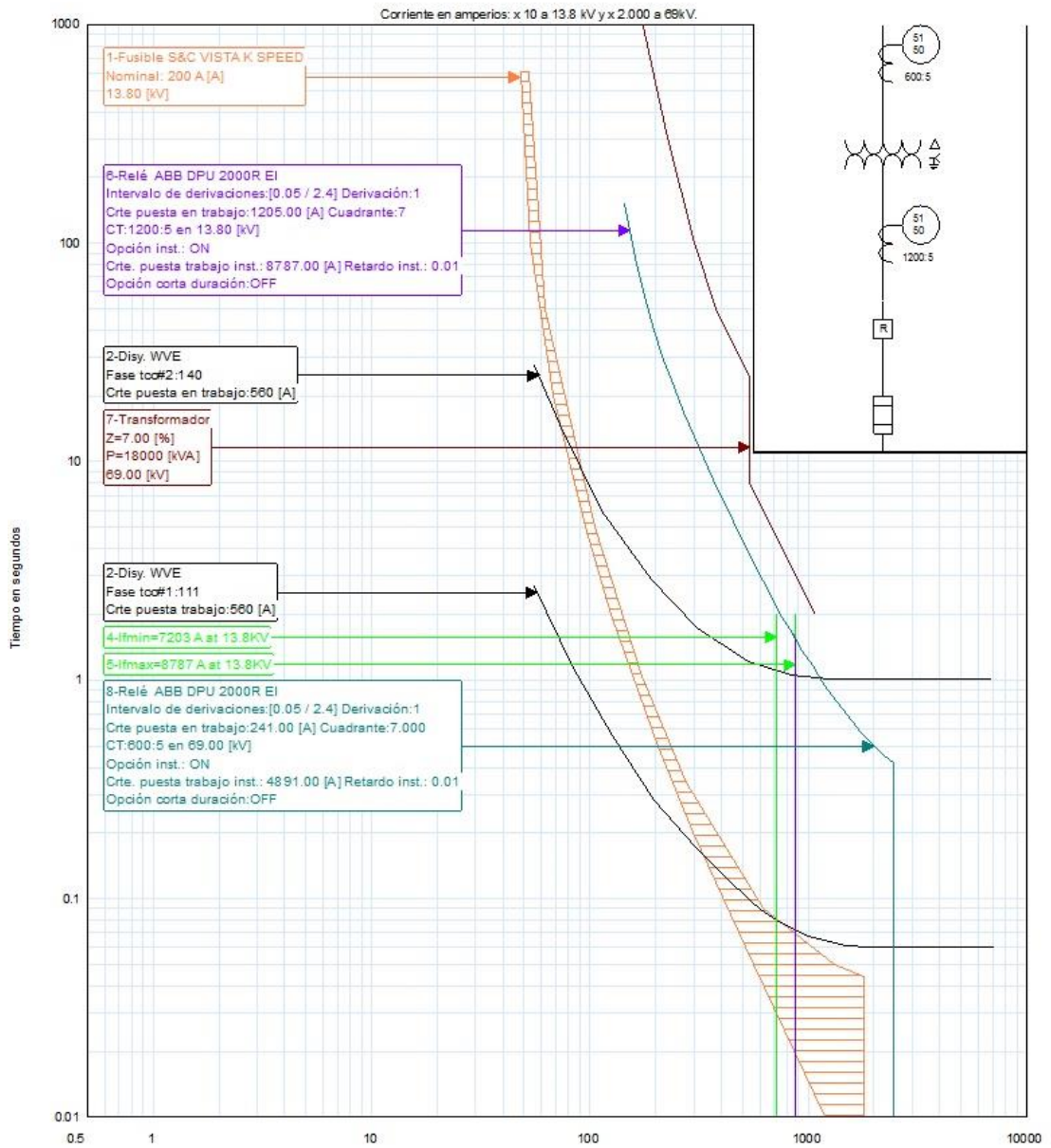


Figura 5.9 Curvas de protección en la alimentadora Aeropuerto.

En la Tabla 5.9 se muestra un resumen de los ajustes para los equipos de protección en la alimentadora Aeropuerto.

| EQUIPO DE PROTECCIÓN | AJUSTES DE COORDINACIÓN |
|-----------------------------|--|
| Fusible tipo K | 200 [A] |
| Reconectador Cooper tipo WE | I _{pick-up} = 560 [A] (Curva rápida) Fase tcc # 1:111 (Curva lenta) Fase tcc # 2:140 |
| Relé 51 | Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 241 [A] TD = 7 [seg] CT = 600:5 Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 1205 [A] TD = 7 [seg] CT = 1200:5 |
| Relé 50 | Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 4891 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 8787 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] |

Tabla 5.9 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Aeropuerto.

5.4.3. Coordinación de la alimentadora Garzota 4.

En la Figura 5.10 se detalla los resultados de la coordinación de la de protección en la alimentadora Garzota 4.

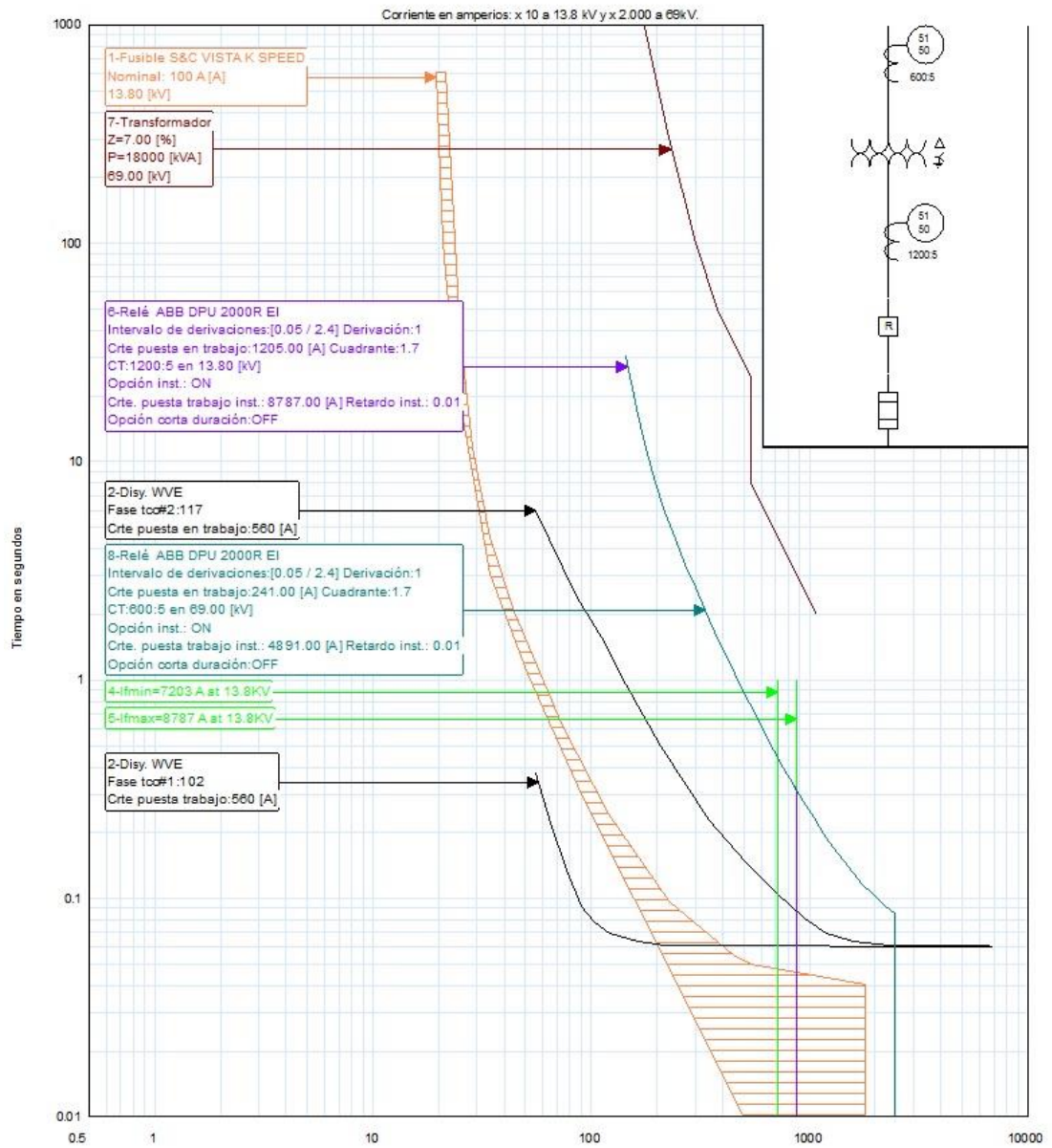


Figura 5.10 Curvas de protección en la alimentadora Garzota 4.

En la Tabla 5.10 se muestra un resumen de los ajustes para los equipos de protección en la alimentadora Garzota 4.

| EQUIPO DE PROTECCIÓN | AJUSTES DE COORDINACIÓN |
|-----------------------------|--|
| Fusible tipo K | 100 [A] |
| Reconectador Cooper tipo WE | I _{pick-up} = 560 [A] (Curva rápida) Fase tcc # 1:102 (Curva lenta) Fase tcc # 2:117 |
| Relé 51 | Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 241 [A] TD = 1.7 seg. CT = 600:5 Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 1205 [A] TD = 1.7 [seg] CT = 1200:5 |
| Relé 50 | Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 4891 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 8787 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] |

Tabla 5.10 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Garzota 4.

5.4.4. Coordinación de la alimentadora Gran Manzana.

En la Figura 5.11 se detalla los resultados de la coordinación de la de protección en la alimentadora Gran Manzana.

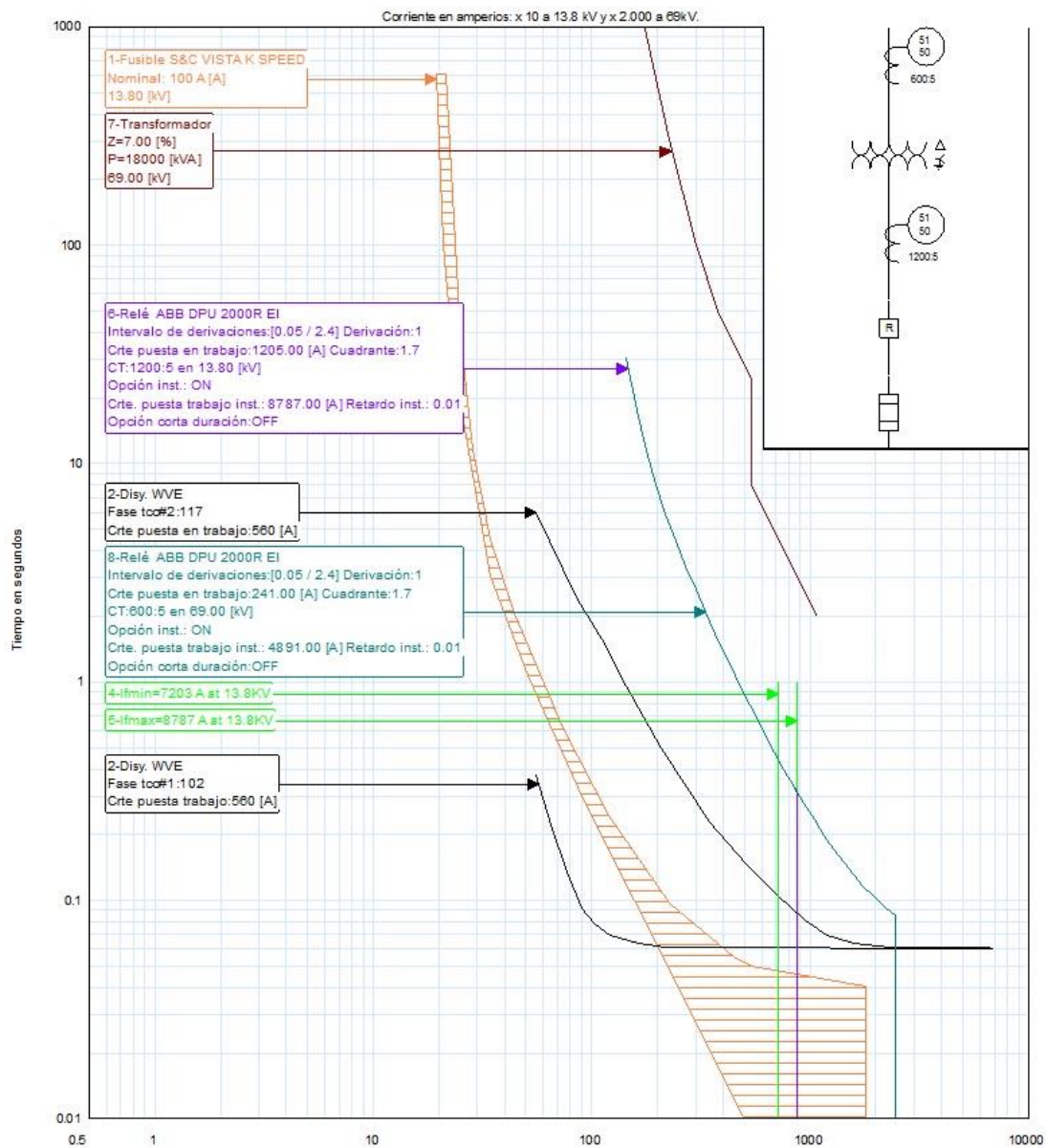


Figura 5.11 Curvas de protección en la alimentadora Gran Manzana.

En la Tabla 5.11 se muestra un resumen de los ajustes para los equipos de protección en la alimentadora Gran Manzana.

| EQUIPO DE PROTECCIÓN | AJUSTES DE COORDINACIÓN |
|-----------------------------|--|
| Fusible tipo K | 100 [A] |
| Reconectador Cooper tipo WE | I _{pick-up} = 560 [A] (Curva rápida) Fase tcc # 1:102 (Curva lenta) Fase tcc # 2:117 |
| Relé 51 | Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 241 [A] TD = 1.7 seg. CT = 600:5 Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 1205 [A] TD = 1.7 [seg] CT = 1200:5 |
| Relé 50 | Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 4891 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 8787 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] |

Tabla 5.11 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Gran Manzana.

5.5. RESUMEN DE AJUSTES

El ajuste de la protección de sobrecorriente en las líneas se incluye en la Tabla

5.12

| Tipo | KV LL | Inom (A) | Relac. CT | Fac. CT | I Sec. Tc. | Fac. | I aj. Sec. | Tipo curva | TD |
|---------------|-------|----------|-----------|---------|------------|------|------------|------------|-----|
| 87-T | - | 200.8 | 600:5 | 120 | 1.67 | 1 | 2 | INST. | - |
| | | 1004 | 1200:5 | 240 | 4.18 | 1.73 | 9 | | - |
| 87-H | - | 150.8 | 600:5 | 120 | 1.26 | 8/2 | 5.04 | - | - |
| 51P-1 | 69 | 200.8 | 600:5 | 120 | 1.67 | 1.2 | 2 | E. I. | 1.7 |
| 51P-2 | 13.8 | 1004 | 1200:5 | 240 | 4.18 | 1.2 | 5.02 | E. I. | 1.7 |
| 50P-1 | 69 | 200.8 | 600:5 | 120 | 40.7 | 1 | 40.7 | INST. | - |
| 50P-2 | 13.8 | 1004 | 1200:5 | 240 | 36.6 | 1 | 36.6 | INST. | - |
| 51G-2 | 13.8 | 1004 | 600:5 | 120 | 8.36 | 0.2 | 1.7 | E. I. | - |
| 46-1 | 69 | 200.8 | 600:5 | 120 | 1.67 | 0.58 | 1 | INV. | - |
| 46-2 | 13.8 | 1004 | 1200:5 | 240 | 4.18 | 0.58 | 2.4 | INV. | - |
| Rec R-Ag. Fr. | 13.8 | 316.4 | 1000:5 | 200 | 1.6 | 1 | 1.6 | 102 | 1 |
| Rec L-Ag. Fr. | 13.8 | 316.4 | 1000:5 | 200 | 1.6 | 1 | 1.6 | 117 | 1 |
| Rec R-Aerop. | 13.8 | 499.32 | 1000:5 | 200 | 1.6 | 1 | 1.6 | 111 | 1 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|------|--------|--------|-----|-----|---|-----|-----|---|
| Rec L-Aerop. | 13.8 | 499.32 | 1000:5 | 200 | 1.6 | 1 | 1.6 | 140 | 1 |
| Rec R-Garz 4. | 13.8 | 450.8 | 1000:5 | 200 | 1.6 | 1 | 1.6 | 102 | 1 |
| Rec L- Garz 4. | 13.8 | 450.8 | 1000:5 | 200 | 1.6 | 1 | 1.6 | 117 | 1 |
| Rec R-Gr. Mz. | 13.8 | 186.73 | 1000:5 | 200 | 1.6 | 1 | 1.6 | 102 | 1 |
| Rec L- Gr. Mz. | 13.8 | 186.73 | 1000:5 | 200 | 1.6 | 1 | 1.6 | 117 | 1 |

Tabla 5.12 Resumen de ajustes de la protección en las líneas.

5.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las alimentadoras no poseen fusibles en la troncal, solo en los ramales, por lo cual la coordinación se la realizo con el fusible de mayor corriente, para que la curva rápida del reconectador evite que este se funda en caso de una falla pasajera.

Asimismo, el área de protección del reconectador se extiende a los ramales de las alimentadoras gracias a que su curva rápida actúa antes que los fusibles con cuales se realizó la coordinación.

Los tiempos de coordinación para las protecciones de respaldo están dentro del rango establecido por la norma IEC que dice que debe estar entre 0.15 y 0.25 segundos.

Todos los ajustes realizados para los relés de protección del transformador cumplen con las Normas ANSI y con las disposiciones del TPU 2000R.

La corriente de operación de los reconectores se ajustó a 560 A, valor estandarizado por la Empresa Eléctrica.

CONCLUSIONES

1. La potencia que consume la subestación Garzota desde la línea de subtransmisión Orellana es de 19.66 MW y 5.32 MVAR para carga máxima, y 6.23 MW y 1.28 MVAR para carga mínima sin exceder el 85% de la capacidad en FA (24 MVA) manteniendo su regulación de voltaje dentro del 5%.
2. Del estudio de cortocircuito se obtuvo que para la barra de 69 [KV], la mayor corriente de cortocircuito presente en las fases se tiene para la falla trifásica, lo que corresponde a 4891,17 [A] en las fases "a", "b" y "c"; mientras que la menor se tiene para la falla de línea a tierra, lo que corresponde a 3511,2 [A] en la fase "a". Para la barra de 13.8 [KV], la mayor corriente de cortocircuito presente en las fases se tiene para la falla de línea a tierra, lo que corresponde a 8786,6 [A] en la fase "a"; mientras que la menor se tiene para la falla de línea a línea, lo que corresponde a 7203,16 [A] en la fase "b" y 6398,94 [A] en la fase "c"

3. Con los resultados antes mencionados, obtenidos del estudio de cortocircuito, se ajustó la protección de sobrecorriente instantánea (50P), cuyo valor de puesta en trabajo fue determinado con las máximas corrientes de cortocircuito en el lado de alta y baja tensión. Debido a que solo existe un circuit breaker en el lado de baja del transformador principal, la curva del relé de sobrecorriente (51P-1) en el lado de alta tiene el mismo ajuste que la del relé de sobrecorriente (51P-2) en el lado de baja.
4. Para realizar las coordinaciones de las protecciones de respaldo en este trabajo se utilizó un tiempo de coordinación de 0.20 segundos de manera que se está respetando el rango establecido por la norma IEC, el cual recomienda un rango de coordinación de 0.15 a 0.25 segundos.
5. Las curvas de los reconectores se colocaron entre la curva de los fusibles de los ramales. Esto hace que el área de protección de los reconectores incluya estas derivaciones.
6. El ajuste y coordinación desarrollada en este trabajo asegura una correcta protección al transformador de potencia, equipo de mayor importancia e inversión económica.

RECOMENDACIONES

1. Debido a que La Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil actualmente se encuentra instalando en subestaciones modernas relés de frecuencia o denominados en la norma ANSI como 81, se recomienda considerar la instalación de este equipo en la Subestación Garzota, ya que de esta manera se brindaría una protección contra cambios en la frecuencia del voltaje, ya sea que esta esté bajo o sobre la frecuencia nominal que es de 60 Hz. Esta protección debe ser ajustada a un valor muy por debajo de los 60Hz, de tal manera que permita el alivio de la carga de menor importancia y provea una mayor calidad de servicio a la carga crítica.
2. Se recomienda revisar el medidor totalizador de la subestación, debido a que existen incongruencias entre los datos registrados por el totalizador y la de los medidores de las alimentadoras, ya que todos los días a una misma hora el registro de carga del totalizador indica que en las alimentadoras no existe flujo

de potencia a pesar de que los registros de los medidores de las alimentadoras registran todo lo contrario. Esto se pudo notar al realizar el estudio de flujo de potencia para determinar las cargas máximas y mínimas en las alimentadoras basándonos en los histogramas entregados por la Empresa Eléctrica de Guayaquil.

ANEXOS

ANEXO 1

Recorrido de las alimentadoras de la subestación

Garzota

En el siguiente anexo se describe el recorrido de las alimentadoras en las cuales se indican el área de cobertura.

- **Alimentadora “AGUSTIN FREIRE”:** Este alimentador, se caracteriza por ser extenso, tiene una carga máxima instalada de 4.275 [MW]. El ramal principal se dirige hacia el norte, desde la Avenida Pio Jaramillo hasta la Avenida Francisco de Orellana, brindando servicio a las ciudadelas: Saucos 2, Saucos1, Alborada 1era etapa, Alborada 2da etapa, Alborada 3era etapa, Garzota y Urdenor.



Figura A1.1 Recorrido de la alimentadora AGUSTIN FREIRE

- **Alimentadora “GARZOTA 4”:** Este alimentador, se caracteriza por ser extenso, tiene una carga máxima instalada de 6.174 [MW]. El ramal principal se dirige hacia el norte, desde la calle Dr. Camilo Narvéez hasta la calle Hermano Miguel, brindando servicio a las ciudadelas: Garzota, Garzota 3era etapa, Alborada 1era etapa, Garzota Entre Ríos, Vernaza Norte. La figura muestra el área de cobertura con las principales vías y ciudadelas.

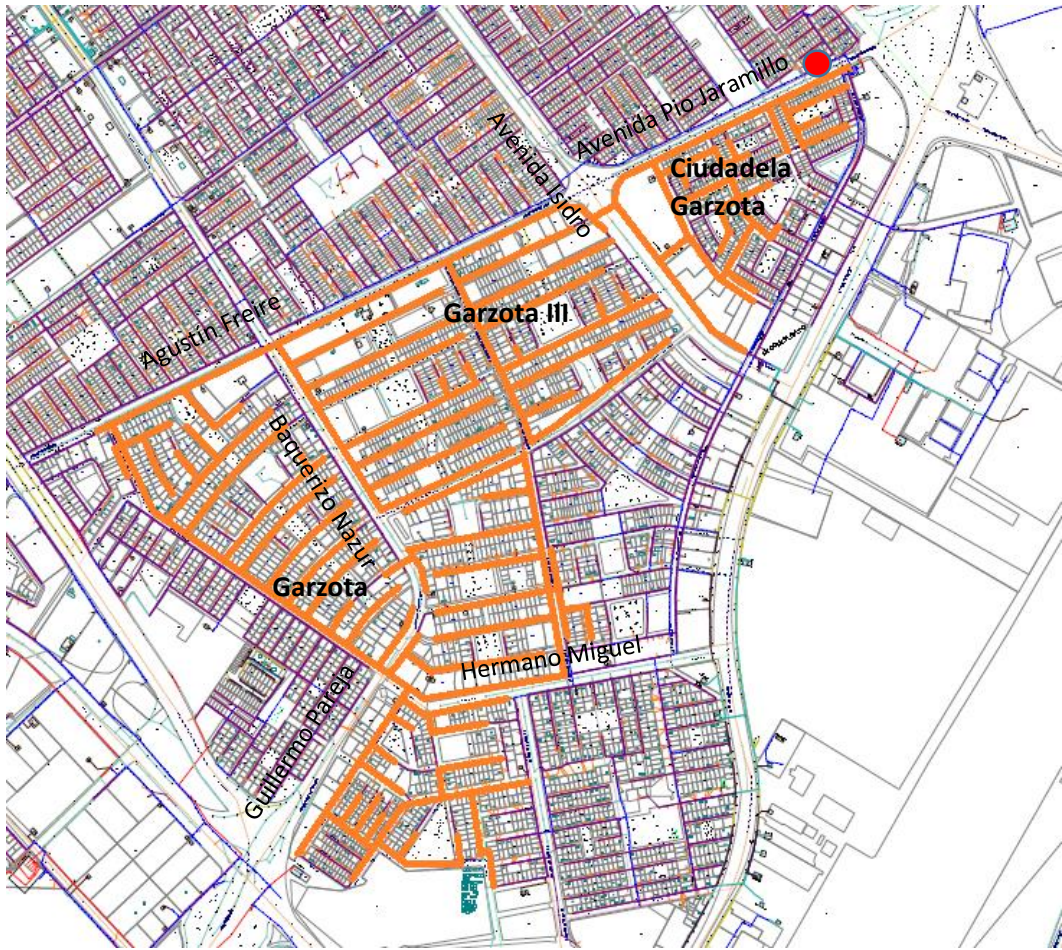


Figura A1.2 Recorrido de la alimentadora GARZOTA 4

- **Alimentadora “AEROPUERTO”:** Este alimentador, se caracteriza por ser extenso, tiene una carga máxima instalada de 6.784 [MW]. El ramal principal se dirige hacia el norte, desde la calle Dr. Camilo Narvaez hasta la calle Joaquín J. Orrantía González, brindando servicio al Terminal Terrestre de Guayaquil, locales comerciales a lo largo de la Avenida de las Américas y a la ciudadela Simón Bolívar. La figura muestra el área de cobertura con las principales vías y ciudadelas.

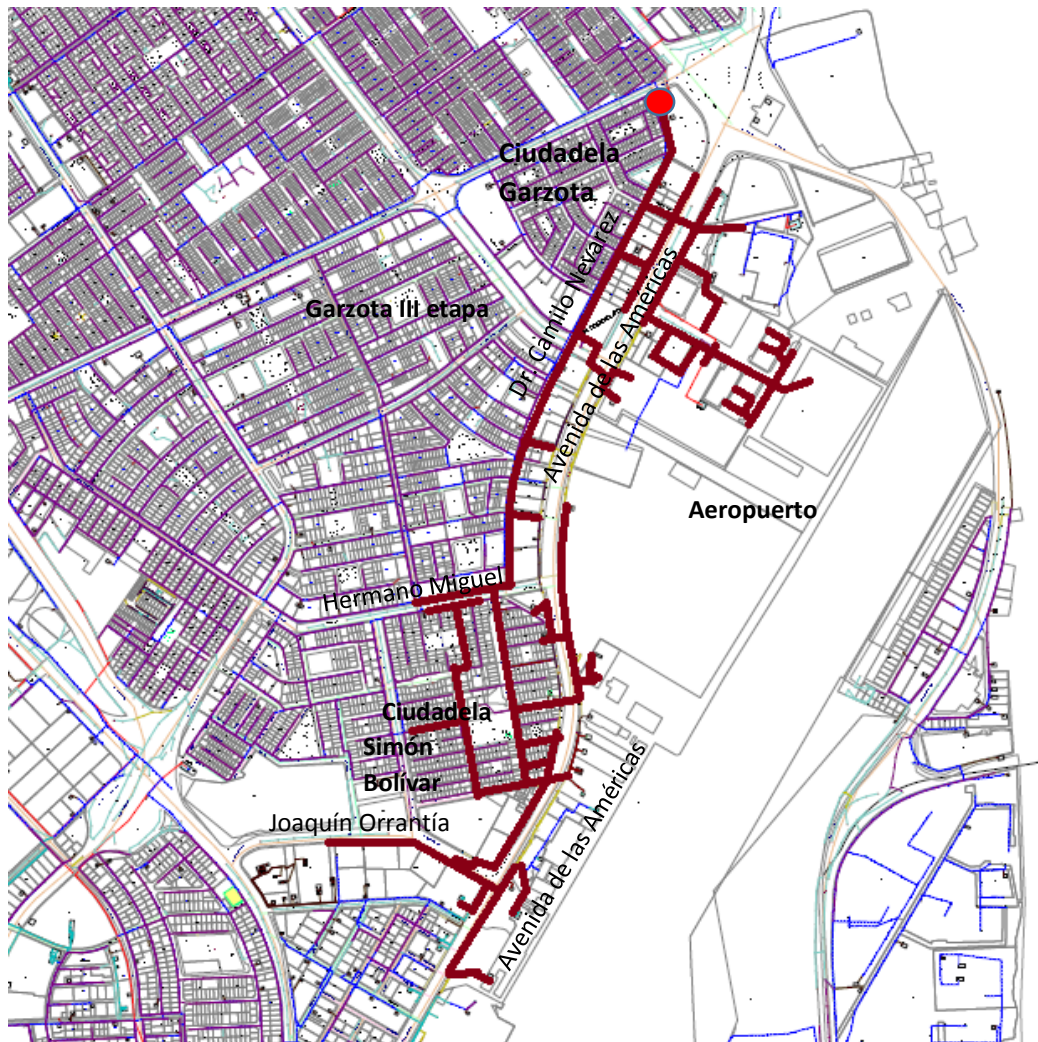


Figura A1.3 Recorrido de la alimentadora AEROPUERTO

- **Alimentadora “GRAN MANZANA”:** Este alimentador, se caracteriza por ser extenso, tiene una carga máxima instalada de 2.465 [MW]. El ramal principal se dirige hacia el norte, desde la calle Dr. Camilo Narvaez hasta la calle Joaquín J. Orrantía González, brindando servicio

a las ciudadelas: Garzota, Garzota 3era etapa, Alborada 1era etapa, Garzota Entre Ríos, Vernaza Norte. La figura muestra el área de cobertura con las principales vías y ciudadelas.

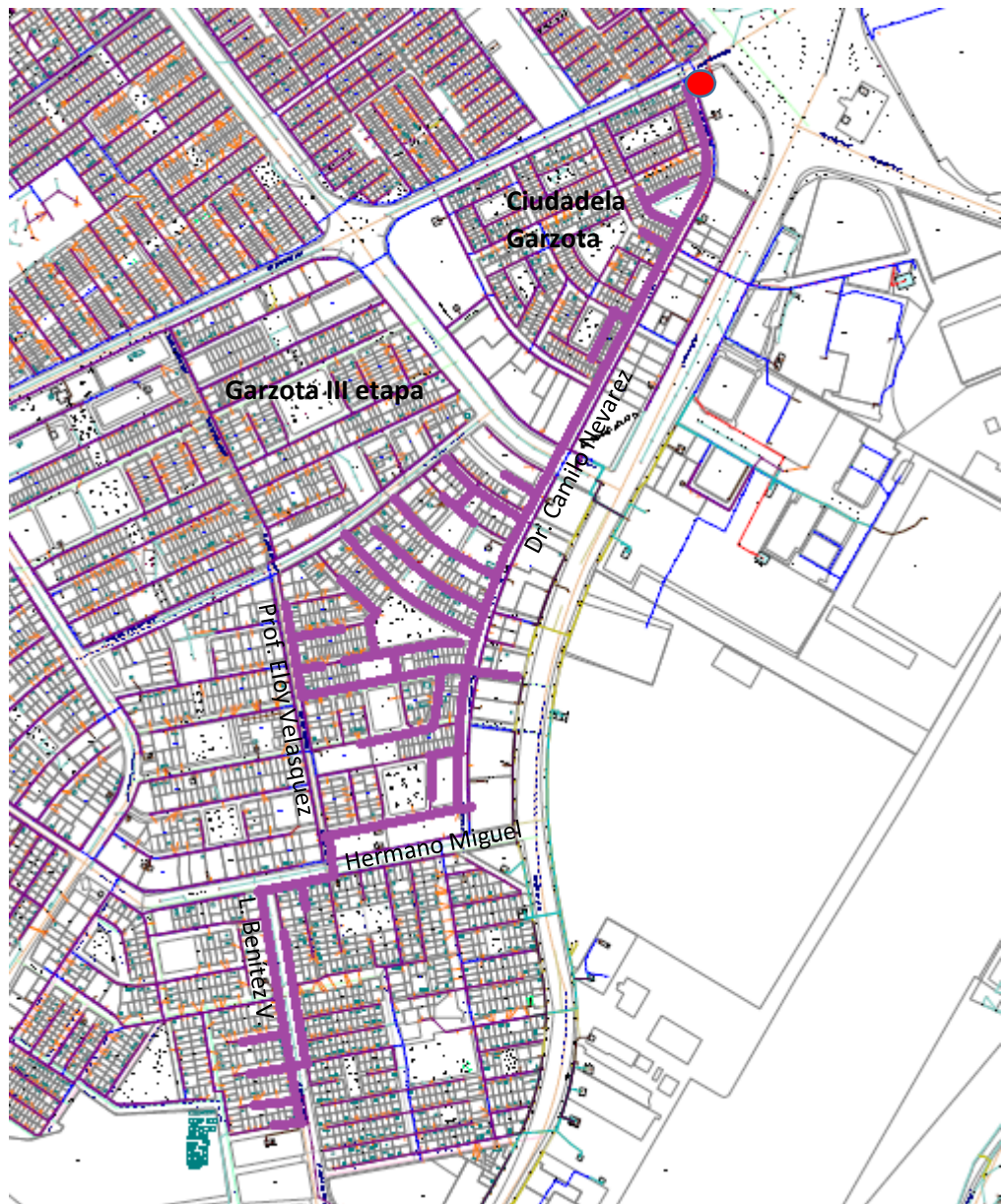


Figura A1.4 Recorrido de la alimentadora GRAN MANZANA

ANEXO 2

Histórico de carga en las alimentadoras de la subestación Garzota.

En el siguiente anexo se muestra un extracto del Historial de Carga correspondiente al mes de diciembre del 2012, con lecturas cada 15 minutos proporcionados por la Empresa Eléctrica de Guayaquil, los cuales fueron utilizados para determinar los valores de máxima y mínima carga de la subestación Garzota, datos necesarios para determinar flujo de carga en el capítulo 2.

