

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

ESTUDIO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE PETROPRODUCCIÓN UTILIZANDO RELÉS DIGITALES

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO.**

ALEXANDER MAURICIO MARÍN VELASTEGUÍ

DIRECTOR: ING. ANTONIO BAYAS

QUITO, ABRIL 2003

DECLARACIÓN

Yo, Alexander Mauricio Marín Velasteguí, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

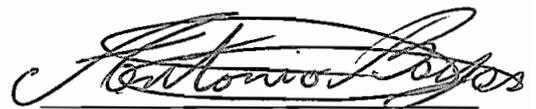
A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Alexander Marín Velasteguí

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alexander Mauricio Marín Velasteguí, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Antonio Bayas', written in a cursive style.

Ing. Antonio Bayas
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

El eterno agradecimiento a Dios, mi madre y mis tíos por el apoyo incondicional, moral y económico sin el cual jamás hubiera concluido mi carrera. Agradezco al Ing. Antonio Bayas, a la Escuela Politécnica Nacional a mis compañeros de trabajo y demás personas que de una u otra forma colaboraron para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, amigos y en especial a mi madre Janeth Velasteguí

CONTENIDO

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. OBJETIVO.....	3
1.3. ALCANCE.....	3

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE PETROPRODUCCIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN.....	5
2.2. SISTEMA INTERCONECTADO DE PETROPRODUCCIÓN.....	5
2.2.1. Ubicación del Sistema Eléctrico de Petroproducción.....	5
2.2.2. Configuración del SEIP.....	7
2.2.3. Centrales de Generación.....	7
2.2.4. Subestaciones de Transformación.....	12
2.2.5. Líneas de Subtransmisión.....	13
2.2.6. Alimentadores Primarios.....	14
2.2.7. Centros de Carga.....	16
2.2.7.1. Descripción de las Cargas.....	16
2.2.7.2. Demanda del SEIP.....	21

CAPITULO III

FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

3.1. INTRODUCCIÓN.....	24
3.2. FUNDAMENTOS PARA EL DISEÑO DE LAS PROTECCIONES.....	24

3.2.1. Fiabilidad.....	24
3.2.2. Velocidad.....	25
3.2.3. Desempeño y Economía.....	26
3.2.4. Simplicidad.....	26
3.3. DISEÑO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN.....	26
3.4. ZONAS DE PROTECCIÓN.....	28
3.5. APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	30
3.5.1. Configuración del Sistema.....	30
3.5.2. Sistemas de Protección y Procedimientos ya Existentes.....	31
3.5.3. Grado de Protección requerida.....	31
3.5.4. Estudio de Fallas.....	32
3.5.5. Cargas Máximas, datos de Transformadores e Impedancias.....	32
3.6. FALLAS EN SISTEMAS DE POTENCIA.....	33
3.6.1. Tipos de Fallas y sus causas.....	33
3.6.2. Características de las Fallas.....	34
3.6.2.1. Ángulos de Falla.....	34
3.6.2.2. Sistemas Aterrados.....	35
3.6.2.3. Resistencia de Falla.....	36
3.6.2.4. Distorsión de fases durante fallas.....	37
3.7. FASORES, POLARIDAD Y COMPONENTES SIMÉTRICAS.....	37
3.7.1. Fasores.....	37
3.7.2. Polaridad en los circuitos de protección.....	39
3.7.2.1. Polaridad de Transformadores.....	39
3.7.2.2. Polaridad de los Relés de Protección.....	40
3.7.3. Componentes Simétricas.....	41
3.7.3.1. Conceptos Básicos.....	42
3.7.3.2. Sistema Neutro.....	45
3.7.3.3. Secuencias en un Sistema de Potencia Trifásica.....	47
3.7.3.4. Impedancias de Secuencia.....	47
3.7.3.4.1. Máquinas Sincrónicas.....	48
3.7.3.4.2. Transformadores.....	49
3.7.3.4.3. Líneas de Transmisión.....	51

CAPITULO IV

ESTUDIO DE FLUJOS DE POTENCIA Y CORTOCIRCUITOS DEL SISTEMA

4.1.	INTRODUCCIÓN.....	52
4.2.	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SEIP.....	53
4.2.1.	Diagrama Unifilar del SEIP existente.....	53
4.2.2.	Diagrama Unifilar del SEIP futuro.....	54
4.3.	CÁLCULO DE PARÁMETROS.....	54
4.4.	DIAGRAMA DE SECUENCIAS.....	54
4.5.	FLUJOS DE POTENCIA PARA DISTINTAS CONDICIONES DE GENERACIÓN Y CARGA.....	55
4.6.	CONCLUSIONES.....	56
4.7.	CÁLCULO DE CORTOCIRCUITOS POR MEDIO DE UN SIMULADOR....	57

CAPITULO V

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

5.1.	CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RELÉS.....	59
5.2.	RELÉS DE PROTECCIÓN.....	60
5.2.1.	Relés de Sobrecorriente.....	60
5.2.1.1.	Clasificación de los relés de sobrecorriente.....	60
5.2.1.1.1.	Relé de corriente definida.....	61
5.2.1.1.2.	Relé de tiempo definido.....	62
5.2.1.1.3.	Relé de tiempo inverso.....	63
5.3.	FUNDAMENTOS DE RELÉS CON MICROPROCESADORES.....	63
5.3.1.	Introducción.....	63
5.4.	RELÉS UTILIZADOS PARA LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL SEIP.....	66
5.4.1.	DPU2000 y DPU2000R.....	67
5.4.2.	PCD 2000.....	70
5.4.3.	REF 543.....	71

5.4.3.1. Funciones de protección.....	72
---------------------------------------	----

CAPITULO VI

COORDINACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

6.1. INTRODUCCIÓN.....	75
6.2. CONCEPTOS BÁSICOS.....	75
6.2.1. Procedimientos para la coordinación de protecciones.....	75
6.2.2. Margen de coordinación.....	77
6.2.3. Selección de Tap para relés de sobrecorriente.....	77
6.2.4. Selección de la curva para relés de sobrecorriente.....	78
6.2.5. Coordinación entre fusible y relé.....	82
6.3. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIONES.....	84
6.4. PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACIÓN Y COORDINACIÓN DE FUSIBLES.....	85
6.4.1. Estudio de carga por alimentador.....	86
6.4.1.1. Alimentador Shushufindi Sur Central.....	87
6.4.1.2. Alimentador Shushufindi Sur Suroeste.....	87
6.4.1.3. Alimentador Shushufindi Norte.....	88
6.4.1.4. Alimentador Shushuudinfí Oeste.....	88
6.4.1.5. Alimentador Sacha Norte 1.....	89
6.4.1.6. Alimentador Sacha Norte 2.....	90
6.4.1.7. Alimentador Sacha Sur.....	90
6.4.1.8. Alimentadores Lago Este, Sur y Norte.....	91
6.4.1.9. Alimentadores Campos 1 y 2.....	92
6.5. FUSIBLES A UTILIZARSE EN LAS CARGAS PROTEGIDAS.....	92
6.6. PROCEDIMIENTOS PARA LA CALIBRACIÓN Y COORDINACIÓN DE RELÉS.....	93
6.6.1. Coordinación de los relés en Shushufindi.....	100
6.6.2. Coordinación de los relés en Sacha.....	101
6.6.3. Coordinación de los relés en Lago.....	101
6.7. COORDINACIÓN RELÉS – FUSIBLES.....	101
6.8. CONCLUSIONES.....	103

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS.....	115
ANEXOS.....	117

ANEXO 1

Diagramas Unifilares y Geográficos del Sistema Eléctrico de Potencia de Petroproducción

ANEXO 2

Impedancias de Secuencia y Flujos de Potencia del SEIP

ANEXO 3

Diagramas de la ubicación Geográfica de los Fusibles en los Alimentadores del Sistema y Diagramas Unifilares de las Zonas de Protección.

ANEXO 4

Tablas de cálculos y resultados del dimensionamiento de los Fusibles y calibración y coordinación de los Relés.

RESUMEN

Este estudio consiste en la observación, investigación y análisis de todo el sistema eléctrico de potencia de Petroproducción, el cual incluye centros de generación con potencia total instalada de 35,1 MW, líneas de subtransmisión a voltajes de 34,5 y 69 kV, así como alimentadores de distribución a 4,16 y 13,8 kV, y además subestaciones de distribución y centros de carga. La recolección de datos tanto de la generación así como de la carga permite mantener al sistema actualizado y de esta manera se pueden realizar flujos de potencia adecuados y estudios de cortocircuitos más confiables, lo cual permite hacer los correctivos que sean necesarios si se producen problemas en los sistemas de protección

También se realiza un estudio de los diferentes tipos de fallas eléctricas que pueden producirse dentro de este sistema, las consecuencias y el planteamiento de posibles soluciones; y, de esta manera tomar las medidas que sean necesarias para que los efectos sean mínimos

Es necesario además tener un conocimiento claro y práctico de los diferentes tipos de relés digitales utilizados en el sistema eléctrico de Petroproducción, lo cual permitirá utilizar todas las bondades que estos dispositivos pueden ofrecer

Finalmente se procede a realizar las calibraciones y coordinaciones más adecuadas en los relés de protección de sobrecorriente utilizando para ello, un sencillo programa que permite obtener todas las curvas de tiempo inverso utilizados en dichos dispositivos de protección y de esta manera facilitar la correcta y adecuada coordinación de los relés de protección

PRESENTACIÓN

En los últimos años Petroproducción ha venido implementando modernos sistemas de protecciones con el propósito de mejorar la confiabilidad y la calidad de la energía del sistema eléctrico; considerando que la carga y por ende la generación en el sistema interconectado han venido incrementándose paulatinamente y de manera significativa y que cualquier problema que se presente dentro de éste, puede provocar serias pérdidas de producción, ha sido imprescindible contar con los mejores equipos y dispositivos de control y protección, sin embargo hasta el momento estos equipos no han sido explotados en todo su potencial, razón por la cual se plantea el presente estudio, que pretende hacer buen uso de las protecciones de sobrecorriente, y de esta manera evitar daños tanto en los equipos así como en el personal.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Petroproducción, es una empresa estatal encargada de la operación de la producción de la mayoría de los campos petroleros del país, aproximadamente el 75 % de la producción total. Esta empresa opera en la región noreste del país, abarcando la región de la provincia de Sucumbios, siendo las principales áreas de producción Lago Agrio, Shushufindi, Sacha, Auca y Libertador.

Gran parte del proceso de la extracción del petróleo requiere de energía eléctrica, la cual es generada por unidades de generación que en su mayoría pertenecen a Petroproducción, la operación y mantenimiento de estas unidades tiene una gran importancia, convirtiendo al sistema eléctrico de Petroproducción en uno de los pilares dentro del funcionamiento de la empresa.

Este sistema eléctrico de potencia a pesar de ser relativamente pequeño en capacidad instalada y demandada, puede ser considerado uno de los de mayor importancia dentro de la economía nacional.

El principal sistema eléctrico de potencia se ha ido modificando a través del tiempo, pero esencialmente ha venido mantenido una configuración específica que es la siguiente: el sistema es longitudinal, está formado actualmente por cinco centrales de generación y tres centros principales de carga que están ubicados en Lago Agrio, Shushufindi y Sacha, estos centros de generación se encuentran interconectados longitudinalmente con niveles de voltaje de que actualmente son de 34,5 kV para Sacha-Shushufindi y Shushufindi-Lago Agrio y 69 kV para la interconexión entre Shushufindi Central – Shushufindi Sur, pero en un futuro próximo está previsto cambiar el nivel de voltaje en todo el interconectado a 69 kV y además esta planificado interconectar las áreas del Libertador y Auca. En cada uno de los centros de generación se encuentran diseminados alimentadores primarios de distribución con niveles de voltaje de 4,16 y 13,8 kV.

Considerando la importancia de la explotación de petróleo en la economía del país, el suministro de la energía eléctrica que llega hasta los pozos de producción debe ser seguro, de calidad y al mínimo costo

La operación de este sistema eléctrico durante mucho tiempo ha tenido serios problemas con la ocurrencia de diversas contingencias en el sistema de generación, transmisión y distribución lo cual provoca la variación indeseada de los parámetros del sistema, y, si éstos no son controlados rápidamente pueden provocar el colapso parcial o inclusive total del sistema

La necesidad de evitar suspensiones de servicio parciales o totales y la mala condición del voltaje y frecuencia en la entrega de la energía dentro del esquema de operación de este sistema y que provocan pérdidas en la producción y disminución de la vida útil de los equipos, principalmente de aquellos instalados bajo la superficie, produciendo la disminución de ingresos y además los costos adicionales al tener que reemplazar los equipos averiados por los problemas de dichas suspensiones, requiere el buen funcionamiento de los equipos que están encargados de proteger y controlar el suministro de energía dentro de los límites normales de operación.

El sistema eléctrico de Petroproducción ha ido incorporando equipos de protección de última tecnología como son relés de protección control y monitoreo tanto para la generación como el suministro de energía, así mismo se han equipado con nuevos disyuntores, reconectores y otros equipos que ayudan en la protección del sistema.

Pero a pesar de contar con estos equipos, el sistema no está en condiciones óptimas de operación, ya que cuando ocurre una falla en cualquier sector del sistema se produce la operación tardía de las protecciones o la operación de los dispositivos de protección que no corresponden, lo cual provoca problemas en la operación del sistema llegando inclusive al colapso total del mismo, debido a que estos equipos no se encuentran debidamente calibrados y coordinados entre sí, haciéndose urgente un estudio completo del sistema, tanto en demanda, flujos de potencia, cortocircuitos y contingencias que *normalmente ocurren* en el sistema. Para poder realizar una adecuada calibración de los

dispositivos de protección y una correcta coordinación. Pero también es necesario tener un buen conocimiento y manejo de los equipos de protección a utilizarse dentro del sistema.

Con estos antecedentes es necesario e indispensable un análisis del sistema eléctrico de protecciones.

1.2. OBJETIVO

Realizar un estudio del comportamiento del Sistema Eléctrico de Potencia de Petroproducción, identificando cargas y generación para la obtención de datos necesarios en la implementación del sistema de protecciones.

Mejorar la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico, realizando una adecuada calibración y coordinación de los dispositivos de protección utilizados en el sistema.

1.3. ALCANCE

En el desarrollo de este estudio, se empieza con una descripción total del sistema eléctrico de Petroproducción, tratando de recopilar toda la información técnica de los diferentes componentes que lo constituyen, como son: unidades de generación, transformadores de potencia, líneas de subtransmisión y de distribución, incluyendo un análisis de la demanda y generación que se estima que el sistema tendrá dentro de los próximos 2 años debido a la incorporación de nuevas áreas de producción al sistema interconectado, además se especifica la ubicación de los centros de generación y de carga principales del sistema, para en base a estos datos poder realizar los análisis y cálculos necesarios para cumplir de esta manera con el objetivo de esta tesis.

En el capítulo tres se realiza una descripción de la teoría acerca de las protecciones eléctricas y de los fundamentos para el diseño del sistema de protecciones.

En el capítulo cuatro se realiza un estudio de los flujos de potencia y un estudio de fallas, para lo cual es necesario la determinación de los diagramas de

secuencia respectivos, estudios de demanda y la ayuda del programa computacional de simulación POWER WORLD SIMULATOR

En el capítulo cinco se detalla el funcionamiento y manejo de los diferentes relés de protección que se utilizan actualmente en el Sistema Eléctrico de Petroproducción.

En el capítulo seis se presenta un análisis de los cálculos realizados para la calibración y coordinación del sistema de protecciones para fallas de sobrecorriente, presentando la posibilidad de que estas fallas pueden ocurrir en cualquier lugar del sistema. Para esta calibración y coordinación de protecciones se considera las corrientes de carga para demanda máxima.

Por último se presentan los comentarios y conclusiones al presente estudio, con el objeto de delinear los caminos más adecuados a seguir por las personas involucradas en el motivo de este análisis.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO DE PETROPRODUCCION

2.1. INTRODUCCIÓN

Petroproducción cuenta con un sistema eléctrico netamente térmico, los principales centros de generación se encuentran ubicados en los campos de Lago Agrio, Shushufindi y Sacha, los mismos que se encuentran interconectados por medio de líneas de subtransmisión de tipo radial, diseñadas para un voltaje de 69 kV, aunque en este momento algunas de las líneas se encuentran operando a un voltaje menor, 34.5 kV, pero en el futuro todo el interconectado operará a 69 kV. Cuenta con subestaciones de subtransmisión y de distribución cuyos alimentadores primarios operan a un voltaje de 13.8 kV y 4.16 kV.

Cuenta también con pequeñas centrales de generación aislada, que suministra energía eléctrica a varias cargas que se encuentran cerca de éste. Así como también generadores unitarios instalados en el lugar mismo de las cargas.

En el presente capítulo se presentará una descripción general del SEIP, su estructura y componentes, centros de generación, subestaciones, líneas de subtransmisión, alimentadores de distribución y centros de carga.

2.2. SISTEMA INTERCONECTADO DE PETROPRODUCCIÓN

2.2.1. UBICACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE PETROPRODUCCIÓN

Petroproducción es una de las tres filiales del Sistema Petroecuador, y sus principales funciones consisten en operar los campos hidrocarbúferos asignados a Petroecuador y transportar el petróleo desde los campos productores hasta los tanques de almacenamiento en la estación de bombeo N°1 del Oleoducto Transecuatoriano ubicado en Lago Agrio.

Por razones de facilidad operacional y de logística, al distrito Amazónico se lo ha dividido en cinco áreas principales:

Lago Agrio, con sus estaciones: Chapara, Bermejo, Guanta, Dureno y Lago Agrio Central y Norte con una producción total de 18000 barriles por día.

Shushufindi, con sus estaciones Shushufindi Central, Shushufindi Norte, Shushufindi Sur Central, Shushufindi Sur Suroeste y Aguarico, con una producción total de 108.000 barriles por día.

Sacha, con sus estaciones de Sacha Central, Sacha Norte1, Sacha Norte2, Sacha Sur, Pacuna, Paraíso, Coca, Payamino, Biguno, con una producción total de 67.000 barriles por día.

Auca, con sus estaciones Auca, Auca Sur 1-2, Auca Este, Pindo, Puna, Conga, Rumiyacu, Cononaco, Tiguino, Culebra, Yuca, Yulebra, Anaconda, Yuca Sur y Palanda, con una producción diaria de 55.000 barriles.

Libertador, con sus estaciones: Atacapi, Parahuaco, Pichincha, Secoya, Shuara, Shushuqui, Frontera, Tapi, Tetete, Cuyabeno, Singue, Sansahuari, Peña Blanca y VHR con una producción diaria de 75.000 barriles.

La generación de energía eléctrica, para la operación de todos los equipos eléctricos que se utilizan para la producción de petróleo en el distrito amazónico, se realiza de tres maneras:

1. Generadores unitarios, éstos son ubicados en el sitio mismo donde se encuentra la carga, y su costo promedio es aproximadamente de 18 centavos de dólar el kWh.
2. Sistemas aislados de potencia, son pequeñas centrales de generación que suministran energía a varias cargas que se encuentran cerca de éstos, para lo cual se utilizan sistemas de distribución radial, su costo promedio es aproximadamente de 12 centavos de dólar el kWh.

3. Sistema Eléctrico Interconectado de Petroproducción, este sistema es el de mayor importancia, suministra energía eléctrica a gran parte de los equipos utilizados para la producción, así como campamentos, talleres, refinerías, etc, de las áreas de Lago Agrio, Shushufindi y Sacha. Los costos de generación cuando se utiliza diesel es de 12 centavos y cuando se utiliza gas es de 4.8 centavos por kWh y con la nueva generación alquilada tiene un costo de 8 centavos por kWh.

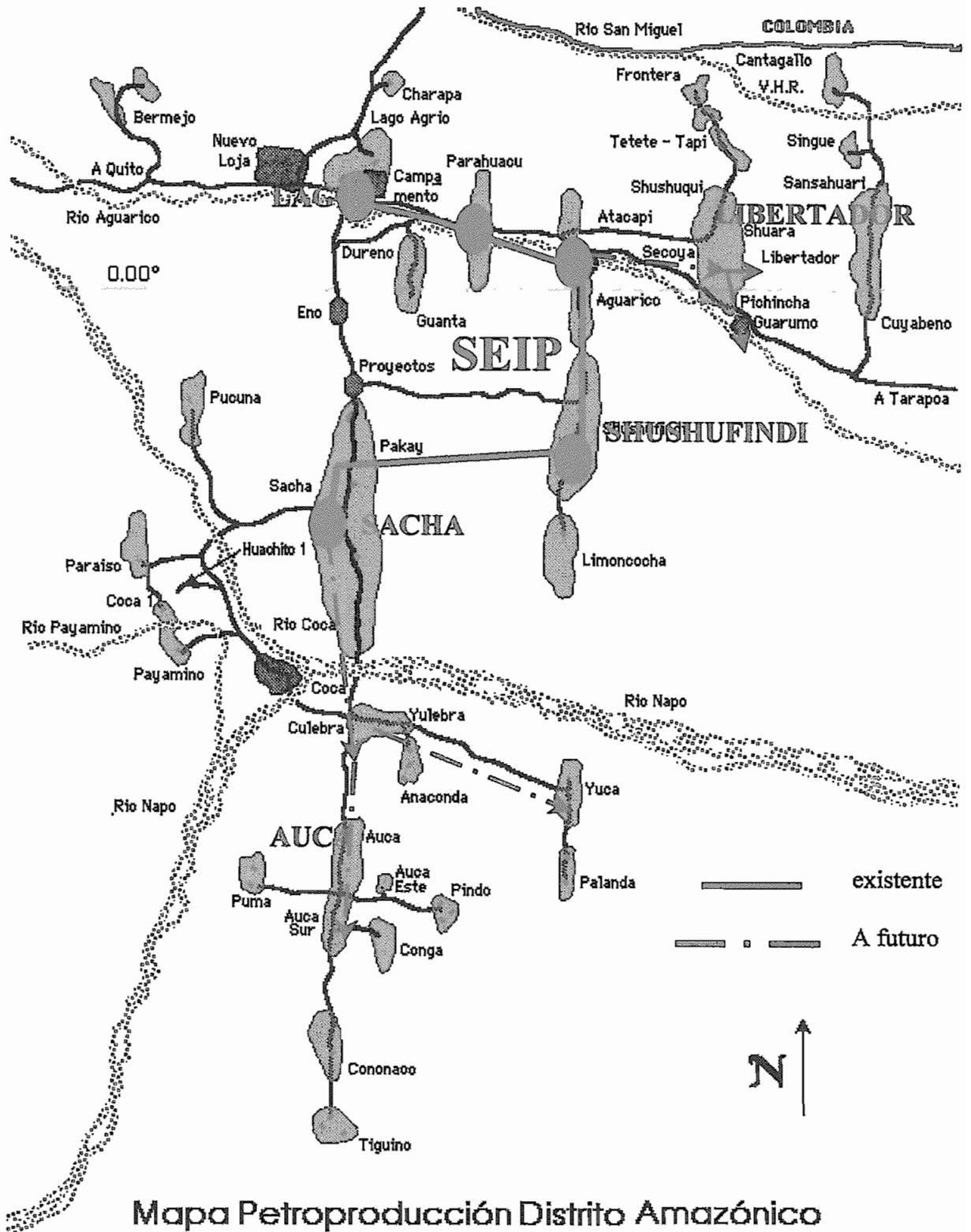
2.2.2. CONFIGURACIÓN DEL SEIP

El Sistema Eléctrico de Petroproducción está compuesto de tres centrales de generación principales ubicadas en los campos de Lago Agrio, Sacha y Shushufindi, que se encuentran interconectados entre sí, por medio de líneas de subtransmisión, como se puede apreciar en la Figura 2.1, en donde tenemos la ubicación geográfica de cada uno de los centros.

2.2.3. CENTRALES DE GENERACIÓN

Como ya se mencionó anteriormente, el SEIP esta conformado por tres centros de generación principales pertenecientes a Petroproducción, uno en el campo Lago Agrio, uno en Sacha Central y uno en Shushufindi Central, pero recientemente se han incorporado tres nuevos centros de generación que son alquilados a la empresa Ecuapet, cada uno de estos suministra al sistema una potencia de 5 MW, y están ubicados de la siguiente manera: uno en Sacha Norte², uno en Shushufindi Sur Central y dentro de poco tiempo uno en Shushufindi Norte. Teniendo un total de seis centros de generación repartidos en los tres campos mencionados.

Las tres centrales pertenecientes a Petroproducción se encuentran formadas por turbinas de gas de fabricación inglesa marca Ruston, estas turbinas funcionan a gas y/o a diesel. Las centrales de generación alquiladas están formadas por generadores Caterpillar las cuales funcionan a diesel.



Mapa Petroproducción Distrito Amazónico

Figura No 2.1.

En la central Lago Agrio, están instaladas dos turbinas de tipo TA-1750 con unidades generadoras tipo GA y una de tipo TB-5000 con una unidad generadora tipo GB cuyas potencias nominales son de 1000 kW y 3000 kW respectivamente, la capacidad total instada es de 5000 kW; estas turbinas operan con un voltaje de 4.16 kV.

En la central de Shushufindi están instaladas tres turbinas tipo TA-1750 que operan con un voltaje de 4.16 kV, dos turbinas tipo TB-5000 y una turbina Typhoon con una potencia nominal de 3750 kW que operan con un voltaje de 13.8 kV. La capacidad total instalada de este centro es de 12750 kW.

En la central de Sacha está instalada una turbina tipo TA-1750 y una turbina tipo TB-5000 las dos unidades operan con un voltaje de 4.16 kV, la capacidad total de este centro es de 4000 kW.

En la central de Sacha Norte2 están instalados cinco generadores electrógenos Caterpillar, tres generadores modelo 3516 STD con una potencia nominal de 1450 kW, un generador modelo 3516 DI con una potencia nominal de 1640 kW y un generador de reserva modelo 3508 con una potencia nominal de 800 kW, estas unidades operan a 13.8 kV, la capacidad instalada de este centro es de 6790 kW, aunque debido al contrato efectuado con Petroproducción estas centrales solo deben entregar 5000 kW.

En la central de generación Shushufindi Sur están instalados cuatro generadores modelo 3516 DI con una potencia nominal de 1640 kW cada uno y un voltaje de operación de 13.8 kV, la capacidad instalada de este centro es de 6560 kW.

En la central de generación Shushufindi Norte se instalarán cuatro generadores modelo 3516 DI con una potencia nominal de 1640 kW y un voltaje de operación de 13.8 kV, la capacidad instalada de este centro es de 6560 kW.

En la Tabla N°2.1 se encuentran las características más importantes de los generadores que conforman el SEIP.

Ubicación	Tipo o Modelo	Potencia Nominal	Potencia Efectiva	Año de Instalación	Unidades	Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)
LAGO AGRIO	TA	1000	800	1971	2	4160	60
	TB	3000	2600	1981	1	4160	60
SHUSHUFINDI CENTRAL	TA	1000	800	1971, 72, 73	3	4160	60
	TB	3000	2600	1985, 88	2	13800	60
	TYPHOON	3750	3500	1997	1	13800	60
SACHA CENTRAL	TA	1000	800	1971	1	4160	60
	TB	3000	2600	1982	1	4160	60
SACHA NORTE2	3516 STD	1450	1250	2002	3	13800	60
	3516 DI	1640	1400	2002	1	13800	60
	3508	800	700	2002	1	13800	60
SHUSHUFINDI SUR CENTRAL	3516 DI	1640	1400	2002	4	13800	60
SHUSHUFINDI NORTE	3516 DI	1640	1400	2002	4	13800	60

Tabla N° 2.1.

A continuación se describen las principales características de las unidades generadoras tipo GA, GB y GTY así como de las Caterpillar:

UNIDAD TIPO GA:

Generador KATO, de 1000 kW de potencia nominal, 60 Hz, 4160 V de generación. Para control de voltaje dispone de un sistema de excitación que usa un generador asincrónico auxiliar de corriente alterna, el campo del mismo a su vez, es excitado mediante una fuente de voltaje de DC suministrada por un regulador Basler Electric modelo SR8A, el cual se alimenta de energía del generador principal, y regula el voltaje de alimentación al campo auxiliar en función de las variaciones de voltaje y corriente de salida del generador principal. El voltaje de salida del generador auxiliar que es función del voltaje alimentado por el regulador, es convertido de AC a DC mediante un rectificador de diodos y

luego alimentado al rotor principal, que crea el campo magnético giratorio de excitación al estator principal.

El control de potencia / frecuencia, cuya función es controlar la velocidad de giro que produce el motor en el eje de salida, mediante el control de paso de combustible, denominado también control de velocidad, es realizado por el gobernador, cuyo actuador es netamente mecánico (tornillo sin fin).

El elemento motor está constituido por una turbina térmica marca Ruston que utiliza como combustible gas y/o diesel. Tiene una potencia de salida a condiciones nominales de presión y temperatura de 1750 HP y una velocidad de salida de 1200 rpm.

UNIDAD TIPO GB:

Generador General Electric, de 3000 kW de potencia nominal, 60 Hz, las unidades ubicadas en Shushufindi generan a 13800 voltios mientras que las unidades que están ubicadas en Lago Agrio y Sacha generan a 4160 voltios. El sistema de excitación es similar al de la unidad tipo GA.

El control de velocidad se realiza también mediante el gobernador, pero en este caso es digital, el actuador opera sobre la base de válvulas electromecánicas.

El elemento motor está constituido por una turbina TB-5000 con una potencia de 5000 HP y una velocidad de salida de 1800 rpm.

El sistema de control Rustronic de la turbina se denomina MK1, es un panel con equipos electrónicos de estado sólido, diseñado y fabricado por Ruston, para monitoreo del estado operativo y tareas de control manual y automático del arranque y parada en forma normal y de emergencia de la turbina.

UNIDAD GTY

Generador marca Ideal, tiene una potencia nominal de 3750 kW, 60 Hz, genera a 13800 voltios. La excitación se realiza mediante un generador auxiliar de imanes permanentes.

El control de arranque, parada, velocidad y demás variables de la unidad motriz se realiza a través de un sistema de control computarizado denominado MK2 que dispone de terminales para comunicación RS232. Este sistema controla las válvulas reguladoras del paso de combustible.

La máquina motriz es una turbina de marca European Gas Turbine (EGT), modelo Typhoon de 5910 HP a condiciones nominales de operación.

UNIDAD CATERPILLAR

Generador marca Caterpillar, tiene una potencia nominal de 1450 kW y 1640 kW, 60 Hz y 13800 voltios. Esta unidad opera con diesel.

Generador Caterpillar SR4 consta de un rodamiento, conexión en Y, regulador estático, excitación del generador por escobillas de imanes permanentes diseñado para emparar el desempeño y las características de salida de la maquina motriz a diesel Caterpillar.

Regulador de voltaje exclusivo Caterpillar consta de un sensor trifásico y una regulación Voltios / Hertz que brinda un control más preciso, excelente bloqueo de carga y voltaje constante en el rango de operación normal.

En la Tabla N°2.2. se describe en forma más general las características de cada uno de los generadores que existen en el SEIP.

2.2.4 SUBESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN

Cada uno de los centros de generación así como los principales centros de carga poseen su respectiva subestación, cuyo propósito es el de elevar o bajar el nivel de voltaje, ya sea para la transmisión de energía de un centro de generación a otro, o para alimentar las diferentes cargas del sistema.

En la Tabla N°2.3 se presentan las principales características de los transformadores que conforman el SEIP y que se encuentran instalados en las subestaciones, cabe indicar que todos disponen de enfriamiento con aceite recirculante de tipo OA

MARCA	KATO	G.E.	IDEAL	CATERPILLAR		
MODELO	GA	GB	TYPHOON	3516 STD	3516 DI	3508
Unidades	6	4	1	3	9	1
Potencia (Kw)	1000	3000	3750	1450	1640	800
f.p.	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Velocidad r.p.m.	1200	1800		1800	1800	
frecuencia (Hz)	60	60	60	60	60	60
Voltaje (kV)	4.16	4.16-13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
# de fases	3	3	3	3	3	3
Tipo de conexión	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Xd (pu)	1.65	1.69	1.68	1.8464	1.8464	
X'd (pu)	0.98	0.98-0.23	0.211	0.1307	0.1307	
X''d (pu)	0.21	0.23-0.14	0.158	0.0976	0.0976	
X (+) (pu)	0.168	0.17	0.165	0.1094	0.1094	0.1089
X (0) (pu)	0.005	0.005-0.016	0.005	0.0533	0.0533	0.0515

Tabla N° 2.2.

En la Figura N° 2.2 del Anexo 1 se presenta el diagrama unifilar en el que se incluyen las subestaciones y sus respectivos transformadores.

En la Tabla N°2.4 se presentan los datos de las impedancias en pu de los transformadores.

2.2.5. LINEAS DE SUBTRANSMISION

Este sistema consta de cinco líneas de subtransmisión cuyas características principales se detalla en la Tabla N° 2.5.

SUBESTACION	TRANSFORMADOR	POTENCIA (MVA)	VOLTAJE (kV)	CONEXIÓN
LAGO AGRIO	*T1	5	13.8-34.5	Dyt1
	T2	4	4.16-13.8	Ytd1
	T3	4	4.16-13.8	Ytd1
	T4	2	4.16-34.5	Ytd1
SHUSHUFINDI	T5	5	13.8-34.5	Ytd1
	T6	5	13.8-34.5	Ytd1
	T7	5	13.8-69	Ytd1
	T13	5	69-13.8	Dyt1
SACHA	T8	5	13.8-34.5	Dyt1
	T9	4	4.16-13.8	Ytd1
	T10	4	4.16-13.8	Ytd1
ATACAPI	T11	2	34.5-13.8	Dyt1
PARAHUACO	T12	2	34.5-13.8	Dyt1

Tabla N° 2.3.

* Este transformador se encuentra averiado desde que fue instalado

Aunque algunas de estas líneas están funcionando a 34.5 kV, en el futuro se espera que todas operen a 69 kV, para lo cual ya se están realizando los trabajos para el cambio de voltaje en dichas líneas.

Las estructuras que comúnmente se utilizan en el sistema de Subtransmisión se pueden observar en la Figura N° 2.3

2.2.6. ALIMENTADORES PRIMARIOS

Los alimentadores primarios que constituyen la red de distribución del sistema de Petroproducción, se encuentran diseminados en la región y permiten

suministrar energía a los equipos que se encuentran en los pozos y que son los encargados de la producción de petróleo, el tipo de estructura predominante para estos alimentadores se encuentra en la Figura N° 2.4.

La mayoría de los alimentadores de distribución tienen un voltaje de 13.8 kV, con los que llegan hasta los pozos, en donde se encuentran transformadores que bajan el voltaje de 13.8 a 2.3 kV que es el voltaje al que funcionan los equipos de superficie y los motores y bombas que funcionan bajo superficie. Pero también hay alimentadores a 4.16 kV que son los que alimentan a cargas cercanas a los centros de generación, que por lo general son los campamentos, oficinas y a distintos equipos que se usan en las estaciones de producción, a donde converge el petróleo producido en los distintos pozos del sector.

SUBESTACION	TRANSFORMADOR	POTENCIA (MVA)	X %	X pu
LAGO AGRIO	*T1	5		
	T2	4	5.71	0.143
	T3	4	5.71	0.143
	T4	2	6.42	0.321
SHUSHUFINDI	T5	5	5.03	0.101
	T6	2	5.4	0.27
	T7	5	5.03	0.101
	T13	5	5.03	0.101
SACHA	T8	5	5.03	0.101
	T9	4	5.71	0.143
	T10	4	5.71	0.143
ATACAPI	T11	2	5.03	0.335
PARAHUACO	T12	2	5.03	0.335

Tabla N° 2.4.

* Este transformador se encuentra averiado desde que fue instalado

LINEA	LAGO PARAHUACO	PARAHUACO ATACAPI	ATACAPI SSFD	SSFD SACHA	SSFD SSFD SUR
DISTANCIA (Km)	20	6	27	41	2
VOLTAJE (Kv)	34.5	34.5	34.5	34.5	69
CALIBRE	4/0 AWG	4/0 AWG	4/0 AWG	4/0 AWG	4/0 AWG
MATERIAL	ACSR 6/1	ACSR 6/1	ACSR 6/1	ACSR 6/1	ACSR 6/1
CAPACIDAD AMPERAJE	340	340	340	340	340
CAPACIDAD (MVA)	20.32	20.32	20.32	40.6	40.6

Tabla N° 2.5.

En la Tabla N° 2.6 se detallan las longitudes y calibres del conductor de los alimentadores primarios del SEIP.

2.2.7. CENTROS DE CARGA

Básicamente el SEIP provee de energía eléctrica para la operación de equipos instalados en estaciones, pozos de producción, refinerías, talleres y campamentos

2.2.7.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS

La carga principal del SEIP la constituyen:

- Motores de inducción para de extracción de petróleo mediante sistemas de levantamiento artificial BES y PO. (1150 – 2300 V; 50 – 300 HP)
- Motores para el sistema de bombeo que tienen la función de reinyectar el agua de formación, para cuidar el ecosistema ; (1150 – 2300 V, 50 – 250 HP)

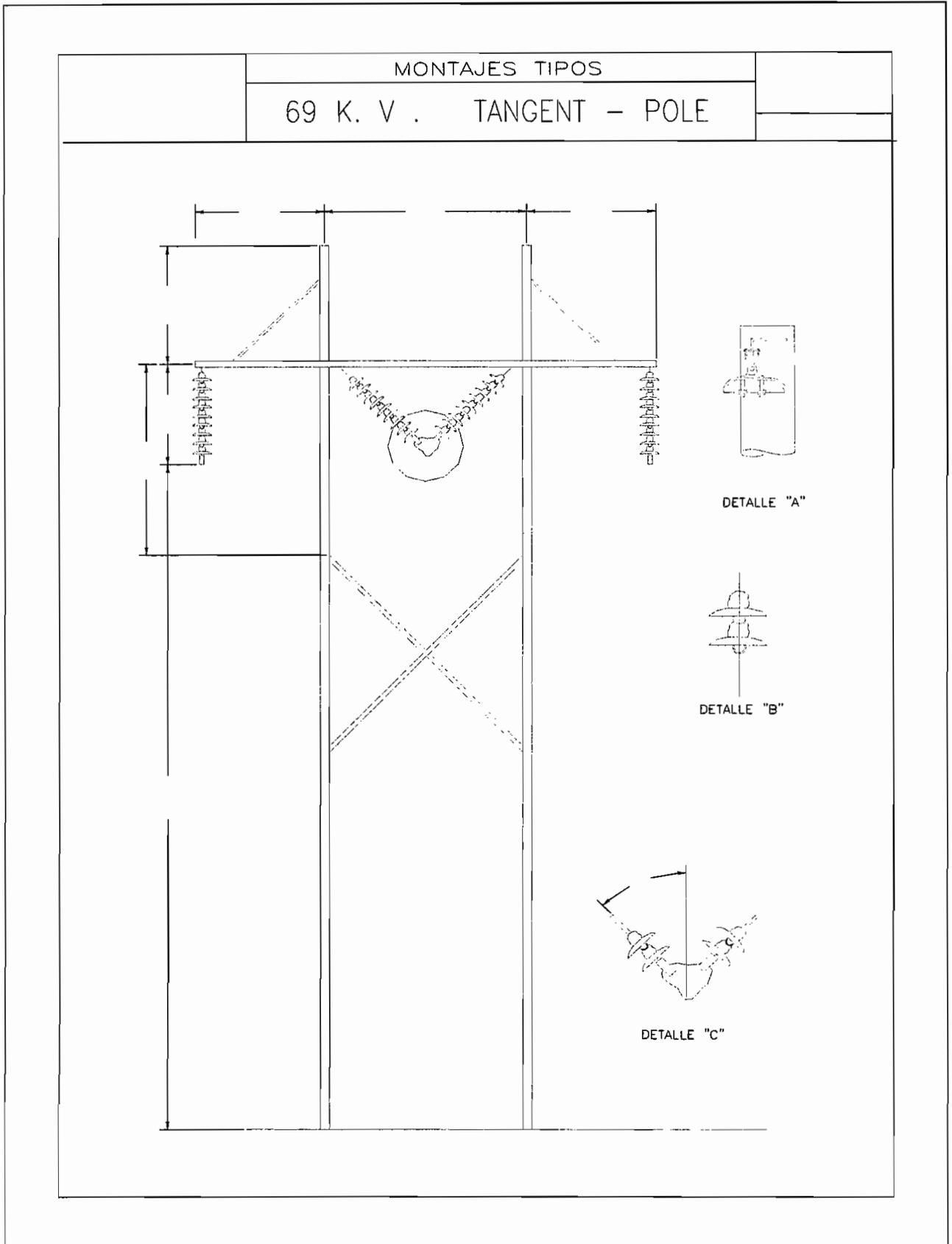


Figura N° 2.3.

- Motores de inducción que operan a 480 V, de mediana potencia comprendida entre 25 y 350 HP, para accionamiento de las bombas de bombeo o transferencia de petróleo a través de los oleoductos. (480 V, 5 – 250 HP).
- Sistemas de iluminación exterior e interior conformadas principalmente de lámparas incandescentes, fluorescentes y reflectores de mercurio de 1000 y 1500 vatios.
- Existe una gran cantidad de motores de pequeña potencia comprendida entre $\frac{1}{4}$ de HP y 40 HP en las refinerías, campamentos y talleres para diferentes aplicaciones, especialmente para las centrales de aire acondicionado, equipos de línea blanca como: congeladores, refrigeradoras, hieleras, cocinas eléctricas, hornos eléctricos, calentadores de agua, planchas, etc.
- Existen otras cargas de menor importancia como computadoras, radios, lámparas, impresoras, etc.

En las Figuras N° 2.5, 2.6, 2.7 del Anexo 1 se pueden apreciar la ubicación de los pozos, en los campos Lago, Shushufindi y Sacha. En donde, los pozos que están señalados con un círculo verde son los que están conectados al sistema.

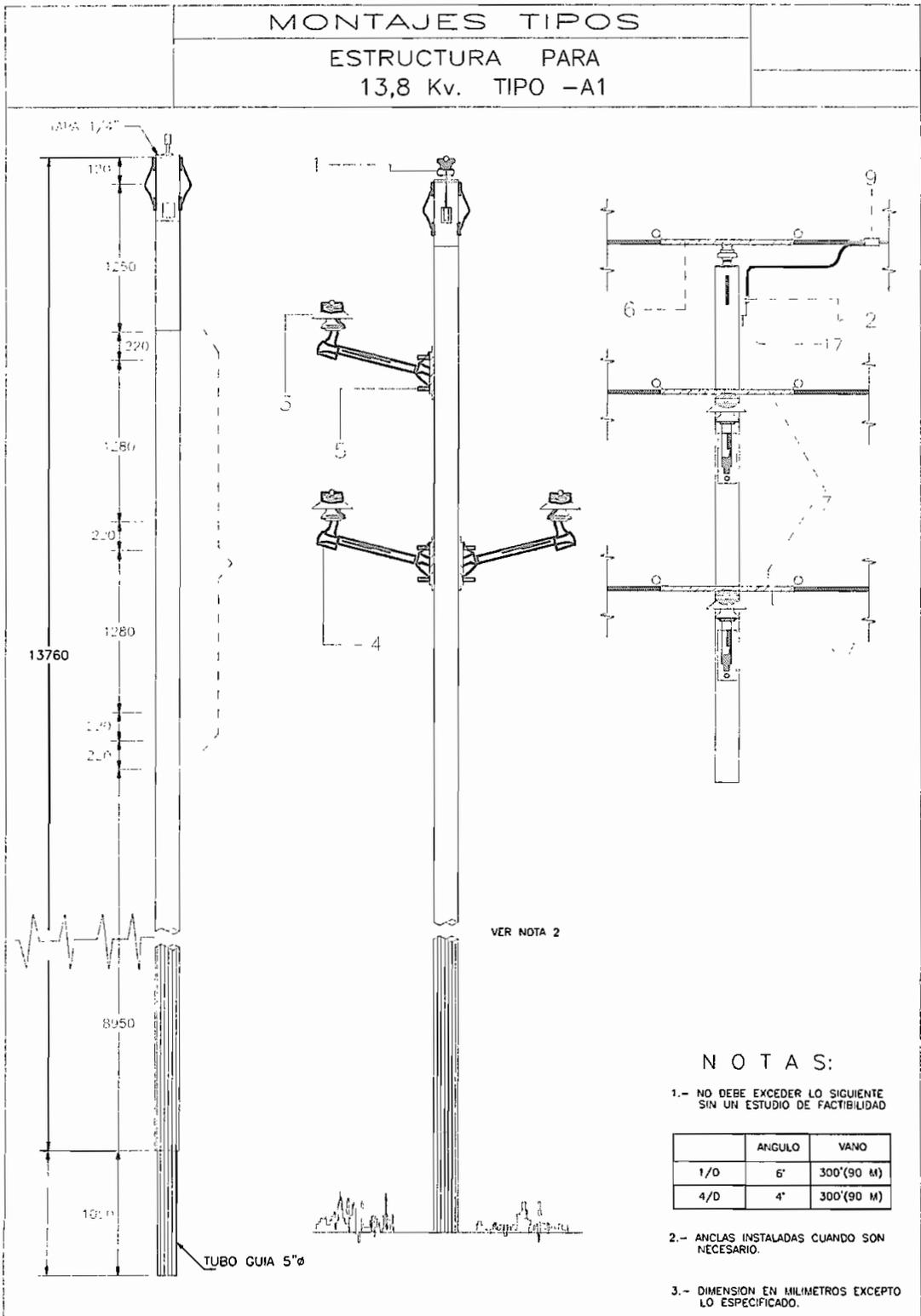


Figura N° 2.4.

ALIMENTADORES PRIMARIOS

CAMPO	NOMBRE	VOLTAJE (kV)	LONGITUD (Km)	CALIBRE
LAGO	NORTE	13.8	17.22	4/0 AWG
	SUR	13.8	8.65	4/0 AWG
	ESTE	13.8	5	4/0 AWG
	CAMPO 1	4.16	2.34	2/0 AWG
	CAMPO 2	4.16	1.02	2/0 AWG
	OLEODUCTO	4.16	1	2/0 AWG
	TOTAL			35.23
SHUSHUFINDI	NORTE	13.8	30.7	4/0 AWG
	SUR	13.8	26	4/0 AWG
	OESTE	13.8	7.5	4/0 AWG
	OLEODUCTO	4.16	0.8	2/0 AWG
	TOTAL			65
SACHA	NORTE 1	13.8	2.6	4/0 AWG
	NORTE 2	13.8	24.21	4/0 AWG
	SUR	13.8	14.14	4/0 AWG
	CAMPO	4.16	2	
	TOTAL			42.95
ATACAPI	ATACAPI	13.8	5.39	4/0 AWG
PARAHUACO	PARAGUAYO	13.8	7.77	4/0 AWG
TOTAL DISTRIBUCION			156.34	

Tabla N° 2.6.

2.2.7.2. DEMANDA DEL SEIP

En los últimos años la demanda en el SEIP se ha ido incrementando, pero debido a que los registros de demanda únicamente se realizaban por medio de datos tomados por los operadores de las centrales de generación en cada uno de los alimentadores y en muchos de éstos ni siquiera se registraban estos datos, no ofrecían la información necesaria para realizar una curva de demanda confiable, por lo que se realizaban estimaciones de la carga que se tenía; pero, recientemente se obtienen los datos de demanda por medio de los relés, los cuales registran la potencia en los alimentadores cada 15 minutos, para el presente estudio se proyecta la demanda de potencia con los datos tomados de dichos relés.

La demanda de este sistema es dinámica puesto que frecuentemente los pozos de producción entran y salen de operación, también existen pozos en funcionamiento que pasan a ser alimentados por el SEIP, esto sumado a la existencia de nuevos pozos reinyectores de agua de formación, ocasiona que permanentemente se estén instalando y retirando equipos de mayor o menor potencia.

En la Figura N° 2.8 se presenta una curva de demanda registrada por los relés de todos los alimentadores a los que suministra de energía el SEIP, y en aquellos alimentadores que no tienen relés digitales se toma un promedio de los valores de demanda que registran los operadores en forma manual. La carga es muy parecida durante todos los días del año y no hay variaciones significativas entre el día y la noche. El factor de potencia se encuentra entre 0.85 y 0.9.

De los datos obtenidos de la figura N° 2.8, se puede observar que la demanda es máxima alrededor de las 20:00 p.m. y que se dispone de un margen de reserva mínima de .10.3 MW, que corresponde al punto de mínima diferencia entre la potencia efectiva disponible (285000 kW) con respecto a la demanda máxima (que para estos días en que se realizó el estudio es de 18200 kW)

Sobre la base de análisis de los registros históricos se encuentra que la demanda máxima registrada durante este último año no supera los 23000 kW.

Sin embargo por seguridad se requiere de suficiente reserva rodante y reserva en frío tanto para mantenimiento, emergencia y sobre todo crecimiento imprevisto de la demanda.

CAPITULO III

FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

3.1. INTRODUCCIÓN

Un sistema eléctrico de potencia generalmente está compuesto por unidades de generación, subestaciones de transformación, líneas de transmisión y subtransmisión con sus respectivas estructuras, y alimentadores primarios de distribución; pero estos grandes y costosos equipos están expuestos a graves daños que pueden ser provocados por fallas, produciendo serias pérdidas económicas debido a la interrupción del servicio así como la sustitución o reparación de los equipos dañados, por lo cual para realizar el diseño de un sistema eléctrico de potencia debe considerar dos aspectos muy importantes, uno es el de incorporar características de diseño que reduzcan estas fallas o condiciones anormales del sistema como por ejemplo control continuo de la vegetación y buen diseño de las puestas a tierra, y la otra, es la de incluir las provisiones necesarias para reducir al mínimo los efectos de la falla, cuando ésta se produzca. Para lo cual es necesario la utilización de elementos de protección, que pueden ser: pararrayos, cables de guarda, seccionadores, fusibles, disyuntores, reconectores, relés, etc.

3.2. FUNDAMENTOS PARA EL DISEÑO DE LAS PROTECCIONES

Para disponer de un sistema de protecciones eficiente es imprescindible que éste cumpla con las siguientes características:

3.2.1. FIABILIDAD

Un sistema fiable consiste de dos elementos: sensibilidad y confiabilidad. Sensibilidad es la certeza de una correcta operación de las protecciones en respuesta a un problema o falla en el sistema. Confiabilidad es la habilidad del

sistema de evitar una mala operación con o sin fallas. Desafortunadamente, estos dos aspectos de fiabilidad tienden a depender uno del otro; incrementando la confiabilidad se tiende a disminuir la sensibilidad y viceversa. En general, sin embargo, los modernos sistemas de protección son altamente fiables y proporciona un combinación práctica entre confiabilidad y sensibilidad. La supervisión continua se la puede realizar gracias a técnicas numéricas, que proporciona un mejoramiento tanto en sensibilidad como en confiabilidad. Los dispositivos de protección deben funcionar para sistemas y condiciones ambientales adversos.

La sensibilidad puede ser chequeada con relativa facilidad en el laboratorio o durante la instalación por medio de pruebas simuladas o representando fallas. La confiabilidad, por otro lado es más difícil de chequear. Una verdadera prueba de la confiabilidad del sistema tendría que medirse la respuesta a una variedad casi infinita de transitorios de potencial y problemas simulados indicados en el sistema de potencia y su medio circundante.

Un sistema confiable es el resultado de un buen conocimiento y experiencia en diseño, combinado con un detallado modelo del sistema de potencia, y solo puede ser confirmado en el mismo sistema de potencia y su medio circundante.

3.2.2. VELOCIDAD

La velocidad de los dispositivos de protección por una parte ayuda en la eliminación inmediata de las fallas severas disminuyendo el riesgo de daños en los equipos de producción, pero por otro lado pueden provocar la apertura innecesaria de alimentadores debido a transitorios provocados por operaciones en el sistema. Se podría decir que el desarrollo de los dispositivos de protección rápidos se dan en función del incremento de la probabilidad de operaciones no deseadas. El tiempo es un excelente criterio para distinguir entre una verdadera falla y una falsa.

3.2.3. DESEMPEÑO Y ECONOMÍA

En cuanto a los dispositivos de protección existe una gran gama de precios, dependiendo de sus características de funcionalidad, rapidez, selectividad, tecnología, etc.

Los dispositivos que tienen una clara zona definida de protección tienen mejor selectividad, pero generalmente son más costosos. Los relés de alta velocidad ofrecen un mejor servicio continuo ya que reducen los daños provocados por la falla y el peligro para el personal. Pero también tiene un alto costo inicial. El alto desempeño y costos no siempre son justificados. Consecuentemente, se utilizan dispositivos de baja y alta velocidad en la protección de sistemas de potencia.

3.2.4. SIMPLICIDAD

Como en algunas otras disciplinas, la simplicidad en un sistema de protección es siempre el distintivo de un buen diseño. El sistema de protección más sencillo, sin embargo, no siempre es el más económico. Una mayor economía puede ser posible con un sistema de protección más complejo que use el mínimo número de circuitos interruptores. Otras razones serían también que la simplicidad de un buen diseño hace que un sistema sea fiable, ya que existirían pocos elementos que podrían funcionar mal.

3.3. DISEÑO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Durante la operación normal del sistema de potencia los dispositivos de protección no deben para operar, pero debe estar disponibles inmediatamente a operar en condiciones intolerables para el sistema y evitar de esta manera la interrupción del servicio y daños en equipos, así como peligro para el personal. Por tanto, la verdadera vida en operación de estos dispositivos puede estar en el orden de unos pocos segundos, aun cuando estuviesen conectados en un sistema por muchos años. En la práctica, los relés operan más tiempo durante pruebas que en respuesta a condiciones adversas de servicio.

En teoría, un dispositivo de protección debe estar apto para responder a un infinito número de anomalías que pueden ocurrir en un sistema de potencia. En la práctica, la ingeniería de protecciones debe llegar a un compromiso en el diseño, basado en cuatro factores que influyen en alguna manera en la aplicación de los dispositivos de protección y son los siguientes:

Económicas: inversión inicial, operación y mantenimiento

Disposición para medir fallas o problemas: magnitudes de falla y colocación de transformadores de corriente y transformadores de voltaje.

Prácticas de operación: de conformidad a prácticas normalizadas y aceptadas, asegurando la operación eficiente del sistema.

Experiencia previa: Historia y anticipación de posibles problemas a ser encontrados dentro del sistema.

Puesto que con estos factores simplemente no es factible realizar un diseño del sistema de protecciones capaz de manejar un problema potencial, se deben realizar ciertos compromisos. En general, únicamente los problemas que, conforme a la experiencia pasada, tienen la posibilidad de ocurrir, tienen una consideración prioritaria. Naturalmente, que la realización de las protecciones se trata de un arte. Los ingenieros encargados de las protecciones de sistemas eléctricos tienen diferentes consideraciones, usando una lógica bien fundada, con diseños de sistemas de protecciones significativamente diferentes para sistemas de potencia esencialmente similares. Como resultado, existe una pequeña estandarización en sistemas de protección. No solamente pueden variar los dispositivos de protección a ser utilizados, sino que también variará la cobertura que se le da al sistema. El exceso de protecciones es casi tan malo con la carencia de estas.

El desempeño de un dispositivo de protección es clasificado generalmente como: correcto, indeterminado o incorrecto. Una operación incorrecta puede ser tanto una falla en el disparo como también un disparo innecesario de la protección. La causa de operaciones incorrectas puede ser por: una mala

aplicación, calibración incorrecta, error de personal o mal funcionamiento de equipos. Los equipos que pueden causar una operación incorrecta son: transformadores de corriente, transformadores de voltaje, interruptores, cable y alambres, relés, conductos y bancos de baterías.

El disparo incorrecto de un circuito de apertura no asociado con el área del problema es a menudo tan desastrosa como la misma falla. Por lo tanto, se debe tomar especial cuidado tanto en la aplicación como en la instalación de los equipos de protección para asegurarse que esto no suceda.

Una operación indeterminada se da en último caso cuando la evidencia no esta disponible para saber si la operación fue correcta o incorrecta. Muy a menudo este es un problema del personal.

3.4. ZONAS DE PROTECCIÓN

La filosofía general en la aplicación de relés es dividir el sistema de potencia en zonas que puedan ser protegidas adecuadamente con el reconocimiento y eliminación de la falla, produciendo la desconexión de una mínima parte del sistema.

El sistema de potencia está dividido en zonas de protección para:

- Generadores
- Transformadores
- Barras
- Circuitos de transmisión y distribución
- Motores

Las zonas de protección de un sistema de potencia se muestran en la Figura N° 3.1.

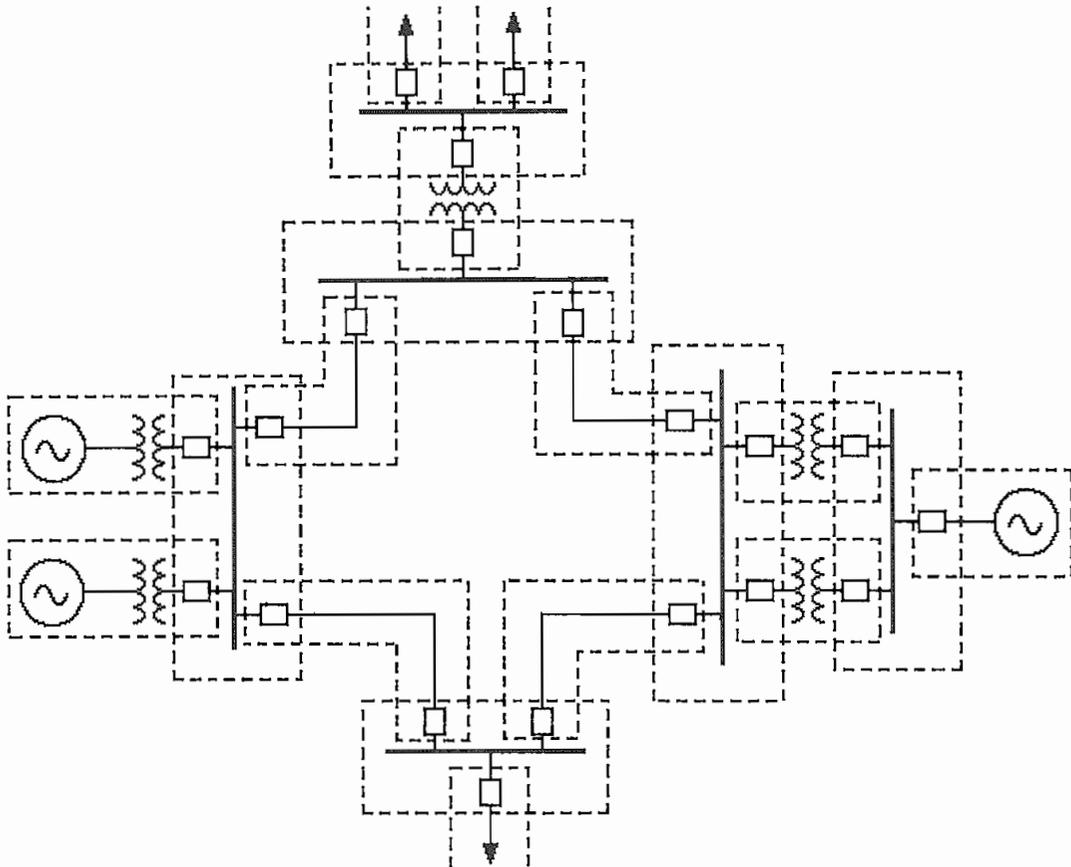


FIGURA N° 3.1.

La ubicación de los transformadores de corriente de los relés son los que definen el límite de la zona de protección. El propósito del sistema de protección es el de proveer la primera línea de defensa a la zona demarcada para cuando ocurren las fallas, sin embargo, cualquier protección de respaldo esta preparada para disparar los interruptores cercanos que circundan la zona de la falla.

La protección en cada zona está traslapada para evitar la probabilidad de que hayan áreas no protegidas. Este traslape se realiza por medio de los transformadores de corriente que están conectados a los relés, como se muestra en la Figura N° 3.2

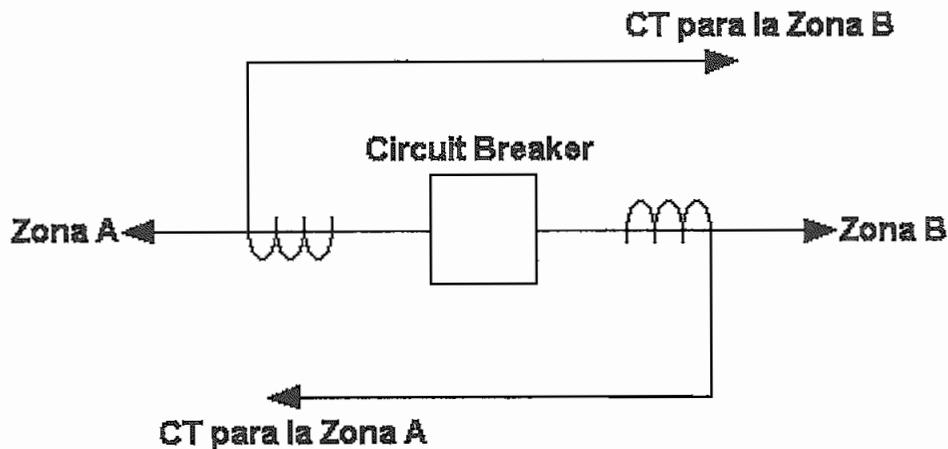


FIGURA N° 3.2

3.5. APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.¹

El primer paso en la aplicación de los dispositivos de protección es el conocimiento de la condición exacta del problema a proteger. Aunque el desarrollo sea claro, el hecho de precisar el estado del problema puede ser a menudo la parte más difícil. La información adecuada en las siguientes áreas es necesaria:

Configuración del sistema

Sistemas de protección ya existentes

Procedimientos y prácticas operativas ya existentes.

Grado de protección requerida.

Estudio de fallas.

Localización y rangos de los centros de carga y transformadores de corriente.

Localización, conexiones y rangos de transformadores de voltaje.

Impedancia de líneas, transformadores y generadores.

3.5.1. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

La configuración del sistema se representa por medio de un diagrama unifilar donde se muestra el área del sistema. Este diagrama debe mostrar en detalle la

localización de los interruptores, barras, derivaciones de líneas y sus capacidades, localización y capacidad de los generadores, localización capacidad y conexiones de los transformadores y capacitores de potencia, localización y rango de los CT's y los PT's, y el sistema de frecuencia.

Las conexiones de los transformadores son muy importantes; y para dispositivos de protección que estén aterrados, se debe conocer la localización de las tierras.

3.5.2. SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y PROCEDIMIENTOS YA EXISTENTES.

La existencia de equipos de protección y los motivos para cambiarlos deben ser bosquejados. Conocer las deficiencias de los sistemas de protección existentes son una guía muy valiosa para su mejoramiento, las nuevas instalaciones deben estar bien especificadas. Como a menudo se requieren nuevos sistemas de protección listos para operar o se utilizan partes de sistemas existentes, los detalles de estos sistemas son muy necesarios.

En lo posible, los cambios en los sistemas de protección deben estar de acuerdo con las prácticas y procedimientos de operación ya existentes. Hacer excepciones en procedimientos normalizados tiende a incrementar el riesgo de los errores que puede cometer el personal y éstos pueden disminuir la eficiencia operacional del sistema. Anticipar la expansión de los sistemas puede también tener gran influencia en la elección de las protecciones.

3.5.3. GRADO DE PROTECCIÓN REQUERIDA

Para determinar el grado de protección requerida, se considera el esquema de protección general, junto con las condiciones del sistema o con las prácticas y procedimientos operativos ya existentes, las cuales influenciarán en la elección final. Estos datos proporcionarán respuestas a las siguientes clases de preguntas. ¿Se requieren protecciones de alta, media o baja velocidad?, ¿ Se necesita el disparo simultáneo de todos los interruptores de una línea de transmisión?, ¿Se necesita de un recierre instantáneo?, ¿Se deben detectar las fallas de neutro a tierra de los generadores?. Al contestar cada una de estas preguntas se tiene la

capacidad de tomar una decisión en cuanto a la elección del tipo de protección que se necesita para dicho sistema.

3.5.4. ESTUDIO DE FALLAS

Es necesario un adecuado estudio de fallas para casi todas las aplicaciones de los dispositivos de protección. Fallas trifásicas, línea a tierra y fines de línea, todas se deben incluir en el estudio. Para relés de falla a tierra, el estudio de fallas debe incluir las corrientes y voltajes de secuencia cero y de secuencia negativa. Estas cantidades son fácilmente obtenidas durante el estudio de fallas y son a menudo extremadamente útiles. Sin embargo, es necesario tener un conocimiento básico sobre los diferentes tipos de fallas y sus causas:

3.5.5. CARGAS MÁXIMAS, DATOS DE TRANSFORMADORES E IMPEDANCIAS.

El estudio de las cargas máximas, así como las conexiones, rangos y localización de transformadores de voltaje y corriente, son necesarios para una adecuada utilización de las protecciones. Las cargas máximas son consistentes con los reportes de falla y se basan en las mismas condiciones del sistema. Se deben conocer las impedancias de las líneas y transformadores, las conexiones del transformador, y los métodos de puesta a tierra.

Obviamente, no todo lo citado es necesario para todas las aplicaciones. Es conveniente, sin embargo, revisar el sistema con respecto a los puntos citados y, aplicarlos donde se requiera, recopilando la información necesaria.

No toda la información puede asegurar una aplicación exitosa de las protecciones a menos que se definan primero las dificultades que éstas tienen. En efecto, los problemas se resuelven esencialmente cuando disponemos de las medidas para distinguir entre condiciones tolerables o intolerables y que pueden ser identificadas y especificadas.

3.6. FALLAS EN SISTEMAS DE POTENCIA

Los modernos sistemas de potencia, son construidos con altos niveles de aislamiento, y además tienen suficiente flexibilidad tal que uno o más componentes pueden salir de operación con una mínima interrupción del servicio.

En los sistemas de potencia además de las fallas en el aislamiento, las fallas pueden ser eléctricas, mecánicas y térmicas o una combinación de éstas.

3.6.1. TIPOS DE FALLAS Y SUS CAUSAS.

Para asegurar adecuadamente la protección de un sistema, debe entenderse claramente las condiciones existentes en éste durante una falla. Estas condiciones anormales proporcionan los medios de discriminación para la operación de las protecciones. La mayoría de los tipos de fallas y sus causas son citadas en la Tabla N° 3.1

TIPO	CAUSA
Aislamiento	Defectos o errores en el diseño
	Fabricación inapropiada
	Instalación inapropiada
	Envejecimiento del aislamiento
	Contaminación
Eléctrico	Sobre tensión por descarga atmosférica
	Sobre tensión por conmutación
	Sobre voltajes dinámicos
Térmico	Falla del refrigerante
	Sobrecorriente
	Sobrevoltaje
	Temperatura ambiental
Mecánico	Fuerzas de sobrecorriente
	Terremoto
	Impacto de objeto extraño
	Nieve o hielo

TABLA N° 3.1.

Los dispositivos de protección para fallas de sobrecorriente deben operar para diversos tipos de falla, como son:

Trifásica

Fase – fase

Dos fases a tierra

Una fase a tierra

3.6.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS FALLAS¹

3.6.2.1. Ángulos de falla

El ángulo de la corriente de falla o factor de potencia, es determinado para fallas de fase mediante las características propias de la fuente y por los circuitos de conexión hacia el lugar de la falla, mientras que, para las fallas a tierra, se determinan por la calidad de las puestas a tierra del sistema.

La corriente tendrá un ángulo de 80 a 85° de retraso para una falla entre fases o una falla cercana a las unidades de generación. El ángulo será menor mientras las fallas estén más alejadas de las unidades de generación ya que se involucra la impedancia de la línea.

Algunos ángulos típicos de falla para líneas de transmisión son:

7.2 a 23 kV: 20 a 45° de retraso.

23 a 69 kV: 45 a 75° de retraso

69 a 230 kV: 60 a 80° de retraso

230 kV para arriba: 75 a 85° de retraso

A estos niveles de voltaje, las corrientes de falla entre fases tendrán los ángulos mostrados, siempre y cuando la impedancia de la línea predomine.

Si la impedancia del transformador y generador predomina, el ángulo de falla se incrementará. En sistemas aéreos disminuirá el ángulo si la impedancia de la línea es una parte significativa de la impedancia total de la falla.

3.6.2.2. Sistemas aterrados

En sistemas aterrados se ven afectados significativamente la magnitud y el ángulo de las fallas a tierra. Hay tres clases de aterramientos que son: no aterrado (neutro aislado), aterramiento con impedancia (resistencia o reactancia) y sólidamente aterrado (neutro sólidamente aterrado). Un sistema no aterrado está conectado a tierra a través de la capacitancia natural shunt existente entre la línea y tierra.

En un sistema simétrico, donde las tres capacitancias hacia tierra son iguales, g es igual a n . Y, si la fase a está aterrada el triangulo se divide como se muestra en la Figura N° 3.3.

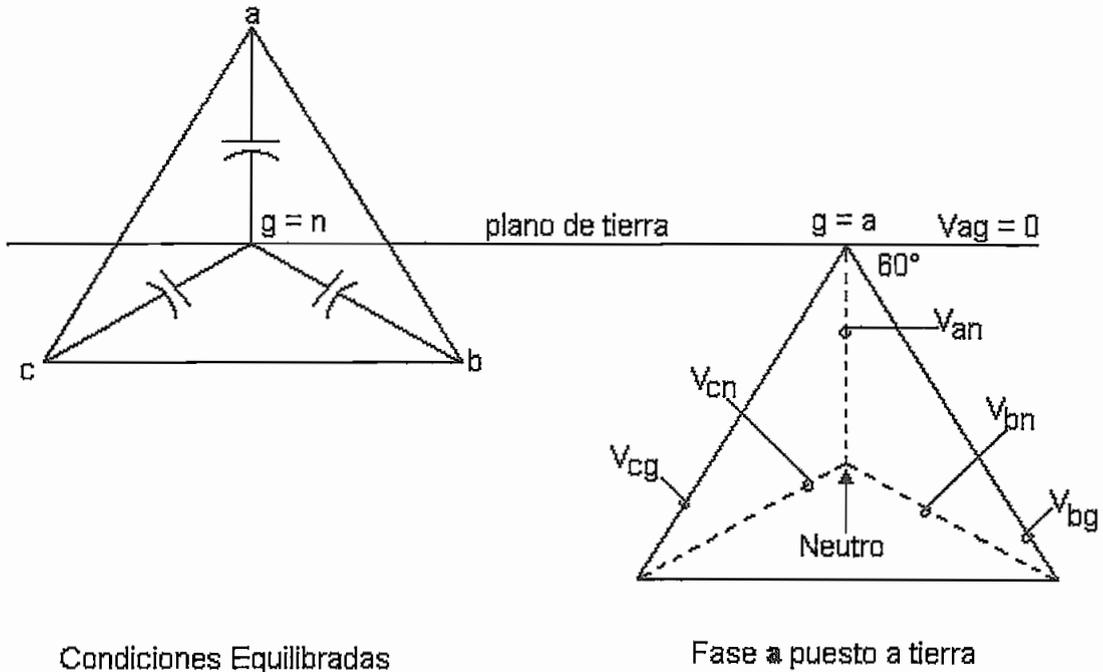


FIGURA N° 3.3.

Consecuentemente, V_{bg} y V_{cg} son aproximadamente $\sqrt{3}$ veces su valor nominal. Una fase de un sistema radial sólidamente puesto a tierra resultará en una gran corriente de falla monofásica a tierra, pero será pequeña o sin incremento en las fases que no fallaron. Figura N° 3.4.

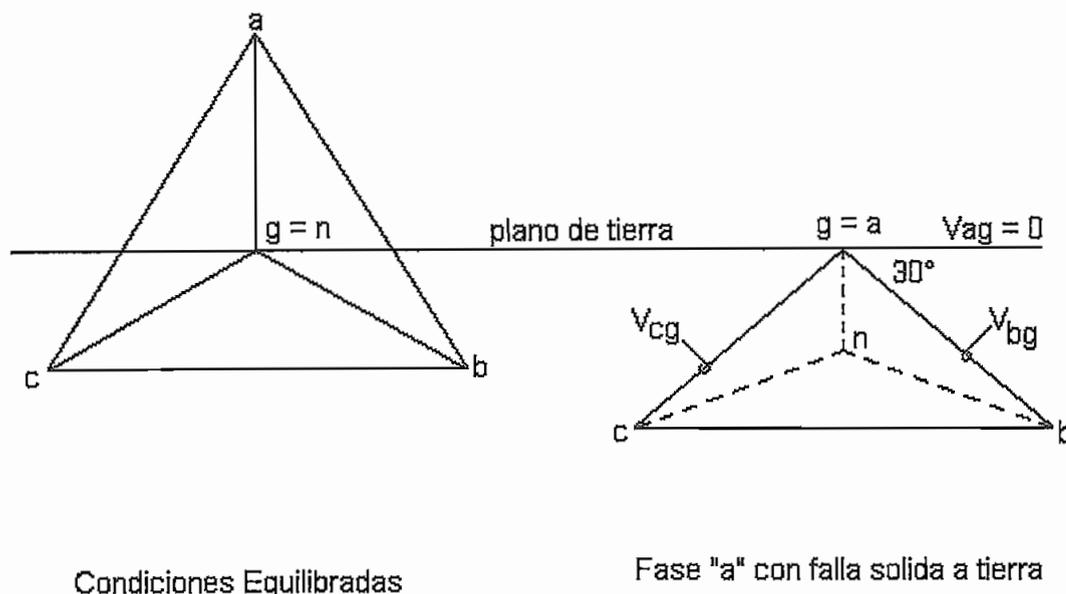


FIGURA N° 3.4.

3.6.2.3. Resistencia de falla

A menos que la falla sea franca, un arco se da usualmente en sistemas aéreos y su resistencia varía con la duración misma del arco y con la magnitud de la corriente de falla. Varios estudios indican que, para corrientes que se exceden de 100 amperios, el voltaje que cruza el arco es más o menos constante en un promedio de aproximadamente 440 V / pie.

La resistencia del arco rara vez es un factor importante en fallas de fase excepto en sistemas de bajo voltaje. El arco no se prolonga lo suficiente debido al espaciamiento entre las fases, lo cual hace que en esencia decrezca el flujo de corriente. Además, la resistencia del arco está en ángulo recto con la reactancia y, por tanto, puede no incrementarse mucho la impedancia total que es la que limita la corriente de falla.

Para fallas a tierra, la resistencia de arco puede ser un factor importante, debido a los grandes arcos que suelen ocurrir. Además, la relativa elevación de la resistencia puede limitar apreciablemente la corriente de falla.

3.6.2.4. Distorsión de fases durante fallas

Los diagramas fasoriales en la Figura N° 3.5. ilustran los efectos de las fallas de voltajes y corrientes en el sistema. Los diagramas mostrados son para sistemas sólidamente aterrados. En cualquiera de los casos, el triángulo de voltajes no colapsa en la fuente (el generador) sino que el máximo colapso ocurre en el lugar de la falla. Los voltajes variarán entre estos dos puntos, dependiendo del lugar de medición.

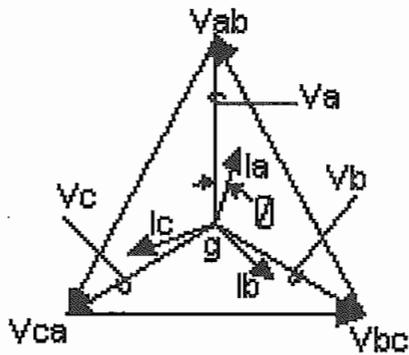
3.7. FASORES, POLARIDAD Y COMPONENTES SIMÉTRICAS

Además de un conocimiento general de los sistemas eléctricos de potencia, se debe trabajar mucho en el estudio y conocimiento de fasores, polaridad y componentes simétricas, incluyendo fasores de corriente y voltaje durante condiciones de falla. Estas herramientas técnicas son usadas para aplicación, análisis, chequeo y pruebas en los dispositivos de protección.

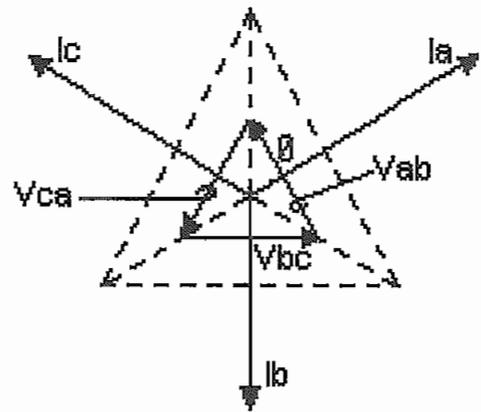
3.7.1. FASORES

Un fasor es un número complejo usado para representar cantidades eléctricas. Originalmente llamados vectores, estas cantidades fueron cambiadas de nombre para evitar confusiones con los vectores espaciales. Un fasor rota con el paso del tiempo y representa una cantidad sinusoidal. Un vector es estacionario en el espacio.

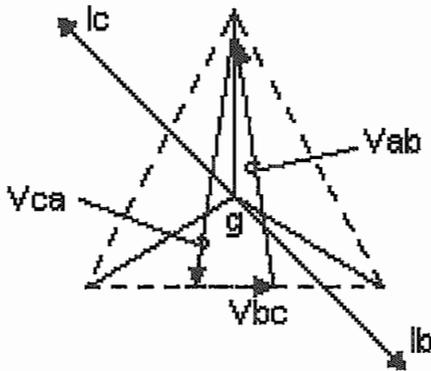
Tanto los fasores como los diagramas fasoriales son usados para facilitar la aplicación y conexión de los dispositivos de protección y para el análisis de la operación del dispositivo después de una falla.



Condiciones Normalmente
Balanceadas



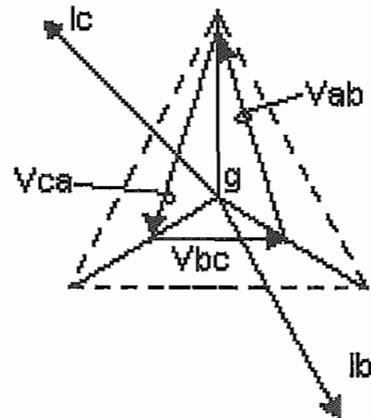
$V_{ab} = V_{bc} = V_{ca} = 0$
Falla Trifasica



Nota:

Para Falla de la fase c
y la fase b

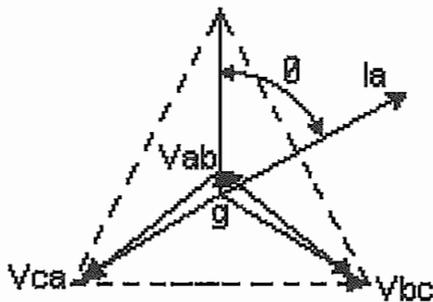
$$V_{bc} = 0$$



Nota:

Para falla de la fase
c y la fase b a tierra

$$V_{bc} = V_{bg} = V_{cg} = 0$$



Para Falla de la fase "a"
a tierra

$$V_{ag} = 0$$

Se asume $Z_1 = Z_2 = Z_0$

FIGURA N° 3.5.

Los diagramas fasoriales se deben complementar con un diagrama del circuito. Caso contrario, cada uno de los diagramas de circuitos debe ser obvio en la interpretación del diagrama fasorial. El diagrama fasorial muestra la magnitud y ángulo de fase relativo de las corrientes y voltajes, mientras que el diagrama de circuitos muestra la localización, dirección y polaridad de las corrientes y voltajes. Estas diferencias son importantes. Generalmente las confusiones resultan cuando el diagrama de circuitos es omitido, o los dos diagramas son combinados.

3.7.2. POLARIDAD EN LOS CIRCUITOS DE PROTECCIÓN

3.7.2.1. Polaridad de transformadores

La polaridad indicada en las Figuras N° 3.6. y N° 3.7. se aplica para los transformadores de corriente y voltaje, o algún tipo de transformador con polaridad positiva o negativa.

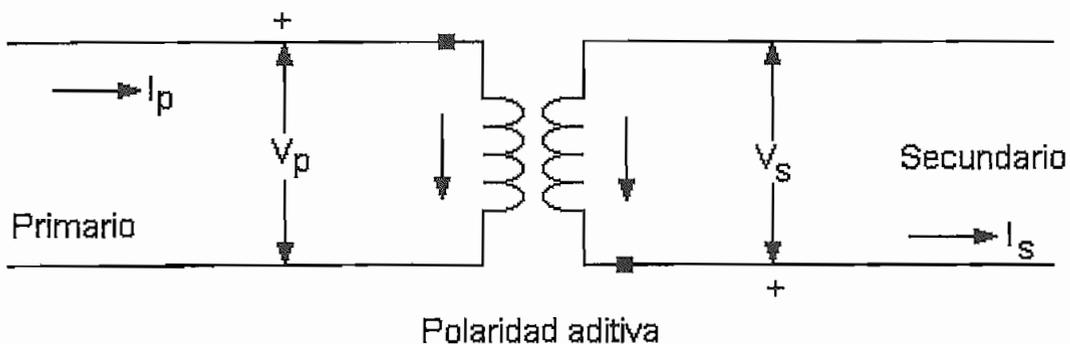
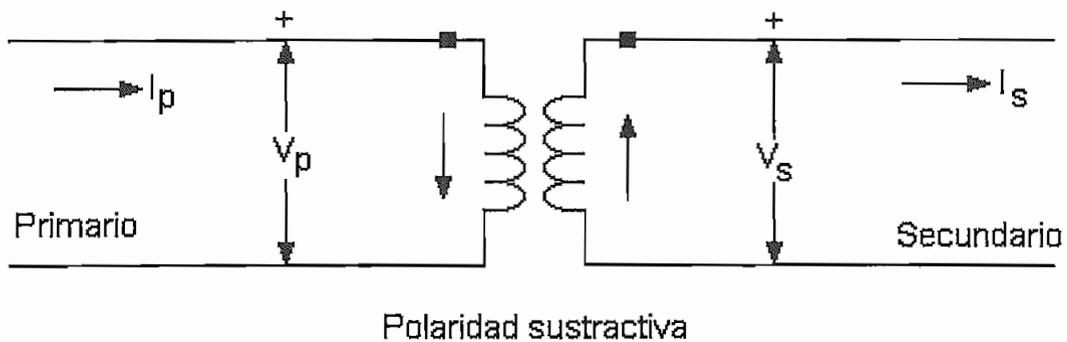


FIGURA N° 3.6.

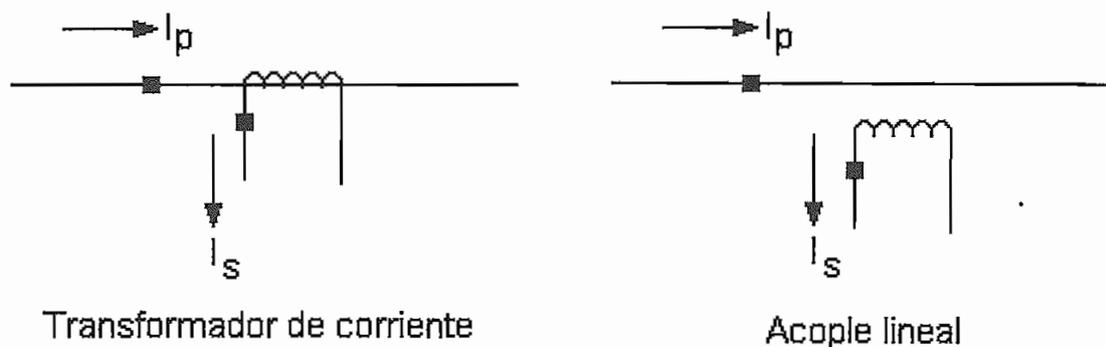


FIGURA N° 3.7

La polaridad señalada con una X o con •, indica que:

La corriente que circula hacia afuera de la señal de polaridad en el lado del secundario esta esencialmente en fase con la corriente que circula hacia adentro de la señal de polaridad en el lado del primario.

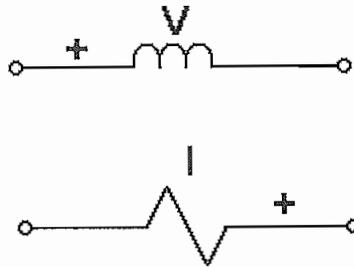
La caída de tensión desde la señal de polaridad hasta la de no polaridad en el lado del primario está esencialmente en fase con la caída de voltaje desde la señal de polaridad hacia la de no polaridad en el lado del secundario. La expresión “esencialmente en fase” es aceptada aun con un pequeño error en el ángulo de fase.

3.7.2.2. Polaridad de los relés de protección

La polaridad generalmente se asocia con los relés de tipo direccional, los cuales indican la dirección de los flujos de potencia. Otros relés de protección, como los de distancia, también pueden tener las señales de polaridad asociadas a sus operaciones. La polaridad de los relés se indican en el esquemático o en los diagramas de alambrado por medio de una pequeña señal de + sobre o cerca del símbolo de conexión al bobinado del relé. Son necesarias dos marcas; una marca solamente en el un bobinado no tiene significado.

Las típicas marcas de polaridad para unidades direccionales son mostradas en la Figura N° 3.8. En este ejemplo, las marcas indican que el relé operará cuando la caída de voltaje desde el punto de polaridad al de no polaridad

en la bobina de voltaje está en fase con el flujo de corriente desde el punto de polaridad al de no polaridad en la bobina de corriente. Estas aplicaciones, no consideran el ángulo de sensibilidad máximo del relé. Por supuesto, los niveles de corriente deben estar sobre las cantidades de pickup del relé para que este opere.



Con polaridad relativa instantánea que se da cuando los contactos se cierran

FIGURA N° 3.8.

3.7.3. COMPONENTES SIMÉTRICAS

La aplicación de protecciones requiere un conocimiento del sistema durante condiciones de falla, incluyendo la magnitud, dirección, y la distribución de las corrientes de falla, y a menudo los voltajes en el lugar donde están los relés para varias condiciones de operación. Las condiciones de operación deben considerar tanto la máxima como la mínima generación, seleccionar las líneas fuera de servicio, las fallas al final de la línea y así sucesivamente. Con esta información, se puede seleccionar los relés y las calibraciones más apropiadas para proteger todas las partes de un sistema de potencia en el menor tiempo. Los datos de las fallas trifásicas son usadas para calibrar a los relés de fase y los datos de fallas monofásicas a tierra se utilizan para calibrar los relés de tierra. El método de componentes simétricas es uno de los fundamentos para la obtención y entendimiento de las fallas trifásicas en un sistema de potencia.

Actualmente los estudios de fallas comúnmente se realizan mediante computadoras digitales, las cuales pueden actualizarse rápidamente si es que hay algún cambio en el sistema. Los cálculos manuales son prácticamente solo para casos simples.

Un conocimiento adecuado de las componentes simétricas es importante, tanto para realizar un estudio como para entender los datos obtenidos. Esto es además extremadamente valioso en el análisis de fallas y en las operaciones de los dispositivos de protección. Un buen número de los relés de protección están basados en las componentes simétricas, por lo que este método debe ser entendido ordenadamente para manejar satisfactoriamente estos relés.

En resumen, el método de componentes simétricas es una de las herramientas más importantes para la ingeniería de protección.

Aunque el método es muy sencillo, el valor práctico está en la habilidad para pensar y visualizar en componentes simétricas. Esta habilidad requiere de práctica y experiencia.

3.7.3.1. Conceptos básicos

El método de componentes simétricas consiste en reducir cualquier sistema de fasores trifásicos desbalanceados a un sistema trifásico balanceado o simétrico: las componentes de secuencia positiva, negativa y cero. Esta reducción puede hacerse en términos de corriente, voltaje, impedancia, etc.

Las componentes de secuencia positiva consiste de tres fasores iguales en magnitud y desfasados 120° . Las componentes de secuencia negativa son tres fasores iguales en magnitud y desfasados 120° pero con la secuencia contraria al de secuencia positiva. Las componentes de secuencia cero consisten de tres fasores iguales en magnitud y en ángulo de fase. Hay que notar que todos los fasores rotan en la misma dirección de las agujas del reloj. Estas componentes se pueden apreciar en la Figura N° 3.9.

En adelante a la componente de secuencia positiva se la identificará con el número 1, a la componente de secuencia negativa con el 2 y a la de secuencia cero con el 0.

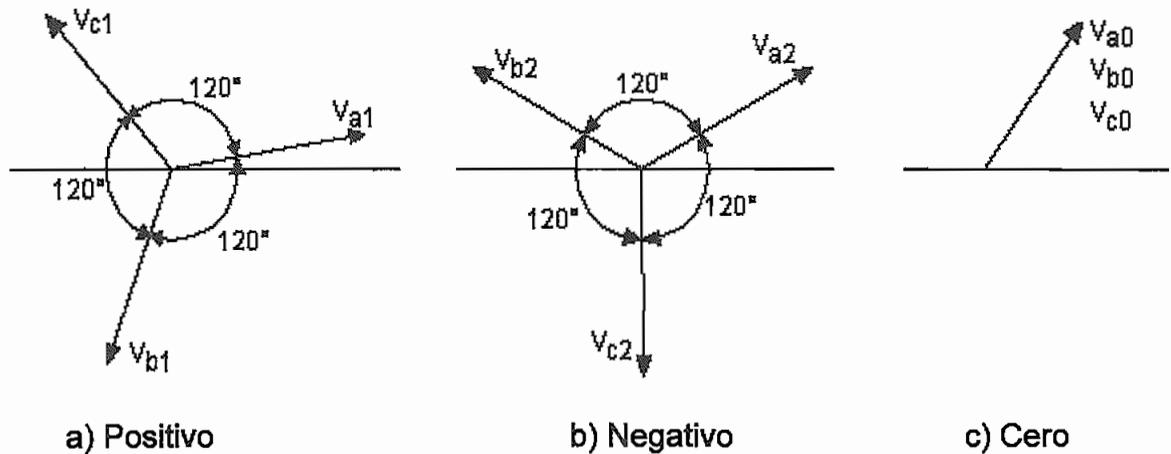


FIGURA N° 3.9.

Entonces los tres fasores en cualquier circuito son siempre iguales en magnitud, estos fasores pueden ser expresados en función de un solo fasor. Por conveniencia, la fase a es la que se usa como referencia. Así:

Secuencia positiva	Secuencia negativa	Secuencia cero
$V_{a1} = V_{a1}$	$V_{a2} = V_{a2}$	$V_{a0} = V_{a0}$
$V_{b1} = a^2 V_{a1}$	$V_{b2} = a V_{a2}$	$V_{b0} = V_{a0}$
$V_{c1} = a V_{a1}$	$V_{c2} = a^2 V_{a2}$	$V_{c0} = V_{a0}$

Los coeficientes a y a^2 son operadores que, cuando se multiplican por un fasor, resulta en un desfase angular de 120° y 240° respectivamente, pero sin cambio en su magnitud.

$$\begin{aligned}
 a &= 1 \angle 120^\circ \\
 &= -0.5 + j 0.866 \\
 a^2 &= 1 \angle 240^\circ \\
 &= -0.5 - j 0.866
 \end{aligned}$$

$$a^3 = 1 \angle 360^\circ$$

$$= 1.0 + j 0$$

De estas ecuaciones podemos tener:

$$1 + a + a^2 = 0$$

$$1 - a^2 = \sqrt{3} \angle 30^\circ$$

$$\circ \quad a^2 - 1 = \sqrt{3} \angle 210^\circ$$

$$a - 1 = \sqrt{3} \angle 150^\circ$$

$$\circ \quad 1 - a = \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

$$a^2 - a = \sqrt{3} \angle 270^\circ$$

$$\circ \quad a - a^2 = \sqrt{3} \angle 90^\circ$$

Cualquier sistema de fasores trifásicos resulta de la suma de sus tres componentes

$$V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0}$$

$$V_b = V_{b1} + V_{b2} + V_{b0}$$

$$= a^2 V_{a1} + a V_{a2} + V_{a0}$$

$$V_c = V_{c1} + V_{c2} + V_{c0}$$

$$= a V_{a1} + a^2 V_{a2} + V_{a0}$$

Ya que tenemos la fase *a* como referencia, por conveniencia se omiten las letras, así:

$$V_a = V_1 + V_2 + V_0$$

$$I_a = I_1 + I_2 + I_0$$

$$V_b = a^2 V_1 + a V_2 + V_0$$

$$I_b = a^2 I_1 + a I_2 + I_0$$

$$V_c = a V_1 + a^2 V_2 + V_0$$

$$I_c = a I_1 + a^2 I_2 + I_0$$

Las primeras ecuaciones de la suma trifásica de sus fasores pueden resolverse para producir las componentes de secuencia para un conjunto general de fasores trifásicos

$$V_{a1} = \frac{1}{3} (V_{an} + a V_{bn} + a^2 V_{cn})$$

$$I_{a1} = \frac{1}{3} (I_a + a I_b + a^2 I_c)$$

$$V_{a2} = \frac{1}{3} (V_{an} + a^2 V_{bn} + a V_{cn})$$

$$I_{a2} = \frac{1}{3} (I_a + a^2 I_b + a I_c)$$

$$V_{a0} = \frac{1}{3} (V_{an} + V_{bn} + V_{cn})$$

$$I_{a0} = \frac{1}{3} (I_a + I_b + I_c) \quad (3-1)$$

Una componente de secuencia no puede existir en una sola fase. Si alguna componente de secuencia existe para medición o cálculo en una fase, esta existe para las tres fases, como lo muestra la primera ecuación.

3.7.3.2. Sistema neutro

En la Figura N° 3.10. se describe la definición del neutro de un sistema de potencia. El neutro se establece por la conexión de los terminales los cuales tienen tres resistencias iguales como las que se muestran en la figura estas resistencias se encuentran conectadas a cada una de las fases.

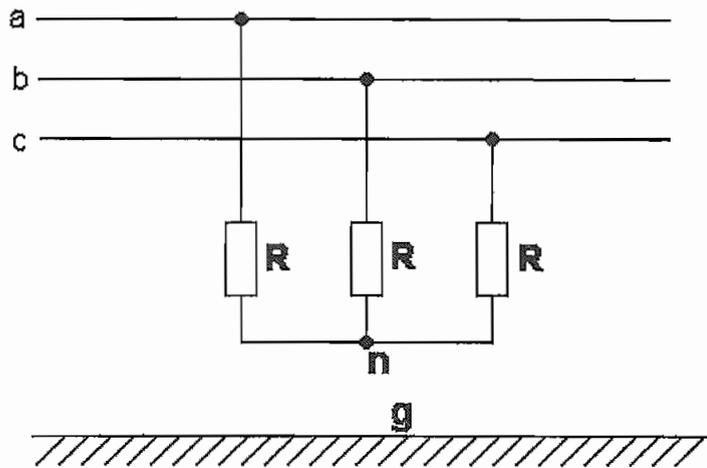


FIGURA N° 3.10.

Podemos escribir:

$$V_{ag} = V_{an} + V_{ng}$$

$$V_{bg} = V_{bn} + V_{ng}$$

$$V_{cg} = V_{cn} + V_{ng} \quad (3-2)$$

Y de la ecuación (3-1).

$$V_0 = \frac{1}{3} (V_{ag} + V_{bg} + V_{cg})$$

Sustituyendo las ecuación (3-2), obtenemos:

$$V_0 = \frac{1}{3} (V_{an} + V_{ng} + V_{bn} + V_{ng} + V_{cn} + V_{ng})$$

Como $V_{an} + V_{bn} + V_{cn} = 0$

$$V_0 = \frac{1}{3} (3 V_{ng})$$

$$V_0 = V_{ng}$$

El neutro y la tierra son claramente independientes y su diferencia de voltaje es de V_0 .

3.7.3.3. Secuencias en un sistema de potencia trifásica

Se han realizado varias suposiciones para simplificar el uso de las componentes simétricas para circunstancias prácticas. Las interconexiones de las tres redes de secuencia nos permiten investigar las discontinuidades en serie o paralelo. Para el resto de las redes del sistema de potencia se asume que las impedancias en cada una de las fases son iguales y los voltajes en las fases del generador son iguales en magnitud y desplazados 120° uno del otro.

Basados en esta premisa, en la parte simétrica del sistema, el flujo de corriente de secuencia positiva produce únicamente caídas de voltaje de secuencia positiva, el flujo de corriente de secuencia negativa produce únicamente caídas de voltaje de secuencia negativa y lo mismo sucede para la secuencia cero. Para un sistema asimétrico, la interacción ocurre entre sus componentes. Para una discontinuidad serie o paralelo en particular, la interconexión de las redes produce la interacción requerida.

Para cualquier circuito que no se transpone continuamente tendrá diferentes impedancias en cada una de las fases. Este factor es generalmente ignorado en la realización de los cálculos debido a la enorme simplificación que se produce. Desde un punto de vista práctico, se ignoran estos efectos, en general, no tiene ninguna influencia apreciable.

3.7.3.4. Impedancias de secuencia

Las cantidades Z_1 , Z_2 y Z_0 son las impedancias del sistema para los flujos de corriente de secuencia positiva, negativa y cero, respectivamente. Excepto en el caso de una falla o un desbalance general, cada una de las impedancias de secuencia se considera similar para las tres fases del sistema simétrico. Un breve resumen de estos valores se da para máquinas sincrónicas, transformadores y líneas de transmisión.

3.7.3.4.1. *Maquinas sincrónicas*

Se especifican los tres diferentes tipos de reactancia de secuencia positiva. X''_d indica reactancia de subtransitoria, X'_d la reactancia transitoria y X_d la reactancia sincrónica. Estas reactancias del eje directo son necesarias para calcular las corrientes de cortocircuito para diferentes tiempos después de ocurrida la falla. Entonces en la reactancia subtransitoria los valores de corriente inicial son los más elevados, estos son usados generalmente para el cálculo cortocircuitos para relés de alta velocidad. La reactancia transitoria se considera para la estabilidad y para la aplicación de los relés de baja velocidad.

La reactancia sincrónica no saturada se utiliza en el calculo de la corriente de falla prolongada después de que el voltaje es reducido por debajo de la saturación durante las fallas cercana a la unidad. Entonces esta reactancia del generador es mayor del 100%, la corriente de falla continua será menor que la corriente nominal de carga de la máquina a menos que el regulador de voltaje aumente sustancialmente la excitación.

La reactancia de secuencia negativa de una turbina es generalmente igual a la reactancia subtransitoria X''_d . La X_2 para un generador de polos salientes es mucho mayor. El flujo de corriente de secuencia negativa de la fase opuesta a través del arrollamiento del estator de la máquina produce una componente de doble frecuencia en el rotor. Como resultado, el promedio de la reactancia subtransitoria del eje directo y de la reactancia subtransitoria del eje de cuadratura es muy aproximada a la reactancia de secuencia negativa.

La reactancia de secuencia cero es mucho menor que las otras, la cual produce una corriente de falla fase a tierra $[3/(X_1+X_2+X_3)]$ mayor que la corriente de falla trifásica $(1/X_1)$. Entonces la máquina está preparada únicamente para corrientes de falla trifásica, esta es rara vez posible o conveniente para tierra o neutro sólido.

La resistencia del devanado de inducido es lo suficientemente pequeña como para ser despreciada en los cálculos de las corrientes de cortocircuito. Esta

resistencia es, sin embargo, importante en la determinación de la constante de tiempo dc de una corriente de cortocircuito asimétrica.

Normalmente los valores de reactancias para las máquinas sincrónicas están disponibles por el fabricante o en manuales. Sin embargo, los valores de los diseños actuales serán utilizados cuando estén disponibles.

3.7.3.4.2. Transformadores

Las reactancias de secuencia positiva y negativa de todos los transformadores son idénticas. Estos valores están disponibles en los datos de placa. La reactancia de secuencia cero tampoco es igual a las otras dos reactancia de secuencia excepto para los transformadores trifásicos y de columna. En efecto, los diseños de los circuitos magnéticos de las últimas unidades da el efecto de un bobinado en delta adicional. La resistencia de los bobinados es muy pequeña y despreciable para los cálculos de cortocircuitos.

Los circuitos de secuencia de bancos de transformadores son mostrados en la Figura N° 3.11. Las impedancias indicadas son las equivalentes a las impedancias de dispersión entre los bobinados. Para transformadores de dos bobinados, la impedancia de dispersión total Z_{LH} es medida desde bobinado L, con el bobinado H cortocircuitado. Z_{HL} es medida desde el bobinado H con el bobinado L cortocircuitado. Excepto para un transformador con relación 1:1, las impedancias tienen diferentes valores en ohmios. En por unidad, sin embargo, Z_{LH} es igual a Z_{HL} .

Los diagramas equivalentes mostrados en la figura N° 3.11. son satisfactorios cuando los cálculos son hechos para un segmento de un sistema de potencia. Sin embargo, se requiere una representación más compleja cuando las corrientes y voltajes de fase son determinados para puntos en el sistema en donde intervengan transformaciones entre éstos y los puntos de discontinuidad que son examinados.

Transformadores de dos bobinados

Conexión Trifásica	Circuito de Secuencia cero	Secuencia Positiva o Negativa

Circuitos equivalentes de secuencia positiva, negativa y cero para transformadores de dos bobinados

Figura N° 3.11.

3.7.3.4.3. Líneas de Transmisión.

Para líneas de transmisión, las reactancias de secuencia positiva y negativa son las mismas. A 60 Hz la reactancia es aproximadamente $0.8 \Omega/\text{mi}$ para un conductor sólido en líneas aéreas y $0.6 \Omega/\text{mi}$ para un haz de conductores en líneas aéreas.

La impedancia de secuencia cero es diferente de las impedancias de secuencia positiva y negativa. Esta es una impedancia de un circuito (conductor a tierra y/o conductor con retorno a tierra), en contraste a la impedancia unidireccional para la secuencia positiva y negativa. La impedancia de secuencia cero puede variar de 2 a 6 veces X_1 ; un valor aproximado para líneas aéreas es de 3 a $3.5 X_1$.

El valor de resistencia de las tres secuencias son usualmente insignificantes en líneas aéreas, excepto para líneas y cables de bajo voltaje. En los últimos casos, pueden existir ángulos de líneas de 30° a 60° , y la resistencia puede ser significativa. Un buen método es usar la impedancia en lugar de la reactancia y despreciar la diferencia angular en cálculos de fallas. Esto produce una corriente más baja para lo cual hay que garantizar que el relé esté lo suficientemente sensible en su calibración.

La impedancia mutua de secuencia cero se da para las líneas en paralelo y pueden estar en el orden del 50 al 70% de la impedancia propia de secuencia cero. Esta impedancia mutua viene a ser un factor que crece en importancia cuando existen varios conductores dentro de una misma línea.

CAPITULO IV

ESTUDIO DE FLUJOS DE POTENCIA Y CORTOCIRCUITOS DEL SISTEMA

4.1. INTRODUCCIÓN

El análisis de flujos de potencia del SEIP es de mucha importancia tanto en la planeación como en el diseño de futuras expansiones del sistema. Además, es de gran ayuda para mejorar las condiciones operativas del sistema existente, en donde pueden producirse algunos problemas que sin un estudio adecuado pueden ocasionar inconvenientes operativos, los cuales frecuentemente pasan desapercibidos.