En las siguientes tablas se muestra el historial de carga del 3 de diciembre del 2012 de cada alimentadora, el cual corresponde al día en que se presentó menor demanda en todo el mes.

| Date/Time | kW sd del | kVAR sd del | Vln a | Vln b | Vln c | Ia | Ib | Ic |
|--------------------------|-------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| 03/12/2012 0:00:00000 | 2.420.618 .652 | 0.175077 | 116.592. 659 | 117.142.1 74 | 117.151. 138 | 125.544. 968 | 90.619.04 1 | 82.380.2 26 |
| 03/12/2012 0:15:00000 | 2.383.709 .717 | 0.224522 | 116.754. 349 | 117.299.1 64 | 117.284. 752 | 122.966. 621 | 89.627.70 8 | 81.137.4 97 |
| 03/12/2012 0:30:00000 | 2.326.066 .406 | 0.000578 | 116.961. 319 | 117.488.0 98 | 117.486. 534 | 118.631. 813 | 87.994.66 7 | 79.766.9 37 |
| 03/12/2012 0:45:00000 | 2.298.684 .326 | 0.679293 | 117.069. 481 | 117.557.5 33 | 117.560. 417 | 117.006. 905 | 86.919.09 8 | 78.961.6 39 |
| 03/12/2012 1:00:00000 | 2.291.809 .082 | 0.894716 | 117.191. 208 | 117.697.1 97 | 117.691. 223 | 115.819. 237 | 87.145.92 7 | 7.879.73 4 |
| 03/12/2012 1:15:00000 | 2.253.521 .729 | 0.750322 | 117.214. 088 | 117.731.1 02 | 117.714. 172 | 114.016. 998 | 8.574.678 | 77.384.9 79 |
| 03/12/2012 1:30:00000 | 2.229.149 .658 | 0.653753 | 117.307. 602 | 117.856.5 83 | 117.817. 581 | 112.212. 212 | 85.008.81 2 | 76.807.5 41 |
| 03/12/2012 1:45:00000 | 2.231.694 .092 | 441.467 | 117.456. 741 | 117.988.5 33 | 117.947. 136 | 111.624. 596 | 85.480.45 3 | 76.964.9 43 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 03/12/2012 2:00:00000 | 2.243.587 .402 | 9.617.29 8 | 117.541. 252 | 118.042.4 65 | 117.994. 591 | 11.249.7 62 | 85.637.59 6 | 77.299.9 11 |
| 03/12/2012 2:15:00000 | 2.224.463 .379 | 5.124.51 5 | 117.514. 984 | 118.031.8 68 | 117.959. 198 | 111.141. 121 | 84.541.19 1 | 7.753.97 8 |
| 03/12/2012 2:30:00000 | 2.200.901 .855 | 3.419.37 7 | 11.753.4 47 | 118.044.4 56 | 117.953. 545 | 109.527. 237 | 8.394.841 | 76.896.0 34 |
| 03/12/2012 2:45:00000 | 2.141.753 .662 | 1.896.73 5 | 117.599. 274 | 118.084.7 02 | 118.032. 562 | 107.505. 852 | 81.501.95 3 | 74.258.2 63 |
| 03/12/2012 3:00:00000 | 2.179.994 .629 | 18.242.1 07 | 117.676. 834 | 118.146.2 33 | 118.064. 919 | 108.366. 508 | 83.595.50 5 | 75.617.9 43 |
| 03/12/2012 3:15:00000 | 2.176.915 .527 | 23.213.6 82 | 117.736. 656 | 118.217.9 41 | 11.814.4 47 | 109.486. 534 | 82.878.23 5 | 7.485.84 9 |
| 03/12/2012 3:30:00000 | 2.151.899 .414 | 7.036.04 1 | 117.838. 844 | 118.315.1 86 | 118.235. 359 | 107.965. 324 | 82.233.18 5 | 73.869.4 53 |
| 03/12/2012 3:45:00000 | 2.140.440 .918 | 8.863.74 5 | 117.881. 004 | 118.346.4 81 | 118.280. 914 | 106.067. 802 | 82.369.47 6 | 7.422.89 2 |
| 03/12/2012 4:00:00000 | 2.118.787 .598 | 4.375.97 4 | 117.889. 549 | 118.363.8 23 | 118.288. 193 | 105.798. 653 | 80.989.16 6 | 73.289.2 38 |
| 03/12/2012 4:15:00000 | 2.123.518 .555 | 6.961.40 5 | 117.955. 399 | 1.183.908 | 118.351. 082 | 105.669. 662 | 82.163.80 3 | 72.685.8 22 |
| 03/12/2012 4:30:00000 | 2.121.888 .916 | 8.511.46 2 | 117.956. 093 | 118.406.8 76 | 11.832.3 54 | 105.170. 876 | 81.953.81 2 | 7.319.44 5 |
| 03/12/2012 4:45:00000 | 2.090.435 .303 | 3.876.30 7 | 118.077. 492 | 11.849.20 | 118.439. 636 | 103.680. 878 | 80.822.20 5 | 72.002.7 31 |
| 03/12/2012 5:00:00000 | 2.048.814 .209 | 5.776.33 2 | 118.168. 587 | 118.592.3 23 | 118.546. 265 | 102.024. 681 | 78.798.58 4 | 70.744.7 36 |
| 03/12/2012 5:15:00000 | 2.076.029 .541 | 858.218 | 11.811.0 39 | 118.568.5 96 | 118.531. 197 | 10.453.9 52 | 79.545.77 6 | 70.763.7 71 |
| 03/12/2012 5:30:00000 | 2.111.702 .637 | 6.527.13 5 | 118.021. 996 | 118.464.2 72 | 11.844.1 62 | 10.571.3 28 | 81.095.02 4 | 72.346.5 96 |
| 03/12/2012 5:45:00000 | 2.090.436 .279 | 0.74403 | 117.945. 801 | 118.406.8 37 | 11.837.6 35 | 10.416.0 98 | 80.526.01 6 | 72.129.3 87 |
| 03/12/2012 6:00:00000 | 2.055.489 .258 | 0.936168 | 117.874. 878 | 118.393.8 45 | 118.356. 018 | 102.472. 015 | 79.046.75 3 | 71.147.8 81 |
| 03/12/2012 6:15:00000 | 1.952.452 .026 | 1.971.69 8 | 118.011. 093 | 118.558.4 79 | 118.450. 928 | 97.193.1 15 | 7.519.265 | 67.742.8 82 |
| 03/12/2012 6:30:00000 | 1.898.234 .863 | 0 | 118.069. 153 | 118.610.8 93 | 118.475. 464 | 94.113.3 65 | 74.415.84 8 | 64.948.3 57 |
| 03/12/2012 6:45:00000 | 1.979.314 .575 | 0.278756 | 117.923. 653 | 118.504.8 07 | 118.371. 544 | 97.388.4 89 | 78.038.13 2 | 67.639.6 33 |
| 03/12/2012 7:00:00000 | 2.072.599 .854 | 0.564285 | 117.829. 933 | 118.356.8 34 | 118.254. 303 | 99.308.2 28 | 85.860.93 1 | 68.819.8 62 |
| 03/12/2012 7:15:00000 | 2.145.747 .314 | 2.652.08 6 | 117.508. 217 | 118.026.8 25 | 117.951. 118 | 100.469. 902 | 91.248.59 6 | 7.130.82 2 |
| 03/12/2012 7:30:00000 | 2.233.826 .172 | 0.972708 | 117.056. 961 | 117.572.3 88 | 117.514. 633 | 104.602. 798 | 95.451.05 7 | 74.297.9 58 |
| 03/12/2012 7:45:00000 | 2.416.728 .027 | 7.825.40 7 | 116.712. 067 | 117.276.4 59 | 117.243. 027 | 115.105. 621 | 101.655.4 34 | 80.418.2 82 |
| 03/12/2012 8:00:00000 | 2.661.977 .051 | 47.497.4 71 | 11.664.0 06 | 117.209.2 82 | 117.185. 127 | 12.852.5 94 | 111.186.6 15 | 8.747.59 6 |
| 03/12/2012 8:15:00000 | 3.057.165 .527 | 105.457. 741 | 115.976. 059 | 116.542.7 02 | 116.626. 755 | 146.263. 245 | 12.873.05 3 | 10.225.9 46 |
| 03/12/2012 8:30:00000 | 3.534.347 .168 | 211.928. 162 | 115.253. 761 | 115.846.9 47 | 115.944. 992 | 17.230.6 61 | 148.696.1 67 | 11.751.0 17 |
| 03/12/2012 8:45:00000 | 3.844.150 .635 | 267.227. 356 | 114.551. 018 | 115.152.4 58 | 115.256. 325 | 188.962. 692 | 161.294.8 15 | 129.667. 511 |
| 03/12/2012 9:00:00000 | 4.218.365 .234 | 407.827. 576 | 114.962. 463 | 115.202.8 12 | 115.569. 572 | 207.028. 503 | 176.035.1 72 | 143.440. 109 |
| 03/12/2012 9:15:00000 | 4.637.990 .723 | 544.676. 575 | 114.807. 068 | 114.884.8 42 | 11.530.5 26 | 229.723. 541 | 191.583.0 69 | 159.888. 885 |
| 03/12/2012 9:30:00000 | 4.837.083 .984 | 576.941. 528 | 114.116. 379 | 114.108.4 29 | 114.595. 436 | 240.377. 167 | 201.051.0 41 | 168.471. 512 |
| 03/12/2012 9:45:00000 | 4.915.704 .102 | 621.061. 401 | 114.357. 567 | 114.347.4 88 | 11.483.5 03 | 244.624. 374 | 20.281.01 5 | 1.716.68 9 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 03/12/2012 10:00:0000 | 5.124.406 .738 | 768.489. 868 | 11.537.2 91 | 115.403.7 86 | 115.879. 761 | 252.961. 472 | 211.501.4 19 | 177.191. 788 |
| 03/12/2012 10:15:0000 | 5.190.225 .586 | 741.623. 291 | 114.933. 769 | 114.915.2 68 | 1.153.75 9 | 253.417. 496 | 216.578.8 42 | 181.878. 265 |
| 03/12/2012 10:30:0000 | 5.148.462 .891 | 695.356. 506 | 114.523. 491 | 114.513.9 08 | 114.992. 775 | 253.646. 255 | 214.478.3 17 | 180.062. 515 |
| 03/12/2012 10:45:0000 | 5.184.062 .012 | 718.288. 696 | 114.630. 501 | 114.654.6 94 | 115.107. 529 | 254.300. 766 | 216.519.2 87 | 181.531. 097 |
| 03/12/2012 11:00:0000 | 5.281.897 .949 | 715.173. 462 | 114.419. 441 | 114.455.8 11 | 114.891. 998 | 26.133.7 83 | 219.542.6 03 | 184.745. 193 |
| 03/12/2012 11:15:0000 | 5.286.830 .566 | 66.953.1 25 | 114.115. 494 | 114.133.8 65 | 114.560. 699 | 26.116.6 87 | 221.431.2 74 | 184.653. 778 |
| 03/12/2012 11:45:0000 | 5.383.133 .789 | 664.539. 734 | 113.642. 792 | 113.617.0 12 | 114.136. 818 | 268.565. 674 | 224.873.7 79 | 188.495. 422 |
| 03/12/2012 12:00:0000 | 5.446.976 .074 | 669.423. 889 | 113.420. 784 | 113.401.2 22 | 113.939. 491 | 271.819. 366 | 228.731.7 35 | 19.069.9 86 |
| 03/12/2012 12:15:0000 | 5.532.160 .645 | 702.769. 287 | 113.634. 506 | 113.621.1 78 | 114.142. 998 | 274.414. 948 | 232.096.0 39 | 194.595. 886 |
| 03/12/2012 12:30:0000 | 5.598.025 .879 | 751.367. 615 | 113.760. 956 | 113.808.1 13 | 114.279. 114 | 277.744. 049 | 233.556.1 52 | 197.873. 398 |
| 03/12/2012 12:45:0000 | 5.581.874 .512 | 76.470.9 29 | 113.636. 948 | 113.661.7 28 | 114.105. 148 | 277.929. 962 | 230.878.6 32 | 199.437. 119 |
| 03/12/2012 13:00:0000 | 5.585.006 .348 | 74.616.7 48 | 113.523. 476 | 11.355.23 3 | 113.995. 544 | 277.855. 042 | 231.583.6 79 | 199.561. 951 |
| 03/12/2012 13:15:0000 | 5.660.352 .539 | 762.511. 719 | 113.558. 014 | 113.554.8 63 | 114.049. 126 | 280.739. 471 | 234.817.3 37 | 202.771. 698 |
| 03/12/2012 13:45:0000 | 5.605.773 .926 | 711.763. 306 | 112.494. 781 | 11.254.46 7 | 113.048. 241 | 282.279. 907 | 232.368.2 86 | 202.485. 245 |
| 03/12/2012 14:00:0000 | 5.595.776 .855 | 663.942. 627 | 112.350. 067 | 11.236.92 4 | 112.870. 262 | 282.271. 393 | 23.253.77 2 | 201.327. 545 |
| 03/12/2012 14:15:0000 | 5.676.194 .824 | 678.322. 876 | 112.044. 212 | 11.205.47 1 | 112.557. 434 | 288.483. 063 | 23.701.82 5 | 203.099. 655 |
| 03/12/2012 14:30:0000 | 5.729.474 .609 | 687.110. 413 | 111.931. 824 | 112.000.7 02 | 112.483. 887 | 291.661. 041 | 24.034.31 4 | 203.995. 819 |
| 03/12/2012 14:45:0000 | 5.753.418 .457 | 704.174. 683 | 112.041. 458 | 11.210.60 1 | 112.626. 572 | 294.531. 433 | 237.787.1 86 | 206.331. 573 |
| 03/12/2012 15:00:0000 | 5.838.176 .758 | 734.321. 594 | 111.907. 898 | 112.002.3 19 | 112.543. 961 | 298.940. 552 | 241.474.3 65 | 21.010.8 17 |
| 03/12/2012 15:30:0000 | 5.835.839 .355 | 733.988. 708 | 112.346. 687 | 112.374.5 35 | 11.291.3 04 | 298.052. 399 | 241.713.5 31 | 207.790. 924 |
| 03/12/2012 15:45:0000 | 5.833.863 .281 | 741.707. 153 | 112.508. 621 | 112.522.7 81 | 113.016. 777 | 297.646. 515 | 241.212.2 96 | 207.659. 164 |
| 03/12/2012 16:00:0000 | 5.827.662 .598 | 758.262. 695 | 112.600. 906 | 112.600.6 62 | 113.073. 906 | 297.747. 375 | 239.182.8 46 | 208.595. 535 |
| 03/12/2012 16:15:0000 | 5.728.483 .398 | 745.345. 947 | 112.969. 078 | 112.935.0 59 | 113.403. 175 | 29.252.8 29 | 233.627.7 62 | 204.333. 572 |
| 03/12/2012 16:30:0000 | 5.716.218 .262 | 756.197. 693 | 113.041. 245 | 112.970.3 22 | 113.468. 231 | 290.524. 506 | 233.848.2 97 | 204.415. 436 |
| 03/12/2012 16:45:0000 | 5.717.102 .539 | 821.029. 907 | 113.291. 695 | 113.181.2 44 | 113.663. 223 | 290.362. 061 | 233.122.9 71 | 205.085. 541 |
| 03/12/2012 17:00:0000 | 5.654.971 .191 | 838.468. 689 | 113.505. 501 | 113.409.0 19 | 113.893. 013 | 288.058. 258 | 230.197.6 78 | 201.400. 696 |
| 03/12/2012 17:15:0000 | 5.606.337 .891 | 873.387. 756 | 113.762. 207 | 11.371.13 8 | 114.183. 601 | 285.893. 738 | 227.168.5 79 | 199.434. 845 |
| 03/12/2012 17:30:0000 | 5.334.324 .219 | 786.661. 926 | 113.698. 547 | 11.362.05 9 | 114.101. 547 | 274.241. 547 | 215.235.5 35 | 188.105. 896 |
| 03/12/2012 17:45:0000 | 5.182.428 .711 | 809.674. 011 | 114.282. 829 | 114.200.6 61 | 114.670. 113 | 267.947. 662 | 206.324.2 95 | 181.579. 666 |
| 03/12/2012 18:30:0000 | 4.545.892 .578 | 577.214. 661 | 115.405. 075 | 115.421.5 77 | 11.579.4 96 | 23.498.0 27 | 172.828.6 59 | 159.675. 858 |
| 03/12/2012 18:45:0000 | 4.507.179 .688 | 52.287.3 23 | 114.962. 341 | 115.009.4 99 | 115.554. 634 | 237.193. 283 | 170.118.8 51 | 156.601. 669 |
| 03/12/2012 19:00:0000 | 4.286.299 .316 | 4.271.82 8 | 115.364. 708 | 115.360.8 47 | 115.938. 751 | 225.075. 439 | 161.307.9 68 | 147.430. 099 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 03/12/2012 19:15:00000 | 4.076.405 .273 | 393.868. 195 | 116.057. 068 | 116.064.2 78 | 11.662.2 49 | 212.313. 278 | 154.065.1 86 | 138.438. 644 |
| 03/12/2012 19:30:00000 | 3.984.447 .754 | 389.467. 987 | 116.416. 214 | 116.391.2 58 | 116.933. 304 | 207.759. 567 | 150.166.3 06 | 134.277. 969 |
| 03/12/2012 19:45:00000 | 3.860.473 .633 | 364.975. 311 | 116.638. 817 | 116.700.2 87 | 11.719.3 84 | 202.519. 943 | 143.912.1 25 | 129.510. 468 |
| 03/12/2012 20:15:00000 | 3.657.668 .213 | 344.092. 651 | 117.053. 978 | 11.706.46 9 | 117.619. 034 | 190.757. 111 | 136.192.8 56 | 122.727. 135 |
| 03/12/2012 20:30:00000 | 3.545.525 .879 | 303.705. 658 | 11.695.1 63 | 117.000.2 59 | 117.577. 682 | 185.762. 299 | 131.704.5 75 | 118.492. 203 |
| 03/12/2012 20:45:00000 | 3.491.312 .988 | 292.589. 691 | 116.943. 352 | 117.036.7 58 | 117.557. 068 | 182.829. 391 | 128.560.7 15 | 117.922. 005 |
| 03/12/2012 21:00:00000 | 3.379.227 .539 | 279.868. 988 | 117.260. 971 | 117.383.1 71 | 117.885. 948 | 176.853. 928 | 123.959.3 66 | 113.819. 534 |
| 03/12/2012 21:15:00000 | 3.338.748 .535 | 294.295. 197 | 117.580. 025 | 117.702.7 74 | 118.170. 845 | 173.565. 369 | 123.124.8 25 | 112.241. 898 |
| 03/12/2012 21:30:00000 | 3.216.553 .223 | 252.717. 957 | 117.468. 185 | 117.620.6 74 | 118.149. 582 | 165.039. 413 | 119.991.5 31 | 108.976. 959 |
| 03/12/2012 22:00:00000 | 3.110.842 .285 | 155.286. 896 | 116.971. 703 | 117.112.5 26 | 117.658. 325 | 163.404. 282 | 114.931.9 69 | 103.733. 955 |
| 03/12/2012 22:15:00000 | 2.971.284 .424 | 84.005.5 92 | 116.851. 242 | 116.936.7 07 | 117.464. 844 | 156.430. 618 | 109.605.1 71 | 99.227.2 42 |
| 03/12/2012 22:45:00000 | 2.916.911 .133 | 127.260. 948 | 117.249. 962 | 117.347.9 46 | 117.843. 346 | 152.748. 627 | 106.541.5 27 | 98.512.4 13 |
| 03/12/2012 23:00:00000 | 2.888.358 .398 | 108.282. 257 | 116.979. 324 | 117.401.9 78 | 117.533. 981 | 14.987.3 52 | 106.617.5 16 | 98.270.1 42 |
| 03/12/2012 23:15:00000 | 2.788.924 .805 | 4.148.83 3 | 116.241. 516 | 116.782.0 28 | 116.808. 548 | 146.166. 504 | 103.111.3 82 | 9.491.70 3 |
| 03/12/2012 23:30:00000 | 2.783.946 .045 | 6.627.44 5 | 116.537. 628 | 117.063.0 04 | 11.708.4 03 | 145.188. 187 | 103.016.4 64 | 94.618.1 34 |
| 03/12/2012 23:45:00000 | 2.652.491 .943 | 17.683.0 44 | 116.728. 683 | 117.241.5 54 | 117.243. 591 | 139.164. 886 | 97.798.75 9 | 89.531.5 02 |

Tabla A2.1 Historial Carga (mínima demanda) – Alimentadora Aeropuerto
03/12/2012.

| Date/Time | kW sd del | kVAR sd del | Vln a | Vln b | Vln c | la | lb | lc |
|--------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| 03/12/2012 0:00:00000 | 1.020.462 .524 | 395.198. 364 | 116.662.2 31 | 117.197. 388 | 117.177. 376 | 37.855.9 11 | 36.990.2 27 | 59.269.1 73 |
| 03/12/2012 0:15:00000 | 993.226.3 79 | 388.357. 422 | 116.819.6 95 | 117.351. 044 | 117.305. 756 | 37.166.0 42 | 35.912.0 94 | 57.465.5 91 |
| 03/12/2012 0:30:00000 | 959.112.7 32 | 372.406. 494 | 117.027.4 66 | 117.538. 864 | 117.508. 644 | 365.173 | 34.515.3 96 | 54.742.2 52 |
| 03/12/2012 0:45:00000 | 927.255.4 32 | 356.132. 721 | 117.136.1 39 | 117.610. 062 | 117.583. 244 | 34.991.4 74 | 34.185.1 62 | 52.184.5 36 |
| 03/12/2012 1:00:00000 | 928.051.4 53 | 364.955. 902 | 117.258.1 25 | 117.748. 863 | 117.713. 402 | 35.207.6 72 | 33.692.5 47 | 52.799.0 72 |
| 03/12/2012 1:15:00000 | 912.509.0 94 | 354.991. 486 | 117.280.3 73 | 117.783. 401 | 117.736. 603 | 34.723.2 63 | 33.479.9 08 | 51.297.4 82 |
| 03/12/2012 1:30:00000 | 890.547.3 63 | 362.798. 798 | 117.373.2 91 | 11.790.8 02 | 11.784.0 24 | 33.970.4 06 | 33.305.4 35 | 49.962.0 17 |
| 03/12/2012 1:45:00000 | 88.053.18 6 | 357.221. 344 | 11.752.56 2 | 1.180.41 1 | 117.971. 375 | 33.667.1 37 | 33.327.8 43 | 48.725.5 78 |
| 03/12/2012 2:00:00000 | 880.904.5 41 | 366.747. 223 | 117.607.0 71 | 118.092. 979 | 118.015. 358 | 33.411.1 02 | 33.278.3 93 | 49.486.9 58 |
| 03/12/2012 2:15:00000 | 859.194.0 31 | 363.899. 658 | 117.581.4 06 | 118.082. 321 | 117.981. 407 | 33.315.9 41 | 32.295.7 15 | 48.035.0 04 |
| 03/12/2012 2:30:00000 | 853.193.1 76 | 35.007.9 62 | 117.601.1 58 | 118.094. 429 | 117.975. 235 | 33.086.7 46 | 32.014.1 98 | 47.233.3 37 |
| 03/12/2012 2:45:00000 | 834.695.6 79 | 347.219. 574 | 117.668.0 37 | 118.137. 596 | 11.805.6 87 | 3.224.69 1 | 31.850.7 25 | 45.987.3 35 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|------------------------|
| 03/12/2012 3:00:00000 | 849.171.3 87 | 365.578. 674 | 117.742.3 86 | 118.196. 434 | 118.086. 342 | 33.019.6 69 | 32.724.2 89 | 46.742.7 02 |
| 03/12/2012 3:15:00000 | 83.820.81 3 | 370.061. 157 | 11.780.55 8 | 11.827.1 24 | 118.169. 609 | 32.767.0 02 | 31.818.5 48 | 46.863.5 03 |
| 03/12/2012 3:30:00000 | 834.432.1 29 | 373.960. 358 | 117.906.6 31 | 118.366. 371 | 118.258. 415 | 32.954.4 87 | 31.883.3 73 | 46.298.5 99 |
| 03/12/2012 3:45:00000 | 803.891.2 35 | 361.959. 137 | 117.948.5 63 | 118.397. 408 | 118.303. 551 | 31.828.2 47 | 30.676.7 77 | 44.676.9 83 |
| 03/12/2012 4:00:00000 | 780.959.6 56 | 361.338. 745 | 117.958.0 99 | 118.415. 695 | 118.313. 087 | 30.694.4 96 | 29.725.6 58 | 44.250.0 69 |
| 03/12/2012 4:15:00000 | 777.653.1 98 | 363.026. 703 | 118.022.0 87 | 118.441. 765 | 118.374. 054 | 30.895.3 13 | 29.715.0 38 | 43.748.7 34 |
| 03/12/2012 4:30:00000 | 78.353.12 5 | 375.468. 506 | 11.802.56 2 | 118.460. 167 | 118.348. 549 | 31.372.2 08 | 30.144.3 86 | 44.117.6 38 |
| 03/12/2012 4:45:00000 | 784.381.1 65 | 373.425. 995 | 118.145.8 97 | 118.543. 976 | 118.463. 959 | 31.207.7 73 | 30.431.4 21 | 4.389.80 9 |
| 03/12/2012 5:00:00000 | 771.676.6 97 | 346.935. 028 | 118.233.2 92 | 118.642. 052 | 118.568. 459 | 30.751.7 66 | 29.729.8 28 | 42.292.9 38 |
| 03/12/2012 5:15:00000 | 776.263.6 72 | 363.611. 084 | 118.178.1 08 | 118.620. 026 | 11.855.5 87 | 30.923.8 41 | 29.908.3 82 | 43.322.2 01 |
| 03/12/2012 5:30:00000 | 773.719.8 49 | 355.221. 527 | 118.085.7 09 | 11.851.1 49 | 118.461. 739 | 31.037.0 12 | 30.309.6 37 | 42.188.2 97 |
| 03/12/2012 5:45:00000 | 782.551.5 75 | 35.250.4 73 | 118.011.7 65 | 118.456. 528 | 118.398. 552 | 31.904.1 02 | 2.990.04 8 | 426.063 |
| 03/12/2012 6:00:00000 | 786.755.1 27 | 358.196. 594 | 117.943.9 16 | 118.446. 877 | 118.381. 416 | 31.948.1 74 | 30.058.1 04 | 4.318.86 1 |
| 03/12/2012 6:15:00000 | 807.739.3 19 | 375.845. 093 | 118.081.8 02 | 118.612. 251 | 118.477. 066 | 32.338.7 37 | 3.092.58 5 | 44.958.0 76 |
| 03/12/2012 6:30:00000 | 802.753.6 62 | 379.398. 163 | 118.133.4 69 | 118.659. 454 | 118.496. 307 | 325.546 | 2.968.11 1 | 45.560.0 47 |
| 03/12/2012 6:45:00000 | 808.361.2 67 | 378.198. 334 | 117.988.1 13 | 118.552. 818 | 118.392. 685 | 33.547.3 44 | 301.171 | 44.753.4 29 |
| 03/12/2012 7:00:00000 | 863.110.5 96 | 400.065. 338 | 11.789.67 9 | 118.406. 738 | 118.277. 321 | 34.766.4 57 | 32.772.7 81 | 48.040.6 11 |
| 03/12/2012 7:15:00000 | 896.469.5 43 | 419.091. 949 | 11.756.89 7 | 118.071. 548 | 117.969. 254 | 36.434.9 37 | 34.059.1 66 | 49.954.8 45 |
| 03/12/2012 7:30:00000 | 928.058.7 77 | 420.954. 132 | 117.116.7 45 | 117.616. 493 | 117.531. 525 | 38.437.3 32 | 35.387.3 56 | 50.606.9 49 |
| 03/12/2012 7:45:00000 | 1.046.268 .677 | 470.165. 619 | 116.776.4 13 | 117.326. 309 | 117.266. 273 | 43.334.2 32 | 40.069.2 86 | 56.843.4 68 |
| 03/12/2012 8:00:00000 | 1.135.211 .914 | 492.858. 307 | 116.702.2 17 | 117.253. 761 | 117.204. 491 | 46.180.7 98 | 43.743.4 39 | 61.425.2 47 |
| 03/12/2012 8:15:00000 | 1.229.590 .576 | 485.612. 976 | 116.025.8 79 | 116.577. 896 | 116.636. 322 | 49.782.9 63 | 47.907.6 73 | 64.809.2 42 |
| 03/12/2012 8:30:00000 | 1.382.046 .265 | 507.187. 561 | 11.531.42 7 | 115.891. 724 | 115.962. 708 | 54.171.9 28 | 54.108.6 27 | 736.539 |
| 03/12/2012 8:45:00000 | 1.479.620 .605 | 516.357. 605 | 114.600.9 29 | 115.187. 927 | 11.526.6 06 | 58.429.7 94 | 57.634.8 72 | 78.778.4 73 |
| 03/12/2012 9:00:00000 | 162.312.5 61 | 555.811. 401 | 115.045.9 98 | 115.262. 848 | 115.607. 376 | 6.520.16 3 | 62.920.0 97 | 84.588.0 58 |
| 03/12/2012 9:15:00000 | 1.771.989 .624 | 568.465. 454 | 114.858.8 49 | 114.921. 295 | 115.315. 277 | 69.557.3 73 | 70.378.1 97 | 9.139.16 4 |
| 03/12/2012 9:30:00000 | 1.942.043 .335 | 598.681. 519 | 114.169.7 85 | 114.146. 339 | 114.607. 323 | 78.048.2 25 | 78.678.4 44 | 97.450.2 33 |
| 03/12/2012 9:45:00000 | 199.913.5 01 | 617.356. 323 | 114.444.6 87 | 114.421. 295 | 114.882. 164 | 79.238.1 44 | 81.729.4 24 | 100.113. 075 |
| 03/12/2012 10:00:00000 | 2.041.780 .884 | 683.964. 294 | 115.435.6 31 | 115.452. 293 | 11.589.9 62 | 80.912.0 48 | 82.856.8 19 | 102.539. 566 |
| 03/12/2012 10:15:00000 | 2.040.449 .463 | 642.054. 016 | 114.990.1 73 | 114.957. 146 | 115.389. 236 | 81.210.0 75 | 81.785.7 59 | 102.702. 507 |
| 03/12/2012 10:30:00000 | 2.074.733 .154 | 651.910. 339 | 114.586.2 35 | 114.562. 683 | 115.013. 863 | 82.061.2 87 | 85.026.1 61 | 103.941. 963 |
| 03/12/2012 10:45:00000 | 2.117.276 .611 | 684.219. 604 | 114.693.3 36 | 114.704. 506 | 115.127. 541 | 84.243.9 88 | 84.642.1 97 | 108.117. 577 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 03/12/2012 11:00:0000 | 2.110.790 .039 | 644.842. 102 | 11.448.05 3 | 1.145.03 7 | 114.910. 934 | 83.669.4 56 | 84.912.0 33 | 106.671. 898 |
| 03/12/2012 11:15:0000 | 2.128.918 .213 | 667.704. 468 | 114.174.3 93 | 114.179. 604 | 114.575. 905 | 84.004.5 09 | 85.631.9 05 | 109.414. 673 |
| 03/12/2012 11:30:0000 | 2.132.208 .008 | 659.336. 548 | 113.886.1 31 | 113.872. 047 | 114.323. 273 | 83.558.7 39 | 86.562.5 99 | 109.681. 244 |
| 03/12/2012 11:45:0000 | 2.130.841 .797 | 645.753. 052 | 113.703.0 11 | 113.665. 161 | 114.155. 701 | 84.896.9 88 | 85.424.2 86 | 109.281. 082 |
| 03/12/2012 12:00:0000 | 2.173.683 .594 | 666.023. 193 | 113.485.3 44 | 113.454. 094 | 11.396.3 12 | 87.229.1 72 | 86.937.5 61 | 111.798. 325 |
| 03/12/2012 12:15:0000 | 2.183.269 .531 | 665.589. 294 | 113.698.0 82 | 113.674. 156 | 114.163. 101 | 88.558.2 89 | 85.861.1 15 | 112.133. 415 |
| 03/12/2012 12:30:0000 | 2.173.650 .391 | 669.438. 843 | 113.826.2 25 | 113.862. 335 | 114.301. 422 | 87.959.6 86 | 84.868.0 88 | 112.301. 521 |
| 03/12/2012 12:45:0000 | 2.179.296 .143 | 678.670. 837 | 113.698.0 29 | 11.371.2 09 | 114.123. 154 | 87.901.1 61 | 85.414.0 09 | 113.235. 886 |
| 03/12/2012 13:00:0000 | 2.165.692 .139 | 670.966. 736 | 113.583.6 03 | 113.601. 547 | 114.013. 054 | 86.874.7 48 | 84.714.3 63 | 113.312. 416 |
| 03/12/2012 13:15:0000 | 2.112.787 .598 | 633.890. 198 | 113.615.7 99 | 113.601. 631 | 1.140.63 4 | 84.672.1 34 | 82.737.3 96 | 109.710. 083 |
| 03/12/2012 13:30:0000 | 2.101.322 .998 | 621.570. 251 | 113.046.2 95 | 11.303.3 76 | 113.485. 924 | 83.408.3 79 | 83.173.3 17 | 110.153. 603 |
| 03/12/2012 13:45:0000 | 2.164.919 .189 | 633.791. 992 | 112.546.4 86 | 112.587. 532 | 113.057. 732 | 87.090.4 85 | 83.970.9 63 | 114.915. 009 |
| 03/12/2012 14:00:0000 | 2.180.349 .854 | 631.413. 757 | 112.410.4 61 | 112.419. 029 | 112.885. 536 | 85.857.1 47 | 84.862.6 71 | 117.478. 081 |
| 03/12/2012 14:15:0000 | 2.224.353 .516 | 63.598.9 38 | 112.102.5 16 | 112.104. 408 | 112.571. 678 | 88.195.2 13 | 88.195.6 63 | 118.143. 143 |
| 03/12/2012 14:30:0000 | 2.373.971 .924 | 683.344. 666 | 111.993.5 53 | 112.054. 352 | 112.502. 258 | 93.961.2 96 | 93.851.6 08 | 126.916. 878 |
| 03/12/2012 14:45:0000 | 2.388.729 .004 | 680.703. 674 | 112.096.5 65 | 112.153. 305 | 112.638. 885 | 94.507.6 29 | 94.798.5 31 | 12.682.3 99 |
| 03/12/2012 15:00:0000 | 2.441.456 .299 | 698.380. 676 | 111.972.3 28 | 112.060. 211 | 112.565. 567 | 97.509.6 66 | 95.167.9 84 | 13.076.9 15 |
| 03/12/2012 15:15:0000 | 2.445.154 .053 | 695.175. 476 | 112.233.4 37 | 112.321. 136 | 112.821. 251 | 97.746.1 78 | 95.820.5 64 | 129.433. 701 |
| 03/12/2012 15:30:0000 | 2.492.827 .148 | 705.558. 167 | 112.409.1 26 | 11.242.9 26 | 112.930. 183 | 99.160.6 37 | 97.317.0 93 | 132.316. 971 |
| 03/12/2012 15:45:0000 | 2.409.424 .805 | 703.497. 437 | 112.571.9 91 | 112.578. 262 | 113.035. 393 | 96.297.5 31 | 93.927.1 24 | 127.953. 949 |
| 03/12/2012 16:00:0000 | 2.406.368 .164 | 707.072. 876 | 112.663.6 66 | 112.654. 427 | 113.090. 355 | 95.920.1 89 | 93.739.6 01 | 128.079. 636 |
| 03/12/2012 16:15:0000 | 2.380.378 .418 | 68.815.5 09 | 113.033.3 25 | 112.992. 577 | 113.421. 501 | 9.538.32 7 | 93.308.6 32 | 124.255. 783 |
| 03/12/2012 16:30:0000 | 2.361.327 .881 | 681.403. 625 | 113.104.8 89 | 113.026. 672 | 113.487. 221 | 94.298.5 53 | 93.818.9 16 | 12.218.0 42 |
| 03/12/2012 16:45:0000 | 2.368.860 .352 | 72.091.2 17 | 113.355.4 76 | 113.238. 495 | 113.681. 412 | 94.291.0 23 | 94.047.0 05 | 123.698. 105 |
| 03/12/2012 17:00:0000 | 2.303.663 .574 | 719.213. 806 | 113.568.6 04 | 113.465. 935 | 113.911. 606 | 90.825.2 26 | 90.539.8 94 | 122.129. 105 |
| 03/12/2012 17:15:0000 | 2.269.937 .256 | 71.554.1 26 | 11.382.23 5 | 113.765. 068 | 114.198. 265 | 89.571.5 18 | 89.200.4 55 | 119.797. 928 |
| 03/12/2012 17:30:0000 | 2.177.301 .025 | 690.856. 995 | 113.768.7 76 | 113.683. 716 | 114.125. 244 | 85.409.2 64 | 86.169.4 72 | 115.164. 116 |
| 03/12/2012 17:45:0000 | 2.097.138 .672 | 664.009. 094 | 114.348.5 87 | 114.259. 117 | 114.689. 644 | 82.131.5 99 | 83.031.9 82 | 109.568. 863 |
| 03/12/2012 18:00:0000 | 2.086.133 .057 | 685.005. 737 | 114.692.8 02 | 114.586. 288 | 115.067. 711 | 81.956.4 74 | 82.737.6 48 | 108.702. 637 |
| 03/12/2012 18:15:0000 | 2.026.784 .302 | 677.679. 871 | 115.206.1 23 | 115.174. 347 | 115.579. 727 | 8.001.16 5 | 79.275.1 01 | 105.584. 106 |
| 03/12/2012 18:30:0000 | 1.956.775 .146 | 631.880. 249 | 115.462.7 15 | 115.472. 656 | 115.807. 632 | 75.467.9 87 | 76.345.5 81 | 102.530. 449 |
| 03/12/2012 18:45:0000 | 1.955.926 .025 | 6.330.67 2 | 115.024.9 33 | 115.063. 278 | 115.571. 754 | 76.373.4 36 | 76.238.9 07 | 102.484. 131 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 03/12/2012 19:00:00000 | 1.969.338 .379 | 633.522. 827 | 11.543.50 2 | 115.422. 638 | 115.962. 395 | 75.516.0 22 | 77.835.3 58 | 102.515. 976 |
| 03/12/2012 19:15:00000 | 1.898.961 .548 | 636.014. 526 | 116.128.6 77 | 116.127. 243 | 11.664.8 01 | 72.594.9 25 | 74.730.2 02 | 98.945.3 28 |
| 03/12/2012 19:30:00000 | 1.852.616 .211 | 638.390. 076 | 116.482.8 19 | 116.449. 432 | 116.952. 927 | 69.453.4 91 | 72.568.6 57 | 98.319.9 23 |
| 03/12/2012 19:45:00000 | 1.806.793 .091 | 628.520. 874 | 116.707.8 86 | 116.761. 238 | 11.721.7 85 | 67.768.5 39 | 6.947.87 6 | 96.867.3 02 |
| 03/12/2012 20:00:00000 | 1.832.650 .635 | 650.201. 477 | 117.030.9 37 | 117.059. 326 | 117.548. 691 | 69.382.7 67 | 70.555.8 93 | 97.401.9 24 |
| 03/12/2012 20:15:00000 | 1.758.905 .029 | 622.324. 097 | 117.118.8 66 | 117.119. 911 | 117.638. 618 | 65.524.8 79 | 67.149.3 15 | 94.911.6 44 |
| 03/12/2012 20:30:00000 | 1.730.740 .601 | 60.410.5 53 | 117.011.9 86 | 117.051. 651 | 117.591. 331 | 6.470.63 6 | 66.689.1 78 | 9.238.66 5 |
| 03/12/2012 20:45:00000 | 1.699.950 .806 | 600.168. 884 | 117.009.3 15 | 117.091. 881 | 117.577. 469 | 63.977.8 56 | 65.720.3 37 | 90.391.4 34 |
| 03/12/2012 21:00:00000 | 1.645.713 .013 | 593.310. 547 | 117.329.5 21 | 117.441. 338 | 117.907. 776 | 60.676.4 41 | 62.676.4 76 | 89.668.1 67 |
| 03/12/2012 21:15:00000 | 1.565.140 .015 | 566.581. 726 | 117.651.8 86 | 117.763. 535 | 118.195. 465 | 56.777.3 21 | 59.112.1 56 | 86.329.5 29 |
| 03/12/2012 21:30:00000 | 1.536.228 .882 | 568.197. 021 | 117.526.4 43 | 117.668. 175 | 118.164. 482 | 56.170.7 61 | 57.915.8 21 | 85.042.0 76 |
| 03/12/2012 21:45:00000 | 1.495.931 .763 | 552.855. 835 | 117.522.8 58 | 117.660. 728 | 118.186. 729 | 53.483.5 21 | 55.640.0 38 | 84.775.4 14 |
| 03/12/2012 22:00:00000 | 1.489.311 .157 | 508.124. 847 | 117.017.3 65 | 117.145. 287 | 117.658. 089 | 53.177.2 08 | 54.963.6 42 | 84.012.4 21 |
| 03/12/2012 22:15:00000 | 1.426.482 .788 | 46.646.9 36 | 116.925.6 74 | 116.999. 832 | 117.494. 011 | 50.508.0 03 | 51.996.2 46 | 8.100.76 6 |
| 03/12/2012 22:30:00000 | 1.415.634 .888 | 48.509.0 82 | 117.051.8 42 | 117.149. 445 | 117.664. 261 | 50.343.7 19 | 51.175.2 17 | 81.196.6 63 |
| 03/12/2012 22:45:00000 | 1.424.864 .136 | 485.494. 781 | 117.319.2 14 | 117.404. 999 | 117.865. 875 | 49.822.4 11 | 51.748.8 37 | 81.855.7 36 |
| 03/12/2012 23:00:00000 | 1.379.700 .928 | 454.979. 279 | 117.026.1 84 | 11.744.2 94 | 117.536. 652 | 48.425.9 91 | 49.829.9 26 | 7.911.04 2 |
| 03/12/2012 23:15:00000 | 1.313.213 .135 | 412.795. 166 | 116.313.5 83 | 116.841. 728 | 116.834. 366 | 460.667 | 46.689.6 67 | 76.291.1 22 |
| 03/12/2012 23:30:00000 | 1.305.442 .139 | 440.505. 768 | 116.606.8 34 | 117.118. 332 | 117.108. 826 | 46.969.1 16 | 46.793.8 92 | 74.990.8 68 |
| 03/12/2012 23:45:00000 | 1.279.477 .905 | 456.248. 596 | 116.794.5 71 | 1.172.94 8 | 117.263. 741 | 45.999.4 09 | 46.375.7 06 | 73.783.3 79 |