El estudio de flujos de potencia nos proporciona información acerca de:

- Potencia activa y reactiva (kW y kVAR) que fluyen en cada línea
- Tensión en las barras tanto en magnitud como en ángulo
- Efectos de pérdidas temporales en generación o transmisión
- Condiciones adecuadas de generación del sistema
- Distribución de cargas más apropiada
- Pérdidas propias de los circuitos de transmisión y distribución
- Influencia del cambio del nivel de voltaje de transmisión
- Posición adecuada del cambiador de derivaciones de los transformadores

La información que proporcionan estos estudios son de gran importancia para iniciar un adecuado análisis de cortocircuitos.

La operación de un sistema de potencia se aparta de su operación normal después de ocurrir una falla. Las fallas lo llevan a condiciones anormales de operación con corrientes y voltajes excesivos en ciertos puntos del sistema.

Una falla en un sistema de potencia puede originar corrientes y voltajes anormales. Por ejemplo, durante un cortocircuito trifásico las corrientes pueden volverse excesivamente grandes y los voltajes pueden reducirse a valores muy cercanos a cero, mientras, en el caso de cortocircuitos monofásicos pueden ocasionar potenciales de contacto inaceptables y procesos de interferencia, estas fallas pueden producir la destrucción de equipos así como también daños al personal encargado. Por tal razón el sistema debe protegerse contra tales corrientes y se debe tomar medidas para eliminar una falla tan rápido como sea posible.

El estudio de cortocircuitos en un sistema de potencia es muy importante ya que la información que se obtiene se la puede aplicar en la determinación de la capacidad de los interruptores a utilizarse, y además, en la selección y coordinación de protecciones, cálculo de esfuerzos dinámicos y térmicos en las instalaciones.

4.2. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SEIP

El crecimiento de la demanda en el sistema debido al incremento de pozos que funcionan con bombas eléctricas sumergibles a obligado a la creación de nuevos centros de generación de energía eléctrica, líneas y subestaciones eléctricas que han complicado al sistema eléctrico en cuanto al número de elementos lo que ha hecho necesario la utilización de programas computacionales para la realización de un análisis adecuado. Haciéndose indispensable la utilización de diversas herramientas para realizar dichos cálculos como por ejemplo la descripción del sistema por medio de diagramas unifilares y diagramas de secuencia así como estudios de demanda.

4.2.1. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SEIP EXISTENTE

El diagrama unifilar del Sistema Eléctrico Interconectado de Petroproducción se encuentra en la Figura N° 4.1 del Anexo 1. En éste se observa de manera detalla las unidades de generación, líneas de subtransmisión y redes de distribución primaria y su longitud aproximada, los transformadores de

potencia y la configuración de éstos; y, la carga ubicada en forma puntual al inicio de cada alimentador.

4.2.2. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SEIP FUTURO

En este diagrama unifilar además del sistema existente, constan las nuevas centrales de generación a instalarse en un futuro cercano, así también, los nuevos transformadores de potencia a instalarse en las subestaciones para los diferentes niveles de voltaje que se implementarán en algunas de las líneas de subtransmisión. Además también están incorporadas al SEIP centrales de generación aisladas con sus respectivas cargas, las cuales están próximas a unirse al sistema. Este diagrama se encuentra en la Figura N° 4.2. del Anexo 1

4.3. CALCULO DE PARAMETROS

El cálculo de impedancias de secuencia positiva, negativa y cero de las líneas de Subtransmisión y de Distribución, se lo realiza utilizando los datos de las líneas de transmisión y distribución, es decir el tipo de conductor, el número de fases, la distancia entre fases, las coordenadas de las fases, el tipo de estructuras, la distancia de las líneas, entre otras; con estos datos se procede al cálculo de dichas impedancias. En la Tabla N° 4.1. del Anexo 2 se detallan todos los valores de las impedancias de secuencia de las líneas de interconexión del SEIP, estos cálculos se realizan con el programa computacional de la tesis del Ing. Marco Medina, que es un programa que calcula la impedancia de secuencia por el método de Carson. En la tabla N° 4.2. del Anexo 2 se detallan los valores de las impedancias de secuencia de los alimentadores de distribución, para lo cual se utiliza el mismo programa.

4.4. DIAGRAMAS DE SECUENCIA

Para determinar los diagramas de secuencia es necesario conocer los datos de los generadores y transformadores de potencia, los mismos que están detallados en el Capítulo II, además se utilizan los datos de las líneas de subtransmisión que se calcularon en el subcapítulo 4.3. Estos diagramas se

encuentran en las Figuras N° 4.3. y N° 4.4. del Anexo 1. Cabe considerar que las impedancias de secuencia positiva y negativa tienen los mismos valores

4.5. FLUJOS DE POTENCIA PARA DISTINTAS CONDICIONES DE GENERACION Y CARGA

Por medio del programa de simulación Power World Simulator, se procede a realizar los cálculos de flujos de potencia, para diferentes condiciones de operación. Las tablas resultantes incluyen los valores de potencia activa y reactiva así como el voltaje en p.u. de cada uno de los generadores, los valores de potencia activa, reactiva y aparente de las cargas, también los valores de voltaje en p.u de cada una de las barras y además los valores de amperaje, potencia activa y reactiva así también pérdidas de potencia activa y reactiva de cada una de las líneas tanto de subtransmisión como de distribución.

CONDICIÓN # 1

En esta primera condición se considera las cargas a potencia nominal y todo el sistema de generación operando en condiciones normales. Los resultados tanto de potencia generada, voltaje en las diferentes barras, las pérdidas de potencia, etc. se observan en las Tablas N° 4.3.a, N° 4.3.b y N° 4.3.c del Anexo 2.

CONDICION # 2

En esta condición se considera las cargas a capacidad real que el sistema comúnmente tiene, y considerando que las turbinas TA1 de Lago Agrio y la TB1 y TA1 de Shushufindi no se encuentren operando. Los valores obtenidos de estos cálculos se encuentran en la Tablas N° 4.4.a. N° 4.4.b. y N° 4.4.c.

CONDICIÓN # 3

Se considera las cargas a capacidad real y con la central de Generación de Ecuapet de Sacha sin funcionar. Los valores se encuentran en las Tablas N° 4.5.a N° 4.5.b y N° 4.5.c.

CONDICIÓN # 4

Se considera las cargas reales y con las turbinas Typhoon y TB1 de Shushufindi fuera de servicio. Los valores se encuentra en las Tablas N° 4.6.a. N° 4.6.b. y N° 4.6.c.

4.6. CONCLUSIONES

Como se puede observar en la primera corrida de flujos, al tener la carga a potencia nominal, es necesario la utilización de todo el parque generador con que cuenta el sistema, es decir que se carece o existe muy poca energía de reserva para las condiciones de potencia nominal de la carga, haciéndose indispensable la adquisición de nueva generación. Además, existen algunas barras que están con un voltaje inferior al recomendado para mantener un funcionamiento eficiente del sistema

Para la segunda condición al tener la carga funcionando a una potencia real, es decir una potencia promediada entre varios días de funcionamiento normal, se observa que el sistema puede funcionar muy bien, aun teniendo las turbinas TA1 de Lago Agrio y las turbinas TA1 Y TB1 de Shushufindi sin funcionamiento, claro que el problema de bajo voltaje se puede notar en más barras del sistema, llegando algunas inclusive a niveles riesgosos para el buen funcionamiento de los equipos que allí operan.

En la tercera condición, se considera la posibilidad de la salida del centro de generación de Ecuapet, y la posibilidad de que el sistema pueda funcionar pese a este inconveniente. De los resultados obtenidos, se puede concluir que el parque generador restante, tendría que funcionar a una capacidad muy alta para que el sistema pueda abastecer a toda la demanda, pero sin llegar a su máxima capacidad, pero, se puede observar también que los niveles de voltaje en la mayoría de las barras del sistema está dentro de los rangos permitidos para mantener un funcionamiento seguro del sistema.

En la cuarta condición, se considera la posibilidad de que dos de las unidades de generación más grandes como son la turbina Typhoon y la TB1 ubicadas en Shushufindi salga de servicio, los resultados obtenidos concluyen que las unidades restantes funcionarían a una capacidad muy elevada sin llegar a su máxima capacidad, sin embargo, el sistema podría funcionar en buenas condiciones de voltaje.

4.7. CALCULO DE CORTOCIRCUITOS POR MEDIO DE UN SIMULADOR

Utilizando el simulador de flujos de potencia y cortocircuitos Power World se procede a realizar los cálculos de cortocircuitos en diferentes lugares del sistema y los aportes a la falla. Considerando que el sistema está operando a carga nominal y que todas las unidades de generación están funcionando. En las Tablas N° 4.7.a. N° 4.7.b y N° 4.7.c. del Anexo 2, se detallan cada una de las fallas y sus respectivos aportes en todo el sistema eléctrico, en estas tablas de valores calculados podemos observar en la columna N° 1 se especifican los sectores donde se van a producir las fallas, en la columna N° 2 se especifica el número de barra que pertenece al sector de la falla, en la columna N° 3 se presentan las barras que aportan a la falla, en las columnas N° 4 5 6 y 7 se especifican las diferentes corrientes de cortocircuitos que aportan los cuatro tipos de falla, en la columna N° 8 se presentan los valores de corriente mínima de falla, en la columna N° 9 tenemos los valores de corriente máxima de falla y en la columna N° 10 se detalla el nivel de voltaje al que opera cada una de las barras analizadas. Se considera que las fallas ocurren en las barras para facilitar los cálculos, y de esta manera tener una mejor idea del lugar donde se producen las fallas.

En cuanto a los cálculos de cortocircuitos que se detallan en las Tablas N° 4.7. se puede observar que los valores de las corrientes de cortocircuito varían considerablemente dependiendo del tipo de falla que e produzca aun cuando la falla sea en el mismo punto, se observa además la influencia que tiene la configuración de los transformadores de potencia en las corrientes que aportan a

las fallas, produciendo en unos casos la disminución de la corriente de falla y en otros casos el incremento de dicha corriente.

CAPITULO V

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RELÉS

Los relés se pueden dividir dentro de seis categorías funcionales:

Relés de protección. Detectan líneas y aparatos defectuosos u otras condiciones peligrosas o intolerables. Estos relés generalmente pueden accionar uno o más circuitos de apertura.

Relés de monitoreo. Verifican las condiciones en el sistema de potencia o en el sistema de protección. Estos relés incluyen detectores de fallas, unidades de alarma, canales de monitoreo, verificación de sincronismo y secuencias fasoriales. Estos relés pueden monitorear algunas condiciones anormales del sistema de potencia que no implican la apertura de los circuitos interruptores.

Relés de reconexión. Establecen una secuencia de cierre para un circuito interruptor que se ha mandado disparar por un relé de protección.

Relés de regulación. Son activados cuando un parámetro de operación se desvía de límites predeterminados. Los relés de regulación funcionan como suplementos de equipos para restaurar las limitaciones prescritas.

Relés auxiliares. Operan en respuesta a la apertura o cierre de la operación de un circuito para suplir a otro relé o dispositivo. Estos incluyen temporizadores, relés de contactos múltiples, unidades selladas, relés de aislamiento, relés de cierre y relés de disparo.

Relés de sincronismo. Garantiza que existan las condiciones apropiadas para la interconexión de dos secciones de un sistema de potencia.

Este capítulo se centrará en el estudio de los relés de protección, que se presenta a continuación.

5.2. RELÉS DE PROTECCIÓN

Los relés son dispositivos compactos, que pueden ser analógicos o digitales, son conectados en de todo el sistema de potencia para detectar condiciones intolerantes o no deseadas en un área asignada. A los relés se los puede considerar como una especie de seguros activos, diseñados para mantener un alto grado de servicio continuo y limitar daños en los equipos. El funcionamiento del relé se basa en el retiro inmediato de cualquier elemento o sección de un sistema de potencia, en el momento en que éste empiece a funcionar en forma anormal.

Los sistemas de relés de protección incluyen: circuitos interruptores y transformadores de corriente (CT's) como parte de los relés, todos estos deben funcionar en conjunto. Existe poco o ningún valor si se aplica el uno sin el otro.

5.2.1. RELÉS DE SOBRECORRIENTE

Los relés de sobrecorriente son la forma más común de protección usadas contra las corrientes excesivas en los sistemas de potencia de alto voltaje, y como protección principal a la partida de los alimentadores en redes de distribución de 13.8 kV.

Estos no se aplican solamente como un medio de protección de los sistemas contra las sobrecargas, sino también como protección contra cortocircuitos. Sin embargo, el ajuste de un relé debe hacerse teniendo en cuenta el compromiso a cubrir tanto en la carga excesiva como en condiciones de cortocircuito.

5.2.1.1. Clasificación de los relés de sobrecorriente

Basado en las características de operación de estos dispositivos de protección, los relés de sobrecorriente pueden ser clasificados en tres grupos: corriente definida, tiempo definido y tiempo inverso. Las curvas características de estos tres tipos se muestran en la Figura N° 5.1.

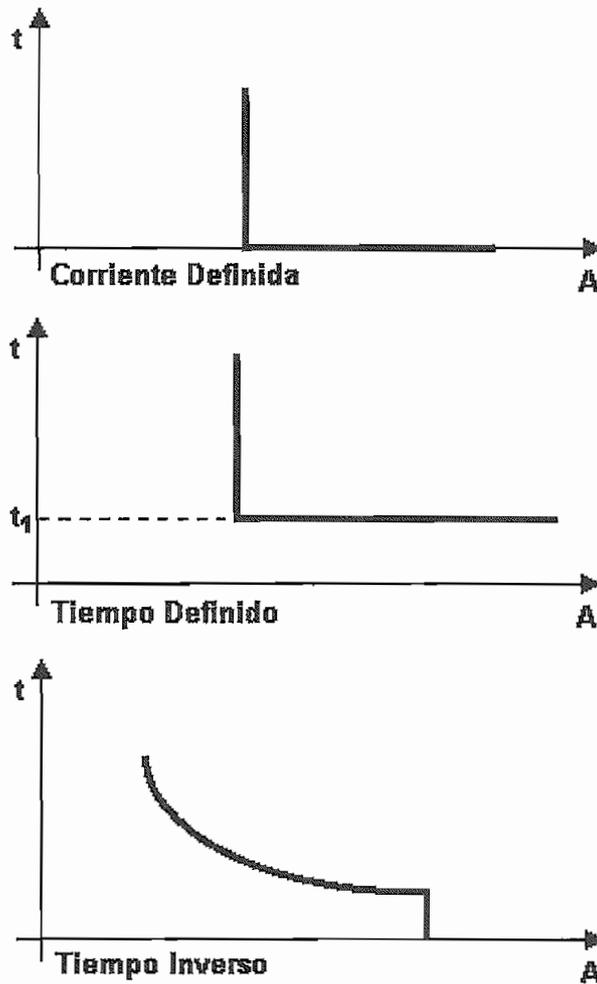


Fig. 5.1 Características de operación tiempo-corriente de relés de sobrecorriente

5.2.1.1.1. Relé de corriente definida

Este tipo de relé opera instantáneamente cuando la corriente alcanza un valor predeterminado. El ajuste se escoge de manera que el relé más alejado de la fuente operará para una corriente de bajo valor y las corrientes de operación de los relés son incrementadas progresivamente a medida que se acercan más a la fuente. Así, el relé con el ajuste más bajo operará primero y desconectará la carga en el punto más cercano a la falla.

Este tipo de protección tiene el inconveniente de tener una baja selectividad para valores elevados de corrientes de cortocircuito. Otra desventaja es la dificultad de distinguir entre corriente de falla en un punto y otro cuando la

impedancia entre estos puntos es pequeña en comparación con la impedancia de la fuente, teniendo de esta manera una pobre discriminación.

Si el ajuste de las protecciones está basado en las condiciones de nivel máximo de corriente de falla, entonces estos ajustes pueden no ser apropiados para las situaciones cuando el nivel de corriente de falla sea bajo. Sin embargo, si se usa un bajo valor de nivel de corriente de falla al calcular los ajustes del relé, esto podría resultar en la operación innecesaria de algún interruptor si se aumenta el nivel de corriente de falla. Como consecuencia, los relés de corriente definida no se usan como única protección de sobrecorriente, pero su uso como una unidad instantánea es común donde otros tipos de protección están en uso.

5.2.1.1.2. Relé de tiempo definido

El ajuste de estos relés permite ser variado para manejar diferentes niveles de corriente usando diferentes tiempos de operación. Estos relés pueden ser ajustados de tal manera que el interruptor más cercano a la falla sea disparado en el tiempo más corto, y luego los interruptores restantes sean disparados en forma sucesiva, usando tiempos de retardo grandes, en dirección hacia la fuente. La diferencia entre los tiempos de disparo para la misma corriente se llama tiempo de discriminación.

La protección es más selectiva cuando el tiempo de operación de los relés de corriente definida puede ajustarse en pasos fijos. La gran desventaja con este método de discriminación es que las fallas cercanas a la fuente, dan como resultado grandes corrientes, que podrían ser eliminadas en un tiempo relativamente largo. El ajuste de este tipo de relé es hecho con un TAP de corriente para seleccionar el valor al que el relé accionará, más un dial que define el tiempo exacto de operación del relé. Cabe notar que el tiempo de ajuste es independiente del valor de sobrecorriente requerido para la operación del relé.

Estos relés se usan principalmente cuando la impedancia de la fuente es grande comparada con la del elemento protegido del sistema de potencia.

5.2.1.1.3. Relé de tiempo inverso

La propiedad fundamental de los relés de tiempo inverso es que éstos operan en un tiempo que es inversamente proporcional a la corriente de falla. La ventaja sobre el relé de tiempo definido es que, para corrientes muy altas, pueden obtenerse tiempos de disparo más cortos sin el riesgo de disminuir la selectividad de la protección. Los relés de tiempo inverso son generalmente clasificados en concordancia con su curva característica que indica la velocidad de operación.

5.3. FUNDAMENTOS DE RELÉS CON MICROPROCESADORES

5.3.1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de los sistemas de potencia, los relés microprocesados o numéricos no son distintos de los relés electromecánicos, de estado sólido o electrónicos. Las corrientes y voltajes deben ser medidas y comparadas con puntos de referencia, o entre si, y la acción debe ser prolongada o iniciada.

Sin embargo, los relés numéricos deben trabajar dentro de un muestreo de datos tomados momento a momento. Por ejemplo, las corrientes no son tomadas en un régimen continuo, pero éstos, debido a la velocidad con que el hardware maneja y almacena los datos pareciera que las muestras estuviesen en régimen continuo.

El microprocesador proporciona en los relés de protección una importante capacidad de tomar lecturas de corrientes y voltajes a una muy alta velocidad, manejando estos datos, se puede realizar mediciones de la distancia donde ocurrieron las fallas, almacenar información de las fallas ocurridas y realizar funciones de auto chequeo. La utilización de esta nueva tecnología también presenta nuevos retos en la manera como la información es manejada y manipulada.

La coincidencia en el tiempo al utilizar varios dispositivos electromecánicos o de estado sólido operando al mismo tiempo no es un problema. Sin embargo, un microprocesador puede manejar una tarea a la vez. Los multiplexores pueden

muestrear solo una cantidad a la vez, razón por la cual los voltajes y corrientes no coinciden en el tiempo. El imponente trabajo del programador es acomodar estas peculiaridades e inventar maneras para que el microprocesador efectúe las tareas en el orden correcto y provocar las comparaciones que se hacen basadas en las corrientes y voltajes correctos sin el error asociado con la desviación de datos. La desviación de datos es introducida por la comparación de cantidades tomadas de manera no simultánea.

Los relés numéricos usualmente permiten el muestreo de una cantidad fija antes que el de una cantidad que varía rápidamente utilizando un circuito de muestreo y almacenamiento. Por lo que la más simple función de un relé requiere ser leída por múltiples entradas, para lo cual se utiliza un multiplexor. Este es un dispositivo que permite que todas las cantidades que entran sean muestreadas (leídas) una a la vez.

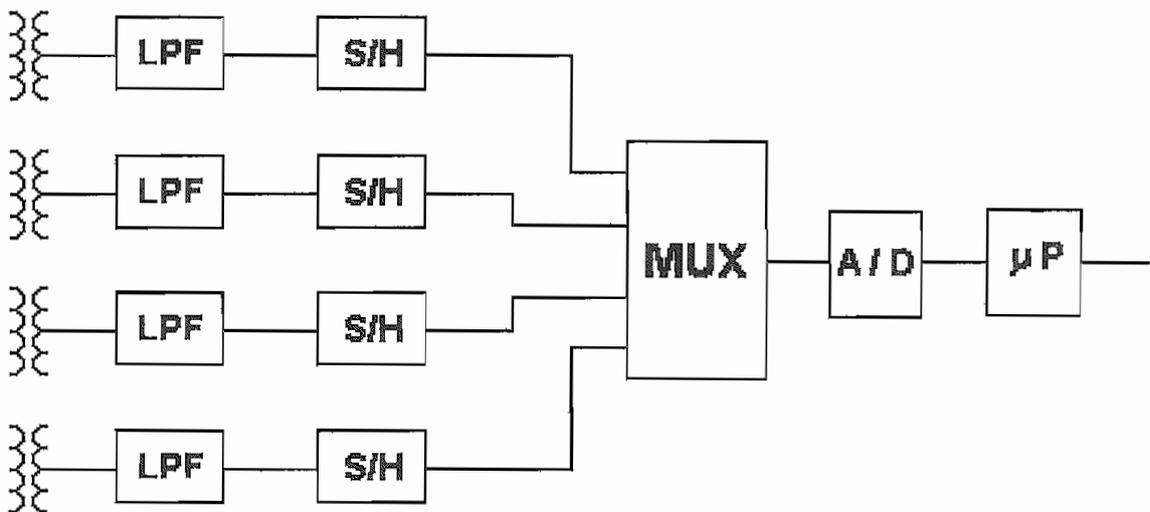
El microprocesador requiere que la información sea presentada en forma digital, usualmente una palabra de 8 o 16 bits. La conversión se procesa de una señal analógica (la cual se reduce a una señal dc, valor que se toma de una cantidad muestreada) a una señal digital lo cual es realizado con un conversor A/D. Muchas variedades de estos dispositivos han sido utilizados en estos últimos años. El rango y tasa de muestreo requerida nos permite elegir un diseño particular de relé de protección.

El microprocesador acepta el muestreo de datos y su almacenamiento para un futuro uso en RAM (memoria de acceso temporal). Los datos son dados por algoritmos o comparaciones definidas por la memoria del programa, el cual es almacenado en ROM (memoria de solo lectura) o más generalmente la EPROM (memoria programable borrable de solo lectura). El programa almacenado en ROM o EPROM es no volátil.

Otro elemento vital en la arquitectura requerida para microprocesadores con aplicación a relés es el NOVRAM (RAM no volátil) o EEPROM (memoria eléctricamente programable borrable de solo lectura). Los datos que son

almacenados en este tipo de memoria no se pierden cuando la batería es removida del relé. Calibraciones y tarjetas de datos son almacenadas aquí.

Normalmente los microprocesadores basados en algoritmos requieren que las señales de entrada coincidan en el tiempo. Por lo cual se requiere de mucho ingenio para realizar estos procesos en tiempo real, particularmente para aplicaciones de relés en donde la relación entre señales depende mucho del tiempo. Hay dos métodos básicos de muestreo de datos, para lo cual usan un circuito de retención y almacenamiento. Uno de los métodos se muestra en la Figura N° 5.2. Usando por separado circuitos de muestreo y almacenamiento para cada entrada, el microprocesador controla un "freeze" para reproducir cada punto de la muestra. El circuito S/H (muestreo y almacenamiento) guarda esta muestra en el microprocesador el cual puede leer cada valor por medio de un multiplexor y de un circuito Análogo-Digital. Entonces el microprocesador controla el circuito S/H para continuar el proceso de muestreo hasta la próxima señal retenida.

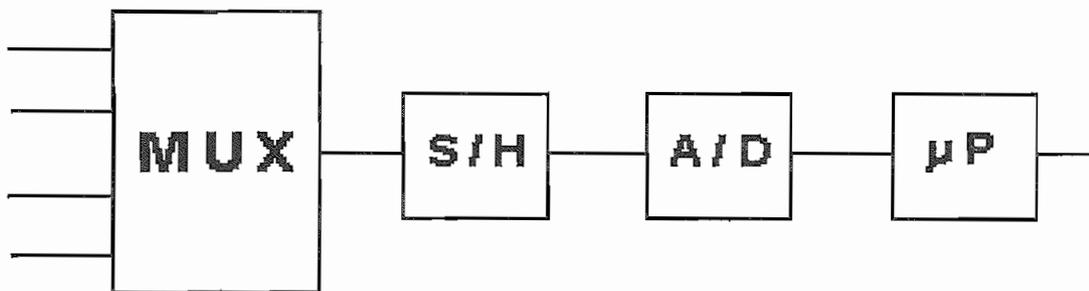


LPF: Filtro de pasa bajos

FIGURA N°5.2. Relé con microprocesador con circuitos S/H individuales

Un método de muestreo alternativo que es menos costoso se usa con un solo circuito para todas las entradas. Este se muestra en la Figura N° 5.3. Se

aplica un factor de corrección de tiempo para cada una de las muestras que se toma después de la primera.



MUX: Multiplexor

S/H: Circuito de muestreo y almacenamiento

A/D: Conversor Análogo-Digital

μP: Microprocesador

FIGURA N° 5.3. Relé con microprocesador con un hardware básico

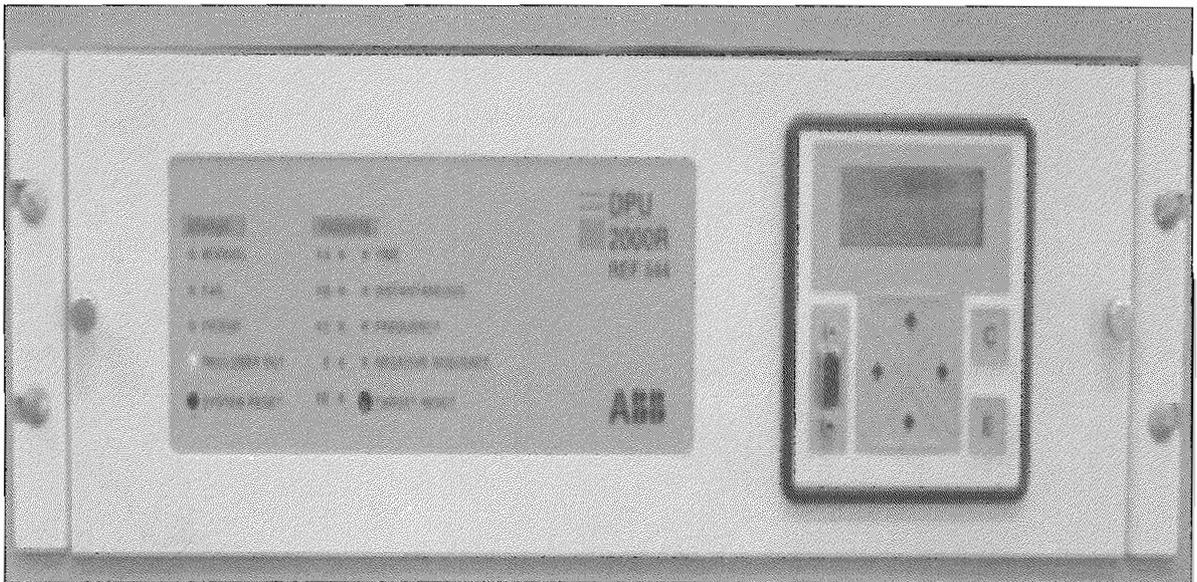
Precisamente se conoce que existe una diferencia en los tiempos de muestreo y por lo tanto todas las muestras tomadas (multiplexadas) en una secuencia de tiempo pueden ser convertidas en muestras continuas aplicando un ángulo de corrección. Por supuesto, pueden utilizarse otros métodos.

5.4. RELÉS UTILIZADOS PARA LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL SEIP

En todo el Sistema Eléctrico Interconectado de Petroproducción se encuentran ubicados relés digitales de última tecnología. En cada uno de los principales alimentadores del sistema se encuentran ubicados diversos tipos de relés digitales, como por ejemplo, los relés ABB modelos DPU2000 y DPU2000R para alimentadores, y además los relés GPU2000R y TPU2000R para protección de generadores y transformadores respectivamente, también relés digitales PCD2000 y los relés REF 543, cada uno de los cuales serán detallados a continuación:

5.4.1. DPU2000 Y DPU2000R

Este tipo de relés se encuentran ubicados en la mayoría de los alimentadores del SEIP, así como en las barras de acople de sección y barras de transferencia ubicadas en Shushufindi Central. La diferencia entre el DPU2000 y el DPU2000R se da principalmente porque el segundo permite registrar oscilogramas producidos por eventos anormales dentro del sistema, fuera de esta diferencia el manejo y programación de casi todas las funciones son iguales para estos dos relés.



Estos relés tienen incorporados dos microprocesadores uno de 32 bits y otro de 16 bits, la capacidad de estos microprocesadores permite que los DPU2000R puedan realizar numerosas funciones de protección monitoreo y control.

Cuenta con un interfaz Hombre-Máquina en el panel frontal y consiste de un display de cristal líquido, seis teclas y doce indicadores, por medio de este interfaz se tiene acceso tanto a los datos registrados de eventos que se pueden producir como a la programación y configuración del relé. Sin embargo, por medio

de un cable serial se puede tener acceso el DPU2000R a una computadora independiente, con ésta se tiene acceso a registros más detallados y solo por este medio se tiene acceso a los registros oscilográficos.

Las funciones con las que cuenta el DPU2000R se las puede simplificar en la Figura N° 5.4.

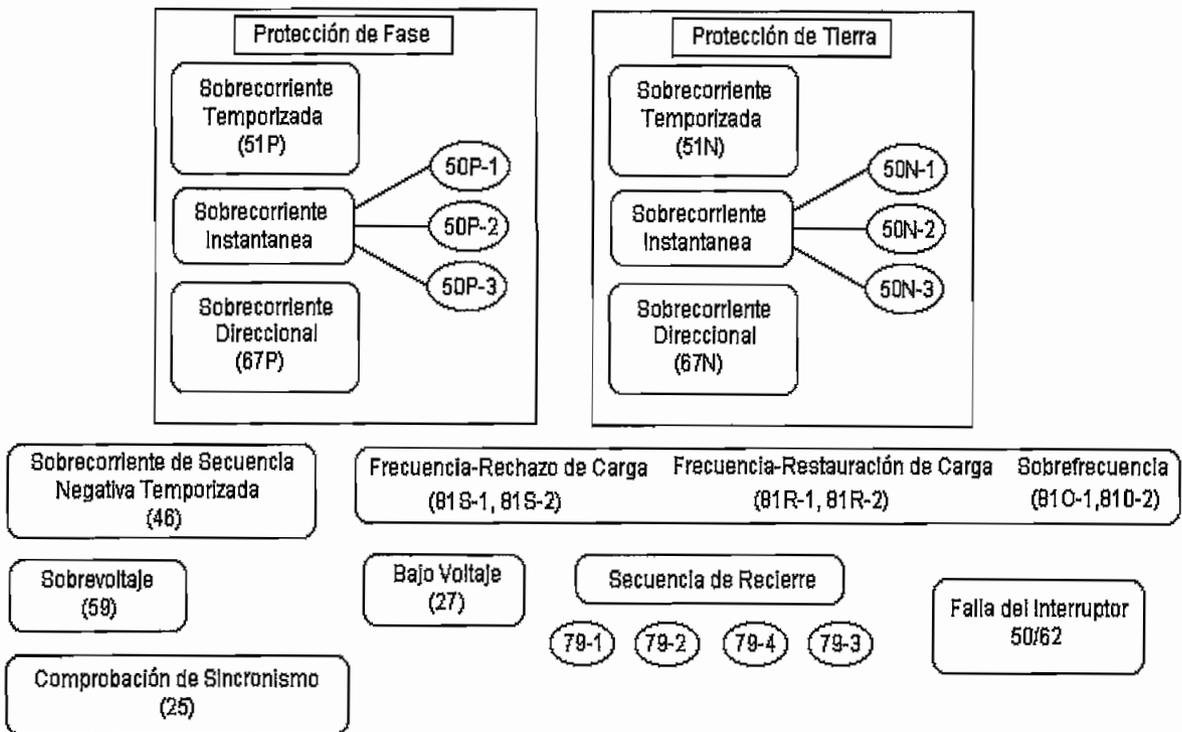


Figura N° 5.4.

Debido a que el propósito de esta tesis es el estudio de las protecciones de sobrecorriente, se detallará únicamente las funciones de protección para sobrecorriente.

Elemento 51P Sobrecorriente de Fase Temporizado

Este elemento se conecta en base a la corriente secundaria del TC conectada a las entradas de corriente de fase en los Sensores 1, 2 y 3. Dispone de un grupo de curvas bastante amplio y múltiples diales de tiempo, disponibles para una coordinación precisa con otros dispositivos del sistema. Además del grupo de curvas mencionado, se dispone de curvas programables por el usuario. El grupo de curvas que dispone el relé es el siguiente:

- Extremadamente Inversa
- Muy Inversa
- Normalmente Inversa
- Normalmente Inversa de Tiempo Corto
- Extremadamente Inversa de Tiempo Corto
- Extremadamente Inversa de Tiempo Largo
- Muy Inversa de Tiempo Largo
- Normalmente Inversa de Tiempo Largo
- Curvas de Recloser

Además de las curvas de tiempo inverso que dispone, es posible utilizar el modo de tiempo definido.

Elemento 51N Sobrecorriente de Tierra Temporizado

Este elemento se ajusta en base a la corriente secundaria del TC conectada a la entrada de corriente de tierra en el Sensor 4, esta corriente puede suministrarse mediante una conexión de TC residual. Este elemento también utiliza el mismo grupo de curvas que el anterior y de la misma manera hay una gran variedad de diales que se pueden utilizar.

Elemento 50P Sobrecorriente de Fase Instantáneo

Esta función opera cuando el nivel de cualquier corriente de fase excede el nivel de arranque, y su activación debe realizarse cuando se desee un disparo instantáneo de fase. Se ajusta típicamente para un valor igual o mayor que el arranque de sobrecorriente de fase temporizado. El nivel de arranque de esta función se ajusta como un múltiplo del arranque de sobrecorriente temporizado. El 50P opera con el mismo grupo de curvas que el anterior y tiene la misma variedad de diales.

Elemento 50N Sobrecorriente de Tierra Instantáneo

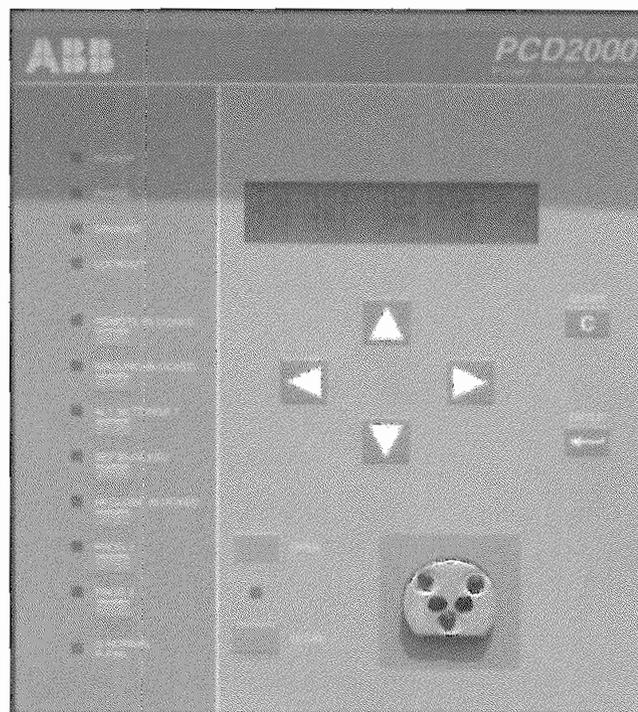
Esta función opera cuando el nivel de la corriente de tierra excede el nivel de arranque y se la activa cuando es necesario el disparo instantáneo de tierra. Normalmente es ajustado a valores superiores al de sobrecorriente de tierra

temporizado, el nivel de arranque del 50N se ajusta como un múltiplo del arranque del 51N. Esta función también ocupa el mismo grupo de curvas y tiene la misma variedad de diales.

Elementos 67P y 67N Sobrecorriente de Fase y de Tierra Direccional Temporizado

Estos elementos son utilizados para brindar protección de sobrecorriente en una sola dirección y sentido del flujo de energía. Estas funciones se aplican en líneas de subtransmisión o cuando la línea tiene generación en los dos extremos. La polarización del 67P es provista por el voltaje de secuencia positiva del sistema, es sensible hasta 1VAC entre fases, si el voltaje de polarización cae por debajo de este nivel, el 67P perderá su dirección y no va a disparar. Esta función opera comparando el voltaje de secuencia positiva con la dirección de la corriente de secuencia positiva. El ángulo de par está definido en 0 a 355 grados en pasos de 5 grados con un ancho de sector de 180 grados. El tiempo de operación de esta función se realiza mediante la utilización del grupo de curvas que se han venido utilizando en las funciones anteriores.

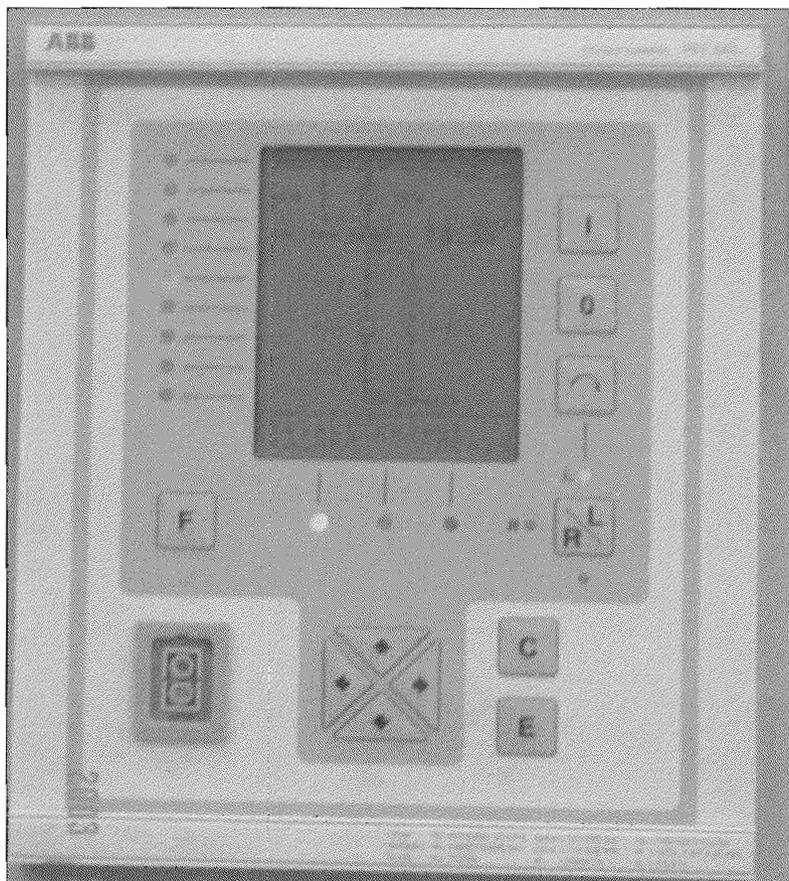
5.4.2. PCD2000



Estos relés se encuentran instalados únicamente en dos alimentadores ubicados en Shushufindi Sur Central y Shushufindi Sur Suroeste. Estos dispositivos están acoplados con los disyuntores, es decir, que se encuentran exteriormente ubicados en la unidad donde se encuentra el disyuntor, su funcionamiento y manejo es muy similar al relé DPU2000, por lo que su descripción será innecesaria, pero vale la pena mencionarlos.

5.4.3. REF 543

Estos relés se encuentran instalados como respaldos de los relés PCD2000 ubicados en los alimentadores ya mencionados y uno adicional en el alimentador Shushufindi Sur.



Estos dispositivos de protección, están constituidos por terminales dotados de microprocesadores que trabajan en tiempo real, proporcionando auto-vigilancia

permanente, diagnóstico y detección instantánea de cualquier perturbación que se produzca en el sistema.

Este dispositivo en sí mismo es un sistema integrado que abarca funciones de control, medida, monitoreo y supervisión, estas dos últimas funciones son permitidas gracias a una interfase MMI (Interfase Hombre Máquina) gráfica, accesible al usuario.

Estos terminales de protección integrada son parte de los sistemas de automatización de subestaciones, que a su vez conforman en gran escala los sistemas SCADA.

El REF 543 está diseñado para ser usado en la protección de alimentadores de media tensión. La configuración de la unidad está relacionada con la configuración del hardware, estas funciones pueden ser activadas o desactivadas del amplio rango de funciones que proporciona.

Por medio de una pantalla gráfica disponible en esta unidad es posible controlar y monitorear visualmente las diferentes funciones, así como los elementos de conexión y de desconexión y además interruptores.

Adicionalmente, esta unidad está provista de funciones con PLC's que permiten realizar diversas funciones de automatización y de secuencias lógicas, aunque por el momento estas funciones se encuentran deshabilitadas.

Las señales de entrada para medición de corrientes se las realiza por medio de los transformadores de corriente y los transformadores de potencial, por medio de los cuales ingresa una señal analógica.

5.4.3.1. Funciones de Protección

Una de las funciones más importantes de esta unidad es la protección, cada función de protección está ligada a un bloque de función que se pueden programar independientemente una de otra, tanto los parámetros y eventos así como información y almacenamiento de datos.

Protección contra Sobrecorriente Trifásica No Direccional

Esta protección es aplicable a la falla bifásica direccional y cortocircuitos. Esta función posee tres etapas de ajuste de sobrecorriente no direccional: Bajo (NOC3Low), alto (NOC3High) e instantáneo (NOC3Inst).

La operación de este dispositivo se la realiza mediante el modo de tiempo definido y de tiempo inverso, este último modo se lo puede realizar únicamente para el ajuste de sobrecorriente (NOC3Low). Mientras que para alta sobrecorriente y sobrecorriente instantánea solo se puede utilizar el tiempo definido.

Las curvas de tiempo inverso que se pueden utilizar para baja sobrecorriente (NOC3Low) y éstas corresponden a curvas estandarizadas y a grupos de curvas utilizadas y determinadas por la compañía ABB, las curvas estándar son:

- Normalmente Inversa
- Muy Inversa
- Extremadamente Inversa
- Inversa de Tiempo Largo

Las curvas de ABB son:

- Grupos de curvas RI
- Grupos de curvas RD

Mientras que para el ajuste de sobrecorriente alto e instantáneo (NOC3High y NOC3Inst) se pueden configurar mediante:

Tiempo Definido

Característica de tiempo normal inverso

Protección contra Sobrecorriente Direccional

Esta protección es aplicable para sobrecorrientes monofásicas, bifásicas y trifásicas.

Los ajustes se dan para sobrecorriente baja (DOC6Low), alta sobrecorriente (DOC6High) y sobrecorriente instantánea (DOC6Inst).

Protección contra Falla a Tierra No Direccional

Esta función permite tres etapas de ajuste de protección para la falla a tierra, etapa de ajuste bajo (NEF1Low), alto (NEF1High) e instantáneo (NEF1Inst). La operación de la función se configura mediante el modo de tiempo definido para los ajustes instantáneo y alto, y el modo de tiempo inverso únicamente para el ajuste bajo.

La medición de la corriente del neutro puede ser hecha por medio de transformadores convencionales de corriente. Si el neutro es aislado o está puesto a tierra mediante una alta impedancia, es preferible que se utilice un transformador de corriente con núcleo balanceado.

Como se dijo anteriormente, únicamente el ajuste bajo funciona con el modo de tiempo inverso, utilizando curvas estandarizadas o propias de la compañía ABB iguales a las que se utilizan para la protección de sobrecorriente trifásica no direccional.

Debido a que las únicas protecciones que se utilizan en el sistema eléctrico de Petroproducción son las mencionadas anteriormente, las otras funciones de protección no serán analizadas, sin embargo cabe mencionar que el relé REF543 cuenta con las siguientes funciones de protección:

Protección Contra Sobrevoltaje Trifásico

Protección Contra Bajo voltaje Trifásico

Protección contra Sobrevoltaje Residual

Protección contra Discontinuidad de Fase

Protección contra sobre frecuencia y baja frecuencia

CAPITULO VI

ESTUDIO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

6.1. INTRODUCCIÓN

La correcta calibración de protecciones se realiza con el propósito de combinar un tiempo de operación mínima para fallas cercanas y un retardo de tiempo considerable para fallas lejanas, y de esta manera evitar el disparo innecesario de uno o más de estos dispositivos de protección permitiendo aislar la falla lo más pronto posible e interrumpiendo el servicio al menor número de consumidores. Debido a que el Sistema Eléctrico Interconectado de Petroproducción cuenta con dispositivos de protección de última tecnología y este equipo ofrece la posibilidad de realizar una apropiada calibración y coordinación, se presenta la oportunidad de realizar un trabajo bastante óptimo en la labor de proteger los equipos de cualquier tipo de anomalía que perjudique la vida útil de éstos o que ponga en riesgo la integridad del personal.

6.2. CONCEPTOS BÁSICOS

6.2.1. PROCEDIMIENTOS PARA LA COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

Los relés generalmente son coordinados en parejas, un sistema de relés puede ser coordinado usando gráficos o tablas. Se puede usar hojas semilogarítmicas o logarítmicas, pero es preferible utilizar hojas logarítmicas cuando se trata de coordinar varios dispositivos en un solo gráfico; la escala de los valores de corriente se los puede realizar en amperios o en por unidad. Además, se debe tomar en cuenta las diferentes relaciones de transformación de corriente cuando se determine la corriente que existe en las diferentes ubicaciones de los relés.

Los procedimientos más comunes para una apropiada coordinación se detallan a continuación:

Primero, se debe considerar que ya se ha determinado el tipo de relé que se va a necesitar (el rango del tap y las características del dial) y la relación de transformación de corriente. Entonces el desarrollo que se sugiere es el siguiente:

1. Determinar la ubicación y valores críticos de las fallas por medio de un estudio de cortocircuitos.
2. Trazar estas variables en la gráfica corriente–tiempo, dibujando líneas verticales para definir los valores de corrientes de falla máximas y mínimas.
3. Calibrar los demás relés que se encuentran “aguas abajo” para corrientes de falla máximas y mínimas. Calibrar el relé tan sensible y rápido como sea posible si es que no existen otros dispositivos de protección aguas abajo con las que tendría que coordinarse.
4. Trazar la curva de tiempo de operación del relé en la gráfica corriente–tiempo, señalando los puntos de mínima y máxima falla.
5. Adicionar un Margen para Coordinación a los puntos de mínima y máxima falla. Este intervalo proporciona dos puntos de referencia con los que se puede graficar la curva característica del relé que se encuentra adelante en dirección hacia la fuente (aguas arriba).
6. Seleccionar un tap para el relé que se encuentra aguas arriba con el cual opere para una falla mínima pero que no opere cuando haya máxima carga. La falla mínima debería operar al relé que tenga el menor de los dos pickups. Los relés de fase siempre deben estar calibrados sobre los valores de máxima carga.
7. Seleccionar un dial de tal manera que la curva tiempo-corriente del relé aguas arriba pase por o sobre los puntos de referencia del margen de coordinación con respecto al relé más cercano a la falla y de esta manera proporcionen un mínimo tiempo de operación y además la operación del relé más cercano a la falla tanto para corrientes de fallas máximas como mínimas.
8. Repetir los pasos ya mencionados para cada una de las secciones “aguas arriba”.

6.2.2. MARGEN DE COORDINACIÓN

El margen de coordinación es el mínimo intervalo de tiempo que permite a un relé lejano (aguas abajo) despejar totalmente la falla en su zona de operación. Los factores que influyen en el margen de coordinación son los siguientes:

1. Tiempo de interrupción de falla del disyuntor.
2. Tiempo de reposición del disco de inducción o estado sólido del relé después de que la falla ha sido interrumpida.
3. Margen de seguridad para compensar una posible desviación en los cálculos de las corrientes de falla, de la selección del tap, del tiempo de operación del relé y errores en la relación de transformación de corriente.

El margen de coordinación debería estar en el rango de 0.2 a 0.5 segundos. Los márgenes de tiempo más grandes deberían ser usados en la parte más saturada de la curva. Comúnmente se usa un intervalo de tiempo de 0.3 segundos. Para valores más bajos se debería usar solamente después de realizar una cuidadosa consideración de los puntos tratados anteriormente.

6.2.3. SELECCIÓN DEL TAP PARA RELÉS DE SOBRECORRIENTE

Como se indicó anteriormente, los relés de sobrecorriente de fase no deben operar para las corrientes de carga máxima que pueden ocurrir en la línea. Situaciones en las cuales pueden ocurrir sobrecargas temporales, tal como las cargas frías, deben ser factores en los cuales debemos basarnos para calibrar los relés de sobrecorriente. Así, es importante realizar las operaciones de ingeniería que sean necesarias para la determinación de la posible carga máxima para cada circuito.

El tap (mínimo valor de pickup) debe ser inferior a 2 veces la corriente normal de carga máxima y generalmente no menor a 1.5 veces.

Los transformadores de corriente son normalmente seleccionados para proporcionar corrientes en el secundario entre 1 y 5 amperios durante la carga máxima nominal.

Las limitaciones mencionadas no se aplican a los relés de tierra, debido a que la corriente de carga no produce corriente en los devanados de operación de dicho relé a menos que se produzca un desbalance. Para evitar la operación de estos relés por posibles desequilibrios en un circuito normalmente balanceado, una buena regla que se puede aplicar es la de calibrar los relés de tierra para no menos del 10% de la corriente de carga máxima.

6.2.4. SELECCION DE LA CURVA PARA RELÉS DE SOBRECORRIENTE

Hay cinco diferentes tipos de curvas para relés de sobrecorriente tanto para normas ANSI como IEC, los cuales se utilizan para la protección de líneas. Las características tiempo–corriente de las curvas son:

1. Tiempo definido CO-6
2. Moderadamente inverso CO-7
3. Normalmente inverso CO-8
4. Muy inverso CO-9
5. Extremadamente inverso CO-11

Además de estas curvas características de los relés de sobrecorriente existen otras curvas como son: Inversa Instantánea, Inversa de Tiempo Corto, Extremadamente Inversa de Tiempo Corto, Extremadamente Inversa de Tiempo Largo, Normalmente Inversa de Tiempo Largo, que no son muy utilizadas, sin embargo cabe notar que se puede hacer uso de éstas.

Estas características de tiempo-corriente de las curvas con normas ANSI son comparadas en la Fig. N° 6.1. La calibración del dial es seleccionada para que todos los relés operen en 0.2 segundos cuando se tenga una corriente de pickup de 20 veces la corriente de tap calibrada.

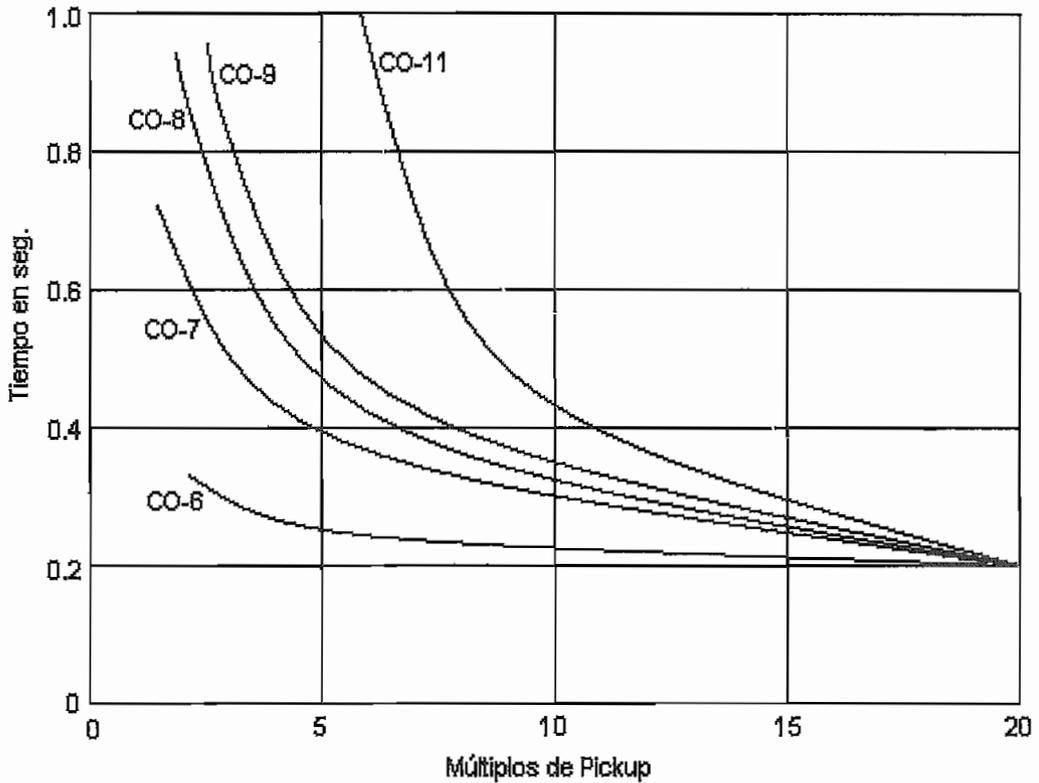


Figura N° 6.1.

Todas las curvas de corriente mencionadas son construidas en los relés microprocesados, y pueden ser seleccionadas por medio de la calibración. Las ecuaciones para las curvas tiempo-corriente de los relés microprocesados MCO (monofásicos) o MMCO (trifásicos) son:

Donde

$$T(\text{sec}) = \left[T_0 + \frac{K}{(M-C)^p} \right] \frac{D}{24,000} \quad \text{para } M \geq 1.5$$

$$= \left[\frac{R}{M-1} \right] \frac{D}{24,000} \quad \text{para } M < 1.5$$

T = tiempo de disparo, en segundos

D = Tiempo del Dial va desde 1 a 63

M = corriente de operación en términos de múltiplos de tap

T_0 = Término de tiempo definido

K = Factor de escala para el tiempo inverso básico

P = un exponente determinado mediante inversiones

T_0 , K , C , P y R son constantes y se muestran en la Tabla N° 6.1

Curva N°	T_0	K	C	P	R
CO2	111.99	735.00	0.675	1	501
CO5	8196.67	13768.94	1.130	1	22705
CO6	784.52	671.01	1.190	1	1475
CO7	524.84	3120.56	0.800	1	2491
CO8	477.84	4122.08	1.270	1	9200
CO9	310.01	2756.06	1.350	1	9342
CO11	110.00	17640.00	0.500	2	8875

Tabla N° 6.1

El tiempo de operación que se muestra en la Tabla N° 6.2. nos proporciona una comparación entre los valores del relé con microprocesador MCO o MMCO con los valores de las características de las curvas tiempo-corriente para coordinación de los relés convencionales CO (electromecánicos). Curvas similares y otras variaciones están disponibles en los relés IMPRS y MICRO-51.

Tipo de curva	CO convencional		MCO o MMCO	
	Dial	Tiempo de operación para 4 x corriente de pickup	Dial	Tiempo de operación para 4 x corriente de pickup
Tiempo definido	0.6	0.25	6	0.25
Moderadamente inverso	1	0.4	7	0.44
Normalmente inverso	1.2	0.6	7	0.58
Muy Inverso	2.1	0.7	11	0.62
Extremadamente inverso	5	2	31	2

Tabla N° 6.2.

La elección de las curvas características tiempo-corriente de un relé se la realiza en función tanto de la generación, de las líneas como de las cargas. Además estos factores varían a lo largo de todo el sistema, una característica que es ideal para una línea o para una condición de operación necesita estar sujeta a otra condición o grupos de condiciones.

Las curvas similares o idénticas aplicadas en diferentes lugares del sistema tienden a mantener constantes los cambios del conjunto de condiciones de operación. Si las diferentes curvas características de tiempo son usadas, todas

las posibles condiciones de operación deben ser chequeadas cuidadosamente para asegurar que se mantenga el Margen de Coordinación para tener selectividad en el disparo. En otras palabras, usando características similares se minimizan los estudios de coordinación.

Un factor importante en la calibración de un relé, es la longitud de la línea. Para líneas cortas, las cuales tienen una impedancia mínima comparada con la impedancia de la fuente, la corriente de cortocircuito para fallas cercanas o lejanas son esencialmente la misma; es decir, las características de tiempo inverso dan casi el mismo tiempo de operación para toda la línea. En tales casos, es preferido utilizar las características de tiempo definido, ya que el tiempo de operación no variará con cualquier nivel de generación.

En general, tenemos las siguientes aplicaciones en la utilización de las curvas características:

Las curvas de Tiempo Definido y Moderadamente Inversa son más convenientes cuando: ¹

- No sea necesario la coordinación con otros dispositivos de protección más alejados del sistema.
- La variación de las corrientes de falla que se encuentren cerca o lejos de los circuitos de protección sean muy pequeñas para tomar ventaja de la curva característica inversa.
- La unidad de disparo instantánea brinde un buen respaldo

El relé de tiempo Normalmente Inverso proporciona un tiempo de despeje más rápido que cualquiera de los relés de tiempo inverso para fallas de baja energía. Esto sería ventajoso para líneas largas donde las corrientes de falla obtenidas son mucho menores al final de la línea que al inicio. Por lo cual no proporciona un margen muy grande para el pickup de cargas frías.

Las curvas más empinadas (más inversas) la Muy Inversa y Extremadamente Inversa son más convenientes cuando:

- Las corrientes de cortocircuito son significativamente diferentes cuando se trata de fallas cercanas en comparación con fallas localizadas lejos (por ejemplo, cuando la impedancia de la línea es grande comparada con la impedancia de la fuente)
- Cuando existe una apreciable corriente de irrupción en la restauración de un servicio (carga fría).
- Coordinación con otros tipos de dispositivos con características inversas, tal como fusibles y reconectores

En resumen se podría decir que no existen conocimientos científicos completos de cómo determinar la curva ideal para una aplicación específica, lo único que se puede hacer es la calibración de los cálculos preliminares. Sin embargo, se pueden hacer unos comentarios generales

1. Usar un relé de tiempo definido para aplicación en líneas cortas
2. Usar relés de tiempo extremadamente inverso cuando estén involucrados fusibles.
3. Las curvas más inversas (Normalmente Inverso, Muy Inverso y Extremadamente Inverso) son más convenientes en sistemas anillados.
4. Hacer una comparación de las curvas en segmentos del sistema, para una coordinación más fácil.

Una de las ventajas de usar un relé de sobrecorriente basado en un microprocesador (MMCO, MCO, IMPRS, MICRO-51) es que se puede seleccionar una curva de tiempo diferente en el mismo dispositivo sin tener que cambiar la unidad.

6.2.5. COORDINACIÓN ENTRE FUSIBLE Y RELE

Debido a que los fusibles tienen una curva característica corriente-tiempo que es mucho más inversa que las curvas características utilizadas en los relés de sobrecorriente, la coordinación de éstos y los fusibles puede ser dificultosa. En la Figura N° 6.2. se observan tres curvas de tiempo-corriente; una curva

característica del fusible y las otras dos curvas utilizadas en los relés, Las dos curvas del relé ubicadas a la derecha proporcionan un buen margen de protección a altos niveles de corrientes de falla, pero es insatisfactoriamente lento para valores medios de corriente de falla, especialmente con la curva Extremadamente Inversa (CO-11), si se mueve esta curva hacia la izquierda se mejora la coordinación para altos valores de corriente, pero para bajos valores de corrientes de falla la curva del fusible se cruzaría con la del relé. Usualmente, tanto la curva muy inversa CO-9 así como la curva extremadamente inversa CO-11 pueden ser calibradas para tener un buen margen de coordinación con los fusibles. Pero al modificar las calibraciones del tap y del dial en las áreas de traslape puede provocar condiciones de operación imprácticos o imposibles para el circuito.

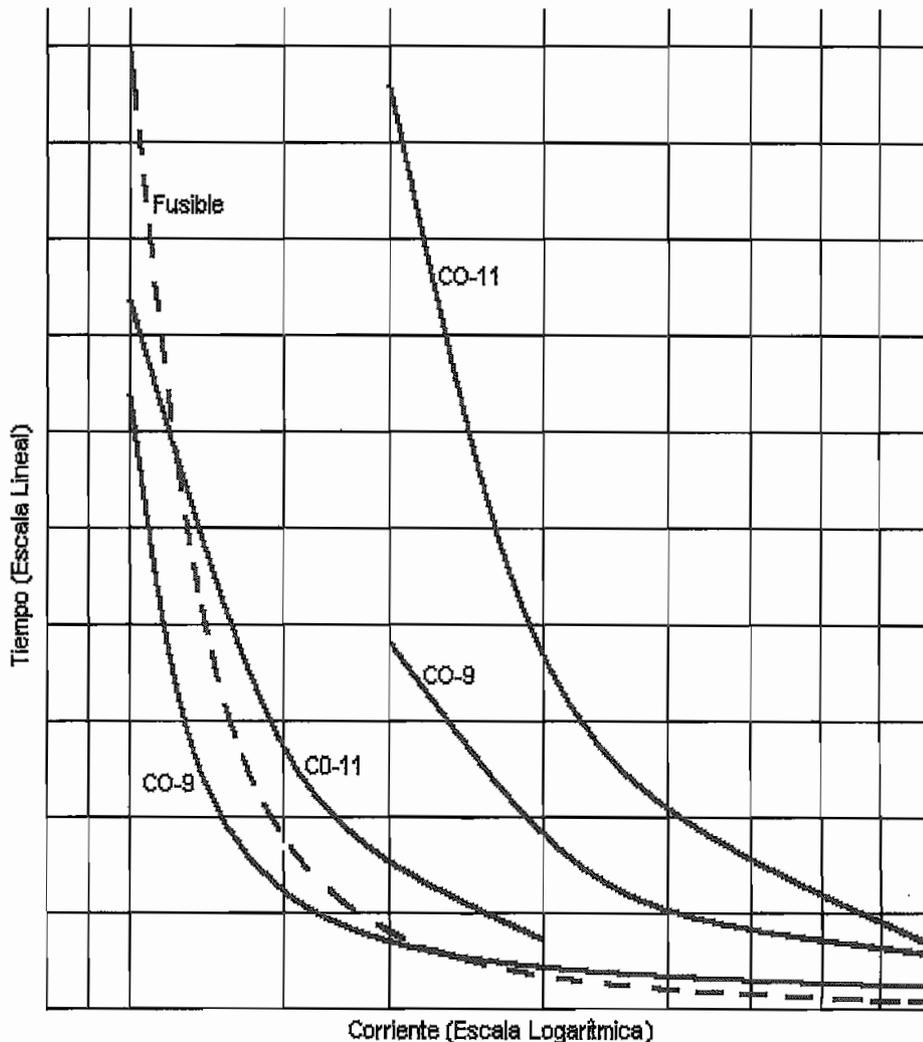


Figura N° 6.2.

Para graficar las curvas de los fusibles, se debe considerar las siguientes características:

1. Máximo tiempo que el fusible puede mantener una corriente sin sufrir daños (derretimiento parcial), lo cual cambiaría sus características de operación.
2. Tiempo de derretimiento del elemento fusible.
3. Tiempo de limpieza total del fusible para el despeje del circuito.

Las primeras dos características son usadas para coordinación con dispositivos de protección más allá del fusible. Normalmente, las curvas basadas en las características del tiempo de derretimiento son proporcionadas por una banda de seguridad, en este caso las curvas de máximo tiempo no son requeridas. La característica de tiempo de limpieza total es usada para coordinación con otros dispositivos de protección, incluyendo relés que se encuentran delante de los fusibles.

6.3. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIONES

El sistema eléctrico de Petroproducción está equipado con tres componentes principales de protección: relés, transductores y disyuntores. En esencia cuando ocurre una falla en el sistema, una señal de voltaje o corriente es transmitida al relé por medio del transductor. El relé a su vez opera al disyuntor, el cual se encarga de interrumpir la falla. La secuencia completa de detección e interrupción de la falla debe ser rápida y segura. Puesto que el interés de este estudio es el de analizar y controlar las fallas de sobrecorriente con el equipo de protección que se dispone, se presentan los cálculos y análisis necesarios para dicha protección.

Los dispositivos a utilizarse están encargados de proteger al sistema principalmente contra fallas que se produzcan en las líneas de subtransmisión o en las redes de distribución, mientras que para la protección contra fallas de sobrecorriente que se produzcan en los pozos, es decir, en los equipos de

superficie se dispone de los seccionadores fusibles que son la primera línea de defensa.

A continuación se presentan los procedimientos para realizar las calibraciones y coordinación de cada uno de los dispositivos de protección con que cuenta el sistema.

6.4. PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACIÓN Y COORDINACIÓN DE FUSIBLES

Cada uno de los equipos de superficie de los pozos cuenta con la protección de elementos fusibles, los cuales tienen que ser dimensionados conforme las características de funcionamiento de dichos equipos. Al principal equipo que se lo protege mediante los fusibles es al transformador pero debido a que éstos están sobredimensionados con respecto a la potencia que suministran se los dimensiona conforme a las características de potencia de las bombas eléctricas sumergibles.

Sin embargo es de aclarar que para la protección de los transformadores se debe tener en cuenta el punto de magnetización del transformador (inrush) que se define como una aproximación del efecto de la corriente de magnetización del transformador, este punto de magnetización es variable y depende del magnetismo residual en el transformador, de su capacidad y del punto en la onda de voltaje aplicado cuando ocurre la energización. Para transformadores menores a 1500 kVA la corriente de magnetización puede alcanzar hasta 8 veces la corriente de carga máxima en un tiempo no mayor a 0.1 segundos. Para evitar disparos no deseados, se ha tomado en cuenta en el dimensionamiento de los fusibles, el tiempo que actúa para al menos 12 veces la corriente de carga máxima y de acuerdo con las curvas características de los fusibles a utilizarse el tiempo de accionamiento de estos dispositivos de protección es mayor a 0.1 segundos, con lo cual se asegura que no va a disparar cuando el transformador se magnetice.

Por otra parte debemos garantizar la protección del transformador de tal manera que las corrientes no sobrepasen el punto ANSI, que determina las características que deben satisfacer los devanados de un transformador para soportar sin resultar dañados los esfuerzos térmicos y magnéticos producidos por un cortocircuito en sus terminales. Pero como en el caso a estudiarse estos valores están subdimensionados no existen problemas de calibración sobre el punto ANSI.

El dimensionamiento de estos elementos fusibles se los tiene que realizar para cada uno de los alimentadores en las diferentes áreas de generación. A continuación se van detallando los pasos realizados para el dimensionamiento de dichos fusibles:

6.4.1. ESTUDIOS DE CARGA POR ALIMENTADOR

Para realizar un apropiado dimensionamiento de los fusibles en cada alimentador, se ha procedido de la siguiente manera:

1. Se recolectan los datos de la potencia nominal de las bombas eléctricas sumergibles en cada uno de los pozos que están alimentados por el sistema.
2. Para tener una apreciación más objetiva de dichos valores, se procedió a tomar mediciones de corriente de todos los pozos alimentados por el sistema en el lado de 13.8 kV y de esta manera poder comparar las potencias medidas con los valores nominales de las bombas.
3. Una vez realizada la recolección de datos, se procede a analizar los tiempos y corrientes de arranque de las bombas eléctricas sumergibles de acuerdo al tipo de arranque.

A fin de determinar los tiempos y corrientes de arranque se procedió a capturar las formas de onda al momento del arranque con la ayuda de un osciloscopio digital. Este procedimiento se realizó en varios pozos del distrito, concluyendo que en los arranques directos de las bombas el valor pico no sobrepasa las 6 veces la corriente nominal con un tiempo de duración no mayor a 0.5 segundos; y, para arranques suaves el valor pico no sobrepasa

las 2 veces la corriente nominal con tiempo de duración no mayor a 5 segundos.

4. De acuerdo a la corriente de funcionamiento normal de la bomba se selecciona el fusible más adecuado, tomando en cuenta que el fusible no debe fundirse al momento del arranque de la bomba. Además hay que considerar que las curvas de funcionamiento de los fusibles tienen un margen de error bastante amplio que debe tomarse en cuenta en los cálculos a realizarse.

Con estas consideraciones se procede a realizar el análisis de carga de cada uno de los alimentadores:

6.4.1.1. Alimentador Shushufindi Sur Central

Este alimentador está ubicado en el área de Shushufindi, e inicia desde la subestación Shushufindi Sur, con un voltaje de 13,8 kV a lo largo del alimentador.

En este alimentador se encuentran 15 pozos con diferentes potencias de carga, y además, algunos de estos funcionan con arranque directo mientras que otros están equipados con arrancadores, lo cual permite que las corrientes de arranque de estas bombas disminuya considerablemente y por ende los dimensionamientos de los fusibles también varían.

6.4.1.2. Alimentador Shushufindi Sur Sur-Oeste

Este alimentador también parte de la subestación Shushufindi Sur, con un voltaje de 13,8 kV. La Figura N° 6.3. que se presenta en el Anexo 3, detalla de forma más específica cada una de las cargas, la línea de alimentación y la ubicación de los fusibles de los dos alimentadores. En este alimentador se encuentran 11 pozos y la estación de producción Shushufindi Sur.

En la Tabla N° 6.3 se presentan los valores de potencia nominal y la potencia de funcionamiento de cada uno de los equipos de los pozos de producción.

POZOS	Alimentador	Pozos	Potencia Nominal (kW)	Potencia Medida (kW)	
	SUR CENTRAL		SSFD84	110	114
		SSFD12B	138	144	
		SSFD73	no disponible	191	
		SSFD80	292	272	
		SSFD67	326	361	
		SSFD20B	66	71	
		SSFD91	no disponible	298	
		SSFD92	299	302	
		SSFD75	217	256	
		SSFD6B	400	296	
		SSFD48	170	97	
		SSFD45B	212	217	
		SSFD82	800	584	
		SSFD22B	235	162	
		SSFD23	225	219	
SURSUR OESTE			SSFD79	592	528
			SSFD68	307	276
			SSFD85	155	168
			SSFD61	154	91
		SSFD28	225	148	
		SSFD69	591	369	
		SSFD27	93	95	
		SSFD41	110	116	
		SSFD94	278	276	
		SSFD24	139	122	
		SSFD35	292	231	

Tabla N° 6.3.

6.4.1.3. Alimentador Shushufindi Norte

Este alimentador esta ubicado en Shushufindi y su inicio es desde la Subestación Shushufindi Central, con un voltaje de 13,8 kV. Este alimentador suministra energía eléctrica a 21 pozos y a dos estaciones de producción, Shushufindi Norte y Aguarico. En la Figura N° 6.4. del Anexo 3 se puede detallar en forma más detallada la ubicación y características de este alimentador.

6.4.1.4. Alimentador Shushufindi Oeste

Este alimentador suministra energía eléctrica principalmente al campamento ubicado en Shushufindi Central, es decir alimenta los talleres,

oficinas, cocinas, cuartos, etc. Existen pocos pozos que son alimentados por esta línea. Sin embargo, existen instalados fusibles de protección para todos estos sectores incluyendo pozos.

La Tabla N° 6.4 muestra los valores calculados de la potencia nominal y potencia de funcionamiento de los alimentadores Shushufindi Norte y Oeste.

	Alimentador	Pozos	Potencia Nominal (kW)	Potencia Medida (kW)
Pozos	NORTE	SSFD72	91	85
		SSFD81	296	227
		SSFD19	274	244
		SSFD01	290	237
		SSFD43	162	158
		SSFD62	140	93
		SSFD64	77	71
		SSFD78	609	331
		SSFD14	223	116
		SSFD63	223	211
		SSFD88	122	110
		SSFD36	134	91
		SSFD53	106	89
		SSFD70	400	288
		SSFD71	406	345
		SSFD76	406	365
		SSFD59	81	55
		EST. NORTE	no disponible	132
		EST. AGUARICO	507	455
	AG03	203	156	
	CAMPAMENTO	MILITARES	162,34	123,79
POZO 83		89,29	48,70	
POZO 65		192,78	278,01	
OFICINAS		81,17	40,59	
BOMB. BOOSTER		304,39	239,46	
COCINAS		101,46	4,06	
CASINOS		202,93	156,26	
BOMBA ACTS		81,17	48,70	

Tabla N° 6.4.

6.4.1.5. Alimentador Sacha Norte 1

Este alimentador únicamente suministra energía eléctrica a la estación de producción Sacha Norte 1 con un nivel de voltaje de 13,8 kV, no alimenta a

ningún pozo, el valor de potencia nominal de esta estación no se encuentra disponible, por lo que se ha procedido a realizar un cálculo aproximado de la potencia máxima que puede llegar a consumir, por medio de los datos de potencia que registra el relé de dicho alimentador.

6.4.1.6. Alimentador Sacha Norte 2

Este alimentador suministra energía eléctrica a 5 pozos con un nivel de voltaje de 13,8 kV, pero adicionalmente está interconectando con la central de generación de Ecuapet, en la Figura N° 6.5. del Anexo 3 se detallan los pozos, ubicación de los fusibles, línea de alimentación, etc. de los alimentadores Sacha Norte 1 y Sacha Norte 2

6.4.1.7. Alimentador Sacha Sur

Este alimentador suministra de energía eléctrica a un pozo y a la estación de producción Sacha Sur con un voltaje de 13,8 kV. En la Figura N° 6.6. del Anexo 3 se presenta este alimentador en forma más detallada.

En la Tabla N° 6.5. se encuentran los valores de la potencia de cada una de las cargas pertenecientes a los alimentadores de Sacha.

Pozos	Alimentador	Pozos	Potencia Nominal (kW)	Potencia Medida (kW)
	SUR		SACH137	105,52
ESTACION			771,13	324,69
NORTE 1		ESTACION	608,79	365,27
		NORTE 2	SACH121	125,00
SACH66B	99,44		50,73	
ESTACION	507,32		365,27	
SACH167	81,98		60,88	
SACH170	125,00		101,46	
SACH175H	450,50		202,93	

Tabla N° 6.5.

6.4.1.8. Alimentadores Lago Este Sur y Norte

Estos tres alimentadores funcionan a 13.8 kV. El alimentador Norte suministra energía eléctrica a 9 pozos y a la estación de producción Lago Norte. El alimentador Sur suministra energía a 3 pozos, dos bombas de reinyección de agua y además alimenta a la subestación Lago Central. El alimentador Este suministra energía a un pozo y a otros sectores con muy poco consumo e importancia en la producción.

En la Tabla N° 6.6. se encuentran los valores de potencia de cada una de las cargas que se encuentran en estos alimentadores. En la Figura N° 6.7. del Anexo 3 se detalla la ubicación de cada una de las cargas.

	Alimentador	Pozos	Potencia Nominal (kW)	Potencia Medida (kW)
	Pozos	NORTE	LAGO13	142,05
LAGO8			162,34	127,85
LAGO29			121,76	109,58
LAGO33			162,34	127,85
LAGO17			152,20	109,58
LAGO02			101,46	69,00
LAGO28			101,46	75,08
ESTACION			131,90	109,58
LAGO01			81,17	28,41
ESTACION			304,39	233,37
LAGO36			121,76	109,58
SUR		REINYECCION	111,61	71,03
		SUBESTACION	81,17	56,82
		LAGO39	142,05	117,70
		LAGO21	182,64	137,99
	ANTENA	101,46	20,29	
	LAGO27	142,05	117,70	
ESTE	LAGO11A	40,59	6,09	
	CAMP	101,46	101,46	
	TORRE	60,88	40,59	
	FIN-LINEA	60,88	32,47	

Tabla N° 6.6.

6.4.1.9. Alimentadores Lago Campos 1 y 2

Estos dos alimentadores suministran energía eléctrica únicamente al campamento base de Lago Agrio con un voltaje de 4.16 kV, debido a la gran cantidad de equipos eléctricos de alta potencia, y a la dificultad de hacer un levantamiento de datos de las potencias nominales de estos equipos, no se dispone de la potencia nominal de estos alimentadores. Sin embargo, utilizando los datos de demanda del relé digital que se tiene para estos los alimentadores, se hace una aproximación de la potencia.

ALIMENTADOR	POTENCIA (kW)
Campo 1	700
Campo 2	580

6.5. FUSIBLES A UTILIZARSE EN LAS CARGAS PROTEGIDAS

Mediante el análisis realizado en los alimentadores primarios de los tres principales centros de carga es posible realizar un cálculo de las corrientes y tiempos de arranque aproximadas de cada uno de los pozos, y de esta manera tener un mejor criterio para dimensionar correctamente los fusibles que van a proteger los equipos eléctricos de cada uno de los pozos

En las Tablas N° 6.7. N° 6.8. y N° 6.9. del Anexo 4 se presentan los valores calculados de las corrientes y tiempos de funcionamiento de los fusibles.

- Columna 2: se presentan los nombres de los alimentadores
- Columna 3: el tipo de arranque de cada una de las bombas eléctricas sumergibles
- Columna 4: el voltaje nominal al que funcionan las bombas eléctricas
- Columna 5: la corriente nominal de las bombas eléctricas
- Columna 6: se presenta la corriente nominal a 13,8 kV
- Columna 7: la corriente medida a 13,8 kV

- Columna 8: se presenta la corriente con la que se dimensionará y coordinará a los fusibles
- Columna 9: la corriente de arranque aproximada
- Columna 10: se presenta el tiempo asumido que se podría tener en el arranque de dichas bombas.
- Columna 11: el tiempo de fusión completa de los fusibles
- Columna 12: se presentan los fusibles que deberían utilizarse para la protección de los equipos de producción.

6.6. PROCEDIMIENTOS PARA LA CALIBRACIÓN Y COORDINACIÓN DE RELÉS

Antes que nada es conveniente aclarar algunos términos que se utilizarán en este tema, como son:

- Tap.- Es un dispositivo que permite variar la sensibilidad del relé, permitiendo que opere con diferentes valores de corriente.
- Pickup.- Es aquella corriente que permite que el relé empiece a operar.
- Dial.- Es aquel que permite variar los tiempos de las curvas características de operación de los relés.

Para la calibración y coordinación de los relés se procede de la siguiente manera:

Primero calcular la potencia de demanda de cada uno de los alimentadores.

Segundo, mediante el cálculo de cortocircuitos se obtiene la sobrecorriente máxima y mínima que se puede producir debido a una falla.

Tercero, se determina la Relación de Transformación de Corriente en base a la corriente nominal de cada alimentador.

Cuarto, se definen las corrientes de falla para las cuales los relés van a actuar, considerando que estos dispositivos de protección tienen dos funciones de

protección para sobrecorriente, la función 51 y la función 50 tanto para fase como para tierra (P y N) que son protecciones temporizadas e instantáneas respectivamente.

Para los criterios de calibración de protecciones que se utilizan en este estudio hay que considerar que debido a que el sistema es pequeño y débil no soporta las corrientes de falla para valores mayores a $3I_n$, causando inestabilidad, por lo que se debe proceder con las precauciones correspondientes.

La protección 51P empezará a funcionar cuando detecte una corriente superior al 140 % de la corriente de carga nominal con lo cual se considera que este alimentador tiene un problema de sobrecorriente, mientras que la protección 50P empezará a funcionar cuando detecte una corriente aproximada a la corriente mínima de cortocircuito franco entre fases o a tierra, aunque no siempre se considerará esa corriente, pues solo servirá como referencia, debido a que en algunos casos la corriente de cortocircuito mínima que se determine puede llegar a ser sumamente grande y si se calibra esta protección para ese valor, puede producir problemas de estabilidad en el sistema llevándolo inclusive al colapso.

Finalmente, se determina el tipo de curvas que se van a utilizar en los relés; debido a que es recomendable utilizar un solo tipo de curva para cada una de las funciones de protección. Se procede a utilizar la curva normalmente inversa para las protecciones 51P y 51N y la curva Inversa Instantánea para las protecciones 50P y 50N en los relés de protección DPU2000R y PCD2000, sin embargo debido a que no siempre se puede utilizar estas curvas, como en el caso del relé REF543 se utilizarán otro tipo de curvas. En la Figura N° 6.8. se presenta la forma de funcionamiento de estas curvas.

Una vez determinados todos estos factores que intervienen en la calibración de los relés, se procede a realizar la calibración de estos equipos, para lo cual se presenta un ejemplo de cómo se realiza dicha calibración.

Cabe considerar que los criterios para el cálculo de los valores del Dial se los realiza exclusivamente para la coordinación entre protecciones, razón por la cual, los valores que se presentan en estos cálculos son tomados de las tablas de coordinación que se explican más adelante.

Se continua para la calibración de las protecciones de tierra

$$\begin{aligned} I_f(\text{tierra}) &= I_{dem} * 0.3 \quad (\text{corriente mínima de sobrecarga por el neutro, para} \\ &= 230 * 0.3 \quad \text{la cual empieza a operar la protección 51N).} \\ &= 69 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{TAP51}(\text{tierra}) &= I_f(\text{tierra}) / RTC \\ &= 69 / 60 = 1.15 \end{aligned}$$

Entonces tenemos:

$$\mathbf{TAP = 1.2 \text{ y además escogemos un dial} = 2.}$$

Para la protección 50P y 50N se procede de la siguiente manera:

$$I_{fm}(\text{fase}) = 600 \text{ A,} \quad (\text{esta es la corriente mínima de cortocircuito})$$

$$\begin{aligned} I_{TAP50}(\text{fase}) &= (I_{fm}(\text{fase}) / RTC) / I_{TAP51}(\text{fase}) \\ &= ((600/60)/5.37) = 1.86 \quad (\text{EL valor del TAP que se debe poner} \\ &\quad \text{en la protección 50P}) \end{aligned}$$

Entonces tenemos:

$$\mathbf{TAP = 1.9, \text{ se escoge un dial} = 4.5}$$

Posterior a estos cálculos se continua con la coordinación, para ello se procede de la siguiente manera:

Primero se definen las zonas de protección principales y de respaldo, para lo cual es necesario tener claro la ubicación de cada uno de los TC's utilizados para los relés, ya que son estos los que definen la zona de protección.

Cuando se determina que las protecciones se las realiza en cascada, es necesario determinar que las curvas de operación de los relés no se traslapen. Para lo cual se hace uso de las curvas de tiempo de los relés y de esta manera se calcula los márgenes de coordinación que permiten una correcta operación de estos dispositivos.

Los cálculos de coordinación se los debe realizar aguas arriba es decir desde la protección más cercana a la carga hasta la que se encuentre más cercana a la fuente.

Para realizar una apropiada calibración y coordinación de los relés, se utilizó un programa diseñado en Excel, el cual proporciona los valores de tiempo corriente para cualquier curva que se seleccione y para cualquier valor de dial y Tap que se desee utilizar, de esta manera se puede optimizar los cálculos de los valores en dicha coordinación. En la Figura N° 6.9. se detalla la utilización del programa de calibración utilizado para realizar este estudio.

56		SSFD NORTE		1
57	DESEA VER CURVA	SI		
58				2
59	IDEM	223,00	A	KV 13,80
60	IFALLA	600,00	A	KV 13,80
61	I INSTANT.			3
62	RTC		60,00	4
63	IN		5,00	5
64	DIAL>		4,50	6
65	DIAL>>		3,00	7
66	KV REAL		13,80	8
67	KV BASE		13,80	9
68	▷		5,20	10
69	▷▷	10,00		1,92
70	(V _L /V _b)	1,00		12
71	FUNCION	51		50
72	TEMP	SI		SI
73	CURVA	NI		II
74	TDEF			
75	A	0,0086		0,046855
76	B	0,0185		0,023457
77	P	0,02		2

Figura N° 6.9.

- 1.- En esta celda se especifica el alimentador al que corresponde la calibración del relé.
- 2.- En esta celda se ubica el valor de la corriente de demanda que tiene este alimentador, este dato tiene que proporcionarlo el usuario y puede variarse conforme los cambios que pueda sufrir el alimentador en análisis.
- 3.- El valor de la corriente de cortocircuito que se asume, para la cual tiene que disparar la protección 50P, este dato se obtiene del Programa de Cálculo de Cortocircuitos (Power World Simulator). Para los diferentes tipos de fallas se escoge el de menor valor asumiendo una impedancia de cortocircuito igual a cero y además considerando que la falla se produjo en el punto más distante del alimentador, este dato puede variarse conforme los cambios que se produzcan en el sistema.
- 4.- Se especifica el valor de la relación de transformación de corriente del TC que envía la señal al relé.
- 5.- A esta celda corresponde el valor de corriente nominal con el cual funciona el relé, se puede seleccionar entre 1 y 5 Amperios.
- 6.- Este valor indica el número del dial con el que se pretende calibrar el relé, para la función de protección 51P.
- 7.- Este valor indica el número del dial con el que se calibra la función 50P del relé.
- 8.- En esta celda se especifica el valor de voltaje al que funciona el alimentador que se va a calibrar
- 9.- Este valor corresponde al voltaje base que se establece para todos los alimentadores.
- 10.-En esta celda se obtiene el resultado del Tap de la protección 51P mediante la fórmula $1.4 * (I_{dem} / RTC)$.

- 11.- En esta celda se obtiene el resultado del Tap de la protección 50P utilizando la fórmula $(I_{fmin} / RTC) / I_{TAP51}$
- 12.- Este valor se obtiene de la fórmula I_{fmin} / RTC
- 13.-Este valor es el voltaje en por unidad, que resulta de la operación entre los valores 8 y 9.
- 14.- Estas celdas especifican las funciones de protección que se van a utilizar.
- 15.- Esta celda permite la opción de utilizar cualquiera de las curvas de tiempo inverso, o en su defecto utilizar la opción de tiempo definido para cualquiera de las dos funciones de protección.
- 16.- Si es que se utiliza la opción de curvas de tiempo inverso especificadas en el ítem anterior; esta celda, permite la opción de utilizar cualquiera de las curvas de tiempo proporcionadas por el relé para la función de protección 50P.
- 17.- Esta celda permite la utilización de las curvas de tiempo para la función de protección 51P.
- 18.- En estas celdas se detallan las constantes utilizadas por el relé para definir las ecuaciones de las curvas de tiempo inverso para la función de protección 50P
- 19.- En estas celdas se detallan las constantes utilizadas por el relé para la función de protección 51P, cabe aclarar que estos valores no son calculados, sino que son estándares para la definición de curvas

Cada una de estas celdas proporcionan información con la cual se realizan los cálculos en las columnas que se encuentran a continuación en el programa de Excel, en donde se encuentran los valores de corriente de operación del relé y los tiempos de funcionamiento de cada una de las funciones de protección. Con estos datos se obtienen las curvas de coordinación semejantes a la mostrada en la Figura N° 6.8. y de esta manera se puede realizar cualquier tipo de cambio en los

settings del relé para tener una adecuada coordinación en el sistema de protección.

Finalmente se comprueba que la coordinación sea correcta, utilizando una tabla de Excel en la cual se detallan las posibles corrientes de falla y sus respectivos aportes.

A continuación se especifica los procedimientos para la coordinación de cada uno de los centros de generación que cuentan con relés de sobrecorriente.

6.6.1. COORDINACIÓN DE LOS RELÉS EN SHUSHUFINDI

En la Figura N° 6.10. del Anexo 3 se presenta un diagrama unifilar de Shushufindi, donde se especifica la ubicación de todos los TC's, así como la definición de las zonas protegidas.

En la Tabla N° 6.10. del Anexo 4 se presenta los valores de tiempo corriente con los que se realizó la coordinación de los relés de Shushufindi Sur, se realiza la coordinación únicamente de este sector ya que es el más conflictivo debido a la cantidad de relés que se encuentran en cascada, así mismo en la Figura N° 6.11. del Anexo 4 se presentan las curvas de los relés que intervienen en la coordinación y se puede apreciar el margen de coordinación entre cada uno de estos dispositivos.

En la Tabla N° 6.11 del Anexo 4 se presenta los valores de calibración y coordinación de la Sección 1, y en la Figura N° 6.12. del Anexo 4 se puede observar las curvas de coordinación de los relés.

En la Tabla N° 6.12. del Anexo 4 se puede observar los valores de calibración y coordinación de la Sección 2, y en la Figura N° 6.13. del Anexo 4 se presentan las curvas de coordinación de los relés.

En la Tabla N° 6.13. del Anexo 4 se detallan los valores de calibración y coordinación de la Sección 3, y en la Figura N° 6.14. del Anexo 4 las curvas de coordinación.

Finalmente en la Tabla N° 6.14. del Anexo 4 se presenta un cuadro de valores de tiempo de coordinación en el que se comprueba si la coordinación de los relés esta correcta y no existe traslape.

6.6.2. COORDINACIÓN DE LOS RELÉS EN SACHA

En la Figura N° 6.15. del Anexo 3 se presenta el diagrama unifilar de Sacha donde se especifica la ubicación de los TC's y así mismo se definen las zonas de protección

Mediante el programa de coordinación en Excel, se procede a calibrar y coordinar los relés ubicados en este sector. En la Tabla N° 6.15. del Anexo 4 se presentan los valores de calibración y coordinación del área de Sacha y en la Figura N° 6.16. del Anexo 4 se presentan las curvas de coordinación.

6.6.3. COORDINACIÓN DE LOS RELÉS EN LAGO

En la Figura N° 6.17. del Anexo 3 se presenta el diagrama unifilar de Lago Agrio, en este diagrama se puede identificar cada uno de los TC's que definen la zona de protección de esta área.

Mediante el programa de coordinación en Excel, se realiza la calibración y coordinación de los relés pertenecientes al área de Lago Agrio, estos valores se presentan en la Tabla N° 6.16. del Anexo 4, y las curvas de coordinación se presentan en la Figura N° 6.18. del Anexo 4.

6.7. COORDINACIÓN RELÉS-FUSIBLES

Para finalizar el proceso de coordinación de protecciones existente en el sistema eléctrico de Petroproducción, se procede a revisar si los fusibles dimensionados para la protección de los pozos se encuentran coordinados entre sí y con los relés ubicados al inicio de los alimentadores.

Debido a que los fusibles de protección tienen una franja de funcionamiento en el que empieza a fundirse cuando la corriente excede el valor de

funcionamiento normal tardando un lapso de tiempo hasta que se funde completamente despejando cualquier falla que se produzca, este retardo de tiempo en el accionamiento completo del fusible requiere que los dispositivos que se encuentran aguas arriba no operen hasta que dicho fusible termine de fundirse y despejar la falla, en caso que el dispositivo que se encuentra aguas arriba también empieza a operar y despeja la falla antes que el fusible, dejará sin servicio eléctrico áreas no involucradas por la falla y además deja incompleto el despeje del fusible, es decir debido a las altas corrientes que se produzcan el fusible empezará a fundirse y a perder las características propias del material que conforma el fusible, consecuentemente éste proveerá una protección incorrecta, además sería sumamente complicado saber cuales son los fusibles que quedaron averiados por esta mala operación, por lo tanto es indispensable que estos dispositivos tengan un margen de coordinación con los dispositivos que se encuentran aguas arriba, que en este caso son los relés.

Es recomendable que el relé opere únicamente cuando la falla ocurra en la línea de distribución primaria, pero cuando ocurra la falla en el área de los equipos de superficie de los pozos, debe funcionar exclusivamente el fusible, de esta manera se reduce el área afectada por la falla y se evitan problemas de fusibles dañados por una operación incompleta.

La forma más apropiada de comprobar que los fusibles tienen un margen de coordinación adecuado con los relés, se lo realiza mediante la graficación de curvas de tiempo tanto de los fusibles como de los relés.

Para esto, fue necesario crear curvas que se asemejen a las curvas características de funcionamiento de los fusibles, una vez obtenida la ecuación que haga posible esta graficación, se procede a comparar las curvas características de los relés con las de los fusibles y observar que no se produzca ningún traslape entre éstas. En la Figura N° 6.19, se presentan las curvas de tiempo de los fusibles y del relé del alimentador Shushufindi Norte, por medio del cual se observa si el margen de tiempo entre estas curvas da como resultado una adecuada coordinación.

6.8. CONCLUSIONES

En el análisis del sistema para la coordinación de protecciones se presentan las siguientes calibraciones de los diferentes tipos de relés digitales existentes en el sistema, las cuales se detallan en la Tabla N° 6.17. para fallas de fase y en la Tabla N° 6.18 para fallas a tierra.

La calibración de las protecciones en los alimentadores primarios, se los realiza de tal manera que se asegura la protección de la línea hasta el extremo más alejado. Y en caso de que este relé no actúe (dispare) deberán operar los relés que se encuentran como respaldos a éste, tratando de evitar que el problema se extienda y afecte a más áreas del sistema.

Cabe mencionar que los relés ubicados en los acoples de barras de Shushufindi Central deben tener habilitados las funciones de protección direccional 67P y 67N, para tener una mejor selectividad de las fallas que podrían producirse. La polarización de esta función de protección es provista mediante el voltaje de secuencia positiva del sistema. La función 67 se ejecuta comparando el voltaje de secuencia positiva con la dirección de la corriente de secuencia positiva.

Para la coordinación de protecciones se ha utilizado los gráficos de las curvas de operación de fusibles y relés, que antiguamente se los realizaba mediante gráficos manuales en papel logarítmico. Actualmente, gracias a lenguajes de alto nivel como el Excel y el Visual Basic, se facilita la graficación de estas curvas, ayudando grandemente en la coordinación.

Cabe indicar que varias de las curvas de coordinación de cada una de las secciones graficadas en las figuras correspondientes al Anexo 4 se encuentran traslapadas debido a que no todas están en cascada, sino que están en paralelo.

CALIBRACIÓN PARA PROTECCIONES DE FASE

SHUSHUFINDI

RELE	51 (LOW)			50 (HIGH)			INSTANTANEO		RTC
	CURVA	PICKUP	DIAL	CURVA	PICKUP	DIAL	PICKUP	DIAL	
CAMPAMENTO	NI	8.4	8	II	4.2	2			20
SUR (REF CENTRAL)	NI	1.26	0.6	T.DEF	3.2	0.05	6	0.01	60
NORTE	NI	5.2	4.5	II	1.9	2			60
LAGO	NI	5.1	4	II	2.9	1.8			40
SACHA	NI	4.9	5	II	2.6	2			60
TYPHOON	NI	6.3	6	II	3.4	2.5			40
TB1	NI	5.3	5	II	3.8	2.5			40
TB2	NI	5.3	5.2	II	3.3	3			40
TA3	NI	10.5	6	II	3.8	2.5			20
SUR (TPU CENTRAL)	NI	2.2	6	II	2.6	1.6			30
SUR (REF SUR)	NI	0.41	0.65	T.DEF	1.08	0.05	2.15	0.01	40
SUR (PCD SUR)	NI	4.9	5.5	II	2.7	1.4			60
SUR (PCD SUR-CENT.)	NI	4.3	4	II	2.7	1.5			60
SUR(REF SUR-CENT.)	NI	0.96	0.4	T.DEF	2.33	0.05	5.7	0.01	60
SUR (PCD SUROESTE)	NI	4.1	4	II	2.7	1.5			60
SUR REF SUROESTE)	NI	0.89	0.4	T.DEF	2.33	0.05	5.7	0.01	60
DPU (TAS - SECC3)	NI	1.8	6.6	II	6.8	2.7			160
DPU (PPR-PIN)	NI	6.1	7.5	II	1.8	2			160
DPU (SECC1)	NI	12	10	II	2.8	1.5			60
DPU (SECC2)	NI	12	10	II	5.8	1.6			30
DPU (SECC3)	NI	12	10	II	6.1	1.7			30
TA1 Y TA2	NI	3.5	5.5	II	3.8	1.9			60
DPU (SECC3-TAS)	NI	1.4	6.3	II	6.9	2.5			60
DIREC SEC1	NI	12	10	II	2.4	1.5			60
DIREC SEC2	NI	12	10	II	3.9	1.6			30
DIREC SEC3	NI	12	10	II	4.2	1.5			30

TABLA N°6.17.a.

SACHA

RELE	51			50			RTC
	CURVA	PICKUP	DIAL	CURVA	PICKUP	DIAL	
DPU NORTE2	NI	12	6	II	2.5	3	40
DPU NORTE2 DIREC.	NI	2.2	3.5	II	3.3	1.4	40
DPU NORTE1	NI	2.2	4	II	3.6	1.5	25
DPU SACHA-SSFD	NI	3.3	4.5	II	3	1.8	80
TPU SSFD->SACHA	NI	2.8	3.5	II	2.86	1.4	40
DPU SUR	NI	3.6	3.5	II	3.3	1.8	25
GPU TA	NI	3.5	5.5	II	3.8	1.8	60
GPU TB	NI	5.7	4.5	II	2.6	2	120
TPU 1 Y TPU 2	NI	4.7	4	II	2.1	1.8	120
CAMPAMENTO	NI	2.3	4	II	7.2	1.2	60

TABLA N° 6.17.b.

LAGO

RELE	51			50			RTC
	CURVA	PICKUP	DIAL	CURVA	PICKUP	DIAL	
LAGO->SSFD	NI	3.6	3.3	II	4.2	1.8	120
CAMPO1	NI	3.3	2	II	3	1.2	60
CAMPO2	NI	2.5	2	II	3.3	1.2	60
CAMPOS	NI	5.6	2.8	II	3.9	1.6	60
TA1 - TA2	NI	4	3	II	5	1.5	60
TB	NI	4.3	4.5	II	5.1	2.1	120
LAGO NORTE	NI	3.9	3.5	II	5	1.5	25
LAGO SUR	NI	1.6	3	II	5	1.3	25
LAGO ESTE	NI	1	3	II	5.6	1.3	25
S/E 13.8 KV	NI	4.1	4	II	4.9	2	60

TABLA N° 6.17.c.

CALIBRACIÓN PARA PROTECCIONES DE NEUTRO

SHUSHUFINDI

RELE	51N			50N			INSTANTÁNEO		RTC
	CURVA	PICKUP	DIAL	CURVA	PICKUP	DIAL	PICKUP	DIAL	
CAMPAMENTO	NI	3	6	II	5	1.6			20
SUR (REF CENTRAL)	NI	0.4	0.65	T.DEF	2.16	0.5	4.78	0.01	60
NORTE	NI	1.3	4	II	7.3	1.6			60
LAGO	NI	1.5	4	II	7.5	1.8			40
SACHA	NI	1.3	5	II	7.3	1.6			60
TYPHOON	NI	1.9	6	II	7.4	1.8			40
TB1	NI	1.6	5	II	7.8	1.8			40
TB2	NI	1.6	5.2	II	7.8	1.8			40
TA3	NI	3.2	4	II	7.8	1.2			20
SUR (TPU CENTRAL)	NI	0.7	6.5	II	5.6	2.4			30
SUR (REF SUR)	NI	0.14	0.7	T.DEF	0.75	0.6	1.55	0.01	40
SUR (PCD SUR)	NI	1.5	6	II	6.1	2			60
SUR (PCD SUR-CENT.)	NI	1.4	4	II	5.6	1.5			60
SUR (REF SUR-CENT.)	NI	0.29	0.45	T.DEF	1.67	0.4	4.33	0.01	60
SUR (PCD SUROESTE)	NI	1.3	4	II	5.8	1.5			60
SUR(REF SUROESTE)	NI	0.27	0.45	T.DEF	1.83	0.4	4.33	0.01	60
DPU (TAS - SECC3)	NI	1.4	8	II	7.4	2.5			160
DPU (PPR-PIN)	NI	1.8	7.5	II	4.9	2			160
DPU (SECC1)	NI	4.2	10	II	6.6	2			60
DPU (SECC2)	NI	7	10	II	6.9	2			30
DPU (SECC3)	NI	7	10	II	7.2	2			30
TA1 Y TA2	NI	1.1	6	II	7.6	1.8			60
DPU (SECC3-TAS)	NI	1.1	6	II	7.8	2			60
DIREC SEC1	NI	4.2	10	II	4.8	2.4			60
DIREC SEC2	NI	7	10	II	4.1	2.4			30
DIREC SEC3	NI	7	10	II	4.8	2.4			30

TABLA N° 6.18.a

SACHA

RELE	51			50			RTC
	CURVA	PICKUP	DIAL	CURVA	PICKUP	DIAL	
DPU NORTE2	NI	4	6	II	9.9	2.5	25
DPU NORTE2 DIREC.	NI	0.9	4.8	II	11.5	1.5	25
DPU NORTE1	NI	0.6	4.5	II	12	1.4	25
DPU SACHA-SSFD	NI	0.9	5.2	II	8.4	2.5	80
TPU SSFD->SACHA	NI	0.8	5.5	II	9.4	2.5	40
DPU SUR	NI	0.9	5	II	11.1	1.5	25
GPU TA	NI	1.3	5.5	II	11.5	1.7	60
GPU TB	NI	1.5	5.5	II	7.2	2.2	120
TPU 1 Y TPU 2	NI	1.3	5	II	7.1	2	120
CAMPAMENTO	NI	0.8	4	II	8.4	1.3	60

TABLA N° 6.18.b.

LAGO

RELE	51			50			RTC
	CURVA	PICKUP	DIAL	CURVA	PICKUP	DIAL	
LAGO->SSFD	NI	1	5.1	II	7.5	2	120
CAMPO1	NI	0.9	3.5	II	11.1	1.3	60
CAMPO2	NI	0.7	3.5	II	9.6	1.3	60
CAMPOS	NI	1.3	4	II	9.6	1.8	60
TA1 - TA2	NI	1.3	5	II	10.2	2	60
TB	NI	1.4	6	II	8.3	2.2	120
LAGO NORTE	NI	1.1	4.5	II	10.9	1.6	25
LAGO SUR	NI	0.5	4	II	12	1.5	25
LAGO ESTE	NI	0.4	4	II	12	1.4	25
S/E 13.8 KV	NI	1.2	5	II	8.2	2	120

TABLA N° 6.18.c.