Tabla A2.2 Historial Carga (mínima demanda) – Alimentadora Gran Manzana
03/12/2012.

| Date/Time | kW sd del | kVAR sd del | Vln a | Vln b | Vln c | la | lb | lc |
|--------------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 03/12/2012 0:00:00000 | 2.526.62 2.803 | 0 | 116.665. 535 | 11.720.03 4 | 117.230.5 68 | 111.356. 354 | 106.053.9 55 | 129.090. 866 |
| 03/12/2012 0:15:00000 | 2.465.39 8.438 | 0 | 116.827. 873 | 117.357.6 28 | 117.364.2 43 | 109.759. 911 | 104.425.5 22 | 12.521.9 46 |
| 03/12/2012 0:30:00000 | 2.367.23 3.643 | 0 | 117.034. 149 | 117.545.6 24 | 117.565.0 86 | 106.914. 734 | 103.301.7 81 | 118.484. 665 |
| 03/12/2012 0:45:00000 | 2.323.19 2.871 | 0 | 117.142. 509 | 117.614.9 67 | 117.638.6 57 | 104.763. 924 | 102.101.7 46 | 116.864. 403 |
| 03/12/2012 1:00:00000 | 2.272.49 6.826 | 0 | 117.264. 534 | 117.754.4 17 | 117.769.1 65 | 102.861. 183 | 101.397.1 56 | 114.476. 204 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 03/12/2012 1:15:00000 | 2.232.97 6.318 | 0 | 117.287. 155 | 117.787.8 27 | 117.791.5 57 | 101.861. 504 | 9.916.745 | 113.143. 265 |
| 03/12/2012 1:30:00000 | 2.186.40 1.123 | 0 | 117.381. 165 | 117.913.4 14 | 117.894.9 36 | 100.452. 156 | 97.972.29 8 | 111.974. 632 |
| 03/12/2012 1:45:00000 | 2.128.45 7.275 | 0 | 117.753.0 19 | 118.044.8 61 | 118.023.8 88 | 99.020.6 07 | 96.510.13 2 | 108.635. 269 |
| 03/12/2012 2:00:00000 | 2.090.54 3.213 | 0 | 117.615. 097 | 118.098.9 76 | 118.071.6 09 | 9.864.69 8 | 96.175.51 4 | 105.847. 916 |
| 03/12/2012 2:15:00000 | 2.073.52 8.809 | 0 | 117.589. 043 | 118.088.2 72 | 118.036.0 87 | 97.459.2 21 | 95.670.59 3 | 106.052. 399 |
| 03/12/2012 2:30:00000 | 2.075.47 0.215 | 0 | 117.608. 475 | 118.100.8 61 | 118.030.3 04 | 97.020.1 64 | 95.437.69 1 | 107.039. 963 |
| 03/12/2012 2:45:00000 | 2.041.46 2.036 | 0 | 117.673. 531 | 11.814.15 1 | 118.109.6 27 | 95.963.6 08 | 94.727.48 6 | 105.122. 505 |
| 03/12/2012 3:00:00000 | 2.009.10 1.685 | 0 | 117.751. 244 | 118.202.7 89 | 118.141.8 61 | 95.730.4 69 | 93.981.49 9 | 103.898. 628 |
| 03/12/2012 3:15:00000 | 2.000.14 3.799 | 0 | 117.811. 409 | 118.274.8 03 | 118.221.7 03 | 95.156.8 15 | 93.827.62 9 | 103.321. 701 |
| 03/12/2012 3:30:00000 | 1.954.48 1.812 | 0 | 117.914. 001 | 118.372.1 62 | 118.312.6 83 | 94.266.2 66 | 93.087.61 6 | 102.043. 709 |
| 03/12/2012 3:45:00000 | 1.928.99 8.047 | 0 | 117.955. 811 | 118.403 | 118.357.7 12 | 93.277.2 37 | 92.786.09 5 | 100.328. 331 |
| 03/12/2012 4:00:00000 | 1.907.66 1.987 | 0 | 117.964. 691 | 118.420.5 32 | 118.365.3 18 | 93.237.2 59 | 92.107.28 5 | 99.619.9 49 |
| 03/12/2012 4:15:00000 | 1.893.53 9.063 | 0 | 118.030. 769 | 118.447.5 86 | 118.428.6 04 | 93.003.9 06 | 91.912.03 3 | 98.438.3 93 |
| 03/12/2012 4:30:00000 | 1.894.87 3.291 | 0 | 118.031. 052 | 118.463.2 95 | 118.400.4 75 | 92.689.5 52 | 92.259.08 7 | 98.657.4 25 |
| 03/12/2012 4:45:00000 | 1.874.54 0.161 | 0 | 11.815.2 29 | 118.548.2 48 | 118.516.4 03 | 92.256.4 93 | 91.839.48 5 | 97.908.2 18 |
| 03/12/2012 5:00:00000 | 1.872.76 8.188 | 0 | 118.243. 927 | 118.649.0 02 | 118.623.4 82 | 92.327.5 83 | 91.383.45 3 | 98.087.9 52 |
| 03/12/2012 5:15:00000 | 1.876.17 7.612 | 0 | 118.184. 906 | 118.624.3 52 | 11.860.74 6 | 92.379.1 96 | 91.686.70 7 | 98.393.0 97 |
| 03/12/2012 5:30:00000 | 189.473. 999 | 0 | 118.097. 328 | 118.520.6 91 | 118.518.5 62 | 92.294.3 65 | 92.627.44 1 | 99.260.8 18 |
| 03/12/2012 5:45:00000 | 1.885.64 0.747 | 0 | 118.021. 584 | 11.846.34 7 | 118.453.4 38 | 93.523.1 17 | 9.195.636 | 99.165.4 43 |
| 03/12/2012 6:00:00000 | 1.908.26 2.207 | 0 | 117.950. 363 | 118.449.7 15 | 118.432.3 73 | 92.404.3 66 | 93.588.69 2 | 101.932. 762 |
| 03/12/2012 6:15:00000 | 183.328. 186 | 0 | 118.086. 205 | 118.614.5 17 | 11.852.68 4 | 90.032.0 13 | 9.144.371 | 101.104. 012 |
| 03/12/2012 6:30:00000 | 1.805.26 7.944 | 0 | 118.144. 547 | 118.667.1 07 | 11.855.17 5 | 88.580.3 76 | 90.370.12 5 | 100.346. 779 |
| 03/12/2012 6:45:00000 | 1.772.69 2.749 | 0 | 117.998. 917 | 118.561.1 88 | 118.447.7 92 | 88.579.8 42 | 88.497.89 4 | 9.890.07 8 |
| 03/12/2012 7:00:00000 | 1.832.74 4.019 | 0 | 117.905. 197 | 118.413.0 55 | 118.330.6 66 | 9.040.50 6 | 89.295.72 3 | 99.119.2 93 |
| 03/12/2012 7:15:00000 | 1.959.73 1.079 | 0 | 117.584. 129 | 118.084.2 29 | 118.028.6 18 | 93.317.1 54 | 91.710.28 1 | 102.086. 807 |
| 03/12/2012 7:30:00000 | 2.117.00 1.953 | 0 | 117.132. 057 | 117.628.6 39 | 117.591.1 71 | 98.531.6 16 | 94.917.67 1 | 107.147. 476 |
| 03/12/2012 7:45:00000 | 2.389.07 3.975 | 0 | 116.787. 033 | 117.332.3 97 | 117.319.2 44 | 105.683. 578 | 103.647.8 65 | 113.984. 528 |
| 03/12/2012 8:00:00000 | 2.795.96 4.355 | 0 | 116.715. 019 | 11.726.56 1 | 117.261.4 67 | 114.916. 168 | 116.074.1 04 | 128.192. 337 |
| 03/12/2012 8:15:00000 | 2.960.35 6.201 | 0 | 116.050. 667 | 116.599.0 45 | 116.702.9 27 | 120.636. 169 | 124.194.3 66 | 133.647. 858 |
| 03/12/2012 8:30:00000 | 3.245.81 9.336 | 0 | 115.327. 271 | 115.902.4 28 | 116.021.2 55 | 133.163. 605 | 136.701.5 08 | 141.704. 971 |
| 03/12/2012 8:45:00000 | 3.555.16 9.189 | 0 | 114.625. 038 | 115.208.8 09 | 115.332.9 85 | 145.334. 091 | 151.163.0 25 | 153.331. 284 |
| 03/12/2012 9:00:00000 | 3.970.10 5.713 | 0 | 115.032. 997 | 115.256.8 13 | 115.643.3 79 | 158.584. 732 | 168.656.7 99 | 170.520. 844 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 03/12/2012 9:15:00000 | 4.227.40 4.297 | 0 | 114.880. 257 | 114.940.8 04 | 115.381.5 69 | 165.761. 505 | 181.264.4 04 | 182.837. 418 |
| 03/12/2012 9:30:00000 | 4.454.14 1.602 | 0 | 11.418.8 66 | 114.164.6 42 | 114.671.2 04 | 173.371. 796 | 193.823.8 22 | 193.926. 254 |
| 03/12/2012 9:45:00000 | 4.565.42 1.875 | 0 | 114.426. 872 | 114.400.3 75 | 114.908.3 94 | 176.956. 741 | 197.541.3 67 | 199.400. 558 |
| 03/12/2012 10:00:00000 | 4.675.98 4.375 | 0 | 115.444. 679 | 115.460.5 48 | 115.957.4 66 | 178.471. 619 | 202.399.0 33 | 201.680. 267 |
| 03/12/2012 10:15:00000 | 4.789.43 9.453 | 291.331. 879 | 115.006. 859 | 114.972.4 43 | 115.454.5 36 | 182.930. 466 | 209.730.3 62 | 207.445. 465 |
| 03/12/2012 10:30:00000 | 4.825.11 5.723 | 455.823. 486 | 114.595. 276 | 114.570.6 41 | 115.070.5 87 | 184.580. 566 | 209.506.3 02 | 212.959. 015 |
| 03/12/2012 10:45:00000 | 4.961.08 8.867 | 487.504. 333 | 114.702. 271 | 114.711.6 47 | 115.185.9 28 | 187.190. 994 | 216.143.7 68 | 220.361. 725 |
| 03/12/2012 11:00:00000 | 5.030.99 0.234 | 511.037. 811 | 11.449.1 28 | 114.514.0 23 | 114.971.1 53 | 191.883. 789 | 218.083.1 91 | 223.628. 555 |
| 03/12/2012 11:15:00000 | 5.124.73 2.422 | 517.249. 634 | 114.186. 615 | 11.419.23 6 | 114.639.5 95 | 194.460. 602 | 222.743.4 54 | 229.902. 847 |
| 03/12/2012 11:30:00000 | 5.130.95 0.195 | 5.140.44 8 | 113.901. 314 | 113.886.9 71 | 114.388.2 68 | 196.452. 927 | 22.337.29 1 | 229.651. 886 |
| 03/12/2012 11:45:00000 | 5.198.71 0.938 | 511.230. 591 | 113.714. 149 | 113.676.8 04 | 114.217.6 06 | 198.074. 646 | 229.876.1 44 | 231.094. 406 |
| 03/12/2012 12:00:00000 | 5.274.19 2.871 | 529.894. 165 | 113.491. 005 | 11.346.06 4 | 114.020.4 16 | 19.941.9 51 | 234.900.2 08 | 235.630. 585 |
| 03/12/2012 12:15:00000 | 5.333.02 9.785 | 539.774. 597 | 113.705. 284 | 113.681.5 57 | 114.224.8 38 | 202.177. 124 | 236.585.7 09 | 23.753.6 53 |
| 03/12/2012 12:30:00000 | 5.313.00 3.418 | 524.880. 188 | 113.831. 276 | 11.386.86 9 | 114.361.1 53 | 200.569. 641 | 23.503.18 6 | 237.238. 876 |
| 03/12/2012 12:45:00000 | 5.312.12 6.465 | 513.946. 899 | 113.707. 245 | 113.723.2 28 | 11.418.80 8 | 200.972. 534 | 236.496.6 74 | 236.079. 803 |
| 03/12/2012 13:00:00000 | 5.312.16 0.156 | 497.924. 133 | 113.593. 513 | 113.614.3 42 | 114.079.0 94 | 200.053. 131 | 235.697.4 79 | 238.331. 131 |
| 03/12/2012 13:15:00000 | 5.333.43 9.941 | 498.493. 164 | 113.628. 548 | 113.617.9 28 | 114.133.9 95 | 20.262.7 38 | 234.287.2 16 | 239.356. 354 |
| 03/12/2012 13:30:00000 | 5.333.43 9.941 | 490.787. 872 | 113.059. 746 | 113.048.5 08 | 113.557.1 44 | 206.343. 521 | 23.443.04 5 | 240.996. 597 |
| 03/12/2012 13:45:00000 | 5.392.93 0.664 | 497.312. 225 | 112.564. 781 | 112.607.9 03 | 113.133.9 34 | 209.220. 734 | 235.449.8 29 | 244.949. 341 |
| 03/12/2012 14:00:00000 | 5.476.29 1.992 | 521.727. 173 | 112.419. 022 | 112.431.8 92 | 112.955.6 66 | 211.725. 159 | 23.844.89 9 | 251.365. 753 |
| 03/12/2012 14:15:00000 | 5.528.40 0.391 | 511.029. 205 | 112.112. 526 | 112.117.9 66 | 112.642.9 14 | 212.160. 248 | 243.735.8 09 | 25.430.5 42 |
| 03/12/2012 14:30:00000 | 5.620.82 5.195 | 521.332. 642 | 111.999. 664 | 112.064.0 56 | 11.256.92 9 | 214.049. 988 | 248.234.5 12 | 260.157. 562 |
| 03/12/2012 14:45:00000 | 5.714.07 4.219 | 56.130.3 04 | 112.110. 031 | 112.170.4 94 | 11.271.34 7 | 220.177. 277 | 250.691.4 37 | 262.844. 208 |
| 03/12/2012 15:00:00000 | 5.708.63 2.813 | 554.852. 356 | 111.975. 113 | 112.065.9 71 | 112.629.9 74 | 21.963.3 82 | 252.366.0 89 | 261.797. 852 |
| 03/12/2012 15:15:00000 | 5.771.42 4.805 | 566.216. 797 | 11.223.6 58 | 112.330.2 84 | 112.889.6 79 | 221.897. 018 | 255.827.6 21 | 26.230.5 42 |
| 03/12/2012 15:30:00000 | 5.775.05 1.758 | 546.135. 376 | 11.241.4 36 | 112.438.9 42 | 11.300.05 8 | 220.257. 217 | 25.695.45 9 | 262.431. 244 |
| 03/12/2012 15:45:00000 | 5.821.15 6.738 | 575.174. 561 | 112.576. 973 | 112.587.7 23 | 113.104.7 52 | 220.092. 941 | 261.229.3 09 | 263.768. 707 |
| 03/12/2012 16:00:00000 | 5.864.95 9.961 | 586.057. 556 | 11.266.9 06 | 112.665.8 48 | 113.162.1 78 | 223.107. 361 | 262.027.5 57 | 265.254. 028 |
| 03/12/2012 16:15:00000 | 5.839.53 3.203 | 584.517. 944 | 113.036. 156 | 113.000.1 53 | 113.491.5 39 | 221.118. 469 | 257.032.1 04 | 266.642. 334 |
| 03/12/2012 16:30:00000 | 5.793.82 4.219 | 575.377. 991 | 113.108. 421 | 113.036.0 87 | 113.556.7 93 | 219.957. 932 | 255.374.0 84 | 263.158. 295 |
| 03/12/2012 16:45:00000 | 5.732.22 3.145 | 576.012. 512 | 113.358. 994 | 113.247.4 59 | 113.752.2 74 | 217.057. 068 | 25.315.06 2 | 259.172. 058 |
| 03/12/2012 17:00:00000 | 5.654.11 1.816 | 547.396. 057 | 113.572. 983 | 113.474.9 83 | 113.982.1 01 | 215.355. 576 | 247.591.9 95 | 254.851. 028 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 03/12/2012 17:15:00000 | 5.518.82 6.172 | 531.805. 359 | 113.830. 368 | 113.777.7 71 | 114.272.5 52 | 210.870. 895 | 240.115.5 09 | 247.869. 949 |
| 03/12/2012 17:30:00000 | 5.336.37 0.605 | 479.352. 631 | 113.765. 388 | 113.685.4 86 | 114.189.3 23 | 204.144. 623 | 232.226.8 07 | 239.681. 335 |
| 03/12/2012 17:45:00000 | 5.137.37 9.883 | 456.552. 338 | 114.350. 914 | 114.266.1 21 | 114.758.8 35 | 191.839. 828 | 22.231.95 5 | 233.742. 462 |
| 03/12/2012 18:00:00000 | 5.015.95 8.008 | 435.895. 233 | 114.694. 672 | 114.592.4 07 | 11.513.48 8 | 189.571. 991 | 217.011.3 68 | 224.204. 041 |
| 03/12/2012 18:15:00000 | 4.704.69 8.242 | 280.591. 553 | 115.201. 225 | 115.172.8 44 | 115.642.8 76 | 176.249. 573 | 198.422.2 41 | 213.850. 525 |
| 03/12/2012 18:30:00000 | 4.512.97 2.656 | 179.539. 948 | 115.475. 761 | 115.488.4 03 | 11.588.47 5 | 167.490. 875 | 189.397.3 08 | 206.468. 674 |
| 03/12/2012 18:45:00000 | 4.541.18 8.477 | 120.352. 768 | 115.032. 326 | 115.075.7 45 | 115.643.7 99 | 165.926. 407 | 190.118.3 62 | 21.286.8 24 |
| 03/12/2012 19:00:00000 | 453.260. 791 | 73.789.7 57 | 115.434. 044 | 115.425.5 75 | 116.026.5 81 | 16.444.5 77 | 187.986.2 67 | 213.938. 416 |
| 03/12/2012 19:15:00000 | 4.358.81 7.871 | 43.297.6 91 | 116.127. 983 | 116.129.4 86 | 116.710.9 45 | 158.336. 273 | 178.520.0 35 | 204.769. 821 |
| 03/12/2012 19:30:00000 | 4.309.58 1.055 | 12.445.8 02 | 116.487. 343 | 116.456.8 79 | 117.021.7 97 | 153.513. 321 | 177.356.0 18 | 203.567. 673 |
| 03/12/2012 19:45:00000 | 4.260.69 0.918 | 12.723.5 79 | 116.710. 312 | 116.766.1 67 | 117.282.4 71 | 152.848. 587 | 171.027.2 22 | 203.596. 863 |
| 03/12/2012 20:00:00000 | 4.129.40 6.738 | 0.132831 | 117.037. 056 | 117.068.9 26 | 117.617.2 26 | 149.244. 995 | 164.719.8 94 | 196.318. 832 |
| 03/12/2012 20:15:00000 | 3.976.61 9.141 | 0 | 117.125. 992 | 117.129.6 16 | 117.706.3 52 | 143.367. 615 | 158.320.5 26 | 190.254. 181 |
| 03/12/2012 20:30:00000 | 3.875.05 8.838 | 0 | 117.023. 865 | 117.064.7 43 | 117.664.6 35 | 13.895.3 69 | 154.032.3 94 | 18.714.8 56 |
| 03/12/2012 20:45:00000 | 3.833.93 7.988 | 0 | 117.015. 579 | 117.100.7 92 | 117.643.6 77 | 137.728. 882 | 150.966.2 78 | 186.349. 304 |
| 03/12/2012 21:00:00000 | 3.791.61 4.502 | 0 | 117.333. 366 | 117.446.7 24 | 117.971.9 01 | 137.431. 763 | 147.641.7 08 | 183.396. 667 |
| 03/12/2012 21:15:00000 | 3.712.86 3.525 | 0 | 117.652. 718 | 117.765.8 69 | 118.256.5 61 | 134.853. 302 | 140.734.8 33 | 1.825.75 5 |
| 03/12/2012 21:30:00000 | 359.392. 627 | 0 | 117.542. 076 | 117.684.5 32 | 118.235.9 24 | 129.701. 096 | 134.940.9 33 | 179.282. 089 |
| 03/12/2012 21:45:00000 | 3.581.52 8.076 | 0 | 117.523. 735 | 117.662.5 29 | 118.246.5 21 | 129.161. 102 | 132.970.3 98 | 180.203. 217 |
| 03/12/2012 22:00:00000 | 3.510.93 2.617 | 0 | 117.046. 516 | 117.176.7 27 | 117.744.6 59 | 127.927. 689 | 130.952.6 67 | 176.800. 949 |
| 03/12/2012 22:15:00000 | 3.423.44 3.848 | 0 | 11.692.3 18 | 116.997.8 56 | 117.548.1 87 | 131.692. 963 | 131.868.6 52 | 174.517. 975 |
| 03/12/2012 22:30:00000 | 3.351.72 9.248 | 0 | 117.061. 859 | 117.160.3 62 | 117.730.0 26 | 13.280.6 29 | 131.474.2 13 | 169.288. 986 |
| 03/12/2012 22:45:00000 | 3.294.95 8.008 | 0 | 117.322. 418 | 117.409.0 96 | 117.926.2 92 | 130.677. 704 | 130.070.8 47 | 165.043. 091 |
| 03/12/2012 23:00:00000 | 3.266.93 3.594 | 0 | 117.054. 329 | 117.464.7 29 | 117.618.7 13 | 130.188. 049 | 129.658.9 36 | 162.464. 172 |
| 03/12/2012 23:15:00000 | 3.175.84 9.609 | 0 | 116.314. 377 | 116.842.5 14 | 11.689.04 5 | 128.636. 505 | 127.357.1 17 | 157.785. 782 |
| 03/12/2012 23:30:00000 | 309.328. 418 | 0 | 116.610. 718 | 117.123.6 95 | 117.165.9 16 | 125.643. 402 | 123.642.2 42 | 15.432.7 24 |
| 03/12/2012 23:45:00000 | 2.966.83 8.867 | 0 | 116.801. 208 | 117.301.5 14 | 117.325.0 89 | 121.462. 875 | 119.112.5 18 | 148.374. 222 |

Tabla A2.3 Historial Carga (mínima demanda) – Alimentadora Garzota 4
03/12/2012.