COORDINACION DE FUSIBLES Y RELES PARA SSFD NORTE Y CAMPAMENTO

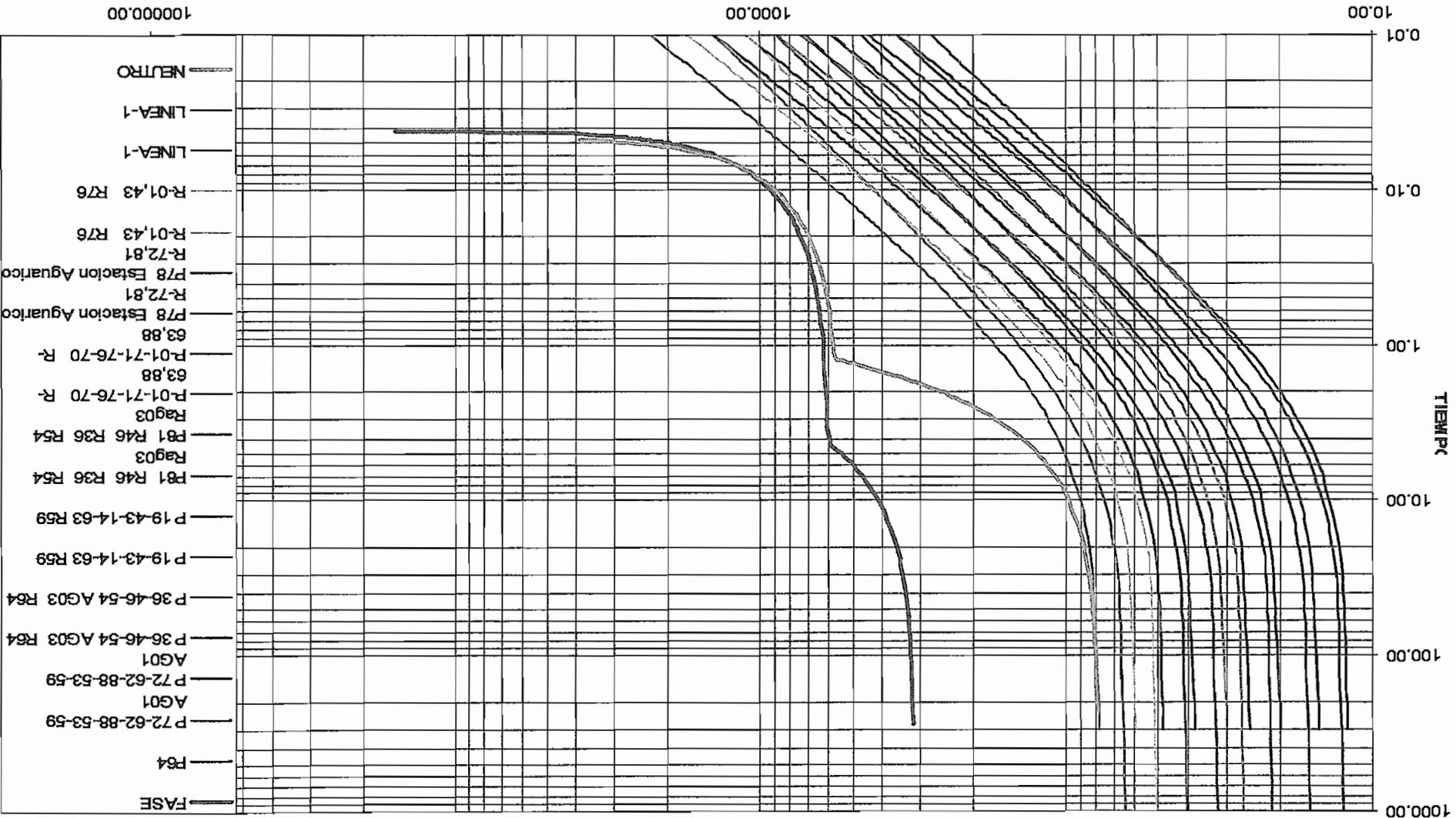


TABLA N.º 6.19.

CORRIENTE

TIEMPO

10000.00

1000.00

10.00

0.01

0.10

1.00

10.00

100.00

1000.00

NEUTRO

LINEA-1

LINEA-1

R-01,43 R76

R-01,43 R76

R-72,81

P78 Estacion Aguatico

R-72,81

P78 Estacion Aguatico

63,88

P-01-71-76-70 R-

63,88

P-01-71-76-70 R-

Rag03

P81 R46 R36 R54

Rag03

P81 R46 R36 R54

P19-43-14-63 R59

P19-43-14-63 R59

P36-46-54 AG03 R64

P36-46-54 AG03 R64

AG01

P72-62-88-53-59

AG01

P72-62-88-53-59

R64

FASE

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se enumeran las conclusiones y recomendaciones que se han obtenido en base a los resultados del presente trabajo.

Con los parámetros de calibración seleccionados para los diferentes relés del sistema eléctrico de Petroproducción, se ha podido mejorar la selectividad del sistema y por ende la confiabilidad, seguridad y calidad del servicio eléctrico para el consumo tanto en los equipos de extracción de los pozos así como los diferentes talleres, oficinas y laboratorios necesarios en la producción de petróleo, evitando de esta manera daños en los equipos y disminuyendo pérdidas innecesarias de producción.

Se puede observar que para tener un buen sistema de protecciones no solamente es necesario contar con dispositivos de protección de última tecnología que sean flexibles y amigables al usuario, además se debe realizar un detallado y apropiado estudio de flujos de potencia y cortocircuitos para obtener una adecuada calibración y coordinación del sistema de protecciones, puesto que si no se cuenta con alguno de estos dos factores, el sistema de protecciones estaría incompleto y por lo tanto no brindaría seguridad y confiabilidad al sistema eléctrico de potencia.

Cabe considerar que gracias a la calibración de las funciones de protección para fallas de sobrecorriente realizadas en este estudio se ha mejorado la confiabilidad del sistema eléctrico; sin embargo, es indispensable la calibración para otras funciones de protección como: sobrevoltaje, bajo voltaje, sobre frecuencia, baja frecuencia, etc., ya que debido a las condiciones ambientales y geográficas tan adversas que afronta el sistema eléctrico de Petroproducción, lo hacen vulnerable a diversos tipos de fallas y que sin una adecuada protección podrían provocar graves problemas.

Los estudios realizados en esta tesis permiten minimizar los efectos de las fallas y condiciones anormales dentro de este sistema, sin embargo es imprescindible buscar la manera de disminuir este tipo de problemas. El primer paso a seguir es analizar cuales son las principales causas para que se produzcan estas fallas, estadísticamente se ha determinado que los principales causas de fallas es el crecimiento incontrolable de la vegetación cercana a las líneas de transmisión y distribución de energía, además la falta de mantenimiento de los aisladores que sumado al vandalismo en contra de los equipos eléctricos que se han registrado en la zona provoca no solamente problemas de fallas por sobrecorriente sino además problemas de desequilibrio de fases, pérdidas innecesarias de energía, daños en los equipos, etc. La manera más factible para reducir estas fallas es mediante un control adecuado, permanente y frecuente de todas las líneas de transmisión y distribución, realizando desbroces de maleza y mantenimiento de líneas y equipos, pero debido a que este sistema es considerablemente grande y a las condiciones geográficas del área, esta labor se torna sumamente lenta, haciéndose necesario la contratación de más personal que pueda realizar este trabajo de manera más óptima.

Es importante que se tome en cuenta el crecimiento del SEIP puesto que diariamente se siguen construyendo líneas de alimentación o de interconexión con nuevas áreas de generación y producción, lo cual hace necesario que se realicen oportunamente estudios del impacto de estos cambios en el sistema de protecciones.

En la recopilación de datos para el análisis del sistema, fue muy útil la información proporcionada por el Departamento de Mantenimiento de Petroproducción – Sección Energética; sin embargo, debido a que el sistema es sumamente dinámico ya que constantemente se incrementan o retiran pozos o se cambia la capacidad de las bombas de extracción o se incorpora bombas de reinyección de agua; y, la información de estos cambios no se actualiza con la misma rapidez con la que varía el sistema, se hizo necesario la confirmación de varios de los datos proporcionados, pues se tenía cierta duda de su veracidad, por lo tanto se recomienda agilizar la actualización de datos para facilitar los

distintos estudios que necesita un Sistema Eléctrico conforme varían sus condiciones a través del tiempo.

Los diferentes relés basados en microprocesadores, ofrecen grandes ventajas en su manipulación, adaptación a cualquier tipo de sistemas, posibilidad de monitoreo y control e infinidad de opciones en su configuración, sin embargo, se requiere de un adecuado manejo, ya que con todas las posibilidades que ofrecen estos dispositivos, sería un desperdicio de recursos si no se los llega a utilizar en todo su potencial. Por lo que se recomienda la capacitación especializada en este tipo de relés del personal técnico encargado del manejo de éstos.

Los diferentes relés digitales que se encuentran ubicados en los alimentadores, generadores, transformadores y en barras han presentado varios problemas operativos, debido sobre todo a la falta de mantenimiento técnico, a pesar de que existe el equipo necesario para realizar las pruebas adecuadas en cada uno de los relés, no se cuenta con el personal necesario para realizar esta labor de manera permanente, los técnicos delegados a este trabajo no han podido encargarse de estos problemas debido a múltiples ocupaciones en otras áreas del departamento eléctrico, por lo tanto se recomienda designar personal exclusivo únicamente dedicada a esta gestión.

La saturación de las memorias es uno de los principales problemas con los relés digitales, esta saturación se debe a la acumulación de todos los datos almacenados, haciendo que el sistema operativo del relé empiece a funcionar de manera defectuosa, en algunos casos los problemas se dan en el almacenamiento de datos como por ejemplo los perfiles de carga, que almacenan en la memoria del relé los valores de corriente y voltaje cada determinado tiempo, pero debido a la mala operación se almacenan datos erróneos e inclusive se pierden muchos de estos datos o imposibilita la adquisición de estos valores; en otros casos no se puede acceder a realizar cambios en la configuración de los relés debido a que no aceptan las contraseñas establecidas con anterioridad; además no se puede recopilar la información de los registros oscilográficos, los

cuales son muy importantes para establecer los tipos de fallas que se han producido y de esta manera tener mejores criterios en la planificación y estudio de las protecciones; e inclusive, los problemas más graves que estos relés causan en varias ocasiones es que las funciones de protección configuradas no funcionan de manera correcta, provocando serios inconvenientes en el sistema. Estos problemas pueden ser resueltos mediante la actualización del firmware que se encarga de limpiar las memorias y corregir el sistema operativo del relé. Por lo que se recomienda que se tomen las medidas correspondientes, en colaboración con la empresa proveedora de estos equipos de protección, ya que es ésta la encargada de garantizar el buen funcionamiento de sus equipos sobre todo en la parte del software.

En cuanto al aprovechamiento y buen uso de los relés, es importante implementar una red que permita obtener los datos y calibración remota desde un centro de programación, esto ayudaría a monitorear el estado de todos los relés y también registrar la información necesaria para posteriores estudios del sistema.

En los reconectores ubicados en los alimentadores primarios se ha descuidado su mantenimiento durante mucho tiempo, a pesar de la adquisición de varios reconectores nuevos de tecnología digital, todavía existen reconectores muy antiguos que no se han revisado en absoluto, y debido a la falta de mantenimiento preventivo, se han presentado problemas en la capacidad de funcionamiento, problemas de control, problemas de aislamiento, entre otros, que sumados al medio ambiente tan variable y perjudicial para equipos electrónicos existente en la región hacen que sea inevitable y urgente la formación de un grupo de técnicos o a su vez la contratación de una empresa privada que se encarguen del mantenimiento preventivo y correctivo de todos los reconectores y disyuntores existentes en el sistema, puesto que si no se puede prevenir este tipo de problemas de nada serviría calibrar los relés y dimensionar los fusibles porque los equipos no protegerían adecuadamente al sistema.

Se recomienda realizar las pruebas respectivas tanto de los CT's como de los PT's para verificar su buen funcionamiento, ya que nunca se han realizado

desde su instalación hace más de 20 años. De igual manera es recomendable realizar permanentemente pruebas que permitan verificar el buen funcionamiento de los tableros donde se encuentran ubicados los instrumentos de medición y protección ya que éstos solamente se revisan y prueban cuando existe algún problema operativo.

En cuanto al cambio de los fusibles en los seccionadores que, de acuerdo al dimensionamiento realizado en el presente estudio se recomienda utilizar en los ramales y pozos alimentados por el sistema, se torna sumamente complicado debido a que la instalación de dichos dispositivos implica la suspensión de energía hacia algunos pozos y por ende la pérdida de producción, por lo cual se hace necesario esperar a que se realicen otros trabajos que impliquen la suspensión de servicio eléctrico para empezar con el cambio de fusibles en los diferentes alimentadores del sistema. Por lo que se recomienda la adquisición inmediata de los fusibles necesarios para estos cambios y además programar su cambio cuando se realicen dichos trabajos en los alimentadores o inclusive realizar estos trabajos a pesar de las pérdidas de producción que esto implica, caso contrario los problemas por motivo de fallas continuarán perjudicando la producción.

Para el estudio de flujos de potencia del Sistema Eléctrico Interconectado de Petroproducción se utilizó el programa computacional de simulación POWER WORLD SIMULATOR, este programa permite obtener datos confiables tanto de voltaje, potencia, así como de fallas dentro del sistema, sin embargo, debido a que este es un programa didáctico no ofrece toda la información que es necesaria para los estudios de una empresa tan importante como es Petroproducción ya que los datos que proporciona este programa son muy generales, por lo que se recomienda la adquisición de programas de simulación profesionales, que permitan realizar estudios de flujos de potencia más detallados en cuanto a la información que se entrega al programa y que se recibe de éste, además sería muy ventajoso la utilización de programas de estabilidad, de modelación de cargas y generadores y de estudios de cortocircuitos, así como la respectiva capacitación en estos programas.

Una de las herramientas más útiles para la calibración y coordinación de los relés de protección de sobrecorriente realizado en esta tesis fue un programa elaborado en Excel, el cual permite visualizar al mismo tiempo varias curvas de protección tiempo-corriente, cambiar los taps y los diales, cambiar la relación de transformación de los TC's, el voltaje al que se encuentran los alimentadores, etc. A pesar de la sencillez de este programa, éste facilita y agiliza el análisis de todas las posibles calibraciones que se puede realizar en los relés y nos permite escoger la mejor opción después de revisar todas las posibilidades. Por lo que se recomienda que este tipo de programas sea utilizado de manera didáctica, pues permite comprender de mejor manera todos los pasos que se deben seguir para realizar una correcta coordinación y calibración de las protecciones.

REFERENCIAS

1. ABB POWER T&D COMPANY INC., Protective Relaying Theory and Applications, Coral Springs, USA. 1994.
2. ESCUELA POLITECNICA NACIONAL: Tesis de Grado, "Estudio de la Interconexión del Área Libertador al Sistema Interconectado de Petroproducción". Ing. Luis Obando. 1999.
3. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL: Tesis de Grado, "Análisis del sistema eléctrico de Petroamazonas". Ing. Rafael Checa. 1994
4. EDUARDO ORDUÑA, "Curso de Postgrado: Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia". FUNDACION UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN INSTITUTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, 2001.
5. ABB: "Instructions Distribution Protection Unit 2000R", ABB Power T&D Company Inc. USA.
6. ENRÍQUEZ HARPER, Protección de Instalaciones Eléctricas Industriales y Comerciales, Editorial Limusa Segunda Reimpresión, México, 1996.
7. WILLIAM STEVENSON, Análisis de Sistemas de Potencia, McGraw-Hill Primera Edición, México, 1995.
8. RUSSELL MASON, El Arte y la Ciencia de la Protección por Relevadores, Editorial Continental S.A. Cuarta impresión, México, 1976.
9. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL: Tesis de Grado, "Estudio de Factibilidad para la Automatización de la Operación del Sistema Eléctrico Interconectado de Potencia de Petroproducción (S.E.I.P.)" Ing. Carlos Ruiz. 1999.

10. WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION, Transmission and Distribution Reference Book, East Pittsburgh, Pennsylvania USA, 1964.
11. JORGE BRITO, Coordinación de Protecciones, Petroecuador, Quito Ecuador, 1998.
12. MCGRAW-EDISON POWER SYSTEMS DIVISION, Distribution System Protection Manual, 1976.
13. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL: Tesis de Grado, "Protección Medida Monitoreo y Control de Alimentadores, basado en la Unidad de Protección Digital REF 543", Ing. Raúl Cubillo, 2001
14. PETROPRODUCCIÓN, "Datos Actualizados del Sistema Eléctrico Interconectado de Petroproducción", Mantenimiento – Sección Energética, Lago Agrio, 2002.

A N E X O 1

DIAGRAMAS UNIFILARES Y GEOGRÁFICOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA DE PETROPRODUCCIÓN

A N E X O 2

IMPEDANCIAS DE SECUENCIA Y FLUJOS DE POTENCIA DEL **S.E.I.P.**

CALCULO DE IMPEDANCIAS DE SECUENCIA DE LAS LINEAS DE SUBTRANSMISION

PARA 34.5/69 KV
(4/0)

Z1: 0.2677 + j 0.48828 (ohm / km)

Z2: 0.2677 + j 0.48828 (ohm / km)

Zo: 0.5532 + j 1.07036 (ohm / km)

S Base :	10	MVA
VBase :	34.5	kV
ZBase :	119.0	ohm

S Base :	10	MVA
VBase :	69	kV
ZBase :	476.1	ohm

NOMBRE	DISTANCIA (km)	Z1 = Z2				Zo			
		R (ohm)	X (ohm)	R (pu)	X (pu)	R (ohm)	X (ohm)	R (pu)	X (pu)
LAG / PARAH (69)	20	5.3540	9.76560	0.0112	0.0205	11.064	21.4072	0.0232	0.0450
PARAH / ATACAP (34,5)	6	1.6062	2.92968	0.0135	0.0246	3.3192	6.42216	0.0279	0.0540
ATACAP / SSFD (34,5)	27	7.2279	13.18356	0.0607	0.1108	14.9364	28.89972	0.1255	0.2428
SSFD / SACHA (34,5)	41	10.9757	20.01948	0.0922	0.1682	22.6812	43.88476	0.1906	0.3687
SSFD SUR (69)	7	1.8739	3.41796	0.0039	0.0072	3.8724	7.49252	0.0081	0.0157
FUTURA INTERCONEXION									
SACHA/CULEBRA (69)	19.5	5.2202	9.52146	0.0110	0.0200	10.7874	20.87202	0.0227	0.0438
CULEBRA/YUCA (69)	16	4.2832	7.81248	0.0090	0.0164	8.8512	17.12576	0.0186	0.0360
ATACAP / SECOYA (69)	15	4.0155	7.3242	0.0084	0.0154	8.298	16.0554	0.0174	0.0337

TABLA N° 4.1.

CALCULO DE IMPEDANCIAS DE SECUENCIA PARA ALIMENTADORES PRIMARIOS

PARA **Z1:** 0.39 +j 0.4959 (ohm / km)
4.16 / 13.8 KV **Z2:** 0.39 +j 0.4959 (ohm / km)
(4/0) **Zo:** 0.6674 +j 1.46 (ohm / km)

PARA **Z1:** 0.585 +j 0.5413 (ohm / km)
4.16 / 13.8 KV **Z2:** 0.585 +j 0.5413 (ohm / km)
(1/0) **Zo:** 0.9182 +j 1.4568 (ohm / km)

S Base :	100	MVA
VBase :	13.8	kV
ZBase :	1.9	ohm

S Base :	100	MVA
VBase :	4.16	kV
ZBase :	0.2	

CON CONDUCTOR 4/0 PARA TODOS LOS ALIMENTADORES

NOMBRE	DISTANCIA (km)	Z1 = Z2				Zo			
		R (ohm)	X (ohm)	R (pu)	X (pu)	R (ohm)	X (ohm)	R (pu)	X (pu)
LAGO									
LAGO NORTE (13.8)	17.22	6.71580	8.53940	3.5265	4.4840	11.492628	25.1412	6.0348	13.2016
LAGO NORTE ALIMENT. (13.8)	5.74	2.23860	2.84647	1.1755	1.4947	3.830876	8.3804	2.0116	4.4005
LAGO ESTE (13.8)	5	1.95000	2.47950	1.0239	1.3020	3.337	7.3	1.7523	3.8332
LAGO SUR (13.8)	8.65	3.37350	4.28954	1.7714	2.2524	5.77301	12.629	3.0314	6.6315
LAGO CAMPO 1 (4.16)	2.34	0.91260	1.16041	5.2734	6.7054	1.561716	3.4164	9.0243	19.7416
LAGO CAMPO 2 (4.16)	1.02	0.39780	0.50582	2.2987	2.9229	0.680748	1.4892	3.9337	8.6053
LAGO OLEODUCTO (4.16)	1	0.39000	0.49590	2.2536	2.8655	0.6674	1.46	3.8566	8.4366
SHUSHUFINDI									
SSFD NORTE (13.8)	30.7	11.97300	15.22413	6.2870	7.9942	20.48918	44.822	10.7589	23.5360
SSFD NORTE ALIMENT.(13.8)	10.2	3.99100	5.07471	2.09567	2.66473	6.82973	14.94067	3.58629	7.84534
SSFD SUR CENTRAL (13.8)	15.6	6.08400	7.73604	3.1947	4.0622	10.41144	22.776	5.4670	11.9597
SSFD SUR CENTRAL ALIM.(13.8)	5.2	2.02800	2.57868	1.0649	1.3541	3.47048	7.592	1.8223	3.9866
SSFD SUR SUROESTE (13.8)	10.4	4.05600	5.15736	2.1298	2.7081	6.94096	15.184	3.6447	7.9731
SSFD SUR SUROESTE ALIM. (13.8)	3.5	1.35200	1.71912	0.7099	0.9027	2.31365	5.061	1.2149	2.6577
SSFD LOCAL 1 (13.8)	0.1	0.03900	0.04959	0.0205	0.0260	0.06674	0.146	0.0350	0.0767
SSFD LOCAL 2 (13.8)	0.1	0.03900	0.04959	0.0205	0.0260	0.06674	0.146	0.0350	0.0767
SSFD LOCAL 3 (13.8)	0.1	0.03900	0.04959	0.0205	0.0260	0.06674	0.146	0.0350	0.0767
SSFD OESTE (13.8)	1.4	0.54600	0.69426	0.2867	0.3646	0.93436	2.044	0.4906	1.0733
CABLE 4/0 (13.8 KV)	0.7	0.27300	0.34713	0.1434	0.1823	0.46718	1.022	0.2453	0.5367

SACHA									
SACHA NORTE 1 (13.8)	2.6	1.01400	1.28934	0.5325	0.6770	1.73524	3.796	0.9112	1.9933
SACHA NORTE 2 (13.8)	24.21	9.44190	12.00574	4.9579	6.3042	16.157754	35.3466	8.4844	18.5605
SACHA SUR (13.8)	14.14	5.51460	7.01203	2.8957	3.6820	9.437036	20.6444	4.9554	10.8404
SACHA CAMPO 1(4.16)	2	0.78000	0.99180	4.5072	5.7311	1.3348	2.92	7.7131	16.8732
SACHA LOCAL 1(4.16)	0.1	0.03900	0.04959	0.2254	0.2866	0.06674	0.146	0.3857	0.8437
SACHA OLEODUCTO (4.16)	0.1	0.03900	0.04959	0.2254	0.2866	0.06674	0.146	0.3857	0.8437
LIBERTADOR									
ATACAPI (13.8)	5.39	2.10210	2.67290	1.1038	1.4035	3.597286	7.8694	1.8889	4.1322
PARAHUACO (13.8)	7.77	3.03030	3.85314	1.5912	2.0233	5.185698	11.3442	2.7230	5.9568

TABLA N° 4.2.

Primera Condición para el Cálculo de los Flujos de Potencia

Datos de Generadores				Datos de las Cargas			
Número	Gen MW	Gen Mvar	PU Volt	Número	MW	Mvar	MVA
2	1.2	0.45	1.07	6	1.2	0.74	1.41
3	1.2	0.45	1.07	8	0.64	0.39	0.75
4	1.2	0.45	1.07	9	1.35	0.8	1.57
5	1.4	0.6	1.07	13	1	0.58	1.16
11	1.8	1.4	1.04	20	2.45	1.3	2.77
12	0.6	0.54	1.04	24	3.95	1.9	4.38
18	3.6	1.95	1	25	3.85	2.05	4.36
19	0.6	0.5	1.02	26	0.09	0.07	0.11
29	1.8	1.4	1	28	0.19	0.14	0.24
33	0.7	0.5	1.02	30	2	1.1	2.28
34	0.7	0.5	1.02	36	1.75	1.05	2.04
37	0	0	1.03	42	0.9	0.5	1.03
38	0.7	0.4	1.05	44	0.5	0.26	0.56
39	1.8	1.3	1.03	50	0.1	0.06	0.12
47	1.8	1.4	0.99	51	0.08	0.04	0.09
48	0.7	0.6	0.99	53	0.58	0.3	0.65
49	0.7	0.5	0.99	54	0.37	0.17	0.41
62	1.25	0.85	1.04	55	1.42	0.49	1.5
63	1.25	0.85	1.04	57	0.66	0.34	0.74
64	1.25	0.85	1.04	58	0.86	0.46	0.98
65	1.25	0.85	1.04	60	1.7	0.84	1.9
67	1.8	1.4	1	66	0.7	0.35	0.78

TABLA N° 4.3.a.

Datos de Barras					
Número	PU Volt	Angulo (Deg)	Número	PU Volt	Angulo (Deg)
1	1.04876	8.22	35	1.03073	1.5
2	1.01843	11.47	36	0.97911	-0.12
3	1.01843	11.47	37	1.03073	1.5
4	1.01843	11.47	38	1.05012	3.16
5	1.02477	11.98	39	1.03118	1.5
6	1.04806	8.16	40	0.99426	-1.39
7	1.03194	7.26	41	0.97196	-3.02
8	1.03149	7.24	42	0.95398	-4.87
9	1.02679	7.1	43	0.97007	-3.28
10	1.0368	7.79	44	0.9609	-4.31
11	1.03704	7.82	45	0.96913	-3.95
12	1.03724	7.79	46	0.98491	-6.06
13	1.03096	7.62	47	0.98572	-6.04
14	1.02977	5.32	48	0.98548	-6.06
15	0.99804	1.92	49	0.98545	-6.06
16	0.99889	0.13	50	0.98191	-6.15
17	0.9987	0.1	51	0.98278	-6.14
18	1	0	52	0.96903	-8.12
19	1.01652	1.12	53	0.9603	-8.46
20	0.9991	-0.03	54	0.96598	-8.25
21	0.99205	-1.7	55	0.93144	-10.06
22	0.98964	-1.8	56	0.98068	-6.21
23	0.99456	-3.61	57	0.97164	-6.56
24	0.92629	-5.53	58	0.96864	-6.66
25	0.94376	-4.9	59	0	0
26	0.99886	0.13	60	0.90324	-3.64
27	0.9985	0.09	61	0.99501	-3.6
28	0.99844	0.08	62	1.03282	-0.25
29	0.99862	0.08	63	1.03282	-0.25
30	0.95738	-1.36	64	1.03282	-0.25
31	1.00494	0.18	65	1.03282	-0.25
32	1.0202	1.35	66	0.87954	-4.64
33	1.02062	1.35	67	0.999	0.13
34	1.02062	1.35	68	0.90324	-3.64

TABLA N° 4.3.b.

Datos de las Líneas								
From Number	To Number	Xfmr	From Amps	From Mvar	From MVA	From MW	MW Loss	Mvar Loss
1	2	Yes	50.1	-0.4	1.3	-1.2	0	0.08
1	3	Yes	50.1	-0.4	1.3	-1.2	0	0.08
1	4	Yes	50.1	-0.4	1.3	-1.2	0	0.08
1	5	Yes	59.2	-0.5	1.5	-1.4	0	0.11
1	6	No	56.3	0.7	1.4	1.2	0	0
7	1	No	155.5	-0.8	3.8	-3.8	0.05	0.08
7	8	No	30.3	0.4	0.7	0.6	0	0
7	9	No	63.9	0.8	1.6	1.4	0	0.01
7	10	Yes	31.1	-0.3	0.8	-0.7	0	0.01
7	10	Yes	31.1	-0.3	0.8	-0.7	0	0.01
14	7	Yes	51.3	-0.1	3.2	-3.2	0	0.11
10	11	No	263.6	-0.8	2	-1.8	0	0
10	12	No	99.6	-0.4	0.7	-0.6	0	0
10	13	No	155.6	0.6	1.2	1	0	0.01
14	15	No	51.3	0.1	3.2	3.2	0.09	0.19
15	16	Yes	51.3	-0.1	3.1	3.1	0	0.1
17	16	No	69.8	0.5	1.7	-1.6	0	0
16	21	Yes	151.4	1.7	3.6	3.2	0	0.13
16	26	No	4.8	0.1	0.1	0.1	0	0
16	67	No	95.5	-1.4	2.3	-1.8	0	0
18	17	No	34.9	0.5	0.8	-0.6	0	0
17	27	No	39.9	0	1	1	0	0
18	19	Yes	32.1	-0.5	0.8	-0.6	0	0.02
18	20	No	116.1	1.3	2.8	2.5	0	0
40	18	Yes	41	-0.5	2.4	-2.4	0	0.06
21	22	No	30	1.6	3.6	3.2	0.01	0.01
22	23	Yes	30	1.6	3.5	3.2	0	0.12
23	24	No	198	2.2	4.7	4.2	0.22	0.28
23	25	No	193.4	2.3	4.6	4	0.16	0.2
23	61	No	244.9	-3	5.8	-5	0	0
27	28	No	9.9	0.1	0.2	0.2	0	0
27	29	No	95.5	-1.4	2.3	-1.8	0	0
27	30	No	224.8	2.7	5.4	4.6	0.13	0.22
27	31	No	105.4	-1.4	2.5	-2.1	0.01	0.01
30	60	No	125.1	1.4	2.9	2.5	0.09	0.17
31	32	Yes	105.4	-1.4	2.5	-2.1	0	0.06
32	33	Yes	115.9	-0.5	0.9	-0.7	0	0
32	34	No	115.9	-0.5	0.9	-0.7	0	0
32	35	No	57.3	-0.3	0.4	-0.3	0	0
32	35	No	57.3	-0.3	0.4	-0.3	0	0
35	36	Yes	286.5	1.2	2.1	1.8	0.06	0.11
35	37	Yes	0	0	0	0	0	0
35	38	Yes	105.5	-0.4	0.8	-0.7	0	0.03
35	39	Yes	296	-1.3	2.2	-1.8	0	0
40	41	No	41	0.5	2.4	2.4	0.04	0.08

42	41	Yes	45.2	-0.5	1	-0.9	0	0.04
41	43	No	24.8	-0.1	1.4	1.4	0	0.01
44	43	Yes	24.5	-0.3	0.6	-0.5	0	0.01
43	45	No	17.4	-0.4	1	0.9	0.01	0.01
45	46	Yes	17.4	-0.4	1	0.9	0	0.04
46	47	No	321.1	-1.4	2.3	-1.8	0	0
46	48	No	129.8	-0.6	0.9	-0.7	0	0
46	49	No	121.2	-0.5	0.9	-0.7	0	0
46	50	No	16.9	0.1	0.1	0.1	0	0
46	51	No	12.6	0	0.1	0.1	0	0
52	46	Yes	113.3	-1	2.6	-2.4	0	0.1
52	46	Yes	0	0	0	0	0	0
56	46	No	245.8	-0.8	1.7	-1.5	0	0.01
53	52	No	28.3	-0.3	0.6	-0.6	0	0.01
54	52	No	17.6	-0.2	0.4	-0.4	0	0
55	52	No	67.5	-0.5	1.5	-1.4	0.04	0.07
56	57	No	106	0.3	0.7	0.7	0	0.01
56	58	No	139.7	0.5	1	0.9	0.01	0.01
56	59	No	0	0	0	0	0	0
60	66	No	37.2	0.4	0.8	0.7	0.01	0.02
68	60	No	0	0	0	0	0	0
61	62	Yes	61.2	-0.7	1.5	-1.2	0	0.1
61	63	Yes	61.2	-0.7	1.5	-1.2	0	0.1
61	64	Yes	61.2	-0.7	1.5	-1.2	0	0.1
61	65	Yes	61.2	-0.7	1.5	-1.2	0	0.1

TABLA N° 4.3.c.

Segunda Condición para el Cálculo de los Flujos de Potencia

Datos de Generadores				Datos de Cargas			
Número	Gen MW	Gen Mvar	PU Volt	Número	MW	Mvar	MVA
2	1.2	0.4	1.07	6	1.05	0.64	1.23
3	1.2	0.45	1.07	8	0.61	0.33	0.69
4	1.2	0.4	1.07	9	1.1	0.64	1.27
5	1.4	0.6	1.08	13	0.4	0.28	0.49
11	1.6	0.4	1.04	20	1.65	1.1	1.98
12	0.6	0.34	1.04	24	3.35	1.45	3.65
18	2.65	2.3	1	25	3.3	1.75	3.74
19	0.6	0.5	1.02	26	0.09	0.07	0.11
29	1.8	1.4	1	28	0.19	0.14	0.24
33	0	0	1.01	30	1.86	0.88	2.06
34	0.6	0.5	1.01	36	1.75	1.05	2.04
37	0	0	1.02	42	0.75	0.4	0.85
38	0.7	0.4	1.04	44	0.4	0.22	0.46
39	1.8	1.3	1.02	50	0.1	0.06	0.12
47	1.8	1.4	0.95	51	0.08	0.04	0.09
48	0.7	0.6	0.95	53	0.48	0.26	0.54
49	0	0	0.95	54	0.29	0.15	0.33
62	1.25	0.85	1.05	55	1.2	0.75	1.42
63	1.25	0.85	1.05	57	0.58	0.28	0.64
64	1.25	0.85	1.05	58	0.7	0.42	0.82
65	1.25	0.85	1.05	60	1.6	0.6	1.71
67	0	0	1	66	0.5	0.2	0.54

TABLA N° 4.4.a.

Datos de Barras					
Número	PU Volt	Angl (Deg)	Número	PU Volt	Angl (Deg)
1	1.05435	10.11	35	1.02308	1
2	1.07091	13.04	36	0.97102	-0.64
3	1.07311	13.03	37	1.02308	1
4	1.07091	13.04	38	1.0426	2.69
5	1.0792	13.5	39	1.02353	1.01
6	1.05374	10.06	40	0.99046	-1.29
7	1.03695	9.12	41	0.9642	-2.65
8	1.03655	9.11	42	0.94982	-4.22
9	1.03282	9	43	0.96087	-2.87
10	1.04049	9.82	44	0.95308	-3.71
11	1.04061	9.84	45	0.95415	-3.43
12	1.0409	9.82	46	0.94922	-5.84
13	1.03793	9.75	47	0.95006	-5.82
14	1.03453	6.71	48	0.94981	-5.84
15	0.99607	2.39	49	0.94922	-5.84
16	0.99836	0.14	50	0.94611	-5.94
17	0.99824	0.1	51	0.94701	-5.93
18	1	0	52	0.92998	-7.7
19	1.01652	1.12	53	0.92232	-8
20	0.99932	-0.02	54	0.92736	-7.81
21	1.00244	-0.95	55	0.88685	-9.16
22	1.0013	-1.01	56	0.94554	-5.98
23	1.01636	-2.06	57	0.93758	-6.32
24	0.96281	-3.68	58	0.93519	-6.39
25	0.97428	-3.11	59	0	90
26	0.99833	0.14	60	0.92393	-3.4
27	0.99805	0.08	61	1.0168	-2.05
28	0.99799	0.08	62	1.05392	1.16
29	0.99817	0.08	63	1.05392	1.16
30	0.96492	-1.31	64	1.05392	1.16
31	1.00221	0.12	65	1.05392	1.16
32	1.01251	0.85	66	0.9091	-4.14
33	1.01251	0.85	67	0.99836	0.14
34	1.01288	0.85	68	0.92393	-3.4

TABLA N° 4.4.b.

Datos de las Líneas

From Number	To Number	Xfrmr	From Amps	From Mvar	From MVA	From MW	MW Loss	Mvar Loss
1	2	Yes	49.4	-0.3	1.2	-1.2	0	0.07
1	3	Yes	50	-0.4	1.3	-1.2	0	0.07
1	4	Yes	49.4	-0.3	1.2	-1.2	0	0.07
1	5	Yes	59	-0.5	1.5	-1.4	0	0.1
1	6	No	48.9	0.6	1.2	1	0	0
7	1	No	160.8	-0.8	4	-3.9	0.05	0.08
7	8	No	27.9	0.3	0.7	0.6	0	0
7	9	No	51.6	0.6	1.3	1.1	0	0
7	10	Yes	37.3	-0.2	0.9	-0.9	0	0.01
7	10	Yes	37.3	-0.2	0.9	-0.9	0	0.01
14	7	Yes	64.5	-0.1	4	-4	0	0.17
10	11	No	220	-0.4	1.6	-1.6	0	0
10	12	No	92	-0.3	0.7	-0.6	0	0
10	13	No	65.3	0.3	0.5	0.4	0	0
14	15	No	64.5	0.1	4	4	0.15	0.29
15	16	Yes	64.5	-0.2	3.8	3.8	0	0.15
17	16	No	87.5	1	2.1	-1.8	0	0
16	21	Yes	83.6	0.6	2	1.9	0	0.04
16	26	No	4.8	0.1	0.1	0.1	0	0
16	67	No	0	0	0	0	0	0
18	17	No	39.5	0.7	0.9	-0.6	0	0
17	27	No	52.9	-0.3	1.3	1.2	0	0
18	19	Yes	32.1	-0.5	0.8	-0.6	0	0.02
18	20	No	83	1.1	2	1.7	0	0
40	18	Yes	40.2	-0.9	2.4	-2.2	0	0.06
21	22	No	16.6	0.6	2	1.9	0	0
22	23	Yes	16.6	0.6	2	1.9	0	0.04
23	24	No	158.6	1.6	3.9	3.5	0.14	0.18
23	25	No	160.4	1.9	3.9	3.4	0.11	0.14
23	61	No	240	-3	5.8	-5	0	0
27	28	No	9.9	0.1	0.2	0.2	0	0
27	29	No	95.6	-1.4	2.3	-1.8	0	0
27	30	No	191.3	2	4.6	4.1	0.09	0.16
27	31	No	67.3	-1	1.6	-1.3	0	0.01
30	60	No	102.1	0.9	2.4	2.2	0.06	0.12
31	32	Yes	67.3	-1	1.6	-1.3	0	0.03
32	33	Yes	0	0	0	0	0	0
32	34	No	106	-0.5	0.8	-0.6	0	0
32	35	No	57.5	-0.3	0.4	-0.3	0	0
32	35	No	57.5	-0.3	0.4	-0.3	0	0
35	36	Yes	288.9	1.2	2.2	1.8	0.06	0.11
35	37	Yes	0	0	0	0	0	0

35	38	Yes	106.3	-0.4	0.8	-0.7	0	0.03
35	39	Yes	298.2	-1.3	2.2	-1.8	0	0
40	41	No	40.2	0.9	2.4	2.2	0.04	0.07
42	41	Yes	37.4	-0.4	0.8	-0.8	0	0.03
41	43	No	25.5	0.4	1.5	1.4	0	0.01
44	43	Yes	20	-0.2	0.5	-0.4	0	0.01
43	45	No	17.8	0.2	1	1	0.01	0.01
45	46	Yes	17.8	0.1	1	1	0	0.04
46	47	No	333.2	-1.4	2.3	-1.8	0	0
46	48	No	134.7	-0.6	0.9	-0.7	0	0
46	49	No	0	0	0	0	0	0
46	50	No	17.5	0.1	0.1	0.1	0	0
46	51	No	13.1	0	0.1	0.1	0	0
52	46	Yes	106	-1.2	2.4	-2	0	0.09
52	46	Yes	0	0	0	0	0	0
56	46	No	216.2	-0.7	1.5	-1.3	0	0.01
53	52	No	24.6	-0.3	0.5	-0.5	0	0
54	52	No	14.7	-0.1	0.3	-0.3	0	0
55	52	No	66.8	-0.7	1.4	-1.2	0.04	0.07
56	57	No	95.4	0.3	0.6	0.6	0	0.01
56	58	No	120.9	0.4	0.8	0.7	0.01	0.01
56	59	No	0	0	0	0	0	0
60	66	No	24.8	0.2	0.5	0.5	0.01	0.01
68	60	No	0	0	0	0	0	0
61	62	Yes	60	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1
61	63	Yes	60	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1
61	64	Yes	60	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1
61	65	Yes	60	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1

TABLA N° 4.4.c.

Tercera Condición para el Cálculo de los Flujos de Potencia

Datos de Generadores				Datos de Cargas			
Número	Gen MW	Gen Mvar	PU Volt	Número	MW	Mvar	MVA
2	0	0	0	6	1.05	0.64	1.23
3	0	0	0	8	0.61	0.33	0.69
4	0	0	0	9	1.1	0.64	1.27
5	0	0	0	13	0.4	0.28	0.49
11	1.8	0.4	0.94	20	1.65	1.1	1.98
12	0.7	0.34	0.94	24	3.35	1.45	3.65
18	3.42	1.1	1	25	3.3	1.75	3.74
19	0.7	0.5	1.02	26	0.09	0.07	0.11
29	1.9	1.3	1	28	0.19	0.14	0.24
33	0.7	0.5	1.02	30	1.86	0.88	2.06
34	0.7	0.5	1.02	36	1.75	1.05	2.04
37	0	0	1.03	42	0.75	0.4	0.85
38	0.7	0.4	1.05	44	0.4	0.22	0.46
39	1.8	1.3	1.03	50	0.1	0.06	0.12
47	1.9	1.3	0.99	51	0.08	0.04	0.09
48	0.7	0.5	0.99	53	0.48	0.26	0.54
49	0.7	0.5	0.99	54	0.29	0.15	0.33
62	1.25	0.85	1.05	55	1.2	0.75	1.42
63	1.25	0.85	1.05	57	0.58	0.28	0.64
64	1.25	0.85	1.05	58	0.7	0.42	0.82
65	1.25	0.85	1.05	60	1.6	0.6	1.71
67	1.9	1.3	1	66	0.5	0.2	0.54

TABLA N° 4.5.a.

Datos de Barras					
Número	PU Volt	Angl (Deg)	Número	PU Volt	Angl (Deg)
1	0.93113	-1.36	35	1.03197	1.23
2	0	0	36	0.98041	-0.38
3	0	0	37	1.03197	1.23
4	0	0	38	1.05134	2.89
5	0	0	39	1.03241	1.23
6	0.93044	-1.43	40	0.99557	-0.78
7	0.93883	-1.12	41	0.98125	-1.65
8	0.93839	-1.13	42	0.96712	-3.16
9	0.93427	-1.27	43	0.98048	-1.75
10	0.94275	-0.13	44	0.97285	-2.55
11	0.94289	-0.1	45	0.98217	-1.93
12	0.94326	-0.13	46	0.99238	-2.33
13	0.93993	-0.2	47	0.99317	-2.32
14	0.95348	-0.63	48	0.99294	-2.34
15	0.98609	-0.58	49	0.99291	-2.33
16	0.99934	-0.17	50	0.9894	-2.43
17	0.99967	-0.17	51	0.99026	-2.41
18	1	0	52	0.974	-4.03
19	1.01649	1.31	53	0.96667	-4.3
20	0.99932	-0.02	54	0.97149	-4.12
21	1.00346	-1.25	55	0.9329	-5.33
22	1.00232	-1.32	56	0.98879	-2.46
23	1.01742	-2.37	57	0.98116	-2.76
24	0.96393	-3.99	58	0.97852	-2.79
25	0.97539	-3.41	59	0	0
26	0.99931	-0.17	60	0.9258	-3.65
27	0.99977	-0.18	61	1.01786	-2.35
28	0.9997	-0.18	62	1.05495	0.85
29	0.99988	-0.18	63	1.05495	0.85
30	0.9667	-1.56	64	1.05495	0.85
31	1.0062	-0.09	65	1.05495	0.85
32	1.02145	1.08	66	0.911	-4.38
33	1.02186	1.08	67	0.99946	-0.17
34	1.02186	1.08	68	0	0

TABLA N° 4.5.b.

Datos de las Líneas

From Número	To Número	Xfmr	From Amps	From Mvar	From MVA	From MW	MW Loss	Mvar Loss
1	2	Yes	0	0	0	0	0	0
1	3	Yes	0	0	0	0	0	0
1	4	Yes	0	0	0	0	0	0
1	5	Yes	0	0	0	0	0	0
1	6	No	55.3	0.6	1.2	1	0	0
7	1	No	55.3	0.7	1.2	1.1	0.01	0.01
7	8	No	30.8	0.3	0.7	0.6	0	0
7	9	No	57	0.6	1.3	1.1	0	0.01
7	10	Yes	47.7	-0.2	1.1	-1	0	0.02
7	10	Yes	47.7	-0.2	1.1	-1	0	0.02
14	7	Yes	24.6	1.2	1.4	0.7	0	0.02
10	11	No	271.4	-0.4	1.8	-1.8	0	0
10	12	No	114.5	-0.3	0.8	-0.7	0	0
10	13	No	72.1	0.3	0.5	0.4	0	0
14	15	No	24.6	-1.2	1.4	-0.7	0.02	0.04
15	16	Yes	24.6	-1.3	1.4	-0.7	0	0.02
17	16	No	43	0.7	1	0.8	0	0
16	21	Yes	83.5	0.6	2	1.9	0	0.04
16	26	No	4.8	0.1	0.1	0.1	0	0
16	67	No	96.4	-1.3	2.3	-1.9	0	0
18	17	No	47.2	0	1.1	1.1	0	0
17	27	No	29.7	-0.6	0.7	0.3	0	0
18	19	Yes	35.4	-0.5	0.8	-0.7	0	0.02
18	20	No	83	1.1	2	1.7	0	0
40	18	Yes	23.7	-0.4	1.4	-1.3	0	0.02
21	22	No	16.5	0.6	2	1.9	0	0
22	23	Yes	16.5	0.6	2	1.9	0	0.04
23	24	No	158.4	1.6	3.9	3.5	0.14	0.18
23	25	No	160.2	1.9	3.9	3.4	0.11	0.14
23	61	No	239.8	-3	5.8	-5	0	0
27	28	No	9.9	0.1	0.2	0.2	0	0
27	29	No	96.3	-1.3	2.3	-1.9	0	0
27	30	No	191	2	4.6	4.1	0.09	0.16
27	31	No	105.3	-1.4	2.5	-2.1	0.01	0.01
30	60	No	101.9	0.9	2.4	2.2	0.06	0.12
31	32	Yes	105.3	-1.4	2.5	-2.1	0	0.06
32	33	Yes	115.7	-0.5	0.9	-0.7	0	0
32	34	No	115.7	-0.5	0.9	-0.7	0	0
32	35	No	57.2	-0.3	0.4	-0.3	0	0
32	35	No	57.2	-0.3	0.4	-0.3	0	0
35	36	Yes	286.1	1.2	2.1	1.8	0.06	0.11
35	37	Yes	0	0	0	0	0	0
35	38	Yes	105.4	-0.4	0.8	-0.7	0	0.03
35	39	Yes	295.6	-1.3	2.2	-1.8	0	0
40	41	No	23.7	0.4	1.4	1.3	0.01	0.03

42	41	Yes	36.8	-0.4	0.8	-0.7	0	0.03
41	43	No	9.9	0	0.6	0.6	0	0
44	43	Yes	19.6	-0.2	0.5	-0.4	0	0.01
43	45	No	5.5	-0.3	0.3	0.2	0	0
45	46	Yes	5.5	-0.3	0.3	0.2	0	0
46	47	No	321.7	-1.3	2.3	-1.9	0	0
46	48	No	128.9	-0.6	0.9	-0.7	0	0
46	49	No	120.2	-0.5	0.9	-0.7	0	0
46	50	No	16.7	0.1	0.1	0.1	0	0
46	51	No	12.5	0	0.1	0.1	0	0
52	46	Yes	100.9	-1.2	2.3	-2	0	0.08
52	46	Yes	0	0	0	0	0	0
56	46	No	206.7	-0.7	1.5	-1.3	0	0.01
53	52	No	23.5	-0.3	0.5	-0.5	0	0
54	52	No	14.1	-0.1	0.3	-0.3	0	0
55	52	No	63.5	-0.7	1.4	-1.2	0.03	0.06
56	57	No	91.1	0.3	0.6	0.6	0	0.01
56	58	No	115.8	0.4	0.8	0.7	0	0.01
56	59	No	0	0	0	0	0	0
60	66	No	24.7	0.2	0.5	0.5	0.01	0.01
68	60	No	0	0	0	0	0	0
61	62	Yes	59.9	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1
61	63	Yes	59.9	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1
61	64	Yes	59.9	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1
61	65	Yes	59.9	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1

TABLA N° 4.5.c.

Cuarta condición para el Cálculo de los Flujos de Carga

Datos de Generadores				Datos de Carga			
Número	MW	Mvar	PU Volt	Número	MW	Mvar	MVA
2	1.2	0.4	1.08	6	1.05	0.64	1.23
3	1.2	0.45	1.08	8	0.61	0.33	0.69
4	1.2	0.4	1.08	9	1.1	0.64	1.27
5	1.4	0.6	1.09	13	0.4	0.28	0.49
11	1.9	0.5	1.05	20	1.65	1.1	1.98
12	0.7	0.44	1.05	24	3.35	1.45	3.65
18	0	0	1	25	3.3	1.75	3.74
19	0.8	0.7	1.02	26	0.09	0.07	0.11
29	1.83	1.43	1	28	0.19	0.14	0.24
33	0.8	0.7	1.03	30	1.86	0.88	2.06
34	0.8	0.6	1.03	36	1.75	1.05	2.04
37	0	0	1.04	42	0.75	0.4	0.85
38	0.8	0.6	1.07	44	0.4	0.22	0.46
39	1.8	1.5	1.05	50	0.1	0.06	0.12
47	1.8	1.6	1.02	51	0.08	0.04	0.09
48	0.8	0.6	1.02	53	0.48	0.26	0.54
49	0.8	0.6	1.02	54	0.29	0.15	0.33
62	1.25	0.85	1.06	55	1.2	0.75	1.42
63	1.25	0.85	1.06	57	0.58	0.28	0.64
64	1.25	0.85	1.06	58	0.7	0.42	0.82
65	1.25	0.85	1.06	60	1.6	0.6	1.71
67	0	0	1	66	0.5	0.2	0.54

TABLA N° 4.6.a.

Datos de Barras					
Número	PU Volt	Angl (Deg)	Número	PU Volt	Angl (Deg)
1	1.06472	11.29	35	1.04493	1.98
2	1.08114	14.16	36	0.9941	0.41
3	1.08333	14.15	37	1.04493	1.98
4	1.08114	14.16	38	1.0728	3.79
5	1.08937	14.61	39	1.0454	1.98
6	1.06411	11.24	40	0.99755	-0.44
7	1.04745	10.32	41	0.98919	-1.37
8	1.04705	10.31	42	0.97518	-2.86
9	1.04336	10.2	43	0.98972	-1.49
10	1.05239	11.15	44	0.98216	-2.28
11	1.05254	11.18	45	0.99574	-1.72
12	1.05287	11.15	46	1.02085	-1.89
13	1.04986	11.09	47	1.02169	-1.88
14	1.04309	7.71	48	1.02145	-1.89
15	0.99842	3.1	49	1.02145	-1.89
16	0.99976	0.63	50	1.01796	-1.98
17	0.99954	0.59	51	1.01879	-1.97
18	0.99788	0.28	52	1.00309	-3.49
19	1.02083	1.78	53	0.99598	-3.74
20	0.9972	0.26	54	1.00066	-3.58
21	1.00389	-0.45	55	0.9633	-4.72
22	1.00275	-0.51	56	1.01737	-2.01
23	1.01787	-1.56	57	1.00995	-2.3
24	0.96441	-3.18	58	1.0074	-2.33
25	0.97587	-2.6	59	0	90
26	0.99973	0.63	60	0.92592	-2.9
27	0.99988	0.57	61	1.01832	-1.55
28	0.99982	0.57	62	1.05539	1.65
29	1	0.57	63	1.05539	1.65
30	0.96682	-0.81	64	1.05539	1.65
31	1.00808	0.63	65	1.05539	1.65
32	1.02998	1.95	66	0.91113	-3.63
33	1.03048	1.94	67	0.99976	0.63
34	1.03045	1.94	68	0	90

TABLA N° 4.6.b.

Datos de Líneas

From Número	To Número	Xfrmr	From Amps	From Mvar	From MVA	From MW	MW Loss	Mvar Loss
1	2	Yes	48.9	-0.3	1.2	-1.2	0	0.07
1	3	Yes	49.5	-0.4	1.3	-1.2	0	0.07
1	4	Yes	48.9	-0.3	1.2	-1.2	0	0.07
1	5	Yes	58.5	-0.5	1.5	-1.4	0	0.09
1	6	No	48.4	0.6	1.2	1	0	0
7	1	No	159.3	-0.8	4	-3.9	0.05	0.08
7	8	No	27.6	0.3	0.7	0.6	0	0
7	9	No	51	0.6	1.3	1.1	0	0
7	10	Yes	45.6	-0.3	1.1	-1.1	0	0.02
7	10	Yes	45.6	-0.3	1.1	-1.1	0	0.02
14	7	Yes	70.5	-0.3	4.4	-4.4	0	0.2
10	11	No	259.1	-0.5	2	-1.9	0	0
10	12	No	109	-0.4	0.8	-0.7	0	0
10	13	No	64.5	0.3	0.5	0.4	0	0
14	15	No	70.5	0.3	4.4	4.4	0.18	0.35
15	16	Yes	70.5	-0.1	4.2	4.2	0	0.18
17	16	No	100.1	0.9	2.4	-2.2	0	0
16	21	Yes	83.4	0.6	2	1.9	0	0.04
16	26	No	4.8	0.1	0.1	0.1	0	0
16	67	No	0	0	0	0	0	0
18	17	No	89.9	-0.5	2.1	-2.1	0	0.01
17	27	No	58.5	-1.4	1.4	0.1	0	0
18	19	Yes	43.6	-0.7	1	-0.8	0	0.04
18	20	No	83.2	1.1	2	1.7	0	0
40	18	Yes	20.8	0	1.2	-1.2	0	0.02
21	22	No	16.5	0.6	2	1.9	0	0
22	23	Yes	16.5	0.6	2	1.9	0	0.04
23	24	No	158.4	1.6	3.9	3.5	0.14	0.18
23	25	No	160.1	1.9	3.9	3.4	0.11	0.14
23	61	No	239.7	-3	5.8	-5	0	0
27	28	No	9.9	0.1	0.2	0.2	0	0
27	29	No	97.3	-1.4	2.3	-1.8	0	0
27	30	No	190.9	2	4.6	4.1	0.09	0.16
27	31	No	131.3	-2.1	3.1	-2.4	0.02	0.02
30	60	No	101.9	0.9	2.4	2.2	0.06	0.12
31	32	Yes	131.3	-2.1	3.2	-2.4	0	0.1
32	33	Yes	141.8	-0.7	1.1	-0.8	0	0
32	34	No	133.4	-0.6	1	-0.8	0	0
32	35	No	78.9	-0.4	0.6	-0.4	0.01	0.01
32	35	No	78.9	-0.4	0.6	-0.4	0.01	0.01
35	36	Yes	282.2	1.2	2.1	1.8	0.06	0.1
35	37	Yes	0	0	0	0	0	0

35	38	Yes	128.1	-0.6	1	-0.8	0	0.04
35	39	Yes	308.1	-1.5	2.3	-1.8	0	0
40	41	No	20.8	0	1.2	1.2	0.01	0.02
42	41	Yes	36.5	-0.4	0.9	-0.8	0	0.03
41	43	No	10.9	-0.4	0.6	0.5	0	0
44	43	Yes	19.4	-0.2	0.5	-0.4	0	0.01
43	45	No	11.2	-0.7	0.7	0.1	0	0
45	46	Yes	11.2	-0.7	0.7	0.1	0	0.02
46	47	No	327.1	-1.6	2.4	-1.8	0	0
46	48	No	135.9	-0.6	1	-0.8	0	0
46	49	No	135.9	-0.6	1	-0.8	0	0
46	50	No	16.3	0.1	0.1	0.1	0	0
46	51	No	12.2	0	0.1	0.1	0	0
52	46	Yes	97.8	-1.2	2.3	-2	0	0.08
52	46	Yes	0	0	0	0	0	0
56	46	No	200.8	-0.7	1.5	-1.3	0	0.01
53	52	No	22.8	-0.3	0.5	-0.5	0	0
54	52	No	13.7	-0.1	0.3	-0.3	0	0
55	52	No	61.5	-0.8	1.4	-1.2	0.03	0.06
56	57	No	88.5	0.3	0.6	0.6	0	0
56	58	No	112.5	0.4	0.8	0.7	0	0.01
56	59	No	0	0	0	0	0	0
60	66	No	24.7	0.2	0.5	0.5	0.01	0.01
68	60	No	0	0	0	0	0	0
61	62	Yes	59.9	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1
61	63	Yes	59.9	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1
61	64	Yes	59.9	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1
61	65	Yes	59.9	-0.8	1.5	-1.2	0	0.1

TABLA N° 4.6.c.

SHUSHUFINDI

Ubicación de la Falla	Barra	Aportes	Linea-Tierra	Linea-Linea	Trifasica	Dos linea Tierra	Icc(min)	Icc(max)	Voltaje
			Icc	Icc	Icc	Icc			
SECCION 1									
SSFD SUROESTE	25	25	1424		1423	934	934	1424	13.8
		23->25	1506	1612	1484	1849	1484	1849	13.8
APORTES A LA FALLA		61->23	914	966	894	1094	894	1094	13.8
		22->23	105-727	161-791	149-728	166-895	105-727	166-895	13,8/69
		16->21	531-105	815-161	751-149	841-166	531-105	841-166	13,8/69
SSFD SUR CENTRAL	24	24	1168		1248	780	780	1248	13.8
		23->24	1253	1399	1306	1563	1253	1563	13.8
APORTES A LA FALLA		61->23	782	856	802	945	782	945	13.8
		22->23	90-612	141-693	132-645	144-764	90-612	144-764	13,8/69
		16->21	452-90	714-141	665-132	729-144	452-90	729-144	13,8/69
		67->16	149	202	191	204	149	204	13.8
TRAFO SSFD SUR	22	22	675		519	347	347	675	69
		23->22	143-703	229-1122	162-792	221-1083	143-703	229-1122	13,8/60
		21->22	533	424	358	555	358	555	69
APORTES A LA FALLA		61->23	890	1206	1051	1277	890	1277	13.8
		16->21	1556-533	2140-424	1807-358	2292-555	1556-533	2292-555	13,8/69
		67->16	352	469	409	497	352	497	13.8
		17->16	999	1437	1124	1481	999	1481	13.8
		15->16	99-247	132-330	121-302	138-344	99-247	138-344	34,5/13,8
TRAFO SSFD SUR	23	23	1820		2423	1904	1820	2423	13.8
		22->23	251-1801	281-1377	245-1202	306-1766	245-1202	306-1766	13,8/69
		61->23	2151	1618	1424	2083	1424	2151	13.8
APORTES A LA FALLA		21->22	251	281	245	306	245	306	69
		16->21	1269-251	1419-281	1239-245	1546-306	1239-245	1546-306	13,8/69
		67->16	297	331	299	354	297	354	13.8
		17->16	805	944	744	972	744	972	13.8
TRAFO SSFD CENTRAL-SSFD SUR	21	21	720		528	363	363	720	69
		22->21	147	224	157	216	147	224	69
		16->21	1687-574	2230-442	1877-372	2397-583	1687-574	2397-583	13,8/69
APORTES A LA FALLA		23->22	147-720	224-1097	157-768	216-1060	147-720	224-1097	13,8/69
		61->23	917	1186	1033	1259	917	1259	13.8
		67->16	376	486	422	516	376	516	13.8
		17->16	1093	1501	1173	1555	1093	1555	13.8
		15->16	104-260	136-339	124-309	142-355	104-260	142-355	34,5/13,8
		18->17	488	661	521	687	488	687	13.8
		27->17	606	841	653	869	606	869	13.8

BARRA SECCION 1	16	16	7061		3387	2031	2031	7061	13.8
		21->16	554-110	878-174	347-69	829-164	347-69	878-174	13,8/69
		67->16	2644	1058	645	1621	645	2644	13.8
		17->16	3311	3564	1949	3847	1949	3847	13.8
		15->16	231-577	279-698	186-464	292-730	186-464	292-730	34,5/13,8
APORTES A LA FALLA		7->14	231-577	279-698	186-464	292-730	186-464	292-730	13,8/34,5
		22->21	110	174	69	164	69	174	69
		23->22	110-537	174-852	69-336	164-804	69-336	174-852	13,8/69
		27->17	1883	2011	1098	2176	1098	2176	13.8
		18->17	1431	1555	854	1674	854	1674	13.8
		19->18	227-664	245-812	154-510	264-851	154-510	264-851	4,16/13,8
		29->27	1016	1016	621	1121	621	1121	13.8
TRAFO SSFD-SACHA	15	15	1290		989	703	1290	34.5	
		14->15	248	331	294	353	248	353	34.5
		16->15	1058-2646	879-2071	708-1770	1117-2792	708-1770	1117-2792	13,8/34,5
APORTES A LA FALLA		7->14	248-619	331-827	294-736	353-884	248-619	353-884	13,8/34,5
		17->16	1311	1449	1185	1630	1185	1630	13.8
		67->16	1185	475	425	922	425	1185	13.8
		21->16	223-44	375-74	171-34	340-67	171-34	375-74	69/13,8
		18->17	575	639	526	715	526	715	13.8
		27->17	736	811	660	915	660	915	13.8
SECCION 2									
CAMPAMENTO	20	20	5644		3166	1966	1966	5644	13.8
		18->20	5702	4960	3244	5883	3244	5883	13.8
APORTES A LA FALLA		19->18	369-702	268-888	185-614	335-937	185-614	369-702	4,16/13,8
		18	2109	1177	830	1632	830	2109	13.8
		17->18	3013	3221	2087	3604	2087	3604	13.8
		40->18	86-215	158-396	59-147	148-371	59-147	158-396	34,5/13,8
TRAFO SSFD-ATACAPI	40	40	1262		904	719	1262	34.5	
		18->40	1059-1783	841-2102	775-1938	1098-2312	775-1938	1098-2312	13,8/34,5
		46->45	152-1166	177-1464	145-1206	185-1477	145-1206	185-1477	4,16/34,5
APORTES A LA FALLA		19-18	117-387	136-451	128-424	146-486	117-387	146-486	4,16/13,8
		17->18	1217	1438	1320	1588	1217	1588	13.8
BARRA SECCION 2	18	18	6142		3253	2018	2018	6142	13.8
		40->18	96-240	167-416	61-153	156-390	61-153	167-416	34,5/13,8
		17->18	3282	3378	2146	3777	2146	3777	13.8
		19->18	399-756	279-926	189-628	349-977	189-628	399-756	4,16/13,8
APORTES A LA FALLA		46->45	113-941	160-1324	83-691	152-1264	83-691	160-1324	4,16/34,5
		27->17	1360	1572	950	1676	950	1676	13.8
		16->17	1922	1845	1196	2102	1196	2102	13.8

SECCION 3

BARRA SECCION 3	27	27	6753		3374	2005	2005	6753	13.8
		17->27	4546	3878	2223	4548	2223	4548	13.8
		31->27	1144	1104	675	1238	675	1238	13.8
APORTES A LA FALLA		18->17	1442	1551	852	1686	852	1686	13.8
		16->17	3110	2357	1373	2864	1373	3110	13.8
		67->16	2101	1012	619	1449	619	2101	13.8
		19->18	227-640	244-811	154-510	265-848	154-510	265-848	4,16/13,8
		18	1110	1075	695	1195	695	1195	13.8
		32->31	1144-2835	1104-3629	675-2216	1238-3805	675-2216	1238-3805	4,16/13,8
SSFD NORTE (INICIO DE LINEA)	30	30	1849		1996	1068	1068	1996	13.8
		27->30	1958	2561	2095	2814	1958	2814	13.8
APORTES A LA FALLA		29->27	376	484	406	520	376	520	13.8
		17->27	1221	1579	1271	1765	1221	1765	13.8
		18->17	394	638	488	648	394	648	13.8
		16->17	834	975	787	1117	787	1117	13.8
		31->27	371	508	428	541	371	541	13.8
SSFD NORTE (FINAL DE LINEA)	66	66	319		540	211	211	540	13.8
		27->30	472	663	667	657	472	667	13.8
APORTES A LA FALLA		29->27	133	168	167	165	133	168	13.8
		17->27	211	324	330	322	211	330	13.8
		31->27	142	181	181	180	142	181	13.8
TRAFOTAS	31	31	5153		3027	1899	1899	5153	13.8
		32->31	1717-2818	1175-3859	776-2550	1508-4059	776-2550	1508-4059	4,16/13,8
		27->31	3470	3748	2259	4220	2259	4220	13.8
APORTES A LA FALLA		33->32	628	850	585	900	585	900	4.16
		34->32	628	850	585	900	585	900	4.16
		35->32	786	1088	702	1147	702	1147	4.16
		29->27	790	836	559	937	559	937	13.8
		17->27	2838	2982	1880	3414	1880	3414	13.8
		18->17	959	1193	717	1276	717	1276	13.8
		16->17	1886	1822	1165	2139	1165	2139	13.8
TAS	32	32	9108		8926	4817	4817	8926	4.16
		31->32	924-3036	1856-6098	1381-4536	1873-6156	924-3036	1873-6156	13,8/4,16
		35->32	1377	1553	1239	1854	1239	1854	4.16
		33->32	1702	1200	977	1679	977	1679	4.16
APORTES A LA FALLA		27->31	924	1856	1381	1874	1381	1874	13.8
		38->35	569-3245	653-5485	541-4543	760-5702	541-4543	760-5702	0,48/4,16
		39->35	2220	2654	2164	3066	2164	3066	4.16

ATACAPI Y PARAHUACO

TRAFO ATACAPI 34,5 Kv	41	41	853		633	606	606	853	34.5
		40->41	492	479	461	576	461	576	34.5
		46->45	203-1427	208-1723	187-1552	235-1783	187-1552	235-1783	4,16/34,5
APORTES A LA FALLA		47->46	1068	1230	1187	1325	1068	1325	4.16
		48->46	380	435	421	467	380	467	4.16
		18->40	492-1025	479-1198	461-1152	576-1317	461-1152	576-1317	13,8/34,5
		18	357	412	397	435	357	435	13.8
		19->18	79-260	90-297	87-287	95-317	79-260	95-317	4,16/13,8
		17->18	675	792	761	878	675	878	13.8
TRAFO ATACAPI 13,8 Kv	42	42			723		723	723	13.8
		40->41	41	205	214	205	41	214	34.5
		46->45	17-144	91-754	90-749	91-754	17-144	91-754	4,16/34,5
APORTES A LA FALLA		47->46	321	662	662	662	321	662	4.16
		48->46	130	245	244	245	130	245	4.16
		18->40	41-102	205-513	214-534	205-513	41-102	214-534	13,8/34,5
		18	171	258	250	258	171	258	13.8
		19->18	32-107	54-178	53-176	54-178	32-107	54-178	4,16/34,5
		17->18	35	306	328	306	35	328	13.8
TRAFO PARAHUACO 34,5 Kv	43	43	807		605	591	591	807	34.5
		40->41	435	437	424	519	424	519	34.5
		46->45	220-1494	216-1795	198-1642	251-1866	198-1642	251-1866	4,16/34,5
APORTES A LA FALLA		47->46	1097	1269	1231	1368	1097	1368	4.16
		48->46	390	448	435	481	390	481	4.16
		18->40	435-934	437-1093	424-1060	519-1201	424-1060	519-1201	13,8/34,5
		18	337	389	376	409	337	409	13.8
		19->18	74-245	84-279	82-272	89-297	74-245	89-297	4,16/13,8
		17->18	610	718	695	795	610	795	13.8
TRAFO PARAHUACO 13,8 Kv	44	44			706		706	706	34.5
		40->41	41	195	204	195	41	204	34.5
		46->45	17-144	97-807	98-811	97-807	17-144	98-811	4,16/34,5
APORTES A LA FALLA		47->46	321	691	693	691	321	693	4.16
		48->46	130	254	255	254	130	255	4.16
		18->40	41-102	195-488	204-509	195-488	41-102	204-509	13,8/34,5
		18	171	253	246	253	171	253	13.8
		19->18	32-107	52-174	52-172	52-174	32-107	52-174	4,16/13,8
		17->18	35	288	309	288	35	309	13.8

TABLA N° 4.7.a.

SACHA

Ubicación de la Falla	Barra	Aportes	Linea-Tierra	Linea-Linea	Trifasica	Doble linea Tierra	Icc (min)	Icc (max)	Voltaje
			Icc	Icc	Icc	Icc			
CAMPAMENTO	13	13	6870		6118	4256	4256	6870	4.16
		10->13	6936	6598	6176	8192	6176	8192	4.16
APORTES A LA FALLA		12->10	771	885	832	974	771	974	4.16
		11->10	4012	2593	2428	3908	2428	4012	4.16
		7->10	325-1080	495-1643	440-1460	511-1694	325-1080	511-1694	13,8-4,16
		1->7	518	712	668	751	518	751	13.8
		14->7	90-223	172-430	115-288	157-393	90-223	172-430	34,5-13,8
BARRA DE TURBINAS	10	10	12607		8168	6185	6185	12607	4.16
		12->10	1352	1202	1086	1407	1086	1407	4.16
		11->10	7205	3532	3187	5777	3187	7205	4.16
		7->10	622-2063	703-2331	600-1991	751-2491	600-1991	751-2491	13,8-4,16
APORTES A LA FALLA		1->7	854	935	855	1017	854	1017	13.8
		14->7	179-446	240-601	163-407	216-540	163-407	240-601	34,5-13,8
BARRA DE TRAF0 13,8KV	7	7	4084		2528	1985	1985	4084	4.16
		14->7	251-1071	319-797	219-547	300-954	219-547	319-797	34,5-13,8
		1->7	1309	1236	1075	1435	1075	1435	13.8
		10->7	875-1689	560-1856	480-1592	780-2032	480-1592	875-1689	4,16-13,8
APORTES A LA FALLA		12->10	880	966	836	1052	836	1052	4.16
		11->10	2565	2826	2443	3083	2443	3083	4.16
		16->15	251-629	319-797	219-547	300-751	219-547	319-797	13,8-34,5
TRAF0 34,5 Kv	14	14	564		843	328	328	843	34.5
		7->14	240-599	563-1407	520-1300	577-1443	240-599	577-1443	13,8-34,5
		15->16	327-818	403-1007	323-807	433-1083	323-807	433-1083	13,8-34,5
APORTES A LA FALLA		10->7	150-499	343-1138	317-1053	352-1167	150-499	352-1167	4,16-13,8
		1->7	371	782	728	797	371	797	13.8
		12->10	292	611	569	625	292	625	4.16
		11->10	809	1764	1638	1804	809	1804	4.16
NORTE 1	8	8	3693		2430	1889	1889	3693	13.8
		7->8	3703	2849	2445	3696	2445	3703	13.8
APORTES A LA FALLA		14->7	225-962	303-758	209-523	283-896	209-523	303-758	34,5-13,8
		10->7	793-1534	534-1771	462-1533	739-1932	462-1533	793-1534	4,16-13,8
		1->7	1194	1184	1038	1368	1038	1368	13.8
		11->10	2337	2702	2355	2937	2337	2937	4.16
		12->10	804	924	807	1003	804	1003	4.16

SUR	9	9	2588		2072	1522	1522	2588	13.8
		7->9	2613	2354	2098	2948	2098	2948	13.8
APORTES A LA FALLA		1->7	869	997	899	1124	869	1124	13.8
		14->7	151-655	248-620	173-433	227-688	151-655	248-620	34,5-13,8
		10->7	561-1094	443-1468	396-1313	588-1576	396-1313	588-1576	4,16-13,8
		11->10	1690	2260	2031	2415	1690	2415	4.16
		12->10	587	775	698	828	587	828	4.16
ECUAPET	1	1	3637		2449	1926	1926	3637	13.8
		7->1	1494	1470	1135	1653	1135	1653	13.8
APORTES A LA FALLA		10->7	488-1268	443-1469	391-1297	539-1605	391-1297	539-1605	4,16-13,8
		14->7	176-565	247-617	165-413	222-623	165-413	247-617	34,5-13,8
		11->10	1951	2263	2012	2459	1951	2459	4.16
		12->10	674	776	691	842	674	842	4.16

TABLA N° 4.7.b.

LAGO

Ubicación de la Falla	Barra	Aportes	Linea-Tierra	Linea-Linea	Trifasica	Doble linea Tierra	Icc(min)	Icc(max)	Voltaje		
			Icc	Icc	Icc	Icc					
TRAFO LAGO-SSFD 34,5 KV	45	45	635		552	479	479	635	34.5		
		46->45	268-1562	251-2085	240-1993	304-2144	240-1993	304-2144	4,16-34,5		
		47->46	1112	1422	1407	1509	1112	1509	4.16		
		48->46	394	499	494	528	394	528	4.16		
BARRA TURBINAS	46	46	10167		6629	5788	5788	10167	4.16		
		47->46	6363	3450	3282	5542	3282	6363	4.16		
		48->46	1315	1178	1122	1382	1122	1382	4.16		
		45->46	173-1434	182-1510	173-1431	203-1686	173-1431	203-1686	34,5-4,16		
TRAFO ALIMENT. 13,8 KV	52	52	1591		1227	1406	1227	1591	13.8		
		46->52	1612-3590	1207-4003	1259-4176	1739-4497	1207-4003	1739-4497	4,16-13,8		
		47->46	1783	1994	2065	2217	1783	2217	4.16		
		48->46	618	691	713	765	618	765	4.16		
APORTES A LA FALLA		45->46	85-708	100-832	102-849	111-924	85-708	111-924	34,5-4,16		
		SUR	53	53	761		840	604	604	840	13.8
				52->53	770	797	845	916	770	916	13.8
				46->52	809-1843	851-2822	883-2928	964-2895	809-1843	964-2895	4,16-13,8
47->46	988			1453	1493	1485	988	1493	4.16		
APORTES A LA FALLA		48->46	353	510	522	520	353	522	4.16		
		NORTE	55	55	497		640	370	370	640	13.8
				52->55	518	623	651	659	518	659	13.8
				46->52	545-1262	657-2178	676-2242	691-2182	545-1262	691-2182	4,16-13,8
48->46	265			410	417	411	265	417	4.16		
APORTES A LA FALLA		47->46	724	1156	1178	1158	724	1178	4.16		
		ESTE	54	54	977		968	805	805	977	13.8
				52->54	982	917	972	1125	917	1125	13.8
				46->52	1019-2301	971-3222	1009-3348	1172-3376	971-3222	1172-3376	4,16-13,8
47->46	1196			1637	1685	1704	1196	1704	4.16		
APORTES A LA FALLA		48->46	422	571	587	594	422	594	4.16		
		BARRA A CAMPOS	56	56	7379		5833	4778	4778	7379	4.16
				46->56	7464	6173	5926	8104	5926	8104	4.16
				47->46	4683	3030	2911	4610	2911	4683	4.16
48->46	980			1037	998	1168	980	1168	4.16		
APORTES A LA FALLA		45->46	125-1040	159-1320	152-1258	173-1437	125-1040	173-1437	34,5-4,16		

CAMPO 1	58	58	3090		3641	2205	2205	3641	4.16
		56->58	3145	3638	3674	4068	3145	4068	4.16
APORTES A LA FALLA		46->56	3207	3708	3733	4134	3207	4134	4.16
		47->46	2109	1906	1906	2346	1906	2346	4.16
		48->46	469	661	661	670	469	670	4.16
CAMPO 2	57	57	3092		3640	2211	2211	3640	4.16
		56->57	3134	3621	3665	4054	3134	4054	4.16
APORTES A LA FALLA		46->56	3216	3713	3743	4142	3216	4142	4.16
		47->46	2114	1909	1911	2350	1909	2350	4.16
		48->46	470	662	663	671	470	671	4.16

TABLA N° 4.7.c.

A N E X O 3

DIAGRAMAS DE LA UBICACIÓN
GEOGRÁFICA DE LOS FUSIBLES
DE LOS ALIMENTADORES
Y
DIAGRAMAS UNIFILARES DE LAS
ZONAS DE PROTECCIÓN

A N E X O 4

TABLAS DE CÁLCULOS Y RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LOS FUSIBLES Y CALIBRACIÓN Y COORDINACIÓN DE LOS RELÉS

SHUSHUFINDI NORTE Y CAMPAMENTO

		Tipo de arranque	Vnom	Inom (alta)	I (medidos)	Icoord.	Iarranque	Tarranque	Tfusible	Tipo fusible	
Pozos	NORTE	SSFD72	variador	2350	4.50	4.2	4.50	27.00	0.5	1.05	6K
		SSFD81	variador	1950	14.60	11.2	14.60	29.20	5	15	12K
		SSFD19	variador	2630	13.50	12	13.50	27.00	5	5.7	10K
		SSFD01	directo	2230	14.30	11.7	14.30	85.80	0.5	0.7	15K
		SSFD43	directo	2200	8.00	7.8	8.00	48.00	0.5	0.95	10K
		SSFD62	variador	1170	6.90	4.6	6.90	13.80	5	18	6K
		SSFD64	directo	1160	3.80	3.5	3.80	22.80	0.5	1.65	6K
		SSFD78	variador	3720	30.00	16.3	30.00	60.00	5	8.8	25K
		SSFD14	variador	2640	11.00	5.7	11.00	22.00	5	37	10K
		SSFD63	variador	1120	11.00	10.4	11.00	22.00	5	37	10K
		SSFD88	directo	2030	6.00	5.4	6.00	36.00	0.5	0.55	6K
		SSFD36	directo	1170	6.80	4.5	6.60	39.60	0.5	0.8	8K
		SSFD53	directo	2145	5.20	4.4	5.20	31.20	0.5	0.75	6K
		SSFD70	variador	2125	19.70	14.2	19.70	39.40	5	6.9	15K
		SSFD71	variador	1935	20.00	17	20.00	40.00	5	6.9	15K
		SSFD76	variador	-----	20.00	18	20.00	40.00	5	6.9	15K
	SSFD59	directo	1350	4.00	2.7	4.00	24.00	0.5	1.4	6K	
	EST. NORTE	-----	-----	15.00	6.5	15.00	45.00	5	1.9	12K	
	EST. AGUARICO	-----	-----	25.00	22.4	25.00	75.00	5	1.55	20K	
	AG03	variador	1170	10.00	7.7	10.00	20.00	5	6.9	8K	
CAMPAMENTO	MILITARES	-----	13.8	8	6.1	8.00	16.00	0.50	5.60	6K	
	POZO 83	directo	13.8	4.4	2.4	4.40	26.40	0.50	-----	3K	
	POZO 65	directo	13.8	9.5	13.7	9.50	57.00	0.50	2.00	10K	
	OFICINAS	-----	13.8	4	2	4.00	8.00	0.50	-----	3K	
	BOMBAS BOOSTER	directo	13.8	15	11.8	15.00	90.00	0.50	0.58	15K	
	COCINAS	-----	13.8	5	0.2	5.00	10.00	0.50	-----	5K	
	CASINOS	-----	13.8	10	7.7	10.00	20.00	0.50	6.90	8K	
BOMBA ACTS	directo	13.8	4	2.4	4.00	24.00	0.50	1.26	5K		
RAMALES	NORTE	R64	-----	13800	3.80	3.5	3.80	22.80	0.5	3.8	8K
		R01-43	-----	13800	22.30	19.5	22.30	93.80	0.5	1.55	25K
		R63-88	-----	13800	17.00	15.8	17.00	47.00	0.5	3.4	15K
		R36	-----	13800	6.60	4.5	6.60	39.60	0.5	2.9	12K
		R76	-----	13800	20.00	18	20.00	40.00	0.5	-----	25K
		R59	-----	13800	4.00	2.7	4.00	24.00	0.5	12	10K
		Rag03	-----	13800	10.00	7.7	10.00	20.00	0.5	-----	12K
		LINEA-1	-----	13800	35.00	30.1	35.00	85.00	1	5	30K
		LINEA-2	-----	13800	103.90	86.4	103.90	168.90	1	-----	80K
	LINEA-3	-----	13800	110.50	90.9	110.50	175.50	0.5	-----	100K	
	CAMPAMENTO	OFIC-BOMBAS (F3)	-----	-----	19	13.8	19.00	94.00	0.50	0.53	15K
		OFIC_BOMB_POZOS_MILI	-----	-----	40.9	36	40.90	115.90	0.50	1.70	30K
		OFIC_BOMBAS_POZOS_MILIT_COC(F1)	-----	-----	63.9	52.2	63.90	134.90	0.50	4.80	50K

TABLA N° 6.7

S A C H A

		Pozos	Tipo de arranque	Vnom	I nomin	Inom(alta)	I (medidos)	Icoord.	Iarranque	Tarranque	Tfusible	Tipo fusible
Pozos	SUR	SACH137	directo	2350	26	5.20	10	10.00	50.00	0.5	0.85	10K
		ESTACION				38.00	16	38.00	76.00	5	2.9	25K
	NORTE 1	ESTACION				30.00	18	30.00	60.00	0.5	3.13	20K
	NORTE 2	SACH121	directo	2425	32	6.00	4.3	6.00	36.00	0.5	0.53	6K
		SACH66B	directo	2350	26	4.90	2.5	4.90	29.40	0.5	0.85	6K
		ESTACION				25.00	18	25.00	50.00	5	6.9	20K
		SACH167	directo	1230	38	4.04	3	4.04	24.24	0.5	1.35	6K
		SACH170	variador	2425	32	6.16	5	6.16	12.32	5	37	6K
	SACH175H	variador	1860	147	22.00	10	22.00	44.00	5	18.32	20K	
RAMALES	NORTE	R-170-175H	-----	13800	-----	28.16	15	28.16	50.16	5	-----	25K
		R-66B-121	-----	13800	-----	10.90	6.8	10.90	40.90	0.5	1.42	10K

TABLA N° 6.8.

LAGO AGRIO

			Tipo de arranque	Vnom	I nomin	Inom (alta)	I (medidos)	Icoord.	Iarranque	Tarranque	Tfusible	Tipo fusible
Pozos	NORTE	LAGO13	directo	-----	-----	7.00	5.5	7.00	42.00	0.5	0.7	8K
		LAGO8	directo	-----	-----	8.00	6.3	8.00	48.00	0.5	0.52	8K
		LAGO29	directo	-----	-----	6.00	5.4	6.00	36.00	0.5	0.55	6K
		LAGO33	directo	-----	-----	8.00	6.3	8.00	48.00	0.5	0.52	8K
		LAGO17	directo	-----	-----	7.50	5.4	7.50	45.00	0.5	0.6	8K
		LAGO02	directo	905	34	5.00	3.4	5.00	30.00	0.5	0.82	6K
		LAGO28	directo	-----	-----	5.00	3.7	5.00	30.00	0.5	0.82	6K
		ESTACION		-----	-----	6.50	5.4	6.50	13.00	5	-----	8K
		LAGO01	directo	-----	-----	4.00	1.4	4.00	24.00	0.5	1.26	5K
		ESTACION		-----	-----	15.00	11.5	15.00	30.00	5	11.9	12K
	LAGO36	directo	1350	29	6.00	5.4	6.00	30.00	0.5	0.8	6K	
	SUR	REINYEC.		-----	-----	10.00	3.5	10.00	60.00	0.5	0.57	10K
		SUBEST.		-----	-----	4.00	2.8	4.00	8.00	5	-----	5K
		LAGO39	directo	-----	-----	7.00	5.8	7.00	42.00	0.5	0.7	8K
		LAGO21	directo	-----	-----	9.00	6.8	9.00	54.00	0.5	0.72	10K
		ANTENA		-----	-----	5.00	1	5.00	10.00	0.5	-----	5K
		LAGO27	directo	-----	-----	7.00	5.8	7.00	42.00	0.5	0.68	8K
	ESTE	LAGO11A	directo	-----	-----	2.00	0.3	2.00	4.00	0.5	-----	3K
		CAMP		-----	-----	5.00	5	5.00	10.00	0.5	-----	5K
		TORRE		-----	-----	3.00	2	3.00	6.00	0.5	-----	3K
FIN-LINEA			-----	-----	3.00	1.6	3.00	18.00	0.5	-----	3K	
RAMALES	NORTE	R-8,29,33	-----	13800	-----	22.00	18.00	22.00	62.00	0.5	1.4	15K
		R3-EST,01				19.00	12.90	19.00	54.00	0.5	2.1	15K
		R-17,2,28-R3	-----	13800	-----	41.00	30.90	41.00	81.00	0.5	6.5	30K

TABLA N° 6.9.

	SSFD SUR (REF CENTRAL)				SSFD SUR (TPU CENTRAL)				SSFD SUR (REF SUR)			
IDEM	258	A		KV 13.80	47	A		KV 69.00	58	A		KV 69.00
IFALLA	970	A		KV 13.80	168	A		KV 69.00	215	A		KV 69.00
I INST	1700	A							380	A		
RTC	60				30				40			
IN	5.00				5.00				5.00			
DIAL>	0.60				6.00				0.65			
DIAL>>	0.12				1.60				0.10			
KV REAL	13.80				69.00				69.00			
KV BASE	13.80				13.80				13.80			
I>	1.20			3.23	2.19			2.56	0.41			1.03
I>>	16.17				5.60				5.38			
(Vh/Vb)	1.00				5.00				5.00			
FUNCION	NOC	INSTANT		NEF	51.00			50.00	NOC	INSTANT		NEF
TEMP	SI	0.01		0.05	SI			SI	SI	0.01		0.05
CURVA	NI				NI			II	NI			EI
TDEF	0.30				0.30			0.05	0.30			0.70
A	0.14				0.01			0.05	0.14			80.00
B	0.02				0.02			0.02	0.02			2.00
P		5.67			0.02			2.00		1.90		
SI												
	i	t	t51	t51/50	i	t	t51	t51/50	i	t	t51	t51/50
	364.81	422.05	422.05	422.05	331.79	379.45	379.45	379.45	410.06	457.23	457.23	457.23
	379.26	86.04	86.04	86.04	344.93	77.49	77.49	77.49	426.30	93.21	93.21	93.21
	397.32	44.02	44.02	44.02	361.35	39.73	39.73	39.73	446.60	47.69	47.69	47.69
	415.38	30.01	30.01	30.01	377.78	27.13	27.13	27.13	466.90	32.51	32.51	32.51
	433.44	22.99	22.99	22.99	394.20	20.83	20.83	20.83	487.20	24.91	24.91	24.91
	451.50	18.78	18.78	18.78	410.63	17.04	17.04	17.04	507.50	20.34	20.34	20.34
	469.56	15.97	15.97	15.97	427.05	14.51	14.51	14.51	527.80	17.30	17.30	17.30
	487.62	13.95	13.95	13.95	443.48	12.70	12.70	12.70	548.10	15.12	15.12	15.12
	505.68	12.44	12.44	12.44	459.90	11.34	11.34	11.34	568.40	13.48	13.48	13.48
	523.74	11.26	11.26	11.26	476.33	10.28	10.28	10.28	588.70	12.20	12.20	12.20
	541.80	10.32	10.32	10.32	492.75	9.43	9.43	9.43	609.00	11.18	11.18	11.18
	559.86	9.54	9.54	9.54	509.18	8.74	8.74	8.74	629.30	10.34	10.34	10.34
	577.92	8.89	8.89	8.89	525.60	8.16	8.16	8.16	649.60	9.64	9.64	9.64
	595.98	8.35	8.35	8.35	542.03	7.66	7.66	7.66	669.90	9.04	9.04	9.04
	614.04	7.87	7.87	7.87	558.45	7.24	7.24	7.24	690.20	8.53	8.53	8.53
	632.10	7.46	7.46	7.46	574.88	6.87	6.87	6.87	710.50	8.09	8.09	8.09
	650.16	7.10	7.10	7.10	591.30	6.55	6.55	6.55	730.80	7.70	7.70	7.70
	668.22	6.79	6.79	6.79	607.73	6.26	6.26	6.26	751.10	7.35	7.35	7.35

SSFD SUR (REF CENTRAL)				SSFD SUR (TPU CENTRAL)				SSFD SUR (REF SUR)			
l	t	151	151/50	l	t	151	151/50	l	t	151	151/50
686.28	6.50	6.50	6.50	624.15	6.01	6.01	6.01	771.40	7.04	7.04	7.04
704.34	6.25	6.25	6.25	640.58	5.78	5.78	5.78	791.70	6.77	6.77	6.77
722.40	6.02	6.02	6.02	657.00	5.57	5.57	5.57	812.00	6.52	6.52	6.52
740.46	5.81	5.81	5.81	673.43	5.38	5.38	5.38	832.30	6.29	6.29	6.29
758.52	5.62	5.62	5.62	689.85	5.21	5.21	5.21	852.60	6.09	6.09	6.09
776.58	5.44	5.44	5.44	706.28	5.06	5.06	5.06	872.90	5.90	5.90	5.90
794.64	5.28	5.28	5.28	722.70	4.91	4.91	4.91	893.20	5.73	5.73	5.73
812.70	5.14	5.14	5.14	739.13	4.78	4.78	4.78	913.50	5.57	5.57	5.57
830.76	5.00	5.00	5.00	755.55	4.66	4.66	4.66	933.80	5.42	5.42	5.42
848.82	4.87	4.87	4.87	771.98	4.54	4.54	4.54	954.10	5.28	5.28	5.28
866.88	4.76	4.76	4.76	788.40	4.44	4.44	4.44	974.40	5.15	5.15	5.15
884.94	4.65	4.65	4.65	804.83	4.34	4.34	4.34	994.70	5.03	5.03	5.03
903.00	4.54	4.54	4.54	821.25	4.24	4.24	4.24	1015.00	4.92	4.92	4.92
921.06	4.44	4.44	4.44	837.68	4.16	4.16	4.16	1035.30	4.82	4.82	4.82
939.12	4.35	4.35	4.35	854.10	2.72	4.07	2.72	1055.60	4.72	4.72	4.72
957.18	4.27	4.27	4.27	870.53	1.27	4.00	1.27	1075.90	0.70	4.62	0.70
975.24	0.60	4.19	0.60	886.95	0.83	3.92	0.83	1096.20	0.70	4.54	0.70
993.30	0.60	4.11	0.60	903.38	0.62	3.86	0.62	1116.50	0.70	4.45	0.70
1011.36	0.60	4.04	0.60	919.80	0.50	3.79	0.50	1136.80	0.70	4.37	0.70
1029.42	0.60	3.97	0.60	936.23	0.42	3.73	0.42	1157.10	0.70	4.30	0.70
1047.48	0.60	3.90	0.60	952.65	0.36	3.67	0.36	1177.40	0.70	4.23	0.70
1065.54	0.60	3.84	0.60	969.08	0.32	3.61	0.32	1197.70	0.70	4.16	0.70
1083.60	0.60	3.78	0.60	985.50	0.29	3.56	0.29	1218.00	0.70	4.10	0.70
1119.72	0.60	3.67	0.60	1018.35	0.24	3.46	0.24	1258.60	0.70	3.98	0.70
1155.84	0.60	3.57	0.60	1051.20	0.21	3.37	0.21	1299.20	0.70	3.87	0.70
1191.96	0.60	3.48	0.60	1084.05	0.18	3.29	0.18	1339.80	0.70	3.77	0.70
1228.08	0.60	3.39	0.60	1116.90	0.16	3.21	0.16	1380.40	0.70	3.67	0.70
1264.20	0.60	3.31	0.60	1149.75	0.15	3.14	0.15	1421.00	0.70	3.59	0.70
1300.32	0.60	3.24	0.60	1182.60	0.14	3.07	0.14	1461.60	0.70	3.51	0.70
1336.44	0.60	3.17	0.60	1215.45	0.13	3.01	0.13	1502.20	0.70	3.43	0.70
1372.56	0.60	3.10	0.60	1248.30	0.12	2.95	0.12	1542.80	0.70	3.36	0.70
1408.68	0.60	3.04	0.60	1281.15	0.11	2.90	0.11	1583.40	0.70	3.30	0.70
1444.80	0.60	2.99	0.60	1314.00	0.11	2.85	0.11	1624.00	0.70	3.24	0.70
1517.04	0.60	2.88	0.60	1379.70	0.10	2.75	0.10	1705.20	0.70	3.13	0.70
1589.28	0.60	2.79	0.60	1445.40	0.09	2.67	0.09	1786.40	0.70	3.03	0.70
1661.52	0.60	2.71	0.60	1511.10	0.09	2.60	0.09	1867.60	0.70	2.94	0.70
1733.76	0.01	2.64	0.01	1576.80	0.08	2.53	0.08	1948.80	0.01	2.86	0.01
1806.00	0.01	2.57	0.01	1642.50	0.08	2.47	0.08	2030.00	0.01	2.78	0.01
1878.24	0.01	2.51	0.01	1708.20	0.07	2.41	0.07	2111.20	0.01	2.71	0.01

SSFD SUR (REF CENTRAL)				SSFD SUR (TPU CENTRAL)				SSFD SUR (REF SUR)			
l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
1950.48	0.01	2.45	0.01	1773.90	0.07	2.36	0.07	2192.40	0.01	2.65	0.01
2022.72	0.01	2.40	0.01	1839.60	0.07	2.32	0.07	2273.60	0.01	2.60	0.01
2094.96	0.01	2.35	0.01	1905.30	0.07	2.27	0.07	2354.80	0.01	2.54	0.01
2167.20	0.01	2.30	0.01	1971.00	0.07	2.23	0.07	2436.00	0.01	2.49	0.01
2239.44	0.01	2.26	0.01	2036.70	0.06	2.19	0.06	2517.20	0.01	2.45	0.01
2311.68	0.01	2.22	0.01	2102.40	0.06	2.16	0.06	2598.40	0.01	2.41	0.01
2383.92	0.01	2.18	0.01	2168.10	0.06	2.13	0.06	2679.60	0.01	2.37	0.01
2456.16	0.01	2.15	0.01	2233.80	0.06	2.09	0.06	2760.80	0.01	2.33	0.01
2528.40	0.01	2.12	0.01	2299.50	0.06	2.06	0.06	2842.00	0.01	2.29	0.01
2600.64	0.01	2.09	0.01	2365.20	0.06	2.04	0.06	2923.20	0.01	2.26	0.01
2672.88	0.01	2.06	0.01	2430.90	0.06	2.01	0.06	3004.40	0.01	2.23	0.01
2745.12	0.01	2.03	0.01	2496.60	0.06	1.99	0.06	3085.60	0.01	2.20	0.01
2817.36	0.01	2.00	0.01	2562.30	0.06	1.96	0.06	3166.80	0.01	2.17	0.01
2889.60	0.01	1.98	0.01	2628.00	0.06	1.94	0.06	3248.00	0.01	2.14	0.01
2961.84	0.01	1.95	0.01	2693.70	0.06	1.92	0.06	3329.20	0.01	2.12	0.01
3034.08	0.01	1.93	0.01	2759.40	0.05	1.90	0.05	3410.40	0.01	2.09	0.01
3106.32	0.01	1.91	0.01	2825.10	0.05	1.88	0.05	3491.60	0.01	2.07	0.01
3178.56	0.01	1.89	0.01	2890.80	0.05	1.86	0.05	3572.80	0.01	2.05	0.01
3250.80	0.01	1.87	0.01	2956.50	0.05	1.84	0.05	3654.00	0.01	2.03	0.01
3323.04	0.01	1.85	0.01	3022.20	0.05	1.83	0.05	3735.20	0.01	2.01	0.01
3395.28	0.01	1.83	0.01	3087.90	0.05	1.81	0.05	3816.40	0.01	1.99	0.01
3467.52	0.01	1.82	0.01	3153.60	0.05	1.79	0.05	3897.60	0.01	1.97	0.01
3539.76	0.01	1.80	0.01	3219.30	0.05	1.78	0.05	3978.80	0.01	1.95	0.01
3612.00	0.01	1.78	0.01	3285.00	0.05	1.76	0.05	4060.00	0.01	1.93	0.01
5418.00	0.01	1.51	0.01	4927.50	0.05	1.52	0.05	6090.00	0.01	1.64	0.01
7224.00	0.01	1.36	0.01	6570.00	0.05	1.38	0.05	8120.00	0.01	1.47	0.01
10836.00	0.01	1.19	0.01	9855.00	0.05	1.23	0.05	12180.00	0.01	1.29	0.01
14448.00	0.01	1.10	0.01	13140.00	0.05	1.15	0.05	16240.00	0.01	1.19	0.01
18060.00	0.01	1.03	0.01	16425.00	0.05	1.09	0.05	20300.00	0.01	1.12	0.01

TABLA N° 6.10.a.

	SSFD SUR (PCD SUR)				SSFD SUR (PCD SUR CENTRAL)				SSFD SUR (PCD SUR OESTE)			
IDEM	210	A		KV 13.80	184	A		KV 13.80	176	A		KV 13.80
IFALLA	796	A		KV 13.80	696	A		KV 13.80	665	A		KV 13.80
I INST		A										
RTC	60				60				60			
I N	5.00				5.00				5.00			
DIAL>	5.50				4.00				4.00			
DIAL>>	1.40				1.50				1.50			
KV REAL	13.80				13.80				13.80			
KV BASE	13.80				13.80				13.80			
I>	4.90			2.71	4.30			2.70	4.10			2.70
I>>	13.27				11.60				11.08			
(Vh/Vb)	1.00				1.00				1.00			
FUNCION	51.00			50.00	51.00			50.00	51.00			50.00
TEMP	SI			SI	SI			SI	SI			SI
CURVA	NI			II	NI			II	NI			II
IDEF	0.30			0.05	0.30			0.05	0.30			0.05
A	0.01			0.05	0.01			0.05	0.01			0.05
B	0.02			0.02	0.02			0.02	0.02			0.02
P	0.02			2.00	0.02			2.00	0.02			2.00
SI												
	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50
	296.94	345.83	345.83	345.83	260.58	244.96	244.96	244.96	248.46	244.96	244.96	244.96
	308.70	70.62	70.62	70.62	270.90	50.02	50.02	50.02	258.30	50.02	50.02	50.02
	323.40	36.21	36.21	36.21	283.80	25.65	25.65	25.65	270.60	25.65	25.65	25.65
	338.10	24.73	24.73	24.73	296.70	17.51	17.51	17.51	282.90	17.51	17.51	17.51
	352.80	18.98	18.98	18.98	309.60	13.45	13.45	13.45	295.20	13.45	13.45	13.45
	367.50	15.53	15.53	15.53	322.50	11.00	11.00	11.00	307.50	11.00	11.00	11.00
	382.20	13.23	13.23	13.23	335.40	9.37	9.37	9.37	319.80	9.37	9.37	9.37
	396.90	11.58	11.58	11.58	348.30	8.20	8.20	8.20	332.10	8.20	8.20	8.20
	411.60	10.34	10.34	10.34	361.20	7.32	7.32	7.32	344.40	7.32	7.32	7.32
	426.30	9.37	9.37	9.37	374.10	6.64	6.64	6.64	356.70	6.64	6.64	6.64
	441.00	8.60	8.60	8.60	387.00	6.09	6.09	6.09	369.00	6.09	6.09	6.09
	455.70	7.96	7.96	7.96	399.90	5.64	5.64	5.64	381.30	5.64	5.64	5.64
	470.40	7.43	7.43	7.43	412.80	5.26	5.26	5.26	393.60	5.26	5.26	5.26
	485.10	6.98	6.98	6.98	425.70	4.95	4.95	4.95	405.90	4.95	4.95	4.95
	499.80	6.60	6.60	6.60	438.60	4.67	4.67	4.67	418.20	4.67	4.67	4.67
	514.50	6.26	6.26	6.26	451.50	4.43	4.43	4.43	430.50	4.43	4.43	4.43
	529.20	5.97	5.97	5.97	464.40	4.23	4.23	4.23	442.80	4.23	4.23	4.23
	543.90	5.71	5.71	5.71	477.30	4.04	4.04	4.04	455.10	4.04	4.04	4.04

SSFD SUR (PCD SUR)				SSFD SUR (PCD SUR CENTRAL)				SSFD SUR (PCD SUR OESTE)			
l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
558.60	5.47	5.47	5.47	490.20	3.88	3.88	3.88	467.40	3.88	3.88	3.88
573.30	5.26	5.26	5.26	503.10	3.73	3.73	3.73	479.70	3.73	3.73	3.73
588.00	5.08	5.08	5.08	516.00	3.60	3.60	3.60	492.00	3.60	3.60	3.60
602.70	4.91	4.91	4.91	528.90	3.47	3.47	3.47	504.30	3.47	3.47	3.47
617.40	4.75	4.75	4.75	541.80	3.36	3.36	3.36	516.60	3.36	3.36	3.36
632.10	4.61	4.61	4.61	554.70	3.26	3.26	3.26	528.90	3.26	3.26	3.26
646.80	4.48	4.48	4.48	567.60	3.17	3.17	3.17	541.20	3.17	3.17	3.17
661.50	4.36	4.36	4.36	580.50	3.09	3.09	3.09	553.50	3.09	3.09	3.09
676.20	4.24	4.24	4.24	593.40	3.01	3.01	3.01	565.80	3.01	3.01	3.01
690.90	4.14	4.14	4.14	606.30	2.93	2.93	2.93	578.10	2.93	2.93	2.93
705.60	4.04	4.04	4.04	619.20	2.86	2.86	2.86	590.40	2.86	2.86	2.86
720.30	3.95	3.95	3.95	632.10	2.80	2.80	2.80	602.70	2.80	2.80	2.80
735.00	3.87	3.87	3.87	645.00	2.74	2.74	2.74	615.00	2.74	2.74	2.74
749.70	3.79	3.79	3.79	657.90	2.68	2.68	2.68	627.30	2.68	2.68	2.68
764.40	3.71	3.71	3.71	670.80	2.63	2.63	2.63	639.60	2.63	2.63	2.63
779.10	3.64	3.64	3.64	683.70	2.58	2.58	2.58	651.90	2.58	2.58	2.58
793.80	3.58	3.58	3.58	696.60	2.53	2.53	48.13	664.20	2.53	2.53	2.53
808.50	2.48	3.51	2.48	709.50	2.17	2.49	2.17	676.50	2.39	2.49	2.39
823.20	1.14	3.45	1.14	722.40	1.12	2.45	1.12	688.80	1.17	2.45	1.17
837.90	0.75	3.40	0.75	735.30	0.76	2.41	0.76	701.10	0.78	2.41	0.78
852.60	0.56	3.34	0.56	748.20	0.58	2.37	0.58	713.40	0.59	2.37	0.59
867.30	0.45	3.29	0.45	761.10	0.47	2.33	0.47	725.70	0.48	2.33	0.48
882.00	0.37	3.24	0.37	774.00	0.39	2.30	0.39	738.00	0.40	2.30	0.40
911.40	0.28	3.15	0.28	799.80	0.30	2.23	0.30	762.60	0.31	2.23	0.31
940.80	0.23	3.07	0.23	825.60	0.25	2.18	0.25	787.20	0.25	2.18	0.25
970.20	0.19	2.99	0.19	851.40	0.21	2.12	0.21	811.80	0.21	2.12	0.21
999.60	0.17	2.92	0.17	877.20	0.18	2.07	0.18	836.40	0.18	2.07	0.18
1029.00	0.15	2.86	0.15	903.00	0.16	2.03	0.16	861.00	0.16	2.03	0.16
1058.40	0.14	2.80	0.14	928.80	0.15	1.98	0.15	885.60	0.15	1.98	0.15
1087.80	0.13	2.74	0.13	954.60	0.14	1.94	0.14	910.20	0.14	1.94	0.14
1117.20	0.12	2.69	0.12	980.40	0.13	1.91	0.13	934.80	0.13	1.91	0.13
1146.60	0.11	2.64	0.11	1006.20	0.12	1.87	0.12	959.40	0.12	1.87	0.12
1176.00	0.10	2.60	0.10	1032.00	0.11	1.84	0.11	984.00	0.11	1.84	0.11
1234.80	0.09	2.51	0.09	1083.60	0.10	1.78	0.10	1033.20	0.10	1.78	0.10
1293.60	0.08	2.44	0.08	1135.20	0.09	1.73	0.09	1082.40	0.09	1.73	0.09
1352.40	0.08	2.37	0.08	1186.80	0.09	1.68	0.09	1131.60	0.09	1.68	0.09
1411.20	0.07	2.31	0.07	1238.40	0.08	1.63	0.08	1180.80	0.08	1.63	0.08
1470.00	0.07	2.25	0.07	1290.00	0.08	1.59	0.08	1230.00	0.08	1.59	0.08
1528.80	0.07	2.20	0.07	1341.60	0.07	1.56	0.07	1279.20	0.07	1.56	0.07

SSFD SUR (PCD SUR)				SSFD SUR (PCD SUR CENTRAL)				SSFD SUR (PCD SUR OESTE)			
l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
1587.60	0.06	2.15	0.06	1393.20	0.07	1.53	0.07	1328.40	0.07	1.53	0.07
1646.40	0.06	2.11	0.06	1444.80	0.07	1.49	0.07	1377.60	0.07	1.49	0.07
1705.20	0.06	2.07	0.06	1496.40	0.06	1.47	0.06	1426.80	0.06	1.47	0.06
1764.00	0.06	2.03	0.06	1548.00	0.06	1.44	0.06	1476.00	0.06	1.44	0.06
1822.80	0.06	2.00	0.06	1599.60	0.06	1.42	0.06	1525.20	0.06	1.42	0.06
1881.60	0.05	1.97	0.05	1651.20	0.06	1.39	0.06	1574.40	0.06	1.39	0.06
1940.40	0.05	1.94	0.05	1702.80	0.06	1.37	0.06	1623.60	0.06	1.37	0.06
1999.20	0.05	1.91	0.05	1754.40	0.06	1.35	0.06	1672.80	0.06	1.35	0.06
2058.00	0.05	1.88	0.05	1806.00	0.06	1.33	0.06	1722.00	0.06	1.33	0.06
2116.80	0.05	1.86	0.05	1857.60	0.06	1.31	0.06	1771.20	0.06	1.31	0.06
2175.60	0.05	1.83	0.05	1909.20	0.05	1.30	0.05	1820.40	0.05	1.30	0.05
2234.40	0.05	1.81	0.05	1960.80	0.05	1.28	0.05	1869.60	0.05	1.28	0.05
2293.20	0.05	1.79	0.05	2012.40	0.05	1.27	0.05	1918.80	0.05	1.27	0.05
2352.00	0.05	1.77	0.05	2064.00	0.05	1.25	0.05	1968.00	0.05	1.25	0.05
2410.80	0.05	1.75	0.05	2115.60	0.05	1.24	0.05	2017.20	0.05	1.24	0.05
2469.60	0.05	1.73	0.05	2167.20	0.05	1.23	0.05	2066.40	0.05	1.23	0.05
2528.40	0.05	1.71	0.05	2218.80	0.05	1.21	0.05	2115.60	0.05	1.21	0.05
2587.20	0.05	1.70	0.05	2270.40	0.05	1.20	0.05	2164.80	0.05	1.20	0.05
2646.00	0.05	1.68	0.05	2322.00	0.05	1.19	0.05	2214.00	0.05	1.19	0.05
2704.80	0.05	1.66	0.05	2373.60	0.05	1.18	0.05	2263.20	0.05	1.18	0.05
2763.60	0.04	1.65	0.04	2425.20	0.05	1.17	0.05	2312.40	0.05	1.17	0.05
2822.40	0.04	1.63	0.04	2476.80	0.05	1.16	0.05	2361.60	0.05	1.16	0.05
2881.20	0.04	1.62	0.04	2528.40	0.05	1.15	0.05	2410.80	0.05	1.15	0.05
2940.00	0.04	1.61	0.04	2580.00	0.05	1.14	0.05	2460.00	0.05	1.14	0.05
4410.00	0.04	1.38	0.04	3870.00	0.04	0.98	0.04	3690.00	0.04	0.98	0.04
5880.00	0.04	1.26	0.04	5160.00	0.04	0.89	0.04	4920.00	0.04	0.89	0.04
8820.00	0.04	1.13	0.04	7740.00	0.04	0.80	0.04	7380.00	0.04	0.80	0.04
11760.00	0.04	1.05	0.04	10320.00	0.04	0.74	0.04	9840.00	0.04	0.74	0.04
14700.00	0.04	0.99	0.04	12900.00	0.04	0.70	0.04	12300.00	0.04	0.70	0.04

TABLA N° 6.10.b.