| Date/Time | kW sd del | kVAR sd del | Vln a | Vln b | Vln c | la | lb | lc |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 03/12/2012 0:00:00000 | 2.209.481.4 45 | 921.095. 459 | 116.638.7 56 | 117.223. 465 | 117.206.3 83 | 88.001.5 64 | 112.544.0 44 | 92.876.1 14 |
| 03/12/2012 0:15:00000 | 2.169.843.9 94 | 93.186.3 77 | 116.787.1 93 | 117.372. 566 | 117.329.7 65 | 86.572.3 04 | 11.059.02 4 | 91.912.0 41 |
| 03/12/2012 0:30:00000 | 2.099.393.7 99 | 925.930. 847 | 116.985.5 88 | 117.541. 061 | 117.519.2 95 | 84.570.1 29 | 106.686.9 51 | 89.177.2 31 |
| 03/12/2012 0:45:00000 | 2.044.922.3 63 | 917.530. 884 | 117.103.8 28 | 117.629. 837 | 117.607.3 15 | 83.133.4 84 | 103.400.8 71 | 87.204.2 39 |
| 03/12/2012 1:00:00000 | 2.010.449.3 41 | 924.202. 026 | 11.721.34 4 | 117.753. 769 | 117.720.6 57 | 8.037.16 2 | 102.887.1 69 | 86.691.1 47 |
| 03/12/2012 1:15:00000 | 1.958.594.6 04 | 909.130. 737 | 117.237.1 67 | 1.177.96 7 | 117.745.6 05 | 7.959.03 7 | 99.559.71 5 | 84.232.6 28 |
| 03/12/2012 1:30:00000 | 1.928.279.4 19 | 917.528. 259 | 117.331.2 07 | 117.917. 618 | 117.855.4 92 | 78.247.9 93 | 99.190.21 6 | 82.801.3 08 |
| 03/12/2012 1:45:00000 | 1.889.460.6 93 | 903.075. 073 | 117.495.0 87 | 118.054. 016 | 117.992.2 03 | 7.709.47 8 | 96.958.34 4 | 80.926.0 71 |
| 03/12/2012 2:00:00000 | 1.859.266.8 46 | 887.209. 045 | 117.564.5 37 | 11.810.3 21 | 118.023.1 02 | 75.132.1 72 | 95.818.45 9 | 79.803.8 86 |
| 03/12/2012 2:15:00000 | 1.845.860.9 62 | 89.436.3 77 | 117.525.1 31 | 118.071. 236 | 117.980.4 76 | 74.807.1 59 | 95.046.18 8 | 79.846.6 42 |
| 03/12/2012 2:30:00000 | 1.814.822.1 44 | 892.987. 549 | 117.553.9 09 | 118.094. 887 | 117.978.0 04 | 73.974.6 17 | 93.866.13 5 | 78.359.3 67 |
| 03/12/2012 2:45:00000 | 1.785.636.1 08 | 890.424. 377 | 117.638.1 07 | 118.155. 029 | 118.077.6 98 | 72.718.0 25 | 92.538.94 8 | 77.510.8 41 |
| 03/12/2012 3:00:00000 | 1.755.463.0 13 | 888.605. 347 | 117.694.4 12 | 118.199. 242 | 11.809.16 6 | 71.133.0 26 | 92.078.12 5 | 76.150.9 63 |
| 03/12/2012 3:15:00000 | 1.737.624.8 78 | 887.572. 998 | 117.753.1 66 | 118.271. 973 | 118.175.4 84 | 70.866.1 65 | 91.054.63 4 | 75.364.4 71 |
| 03/12/2012 3:30:00000 | 173.968.81 1 | 890.092. 957 | 117.868.5 84 | 118.372. 154 | 118.273.1 63 | 71.457.7 64 | 89.964.13 4 | 76.017.9 67 |
| 03/12/2012 3:45:00000 | 1.712.604.0 04 | 870.714. 844 | 117.891.5 56 | 118.391. 479 | 118.296.2 42 | 69.961.7 31 | 89.198.38 7 | 74.314.5 52 |
| 03/12/2012 4:00:00000 | 172.576.12 3 | 886.860. 535 | 117.923.5 38 | 1.184.24 4 | 118.330.3 15 | 70.789.0 85 | 89.066.28 4 | 75.812.7 06 |
| 03/12/2012 4:15:00000 | 1.706.261.9 63 | 875.514. 282 | 117.962.9 59 | 118.433. 853 | 118.370.1 32 | 70.738.9 83 | 87.657.93 8 | 74.561.5 69 |
| 03/12/2012 4:30:00000 | 1.683.494.2 63 | 874.473. 083 | 117.993.7 21 | 118.475. 578 | 118.365.5 93 | 69.141.4 79 | 87.425.41 5 | 73.878.1 97 |
| 03/12/2012 4:45:00000 | 1.684.054.6 88 | 884.549. 194 | 118.106.1 17 | 118.548. 157 | 118.472.9 84 | 69.711.4 49 | 87.237.09 1 | 73.956.8 33 |
| 03/12/2012 5:00:00000 | 1.671.248.4 13 | 884.867. 126 | 118.179.9 77 | 118.645. 493 | 118.574.6 77 | 68.911.3 77 | 86.625.64 1 | 73.894.2 79 |
| 03/12/2012 5:15:00000 | 1.686.483.1 54 | 882.069. 031 | 11.812.70 9 | 118.613. 129 | 118.561.8 21 | 70.351.4 79 | 87.107.20 8 | 73.503.9 22 |
| 03/12/2012 5:30:00000 | 1.702.261.4 75 | 884.339. 722 | 118.028.4 27 | 118.502. 701 | 118.454.1 55 | 69.186.8 59 | 88.998.36 7 | 74.777.4 43 |
| 03/12/2012 5:45:00000 | 1.727.412.4 76 | 869.846. 375 | 117.940.0 79 | 118.435. 158 | 118.385.4 06 | 6.994.81 2 | 89.176.79 6 | 75.902.9 69 |
| 03/12/2012 6:00:00000 | 1.760.081.5 43 | 869.505. 371 | 117.908.3 02 | 118.464. 546 | 118.395.1 57 | 71.519.9 97 | 90.728.34 8 | 76.305.7 71 |
| 03/12/2012 6:15:00000 | 1.712.679.4 43 | 862.705. 627 | 118.055.0 38 | 118.630. 966 | 118.493.7 06 | 68.776.4 59 | 87.573.71 5 | 76.473.8 69 |
| 03/12/2012 6:30:00000 | 1.708.341.6 75 | 836.816. 345 | 118.065.5 98 | 118.644. 531 | 118.484.8 86 | 66.704.6 28 | 87.037.29 2 | 77.236.8 93 |
| 03/12/2012 6:45:00000 | 1.690.828.2 47 | 82.768.1 03 | 117.920.9 37 | 118.529. 602 | 118.376.3 89 | 66.404.9 15 | 86.174.83 5 | 76.262.7 11 |
| 03/12/2012 7:00:00000 | 1.706.834.9 61 | 856.914. 307 | 117.835.1 21 | 118.391. 823 | 118.270.0 73 | 66.686.6 07 | 87.850.34 2 | 77.732.6 35 |
| 03/12/2012 7:15:00000 | 1.717.229.0 04 | 852.594. 788 | 117.480.3 85 | 118.028. 107 | 117.935.0 43 | 68.166.0 77 | 89.643.05 9 | 75.961.2 35 |
| 03/12/2012 7:30:00000 | 1.767.316.4 06 | 859.047. 302 | 1.170.168 | 117.563. 103 | 11.747.95 3 | 70.946.9 45 | 91.600.44 9 | 77.834.4 96 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 03/12/2012 7:45:00000 | 1.898.470.4 59 | 880.979. 919 | 116.711.5 17 | 117.318. 901 | 117.264.7 17 | 75.927.1 77 | 96.757.69 8 | 83.724.5 03 |
| 03/12/2012 8:00:00000 | 2.043.361.2 06 | 936.627. 991 | 116.610.4 58 | 11.720.0 18 | 117.170.7 46 | 81.741.8 52 | 101.568.8 63 | 92.175.9 57 |
| 03/12/2012 8:15:00000 | 2.173.503.1 74 | 985.883. 972 | 115.855.6 06 | 116.459. 282 | 116.527.3 36 | 90.965.8 43 | 106.165.9 32 | 96.974.1 21 |
| 03/12/2012 8:30:00000 | 2.377.953.6 13 | 1.055.00 5.371 | 115.222.3 05 | 115.843. 826 | 115.916.1 99 | 103.359. 665 | 11.209.03 7 | 10.661.8 21 |
| 03/12/2012 8:45:00000 | 2.579.550.5 37 | 1.092.29 2.969 | 114.434.2 27 | 11.507.6 66 | 115.158.0 66 | 113.968. 521 | 11.817.18 9 | 116.857. 086 |
| 03/12/2012 9:00:00000 | 2.723.646.7 29 | 615.444. 336 | 115.146.8 89 | 11.534.6 71 | 115.735.0 62 | 114.978. 111 | 122.132.1 11 | 113.964. 729 |
| 03/12/2012 9:15:00000 | 2.850.736.5 72 | 535.002. 686 | 114.710.9 22 | 114.819. 069 | 115.219.9 71 | 12.091.3 04 | 127.787.1 86 | 116.869. 255 |
| 03/12/2012 9:30:00000 | 2.975.131.5 92 | 552.920. 227 | 114.046.1 43 | 114.063. 194 | 114.531.7 15 | 126.452. 744 | 132.142.8 83 | 124.280. 579 |
| 03/12/2012 9:45:00000 | 302.956.66 5 | 597.570. 251 | 114.582.4 51 | 114.616. 249 | 115.082.5 58 | 127.593. 315 | 136.898.8 34 | 124.362. 061 |
| 03/12/2012 10:00:00000 | 3.161.110.3 52 | 684.243. 591 | 115.361.5 95 | 115.424. 316 | 11.586.92 7 | 131.708. 817 | 14.171.31 2 | 13.086.3 77 |
| 03/12/2012 10:15:00000 | 3.190.177.0 02 | 663.215. 759 | 114.882.4 84 | 114.903. 214 | 115.337.7 91 | 133.649. 994 | 1.426.689 | 132.833. 023 |
| 03/12/2012 10:30:00000 | 3.227.628.1 74 | 665.982. 849 | 114.526.9 93 | 114.552. 498 | 115.008.0 49 | 135.941. 757 | 144.800.0 79 | 134.045. 181 |
| 03/12/2012 10:45:00000 | 3.284.206.2 99 | 693.111. 328 | 114.624.0 16 | 114.686. 295 | 11.510.88 1 | 137.386. 337 | 149.053.2 53 | 135.444. 031 |
| 03/12/2012 11:00:00000 | 3.341.854.7 36 | 704.619. 446 | 11.442.29 2 | 11.449.8 81 | 114.909.6 45 | 138.650. 482 | 152.072.9 37 | 139.103. 165 |
| 03/12/2012 11:15:00000 | 3.391.240.4 79 | 711.746. 765 | 114.082.1 38 | 114.133. 301 | 114.538.2 69 | 142.445. 892 | 153.732.3 15 | 141.347. 122 |
| 03/12/2012 11:30:00000 | 3.464.270.2 64 | 717.859. 863 | 113.795.8 53 | 113.832. 855 | 114.290.4 89 | 145.966. 324 | 15.665.91 8 | 145.181. 213 |
| 03/12/2012 11:45:00000 | 3.561.396.9 73 | 735.528. 625 | 113.622.6 88 | 113.639. 061 | 114.133.1 71 | 150.166. 473 | 161.443.8 02 | 149.059. 067 |
| 03/12/2012 12:00:00000 | 3.627.993.8 96 | 742.791. 931 | 113.452.1 56 | 113.470. 604 | 113.993.6 37 | 154.083. 755 | 165.213.3 48 | 150.462. 296 |
| 03/12/2012 12:15:00000 | 3.640.033.4 47 | 745.623. 474 | 113.646.5 84 | 113.692. 993 | 114.170.1 28 | 155.065. 125 | 164.875.0 76 | 150.423. 172 |
| 03/12/2012 12:30:00000 | 3.680.116.2 11 | 765.045. 349 | 113.775.9 32 | 113.860. 725 | 114.304.6 11 | 157.123. 474 | 166.054.4 89 | 151.964. 355 |
| 03/12/2012 12:45:00000 | 3.718.367.1 88 | 752.850. 708 | 113.629.0 59 | 113.701. 942 | 114.109.9 93 | 157.338. 943 | 168.649.0 63 | 154.256. 531 |
| 03/12/2012 13:00:00000 | 3.750.076.4 16 | 74.076.4 16 | 113.522.0 03 | 113.598. 671 | 114.017.7 31 | 158.154. 663 | 169.785.3 85 | 15.625.5 28 |
| 03/12/2012 13:15:00000 | 3.759.604.2 48 | 757.944. 946 | 113.514.3 59 | 113.552. 101 | 11.401.91 5 | 158.428. 513 | 170.881.2 56 | 156.484. 177 |
| 03/12/2012 13:30:00000 | 3.801.116.2 11 | 743.204. 346 | 112.955.5 89 | 113.007. 004 | 113.464.1 57 | 159.543. 762 | 173.897.0 34 | 15.944.4 26 |
| 03/12/2012 13:45:00000 | 3.860.038.0 86 | 748.267. 456 | 112.414.3 22 | 112.524. 338 | 11.299.35 3 | 16.396.0 48 | 177.447.0 83 | 161.280. 853 |
| 03/12/2012 14:00:00000 | 3.882.959.2 29 | 737.089. 417 | 11.235.30 2 | 112.414. 047 | 112.878.8 83 | 16.536.8 21 | 17.854.06 8 | 161.659. 256 |
| 03/12/2012 14:15:00000 | 3.912.481.4 45 | 736.031. 616 | 11.202.40 4 | 112.087. 128 | 112.557.0 07 | 165.485. 901 | 182.637.8 63 | 162.442. 871 |
| 03/12/2012 14:30:00000 | 3.981.749.2 68 | 74.072.3 45 | 111.947.6 62 | 112.071. 747 | 112.522.7 89 | 170.369. 843 | 184.685.1 35 | 164.455. 856 |
| 03/12/2012 14:45:00000 | 4.064.748.2 91 | 766.266. 541 | 111.998.6 88 | 11.212.6 45 | 112.616.8 67 | 172.615. 555 | 190.148.4 22 | 167.316. 376 |
| 03/12/2012 15:00:00000 | 4.108.772.4 61 | 777.889. 526 | 111.952.4 23 | 112.106. 224 | 112.608.7 34 | 176.018. 234 | 191.532.8 83 | 168.335. 831 |
| 03/12/2012 15:15:00000 | 4.154.611.8 16 | 797.491. 333 | 112.208.9 61 | 112.349. 663 | 112.854.6 37 | 178.312. 637 | 191.576.4 77 | 170.873. 093 |
| 03/12/2012 15:30:00000 | 4.139.398.9 26 | 787.511. 108 | 112.347.0 76 | 112.430. 687 | 112.925.8 27 | 174.669. 678 | 19.153.38 9 | 172.062. 424 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 03/12/2012 15:45:00000 | 4.090.428.9 55 | 783.968. 323 | 112.523.4 15 | 112.592. 323 | 113.046.9 82 | 171.778. 305 | 188.680.5 57 | 170.981. 461 |
| 03/12/2012 16:00:00000 | 4.084.911.8 65 | 784.097. 168 | 112.641.5 02 | 11.268.8 95 | 113.128.0 36 | 17.120.4 91 | 189.605.7 28 | 169.549. 576 |
| 03/12/2012 16:15:00000 | 4.061.651.1 23 | 796.726. 746 | 112.982.8 72 | 113.007. 988 | 113.430.5 95 | 170.281. 845 | 186.686.6 61 | 169.327. 225 |
| 03/12/2012 16:30:00000 | 4.056.690.9 18 | 808.589. 294 | 113.073.7 76 | 113.054. 123 | 113.521.7 97 | 168.811. 844 | 187.242.3 25 | 169.813. 675 |
| 03/12/2012 16:45:00000 | 3.999.835.9 38 | 797.151. 245 | 113.322.3 72 | 11.327.1 66 | 113.716.1 48 | 164.649. 185 | 187.664.9 02 | 165.469. 391 |
| 03/12/2012 17:00:00000 | 3.922.348.1 45 | 784.046. 875 | 113.532.8 37 | 113.498. 512 | 113.943.9 09 | 162.487. 656 | 184.307.7 24 | 160.199. 051 |
| 03/12/2012 17:15:00000 | 3.793.677.0 02 | 752.932. 495 | 113.744.2 78 | 113.753. 029 | 11.419.25 2 | 157.594. 406 | 178.326.0 65 | 153.709. 885 |
| 03/12/2012 17:30:00000 | 3.735.672.1 19 | 726.694. 336 | 113.766.5 94 | 113.747. 894 | 114.182.9 76 | 152.836. 105 | 17.663.55 9 | 152.499. 786 |
| 03/12/2012 17:45:00000 | 3.665.458.2 52 | 722.642. 822 | 114.320.9 69 | 114.298. 912 | 114.734.3 22 | 149.035. 553 | 170.430.3 13 | 151.366. 348 |
| 03/12/2012 18:00:00000 | 3.521.370.6 05 | 70.651.0 01 | 114.666.1 61 | 11.462.8 83 | 115.114.5 94 | 141.324. 081 | 163.702.2 86 | 14.675.5 92 |
| 03/12/2012 18:15:00000 | 3.426.530.5 18 | 689.607. 788 | 115.244.3 08 | 115.276. 657 | 11.567.13 1 | 135.605. 576 | 159.619.4 15 | 142.356. 705 |
| 03/12/2012 18:30:00000 | 3.426.141.1 13 | 701.517. 944 | 115.348.8 01 | 115.435. 036 | 115.778.6 48 | 135.312. 164 | 158.770.4 62 | 143.113. 663 |
| 03/12/2012 18:45:00000 | 343.024.58 5 | 657.144. 775 | 114.962.3 49 | 11.506.0 57 | 115.582.8 25 | 133.353. 271 | 164.463.6 99 | 140.299. 103 |
| 03/12/2012 19:00:00000 | 3.445.907.9 59 | 659.584. 473 | 115.449.4 25 | 115.499. 344 | 116.035.7 82 | 13.013.1 76 | 166.031.2 65 | 142.066. 849 |
| 03/12/2012 19:15:00000 | 3.437.199.9 51 | 65.220.8 74 | 116.135.5 13 | 116.196. 892 | 116.723.1 83 | 12.877.5 97 | 165.667.5 57 | 140.187. 607 |
| 03/12/2012 19:30:00000 | 3.389.964.3 55 | 642.644. 043 | 116.441.2 92 | 116.477. 806 | 11.697.27 4 | 127.850. 632 | 165.311.0 96 | 134.978. 912 |
| 03/12/2012 19:45:00000 | 3.353.507.5 68 | 65.065.0 33 | 116.696.4 72 | 116.813. 683 | 117.272.8 12 | 125.342. 949 | 164.470.9 17 | 13.321.3 15 |
| 03/12/2012 20:00:00000 | 3.343.344.4 82 | 645.094. 055 | 116.982.3 76 | 117.068. 047 | 117.568.0 39 | 124.647. 705 | 166.650.4 82 | 129.847. 107 |
| 03/12/2012 20:15:00000 | 3.310.671.6 31 | 644.486. 023 | 117.067.8 48 | 117.134. 552 | 117.658.7 68 | 123.203. 476 | 164.172.4 24 | 129.506. 012 |
| 03/12/2012 20:30:00000 | 3.235.428.9 55 | 599.479. 736 | 116.927.5 67 | 117.036. 858 | 117.569.1 53 | 120.765. 175 | 160.232.5 13 | 126.496. 162 |
| 03/12/2012 20:45:00000 | 3.156.702.8 81 | 5.594.42 2 | 116.961.9 29 | 1.171.00 8 | 117.594.2 69 | 116.565. 842 | 155.841.7 66 | 124.756. 058 |
| 03/12/2012 21:00:00000 | 315.590.91 8 | 572.812. 073 | 117.322.6 55 | 117.496. 719 | 117.959.0 99 | 117.086. 884 | 155.599.8 08 | 123.424. 057 |
| 03/12/2012 21:15:00000 | 3.134.292.7 25 | 597.803. 284 | 117.634.8 95 | 11.780.4 52 | 118.234.5 43 | 113.521. 355 | 156.182.1 59 | 123.466. 057 |
| 03/12/2012 21:30:00000 | 3.072.808.5 94 | 535.473. 145 | 117.439.5 83 | 117.646. 446 | 118.159.5 38 | 111.190. 704 | 153.849.5 18 | 120.228. 188 |
| 03/12/2012 21:45:00000 | 3.052.773.4 38 | 515.275. 757 | 117.496.5 74 | 117.697. 418 | 11.821.94 9 | 109.818. 611 | 154.538.1 47 | 118.441. 826 |
| 03/12/2012 22:00:00000 | 2.960.347.1 68 | 449.573. 334 | 116.813.2 63 | 116.988. 174 | 117.505.2 19 | 107.655. 785 | 151.141.0 06 | 113.912. 132 |
| 03/12/2012 22:15:00000 | 2.866.497.3 14 | 415.228. 912 | 116.939.3 01 | 117.072. 845 | 117.568.3 75 | 105.997. 421 | 145.739.8 38 | 109.148. 933 |
| 03/12/2012 22:30:00000 | 2.796.676.7 58 | 402.398. 163 | 116.978.4 16 | 11.713.8 29 | 117.652.5 12 | 104.378. 212 | 14.207.48 6 | 105.618. 126 |
| 03/12/2012 22:45:00000 | 2.788.620.3 61 | 421.088. 959 | 117.308.6 93 | 117.450. 081 | 117.906.1 13 | 10.295.7 97 | 140.694.5 65 | 106.552. 971 |
| 03/12/2012 23:00:00000 | 271.169.75 1 | 942.387. 573 | 116.822.9 22 | 117.345. 375 | 117.393.3 33 | 105.522. 346 | 137.321.0 45 | 110.424. 919 |
| 03/12/2012 23:15:00000 | 2.652.536.6 21 | 1.004.73 3.521 | 116.306.0 76 | 11.688.5 88 | 116.877.1 67 | 104.053. 551 | 134.468.5 06 | 110.065. 964 |
| 03/12/2012 23:30:00000 | 2.587.864.2 58 | 1.005.36 9.995 | 116.572.0 98 | 117.136. 368 | 117.134.9 72 | 100.952. 225 | 131.618.1 18 | 107.828. 072 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 03/12/2012 23:45:00000 | 2.512.378.4 18 | 999.478. 699 | 116.762.6 27 | 117.318. 237 | 117.281.9 44 | 99.079.0 86 | 127.333.3 82 | 104.594. 368 |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|

Tabla A2.4 Historial Carga (mínima demanda) – Alimentadora Agustín Freire
03/12/2012.

En las siguientes tablas se muestra el historial de carga del 19 de diciembre del 2012 de cada alimentadora, el cual corresponde al día en que se presentó mayor demanda en todo el mes.

| Date/Time | kW sd del | kVAR sd del | Vln a | Vln b | Vln c | la | lb | lc |
|--------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 19/12/2012 0:00:00000 | 2.997.13 7.207 | 174.914. 963 | 117.017. 097 | 117.498. 337 | 1.173.96 5 | 155.914. 459 | 113.601. 921 | 98.376.9 38 |
| 19/12/2012 0:15:00000 | 2.947.46 8.262 | 192.296. 875 | 117.287. 781 | 117.708. 801 | 117.620. 193 | 1.509.10 4 | 113.137. 543 | 97.262.1 38 |
| 19/12/2012 0:30:00000 | 2.858.73 9.258 | 145.660. 355 | 117.062. 645 | 117.517. 281 | 117.329. 826 | 144.495. 743 | 11.075.7 08 | 95.575.4 85 |
| 19/12/2012 0:45:00000 | 2.739.50 7.324 | 130.030. 899 | 117.066. 948 | 117.533. 409 | 117.300. 613 | 139.303. 177 | 105.654. 213 | 91.320.2 59 |
| 19/12/2012 1:00:00000 | 2.744.71 7.285 | 12.452.7 74 | 117.074. 097 | 117.533. 745 | 11.730.9 25 | 139.095. 947 | 105.592. 186 | 9.215.74 1 |
| 19/12/2012 1:15:00000 | 269.833. 252 | 92.815.3 84 | 117.003. 822 | 117.450. 317 | 117.219. 826 | 136.449. 966 | 104.130. 547 | 90.704.6 97 |
| 19/12/2012 1:30:00000 | 2.699.50 6.348 | 11.839.5 66 | 117.118. 317 | 117.573. 502 | 117.370. 575 | 134.644. 196 | 10.576.2 07 | 90.799.3 09 |
| 19/12/2012 1:45:00000 | 2.685.27 2.461 | 134.845. 398 | 11.724.6 62 | 117.695. 015 | 117.529. 999 | 133.386. 856 | 105.421. 997 | 90.471.9 85 |
| 19/12/2012 2:00:00000 | 2.634.37 6.709 | 125.668. 335 | 117.351. 364 | 11.778.2 89 | 117.656. 143 | 129.794. 754 | 103.762. 939 | 89.294.2 96 |
| 19/12/2012 2:15:00000 | 2.583.29 6.143 | 14.525.3 25 | 117.576. 347 | 118.010. 124 | 117.870. 514 | 127.173. 431 | 101.080. 589 | 8.810.65 6 |
| 19/12/2012 2:30:00000 | 2.540.74 3.164 | 14.987.9 41 | 117.578. 957 | 11.800.2 96 | 117.870. 956 | 124.684. 891 | 100.407. 425 | 86.173.3 25 |
| 19/12/2012 2:45:00000 | 2.501.22 3.145 | 137.275. 375 | 117.554. 184 | 117.987. 022 | 117.865. 807 | 122.436. 508 | 98.768.8 52 | 85.310.8 83 |
| 19/12/2012 3:00:00000 | 2.484.58 5.205 | 149.121. 674 | 117.711. 464 | 11.813.1 92 | 117.983. 879 | 12.204.5 12 | 98.667.1 14 | 83.597.3 21 |
| 19/12/2012 3:15:00000 | 2.469.29 1.016 | 139.337. 585 | 117.681. 938 | 118.101. 379 | 117.952. 827 | 120.787. 682 | 98.027.0 69 | 83.670.6 77 |
| 19/12/2012 3:30:00000 | 2.432.31 9.092 | 127.039. 833 | 117.750. 214 | 118.162. 766 | 118.035. 202 | 118.849. 823 | 96.801.9 03 | 82.204.0 56 |
| 19/12/2012 3:45:00000 | 2.406.43 3.105 | 127.433. 159 | 117.936. 623 | 118.358. 986 | 118.196. 587 | 117.390. 137 | 95.762.2 45 | 81.335.8 92 |
| 19/12/2012 4:00:00000 | 237.635. 498 | 1.217.68 7 | 118.007. 034 | 118.424. 789 | 118.265. 732 | 116.098. 839 | 94.301.6 89 | 80.379.3 87 |
| 19/12/2012 4:15:00000 | 2.353.41 5.039 | 115.482. 933 | 118.097. 649 | 11.849.0 25 | 118.319. 771 | 114.536. 156 | 93.810.1 43 | 79.537.5 06 |
| 19/12/2012 4:30:00000 | 2.331.77 1.484 | 101.912. 003 | 118.134. 727 | 118.551. 086 | 118.383. 682 | 114.154. 488 | 92.096.7 25 | 78.921.3 18 |
| 19/12/2012 4:45:00000 | 2.327.07 5.928 | 110.351. 387 | 118.170. 876 | 118.591. 347 | 118.416. 634 | 114.426. 346 | 91.538.4 52 | 78.731.4 76 |
| 19/12/2012 5:00:00000 | 2.366.76 4.648 | 143.924. 698 | 118.198. 128 | 118.608. 917 | 118.438. 278 | 115.309. 113 | 94.204.0 63 | 80.058.1 97 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 19/12/2012 5:15:00000 | 2.356.06 5.674 | 129.842. 819 | 118.175. 766 | 118.600. 983 | 118.442. 848 | 115.227. 654 | 92.885.8 18 | 80.160.8 51 |
| 19/12/2012 5:30:00000 | 2.372.73 6.328 | 121.809. 372 | 118.167. 763 | 118.556. 427 | 118.392. 929 | 115.061. 096 | 94.825.4 85 | 80.351.9 59 |
| 19/12/2012 5:45:00000 | 238.542. 334 | 119.828. 194 | 118.045. 128 | 118.443. 001 | 11.828.8 04 | 115.873. 482 | 95.158.6 69 | 80.959.8 92 |
| 19/12/2012 6:00:00000 | 2.379.69 6.777 | 109.087. 837 | 117.931. 129 | 118.369. 598 | 118.188. 942 | 115.421. 432 | 95.417.9 08 | 80.548.8 82 |
| 19/12/2012 6:15:00000 | 2.317.06 3.721 | 118.222. 809 | 117.899. 643 | 118.389. 877 | 118.173. 927 | 111.859. 947 | 93.829.8 26 | 78.216.5 53 |
| 19/12/2012 6:30:00000 | 2.158.67 0.654 | 93.373.8 17 | 1.180.38 3 | 118.505. 203 | 11.832.2 54 | 105.052. 879 | 86.498.6 34 | 73.013.0 23 |
| 19/12/2012 6:45:00000 | 2.227.01 8.799 | 137.776. 306 | 118.127. 937 | 118.592. 194 | 118.414. 864 | 106.959. 785 | 91.227.8 37 | 7.447.08 1 |
| 19/12/2012 7:00:00000 | 2.272.75 1.221 | 131.991. 501 | 118.055. 687 | 118.520. 622 | 118.355. 064 | 108.159. 973 | 94.556.5 41 | 75.295.6 77 |
| 19/12/2012 7:15:00000 | 2.369.21 8.994 | 131.961. 105 | 117.862. 274 | 118.283. 409 | 118.196. 709 | 109.970. 184 | 10.102.1 69 | 78.713.7 91 |
| 19/12/2012 7:30:00000 | 2.486.79 1.504 | 155.567. 535 | 117.669. 594 | 118.069. 099 | 118.052. 109 | 115.630. 028 | 105.948. 082 | 82.581.0 32 |
| 19/12/2012 7:45:00000 | 2.652.32 0.313 | 172.606. 445 | 117.238. 747 | 117.676. 537 | 117.632. 759 | 123.911. 736 | 112.146. 477 | 89.009.4 38 |
| 19/12/2012 8:00:00000 | 2.911.65 0.635 | 254.994. 797 | 117.204. 636 | 117.671. 768 | 117.653. 725 | 136.616. 455 | 12.279.5 25 | 97.692.2 84 |
| 19/12/2012 8:15:00000 | 3.254.09 8.877 | 283.489. 594 | 116.688. 393 | 117.130. 096 | 117.109. 291 | 155.557. 785 | 137.477. 722 | 107.248. 863 |
| 19/12/2012 8:30:00000 | 3.662.92 8.711 | 369.632. 721 | 116.041. 771 | 116.534. 157 | 116.440. 865 | 17.611.6 44 | 154.231. 842 | 122.759. 369 |
| 19/12/2012 8:45:00000 | 4.048.59 4.238 | 446.796. 906 | 115.396. 622 | 115.856. 567 | 115.823. 608 | 196.985. 626 | 168.419. 754 | 138.401. 733 |
| 19/12/2012 9:00:00000 | 4.380.54 0.527 | 523.269. 226 | 115.199. 097 | 115.403. 267 | 115.713. 768 | 211.159. 882 | 184.798. 264 | 150.795. 242 |
| 19/12/2012 9:15:00000 | 4.747.01 9.043 | 653.617. 432 | 11.535.0 99 | 115.437. 752 | 115.810. 806 | 228.969. 757 | 198.926. 407 | 165.473. 831 |
| 19/12/2012 9:30:00000 | 4.994.83 0.078 | 699.130. 493 | 114.762. 154 | 114.797. 783 | 115.196. 518 | 243.492. 813 | 208.444. 672 | 175.796. 967 |
| 19/12/2012 9:45:00000 | 5.098.33 9.355 | 690.183. 472 | 114.236. 725 | 114.241. 646 | 114.633. 492 | 249.973. 755 | 212.055. 695 | 181.394. 653 |
| 19/12/2012 10:00:00000 | 5.326.12 5.488 | 711.075. 745 | 113.540. 367 | 113.502. 853 | 11.399.6 46 | 258.882. 507 | 222.376. 602 | 194.580. 795 |
| 19/12/2012 10:15:00000 | 5.470.27 3.926 | 772.283. 752 | 113.732. 857 | 113.618. 706 | 114.153. 214 | 265.794. 373 | 227.942. 184 | 200.053. 848 |
| 19/12/2012 10:30:00000 | 5.554.65 8.691 | 843.325. 134 | 114.108. 131 | 113.911. 919 | 114.555. 138 | 27.035.2 57 | 230.584. 122 | 202.418. 961 |
| 19/12/2012 10:45:00000 | 5.627.58 1.543 | 875.666. 504 | 114.322. 029 | 114.156. 197 | 114.788. 795 | 273.856. 384 | 232.546. 768 | 205.177. 246 |
| 19/12/2012 11:00:00000 | 5.623.16 4.551 | 879.867. 798 | 114.257. 179 | 114.084. 236 | 114.651. 901 | 273.266. 968 | 231.356. 583 | 207.014. 572 |
| 19/12/2012 11:15:00000 | 5.684.62 1.094 | 878.309. 143 | 113.724. 907 | 113.570. 992 | 114.140. 038 | 276.143. 005 | 235.525. 375 | 210.819. 534 |
| 19/12/2012 11:30:00000 | 5.796.13 4.766 | 875.627. 075 | 113.332. 642 | 113.208. 885 | 113.751. 137 | 2.835.84 9 | 240.294. 144 | 214.863. 907 |
| 19/12/2012 11:45:00000 | 5.892.16 9.434 | 917.602. 295 | 113.389. 282 | 113.285. 446 | 113.804. 665 | 290.595. 612 | 244.539. 673 | 215.935. 089 |
| 19/12/2012 12:00:00000 | 5.878.36 7.188 | 901.233. 032 | 113.410. 774 | 113.271. 317 | 11.383.1 36 | 288.555. 542 | 245.340. 073 | 215.071. 701 |
| 19/12/2012 12:15:00000 | 5.820.09 9.609 | 903.557. 556 | 113.764. 122 | 113.553. 848 | 114.106. 453 | 284.167. 877 | 243.335. 739 | 21.223.9 96 |
| 19/12/2012 12:30:00000 | 5.878.49 8.535 | 901.782. 471 | 113.431. 656 | 113.233. 536 | 113.792. 885 | 286.929. 749 | 247.129. 608 | 215.033. 936 |
| 19/12/2012 12:45:00000 | 5.845.09 2.285 | 837.892. 944 | 11.326.4 58 | 113.051. 865 | 11.359.3 33 | 285.839. 661 | 245.559. 204 | 213.542. 221 |
| 19/12/2012 13:00:00000 | 5.855.92 6.758 | 833.904. 236 | 113.086. 502 | 112.870. 865 | 113.427. 544 | 285.762. 421 | 247.009. 186 | 214.631. 897 |

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 19/12/2012 | 5.955.73 | 830.022. | 112.834. | 112.629. | 113.186. | 291.870. | 251.751. | 217.827. |
| 13:15:00000 | 5.352 | 827 | 343 | 715 | 874 | 239 | 984 | 393 |
| 19/12/2012 | 6.022.50 | 91.080.5 | 11.364.7 | 113.443. | 114.006. | 293.245. | 25.546.0 | 217.050. |
| 13:30:00000 | 4.883 | 42 | 69 | 542 | 241 | 697 | 51 | 003 |
| 19/12/2012 | 5.975.08 | 902.518. | 11.377.0 | 113.634. | 114.183. | 291.641. | 251.080. | 215.921. |
| 13:45:00000 | 7.402 | 555 | 79 | 865 | 548 | 479 | 276 | 417 |
| 19/12/2012 | 5.998.85 | 920.049. | 113.576. | 113.418. | 113.967. | 292.733. | 252.387. | 218.173. |
| 14:00:00000 | 4.004 | 805 | 859 | 091 | 735 | 795 | 939 | 859 |
| 19/12/2012 | 6.129.44 | 965.670. | 113.415. | 113.270. | 113.786. | 301.755. | 255.747. | 224.028. |
| 14:15:00000 | 4.336 | 959 | 138 | 515 | 774 | 768 | 757 | 198 |
| 19/12/2012 | 6.210.55 | 998.490. | 113.106. | 11.289.6 | 113.487. | 305.711. | 260.522. | 228.317. |
| 14:30:00000 | 9.082 | 845 | 873 | 37 | 297 | 334 | 003 | 581 |
| 19/12/2012 | 6.643.79 | 1.275.47 | 112.836. | 112.442. | 11.317.5 | 314.370. | 282.104. | 260.686. |
| 14:45:00000 | 9.805 | 0.093 | 189 | 184 | 98 | 209 | 279 | 401 |
| 19/12/2012 | 6.636.87 | 1.335.99 | 113.808. | 113.455. | 114.116. | 312.559. | 278.411. | 259.428. |
| 15:00:00000 | 4.512 | 6.582 | 136 | 879 | 371 | 296 | 041 | 284 |
| 19/12/2012 | 6.665.89 | 1.350.24 | 114.068. | 113.690. | 114.358. | 315.587. | 277.967. | 258.957. |
| 15:15:00000 | 8.438 | 8.047 | 153 | 834 | 261 | 189 | 468 | 642 |
| 19/12/2012 | 662.600. | 1.342.19 | 113.979. | 113.568. | 114.255. | 313.444. | 27.701.2 | 257.776. |
| 15:30:00000 | 293 | 9.341 | 988 | 665 | 692 | 641 | 39 | 733 |
| 19/12/2012 | 6.748.55 | 1.395.94 | 114.043. | 113.672. | 114.393. | 320.898. | 280.670. | 262.273. |
| 15:45:00000 | 4.688 | 9.707 | 083 | 577 | 333 | 254 | 654 | 926 |
| 19/12/2012 | 6.652.50 | 136.683. | 114.153. | 113.763. | 114.487. | 316.485. | 276.947. | 257.215. |
| 16:00:00000 | 0.488 | 606 | 709 | 283 | 923 | 382 | 388 | 485 |
| 19/12/2012 | 658.312. | 136.742. | 114.320. | 113.908. | 1.146.12 | 312.612. | 276.457. | 252.058. |
| 16:15:00000 | 793 | 981 | 076 | 417 | 9 | 579 | 001 | 929 |
| 19/12/2012 | 651.594. | 1.403.04 | 114.552. | 11.411.0 | 11.480.3 | 307.598. | 275.141. | 24.958.7 |
| 16:30:00000 | 043 | 7.607 | 048 | 84 | 97 | 541 | 876 | 54 |
| 19/12/2012 | 642.935. | 1.385.18 | 114.717. | 114.269. | 114.939. | 303.165. | 271.599. | 245.428. |
| 16:45:00000 | 791 | 1.152 | 735 | 859 | 011 | 314 | 396 | 802 |
| 19/12/2012 | 6.392.42 | 1.388.22 | 114.811. | 114.405. | 115.019. | 3.007.90 | 269.243. | 245.057. |
| 17:00:00000 | 2.363 | 6.685 | 264 | 792 | 302 | 1 | 408 | 587 |
| 19/12/2012 | 6.255.03 | 1.392.20 | 115.294. | 114.905. | 115.526. | 296.266. | 259.681. | 239.159. |
| 17:15:00000 | 9.063 | 3.857 | 495 | 823 | 566 | 357 | 641 | 546 |
| 19/12/2012 | 6.090.05 | 1.368.45 | 115.728. | 115.341. | 115.963. | 286.114. | 251.687. | 233.757. |
| 17:30:00000 | 3.223 | 3.247 | 653 | 309 | 379 | 349 | 164 | 462 |
| 19/12/2012 | 5.980.00 | 133.591. | 115.860. | 115.511. | 116.077. | 281.765. | 242.701. | 232.004. |
| 17:45:00000 | 7.324 | 333 | 123 | 292 | 606 | 198 | 691 | 669 |
| 19/12/2012 | 5.806.25 | 1.313.04 | 116.180. | 11.580.8 | 116.395. | 270.675. | 236.995. | 225.377. |
| 18:00:00000 | 5.371 | 5.776 | 756 | 64 | 355 | 018 | 743 | 594 |
| 19/12/2012 | 557.410. | 1.225.53 | 11.677.0 | 116.294. | 11.685.9 | 256.487. | 22.608.3 | 21.733.4 |
| 18:15:00000 | 791 | 3.081 | 66 | 922 | 36 | 549 | 16 | 93 |
| 19/12/2012 | 5.430.44 | 11.911.6 | 117.041. | 116.545. | 117.104. | 250.853. | 219.469. | 210.045. |
| 18:30:00000 | 2.871 | 04 | 229 | 326 | 256 | 333 | 711 | 776 |
| 19/12/2012 | 535.123. | 1.051.52 | 116.393. | 116.033. | 116.615. | 256.340. | 210.720. | 203.326. |
| 18:45:00000 | 877 | 5.757 | 013 | 607 | 295 | 973 | 154 | 904 |
| 19/12/2012 | 5.238.34 | 975.810. | 116.688. | 116.335. | 116.981. | 25.008.7 | 204.838. | 198.498. |
| 19:00:00000 | 7.168 | 486 | 812 | 381 | 178 | 28 | 196 | 352 |
| 19/12/2012 | 5.066.73 | 941.006. | 117.113. | 116.836. | 117.439. | 243.794. | 19.650.3 | 189.379. |
| 19:15:00000 | 7.305 | 897 | 106 | 227 | 247 | 067 | 54 | 745 |
| 19/12/2012 | 4.888.33 | 924.292. | 117.257. | 116.988. | 117.624. | 236.930. | 189.153. | 181.139. |
| 19:30:00000 | 8.867 | 542 | 813 | 739 | 649 | 054 | 488 | 847 |
| 19/12/2012 | 476.519. | 867.856. | 117.273. | 117.022. | 11.766.9 | 231.766. | 184.633. | 174.787. |
| 19:45:00000 | 043 | 995 | 819 | 621 | 54 | 525 | 514 | 949 |
| 19/12/2012 | 4.684.72 | 865.733. | 117.442. | 117.238. | 117.877. | 227.247. | 182.081. | 17.132.3 |
| 20:00:00000 | 8.516 | 765 | 802 | 152 | 281 | 833 | 451 | 99 |
| 19/12/2012 | 4.593.82 | 719.315. | 116.238. | 116.072. | 116.753. | 224.402. | 177.909. | 169.846. |
| 20:15:00000 | 8.613 | 857 | 548 | 258 | 464 | 206 | 897 | 191 |
| 19/12/2012 | 4.459.06 | 666.604. | 116.108. | 115.984. | 116.710. | 219.961. | 171.416. | 163.939. |
| 20:30:00000 | 0.059 | 675 | 124 | 238 | 045 | 655 | 718 | 682 |
| 19/12/2012 | 4.043.28 | 384.452. | 116.005. | 116.073. | 11.670.8 | 211.496. | 15.246.7 | 136.771. |
| 20:45:00000 | 0.762 | 454 | 051 | 013 | 29 | 735 | 59 | 194 |
| 19/12/2012 | 3.944.35 | 329.073. | 115.985. | 116.131. | 116.698. | 208.802. | 147.985. | 131.218. |
| 21:00:00000 | 2.295 | 303 | 176 | 607 | 845 | 078 | 016 | 979 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 19/12/2012 21:15:00000 | 3.871.64 6.729 | 350.317. 566 | 116.591. 064 | 116.691. 643 | 117.229. 118 | 204.107. 666 | 145.210. 205 | 127.893. 776 |
| 19/12/2012 21:30:00000 | 38.270.6 25 | 393.537. 231 | 11.685.6 59 | 116.975. 121 | 117.495. 667 | 199.345. 154 | 144.077. 576 | 1.278.31 1 |
| 19/12/2012 21:45:00000 | 3.709.07 8.613 | 285.214. 325 | 116.093. 666 | 116.310. 196 | 116.749. 107 | 194.278. 397 | 139.701. 874 | 124.476. 059 |
| 19/12/2012 22:00:00000 | 3.646.34 2.041 | 273.320. 282 | 116.283. 905 | 116.487. 427 | 116.903. 397 | 191.104. 492 | 136.667. 007 | 122.290. 565 |
| 19/12/2012 22:15:00000 | 3.492.39 5.752 | 20.343.9 85 | 116.482. 155 | 116.671. 318 | 117.082. 474 | 184.033. 218 | 129.768. 875 | 116.354. 858 |
| 19/12/2012 22:30:00000 | 3.406.68 4.814 | 165.639. 282 | 116.368. 019 | 116.592. 415 | 117.009. 178 | 179.712. 677 | 127.479. 317 | 112.514. 717 |
| 19/12/2012 22:45:00000 | 3.408.02 4.414 | 196.853. 668 | 116.451. 157 | 116.688. 309 | 117.083. 168 | 179.523. 026 | 126.139. 969 | 11.414.2 83 |
| 19/12/2012 23:00:00000 | 336.765. 918 | 170.866. 852 | 116.188. 179 | 116.734. 108 | 116.772. 568 | 176.325. 317 | 126.197. 113 | 112.748. 543 |
| 19/12/2012 23:15:00000 | 3.363.14 3.311 | 194.463. 242 | 116.329. 346 | 116.981. 644 | 116.843. 735 | 176.477. 402 | 126.859. 352 | 1.109.81 4 |
| 19/12/2012 23:30:00000 | 3.321.14 7.949 | 208.746. 094 | 116.402. 809 | 117.048. 134 | 116.892. 021 | 173.116. 669 | 126.241. 646 | 109.695. 114 |
| 19/12/2012 23:45:00000 | 3.241.87 1.094 | 230.773. 575 | 11.670.0 05 | 117.320. 969 | 117.220. 512 | 169.980. 453 | 123.481. 461 | 105.213. 631 |