CALIBRACION DE RELES (FASE) DE SHUSHUFINDI SUR A NIVEL 13,8 KV.

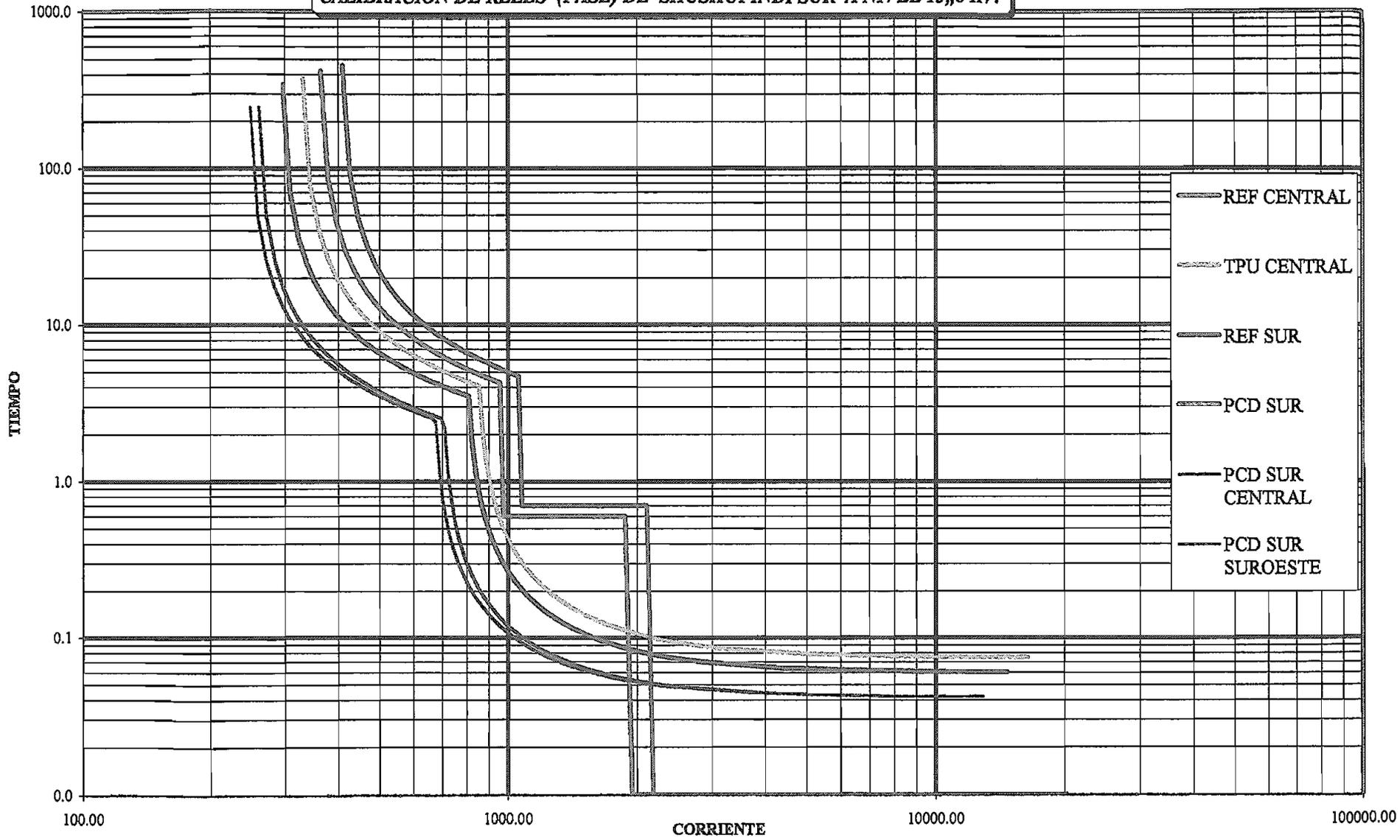


FIGURA N° 6.11.

SHUSHUFINDI SECCION 1

IDEM	SSFD SUR (REF CENTRAL)				SSFD->SACHA				SSFD TB1			
	258	A	KV	13.80	210.00	A	KV	13.80	150.00	A	KV	13.80
IFALLA	970	A	KV	13.80	764.00	A	KV	13.80	300.00	A	KV	13.80
I INST	1700	A										
RTC	60				60.00				40.00			
IN	5.00				5.00				5.00			
DIAL>	0.60				5.00				5.00			
DIAL>>	0.12				2.00				2.50			
KV REAL	13.80				13.80				13.80			
KV BASE	13.80				13.80				13.80			
I>	1.20		3.23		4.90		2.00		5.25		3.31	
I>>	16.17				12.73				20			
(Vh/Vb)	1.00				1.00				1			
FUNCION	NOC	INSTANT			NEF	51.00		50.00	51			50
TEMP	SI	0.01			0.05	SI		SI	SI			SI
CURVA	NI					NI		II	NI			II
TDEF												
A	0.14				0.0086			0.046855	0.0086			0.046855
B	0.02				0.0185			0.023457	0.0185			0.023457
P		5.67			0.02			2.00	0.02			2
	i	t	151	151/50	i	t	151	151/50	i	t	151	151/50
	364.81	422.05	422.05	422.05	296.94	312.21	312.21	312.21	212.10	312.21	312.21	312.21
	379.26	86.04	86.04	86.04	308.70	63.75	63.75	63.75	220.50	63.75	63.75	63.75
	397.32	44.02	44.02	44.02	323.40	32.69	32.69	32.69	231.00	32.69	32.69	32.69
	415.38	30.01	30.01	30.01	338.10	22.32	22.32	22.32	241.50	22.32	22.32	22.32
	433.44	22.99	22.99	22.99	352.80	17.14	17.14	17.14	252.00	17.14	17.14	17.14
	451.50	18.78	18.78	18.78	367.50	14.02	14.02	14.02	262.50	14.02	14.02	14.02
	469.56	15.97	15.97	15.97	382.20	11.94	11.94	11.94	273.00	11.94	11.94	11.94
	487.62	13.95	13.95	13.95	396.90	10.45	10.45	10.45	283.50	10.45	10.45	10.45
	505.68	12.44	12.44	12.44	411.60	9.33	9.33	9.33	294.00	9.33	9.33	9.33
	523.74	11.26	11.26	11.26	426.30	8.46	8.46	8.46	304.50	8.46	8.46	8.46
	541.80	10.32	10.32	10.32	441.00	7.76	7.76	7.76	315.00	7.76	7.76	7.76
	559.86	9.54	9.54	9.54	455.70	7.19	7.19	7.19	325.50	7.19	7.19	7.19
	577.92	8.89	8.89	8.89	470.40	6.71	6.71	6.71	336.00	6.71	6.71	6.71
	595.98	8.35	8.35	8.35	485.10	6.30	6.30	6.30	346.50	6.30	6.30	6.30
	614.04	7.87	7.87	7.87	499.80	5.96	5.96	5.96	357.00	5.96	5.96	5.96
	632.10	7.46	7.46	7.46	514.50	5.65	5.65	5.65	367.50	5.65	5.65	5.65
	686.28	6.50	6.50	6.50	558.60	4.94	4.94	4.94	399.00	4.94	4.94	4.94
	704.34	6.25	6.25	6.25	573.30	4.75	4.75	4.75	409.50	4.75	4.75	4.75
	722.40	6.02	6.02	6.02	588.00	4.58	4.58	4.58	420.00	4.58	4.58	4.58

SSFD SUR (REF CENTRAL)				SSFD→SACHA				SSFD TB1			
l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
740.46	5.81	5.81	5.81	602.70	4.43	4.43	4.43	430.50	4.43	4.43	4.43
776.58	5.44	5.44	5.44	632.10	4.16	4.16	4.16	451.50	4.16	4.16	4.16
794.64	5.28	5.28	5.28	646.80	4.04	4.04	4.04	462.00	4.04	4.04	4.04
812.70	5.14	5.14	5.14	661.50	3.93	3.93	3.93	472.50	3.93	3.93	3.93
830.76	5.00	5.00	5.00	676.20	3.83	3.83	3.83	483.00	3.83	3.83	3.83
848.82	4.87	4.87	4.87	690.90	3.74	3.74	3.74	493.50	3.74	3.74	3.74
866.88	4.76	4.76	4.76	705.60	3.65	3.65	3.65	504.00	3.65	3.65	3.65
884.94	4.65	4.65	4.65	720.30	3.57	3.57	3.57	514.50	3.57	3.57	3.57
903.00	4.54	4.54	4.54	735.00	3.49	3.49	3.49	525.00	3.49	3.49	3.49
939.12	4.35	4.35	4.35	764.40	3.35	3.35	75.87	546.00	3.35	3.35	3.35
975.24	0.60	4.19	0.60	793.80	1.55	3.23	1.55	567.00	3.23	3.23	3.23
1029.42	0.60	3.97	0.60	837.90	0.65	3.07	0.65	598.50	3.07	3.07	3.07
1083.60	0.60	3.78	0.60	882.00	0.42	2.93	0.42	630.00	2.93	2.93	2.93
1155.84	0.60	3.57	0.60	940.80	0.29	2.77	0.29	672.00	2.77	2.77	2.77
1228.08	0.60	3.39	0.60	999.60	0.23	2.64	0.23	714.00	2.64	2.64	2.64
1336.44	0.60	3.17	0.60	1087.80	0.18	2.48	0.18	777.00	2.48	2.48	2.48
1444.80	0.60	2.99	0.60	1176.00	0.15	2.34	0.15	840.00	1.60	2.34	1.60
1589.28	0.60	2.79	0.60	1293.60	0.12	2.20	0.12	924.00	0.55	2.20	0.55
1661.52	0.60	2.71	0.60	1352.40	0.12	2.14	0.12	966.00	0.42	2.14	0.42
1733.76	0.01	2.64	0.01	1411.20	0.11	2.08	0.11	1008.00	0.34	2.08	0.34
1878.24	0.01	2.51	0.01	1528.80	0.10	1.99	0.10	1092.00	0.26	1.99	0.26
1950.48	0.01	2.45	0.01	1587.60	0.10	1.94	0.10	1134.00	0.23	1.94	0.23
2094.96	0.01	2.35	0.01	1705.20	0.09	1.87	0.09	1218.00	0.20	1.87	0.20
2167.20	0.01	2.30	0.01	1764.00	0.09	1.84	0.09	1260.00	0.18	1.84	0.18
2311.68	0.01	2.22	0.01	1881.60	0.08	1.78	0.08	1344.00	0.16	1.78	0.16
2456.16	0.01	2.15	0.01	1999.20	0.08	1.72	0.08	1428.00	0.15	1.72	0.15
2528.40	0.01	2.12	0.01	2058.00	0.08	1.70	0.08	1470.00	0.14	1.70	0.14
2817.36	0.01	2.00	0.01	2293.20	0.07	1.61	0.07	1638.00	0.13	1.61	0.13
2961.84	0.01	1.95	0.01	2410.80	0.07	1.58	0.07	1722.00	0.12	1.58	0.12
3106.32	0.01	1.91	0.01	2528.40	0.07	1.55	0.07	1806.00	0.12	1.55	0.12
3323.04	0.01	1.85	0.01	2704.80	0.07	1.50	0.07	1932.00	0.11	1.50	0.11
3395.28	0.01	1.83	0.01	2763.60	0.07	1.49	0.07	1974.00	0.11	1.49	0.11
3467.52	0.01	1.82	0.01	2822.40	0.07	1.48	0.07	2016.00	0.11	1.48	0.11
3612.00	0.01	1.78	0.01	2940.00	0.07	1.45	0.07	2100.00	0.10	1.45	0.10
5418.00	0.01	1.51	0.01	4410.00	0.06	1.25	0.06	3150.00	0.09	1.25	0.09
7224.00	0.01	1.36	0.01	5880.00	0.06	1.14	0.06	4200.00	0.08	1.14	0.08
14448.00	0.01	1.10	0.01	11760.00	0.06	0.94	0.06	8400.00	0.08	0.94	0.08
18060.00	0.01	1.03	0.01	14700.00	0.06	0.90	0.06	10500.00	0.08	0.90	0.08

TABLA N° 6.11.a.

SHUSHUFINDI SECCION 1

IDEM	SSFD SECC1				SSFD DIR SECC1			
	514.40	A	KV	13.80	514.30	A	KV	13.80
IFALLA	2015.00	A	KV	13.80	1700.00	A	KV	13.80
I INST								
RTC	60.00				60.00			
IN	5.00				5.00			
DIAL>	10.00				10.00			
DIAL>>	1.50				1.50			
KV REAL	13.80				13.80			
KV BASE	13.80				13.80			
I>	12			2.50	12			2.30
I>>	33.58				28.33			
(Vh/Vb)	1				1			
FUNCION	51		50		67		67	
TEMP	SI		SI		SI		SI	
CURVA	NI		II		NI		II	
TDEF								
A	0.0086		0.046855		0.0086		0.046855	
B	0.0185		0.023457		0.0185		0.023457	
P	0.02		2		0.02		2	
	i	t	t51	t51/50	i	t	t51	t51/50
	727.20	648.43	648.43	648.43	727.20	648.43	648.43	648.43
	756.00	132.41	132.41	132.41	756.00	132.41	132.41	132.41
	792.00	67.89	67.89	67.89	792.00	67.89	67.89	67.89
	828.00	46.36	46.36	46.36	828.00	46.36	46.36	46.36
	864.00	35.59	35.59	35.59	864.00	35.59	35.59	35.59
	900.00	29.12	29.12	29.12	900.00	29.12	29.12	29.12
	936.00	24.80	24.80	24.80	936.00	24.80	24.80	24.80
	972.00	21.71	21.71	21.71	972.00	21.71	21.71	21.71
	1008.00	19.38	19.38	19.38	1008.00	19.38	19.38	19.38
	1044.00	17.57	17.57	17.57	1044.00	17.57	17.57	17.57
	1080.00	16.12	16.12	16.12	1080.00	16.12	16.12	16.12
	1116.00	14.93	14.93	14.93	1116.00	14.93	14.93	14.93
	1152.00	13.94	13.94	13.94	1152.00	13.94	13.94	13.94
	1188.00	13.09	13.09	13.09	1188.00	13.09	13.09	13.09
	1224.00	12.37	12.37	12.37	1224.00	12.37	12.37	12.37
	1260.00	11.74	11.74	11.74	1260.00	11.74	11.74	11.74
	1368.00	10.26	10.26	10.26	1368.00	10.26	10.26	10.26
	1404.00	9.87	9.87	9.87	1404.00	9.87	9.87	9.87
	1440.00	9.52	9.52	9.52	1440.00	9.52	9.52	9.52

SSFD SECC1				SSFD DIR SECC1			
i	t	t51	t51/50	i	t	t51	t51/50
1476.00	9.20	9.20	9.20	1476.00	9.20	9.20	9.20
1548.00	8.64	8.64	8.64	1548.00	8.64	8.64	8.64
1584.00	8.39	8.39	8.39	1584.00	8.39	8.39	8.39
1620.00	8.17	8.17	8.17	1620.00	8.17	8.17	8.17
1656.00	7.96	7.96	7.96	1656.00	7.96	7.96	7.96
1692.00	7.76	7.76	7.76	1692.00	7.76	7.76	7.76
1728.00	7.58	7.58	7.58	1728.00	2.53	7.58	2.53
1764.00	7.41	7.41	7.41	1764.00	1.12	7.41	1.12
1800.00	7.25	7.25	7.25	1800.00	0.73	7.25	0.73
1872.00	6.96	6.96	6.96	1872.00	0.43	6.96	0.43
1944.00	6.71	6.71	6.71	1944.00	0.31	6.71	0.31
2052.00	2.28	6.37	2.28	2052.00	0.22	6.37	0.22
2160.00	0.60	6.08	0.60	2160.00	0.18	6.08	0.18
2304.00	0.31	5.76	0.31	2304.00	0.14	5.76	0.14
2448.00	0.22	5.48	0.22	2448.00	0.12	5.48	0.12
2664.00	0.15	5.14	0.15	2664.00	0.10	5.14	0.10
2880.00	0.12	4.87	0.12	2880.00	0.09	4.87	0.09
3168.00	0.10	4.57	0.10	3168.00	0.08	4.57	0.08
3312.00	0.09	4.44	0.09	3312.00	0.07	4.44	0.07
3456.00	0.08	4.33	0.08	3456.00	0.07	4.33	0.07
3744.00	0.08	4.13	0.08	3744.00	0.06	4.13	0.06
3888.00	0.07	4.04	0.07	3888.00	0.06	4.04	0.06
4176.00	0.07	3.88	0.07	4176.00	0.06	3.88	0.06
4320.00	0.06	3.81	0.06	4320.00	0.06	3.81	0.06
4608.00	0.06	3.69	0.06	4608.00	0.05	3.69	0.05
4896.00	0.06	3.58	0.06	4896.00	0.05	3.58	0.05
5040.00	0.06	3.53	0.06	5040.00	0.05	3.53	0.05
5616.00	0.05	3.35	0.05	5616.00	0.05	3.35	0.05
5904.00	0.05	3.28	0.05	5904.00	0.05	3.28	0.05
6192.00	0.05	3.21	0.05	6192.00	0.05	3.21	0.05
6624.00	0.05	3.12	0.05	6624.00	0.05	3.12	0.05
6768.00	0.05	3.09	0.05	6768.00	0.05	3.09	0.05
6912.00	0.05	3.07	0.05	6912.00	0.05	3.07	0.05
7200.00	0.05	3.01	0.05	7200.00	0.05	3.01	0.05
10800.00	0.04	2.60	0.04	10800.00	0.04	2.60	0.04
14400.00	0.04	2.37	0.04	14400.00	0.04	2.37	0.04
28800.00	0.04	1.96	0.04	28800.00	0.04	1.96	0.04
36000.00	0.04	1.86	0.04	36000.00	0.04	1.86	0.04

TABLA N° 6.11.b.

CALIBRACION DE RELES (FASE) DE SSFD SECCION1 A NIVEL 13,8 KV.

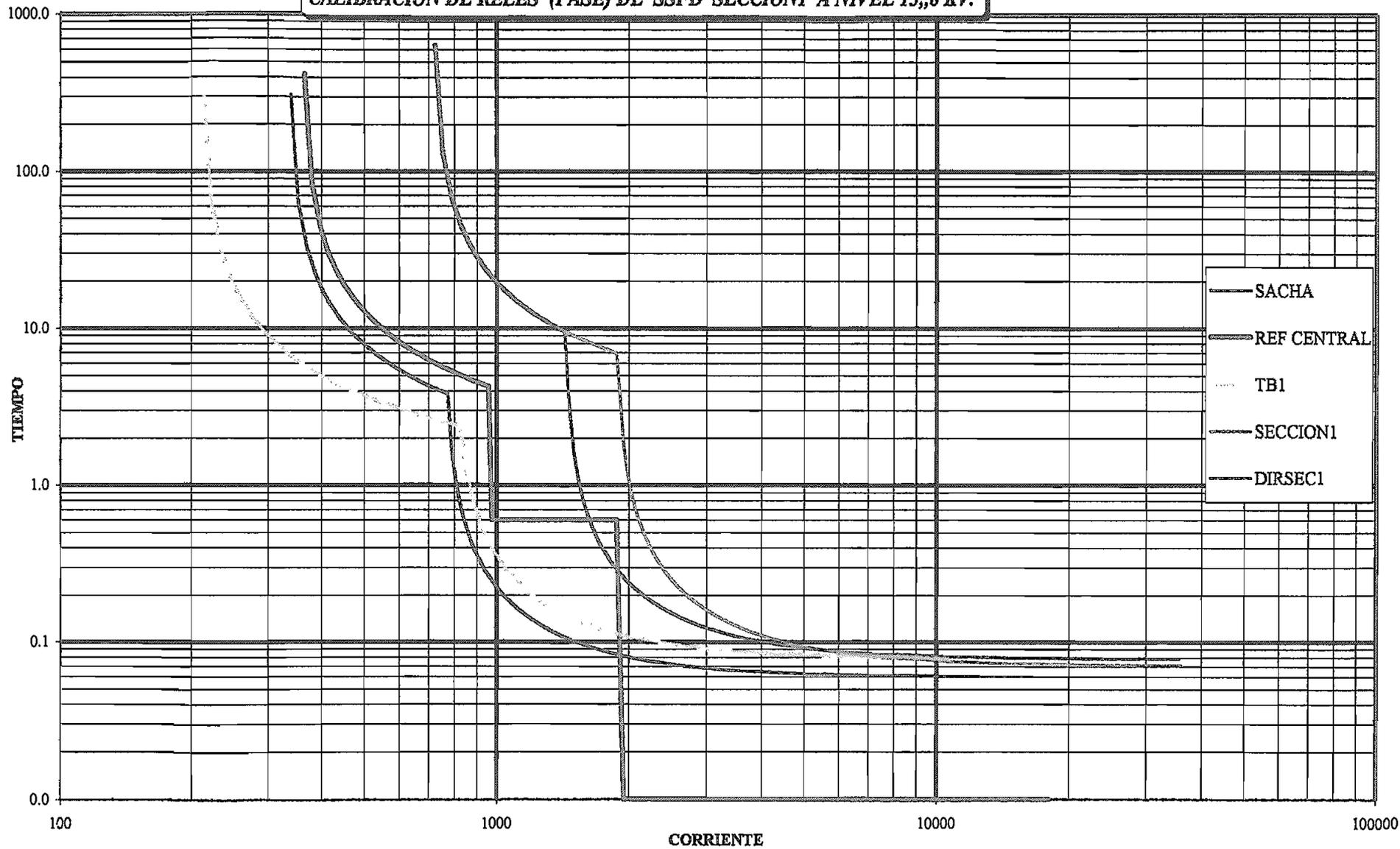


FIGURA N° 6.12.

SHUSHUFINDI SECCION 2

IDEM	SSFD CAMPAMENTO				SSFD->LAGO				TYPHOON			
	120	A	KV	13.80	145	A	KV	13.80	180	A	KV	13.80
IFALLA	705	A	KV	13.80	592	A	KV	13.80	850	A	KV	13.80
I INST												
RTC	20.00				40.0				40.0			
I N	5.00				5.0				5.0			
DIAL>	8.00				4.0				6.0			
DIAL>>	2.00				1.3				2.5			
KV REAL	13.80				13.8				13.80			
KV BASE	13.80				13.80				13.80			
I>	8.4			4.20	5.00			2.91	6.3			3.37
I>>	35.25				14.8				21.25			
(Vh/Vb)	1			0	1			50	1			50
FUNCION	51			50	51			SI	51			SI
TEMP	SI			SI	SI			SI	SI			SI
CURVA	NI			II	NI			II	NI			II
TDEF												
A	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855
B	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457
P	0.02			2	0.02			2	0.02			2
	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
	169.68	513.94	513.94	513.94	205.23	244.96	244.96	244.96	254.52	379.45	379.45	379.45
	176.40	104.95	104.95	104.95	213.36	50.02	50.02	50.02	264.60	77.49	77.49	77.49
	184.80	53.81	53.81	53.81	223.52	25.65	25.65	25.65	277.20	39.73	39.73	39.73
	193.20	36.75	36.75	36.75	233.68	17.51	17.51	17.51	289.80	27.13	27.13	27.13
	201.60	28.21	28.21	28.21	243.84	13.45	13.45	13.45	302.40	20.83	20.83	20.83
	210.00	23.08	23.08	23.08	254.00	11.00	11.00	11.00	315.00	17.04	17.04	17.04
	218.40	19.65	19.65	19.65	264.16	9.37	9.37	9.37	327.60	14.51	14.51	14.51
	226.80	17.20	17.20	17.20	274.32	8.20	8.20	8.20	340.20	12.70	12.70	12.70
	235.20	15.36	15.36	15.36	284.48	7.32	7.32	7.32	352.80	11.34	11.34	11.34
	243.60	13.93	13.93	13.93	294.64	6.64	6.64	6.64	365.40	10.28	10.28	10.28
	252.00	12.78	12.78	12.78	304.80	6.09	6.09	6.09	378.00	9.43	9.43	9.43
	268.80	11.05	11.05	11.05	325.12	5.26	5.26	5.26	403.20	8.16	8.16	8.16
	277.20	10.38	10.38	10.38	335.28	4.95	4.95	4.95	415.80	7.66	7.66	7.66
	285.60	9.80	9.80	9.80	345.44	4.67	4.67	4.67	428.40	7.24	7.24	7.24
	302.40	8.87	8.87	8.87	365.76	4.23	4.23	4.23	453.60	6.55	6.55	6.55
	310.80	8.48	8.48	8.48	375.92	4.04	4.04	4.04	466.20	6.26	6.26	6.26
	319.20	8.13	8.13	8.13	386.08	3.88	3.88	3.88	478.80	6.01	6.01	6.01
	336.00	7.54	7.54	7.54	406.40	3.60	3.60	3.60	504.00	5.57	5.57	5.57
	344.40	7.29	7.29	7.29	416.56	3.47	3.47	3.47	516.60	5.38	5.38	5.38
	352.80	7.06	7.06	7.06	426.72	3.36	3.36	3.36	529.20	5.21	5.21	5.21

SSFD OESTE				SSFD->LAGO				TYPHOON			
l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
361.20	6.85	6.85	6.85	436.88	3.26	3.26	3.26	541.80	5.06	5.06	5.06
378.00	6.47	6.47	6.47	457.20	3.09	3.09	3.09	567.00	4.78	4.78	4.78
386.40	6.31	6.31	6.31	467.36	3.01	3.01	3.01	579.60	4.66	4.66	4.66
394.80	6.15	6.15	6.15	477.52	2.93	2.93	2.93	592.20	4.54	4.54	4.54
403.20	6.01	6.01	6.01	487.68	2.86	2.86	2.86	604.80	4.44	4.44	4.44
420.00	5.75	5.75	5.75	508.00	2.74	2.74	2.74	630.00	4.24	4.24	4.24
428.40	5.63	5.63	5.63	518.16	2.68	2.68	2.68	642.60	4.16	4.16	4.16
445.20	5.41	5.41	5.41	538.48	2.58	2.58	2.58	667.80	4.00	4.00	4.00
470.40	5.13	5.13	5.13	568.96	2.45	2.45	2.45	705.60	3.79	3.79	3.79
495.60	4.89	4.89	4.89	599.44	2.33	2.33	4.21	743.40	3.61	3.61	3.61
520.80	4.69	4.69	4.69	629.92	0.85	2.23	0.85	781.20	3.46	3.46	3.46
537.60	4.56	4.56	4.56	650.24	0.56	2.18	0.56	806.40	3.37	3.37	3.37
554.40	4.45	4.45	4.45	670.56	0.42	2.12	0.42	831.60	3.29	3.29	3.29
571.20	4.35	4.35	4.35	690.88	0.34	2.07	0.34	856.80	3.21	3.21	9.80
604.80	4.16	4.16	4.16	731.52	0.25	1.98	0.25	907.20	1.20	3.07	1.20
638.40	4.00	4.00	4.00	772.16	0.20	1.91	0.20	957.60	0.66	2.95	0.66
672.00	3.86	3.86	3.86	812.80	0.17	1.84	0.17	1008.00	0.46	2.85	0.46
705.60	3.73	3.73	70.18	853.44	0.15	1.78	0.15	1058.40	0.36	2.75	0.36
739.20	1.26	3.62	1.26	894.08	0.13	1.73	0.13	1108.80	0.30	2.67	0.30
806.40	0.45	3.43	0.45	975.36	0.11	1.63	0.11	1209.60	0.23	2.53	0.23
840.00	0.35	3.35	0.35	1016.00	0.11	1.59	0.11	1260.00	0.21	2.47	0.21
873.60	0.28	3.27	0.28	1056.64	0.10	1.56	0.10	1310.40	0.19	2.41	0.19
907.20	0.24	3.20	0.24	1097.28	0.10	1.53	0.10	1360.80	0.18	2.36	0.18
974.40	0.19	3.08	0.19	1178.56	0.09	1.47	0.09	1461.60	0.16	2.27	0.16
1008.00	0.17	3.02	0.17	1219.20	0.09	1.44	0.09	1512.00	0.15	2.23	0.15
1142.40	0.13	2.84	0.13	1381.76	0.08	1.35	0.08	1713.60	0.13	2.09	0.13
1176.00	0.13	2.80	0.13	1422.40	0.07	1.33	0.07	1764.00	0.13	2.06	0.13
1209.60	0.12	2.76	0.12	1463.04	0.07	1.31	0.07	1814.40	0.12	2.04	0.12
1310.40	0.11	2.66	0.11	1584.96	0.07	1.27	0.07	1965.60	0.11	1.96	0.11
1411.20	0.10	2.57	0.10	1706.88	0.07	1.23	0.07	2116.80	0.11	1.90	0.11
1478.40	0.10	2.52	0.10	1788.16	0.07	1.20	0.07	2217.60	0.11	1.86	0.11
1512.00	0.09	2.50	0.09	1828.80	0.06	1.19	0.06	2268.00	0.10	1.84	0.10
1545.60	0.09	2.47	0.09	1869.44	0.06	1.18	0.06	2318.40	0.10	1.83	0.10
1680.00	0.09	2.39	0.09	2032.00	0.06	1.14	0.06	2520.00	0.10	1.76	0.10
2520.00	0.07	2.06	0.07	3048.00	0.06	0.98	0.06	3780.00	0.09	1.52	0.09
3360.00	0.07	1.88	0.07	4064.00	0.05	0.89	0.05	5040.00	0.08	1.38	0.08
6720.00	0.06	1.56	0.06	8128.00	0.05	0.74	0.05	10080.00	0.08	1.15	0.08
8400.00	0.06	1.48	0.06	10160.00	0.05	0.70	0.05	12600.00	0.08	1.09	0.08

TABLA N° 6.12.a.

SHUSHUFINDI SECCION 2

IDEM	SSFD TA3				SSFD SECC2				SSFD DIR SECC2			
	150	A	KV	4.16	257	A	KV	13.80	258	A	KV	13.80
IFALLA	800	A	KV	4.16	2088	A	KV	13.80	1400	A		
I INST												
RTC	20.00				30.00				30.00			
IN	5.00				5.00				5.00			
DIAL>	6.00				10.00				10.00			
DIAL>>	2.50				1.60				1.60			
KV REAL	4.16				13.80				13.80			
KV BASE	13.80				13.80				13.80			
I>	10.6			3.81	12			5.8	12.04			3.88
I>>	40				69.6				46.67			
(Vh/Vb)	0.301449275				1				1			
FUNCION	51			50	51			50	67			67
TEMP	SI			SI	SI			SI	SI			SI
CURVA	NI			II	NI			II	NI			II
TDEF												
A	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855
B	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457
P	0.02			2	0.02			2	0.02			2
	I	t	tS1	tS1/S0	I	t	tS1	tS1/S0	I	t	tS1	tS1/S0
	63.94	379.45	379.45	379.45	363.60	648.43	648.43	648.43	364.81	648.43	648.43	648.43
	66.47	77.49	77.49	77.49	378.00	132.41	132.41	132.41	379.26	132.41	132.41	132.41
	69.63	39.73	39.73	39.73	396.00	67.89	67.89	67.89	397.32	67.89	67.89	67.89
	72.80	27.13	27.13	27.13	414.00	46.36	46.36	46.36	415.38	46.36	46.36	46.36
	75.97	20.83	20.83	20.83	432.00	35.59	35.59	35.59	433.44	35.59	35.59	35.59
	79.13	17.04	17.04	17.04	450.00	29.12	29.12	29.12	451.50	29.12	29.12	29.12
	82.30	14.51	14.51	14.51	468.00	24.80	24.80	24.80	469.56	24.80	24.80	24.80
	85.46	12.70	12.70	12.70	486.00	21.71	21.71	21.71	487.62	21.71	21.71	21.71
	88.63	11.34	11.34	11.34	504.00	19.38	19.38	19.38	505.68	19.38	19.38	19.38
	91.79	10.28	10.28	10.28	522.00	17.57	17.57	17.57	523.74	17.57	17.57	17.57
	94.96	9.43	9.43	9.43	540.00	16.12	16.12	16.12	541.80	16.12	16.12	16.12
	101.29	8.16	8.16	8.16	576.00	13.94	13.94	13.94	577.92	13.94	13.94	13.94
	104.45	7.66	7.66	7.66	594.00	13.09	13.09	13.09	595.98	13.09	13.09	13.09
	107.62	7.24	7.24	7.24	612.00	12.37	12.37	12.37	614.04	12.37	12.37	12.37
	113.95	6.55	6.55	6.55	648.00	11.19	11.19	11.19	650.16	11.19	11.19	11.19
	117.11	6.26	6.26	6.26	666.00	10.70	10.70	10.70	668.22	10.70	10.70	10.70
	120.28	6.01	6.01	6.01	684.00	10.26	10.26	10.26	686.28	10.26	10.26	10.26
	126.61	5.57	5.57	5.57	720.00	9.52	9.52	9.52	722.40	9.52	9.52	9.52
	129.77	5.38	5.38	5.38	738.00	9.20	9.20	9.20	740.46	9.20	9.20	9.20
	132.94	5.21	5.21	5.21	756.00	8.91	8.91	8.91	758.52	8.91	8.91	8.91

SSFD TA3				SSFD SECC2				SSFD DIR SECC2			
l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
136.10	5.06	5.06	5.06	774.00	8.64	8.64	8.64	776.58	8.64	8.64	8.64
142.43	4.78	4.78	4.78	810.00	8.17	8.17	8.17	812.70	8.17	8.17	8.17
145.60	4.66	4.66	4.66	828.00	7.96	7.96	7.96	830.76	7.96	7.96	7.96
148.77	4.54	4.54	4.54	846.00	7.76	7.76	7.76	848.82	7.76	7.76	7.76
151.93	4.44	4.44	4.44	864.00	7.58	7.58	7.58	866.88	7.58	7.58	7.58
158.26	4.24	4.24	4.24	900.00	7.25	7.25	7.25	903.00	7.25	7.25	7.25
161.43	4.16	4.16	4.16	918.00	7.10	7.10	7.10	921.06	7.10	7.10	7.10
167.76	4.00	4.00	4.00	954.00	6.83	6.83	6.83	957.18	6.83	6.83	6.83
177.25	3.79	3.79	3.79	1008.00	6.48	6.48	6.48	1011.36	6.48	6.48	6.48
186.75	3.61	3.61	3.61	1062.00	6.18	6.18	6.18	1065.54	6.18	6.18	6.18
196.24	3.46	3.46	3.46	1116.00	5.91	5.91	5.91	1119.72	5.91	5.91	5.91
202.57	3.37	3.37	3.37	1152.00	5.76	5.76	5.76	1155.84	5.76	5.76	5.76
208.90	3.29	3.29	3.29	1188.00	5.62	5.62	5.62	1191.96	5.62	5.62	5.62
215.23	3.21	3.21	3.21	1224.00	5.48	5.48	5.48	1228.08	5.48	5.48	5.48
227.90	3.07	3.07	3.07	1296.00	5.25	5.25	5.25	1300.32	5.25	5.25	5.25
240.56	2.95	2.95	2.95	1368.00	5.04	5.04	5.04	1372.56	5.04	5.04	5.04
253.22	1.60	2.85	1.60	1440.00	4.87	4.87	4.87	1444.80	1.44	4.87	1.44
265.88	0.80	2.75	0.80	1512.00	4.71	4.71	4.71	1517.04	0.57	4.71	0.57
278.54	0.55	2.67	0.55	1584.00	4.57	4.57	4.57	1589.28	0.36	4.57	0.36
303.86	0.34	2.53	0.34	1728.00	4.33	4.33	4.33	1733.76	0.22	4.33	0.22
316.52	0.29	2.47	0.29	1800.00	4.22	4.22	4.22	1806.00	0.18	4.22	0.18
329.18	0.26	2.41	0.26	1872.00	4.13	4.13	4.13	1878.24	0.16	4.13	0.16
341.84	0.23	2.36	0.23	1944.00	4.04	4.04	4.04	1950.48	0.14	4.04	0.14
367.17	0.20	2.27	0.20	2088.00	3.88	3.88	3.88	2094.96	0.12	3.88	0.12
379.83	0.18	2.23	0.18	2160.00	1.33	3.81	1.33	2167.20	0.11	3.81	0.11
430.47	0.15	2.09	0.15	2448.00	0.29	3.58	0.29	2456.16	0.09	3.58	0.09
443.13	0.14	2.06	0.14	2520.00	0.24	3.53	0.24	2528.40	0.09	3.53	0.09
455.79	0.14	2.04	0.14	2592.00	0.21	3.48	0.21	2600.64	0.08	3.48	0.08
493.77	0.13	1.96	0.13	2808.00	0.16	3.35	0.16	2817.36	0.08	3.35	0.08
531.76	0.12	1.90	0.12	3024.00	0.13	3.24	0.13	3034.08	0.07	3.24	0.07
557.08	0.11	1.86	0.11	3168.00	0.11	3.18	0.11	3178.56	0.07	3.18	0.07
569.74	0.11	1.84	0.11	3240.00	0.11	3.15	0.11	3250.80	0.07	3.15	0.07
582.40	0.11	1.83	0.11	3312.00	0.11	3.12	0.11	3323.04	0.06	3.12	0.06
633.04	0.10	1.76	0.10	3600.00	0.09	3.01	0.09	3612.00	0.06	3.01	0.06
949.57	0.09	1.52	0.09	5400.00	0.06	2.60	0.06	5418.00	0.05	2.60	0.05
1266.09	0.08	1.38	0.08	7200.00	0.05	2.37	0.05	7224.00	0.05	2.37	0.05
2532.17	0.08	1.15	0.08	14400.00	0.05	1.96	0.05	14448.00	0.05	1.96	0.05
3165.22	0.08	1.09	0.08	18000.00	0.05	1.86	0.05	18060.00	0.05	1.86	0.05

TABLA N° 6.12.b.

CALIBRACION DE RELES (FASE) DE SSFD SECCION 2 A NIVEL 13,8 KV.

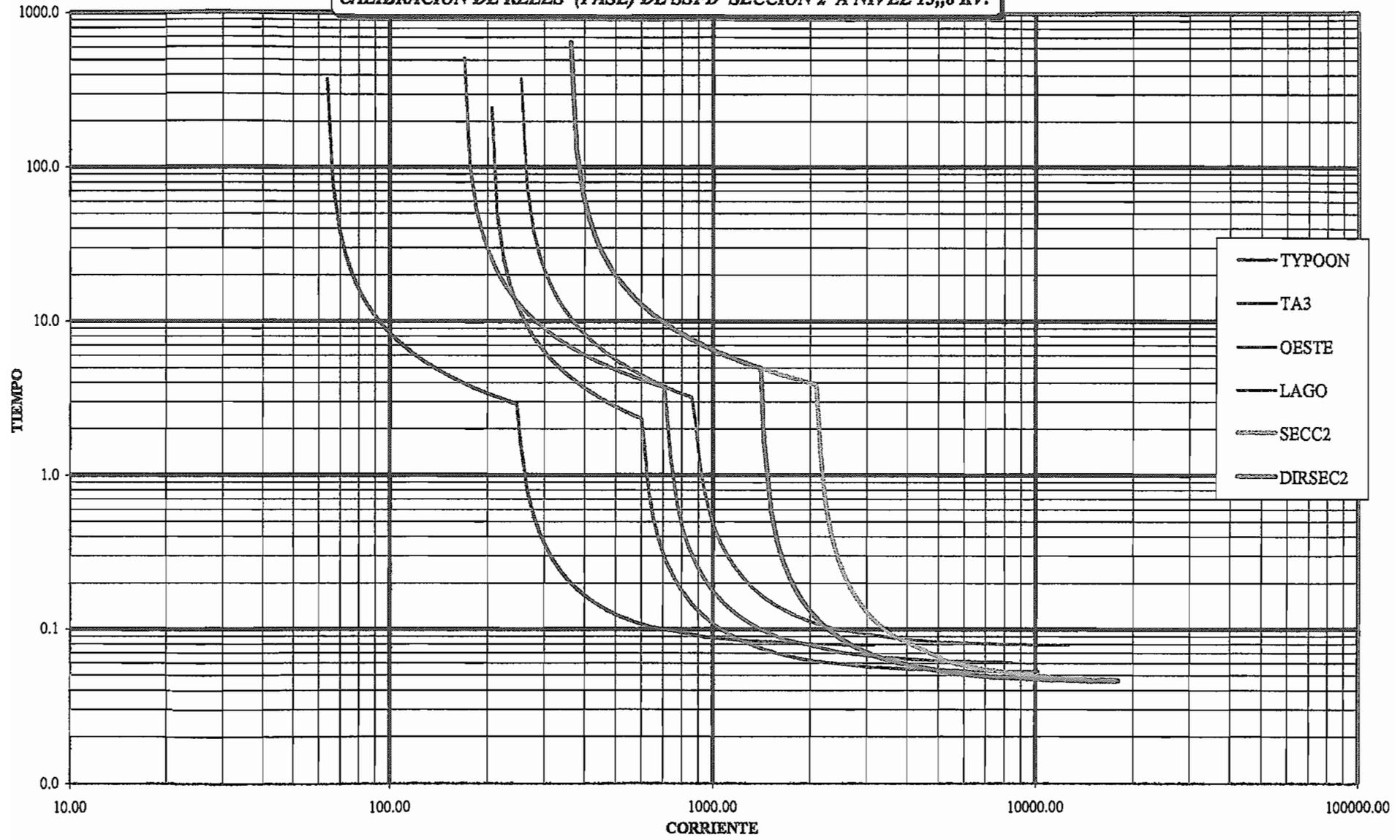


FIGURA N° 6.13.

SECCION 3

IDEM	SSFD NORTE				SSFD TB2				SSFD TAs->SECC3				SSFD PIN->PPR			
	223.00	A	KV	13.80	150.00	A	KV	13.80	210.00	A	KV	4.16	700.00	A	KV	4.16
IFALLA	600.00	A	KV	13.80	700.00	A	KV	13.80	2000	A	KV	4.16	1000	A	KV	4.16
RTC	60.00				40.00				160.00				160.00			
IN	5.00				5.00				5.00				5.00			
DIAL>	4.50				5.20				6.60				7.50			
DIAL>>	2.00				3.00				2.70				2.00			
KV REAL	13.80				13.80				4.16				4.16			
KV BASE	13.80				13.80				13.80				13.80			
I>	5.2			1.92	5.25			3.33	1.84			6.79	6.13			1.84
I>>	10				17.5				12.5				11.25			
(Vh/Vb)	1				1				0.30				0.30			
FUNCION	51			50	51			50	51			50	51			50
TEMP	SI			SI	SI			SI	SI			SI	SI			SI
CURVA	NI			II	NI			II	NI			II	NI			II
TDEF																
A	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855
B	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457
P	0.02			2	0.02			2	0.02			2	0.02			2
	i	t	t51	t51/50	i	t	t51	t51/50	i	t	t51	t51/50	i	t	t51	t51/50
	315.12	278.59	278.59	278.59	212.10	325.66	325.66	325.66	89.63	419.80	419.80	419.80	298.62	480.32	480.32	480.32
	327.60	56.89	56.89	56.89	220.50	66.50	66.50	66.50	93.18	85.72	85.72	85.72	310.44	98.08	98.08	98.08
	343.20	29.17	29.17	29.17	231.00	34.09	34.09	34.09	97.62	43.95	43.95	43.95	325.23	50.29	50.29	50.29
	358.80	19.92	19.92	19.92	241.50	23.28	23.28	23.28	102.06	30.02	30.02	30.02	340.01	34.34	34.34	34.34
	374.40	15.29	15.29	15.29	252.00	17.87	17.87	17.87	106.50	23.04	23.04	23.04	354.79	26.36	26.36	26.36
	390.00	12.51	12.51	12.51	262.50	14.62	14.62	14.62	110.93	18.85	18.85	18.85	369.58	21.57	21.57	21.57
	405.60	10.65	10.65	10.65	273.00	12.45	12.45	12.45	115.37	16.05	16.05	16.05	384.36	18.37	18.37	18.37
	421.20	9.33	9.33	9.33	283.50	10.90	10.90	10.90	119.81	14.05	14.05	14.05	399.14	16.08	16.08	16.08
	436.80	8.33	8.33	8.33	294.00	9.73	9.73	9.73	124.25	12.55	12.55	12.55	413.93	14.36	14.36	14.36
	452.40	7.55	7.55	7.55	304.50	8.83	8.83	8.83	128.68	11.38	11.38	11.38	428.71	13.02	13.02	13.02
	468.00	6.93	6.93	6.93	315.00	8.10	8.10	8.10	133.12	10.44	10.44	10.44	443.49	11.94	11.94	11.94
	483.60	6.41	6.41	6.41	325.50	7.50	7.50	7.50	137.56	9.67	9.67	9.67	458.28	11.06	11.06	11.06
	499.20	5.99	5.99	5.99	336.00	7.00	7.00	7.00	141.99	9.02	9.02	9.02	473.06	10.32	10.32	10.32
	514.80	5.63	5.63	5.63	346.50	6.58	6.58	6.58	146.43	8.48	8.48	8.48	487.84	9.70	9.70	9.70
	546.00	5.04	5.04	5.04	367.50	5.90	5.90	5.90	155.31	7.60	7.60	7.60	517.41	8.70	8.70	8.70
	530.40	5.31	5.31	5.31	357.00	6.21	6.21	6.21	150.87	8.01	8.01	8.01	502.62	9.16	9.16	9.16
	561.60	4.81	4.81	4.81	378.00	5.62	5.62	5.62	159.74	7.24	7.24	7.24	532.19	8.29	8.29	8.29
	577.20	4.60	4.60	4.60	388.50	5.37	5.37	5.37	164.18	6.93	6.93	6.93	546.97	4.47	7.92	4.47
	592.80	4.41	4.41	4.41	399.00	5.15	5.15	5.15	168.62	6.64	6.64	6.64	561.76	1.73	7.60	1.73
	608.40	4.24	4.24	4.31	409.50	4.96	4.96	4.96	173.06	6.39	6.39	6.39	576.54	0.99	7.31	0.99

SSFD NORTE				SSFD TB2				SSFD TA8->SECC3				SSFD PIN->PPR			
l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
624.00	1.53	4.09	1.53	420.00	4.78	4.78	4.78	177.49	6.16	6.16	6.16	591.32	0.70	7.05	0.70
639.60	0.94	3.95	0.94	430.50	4.62	4.62	4.62	181.93	5.96	5.96	5.96	606.11	0.54	6.81	0.54
655.20	0.68	3.83	0.68	441.00	4.47	4.47	4.47	186.37	5.77	5.77	5.77	620.89	0.45	6.60	0.45
670.80	0.54	3.71	0.54	451.50	4.34	4.34	4.34	190.81	5.59	5.59	5.59	635.67	0.38	6.40	0.38
686.40	0.45	3.61	0.45	462.00	4.22	4.22	4.22	195.24	5.43	5.43	5.43	650.46	0.33	6.22	0.33
702.00	0.38	3.51	0.38	472.50	4.10	4.10	4.10	199.68	5.29	5.29	5.29	665.24	0.30	6.05	0.30
717.60	0.34	3.42	0.34	483.00	4.00	4.00	4.00	204.12	5.15	5.15	5.15	680.02	0.27	5.89	0.27
733.20	0.30	3.33	0.30	493.50	3.90	3.90	3.90	208.55	5.03	5.03	5.03	694.80	0.25	5.75	0.25
764.40	0.25	3.18	0.25	514.50	3.72	3.72	3.72	217.43	4.80	4.80	4.80	724.37	0.21	5.49	0.21
795.60	0.22	3.05	0.22	535.50	3.57	3.57	3.57	226.30	4.60	4.60	4.60	753.94	0.19	5.26	0.19
826.80	0.19	2.94	0.19	556.50	3.43	3.43	3.43	235.18	4.42	4.42	4.42	783.50	0.17	5.06	0.17
858.00	0.17	2.83	0.17	577.50	3.31	3.31	3.31	244.05	4.27	4.27	4.27	813.07	0.16	4.88	0.16
889.20	0.16	2.74	0.16	598.50	3.20	3.20	3.20	252.93	4.13	4.13	4.13	842.64	0.14	4.72	0.14
904.80	0.15	2.69	0.15	609.00	3.15	3.15	3.15	257.37	4.06	4.06	4.06	857.42	0.14	4.65	0.14
967.20	0.13	2.54	0.13	651.00	2.97	2.97	2.97	275.11	3.83	3.83	3.83	916.55	0.12	4.38	0.12
1029.60	0.12	2.41	0.12	693.00	2.82	2.82	2.82	292.86	3.64	3.64	3.64	975.68	0.11	4.16	0.11
1123.20	0.11	2.25	0.11	756.00	1.25	2.64	1.25	319.49	3.40	3.40	3.40	1064.38	0.10	3.89	0.10
1185.60	0.10	2.17	0.10	798.00	0.74	2.53	0.74	337.24	3.27	3.27	3.27	1123.51	0.10	3.74	0.10
1248.00	0.10	2.09	0.10	840.00	0.53	2.44	0.53	354.99	3.15	3.15	3.15	1182.65	0.09	3.60	0.09
1372.80	0.09	1.96	0.09	924.00	0.36	2.29	0.36	390.49	2.96	2.96	2.96	1300.91	0.09	3.38	0.09
1435.20	0.09	1.91	0.09	966.00	0.31	2.23	0.31	408.23	2.87	2.87	2.87	1360.04	0.08	3.29	0.08
1560.00	0.08	1.81	0.08	1050.00	0.25	2.12	0.25	443.73	2.73	2.73	2.73	1478.31	0.08	3.13	0.08
1622.40	0.08	1.77	0.08	1092.00	0.23	2.07	0.23	461.48	2.67	2.67	2.67	1537.44	0.08	3.06	0.08
1747.20	0.08	1.70	0.08	1176.00	0.20	1.99	0.20	496.98	2.56	2.56	2.56	1655.70	0.07	2.93	0.07
1809.60	0.07	1.67	0.07	1218.00	0.19	1.95	0.19	514.73	2.51	2.51	2.51	1714.84	0.07	2.88	0.07
1934.40	0.07	1.61	0.07	1302.00	0.17	1.88	0.17	550.23	2.43	2.43	2.43	1833.10	0.07	2.78	0.07
2059.20	0.07	1.56	0.07	1386.00	0.16	1.82	0.16	585.73	2.35	2.35	2.35	1951.37	0.07	2.69	0.07
2184.00	0.07	1.52	0.07	1470.00	0.15	1.77	0.15	621.23	2.28	2.28	2.85	2069.63	0.07	2.61	0.07
2308.80	0.07	1.48	0.07	1554.00	0.15	1.73	0.15	656.73	1.00	2.22	1.00	2187.89	0.07	2.55	0.07
2433.60	0.07	1.44	0.07	1638.00	0.14	1.68	0.14	692.22	0.62	2.17	0.62	2306.16	0.07	2.48	0.07
2558.40	0.07	1.41	0.07	1722.00	0.13	1.65	0.13	727.72	0.46	2.12	0.46	2424.42	0.07	2.43	0.07
2683.20	0.07	1.38	0.07	1806.00	0.13	1.61	0.13	763.22	0.37	2.08	0.37	2542.69	0.07	2.38	0.07
2870.40	0.07	1.34	0.07	1932.00	0.13	1.57	0.13	816.47	0.29	2.02	0.29	2720.09	0.06	2.31	0.06
3057.60	0.06	1.31	0.06	2058.00	0.12	1.53	0.12	869.72	0.24	1.97	0.24	2897.48	0.06	2.25	0.06
4680.00	0.06	1.12	0.06	3150.00	0.11	1.30	0.11	1331.20	0.13	1.68	0.13	4434.92	0.06	1.92	0.06
6240	0.06	1.02	0.06	4200.00	0.10	1.19	0.10	1774.93	0.11	1.53	0.11	5913.23	0.06	1.75	0.06
9360	0.06	0.91	0.06	6300.00	0.10	1.06	0.10	2662.40	0.09	1.37	0.09	8870	0.06	1.56	0.06
12480	0.06	0.84	0.06	8400.00	0.10	0.99	0.10	3549.87	0.09	1.27	0.09	11826	0.06	1.45	0.06
15600	0.06	0.80	0.06	10500.00	0.10	0.94	0.10	4437.33	0.09	1.21	0.09	14783	0.06	1.38	0.06

TABLA N° 6.13.a.