Tabla A2.5 Historial Carga (máxima demanda) – Alimentadora Aeropuerto
19/12/2012.

| Date/Time | kW sd del | kVAR sd del | Vln a | Vln b | Vln c | la | lb | lc |
|--------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| 19/12/2012 0:00:00000 | 1.480.048.7 06 | 527.527.1 61 | 117.083.1 15 | 117.552. 002 | 117.416.7 79 | 54.956. 944 | 51.966. 446 | 84.726.8 98 |
| 19/12/2012 0:15:00000 | 1.420.355.8 35 | 514.407.5 93 | 117.359.7 56 | 117.767. 563 | 117.645.8 97 | 5.354.1 84 | 49.415. 764 | 80.929.8 02 |
| 19/12/2012 0:30:00000 | 1.373.609.2 53 | 497.614.2 58 | 117.120.3 92 | 117.562. 698 | 117.341.0 19 | 51.848. 915 | 48.090. 816 | 78.272.6 14 |
| 19/12/2012 0:45:00000 | 1.338.985.2 29 | 481.506.8 66 | 117.137.7 49 | 117.592. 171 | 117.326.1 26 | 50.883. 137 | 48.001. 099 | 74.665.2 98 |
| 19/12/2012 1:00:00000 | 1.323.950.1 95 | 482.281.7 08 | 117.135.4 45 | 117.583. 275 | 117.326.2 33 | 50.146. 927 | 47.055. 916 | 74.648.9 64 |
| 19/12/2012 1:15:00000 | 1.271.984.0 09 | 45.051.23 6 | 117.071.5 64 | 117.504. 791 | 117.242.7 06 | 47.283. 482 | 45.492. 809 | 71.935.2 42 |
| 19/12/2012 1:30:00000 | 1.213.379.3 95 | 441.579.2 24 | 117.182.4 04 | 117.624. 992 | 117.391.7 08 | 45.344. 193 | 43.874. 584 | 68.244.6 82 |
| 19/12/2012 1:45:00000 | 1.218.265.3 81 | 460.721.8 63 | 117.316.3 68 | 117.750. 275 | 117.554.4 97 | 45.914. 932 | 44.684. 948 | 68.020.5 54 |
| 19/12/2012 2:00:00000 | 1.199.027.5 88 | 46.551.41 3 | 117.417.4 65 | 11.783.7 09 | 117.678.3 14 | 45.164. 085 | 44.871. 815 | 66.492.5 16 |
| 19/12/2012 2:15:00000 | 114.223.93 8 | 43.820.57 5 | 117.647.0 41 | 118.066. 208 | 117.894.8 59 | 43.635. 109 | 41.956. 055 | 63.079.9 83 |
| 19/12/2012 2:30:00000 | 1.119.111.2 06 | 436.506.8 97 | 11.764.18 3 | 11.805.2 46 | 117.888.4 58 | 43.050. 873 | 41.349. 556 | 61.578.4 53 |
| 19/12/2012 2:45:00000 | 1.078.047.7 29 | 426.232.5 13 | 117.625.4 88 | 118.044. 914 | 1.178.927 | 41.854. 591 | 39.696. 678 | 59.358.3 56 |
| 19/12/2012 3:00:00000 | 1.046.426.7 58 | 419.245.7 58 | 117.777.4 28 | 118.182. 892 | 118.003.6 47 | 4.042.1 68 | 38.193. 195 | 58.321.0 68 |
| 19/12/2012 3:15:00000 | 1.034.201.9 04 | 423.022.2 78 | 117.747.0 78 | 118.152. 946 | 117.972.4 12 | 40.839. 851 | 37.913. 616 | 57.008.9 57 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 19/12/2012 3:30:0000 | 1.030.946.6 55 | 418.352.4 78 | 117.818.9 24 | 118.217. 537 | 118.059.8 45 | 40.481. 697 | 38.190. 212 | 56.424.2 36 |
| 19/12/2012 3:45:0000 | 1.026.970.5 81 | 416.181.7 02 | 118.007.1 56 | 118.415. 001 | 118.221.7 18 | 40.467. 812 | 37.046. 902 | 5.686.94 8 |
| 19/12/2012 4:00:0000 | 1.028.474.7 31 | 426.513.8 24 | 118.073.6 69 | 118.477. 104 | 118.286.0 26 | 40.472. 317 | 37.720. 287 | 56.761.1 62 |
| 19/12/2012 4:15:0000 | 1.021.089.7 22 | 437.414.0 63 | 118.165.3 67 | 118.542. 168 | 11.834.19 8 | 39.960. 583 | 3.750.5 23 | 57.120.6 47 |
| 19/12/2012 4:30:0000 | 1.004.558.8 38 | 440.650.6 35 | 118.201.9 73 | 118.603. 828 | 118.406.0 06 | 40.103. 691 | 37.238. 125 | 55.509.3 92 |
| 19/12/2012 4:45:0000 | 977.439.63 6 | 413.579.9 26 | 118.237.2 82 | 118.643. 318 | 118.437.3 63 | 37.783. 222 | 36.581. 753 | 54.164.0 24 |
| 19/12/2012 5:00:0000 | 989.200.68 4 | 425.736.3 89 | 118.263.6 03 | 118.660. 385 | 118.460.4 57 | 38.173. 252 | 37.672. 291 | 54.531.2 81 |
| 19/12/2012 5:15:0000 | 992.768.00 5 | 42.270.63 6 | 118.240.8 22 | 118.650. 162 | 118.462.4 71 | 39.579. 163 | 37.375. 717 | 53.686.8 36 |
| 19/12/2012 5:30:0000 | 1.006.075.7 45 | 433.198.9 44 | 118.231.9 26 | 118.607. 033 | 118.411.7 89 | 40.258. 839 | 37.918. 072 | 54.479.3 97 |
| 19/12/2012 5:45:0000 | 983.121.64 3 | 414.447.6 01 | 118.111.6 79 | 118.494. 713 | 118.309.8 14 | 38.915. 089 | 37.098. 106 | 53.354.6 49 |
| 19/12/2012 6:00:0000 | 983.135.13 2 | 409.531.5 25 | 117.993.3 85 | 118.417. 885 | 118.206.5 96 | 38.961. 285 | 36.404. 083 | 53.912.4 83 |
| 19/12/2012 6:15:0000 | 978.394.28 7 | 421.317.7 49 | 117.968.1 78 | 118.444. 756 | 118.198.1 96 | 39.205. 643 | 37.148. 373 | 52.959.9 69 |
| 19/12/2012 6:30:0000 | 1.003.179.7 49 | 458.608.0 32 | 118.105.4 23 | 118.557. 449 | 118.345.0 62 | 42.092. 766 | 37.408. 531 | 54.147.2 28 |
| 19/12/2012 6:45:0000 | 98.228.833 | 448.277.9 85 | 118.195.8 92 | 118.645. 271 | 118.437.4 16 | 4.030.9 94 | 35.988. 522 | 54.461.1 63 |
| 19/12/2012 7:00:0000 | 1.036.581.0 55 | 475.756.8 97 | 118.119.6 37 | 118.569. 939 | 118.375.0 08 | 42.012. 871 | 39.121. 601 | 56.995.8 61 |
| 19/12/2012 7:15:0000 | 1.105.758.9 11 | 504.272.5 22 | 117.923.7 75 | 118.330. 162 | 118.214.5 23 | 44.451. 702 | 42.354. 805 | 60.527.3 44 |
| 19/12/2012 7:30:0000 | 1.160.001.2 21 | 486.176.1 47 | 117.733.1 39 | 118.119. 133 | 118.072.5 86 | 46.378. 456 | 43.543. 949 | 62.766.3 76 |
| 19/12/2012 7:45:0000 | 1.218.700.9 28 | 484.933.8 99 | 117.295.4 79 | 117.719. 948 | 117.646.3 78 | 49.382. 023 | 4.531.9 34 | 64.997.2 69 |
| 19/12/2012 8:00:0000 | 1.260.989.0 14 | 507.851.8 68 | 117.270.3 25 | 11.772.2 13 | 117.674.4 38 | 51.786. 491 | 46.174. 923 | 67.528.4 96 |
| 19/12/2012 8:15:0000 | 1.329.937.7 44 | 549.413.8 79 | 116.742.1 11 | 117.171. 219 | 117.119.9 65 | 53.805. 599 | 50.350. 651 | 71.758.0 72 |
| 19/12/2012 8:30:0000 | 1.475.023.0 71 | 542.682.7 39 | 116.095.4 44 | 116.572. 922 | 116.450.7 14 | 58.885. 006 | 55.993. 965 | 78.260.8 26 |
| 19/12/2012 8:45:0000 | 1.557.885.4 98 | 551.046.7 53 | 11.544.89 9 | 115.895. 416 | 115.833.7 78 | 6.128.7 14 | 61.441. 803 | 81.488.2 58 |
| 19/12/2012 9:00:0000 | 1.718.556.3 96 | 560.378.1 13 | 115.277.9 46 | 115.460. 922 | 115.751.1 29 | 66.463. 867 | 67.887. 077 | 89.442.2 76 |
| 19/12/2012 9:15:0000 | 1.869.171.2 65 | 607.538.2 08 | 115.401.8 78 | 115.476. 097 | 115.818.1 53 | 741.36 2 | 73.635. 391 | 9.540.74 4 |
| 19/12/2012 9:30:0000 | 1.954.825.3 17 | 606.621.0 33 | 11.482.04 8 | 114.840. 485 | 115.211.0 37 | 76.957. 573 | 78.264. 603 | 99.375.5 72 |
| 19/12/2012 9:45:0000 | 2.012.049.8 05 | 60.235.61 4 | 11.428.65 6 | 11.427.7 87 | 114.640.8 92 | 80.195. 427 | 7.986.9 56 | 10.242.5 98 |
| 19/12/2012 10:00:0000 | 2.083.452.8 81 | 611.208.2 52 | 113.603.4 39 | 113.551. 933 | 114.019.5 85 | 84.349. 358 | 82.948. 891 | 105.635. 696 |
| 19/12/2012 10:15:0000 | 2.203.150.8 79 | 660.480.7 74 | 113.785.4 61 | 113.658. 012 | 114.160.3 85 | 87.913. 177 | 89.533. 653 | 111.294. 876 |
| 19/12/2012 10:30:0000 | 2.226.310.3 03 | 671.379.9 44 | 114.182.7 55 | 113.972. 725 | 114.588.0 81 | 88.437. 508 | 90.287. 796 | 112.264. 618 |
| 19/12/2012 10:45:0000 | 2.237.814.6 97 | 677.983.7 65 | 114.391.8 69 | 114.213. 776 | 114.816.6 73 | 88.873. 421 | 89.199. 097 | 113.994. 446 |
| 19/12/2012 11:00:0000 | 1.523.911.2 55 | 46.243.04 5 | 114.313.3 93 | 114.126. 122 | 114.661.6 67 | 61.401. 245 | 60.754. 288 | 7.686.45 4 |
| 19/12/2012 11:15:0000 | 0 | 0 | 113.777.0 84 | 113.612. 633 | 114.152.0 77 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 19/12/2012 11:30:00000 | 4.594.716.7 97 | 1.131.861 .572 | 113.393.8 52 | 113.259. 743 | 113.770.9 81 | 189.16 4.368 | 199.74 7.818 | 209.104. 767 |
| 19/12/2012 11:45:00000 | 4.488.531.7 38 | 1.171.037 .354 | 113.451.9 27 | 113.336. 899 | 113.824.0 51 | 183.61 8.607 | 192.45 4.926 | 209.882. 538 |
| 19/12/2012 12:00:00000 | 2.254.017.5 78 | 675.022.5 83 | 113.476.3 95 | 113.325. 569 | 113.853.3 63 | 90.227. 089 | 90.223. 846 | 11.572.2 45 |
| 19/12/2012 12:15:00000 | 2.246.781.9 82 | 677.148.4 99 | 113.831.7 18 | 113.609. 978 | 11.412.97 3 | 89.486. 588 | 88.900. 955 | 116.197. 052 |
| 19/12/2012 12:30:00000 | 2.250.250.2 44 | 673.046.5 09 | 11.348.09 8 | 113.274. 483 | 113.801.6 13 | 89.949. 348 | 8.862.2 49 | 117.185. 997 |
| 19/12/2012 12:45:00000 | 2.260.173.8 28 | 660.286.1 94 | 113.329.0 71 | 113.106. 247 | 113.612.4 04 | 90.136. 856 | 89.398. 705 | 117.383. 194 |
| 19/12/2012 13:00:00000 | 2.267.417.7 25 | 651.234.3 75 | 113.144.8 52 | 112.919. 106 | 113.443.5 12 | 90.321. 335 | 89.830. 788 | 117.793. 976 |
| 19/12/2012 13:15:00000 | 2.285.192.8 71 | 671.772.7 05 | 112.906.8 98 | 112.692. 505 | 113.215.3 55 | 91.562. 599 | 89.225. 212 | 120.686. 768 |
| 19/12/2012 13:30:00000 | 2.275.141.8 46 | 684.808.7 77 | 113.713.6 61 | 113.500. 954 | 114.028.9 99 | 90.684. 799 | 88.229. 187 | 119.664. 963 |
| 19/12/2012 13:45:00000 | 2.299.088.1 35 | 703.038.3 91 | 113.826.4 31 | 113.681. 206 | 114.195.1 29 | 91.517. 746 | 89.276. 123 | 120.910. 324 |
| 19/12/2012 14:00:00000 | 2.324.346.9 24 | 702.188.1 71 | 113.641.0 29 | 113.472. 656 | 113.985.7 79 | 92.096. 542 | 90.643. 394 | 12.249.1 28 |
| 19/12/2012 14:15:00000 | 2.329.146.7 29 | 698.007.3 85 | 113.471.5 35 | 11.331.9 45 | 113.799.1 33 | 91.291. 222 | 9.065.2 71 | 124.174. 782 |
| 19/12/2012 14:30:00000 | 2.360.829.3 46 | 702.457.7 64 | 113.161.9 87 | 112.940. 987 | 11.349.88 4 | 93.245. 552 | 91.958. 817 | 125.772. 385 |
| 19/12/2012 14:45:00000 | 239.057.37 3 | 692.370.0 56 | 112.914.6 04 | 112.510. 338 | 113.208.1 91 | 93.828. 636 | 93.995. 102 | 127.293. 159 |
| 19/12/2012 15:00:00000 | 2.434.434.3 26 | 734.316.1 62 | 113.869.3 77 | 11.350.9 56 | 114.132.4 23 | 95.358. 879 | 95.311. 409 | 128.620. 239 |
| 19/12/2012 15:15:00000 | 2.431.724.1 21 | 73.862.14 6 | 114.130.7 53 | 113.745. 483 | 11.437.61 9 | 95.338. 631 | 94.721. 329 | 128.344. 742 |
| 19/12/2012 15:30:00000 | 2.457.531.9 82 | 741.416.4 43 | 114.041.6 26 | 113.621. 391 | 114.271.4 61 | 95.160. 934 | 96.218. 102 | 130.516. 052 |
| 19/12/2012 15:45:00000 | 2.465.550.5 37 | 751.835.8 76 | 11.410.88 1 | 113.730. 804 | 1.144.142 | 96.180. 305 | 96.153. 778 | 130.616. 211 |
| 19/12/2012 16:00:00000 | 2.457.718.5 06 | 764.765.0 15 | 114.214.4 17 | 113.817. 268 | 114.501.8 39 | 96.476. 212 | 9.551.1 36 | 130.230. 438 |
| 19/12/2012 16:15:00000 | 2.450.470.4 59 | 742.782.6 54 | 114.387.0 39 | 113.966. 339 | 114.632.4 46 | 96.233. 002 | 94.445. 892 | 129.432. 281 |
| 19/12/2012 16:30:00000 | 2.454.155.5 18 | 750.813.5 38 | 1.146.166 | 114.167. 656 | 114.822.6 01 | 96.396. 461 | 95.414. 391 | 128.434. 967 |
| 19/12/2012 16:45:00000 | 2.443.043.2 13 | 761.952.0 26 | 11.478.31 8 | 114.327. 408 | 114.955.8 56 | 94.372. 276 | 95.890. 541 | 128.642. 426 |
| 19/12/2012 17:00:00000 | 2.427.894.5 31 | 760.691.4 06 | 114.876.6 63 | 114.464. 386 | 115.038.2 84 | 94.229. 919 | 95.807. 861 | 126.754. 303 |
| 19/12/2012 17:15:00000 | 2.445.518.0 66 | 786.757.3 85 | 115.362.1 98 | 114.967. 148 | 115.549.8 81 | 95.952. 293 | 97.540. 405 | 125.000. 008 |
| 19/12/2012 17:30:00000 | 2.383.263.9 16 | 791.603.6 99 | 115.795.0 29 | 115.400. 032 | 11.598.12 7 | 93.011. 086 | 95.420. 883 | 121.775. 352 |
| 19/12/2012 17:45:00000 | 2.326.690.9 18 | 780.595.1 54 | 115.927.1 62 | 115.571. 999 | 116.098.2 82 | 90.362. 358 | 94.414. 986 | 118.088. 799 |
| 19/12/2012 18:00:00000 | 2.279.130.8 59 | 789.319.7 02 | 116.248.1 08 | 115.867. 798 | 116.414.7 95 | 90.032. 188 | 90.743. 637 | 116.005. 928 |
| 19/12/2012 18:15:00000 | 2.221.912.1 09 | 794.759.5 83 | 11.684.62 6 | 116.359. 833 | 116.885.4 68 | 87.740. 738 | 87.931. 122 | 113.396. 759 |
| 19/12/2012 18:30:00000 | 2.178.618.1 64 | 765.869.3 85 | 117.096.4 05 | 116.595. 428 | 117.114.1 13 | 85.943. 794 | 84.090. 729 | 112.260. 353 |
| 19/12/2012 18:45:00000 | 2.234.439.9 41 | 737.356.3 23 | 116.452.6 37 | 11.608.5 03 | 116.628.6 32 | 88.331. 635 | 85.302. 109 | 115.341. 896 |
| 19/12/2012 19:00:00000 | 2.242.625.4 88 | 726.254.5 17 | 116.759.3 46 | 116.397. 934 | 117.004.8 68 | 88.014. 549 | 84.325. 165 | 116.344. 933 |
| 19/12/2012 19:15:00000 | 2.240.233.6 43 | 740.373.1 08 | 11.718.14 5 | 116.898. 232 | 117.462.6 62 | 86.448. 387 | 85.351. 616 | 116.031. 944 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 19/12/2012 19:30:00000 | 223.163.91 6 | 745.600.0 98 | 117.319.6 41 | 117.042. 191 | 117.639.8 09 | 85.504. 265 | 85.126. 198 | 116.034. 767 |
| 19/12/2012 19:45:00000 | 2.192.785.1 56 | 735.429.4 43 | 117.344.4 98 | 117.083. 405 | 117.691.5 21 | 83.465. 416 | 82.913. 383 | 115.331. 947 |
| 19/12/2012 20:00:00000 | 2.144.588.6 23 | 724.441.1 62 | 117.484.7 64 | 117.272. 972 | 117.874.0 16 | 81.293. 434 | 80.372. 551 | 113.690. 506 |
| 19/12/2012 20:15:00000 | 2.083.433.1 05 | 675.857.1 78 | 116.302.3 83 | 116.127. 846 | 116.771.8 89 | 79.299. 965 | 78.971. 527 | 11.076.5 06 |
| 19/12/2012 20:30:00000 | 2.021.067.7 49 | 652.008.1 79 | 1.161.763 | 116.042. 389 | 116.731.2 77 | 77.349. 251 | 7.573.4 23 | 107.944. 725 |
| 19/12/2012 20:45:00000 | 197.903.12 5 | 643.000.3 05 | 116.063.7 13 | 116.125. 694 | 116.721.6 72 | 74.732. 193 | 74.041. 466 | 107.040. 558 |
| 19/12/2012 21:00:00000 | 1.926.693.8 48 | 633.999.3 29 | 116.049.1 87 | 116.186. 455 | 11.671.57 9 | 72.440. 308 | 7.191.4 65 | 105.017. 624 |
| 19/12/2012 21:15:00000 | 1.871.881.9 58 | 621.368.4 08 | 116.665.3 75 | 116.756. 424 | 117.256.8 13 | 69.093. 842 | 68.185. 272 | 104.095. 726 |
| 19/12/2012 21:30:00000 | 1.838.051.0 25 | 623.240.3 56 | 116.924.6 37 | 117.032. 799 | 117.517.0 36 | 68.518. 234 | 66.586. 121 | 101.859. 299 |
| 19/12/2012 21:45:00000 | 1.798.731.4 45 | 583.369.9 34 | 116.141.8 99 | 116.349. 403 | 116.751.7 78 | 68.140. 305 | 64.517. 563 | 99.673.3 86 |
| 19/12/2012 22:00:00000 | 1.693.785.2 78 | 548.018.3 72 | 116.355.9 27 | 11.654.8 37 | 116.928.3 07 | 62.687. 771 | 61.296. 062 | 94.430.9 92 |
| 19/12/2012 22:15:00000 | 1.692.353.6 38 | 553.925.5 37 | 116.542.8 47 | 116.722. 198 | 117.098.3 43 | 61.781. 395 | 61.509. 201 | 94.866.8 67 |
| 19/12/2012 22:30:00000 | 1.699.772.5 83 | 551.075.9 89 | 116.434.6 92 | 11.664.7 24 | 117.029.6 02 | 61.802. 567 | 61.019. 299 | 9.620.07 9 |
| 19/12/2012 22:45:00000 | 1.689.192.7 49 | 545.620.6 05 | 116.516.7 01 | 116.744. 034 | 117.103.8 28 | 61.298. 832 | 5.932.3 38 | 96.810.1 96 |
| 19/12/2012 23:00:00000 | 165.387.91 5 | 546.604.1 87 | 116.247.2 92 | 116.787. 231 | 116.784.0 35 | 61.150. 677 | 58.198. 166 | 94.360.3 36 |
| 19/12/2012 23:15:00000 | 1.619.008.6 67 | 527.205.9 33 | 116.401.2 68 | 117.042. 381 | 116.869.7 13 | 59.760. 429 | 5.697.9 29 | 919.133 |
| 19/12/2012 23:30:00000 | 1.595.644.2 87 | 539.081.1 16 | 116.469.4 29 | 117.102. 493 | 116.912.1 09 | 59.309. 921 | 56.444. 607 | 90.521.8 12 |
| 19/12/2012 23:45:00000 | 1.543.147.2 17 | 529.216.4 92 | 116.767.3 42 | 117.376. 122 | 11.724.30 5 | 57.016. 979 | 54.717. 846 | 87.591.6 44 |

Tabla A2.6 Historial Carga (máxima demanda) – Alimentadora Gran Manzana 19/12/2012.

| Date/Time | kW sd del | kVAR sd del | Vln a | Vln b | Vln c | la | lb | lc |
|--------------------------|-------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 19/12/2012 0:00:00000 | 3.575.058.1 05 | 0 | 117.092.3 61 | 117.562. 561 | 117.482.2 77 | 140.951. 691 | 135.795.2 42 | 174.576. 828 |
| 19/12/2012 0:15:00000 | 3.417.793.9 45 | 0 | 117.363.2 13 | 117.772. 568 | 117.705.5 74 | 13.538.5 88 | 130.842.5 14 | 166.615. 295 |
| 19/12/2012 0:30:00000 | 3.292.363.2 81 | 0 | 117.138.2 06 | 117.580. 658 | 117.414.6 96 | 131.881. 989 | 126.929.4 28 | 160.989. 502 |
| 19/12/2012 0:45:00000 | 3.198.430.6 64 | 0 | 117.142.0 59 | 117.596. 092 | 117.384.8 95 | 128.863. 022 | 121.416.9 08 | 158.984. 772 |
| 19/12/2012 1:00:00000 | 31.269.375 | 0 | 117.149.5 51 | 117.596. 886 | 117.393.8 98 | 126.484. 314 | 120.119.9 72 | 154.592. 712 |
| 19/12/2012 1:15:00000 | 3.054.770.9 96 | 0 | 117.079.0 48 | 117.513. 046 | 117.303.8 56 | 124.920. 753 | 117.595.2 15 | 151.191. 681 |
| 19/12/2012 1:30:00000 | 2.990.515.3 81 | 0 | 117.193.1 08 | 117.635. 452 | 117.454.1 32 | 122.336. 845 | 115.859.3 52 | 14.825.9 43 |
| 19/12/2012 1:45:00000 | 2.920.256.3 48 | 0 | 11.732.22 2 | 117.757. 446 | 117.613.6 63 | 121.750. 984 | 113.336.9 83 | 143.181. 503 |
| 19/12/2012 2:00:00000 | 2.843.208.9 84 | 0 | 117.426.4 68 | 117.844. 658 | 117.738.9 37 | 11.903.9 49 | 111.335.8 69 | 139.359. 512 |
| 19/12/2012 2:15:00000 | 2.776.215.0 88 | 0 | 117.652.2 45 | 118.072. 304 | 117.953.7 58 | 116.702. 835 | 110.330.9 71 | 135.002. 792 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 19/12/2012 2:30:00000 | 2.709.443.1 15 | 0 | 11.765.44 8 | 118.064. 575 | 117.953.6 74 | 116.018. 005 | 107.844.0 55 | 131.868. 866 |
| 19/12/2012 2:45:00000 | 2.665.051.0 25 | 0 | 117.630.0 43 | 118.048. 775 | 117.948.5 63 | 114.226. 181 | 106.794.4 79 | 12.948.7 61 |
| 19/12/2012 3:00:00000 | 2.646.416.5 04 | 0 | 117.787.9 41 | 118.193. 665 | 118.066.7 04 | 114.057. 129 | 105.635.3 07 | 127.890. 106 |
| 19/12/2012 3:15:00000 | 2.608.167.2 36 | 0 | 11.775.85 3 | 118.163. 185 | 118.035.7 21 | 112.633. 461 | 105.355.0 34 | 125.825. 752 |
| 19/12/2012 3:30:00000 | 2.558.262.9 39 | 0 | 117.827.0 34 | 118.224. 617 | 118.117.9 28 | 111.668. 282 | 103.542.7 02 | 123.845. 001 |
| 19/12/2012 3:45:00000 | 254.096.16 7 | 0 | 118.014.2 14 | 118.421. 333 | 118.279.8 16 | 111.777. 527 | 103.630.5 08 | 121.722. 832 |
| 19/12/2012 4:00:00000 | 2.519.777.3 44 | 0 | 118.084.5 87 | 118.487. 038 | 118.348.7 47 | 110.749. 298 | 10.279.27 7 | 120.995. 972 |
| 19/12/2012 4:15:00000 | 2.477.785.6 45 | 0 | 118.175.0 11 | 118.552. 078 | 118.402.5 57 | 108.409. 943 | 102.628.8 91 | 118.974. 152 |
| 19/12/2012 4:30:00000 | 243.430.12 7 | 0 | 1.182.117 | 118.612. 579 | 118.466.3 47 | 107.415. 405 | 101.567.1 54 | 117.517. 601 |
| 19/12/2012 4:45:00000 | 239.610.49 8 | 0 | 118.247.8 56 | 118.652. 771 | 118.499.2 68 | 106.502. 945 | 100.996.5 74 | 115.685. 089 |
| 19/12/2012 5:00:00000 | 2.365.310.3 03 | 0 | 11.827.49 1 | 118.670. 113 | 118.520.8 51 | 105.705. 246 | 99.275.26 1 | 115.121. 635 |
| 19/12/2012 5:15:00000 | 2.357.598.6 33 | 0 | 118.252.6 93 | 118.662. 422 | 118.525.5 13 | 105.599. 373 | 99.105.38 5 | 114.893. 776 |
| 19/12/2012 5:30:00000 | 233.353.83 3 | 0 | 118.244.4 46 | 118.617. 386 | 118.475.1 82 | 104.961. 945 | 988.172 | 113.791. 794 |
| 19/12/2012 5:45:00000 | 2.344.819.0 92 | 0 | 118.122.4 21 | 118.504. 486 | 118.370.4 38 | 105.727. 142 | 98.676.27 7 | 115.424. 393 |
| 19/12/2012 6:00:00000 | 2.335.912.1 09 | 0 | 118.008.1 79 | 118.430. 939 | 118.271.0 88 | 104.293. 915 | 98.970.76 4 | 118.012. 856 |
| 19/12/2012 6:15:00000 | 2.281.063.9 65 | 0 | 117.975.8 15 | 118.450. 684 | 118.255.3 48 | 10.273.9 12 | 98.657.99 7 | 11.519.4 58 |
| 19/12/2012 6:30:00000 | 2.194.724.3 65 | 0 | 118.114.2 43 | 118.565. 796 | 118.404.0 68 | 10.047.7 44 | 95.529.84 6 | 110.972. 168 |
| 19/12/2012 6:45:00000 | 2.200.776.3 67 | 0 | 118.204.5 75 | 118.653. 229 | 118.496.8 49 | 101.816. 399 | 9.406.546 | 110.692. 352 |
| 19/12/2012 7:00:00000 | 2.166.066.4 06 | 0 | 11.813.22 4 | 118.581. 795 | 118.437.5 84 | 100.181 | 92.023.93 3 | 108.957. 306 |
| 19/12/2012 7:15:00000 | 2.288.884.5 21 | 0 | 11.793.85 6 | 11.834.4 62 | 118.279.0 99 | 104.470. 963 | 95.984.51 2 | 111.223. 419 |
| 19/12/2012 7:30:00000 | 2.445.631.3 48 | 0 | 117.745.5 44 | 118.129. 913 | 118.133.8 96 | 109.014. 061 | 101.091.2 17 | 115.621. 964 |
| 19/12/2012 7:45:00000 | 2.867.109.3 75 | 0 | 117.314.6 36 | 117.736. 908 | 117.714.2 87 | 121.143. 646 | 113.491.5 85 | 130.805. 328 |
| 19/12/2012 8:00:00000 | 2.998.700.1 95 | 0 | 117.280.9 37 | 117.732. 269 | 117.735.7 64 | 124.432. 335 | 119.448.8 91 | 135.825. 577 |
| 19/12/2012 8:15:00000 | 3.173.274.9 02 | 0 | 11.676.38 4 | 117.190. 086 | 117.190.2 54 | 130.113. 022 | 126.219.6 81 | 144.130. 127 |
| 19/12/2012 8:30:00000 | 3.450.707.0 31 | 0 | 116.116.4 32 | 116.594. 109 | 116.522.0 57 | 138.694. 901 | 138.125.6 26 | 15.672.9 05 |
| 19/12/2012 8:45:00000 | 3.754.982.4 22 | 0 | 115.471.2 07 | 115.916. 512 | 115.904.9 38 | 150.360. 596 | 153.948.0 59 | 166.563. 934 |
| 19/12/2012 9:00:00000 | 4.081.235.3 52 | 0 | 115.273.2 62 | 115.462. 662 | 115.794.4 18 | 16.506.0 41 | 167.983.7 34 | 177.007. 324 |
| 19/12/2012 9:15:00000 | 4.430.268.5 55 | 220.586. 441 | 115.425.0 64 | 115.497. 284 | 115.891.8 15 | 176.461. 441 | 181.204.9 87 | 194.383. 072 |
| 19/12/2012 9:30:00000 | 4.640.898.4 38 | 371.999. 207 | 114.835.9 22 | 114.856. 377 | 115.276.9 85 | 180.961. 868 | 193.461.1 36 | 206.865. 692 |
| 19/12/2012 9:45:00000 | 4.788.834.9 61 | 396.526. 703 | 114.309.5 86 | 114.300. 377 | 11.471.29 9 | 186.688. 629 | 203.295.7 46 | 212.832. 687 |
| 19/12/2012 10:00:00000 | 4.895.791.5 04 | 38.853.4 21 | 113.612.5 87 | 113.561. 569 | 114.076.5 46 | 189.674. 515 | 212.025.2 08 | 217.886. 963 |
| 19/12/2012 10:15:00000 | 498.011.37 7 | 419.183. 167 | 113.805.2 29 | 113.677. 834 | 114.233.4 06 | 192.868. 454 | 215.152.7 25 | 221.640. 366 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 19/12/2012 10:30:00000 | 5.092.489.2 58 | 480.132. 263 | 114.181.0 15 | 113.971. 954 | 114.635.8 11 | 198.840. 439 | 218.814.9 41 | 224.847. 397 |
| 19/12/2012 10:45:00000 | 5.122.888.6 72 | 507.792. 847 | 11.439.46 3 | 114.216. 217 | 114.869.7 59 | 199.963. 043 | 219.062.9 88 | 226.478. 714 |
| 19/12/2012 11:00:00000 | 5.189.558.1 05 | 529.597. 717 | 114.329.4 53 | 114.144. 554 | 114.733.1 09 | 201.032. 806 | 222.218.3 69 | 231.248. 016 |
| 19/12/2012 11:15:00000 | 5.261.931.1 52 | 522.937. 134 | 113.797.3 63 | 11.363.2 05 | 114.222.3 51 | 206.861. 877 | 226.708.3 74 | 232.919. 144 |
| 19/12/2012 11:30:00000 | 537.602.83 2 | 540.842. 102 | 11.340.40 3 | 113.270. 172 | 113.834.0 91 | 208.259. 552 | 231.370.3 46 | 243.766. 113 |
| 19/12/2012 11:45:00000 | 5.361.661.6 21 | 536.054. 565 | 113.460.7 54 | 113.347. 473 | 113.888.4 89 | 20.816.5 71 | 22.865.36 1 | 244.262. 222 |
| 19/12/2012 12:00:00000 | 5.386.181.1 52 | 553.219. 788 | 1.134.823 | 113.334. 084 | 113.916.1 22 | 210.767. 593 | 230.535.5 53 | 243.020. 035 |
| 19/12/2012 12:15:00000 | 5.371.069.8 24 | 553.288. 269 | 113.836.4 56 | 113.617. 828 | 114.192.4 21 | 206.406. 418 | 233.311.5 39 | 241.247. 849 |
| 19/12/2012 12:30:00000 | 5.435.147.4 61 | 539.188. 965 | 113.503.3 49 | 113.297. 455 | 113.879.1 05 | 21.038.5 62 | 237.001.8 77 | 243.266. 937 |
| 19/12/2012 12:45:00000 | 5.477.087.8 91 | 5.296.82 8 | 113.335.6 25 | 113.115. 509 | 113.679.3 52 | 213.330. 246 | 236.948.4 71 | 246.757. 401 |
| 19/12/2012 13:00:00000 | 5.510.767.5 78 | 530.909. 851 | 113.157.8 75 | 112.935. 371 | 113.514.4 42 | 211.790. 161 | 24.184.31 4 | 248.852. 554 |
| 19/12/2012 13:15:00000 | 5.483.087.4 02 | 506.749. 329 | 112.905.6 09 | 112.693. 825 | 113.273.7 58 | 210.301. 514 | 238.671.5 24 | 251.301. 361 |
| 19/12/2012 13:30:00000 | 5.495.516.1 13 | 543.203. 979 | 113.718.7 27 | 113.508. 446 | 114.093.6 97 | 210.454. 239 | 235.647.9 49 | 251.035. 629 |
| 19/12/2012 13:45:00000 | 5.589.285.6 45 | 583.268. 188 | 113.842.1 71 | 113.700. 394 | 114.271.6 14 | 216.099. 319 | 235.067.8 71 | 257.119. 049 |
| 19/12/2012 14:00:00000 | 5.667.734.3 75 | 580.831. 543 | 113.647.4 99 | 113.484. 024 | 114.056.2 59 | 215.830. 353 | 242.626.3 89 | 260.939. 667 |
| 19/12/2012 14:15:00000 | 5.785.431.6 41 | 614.532. 898 | 113.485.7 86 | 113.337. 059 | 11.387.61 9 | 219.496. 567 | 248.008.6 98 | 268.085. 938 |
| 19/12/2012 14:30:00000 | 5.921.902.8 32 | 642.979. 187 | 113.177.2 69 | 112.962. 708 | 113.576.8 05 | 224.668. 945 | 256.530.7 62 | 273.948. 425 |
| 19/12/2012 14:45:00000 | 5.883.152.8 32 | 596.424. 011 | 112.906.9 37 | 112.508. 621 | 113.266.0 06 | 226.328. 476 | 253.603.3 17 | 271.806. 763 |
| 19/12/2012 15:00:00000 | 6.047.078.1 25 | 714.119. 141 | 113.878.4 26 | 113.522. 911 | 114.207.0 08 | 22.900.2 06 | 260.802.4 89 | 277.700. 867 |
| 19/12/2012 15:15:00000 | 601.680.12 7 | 743.751. 038 | 114.138.5 35 | 113.758. 446 | 114.448.9 75 | 225.482. 712 | 26.208.37 1 | 275.185. 303 |
| 19/12/2012 15:30:00000 | 6.113.447.7 54 | 754.660. 156 | 114.050.3 23 | 113.636. 253 | 114.346.6 64 | 229.348. 785 | 269.400.8 18 | 276.710. 144 |
| 19/12/2012 15:45:00000 | 6.174.047.3 63 | 767.772. 705 | 11.411.36 4 | 113.740. 776 | 114.484.6 88 | 230.865. 585 | 270.820.1 29 | 280.816. 895 |
| 19/12/2012 16:00:00000 | 6.122.003.9 06 | 745.919. 983 | 114.224.7 92 | 113.832. 176 | 114.579.9 48 | 227.493. 713 | 266.142.1 81 | 281.378. 479 |
| 19/12/2012 16:15:00000 | 6.078.676.7 58 | 745.047. 546 | 114.391.3 04 | 113.977. 448 | 114.704.9 33 | 223.721. 054 | 26.408.90 2 | 280.977. 356 |
| 19/12/2012 16:30:00000 | 6.064.473.1 45 | 760.387. 939 | 114.623.3 98 | 114.179. 756 | 11.489.63 7 | 224.766. 098 | 264.484.3 14 | 276.921. 051 |
| 19/12/2012 16:45:00000 | 6.061.358.3 98 | 763.681. 458 | 114.789.8 18 | 11.433.9 02 | 11.503.21 5 | 227.124. 466 | 261.208.0 08 | 276.453. 125 |
| 19/12/2012 17:00:00000 | 594.993.45 7 | 730.653. 809 | 114.883.2 55 | 114.474. 594 | 115.112.2 51 | 224.621. 231 | 252.499.6 64 | 27.264.7 98 |
| 19/12/2012 17:15:00000 | 580.189.20 9 | 69.887.0 85 | 115.366.0 96 | 114.975. 006 | 115.620.1 63 | 21.699.3 24 | 245.232.9 71 | 265.807. 373 |
| 19/12/2012 17:30:00000 | 5.653.175.7 81 | 664.546. 448 | 115.800.2 17 | 115.410. 995 | 116.057.1 21 | 21.247.8 21 | 236.966.2 63 | 256.932. 159 |
| 19/12/2012 17:45:00000 | 5.514.952.1 48 | 636.886. 292 | 115.931.8 31 | 115.581. 238 | 116.171.4 17 | 207.026. 962 | 231.450.8 82 | 249.759. 094 |
| 19/12/2012 18:00:00000 | 5.403.868.6 52 | 5.955.67 2 | 116.253.2 81 | 115.878. 723 | 11.648.92 2 | 200.462. 494 | 226.219.2 69 | 245.803. 009 |
| 19/12/2012 18:15:00000 | 5.162.079.1 02 | 492.768. 585 | 116.844.5 28 | 116.365. 288 | 116.953.7 96 | 188.775. 909 | 217.202.1 33 | 23.359.7 87 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 19/12/2012 18:30:00000 | 492.076.70 9 | 362.091. 644 | 117.115.3 87 | 116.615. 723 | 117.198.7 38 | 175.245. 834 | 204.724.4 72 | 228.225. 815 |
| 19/12/2012 18:45:00000 | 5.024.369.6 29 | 322.792. 999 | 116.467.2 24 | 116.103. 577 | 116.709.3 35 | 180.025. 558 | 205.284.3 17 | 238.094. 757 |
| 19/12/2012 19:00:00000 | 5.018.797.3 63 | 274.666. 046 | 11.676.26 8 | 116.405. 602 | 117.075.1 04 | 182.591. 873 | 201.659.0 12 | 23.659.6 13 |
| 19/12/2012 19:15:00000 | 4.945.669.9 22 | 257.038. 971 | 117.187.6 53 | 116.906. 364 | 117.533.2 26 | 180.383. 026 | 195.605.4 38 | 23.342.8 97 |
| 19/12/2012 19:30:00000 | 4.874.165.0 39 | 225.043. 015 | 117.331.8 94 | 117.057. 976 | 117.717.3 46 | 176.767. 487 | 190.757.5 84 | 232.045. 853 |
| 19/12/2012 19:45:00000 | 4.770.464.3 55 | 194.026. 047 | 117.348.2 36 | 11.709.1 85 | 117.762.1 99 | 172.751. 907 | 184.968.9 94 | 228.810. 974 |
| 19/12/2012 20:00:00000 | 463.673.29 1 | 156.482. 407 | 117.517.7 54 | 117.307. 724 | 117.969.9 25 | 170.863. 159 | 176.833.4 05 | 221.719. 727 |
| 19/12/2012 20:15:00000 | 4.530.818.3 59 | 43.725.3 34 | 116.312.6 37 | 116.140. 419 | 116.845.2 15 | 170.470. 123 | 171.994.0 03 | 218.645. 554 |
| 19/12/2012 20:30:00000 | 4.467.910.6 45 | 20.016.1 19 | 116.182.5 03 | 116.051. 895 | 116.801.2 77 | 166.723. 434 | 170.424.0 72 | 216.635. 742 |
| 19/12/2012 20:45:00000 | 4.455.407.7 15 | 20.807.6 52 | 116.078.9 57 | 116.140. 228 | 116.798.7 75 | 16.559.4 62 | 171.384.6 28 | 215.271. 149 |
| 19/12/2012 21:00:00000 | 4.377.226.0 74 | 2.229.43 8 | 116.059.8 37 | 116.199. 135 | 116.789.4 13 | 161.714. 462 | 169.712.8 45 | 211.364. 319 |
| 19/12/2012 21:15:00000 | 4.361.524.9 02 | 1.317.07 2 | 116.665.6 57 | 116.759. 392 | 117.319.6 95 | 162.196. 579 | 169.844.1 77 | 211.328. 735 |
| 19/12/2012 21:30:00000 | 4.324.088.3 79 | 0 | 116.931.1 37 | 11.704.2 48 | 117.585.5 79 | 162.270. 248 | 168.820.8 92 | 208.396. 805 |
| 19/12/2012 21:45:00000 | 4.248.654.7 85 | 0 | 116.168.4 49 | 116.376. 602 | 116.838.3 71 | 16.057.6 95 | 1.666.689 | 2.072.99 5 |
| 19/12/2012 22:00:00000 | 4.201.947.2 66 | 0 | 116.358.6 96 | 116.553. 452 | 116.992.1 34 | 158.354. 538 | 164.413.5 59 | 205.289. 352 |
| 19/12/2012 22:15:00000 | 4.116.346.1 91 | 0 | 116.556.8 31 | 116.737. 335 | 117.170.8 45 | 155.568. 054 | 16.268.16 1 | 198.863. 327 |
| 19/12/2012 22:30:00000 | 4.007.880.6 15 | 0 | 116.442.9 55 | 116.657. 951 | 117.097.2 67 | 153.635. 239 | 15.853.27 3 | 193.081. 131 |
| 19/12/2012 22:45:00000 | 4.025.158.9 36 | 0 | 116.525.9 02 | 116.753. 586 | 117.170.7 38 | 156.316. 544 | 1.586.008 | 19.141.4 52 |
| 19/12/2012 23:00:00000 | 4.012.311.0 35 | 0 | 116.262.9 62 | 116.798. 882 | 11.685.96 8 | 156.018. 478 | 157.445.2 82 | 191.884. 979 |
| 19/12/2012 23:15:00000 | 3.984.292.2 36 | 0 | 116.404.2 21 | 117.046. 173 | 116.930.3 97 | 154.481. 277 | 152.819.0 92 | 194.088. 074 |
| 19/12/2012 23:30:00000 | 3.926.528.0 76 | 0 | 116.477.6 99 | 117.112. 427 | 11.697.83 1 | 151.763. 474 | 150.617.6 15 | 190.964. 951 |
| 19/12/2012 23:45:00000 | 3.806.808.8 38 | 0 | 11.677.50 7 | 11.738.5 75 | 117.307.0 98 | 148.244. 675 | 145.402.4 81 | 18.486.5 25 |

Tabla A2.7 Historial Carga (máxima demanda) – Alimentadora Garzota 4
19/12/2012.

| Date/Time | kW sd del | kVAR sd del | Vln a | Vln b | Vln c | la | lb | lc |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 19/12/2012 0:00:00000 | 2.817.296.8 75 | 1.088.05 5.176 | 117.048.5 31 | 117.574. 226 | 117.439.9 57 | 108.676.0 71 | 14.207.13 5 | 117.740. 334 |
| 19/12/2012 0:15:00000 | 2.730.794.9 22 | 1.087.78 7.354 | 117.349.6 32 | 117.810. 295 | 117.685.2 26 | 105.058.3 04 | 137.178.3 45 | 115.631. 828 |
| 19/12/2012 0:30:00000 | 2.645.845.2 15 | 1.054.23 9.258 | 117.009.8 88 | 117.511. 604 | 117.283.1 27 | 101.589.1 11 | 13.274.23 4 | 113.359. 573 |
| 19/12/2012 0:45:00000 | 258.094.75 1 | 1.043.17 4.316 | 11.712.23 6 | 117.631. 355 | 11.736.55 7 | 99.481.65 9 | 131.254.5 78 | 108.766. 174 |
| 19/12/2012 1:00:00000 | 2.518.219.2 38 | 1.033.83 2.397 | 117.048.1 34 | 117.551. 231 | 117.299.9 42 | 96.791.06 9 | 12.934.78 7 | 106.028. 122 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 19/12/2012 1:15:00000 | 2.464.887.2 07 | 1.013.42 3.401 | 117.031.4 48 | 117.517. 151 | 117.257.9 35 | 94.588.20 3 | 126.295.3 57 | 104.385. 643 |
| 19/12/2012 1:30:00000 | 2.384.685.5 47 | 1.003.41 5.833 | 117.124.3 82 | 117.627. 243 | 117.401.9 78 | 92.225.95 2 | 122.106.7 73 | 101.141. 449 |
| 19/12/2012 1:45:00000 | 2.337.553.2 23 | 1.002.75 4.944 | 117.295.3 11 | 117.776. 123 | 117.590.4 31 | 90.239.92 9 | 120.669.3 04 | 98.832.8 09 |
| 19/12/2012 2:00:00000 | 2.327.966.3 09 | 1.016.02 9.663 | 117.386.8 18 | 117.864. 334 | 117.711.6 24 | 90.660.90 4 | 11.975.69 5 | 98.627.5 71 |
| 19/12/2012 2:15:00000 | 2.256.707.2 75 | 1.006.21 2.219 | 11.760.09 9 | 118.067. 894 | 117.900.8 18 | 8.773.954 | 116.005.6 84 | 96.432.1 44 |
| 19/12/2012 2:30:00000 | 2.213.336.9 14 | 990.239. 868 | 117.585.2 43 | 118.051. 094 | 117.890.1 37 | 8.672.641 | 114.220.3 75 | 93.692.5 35 |
| 19/12/2012 2:45:00000 | 2.196.078.1 25 | 1.001.49 6.399 | 117.594.0 25 | 118.068. 901 | 117.916.9 85 | 85.817.11 6 | 113.438.2 17 | 9.397.53 8 |
| 19/12/2012 3:00:00000 | 2.177.418.4 57 | 1.010.21 2.402 | 117.722.6 94 | 118.179. 306 | 118.006.1 11 | 85.796.50 1 | 111.726.6 77 | 938.452 |
| 19/12/2012 3:15:00000 | 2.132.335.6 93 | 990.406. 677 | 117.698.6 62 | 118.156. 952 | 117.979.9 12 | 83.771.44 6 | 109.517.7 84 | 92.197.6 39 |
| 19/12/2012 3:30:00000 | 2.093.294.1 89 | 978.158. 386 | 117.786.1 25 | 118.240. 883 | 118.085.8 31 | 81.946.69 3 | 10.738.26 9 | 91.064.7 28 |
| 19/12/2012 3:45:00000 | 2.075.836.4 26 | 9.873.92 7 | 117.974.7 16 | 118.432. 755 | 118.245.0 87 | 81.208.56 5 | 106.754.5 17 | 90.631.5 69 |
| 19/12/2012 4:00:00000 | 2.056.673.0 96 | 989.599. 792 | 118.034.2 71 | 118.491. 798 | 11.829.90 8 | 81.755.62 3 | 105.282.6 66 | 8.946.24 1 |
| 19/12/2012 4:15:00000 | 2.025.646.4 84 | 980.553. 467 | 118.122.4 44 | 118.551. 247 | 118.358.6 88 | 81.403.78 6 | 103.809.8 45 | 87.329.9 41 |
| 19/12/2012 4:30:00000 | 2.006.172.2 41 | 979.039. 734 | 118.151.1 61 | 118.605. 286 | 118.410.8 51 | 80.251.60 2 | 103.062.5 84 | 86.956.2 07 |
| 19/12/2012 4:45:00000 | 1.991.794.6 78 | 982.416. 443 | 118.188.2 78 | 118.647. 141 | 118.441.3 38 | 80.826.52 3 | 101.458.5 49 | 86.544.5 56 |
| 19/12/2012 5:00:00000 | 1.968.807.6 17 | 962.191. 467 | 118.207.8 48 | 118.659. 424 | 118.467.6 51 | 78.404.77 8 | 101.806.1 83 | 85.065.5 52 |
| 19/12/2012 5:15:00000 | 1.972.339.3 55 | 96.143.3 96 | 118.188.0 65 | 118.644. 516 | 118.465.6 14 | 77.943.61 9 | 101.779.0 22 | 85.947.0 75 |
| 19/12/2012 5:30:00000 | 198.597.16 8 | 961.749. 939 | 118.172.2 95 | 1.186.03 5 | 118.403.4 27 | 79.206.97 8 | 101.297.9 35 | 86.764.1 68 |
| 19/12/2012 5:45:00000 | 1.964.248.2 91 | 932.090. 942 | 118.059.9 06 | 118.498. 497 | 118.316.3 45 | 78.578.80 4 | 100.459.3 66 | 84.612.3 35 |
| 19/12/2012 6:00:00000 | 1.980.658.4 47 | 917.861. 572 | 117.919.6 01 | 118.400. 818 | 118.193.1 46 | 7.814.489 | 100.919.9 37 | 85.953.0 64 |
| 19/12/2012 6:15:00000 | 1.985.143.4 33 | 92.147.5 22 | 117.927.8 64 | 118.458. 534 | 118.216.1 48 | 76.897.05 7 | 100.703.8 27 | 8.803.96 5 |
| 19/12/2012 6:30:00000 | 1.910.946.6 55 | 894.778. 931 | 118.078.3 39 | 118.579. 674 | 118.376.2 82 | 72.029.59 4 | 99.208.18 3 | 8.466.27 2 |
| 19/12/2012 6:45:00000 | 1.903.346.1 91 | 903.301. 453 | 118.140.2 36 | 118.641. 899 | 118.438.6 14 | 72.216.56 8 | 98.175.20 9 | 84.948.9 29 |
| 19/12/2012 7:00:00000 | 1.865.495.2 39 | 904.937. 073 | 118.064.9 19 | 118.564. 018 | 118.377.1 51 | 71.676.46 8 | 96.425.23 2 | 83.376.8 77 |
| 19/12/2012 7:15:00000 | 1.909.794.0 67 | 924.335. 754 | 117.842.0 03 | 118.298. 965 | 118.197.8 91 | 73.276.72 6 | 9.911.763 | 85.287.7 58 |
| 19/12/2012 7:30:00000 | 1.977.411.0 11 | 932.738. 342 | 1.176.446 | 11.808.4 32 | 118.039.9 32 | 77.306.19 8 | 101.146.1 33 | 8.741.00 8 |
| 19/12/2012 7:45:00000 | 2.060.100.0 98 | 958.078. 552 | 117.209.1 22 | 117.687. 668 | 117.624.6 41 | 82.829.50 6 | 104.081.9 02 | 90.232.9 41 |
| 19/12/2012 8:00:00000 | 2.205.130.3 71 | 1.023.11 8.469 | 117.206.1 46 | 117.709. 068 | 117.657.0 74 | 8.999.041 | 108.750.8 93 | 97.635.7 96 |
| 19/12/2012 8:15:00000 | 2.278.885.4 98 | 1.017.78 9.307 | 116.616.8 59 | 117.100. 311 | 117.056.0 84 | 92.603.31 7 | 111.996.5 82 | 101.147. 308 |
| 19/12/2012 8:30:00000 | 2.459.871.3 38 | 1.077.66 1.987 | 115.965.7 97 | 116.490. 334 | 116.368.9 04 | 103.868.6 14 | 115.472.0 08 | 111.333. 916 |
| 19/12/2012 8:45:00000 | 2.651.695.5 57 | 1.139.42 2.119 | 115.290.7 49 | 115.794. 456 | 115.737.6 33 | 117.232.3 68 | 121.419.8 99 | 118.679. 459 |
| 19/12/2012 9:00:00000 | 2.815.335.9 38 | 658.717. 041 | 115.343.4 45 | 115.526. 611 | 115.879.2 27 | 116.209.4 12 | 128.100.9 22 | 118.518. 776 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 19/12/2012 9:15:00000 | 2.863.533.6 91 | 571.633. 972 | 115.261.0 09 | 115.389. 946 | 115.721.8 25 | 115.874.8 93 | 130.762.8 63 | 119.919. 907 |
| 19/12/2012 9:30:00000 | 2.980.458.4 96 | 588.961. 487 | 11.472.45 1 | 114.789. 124 | 115.167.2 59 | 120.337.1 58 | 138.309.2 96 | 123.880. 501 |
| 19/12/2012 9:45:00000 | 3.103.669.9 22 | 601.250. 671 | 114.136.4 82 | 11.417.8 07 | 114.548.4 62 | 124.479.7 74 | 145.336.4 87 | 129.824. 066 |
| 19/12/2012 10:00:00000 | 3.225.830.8 11 | 634.715. 271 | 113.569.8 17 | 113.560. 394 | 114.042.5 42 | 132.427.3 99 | 149.343.0 79 | 135.239. 349 |
| 19/12/2012 10:15:00000 | 3.289.522.9 49 | 666.729. 675 | 113.706.2 23 | 113.628. 067 | 114.137.1 46 | 135.257.8 13 | 15.044.69 6 | 139.449. 371 |
| 19/12/2012 10:30:00000 | 3.350.523.6 82 | 703.647. 278 | 114.191.3 68 | 114.025. 879 | 11.464.59 2 | 135.848.8 16 | 154.314.0 26 | 141.687. 546 |
| 19/12/2012 10:45:00000 | 3.362.291.5 04 | 717.109. 558 | 114.374.6 95 | 114.255. 676 | 114.868.4 23 | 136.912.8 27 | 157.312.8 36 | 138.752. 441 |
| 19/12/2012 11:00:00000 | 439.703.12 5 | 1.019.82 8.979 | 114.213.2 42 | 114.071. 281 | 114.591.8 05 | 177.289.3 98 | 197.041.9 77 | 193.272. 552 |
| 19/12/2012 11:15:00000 | 5.739.098.1 45 | 1.406.41 9.556 | 113.664.6 65 | 113.566. 551 | 114.108.8 49 | 23.321.25 7 | 249.014.6 94 | 261.695. 526 |
| 19/12/2012 11:30:00000 | 50.626.886 | 94.460.6 63 | 113.330.5 59 | 113.250. 069 | 113.770.0 12 | 21.184.07 1 | 21.636.76 1 | 22.520.0 44 |
| 19/12/2012 11:45:00000 | 1.749.856.2 01 | 313.110. 168 | 113.381.9 96 | 113.323. 608 | 113.820.1 45 | 74.324.00 5 | 7.873.703 | 7.273.11 1 |
| 19/12/2012 12:00:00000 | 3.659.127.1 97 | 761.377. 808 | 113.467.4 76 | 113.365. 166 | 113.896.2 17 | 154.188.5 83 | 166.041.5 04 | 153.700. 592 |
| 19/12/2012 12:15:00000 | 3.663.626.7 09 | 766.759. 521 | 113.802.1 16 | 113.634. 834 | 11.415.28 4 | 151.941.9 25 | 167.459.7 78 | 15.409.1 08 |
| 19/12/2012 12:30:00000 | 3.757.216.3 09 | 77.950.2 93 | 113.346.5 58 | 113.204. 185 | 113.739.0 21 | 156.046.1 43 | 173.760.7 27 | 157.120. 453 |
| 19/12/2012 12:45:00000 | 3.760.044.6 78 | 756.905. 212 | 113.278.7 93 | 113.109. 337 | 113.609.5 81 | 155.951.6 14 | 172.572.7 08 | 158.408. 157 |
| 19/12/2012 13:00:00000 | 3.853.794.1 89 | 766.724. 304 | 113.077.0 95 | 112.913. 254 | 113.443.9 77 | 158.779.6 94 | 177.022.9 34 | 16.365.0 36 |
| 19/12/2012 13:15:00000 | 3.884.911.3 77 | 759.805. 298 | 112.919.5 71 | 11.276.9 18 | 113.288.4 52 | 160.857.1 93 | 176.887.8 94 | 165.989. 899 |
| 19/12/2012 13:30:00000 | 3.927.923.5 84 | 809.035. 095 | 113.678.2 91 | 11.353.4 76 | 114.067.8 41 | 160.049.1 64 | 180.441.0 25 | 166.447. 754 |
| 19/12/2012 13:45:00000 | 3.969.387.6 95 | 805.416. 931 | 1.137.229 | 113.631. 348 | 114.153.1 52 | 160.532.8 06 | 183.055.0 38 | 168.044. 785 |
| 19/12/2012 14:00:00000 | 4.068.362.3 05 | 821.196. 594 | 11.359.94 8 | 113.495. 003 | 114.000.9 99 | 164.343.6 43 | 18.708.31 6 | 173.303. 879 |
| 19/12/2012 14:15:00000 | 4.093.500.2 44 | 813.016. 846 | 113.360.0 85 | 113.276. 443 | 113.754.3 26 | 164.050.5 37 | 192.032.3 64 | 172.656. 097 |
| 19/12/2012 14:30:00000 | 4.137.996.5 82 | 803.522. 644 | 113.062.2 02 | 11.288.0 76 | 113.458.8 39 | 167.176.2 08 | 194.730.9 88 | 173.656. 342 |
| 19/12/2012 14:45:00000 | 4.211.452.6 37 | 813.653. 076 | 112.966.7 51 | 11.262.3 55 | 113.324.9 51 | 17.125.20 9 | 200.492.4 77 | 173.869. 568 |
| 19/12/2012 15:00:00000 | 4.290.095.2 15 | 880.272. 278 | 113.834.8 62 | 11.354.2 58 | 11.415.69 9 | 174.631.0 27 | 20.464.32 5 | 173.386. 307 |
| 19/12/2012 15:15:00000 | 4.300.993.1 64 | 887.186. 401 | 114.078.8 19 | 113.754. 051 | 11.439.40 2 | 175.236.6 18 | 203.125.0 92 | 174.674. 271 |
| 19/12/2012 15:30:00000 | 4.306.951.1 72 | 888.111. 511 | 113.959.8 77 | 113.605. 476 | 114.257.3 32 | 174.315.7 04 | 204.370.4 68 | 175.828. 552 |
| 19/12/2012 15:45:00000 | 4.275.467.2 85 | 888.806. 519 | 114.096.2 91 | 113.784. 096 | 114.471.1 69 | 175.369.2 32 | 201.982.2 69 | 172.477. 402 |
| 19/12/2012 16:00:00000 | 4.289.904.7 85 | 891.243. 958 | 114.135.3 99 | 113.809. 296 | 11.449.14 7 | 175.098.1 14 | 202.678.3 29 | 173.767. 471 |
| 19/12/2012 16:15:00000 | 4.215.344.2 38 | 894.447. 876 | 114.372.0 25 | 114.006. 279 | 11.467.83 6 | 17.064.03 2 | 19.766.95 1 | 173.279. 846 |
| 19/12/2012 16:30:00000 | 4.172.037.5 98 | 886.944. 946 | 11.456.97 1 | 114.187. 874 | 114.843.0 71 | 166.591.8 12 | 194.528.3 81 | 174.263. 977 |
| 19/12/2012 16:45:00000 | 4.127.030.7 62 | 892.502. 563 | 114.731.6 74 | 11.434.3 43 | 114.965.4 24 | 165.128.2 81 | 191.996.2 46 | 172.260. 834 |
| 19/12/2012 17:00:00000 | 4.003.758.3 01 | 85.009.6 68 | 114.866.2 49 | 114.526. 207 | 1.150.914 | 159.695.9 69 | 185.571.4 11 | 167.510. 666 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 19/12/2012 17:15:00000 | 3.953.212.1 58 | 859.004. 211 | 115.343.8 87 | 115.020. 058 | 115.611.8 47 | 157.843.5 82 | 183.496.8 26 | 163.366. 592 |
| 19/12/2012 17:30:00000 | 3.868.093.2 62 | 859.669. 983 | 115.761.4 21 | 115.432. 549 | 116.010.8 34 | 152.552.6 43 | 180.072.0 21 | 160.322. 021 |
| 19/12/2012 17:45:00000 | 3.802.274.4 14 | 846.090. 515 | 11.590.45 1 | 115.621. 109 | 116.150.1 24 | 148.092.4 68 | 176.330.5 21 | 159.734. 604 |
| 19/12/2012 18:00:00000 | 3.734.780.2 73 | 831.401. 917 | 116.225.7 23 | 115.906. 487 | 116.447.2 27 | 14.419.84 1 | 174.541.4 12 | 15.559.4 04 |
| 19/12/2012 18:15:00000 | 3.582.898.6 82 | 800.198. 975 | 116.864.3 65 | 116.426. 666 | 116.957.7 33 | 135.851.6 39 | 168.738.0 68 | 148.807. 175 |
| 19/12/2012 18:30:00000 | 3.572.935.7 91 | 794.785. 217 | 116.970.9 55 | 116.560. 272 | 117.080.5 66 | 135.707.0 01 | 167.479.3 85 | 148.518. 753 |
| 19/12/2012 18:45:00000 | 3.721.390.3 81 | 796.312. 073 | 116.381.3 55 | 116.077. 774 | 116.628.6 16 | 138.504.8 52 | 177.966.6 44 | 154.861. 252 |
| 19/12/2012 19:00:00000 | 3.758.709.2 29 | 783.927. 917 | 116.746.3 53 | 116.455. 139 | 117.060.1 96 | 138.104.2 48 | 18.228.09 6 | 153.429. 092 |
| 19/12/2012 19:15:00000 | 3.731.913.5 74 | 769.446. 899 | 117.154.4 88 | 116.952. 621 | 11.751.60 6 | 136.907.7 61 | 180.443.9 54 | 151.197. 174 |
| 19/12/2012 19:30:00000 | 3.716.540.2 83 | 771.187. 683 | 117.259.6 28 | 117.046. 249 | 117.653.9 31 | 133.606.0 03 | 182.176.3 61 | 150.824. 356 |
| 19/12/2012 19:45:00000 | 3.683.440.9 18 | 743.837. 219 | 117.320.1 14 | 117.121. 971 | 117.734.1 23 | 131.767.3 34 | 18.046.93 6 | 149.714. 081 |
| 19/12/2012 20:00:00000 | 3.677.620.1 17 | 735.427. 429 | 117.276.5 88 | 117.144. 226 | 117.745.3 77 | 131.763.6 87 | 180.611.8 47 | 148.713. 593 |
| 19/12/2012 20:15:00000 | 3.592.252.1 97 | 654.683. 105 | 116.233.5 05 | 116.125. 397 | 116.776.6 72 | 127.969.3 76 | 177.170.0 59 | 147.633. 408 |
| 19/12/2012 20:30:00000 | 3.544.060.3 03 | 647.769. 165 | 11.613.41 4 | 116.065. 865 | 116.758.1 48 | 126.470.8 18 | 176.447.5 71 | 144.051. 926 |
| 19/12/2012 20:45:00000 | 3.500.485.1 07 | 629.231. 018 | 115.980.0 64 | 116.128. 044 | 116.706.8 48 | 124.900.3 98 | 174.256.5 16 | 142.332. 153 |
| 19/12/2012 21:00:00000 | 345.169.75 1 | 615.252. 563 | 116.005.5 69 | 116.203. 926 | 116.732.5 97 | 123.183.8 84 | 171.281.1 13 | 140.560. 135 |
| 19/12/2012 21:15:00000 | 3.440.469.9 71 | 631.786. 804 | 116.686.7 98 | 116.843. 384 | 117.340.4 69 | 120.644.9 13 | 170.511.6 42 | 140.734. 451 |
| 19/12/2012 21:30:00000 | 3.394.333.0 08 | 610.441. 895 | 116.880.8 44 | 117.054. 855 | 117.540.4 51 | 118.624.3 06 | 166.565.5 52 | 140.038. 406 |
| 19/12/2012 21:45:00000 | 3.338.973.1 45 | 540.211. 487 | 115.993.0 27 | 116.266. 449 | 116.666.2 67 | 117.551.0 18 | 163.367.9 96 | 13.944.9 31 |
| 19/12/2012 22:00:00000 | 3.328.165.5 27 | 547.216. 125 | 116.334.9 84 | 11.658.5 22 | 116.960.6 48 | 117.175.4 68 | 163.493.6 98 | 137.309. 753 |
| 19/12/2012 22:15:00000 | 3.324.995.6 05 | 544.421. 387 | 116.482.9 33 | 116.729. 897 | 117.103.0 04 | 117.052.9 71 | 163.145.8 13 | 136.813. 934 |
| 19/12/2012 22:30:00000 | 3.226.718.0 18 | 509.937. 592 | 116.384.9 79 | 116.653. 061 | 117.044.7 46 | 114.280.4 87 | 160.288.7 12 | 1.304.10 4 |
| 19/12/2012 22:45:00000 | 3.163.395.9 96 | 503.263. 092 | 116.477.5 85 | 11.676.9 92 | 117.126.7 24 | 112.654.0 22 | 159.131.5 61 | 12.514.0 77 |
| 19/12/2012 23:00:00000 | 3.103.492.6 76 | 1.023.18 6.035 | 116.150.6 58 | 116.795. 692 | 116.737.5 87 | 116.097.6 56 | 156.362.7 62 | 130.501. 144 |
| 19/12/2012 23:15:00000 | 3.043.893.0 66 | 1.101.94 9.707 | 116.376.4 04 | 11.707.6 66 | 116.904.5 87 | 114.931.6 86 | 152.824.2 49 | 129.239. 365 |
| 19/12/2012 23:30:00000 | 3.008.035.6 45 | 1.105.69 7.876 | 116.444.6 79 | 117.133. 568 | 116.943.4 36 | 113.033.7 83 | 150.940.8 11 | 128.790. 756 |
| 19/12/2012 23:45:00000 | 2.940.136.7 19 | 1.098.02 4.536 | 116.739.2 35 | 117.400. 009 | 117.279.6 55 | 111.138.6 95 | 147.809.2 96 | 124.697. 403 |

Tabla A2.8 Historial Carga (máxima demanda) – Alimentadora Agustín Freire
19/12/2012.

ANEXO 3

Estudio de Cortocircuito.

Para el estudio de cortocircuito realizado en el capítulo 3 se simularon los cuatro tipos de falla usando la herramienta computacional Power World Simulator en las barras de 69KV y 13.8KV. Las simulaciones se muestran a continuación:

Anexo 2.a.

Falla trifásica

Falla trifásica aplicada en la barra de 69KV

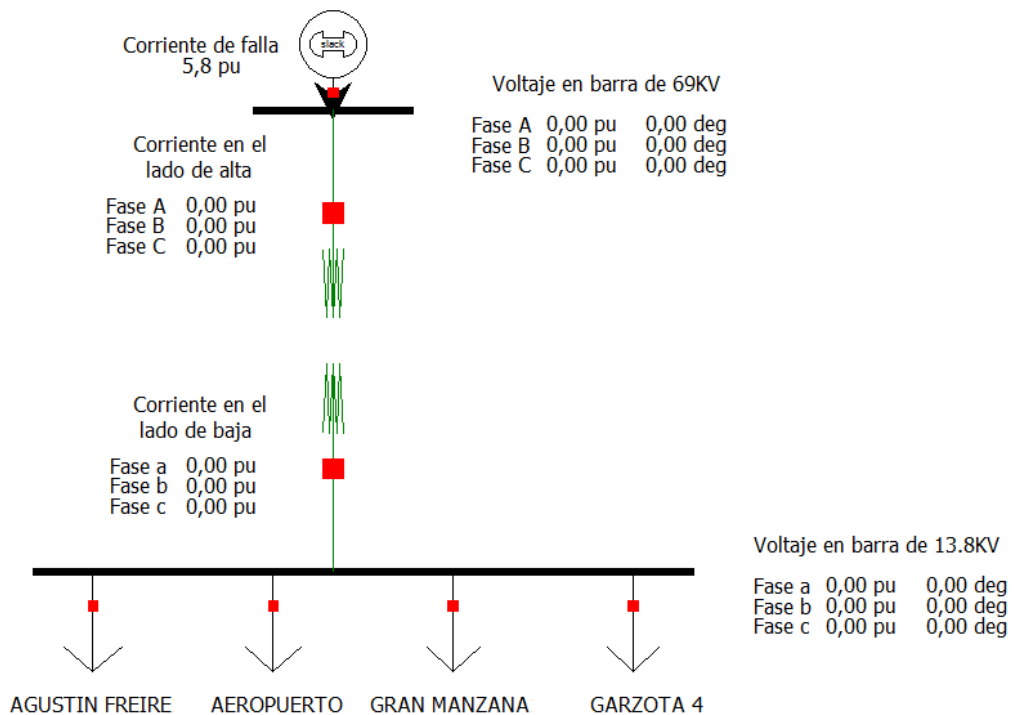


Tabla A3.1 Falla trifásica aplicada en la barra de 69KV

Falla trifásica aplicada en la barra de 13.8 KV

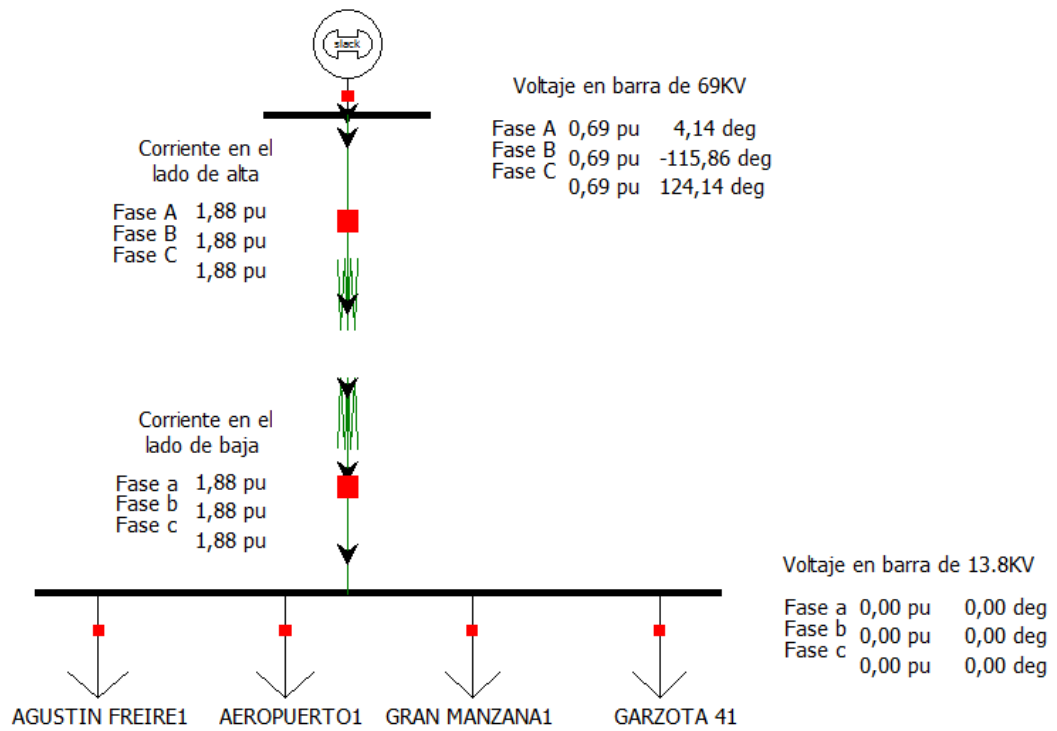


Tabla A3.2 Falla trifásica aplicada en la barra de 13.8KV

Anexo 2.b.

Falla de una línea a tierra

Falla de una línea a tierra aplicada en la barra de 69KV

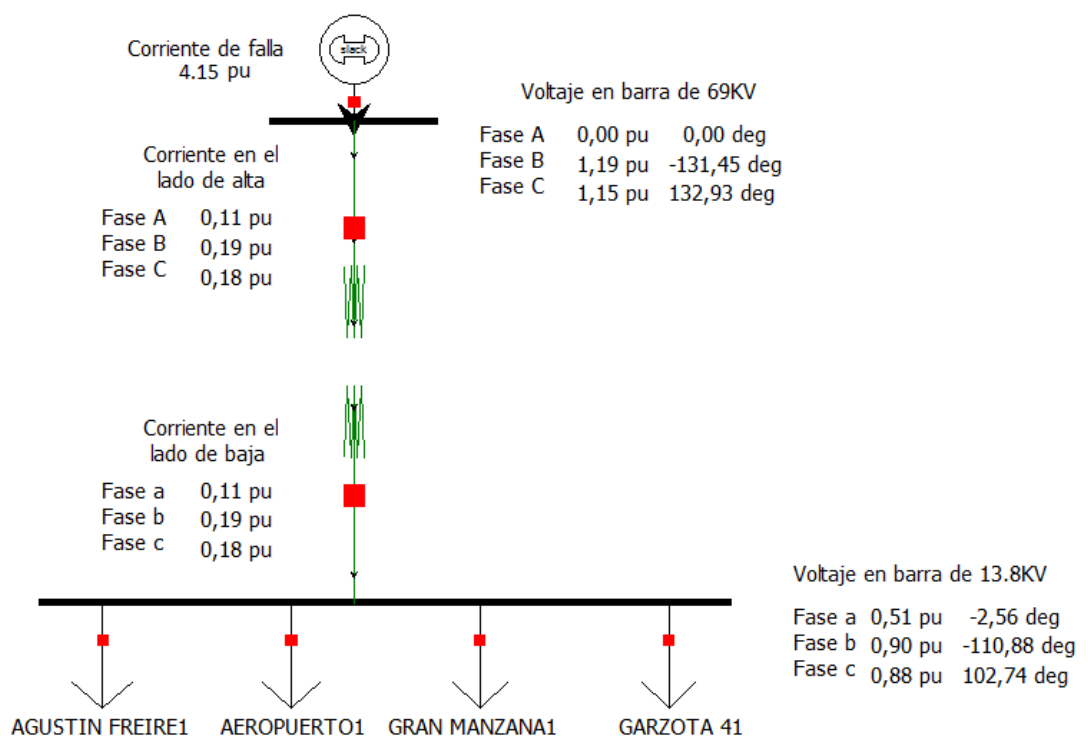


Tabla A3.3 Falla de una línea a tierra aplicada en la barra de 69KV

Falla de una línea a tierra aplicada en la barra de 13.8KV

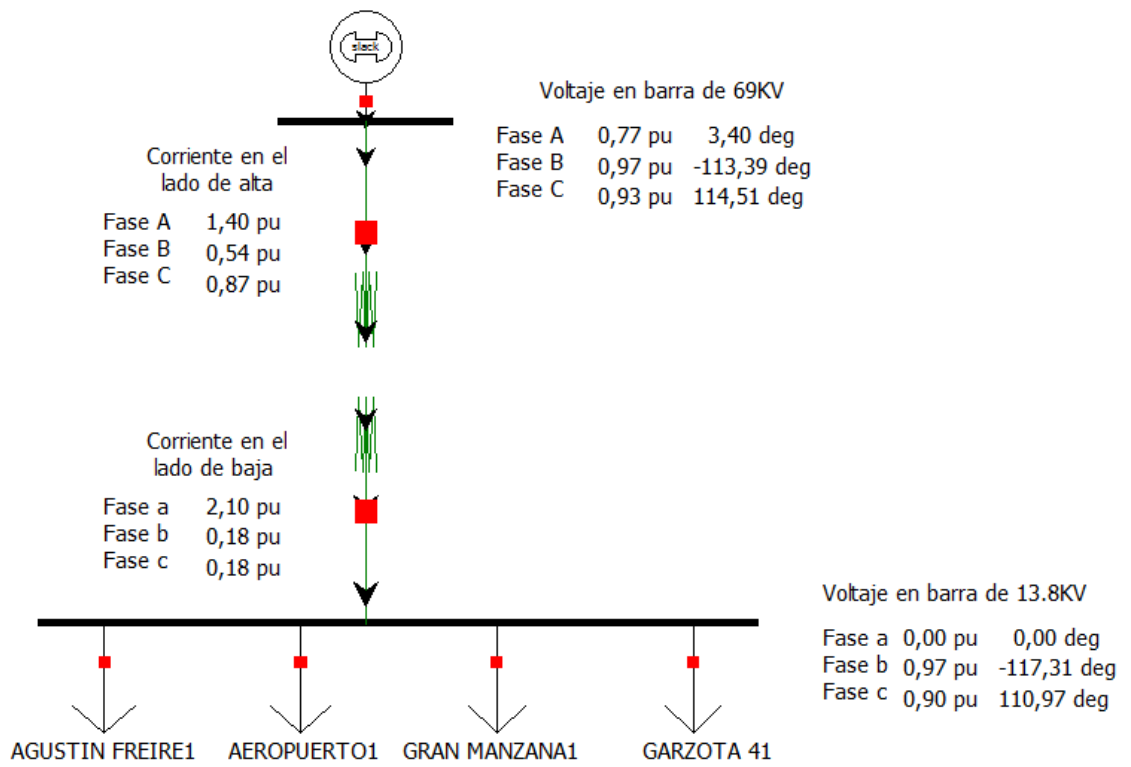


Tabla A3.4 Falla de una línea a tierra aplicada en la barra de 13.8KV

Anexo 2.c.

Falla de línea a línea.

Falla de línea a línea aplicada a la barra de 69KV

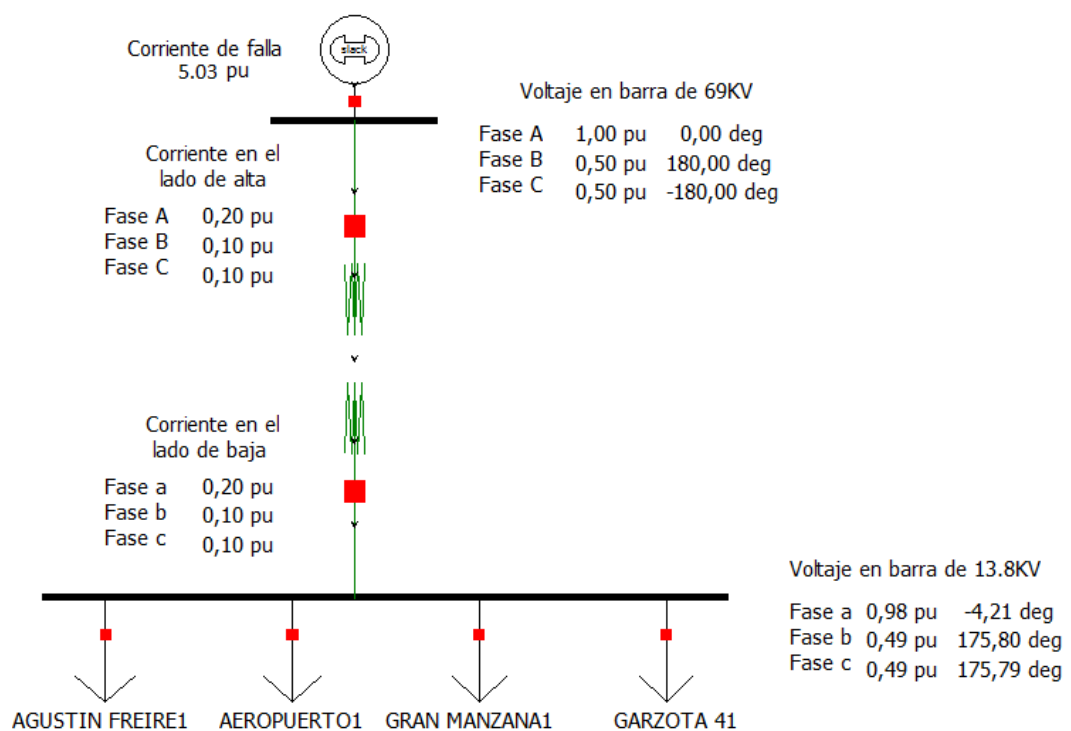


Tabla A3.5 Falla de línea a línea aplicada a la barra de 69KV

Falla de línea a línea aplicada a la barra de 13.8KV

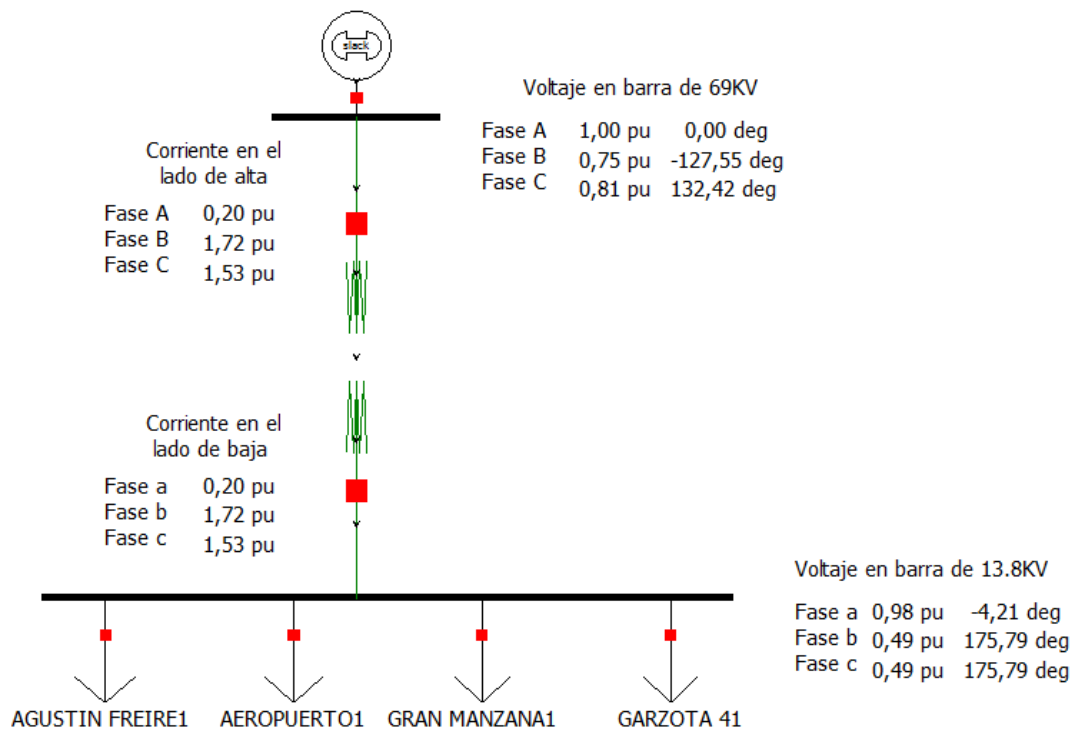


Tabla A3.6 Falla de línea a línea aplicada a la barra de 13.8KV

Anexo 2.d.

Falla de línea a línea a tierra.

Falla de línea a línea a tierra aplicada a la barra de 69KV

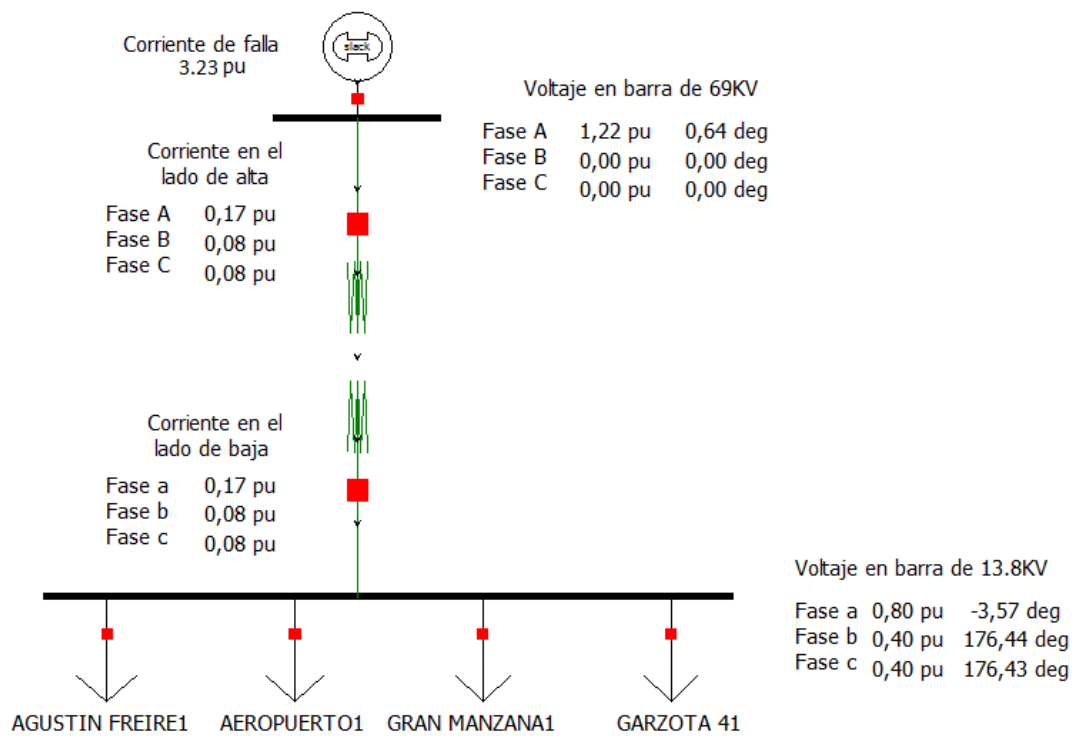


Tabla A3.7 Falla de línea a línea a tierra aplicada a la barra de 69KV

Falla de línea a línea a tierra aplicada a la barra de 13.8KV

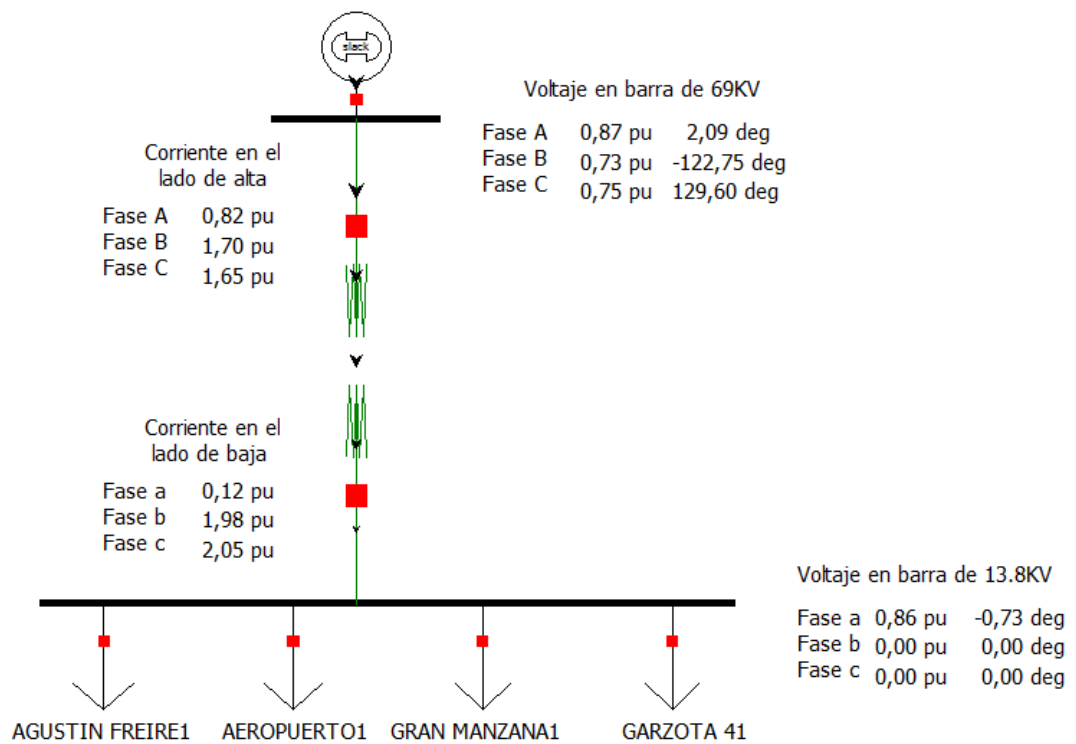


Tabla A3.8 Falla de línea a línea a tierra aplicada a la barra de 13.8KV

ANEXO 4

Curvas del reconnector Cooper forma 6 para el reconnector VWE.

De las curvas utilizadas por el reconnector, algunas de ellas utilizan la siguiente fórmula para hallar el tiempo de coordinación. El resto de curvas que no tienen coeficiente, son guardadas en el controlador del reconnector punto a punto. La reconexión de todas estas curvas es instantánea.

$$\text{Disparo} = \left(\frac{A}{M^{P-1}} + B \right) \text{TD} \quad (\text{A4.1})$$

| NOMBRE | CURVA | A | B | C | P |
|---------|-------|-----------------|-----------|----------|---------|
| C | 133 | 876.047 | 0.029977 | 0.380004 | 180.788 |
| K-Phase | 162 | 119.847 | -0.000324 | 0.688477 | 201.174 |
| P | 115 | Punto por punto | | | |

Tabla A4.1 Constantes de las características de las curvas del reconnector.

Figure 49. Recloser Curve P (115)

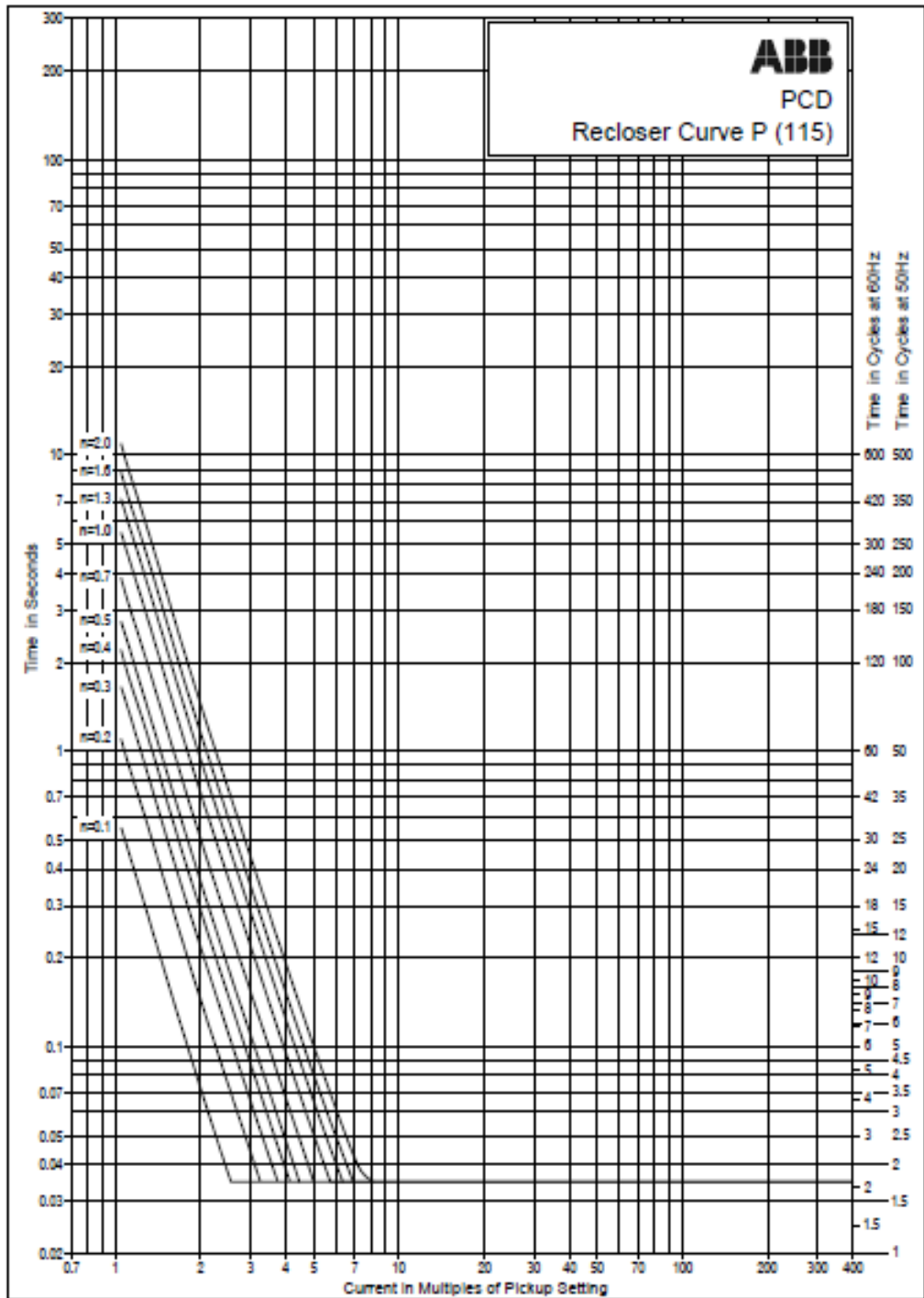


Figura A4.1 Curva P del Reconectador (115).

Figure 45. Recloser Curve K-Phase (162)

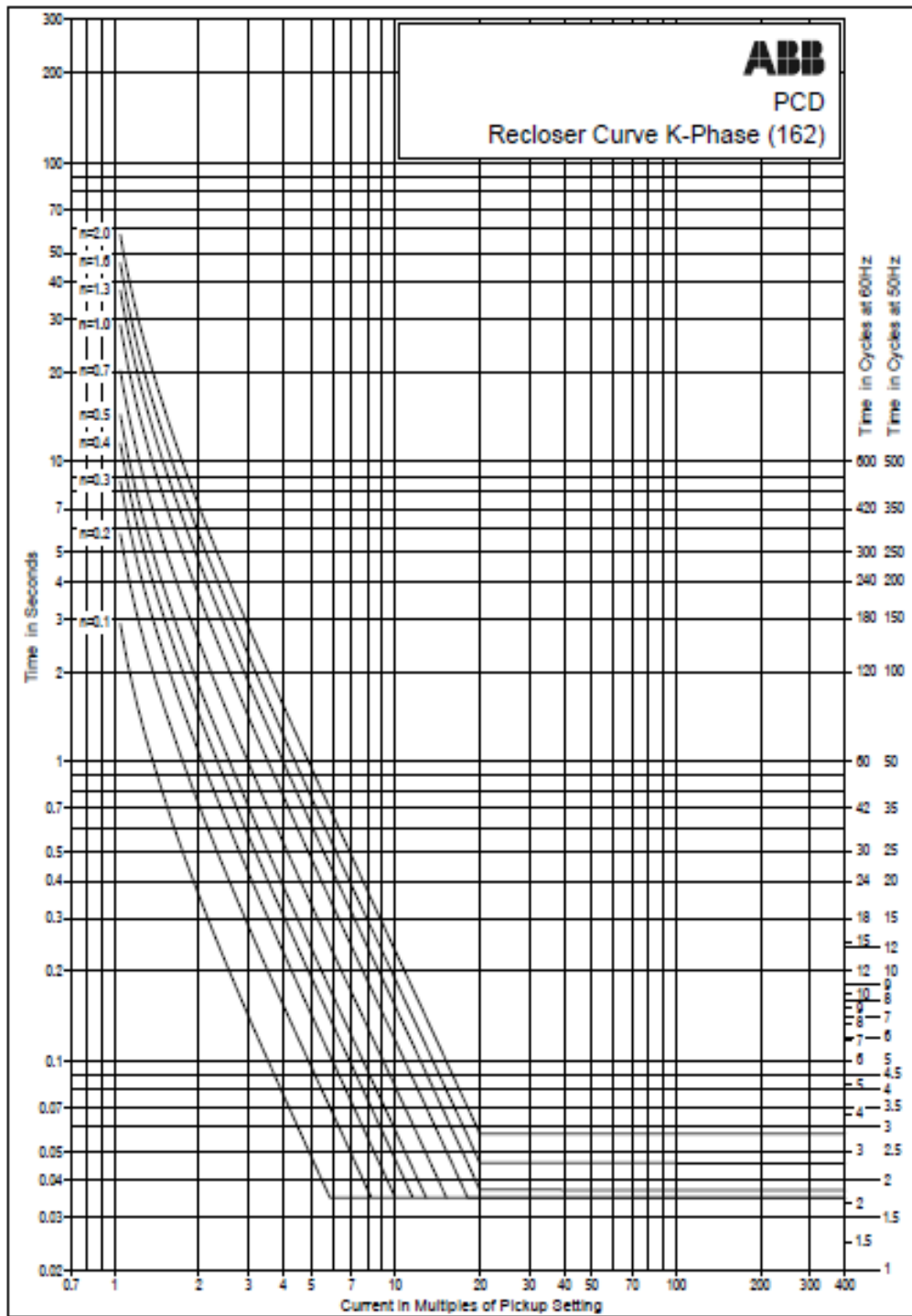


Figura A4.2 Curva K-Phase del Reconectador (162).

Figure 37. Recloser Curve C (133)

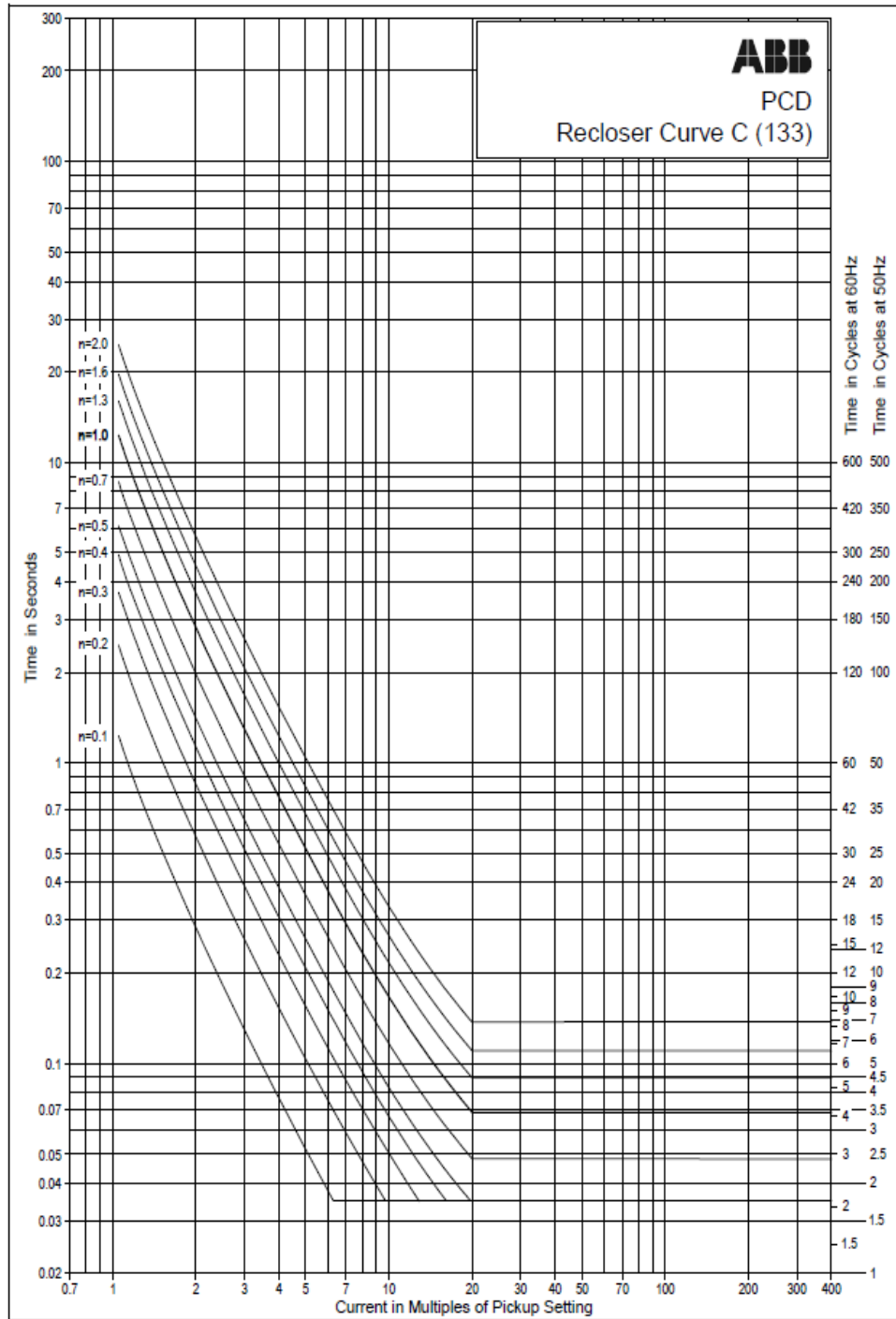


Figura A4.3 Curva C del Reconectador (133).

ANEXO 5

Factor multiplicador para capacidad de interrupción IEEE Std C37.13-1989.

| Factor de potencia del sistema % | Razón X/R del sistema | multiplicador para la corriente de cortocircuito ca | |
|----------------------------------|-----------------------|---|--------------------------|
| | | Disyuntores sin fusibles | Disyuntores con fusibles |
| 20 | 4.90 | 1.00 | 1.00 |
| 15 | 6.60 | 1.00 | 1.07 |
| 12 | 8.27 | 1.04 | 1.12 |
| 10 | 9.85 | 1.07 | 1.15 |
| 8.5 | 11.72 | 1.09 | 1.18 |
| 7 | 14.25 | 1.11 | 1.21 |
| 5 | 20.00 | 1.14 | 1.26 |

Tabla A5.1 Factor multiplicador para capacidad de interrupción.

ANEXO 6

Determinación de la curva de daño del transformador

En este anexo se muestra la curva de daño del transformador utilizada para el transformador de la S/E Garzota, la cuales son descritas en la norma IEEE Std C57.12.00-2000 (Requisitos de normas generales para transformadores de distribución sumergidos en líquido, Poder y Regulación).

Los dispositivos de protección, tales como relés y fusibles, tienen características de funcionamiento bien definidas que relacionan las magnitudes de corriente de falla con su tiempo de operación.

Se desea que las curvas características de estos dispositivos estén coordinadas con las curvas de los transformadores (ver IEEE Std C57.109-1993, [10]) que reflejen su capacidad de resistencia durante una falla. Tales curvas para la Categoría I, II, III, IV y transformadores (se describen en la norma IEEE C57.12.00-2000), son presentadas en este anexo como curvas de protección contra fallas. Estas curvas se aplican a los transformadores diseñados de acuerdo a las normas IEEE Std. C57.12.00-2000. Las curvas de protección de fallas, presentadas en este anexo, toman en consideración que el daño del transformador es acumulativo, y que el número de fallas a las cuales un transformador puede estar expuesto es diferente para cada una de las diferentes aplicaciones. Por ejemplo, los transformadores con conductores en el lado secundario encerrados en un conducto o aislado de alguna otra manera, que normalmente se encuentran en sistemas de potencia industrial, comercial e institucional, experimentan

una baja frecuencia de fallas. En contraste, los transformadores con líneas aéreas conectadas a los devanados secundarios, como los que encontramos en las subestaciones de distribución, tienen una alta incidencia relativa de fallas, y el uso de reconectores o interruptores de re-cierre automático pueden someter al transformador a repetidas sobrecorrientes debido a la falla.

En el uso de curvas de protección, para seleccionar las características tiempo-corriente de los dispositivos de protección, un ingeniero de protección debe tomar en cuenta no solo el nivel inherente de la incidencia de fallas pero también la ubicación de cada dispositivo de protección y su rol en la protección del transformador. El equipo de protección de la alimentadora del lado secundario es la primera línea de defensa contra fallas experimentadas por los transformadores de potencia y su característica de tiempo-corriente debe ser seleccionada por referencia a la curva de protección de fallas frecuentes. Más específicamente, las características de tiempo-corriente de los dispositivos de protección de las alimentadoras deben estar por debajo y a la izquierda de la curva de protección apropiada de falla frecuente. El principal dispositivo de protección del lado secundario (si se aplica) y el dispositivo de protección del lado primario típicamente operan para proteger las fallas pasantes en el raro evento de una falla entre el transformador y el dispositivo de protección del alimentadora, o en el raro caso de que un dispositivo de protección del alimentadora falle al operar u opere muy lentamente debido a un incorrecto ajuste (alto) o setting. Las características tiempo-corriente de estos dispositivos deben ser seleccionados para alcanzar la coordinación en referencia a la curva de protección de fallas frecuentes. Además, estas características de tiempo-corriente deben ser seleccionadas para lograr la coordinación deseada entre varios dispositivos de protección.

Para transformadores de Categoría III (1668 KVA a 10000 KVA monofásico, 5001 KVA a 30000 KVA trifásico) se aplican 2 curvas de protección para fallas pasantes. Ver Figura A6.1.

a) La curva de la izquierda refleja las consideraciones de daño térmico y mecánico y puede ser usada para seleccionar las características de tiempo–corriente de los dispositivos de protección del Alimentadora para aplicaciones de fallas frecuentes (por ejemplo, fallas que ocurren más de 5 veces durante la vida útil del transformador). Hay diferentes curvas para diferentes impedancias de transformadores. Las curvas se derivan de considerar que las corrientes de falla son del 50 al 100 % de la máxima corriente de falla posible y se refleja como $I^2t = K$; K es 2 para el peor caso de servicio mecánico.

b) La curva de la derecha refleja las consideraciones de daño térmico y puede ser usada para seleccionar las características de tiempo-corriente del dispositivo de protección de alimentadoras para aplicaciones de fallas infrecuentes. Esta curva puede también ser usada para seleccionar el principal dispositivo de protección del lado secundario (si se aplica) y las características de tiempo-corriente del principal dispositivo de protección del lado primario para todas las aplicaciones con excepción del nivel anticipado de la incidencia de falla.

La delineación de las aplicaciones de fallas frecuentes versus fallas infrecuentes para transformadores de Categoría II y III pueden estar relacionados a la zona o ubicación de la falla como se muestra en la Figura A5.2. Por conveniencia, las curvas de protección de fallas para transformadores de Categoría I, II, III, IV se resumen en la Tabla A5.1.

Un asunto de coordinación cuando los transformadores delta-estrella son protegidos también está considerado aquí. (El devanado primario está conectado en delta y el devanado secundario está conectado en estrella.) Asuma que la relación de transformación es 1:1. En el lado secundario, la corriente en cada devanado por fase es la misma que la corriente de la línea. Cuando una falla trifásica ocurre, las corrientes de línea del lado primario son 1.73 veces las corrientes de los devanados primarios.

Cuando sucede una falla de línea a tierra en el lado secundario del transformador, las corrientes de línea en el lado primario son 57.7% de la corriente de línea en el lado primario. Las características de operación del fusible del lado primario o relé deberán ser cambiados a la derecha en los gráficos de coordinación.

Cuando ocurre una falla bifásica en el lado secundario del transformador, la corriente en las fases falladas es 86.6% de la corriente trifásica en el lado secundario. Sin embargo, en el lado primario, la corriente será 100% de la corriente de falla trifásica y el 50% de la corriente de falla trifásica en las otras dos fases. Las curvas aplicables para el lado primario deben estar desplazadas hacia la izquierda en los gráficos de coordinación de falla bifásica.

Los pasos para la coordinación son los siguientes:

- a) Seleccione la categoría de los datos de placa mínimos del devanado principal (75000 KVA es Categoría IV).
- b) Seleccione la impedancia que utiliza para graficar las curvas de la Categoría IV (Z para 132/13.2 KV= 7.94% a 30000 KVA).

- c) Calcular la “constante K”.

$$K = \left[I^2 t = \left(\frac{100}{7.94} \right)^2 * 2 \right] \quad (A5.1)$$

$$K = 317,24 \quad \text{en } 2s.$$

- d) Tiempos de la corriente base normal a $2 s \gg 12.59$.
- e) El punto del 50% es

$$t = \left[\frac{317.24}{(12.59/2)^2} \right] = 8s \quad (A5.2)$$

La coordinación de los relés de sobrecorriente para este ejemplo está mostrada en la Figura A5.3.

| Categoría | Monofásico (KVA) | Trifásico (KVA) | Curva de protección |
|-----------|------------------|-----------------|---------------------|
| I | 5 – 500 | 15 - 500 | Figura A.1 |
| II | 501 - 1667 | 501 - 5000 | Figura A.2 |
| III | 1668 - 10000 | 5001 - 30000 | Figura A4.1 |
| IV | ≥ 30000 | ≥ 30000 | Figura A.4 |

Tabla A5.1 Resumen de curvas de protección contra fallas; mínimo KVA de los datos de placa del devanado principal.

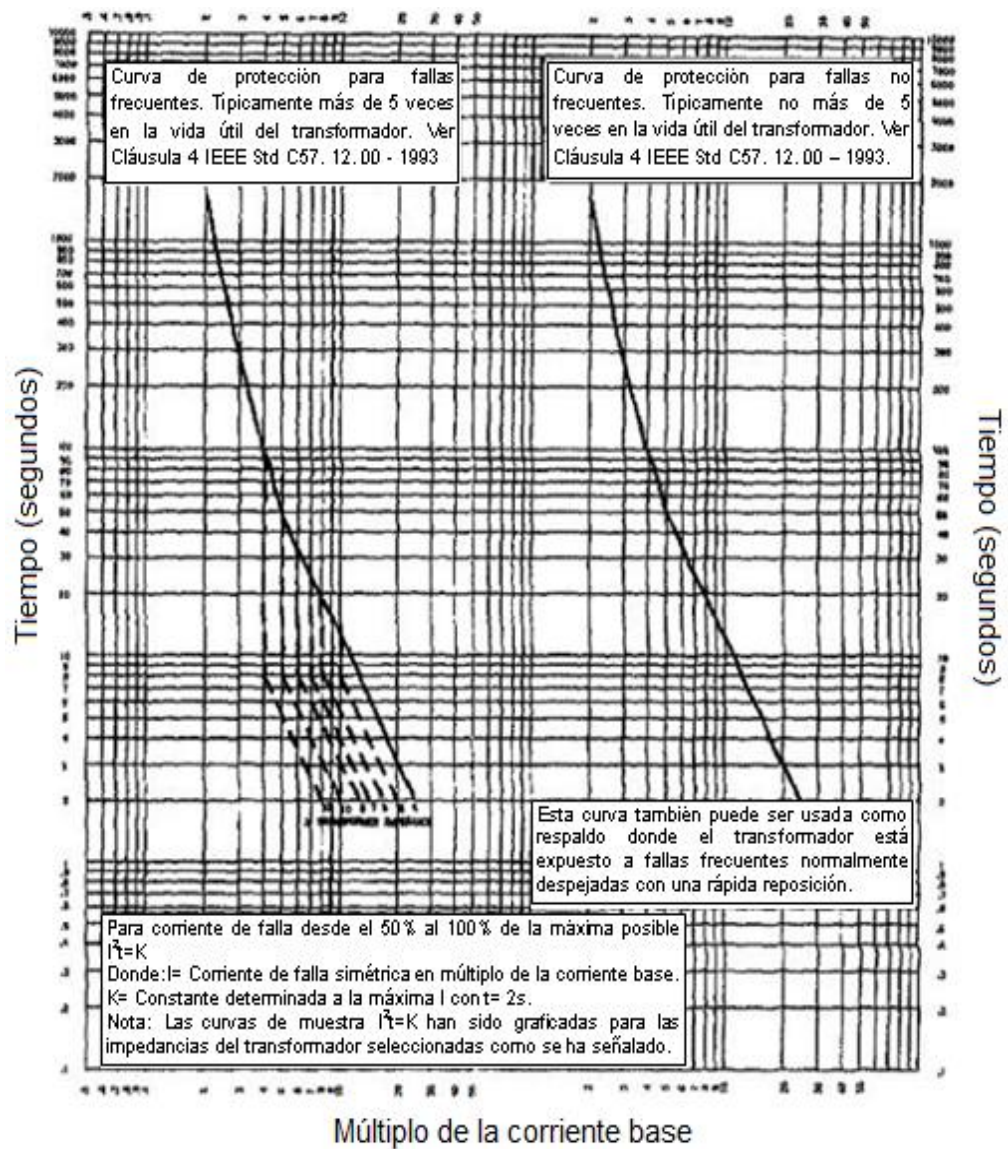


Figura A5.1 Transformadores de Categoría III: 1668 KVA a 10000 KVA monofásico;
5001 KVA a 30000 KVA trifásico.

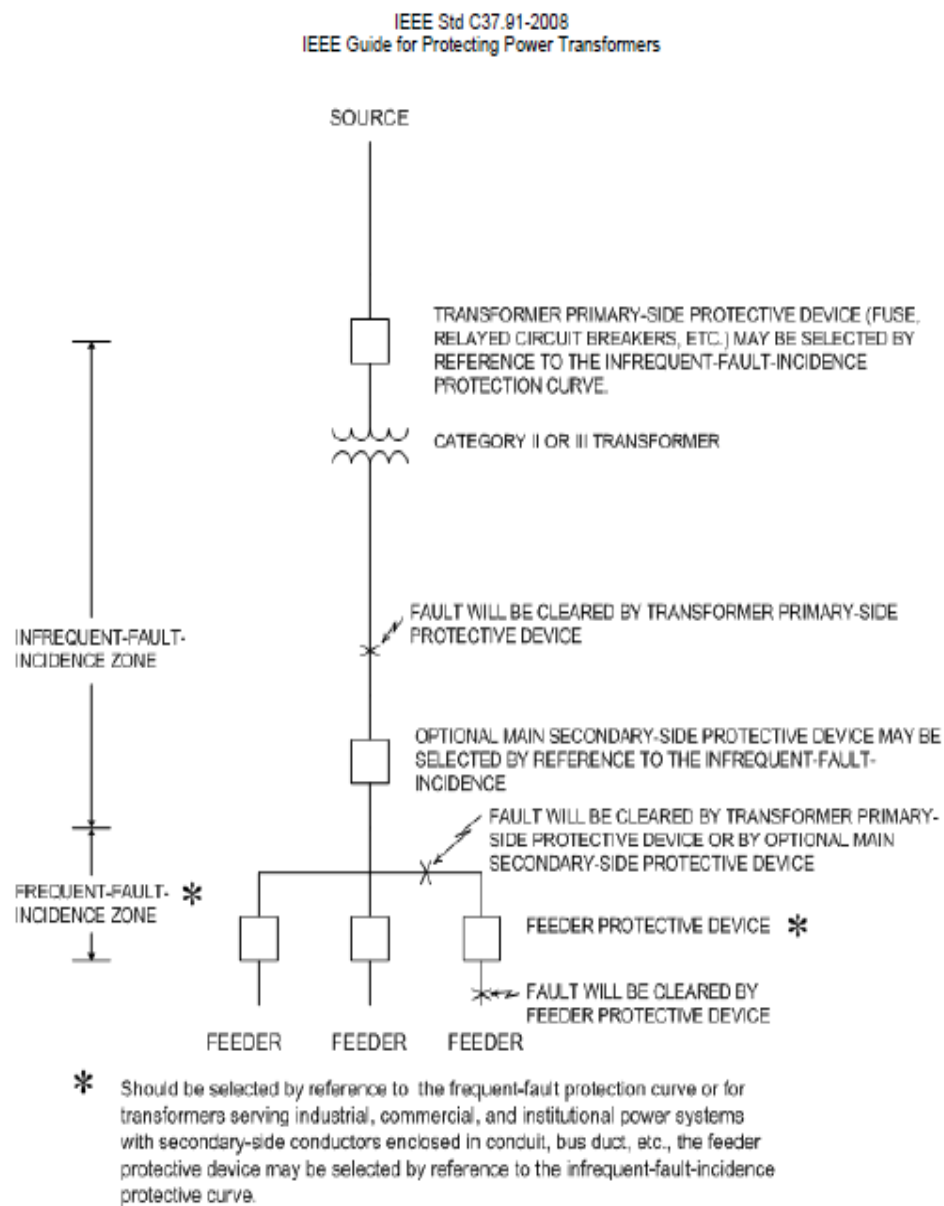


Figura A5.2 Zonas de incidencia de fallas infrecuentes y frecuentes para transformadores de Categoría II y Categoría III.

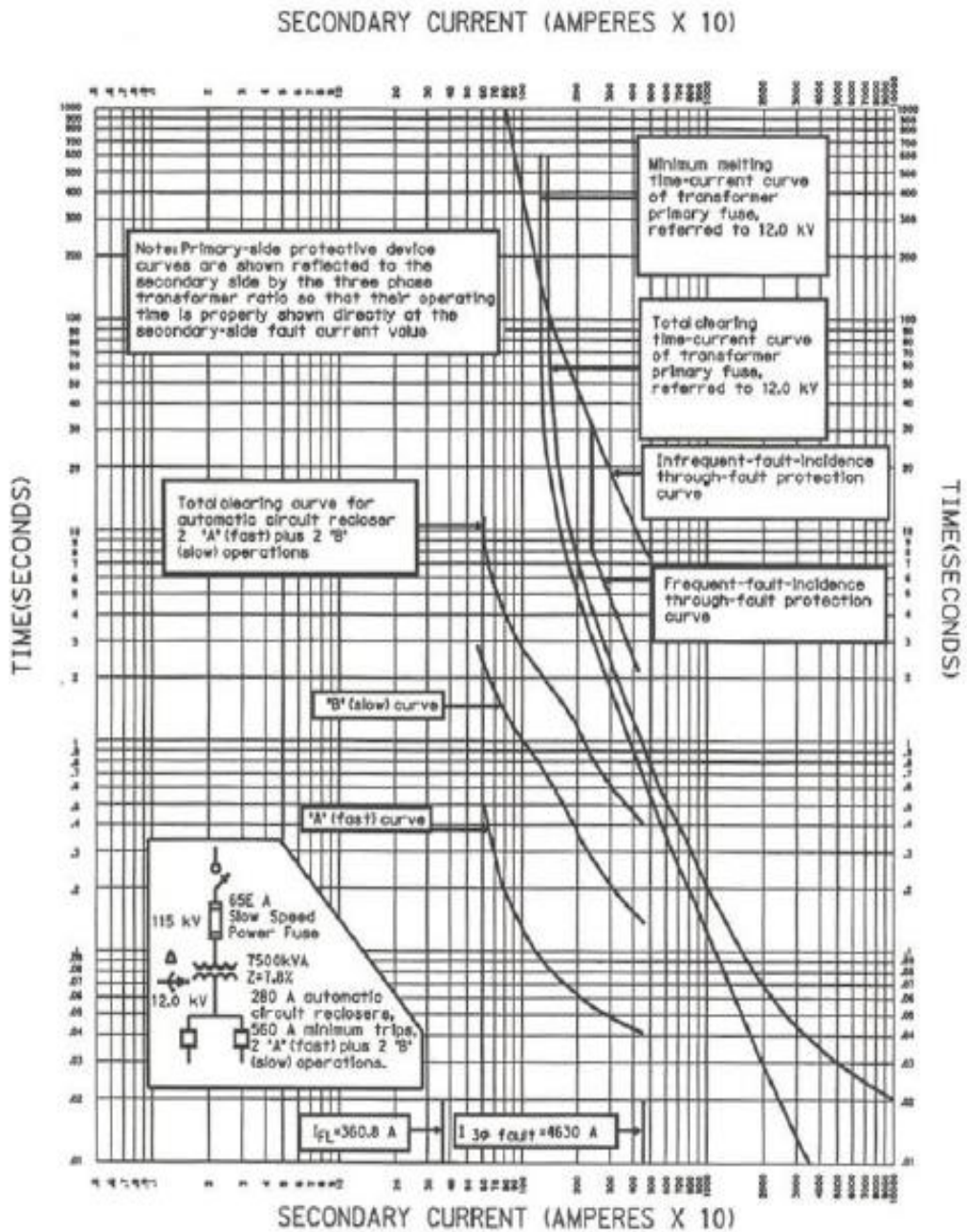


Figura A5.3 Protección de un transformador de Categoría III con líneas secundarias aéreas, para una falla trifásica en el lado secundario.

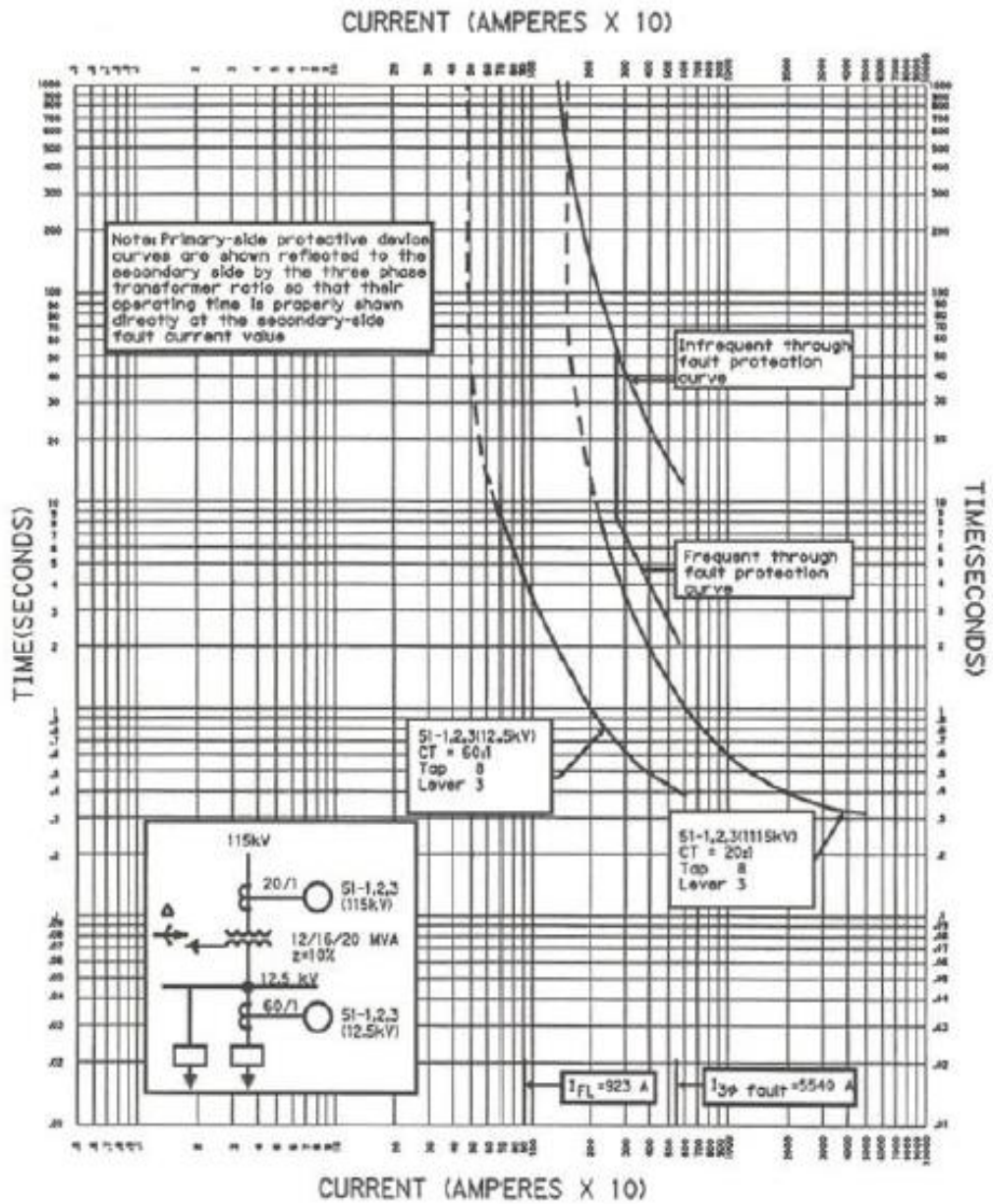


Figura A5.4 Protección de un transformador de Categoría III para una falla trifásica secundaria.

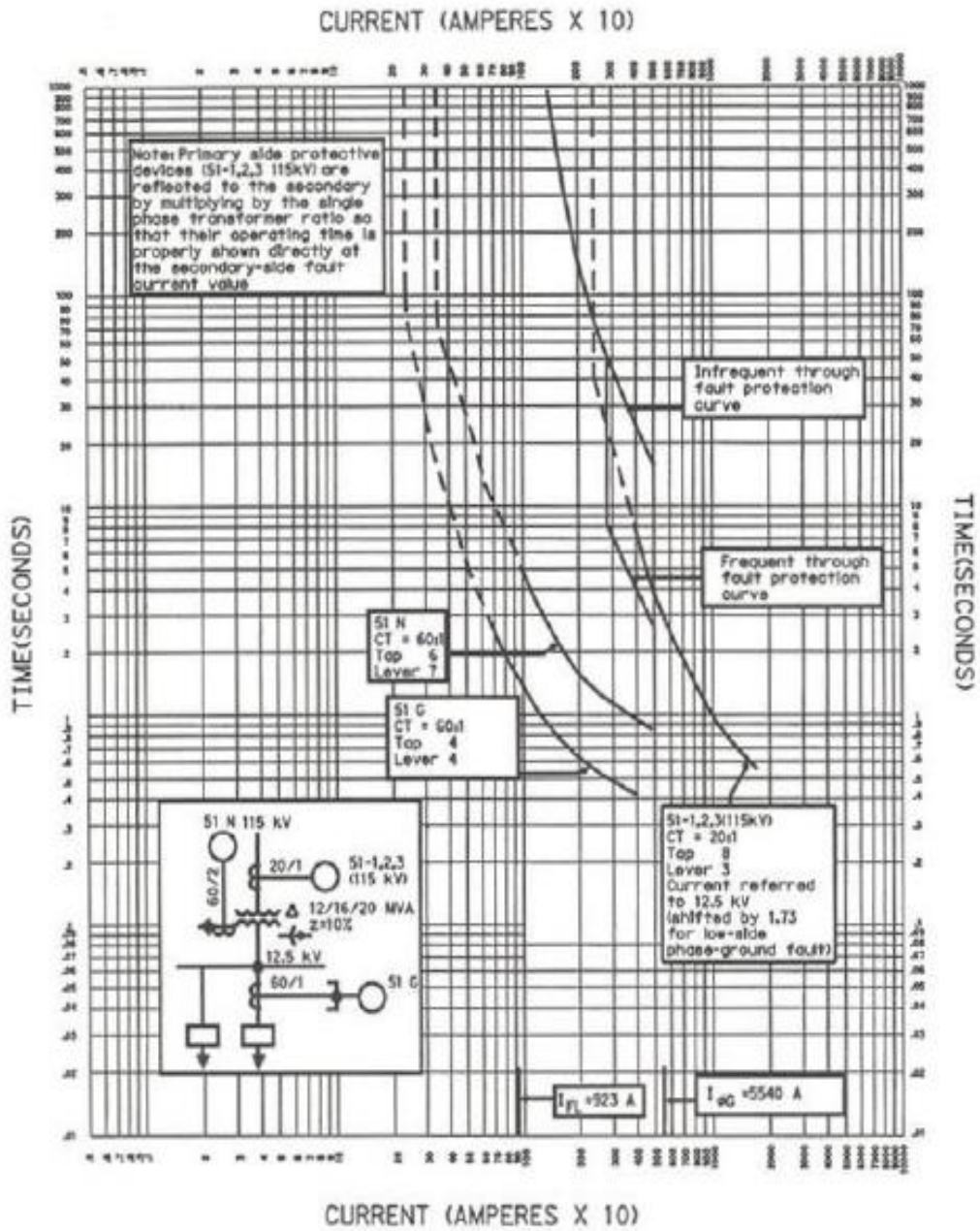


Figura A4.5 Protección de un transformador de Categoría III para una falla línea a tierra secundaria.

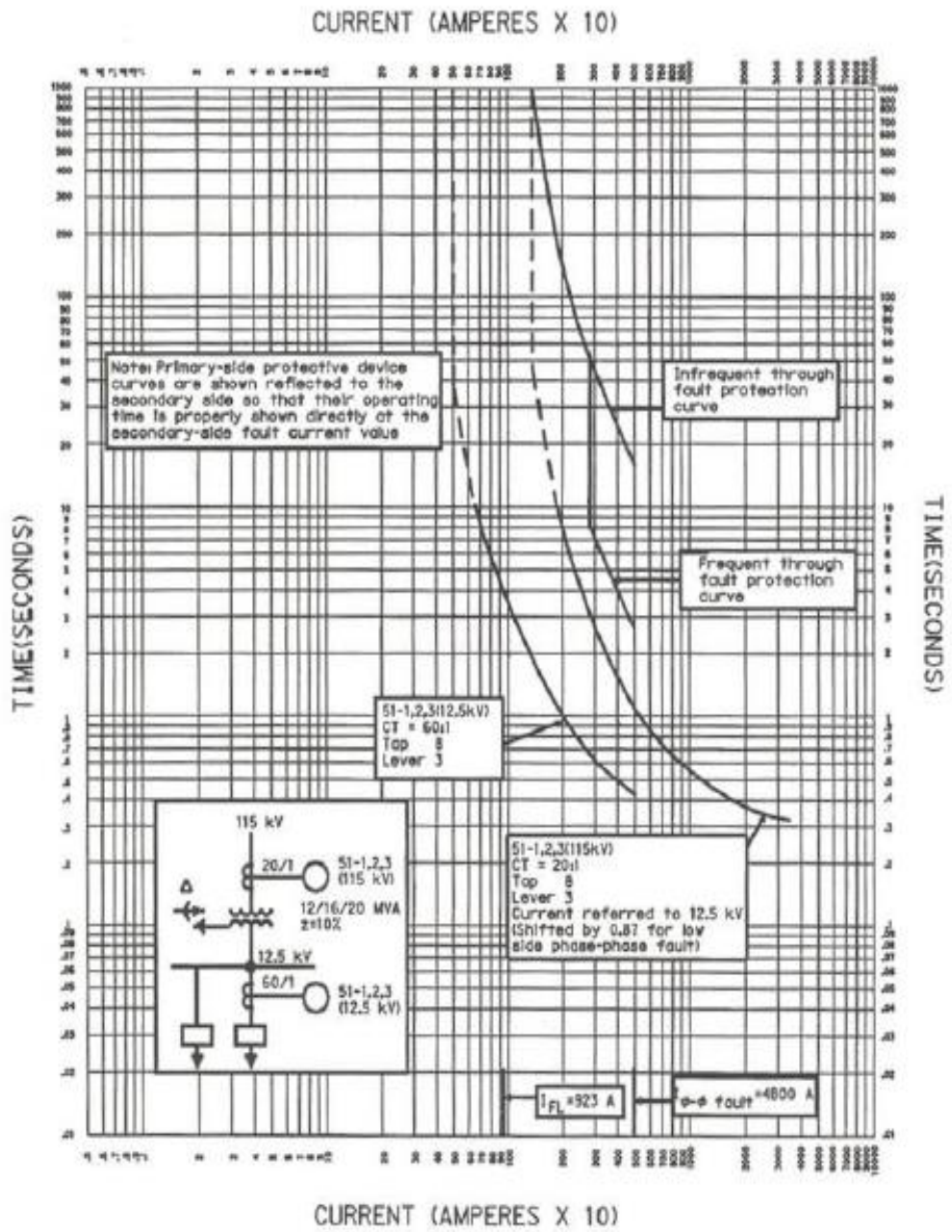


Figura A5.6 Protección de un transformador de Categoría III para una falla de línea a línea secundaria.

ANEXO 7

Ecuación de la Curva de Sobrecorriente Temporizada utilizada por el relé TPU-2000R.

En este anexo se encuentran las ecuaciones de la curva del relé TPU-2000R para la protección de sobrecorriente Temporizada (51), las cuales dependen de la coordinación que necesitemos realizar. Para determinar los tiempos de coordinación se utiliza las siguientes ecuaciones, cuyos coeficientes se encuentran detallados en la Tabla A7.1.

Ecuación de la curva de sobre-corriente temporizada ANSI

$$\text{Tiempo de Disparo} = \left(\frac{A}{M^P - 1} + B \right) \left(\frac{14n-5}{9} \right) \quad (\text{A7.1})$$

$$\text{Tiempo de Reposición} = \left(\frac{D}{1-EM} \right) \left(\frac{14n-5}{9} \right) \quad (\text{A7.2})$$

M = Múltiplos de la corriente de arranque (I/lpu).

n = Ajuste del Dial de Tiempo (rango de 1 a 10 en pasos de 0,1).

| Curva | A | B | C | P | D | E |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Extremadamente Inversa | 6,407 | 0,025 | 1 | 2 | 3 | 0,998 |
| Muy Inversa | 2,855 | 0,0712 | 1 | 2 | 1,346 | 0,998 |
| Inversa | 0,0086 | 0,0185 | 1 | 0,02 | 0,46 | 0,998 |
| Inversa -Tiempo corto | 0,00172 | 0,0037 | 1 | 0,02 | 0,092 | 0,998 |
| Ext. Inversa Tiempo Corto | 1,281 | 0,005 | 1 | 2 | 0,6 | 0,998 |
| Ext. Inversa Tiempo Largo | 64,07 | 0,25 | 1 | 2 | 30 | 0,998 |
| Muy Inv. Tiempo Largo | 28,55 | 0,712 | 1 | 2 | 13,46 | 0,998 |
| Inversa Tiempo largo | 0,086 | 0,185 | 1 | 0,02 | 4,6 | 0,998 |
| Curva del Reconectador #8 | 4,211 | 0,013 | 0,35 | 1,8 | 3,29 | 1,5 |

Tabla A7.1 Constantes de las Características de Sobrecorriente
Temporizada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ABB Inc., Manual de Instrucciones TPU2000R Unidad de Protección de Transformadores, ABB, Edición D Diciembre 2001.
- [2] John J. Grainger, Sistemas de Potencia Análisis y Diseño, Tercera Edición.
- [3] IEEE, Guide for Protecting Power Transformer, IEEE, 2008.
- [4] Cooper, Electrical Distribution System Protection.
- [5] C57.12.00-2000 - IEEE Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.
- [6] C37.112, - IEEE Standard Inverse-Time Characteristic Equations for Overcurrent Relays.
- [7] IEEE Std. C37.91-2000, IEEE Guide for Protective Relay Applications to Power Transformers.
- [8] McGraw-Edison Company, Manual Overcurrent Protection for Distribution System, Power System Division.