SECCION 3

IDEM	SSFD SECC3				SSFD TA1				SSFD SECC3->TAS				SSFD DIR SECC3			
	257	A	KV	13.80	150.00	A	KV	4.16	60.00	A	KV	13.80	250.00	A	KV	13.80
IFALLA	2195	A	KV	13.80	300.00	A	KV	4.16	500.00	A	KV	13.80	1500	A		
I INST																
RTC	30.00				60.00				60.00				30.00			
IN	5.00				5.00				5.00				5.00			
DIAL>	10.00				5.50				6.30				10.00			
DIAL>>	1.70				1.90				2.50				1.50			
KV REAL	13.80				4.16				13.80				13.80			
KV BASE	13.80				13.80				13.80				13.80			
I>	12			6.10	3.5			3.81	1.4			6.91	12.04			4.15
I>>	73.17				13.33				9.67				50			
(Vh/Vb)	1				0.30				1				1			
FUNCION	51			50	51			50	51			50	67			67
TEMP	SI			SI	SI			SI	SI			SI	SI			SI
CURVA	NI			II	NI			II	NI			II	NI			II
TDEF																
A	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855
B	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457
P	0.02			2	0.02			2	0.02			2	0.02			2
	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
363.60	648.43	648.43	648.43	648.43	63.94	345.83	345.83	345.83	84.84	399.63	399.63	399.63	364.81	648.43	648.43	648.43
378.00	132.41	132.41	132.41	132.41	66.47	70.62	70.62	70.62	88.20	81.60	81.60	81.60	379.26	132.41	132.41	132.41
396.00	67.89	67.89	67.89	67.89	69.63	36.21	36.21	36.21	92.40	41.84	41.84	41.84	397.32	67.89	67.89	67.89
414.00	46.36	46.36	46.36	46.36	72.80	24.73	24.73	24.73	96.60	28.57	28.57	28.57	415.38	46.36	46.36	46.36
432.00	35.59	35.59	35.59	35.59	75.97	18.98	18.98	18.98	100.80	21.93	21.93	21.93	433.44	35.59	35.59	35.59
450.00	29.12	29.12	29.12	29.12	79.13	15.53	15.53	15.53	105.00	17.95	17.95	17.95	451.50	29.12	29.12	29.12
468.00	24.80	24.80	24.80	24.80	82.30	13.23	13.23	13.23	109.20	15.28	15.28	15.28	469.56	24.80	24.80	24.80
486.00	21.71	21.71	21.71	21.71	85.46	11.58	11.58	11.58	113.40	13.38	13.38	13.38	487.62	21.71	21.71	21.71
504.00	19.38	19.38	19.38	19.38	88.63	10.34	10.34	10.34	117.60	11.95	11.95	11.95	505.68	19.38	19.38	19.38
522.00	17.57	17.57	17.57	17.57	91.79	9.37	9.37	9.37	121.80	10.83	10.83	10.83	523.74	17.57	17.57	17.57
540.00	16.12	16.12	16.12	16.12	94.96	8.60	8.60	8.60	126.00	9.94	9.94	9.94	541.80	16.12	16.12	16.12
558.00	14.93	14.93	14.93	14.93	98.12	7.96	7.96	7.96	130.20	9.20	9.20	9.20	559.86	14.93	14.93	14.93
576.00	13.94	13.94	13.94	13.94	101.29	7.43	7.43	7.43	134.40	8.59	8.59	8.59	577.92	13.94	13.94	13.94
594.00	13.09	13.09	13.09	13.09	104.45	6.98	6.98	6.98	138.60	8.07	8.07	8.07	595.98	13.09	13.09	13.09
630.00	11.74	11.74	11.74	11.74	110.78	6.26	6.26	6.26	147.00	7.23	7.23	7.23	632.10	11.74	11.74	11.74
612.00	12.37	12.37	12.37	12.37	107.62	6.60	6.60	6.60	142.80	7.62	7.62	7.62	614.04	12.37	12.37	12.37
648.00	11.19	11.19	11.19	11.19	113.95	5.97	5.97	5.97	151.20	6.89	6.89	6.89	650.16	11.19	11.19	11.19
666.00	10.70	10.70	10.70	10.70	117.11	5.71	5.71	5.71	155.40	6.59	6.59	6.59	668.22	10.70	10.70	10.70
684.00	10.26	10.26	10.26	10.26	120.28	5.47	5.47	5.47	159.60	6.32	6.32	6.32	686.28	10.26	10.26	10.26
702.00	9.87	9.87	9.87	9.87	123.44	5.26	5.26	5.26	163.80	6.08	6.08	6.08	704.34	9.87	9.87	9.87

SSFD SECC3				SSFD TAI				SSFD SECC3->TAS				SSFD DIR SECC3			
l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
720.00	9.52	9.52	9.52	126.61	5.08	5.08	5.08	168.00	5.87	5.87	5.87	722.40	9.52	9.52	9.52
738.00	9.20	9.20	9.20	129.77	4.91	4.91	4.91	172.20	5.67	5.67	5.67	740.46	9.20	9.20	9.20
756.00	8.91	8.91	8.91	132.94	4.75	4.75	4.75	176.40	5.49	5.49	5.49	758.52	8.91	8.91	8.91
774.00	8.64	8.64	8.64	136.10	4.61	4.61	4.61	180.60	5.32	5.32	5.32	776.58	8.64	8.64	8.64
792.00	8.39	8.39	8.39	139.27	4.48	4.48	4.48	184.80	5.17	5.17	5.17	794.64	8.39	8.39	8.39
810.00	8.17	8.17	8.17	142.43	4.36	4.36	4.36	189.00	5.03	5.03	5.03	812.70	8.17	8.17	8.17
828.00	7.96	7.96	7.96	145.60	4.24	4.24	4.24	193.20	4.90	4.90	4.90	830.76	7.96	7.96	7.96
846.00	7.76	7.76	7.76	148.77	4.14	4.14	4.14	197.40	4.78	4.78	4.78	848.82	7.76	7.76	7.76
882.00	7.41	7.41	7.41	155.10	3.95	3.95	3.95	205.80	4.57	4.57	4.57	884.94	7.41	7.41	7.41
918.00	7.10	7.10	7.10	161.43	3.79	3.79	3.79	214.20	4.38	4.38	4.38	921.06	7.10	7.10	7.10
954.00	6.83	6.83	6.83	167.76	3.64	3.64	3.64	222.60	4.21	4.21	4.21	957.18	6.83	6.83	6.83
990.00	6.59	6.59	6.59	174.09	3.51	3.51	3.51	231.00	4.06	4.06	4.06	993.30	6.59	6.59	6.59
1026.00	6.37	6.37	6.37	180.42	3.40	3.40	3.40	239.40	3.93	3.93	3.93	1029.42	6.37	6.37	6.37
1044.00	6.27	6.27	6.27	183.58	3.34	3.34	3.34	243.60	3.86	3.86	3.86	1047.48	6.27	6.27	6.27
1116.00	5.91	5.91	5.91	196.24	3.15	3.15	3.15	260.40	3.64	3.64	3.64	1119.72	5.91	5.91	5.91
1188.00	5.62	5.62	5.62	208.90	2.99	2.99	2.99	277.20	3.46	3.46	3.46	1191.96	5.62	5.62	5.62
1296.00	5.25	5.25	5.25	227.90	2.80	2.80	2.80	302.40	3.23	3.23	3.23	1300.32	5.25	5.25	5.25
1368.00	5.04	5.04	5.04	240.56	2.69	2.69	2.69	319.20	3.11	3.11	3.11	1372.56	5.04	5.04	5.04
1440.00	4.87	4.87	4.87	253.22	1.15	2.60	1.15	336.00	3.00	3.00	3.00	1444.80	4.87	4.87	4.87
1584.00	4.57	4.57	4.57	278.54	0.39	2.44	0.39	369.60	2.81	2.81	2.81	1589.28	0.72	4.57	0.72
1656.00	4.44	4.44	4.44	291.20	0.30	2.37	0.30	386.40	2.74	2.74	2.74	1661.52	0.41	4.44	0.41
1800.00	4.22	4.22	4.22	316.52	0.21	2.25	0.21	420.00	2.60	2.60	2.60	1806.00	0.23	4.22	0.23
1872.00	4.13	4.13	4.13	329.18	0.19	2.20	0.19	436.80	2.54	2.54	2.54	1878.24	0.19	4.13	0.19
2016.00	3.96	3.96	3.96	354.50	0.15	2.11	0.15	470.40	2.44	2.44	2.44	2022.72	0.14	3.96	0.14
2088.00	3.88	3.88	3.88	367.17	0.14	2.07	0.14	487.20	2.39	2.39	2.39	2094.96	0.13	3.88	0.13
2232.00	2.94	3.75	2.94	392.49	0.12	2.00	0.12	520.80	2.31	2.31	2.31	2239.44	0.11	3.75	0.11
2376.00	0.62	3.63	0.62	417.81	0.11	1.94	0.11	554.40	2.24	2.24	2.24	2383.92	0.10	3.63	0.10
2520.00	0.36	3.53	0.36	443.13	0.10	1.88	0.10	588.00	2.17	2.17	5.85	2528.40	0.09	3.53	0.09
2664.00	0.26	3.44	0.26	468.45	0.10	1.83	0.10	621.60	1.13	2.12	1.13	2672.88	0.08	3.44	0.08
2808.00	0.20	3.35	0.20	493.77	0.09	1.79	0.09	655.20	0.65	2.07	0.65	2817.36	0.07	3.35	0.07
2952.00	0.17	3.28	0.17	519.10	0.09	1.75	0.09	688.80	0.46	2.02	0.46	2961.84	0.07	3.28	0.07
3096.00	0.15	3.21	0.15	544.42	0.08	1.71	0.08	722.40	0.36	1.98	0.36	3106.32	0.07	3.21	0.07
3312.00	0.13	3.12	0.13	582.40	0.08	1.66	0.08	772.80	0.28	1.92	0.28	3323.04	0.06	3.12	0.06
3528.00	0.11	3.04	0.11	620.38	0.08	1.62	0.08	823.20	0.23	1.87	0.23	3539.76	0.06	3.04	0.06
5400.00	0.07	2.60	0.07	949.57	0.06	1.38	0.06	1260.00	0.12	1.60	0.12	5418.00	0.05	2.60	0.05
7200	0.06	2.37	0.06	1266.09	0.06	1.26	0.06	1680.00	0.10	1.46	0.10	7224.00	0.05	2.37	0.05
10800	0.05	2.11	0.05	1899.13	0.06	1.13	0.06	2520.00	0.09	1.30	0.09	10836	0.04	2.11	0.04
14400	0.05	1.96	0.05	2532.17	0.06	1.05	0.06	3360.00	0.08	1.21	0.08	14448	0.04	1.96	0.04
18000	0.05	1.86	0.05	3165.22	0.06	0.99	0.06	4200.00	0.08	1.15	0.08	18060	0.04	1.86	0.04

TABLA N° 6.13.b.

CALIBRACION DE RELES (FASE) DE SSFD SECCION 3 A NIVEL 13,,8 KV.

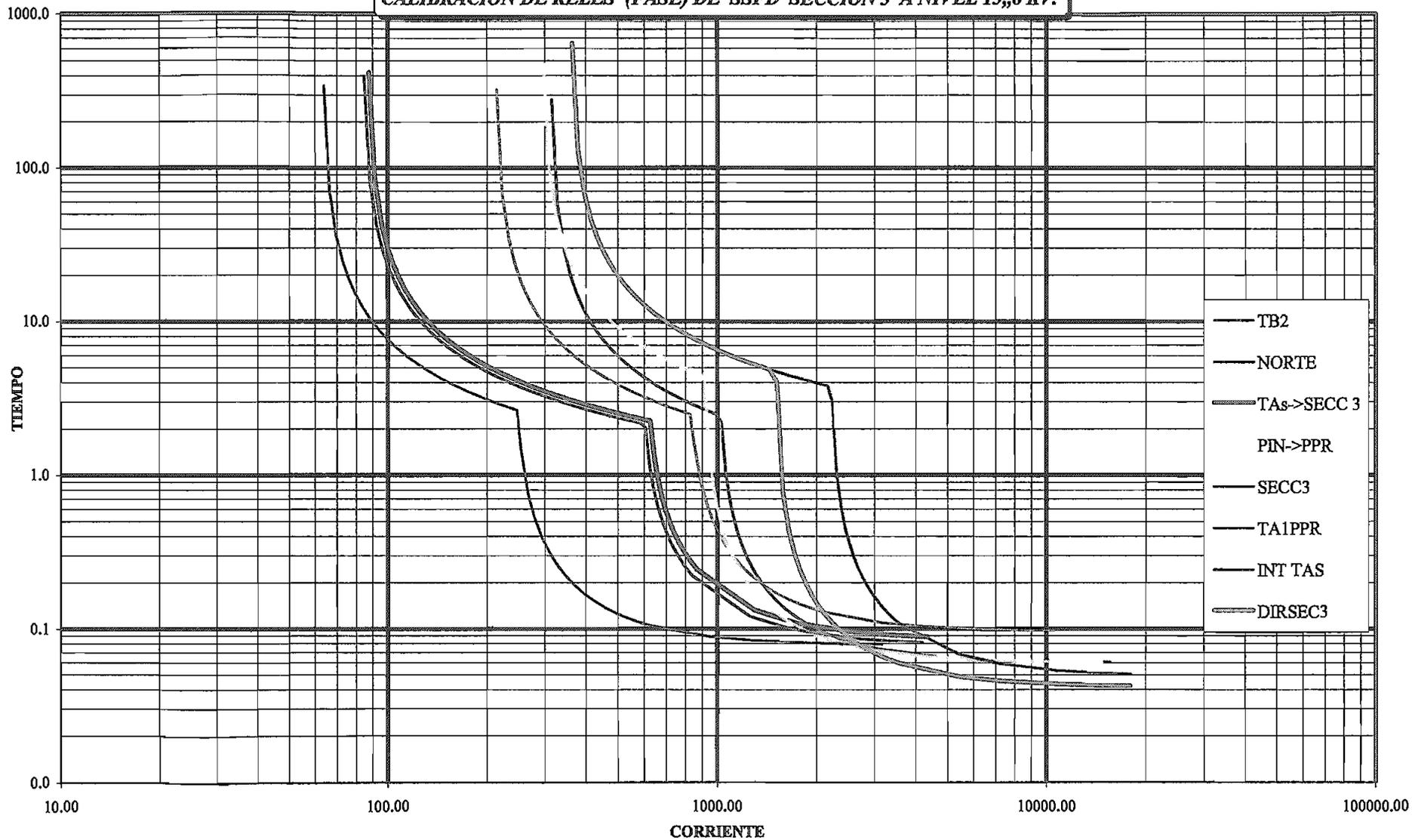


FIGURA N° 6.14.

SHUSHUFINDI

RELE	BARRA	VOLTAJE	APORTES	I	I Real	TIEMPO DE OPER. DEL RELE (Seg)	Orden de operación	Opera	Como debería operar	Coord
PCD SUROESTE	25	13.8	23->25	1650	1650.00	0.05	1	SI	SI	OK
REF CENTRAL		13.8	16->21	768	768.00	6.2	4	NO	NO	OK
TPU CENTRAL		69	21->22	152	760.00	5.21	3	NO	NO	OK
PCD SUR		13.8	22->23	745	745.00	4.2	2	NO	NO	OK
REF SUR		69	21->22	152	760.00	9	5	NO	NO	OK
PCD SURCENTRAL		13.8	23->24	1429	1429.00	0.06	1	SI	SI	OK
REF CENTRAL		13.8	16->21	667	667.00	7.9	4	NO	NO	OK
TPU CENTRAL		69	21->22	132	660.00	6.2	3	NO	NO	OK
PCD SUR		13.8	22->23	647	647.00	5.21	2	NO	NO	OK
REF SUR		69	22->23	132	660.00	12.2	5	NO	NO	OK
REF CENTRAL	21-22	13.8	16->21	2137	2137.00	0.01	1	SI	SI	OK
TPU CENTRAL		69	21->FAULT	423	2115.00	0.11	2	NO	NO	OK
REF SUR		69	22->FAULT	240	1200.00	4.7	5	NO	NO	OK
PCD SUR		13.8	23->22	1179	1179.00	0.14	3	SI	SI	OK
TB1		13.8	67->16	482	482.00	3.85	4	NO	NO	OK
SECCION1		13.8	17->16	1464	1464.00	9.3	6	NO	NO	OK
SACHA-SSFD	16	13.8	15->16	605	605.00	3.83	8	SI	SI	OK
SECCION1		13.8	17->16	3480	3480.00	0.13	1	SI	SI	OK
TB1		13.8	67->16	1055	1055.00	0.28	4	SI	SI	OK
SUR REF CENTR.		13.8	21-16	914	914.00	4.85	9	SI	SI	OK
SECCION3DIR		13.8	27->17	1976	1976.00	0.17	2	NO	NO	OK
TY		13.8	18	1107	1107.00	0.3	5	NO	NO	OK
TB2		13.8	29->27	1014	1014.00	0.34	6	NO	NO	OK
TAS-SECCION3		13.8	31->27	1032	1032.00	0.3	5	NO	NO	OK
SECCION2DIR		13.8	18-17	1506	1506.00	0.2	6	NO	NO	OK
TA3		4.16	19->18	805	242.67	2.92	7	NO	NO	OK
NORTE	27-30	13.8	27-FAULT	4936	4936.00	0.06	1	SI	SI	OK
SECCION3		13.8	17->27	3152	3152.00	0.2	3	NO	NO	OK
SECC3-TAS		13.8	31->27	898	898.00	0.7	4	NO	NO	OK
TB2		13.8	29->27	893	893.00	0.75	5	NO	NO	OK
TA1		4.16	33->32	664	200.16	3.37	9	NO	NO	OK
SECCION2DIR		13.8	18->17	1261	1261.00	0.34	7	NO	NO	OK
SECCION1DIR		13.8	16->17	1934	1934.00	0.25	2	NO	NO	OK
TB1		13.8	67->16	857	857.00	1.3	6	NO	NO	OK
TY		13.8	18	954	954.00	0.7	4	NO	NO	OK
TA3		4.16	19->18	685	206.49	3.29	8	NO	NO	OK

RELE	BARRA	VOLTAJE	APORTES	I	I Real	TIEMPO DE OPER. DEL RELE (Seg)	Orden de operación	Opera	Como debería operar	Coord
LOCAL1	26	13.8	16->26	5559	5559.00	0.03	1	SI	SI	
TB1		13.8	67->16	1026	1026.00	0.31	5	NO	NO	OK
SUR REF CENTR.		13.8	21->16	796	796.00	0.59	6	NO	NO	OK
SACHA-SSFD		13.8	15->16	455	455.00	5.9	7	NO	NO	OK
SECCION1		13.8	17->16	3486	3486.00	0.13	2	NO	NO	OK
SECCION3DIR		13.8	27->17	1900	1900.00	0.18	3	NO	NO	OK
SECCION2DIR		13.8	18->17	1591	1591.00	0.18	4	NO	NO	OK
SECC3-TAS	31-27	13.8	27->FAULT	4071	4071.00	0.09	1	SI	SI	OK
TAS-SECCION3		4.16	32->31	3669	1106.02	0.55	3	SI	SI	OK
TA1		4.16	33->32	808	243.57	2.6	5	NO	NO	OK
TB2		13.8	29->27	908	908.00	0.6	4	NO	NO	OK
SECCION3		13.8	17->27	3210	3210.00	0.19	2	NO	NO	OK
PIN-PPR		4.16	35->32	1035	312.00	50	6	NO	NO	OK
PIN-PPR	35-32	4.16	35->FAULT	4248	1280.56	0.09	1	SI	SI	OK
PPR-PIN		4.16	32->FAULT	3369	1015.58	0.11	2	SI	SI	OK
PPR-PIN		4.16	32->35	1100	331.59	34.34	6	NO	NO	OK
TA1		4.16	33->32	674	203.18	3.37	5	NO	NO	OK
TAS-SECCION3		4.16	31->32	3242	977.30	0.68	4	NO	NO	OK
SECC3-TAS		13.8	27->31	977	977.00	0.39	3	NO	NO	OK
SECC-DIR	17	13.8	16->17	2390	2390.00	0.16	1	SI	SI	OK
SUR REF CENTR.		13.8	21->16	895	895.00	5	8	NO	NO	OK
TB1		13.8	67->16	1037	1037.00	0.31	5	NO	NO	OK
SACHA-SSFD		13.8	15->16	595	595.00	3.95	7	NO	NO	OK
SECC3-DIR		13.8	27->17	2024	2024.00	0.16	1	SI	SI	OK
TB2		13.8	29->27	1039	1039.00	0.31	5	NO	NO	OK
SECC3-TAS		13.8	31->27	1049	1049.00	0.29	4	NO	NO	OK
SECC2-DIR		13.8	18->17	1552	1552.00	0.19	2	SI	SI	OK
TA3		4.16	19->18	824	248.39	2.9	6	NO	NO	OK
TY		13.8	18	1141	1141.00	0.27	3	NO	NO	OK
SSFD-LAGO	40-41	13.8	18->40	1600	1600	0.07	1	SI	SI	OK
		34.5	40->FALLA	640	1600	0.07	1	SI	SI	OK
SECC2		13.8	17->18	1030	1030	6.3	4	NO	NO	OK
TA3		4.16	19->18	351	105.8	0.21	2	NO	NO	OK
TY		13.8	18	526	526.0	5.5	3	NO	NO	OK
CAMPAMENTO	20	13.8	20->18	4840	4840.0	0.06	1	SI	SI	OK
SECC2		13.8	17->18	3180	3180.0	0.17	2	NO	NO	OK
TA3		4.16	19->18	878	264.7	0.8	4	NO	NO	OK
TY		13.8	18	1213	1213.0	0.22	3	NO	NO	OK
LAGO->SSFD		13.8	40->18	303	303.0	6	5	NO	NO	OK

TABLA N° 6.14

SACHA

SACHA NORTE2				DIR NORTE2				SSFD->SACHA				SACHA TB				
IDEM	342.80	A	KV	13.80	62.80	A	KV	13.80	80.00	A	KV	34.50	488.50	A	KV	4.16
IFALLA	1200	A	KV	13.80	290	A	KV	13.80	335.50	A	KV	34.50	1780.0	A	KV	4.16
RTC	40.0				40.00				40				120			
IN	5.00				5.00				5.00				5.00			
DIAL>	6.09				3.50				3.00				4.50			
DIAL>>	3.09				1.40				2.00				2.00			
KV REAL	13.80				13.80				34.50				4.16			
KV BASE	13.80				13.8				13.80				13.80			
I>	12		2.5	2.20		3.30	2.8		3.00	5.7		2.60				
I>>	30			7.25			8.39			14.83						
(Vh/Vb)	1			1			2.5			0.30						
FUNCION	51		50	51		50	51		50	51		50				
TEMP	SI		SI	SI		SI	SI		SI	SI		SI				
CURVA	NI		II	NI		II	NI		II	NI		II				
TDEF																
A	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855				
B	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457				
P	0.02		2	0.02		2	0.02		2	0.02		2				
	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50
484.80	379.45	379.45	379.45	88.88	211.34	211.34	211.34	282.80	312.21	312.21	312.21	208.25	278.59	278.59	278.59	
504.00	77.49	77.49	77.49	92.40	43.16	43.16	43.16	294.00	63.75	63.75	63.75	216.50	56.89	56.89	56.89	
528.00	39.73	39.73	39.73	96.80	22.13	22.13	22.13	308.00	32.69	32.69	32.69	226.81	29.17	29.17	29.17	
576.00	20.83	20.83	20.83	105.60	11.60	11.60	11.60	336.00	17.14	17.14	17.14	247.43	15.29	15.29	15.29	
624.00	14.51	14.51	14.51	114.40	8.08	8.08	8.08	364.00	11.94	11.94	11.94	268.05	10.65	10.65	10.65	
672.00	11.34	11.34	11.34	123.20	6.32	6.32	6.32	392.00	9.33	9.33	9.33	288.67	8.33	8.33	8.33	
720.00	9.43	9.43	9.43	132.00	5.25	5.25	5.25	420.00	7.76	7.76	7.76	309.29	6.93	6.93	6.93	
768.00	8.16	8.16	8.16	140.80	4.54	4.54	4.54	448.00	6.71	6.71	6.71	329.91	5.99	5.99	5.99	
960.00	5.57	5.57	5.57	176.00	3.10	3.10	3.10	560.00	4.58	4.58	4.58	412.38	4.09	4.09	4.09	
1008.00	5.21	5.21	5.21	184.80	2.90	2.90	2.90	588.00	4.29	4.29	4.29	433.00	3.83	3.83	3.83	
1056.00	4.91	4.91	4.91	193.60	2.74	2.74	2.74	616.00	4.04	4.04	4.04	453.62	3.61	3.61	3.61	
1104.00	4.66	4.66	4.66	202.40	2.59	2.59	2.59	644.00	3.83	3.83	3.83	474.24	3.42	3.42	3.42	
1152.00	4.44	4.44	4.44	211.20	2.47	2.47	2.47	672.00	3.65	3.65	3.65	494.86	3.26	3.26	3.26	
1200.00	4.24	4.24	24078	220.00	2.36	2.36	2.36	700.00	3.49	3.49	3.49	515.48	3.12	3.12	3.12	
1248.00	2.46	4.07	2.46	228.80	2.27	2.27	2.27	728.00	3.35	3.35	3.35	536.10	2.99	2.99	2.99	
1296.00	1.25	3.92	1.25	237.60	2.19	2.19	2.19	756.00	3.23	3.23	3.23	556.72	1.62	2.88	1.62	
1344.00	0.85	3.79	0.85	246.40	2.11	2.11	2.11	784.00	3.12	3.12	3.12	577.34	0.82	2.78	0.82	
1392.00	0.65	3.67	0.65	255.20	2.04	2.04	2.04	812.00	3.02	3.02	3.02	597.95	0.55	2.69	0.55	
1440.00	0.53	3.56	0.53	264.00	1.98	1.98	1.98	840.00	2.93	2.93	48.89	618.57	0.42	2.61	0.42	
1536.00	0.40	3.37	0.40	281.60	1.88	1.88	1.88	896.00	0.91	2.77	0.91	659.81	0.29	2.47	0.29	

l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
1632.00	0.32	3.21	0.32	299.20	1.22	1.79	1.22	952.00	0.48	2.64	0.48	701.05	0.23	2.36	0.23
1728.00	0.28	3.07	0.28	316.80	0.43	1.71	0.43	1008.00	0.33	2.53	0.33	742.29	0.19	2.25	0.19
1824.00	0.24	2.95	0.24	334.40	0.27	1.64	0.27	1064.00	0.26	2.43	0.26	783.53	0.17	2.17	0.17
1920.00	0.22	2.85	0.22	352.00	0.20	1.59	0.20	1120.00	0.21	2.34	0.21	824.77	0.15	2.09	0.15
2016.00	0.20	2.75	0.20	369.60	0.16	1.53	0.16	1176.00	0.18	2.27	0.18	866.00	0.13	2.02	0.13
2112.00	0.19	2.67	0.19	387.20	0.14	1.49	0.14	1232.00	0.16	2.20	0.16	907.24	0.12	1.96	0.12
2208.00	0.18	2.60	0.18	404.80	0.12	1.45	0.12	1288.00	0.15	2.14	0.15	948.48	0.12	1.91	0.12
2304.00	0.17	2.53	0.17	422.40	0.11	1.41	0.11	1344.00	0.14	2.08	0.14	989.72	0.11	1.86	0.11
2400.00	0.16	2.47	0.16	440.00	0.10	1.38	0.10	1400.00	0.13	2.03	0.13	1030.96	0.10	1.81	0.10
2496.00	0.15	2.41	0.15	457.60	0.09	1.34	0.09	1456.00	0.12	1.99	0.12	1072.19	0.10	1.77	0.10
2592.00	0.15	2.36	0.15	475.20	0.08	1.32	0.08	1512.00	0.11	1.94	0.11	1113.43	0.10	1.73	0.10
2688.00	0.14	2.32	0.14	492.80	0.08	1.29	0.08	1568.00	0.11	1.91	0.11	1154.67	0.09	1.70	0.09
2784.00	0.14	2.27	0.14	510.40	0.07	1.27	0.07	1624.00	0.10	1.87	0.10	1195.91	0.09	1.67	0.09
2880.00	0.14	2.23	0.14	528.00	0.07	1.24	0.07	1680.00	0.10	1.84	0.10	1237.15	0.09	1.64	0.09
2976.00	0.13	2.19	0.13	545.60	0.07	1.22	0.07	1736.00	0.10	1.80	0.10	1278.39	0.09	1.61	0.09
3072.00	0.13	2.16	0.13	563.20	0.07	1.20	0.07	1792.00	0.09	1.78	0.09	1319.62	0.08	1.58	0.08
3168.00	0.13	2.13	0.13	580.80	0.06	1.18	0.06	1848.00	0.09	1.75	0.09	1360.86	0.08	1.56	0.08
3264.00	0.13	2.09	0.13	598.40	0.06	1.17	0.06	1904.00	0.09	1.72	0.09	1402.10	0.08	1.54	0.08
3360.00	0.12	2.06	0.12	616.00	0.06	1.15	0.06	1960.00	0.09	1.70	0.09	1443.34	0.08	1.52	0.08
3456.00	0.12	2.04	0.12	633.60	0.06	1.13	0.06	2016.00	0.09	1.68	0.09	1484.58	0.08	1.50	0.08
3552.00	0.12	2.01	0.12	651.20	0.06	1.12	0.06	2072.00	0.08	1.65	0.08	1525.82	0.08	1.48	0.08
3648.00	0.12	1.99	0.12	668.80	0.06	1.11	0.06	2128.00	0.08	1.63	0.08	1567.05	0.08	1.46	0.08
3744.00	0.12	1.96	0.12	686.40	0.05	1.09	0.05	2184.00	0.08	1.61	0.08	1608.29	0.07	1.44	0.07
3840.00	0.12	1.94	0.12	704.00	0.05	1.08	0.05	2240.00	0.08	1.60	0.08	1649.53	0.07	1.42	0.07
3936.00	0.12	1.92	0.12	721.60	0.05	1.07	0.05	2296.00	0.08	1.58	0.08	1690.77	0.07	1.41	0.07
4128.00	0.11	1.88	0.11	756.80	0.05	1.05	0.05	2408.00	0.08	1.55	0.08	1773.25	0.07	1.38	0.07
4224.00	0.11	1.86	0.11	774.40	0.05	1.04	0.05	2464.00	0.08	1.53	0.08	1814.48	0.07	1.37	0.07
4320.00	0.11	1.84	0.11	792.00	0.05	1.03	0.05	2520.00	0.07	1.52	0.07	1855.72	0.07	1.35	0.07
4416.00	0.11	1.83	0.11	809.60	0.05	1.02	0.05	2576.00	0.07	1.50	0.07	1896.96	0.07	1.34	0.07
4512.00	0.11	1.81	0.11	827.20	0.05	1.01	0.05	2632.00	0.07	1.49	0.07	1938.20	0.07	1.33	0.07
4608.00	0.11	1.79	0.11	844.80	0.05	1.00	0.05	2688.00	0.07	1.48	0.07	1979.44	0.07	1.32	0.07
4704.00	0.11	1.78	0.11	862.40	0.05	0.99	0.05	2744.00	0.07	1.46	0.07	2020.67	0.07	1.31	0.07
4800.00	0.11	1.76	0.11	880.00	0.05	0.98	0.05	2800.00	0.07	1.45	0.07	2061.91	0.07	1.30	0.07
7200	0.10	1.52	0.10	1320.00	0.04	0.85	0.04	4200.00	0.06	1.25	0.06	3092.87	0.06	1.12	0.06
9600	0.10	1.38	0.10	1760.00	0.04	0.77	0.04	5600.00	0.06	1.14	0.06	4123.83	0.06	1.02	0.06
14400	0.10	1.23	0.10	2640.00	0.04	0.69	0.04	8400.00	0.06	1.02	0.06	6185.74	0.06	0.91	0.06
19200	0.10	1.15	0.10	3520.00	0.04	0.64	0.04	11200.00	0.06	0.94	0.06	8247.65	0.06	0.84	0.06
24000	0.10	1.09	0.10	4400.00	0.04	0.61	0.04	14000.00	0.06	0.90	0.06	10310	0.06	0.80	0.06

TABLA N° 6.15.a.

SACHA

IDEM	SACHA CAMPAM.				S/E 1				SACHA NORTE1				SACHA SUR			
	142	A	KV	4.16	403.00	A	KV	4.16	40	A	KV	13.8	65	A	KV	13.8
IFALLA	594	A	KV	4.16	1185	A	KV	4.16	200	A	KV	13.8	300	A	KV	13.8
RTC	60.00				120.00				25				25			
IN	5.00				5.00				5				5			
DIAL>	4.00				4.00				4				3.5			
DIAL>>	1.40				1.80				1.5				1.8			
KV REAL	4.16				4.16				13.8				13.8			
KV BASE	13.80				13.80				13.8				13.8			
I>	3.3			3	4.7			2.10	2.2			3.64	3.6			3.33
I>>	9.9				9.88				8				12			
(Vh/Vb)	0.30				0.30				1				1			
FUNCION	51			50	51			50	51			50	51			50
TEMP	SI			SI	SI			SI	SI			SI	SI			SI
CURVA	NI			II	NI			II	NI			II	NI			II
TDEF																
A	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855	0.0086			0.046855
B	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457	0.0185			0.023457
P	0.02			2	0.02			2	0.02			2	0.02			2
	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50	l	t	t51	t51/50
60.28	244.96	244.96	244.96	244.96	171.72	244.96	244.96	244.96	55.55	244.96	244.96	244.96	90.90	211.34	211.34	211.34
62.87	50.02	50.02	50.02	50.02	178.52	50.02	50.02	50.02	57.75	50.02	50.02	50.02	94.50	43.16	43.16	43.16
65.66	25.65	25.65	25.65	25.65	187.02	25.65	25.65	25.65	60.50	25.65	25.65	25.65	99.00	22.13	22.13	22.13
71.62	13.45	13.45	13.45	13.45	204.02	13.45	13.45	13.45	66.00	13.45	13.45	13.45	108.00	11.60	11.60	11.60
77.59	9.37	9.37	9.37	9.37	221.02	9.37	9.37	9.37	71.50	9.37	9.37	9.37	117.00	8.08	8.08	8.08
83.56	7.32	7.32	7.32	7.32	238.02	7.32	7.32	7.32	77.00	7.32	7.32	7.32	126.00	6.32	6.32	6.32
89.53	6.09	6.09	6.09	6.09	255.03	6.09	6.09	6.09	82.50	6.09	6.09	6.09	135.00	5.25	5.25	5.25
95.50	5.26	5.26	5.26	5.26	272.03	5.26	5.26	5.26	88.00	5.26	5.26	5.26	144.00	4.54	4.54	4.54
119.37	3.60	3.60	3.60	3.60	340.03	3.60	3.60	3.60	110.00	3.60	3.60	3.60	180.00	3.10	3.10	3.10
125.34	3.36	3.36	3.36	3.36	357.04	3.36	3.36	3.36	115.50	3.36	3.36	3.36	189.00	2.90	2.90	2.90
131.31	3.17	3.17	3.17	3.17	374.04	1.16	3.17	1.16	121.00	3.17	3.17	3.17	198.00	2.74	2.74	2.74
137.28	3.01	3.01	3.01	3.01	391.04	0.59	3.01	0.59	126.50	3.01	3.01	3.01	207.00	2.59	2.59	2.59
143.25	2.86	2.86	2.86	2.86	408.04	0.40	2.86	0.40	132.00	2.86	2.86	2.86	216.00	2.47	2.47	2.47
149.22	2.74	2.74	2.74	2.74	425.04	0.31	2.74	0.31	137.50	2.74	2.74	2.74	225.00	2.36	2.36	2.36
155.19	2.63	2.63	2.63	2.63	442.05	0.25	2.63	0.25	143.00	2.63	2.63	2.63	234.00	2.27	2.27	2.27
161.15	2.53	2.53	2.53	2.53	459.05	0.21	2.53	0.21	148.50	2.53	2.53	2.53	243.00	2.19	2.19	2.19
167.12	2.45	2.45	2.45	2.45	476.05	0.19	2.45	0.19	154.00	2.45	2.45	2.45	252.00	2.11	2.11	2.11
173.09	2.37	2.37	2.37	2.37	493.05	0.17	2.37	0.17	159.50	2.37	2.37	2.37	261.00	2.04	2.04	2.04
179.06	2.30	2.30	11401.40	2.30	510.05	0.15	2.30	0.15	165.00	2.30	2.30	2.30	270.00	1.98	1.98	1.98
191.00	0.59	2.18	0.59	0.59	544.06	0.13	2.18	0.13	176.00	2.18	2.18	2.18	288.00	1.88	1.88	1.88

l	t	t51	t51/50												
202.94	0.31	2.07	0.31	578.06	0.12	2.07	0.12	187.00	2.07	2.07	2.07	306.00	1.79	1.79	2.66
214.87	0.21	1.98	0.21	612.06	0.11	1.98	0.11	198.00	1.98	1.98	1.98	324.00	0.68	1.71	0.68
226.81	0.16	1.91	0.16	646.07	0.10	1.91	0.10	209.00	0.95	1.91	0.95	342.00	0.40	1.64	0.40
238.75	0.14	1.84	0.14	680.07	0.09	1.84	0.09	220.00	0.44	1.84	0.44	360.00	0.29	1.59	0.29
250.69	0.12	1.78	0.12	714.07	0.09	1.78	0.09	231.00	0.29	1.78	0.29	378.00	0.23	1.53	0.23
262.62	0.10	1.73	0.10	748.08	0.08	1.73	0.08	242.00	0.22	1.73	0.22	396.00	0.19	1.49	0.19
274.56	0.09	1.68	0.09	782.08	0.08	1.68	0.08	253.00	0.18	1.68	0.18	414.00	0.17	1.45	0.17
286.50	0.09	1.63	0.09	816.08	0.08	1.63	0.08	264.00	0.15	1.63	0.15	432.00	0.15	1.41	0.15
298.43	0.08	1.59	0.08	850.09	0.08	1.59	0.08	275.00	0.14	1.59	0.14	450.00	0.14	1.38	0.14
310.37	0.08	1.56	0.08	884.09	0.07	1.56	0.07	286.00	0.12	1.56	0.12	468.00	0.13	1.34	0.13
322.31	0.07	1.53	0.07	918.09	0.07	1.53	0.07	297.00	0.11	1.53	0.11	486.00	0.12	1.32	0.12
334.25	0.07	1.49	0.07	952.10	0.07	1.49	0.07	308.00	0.10	1.49	0.10	504.00	0.11	1.29	0.11
346.18	0.07	1.47	0.07	986.10	0.07	1.47	0.07	319.00	0.10	1.47	0.10	522.00	0.10	1.27	0.10
358.12	0.06	1.44	0.06	1020.10	0.07	1.44	0.07	330.00	0.09	1.44	0.09	540.00	0.10	1.24	0.10
370.06	0.06	1.42	0.06	1054.11	0.07	1.42	0.07	341.00	0.09	1.42	0.09	558.00	0.10	1.22	0.10
382.00	0.06	1.39	0.06	1088.11	0.07	1.39	0.07	352.00	0.08	1.39	0.08	576.00	0.09	1.20	0.09
393.93	0.06	1.37	0.06	1122.11	0.06	1.37	0.06	363.00	0.08	1.37	0.08	594.00	0.09	1.18	0.09
405.87	0.06	1.35	0.06	1156.12	0.06	1.35	0.06	374.00	0.08	1.35	0.08	612.00	0.09	1.17	0.09
417.81	0.06	1.33	0.06	1190.12	0.06	1.33	0.06	385.00	0.07	1.33	0.07	630.00	0.08	1.15	0.08
429.75	0.05	1.31	0.05	1224.13	0.06	1.31	0.06	396.00	0.07	1.31	0.07	648.00	0.08	1.13	0.08
441.68	0.05	1.30	0.05	1258.13	0.06	1.30	0.06	407.00	0.07	1.30	0.07	666.00	0.08	1.12	0.08
453.62	0.05	1.28	0.05	1292.13	0.06	1.28	0.06	418.00	0.07	1.28	0.07	684.00	0.08	1.11	0.08
465.56	0.05	1.27	0.05	1326.14	0.06	1.27	0.06	429.00	0.06	1.27	0.06	702.00	0.08	1.09	0.08
477.50	0.05	1.25	0.05	1360.14	0.06	1.25	0.06	440.00	0.06	1.25	0.06	720.00	0.07	1.08	0.07
489.43	0.05	1.24	0.05	1394.14	0.06	1.24	0.06	451.00	0.06	1.24	0.06	738.00	0.07	1.07	0.07
513.31	0.05	1.21	0.05	1462.15	0.06	1.21	0.06	473.00	0.06	1.21	0.06	774.00	0.07	1.05	0.07
525.25	0.05	1.20	0.05	1496.15	0.06	1.20	0.06	484.00	0.06	1.20	0.06	792.00	0.07	1.04	0.07
537.18	0.05	1.19	0.05	1530.16	0.06	1.19	0.06	495.00	0.06	1.19	0.06	810.00	0.07	1.03	0.07
549.12	0.05	1.18	0.05	1564.16	0.06	1.18	0.06	506.00	0.06	1.18	0.06	828.00	0.07	1.02	0.07
561.06	0.05	1.17	0.05	1598.16	0.06	1.17	0.06	517.00	0.06	1.17	0.06	846.00	0.07	1.01	0.07
572.99	0.05	1.16	0.05	1632.17	0.06	1.16	0.06	528.00	0.06	1.16	0.06	864.00	0.07	1.00	0.07
584.93	0.05	1.15	0.05	1666.17	0.06	1.15	0.06	539.00	0.06	1.15	0.06	882.00	0.07	0.99	0.07
596.87	0.05	1.14	0.05	1700.17	0.06	1.14	0.06	550.00	0.05	1.14	0.05	900.00	0.07	0.98	0.07
895.30	0.04	0.98	0.04	2550.26	0.05	0.98	0.05	825.00	0.05	0.98	0.05	1350.00	0.06	0.85	0.06
1193.74	0.04	0.89	0.04	3400.35	0.05	0.89	0.05	1100.00	0.04	0.89	0.04	1800.00	0.06	0.77	0.06
1790.61	0.04	0.80	0.04	5100.52	0.05	0.80	0.05	1650.00	0.04	0.80	0.04	2700.00	0.05	0.69	0.05
2387.48	0.04	0.74	0.04	6800.70	0.05	0.74	0.05	2200.00	0.04	0.74	0.04	3600.00	0.05	0.64	0.05
2984.35	0.04	0.70	0.04	8500.87	0.05	0.70	0.05	2750.00	0.04	0.70	0.04	4500.00	0.05	0.61	0.05

TABLA N° 6.15.b.

CALIBRACION DE RELES (FASE) DE SACHA A NIVEL 13,8 KV.

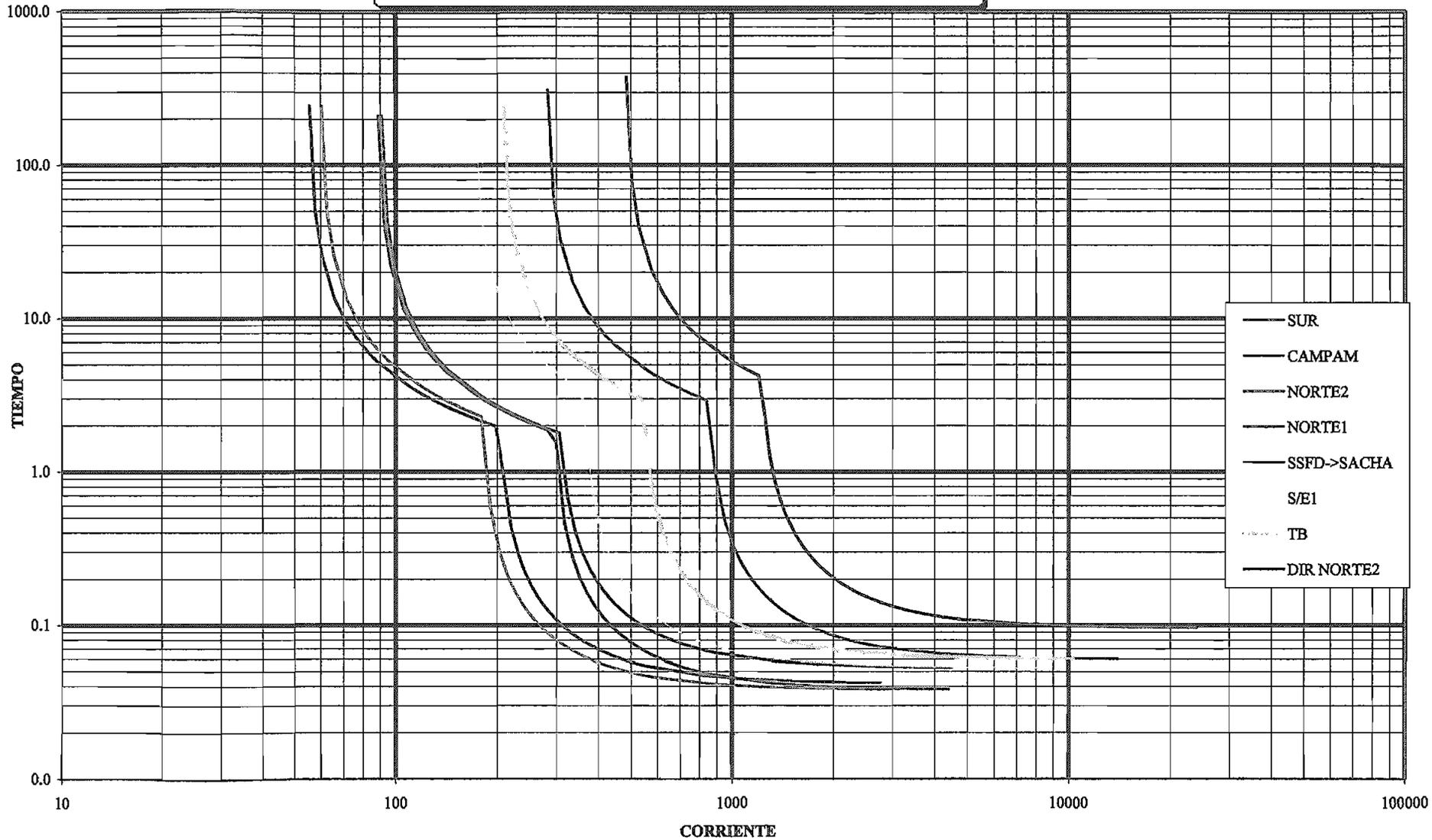


FIGURA N° 6.16.

SACHA

RELE	BARRA	VOLTAJE	APORTES	I	I Real	TIEMPO DE OPERACION DEL RELE (Seg)	Orden de operación	Opera	Como debería operar	Coord
NORTE2	1	13.8	7->1	1417	1417.00	0.08	1	SI	SI	OK
TRAFO(13.8-4.16)		4.16	10->7	1499	451.87	0.24	2	NO	NO	OK
TA		4.16	12->10	766	230.91	2.8	5	NO	NO	OK
TB		4.16	11->10	2289	690.02	0.27	3	NO	NO	OK
SACHA-SSFD 13.8		13.8	14->7	576	576.00	2.68	4	NO	NO	OK
SACHA-SSFD 34.5		34.5	14->7	230	575.00	4.6	6	NO	NO	OK
CAMPAMENTO	13	4.16	10->13	7073	2132.15	0.03	1	SI	SI	OK
TA		4.16	12->10	933	281.25	0.36	5	NO	NO	OK
TB		4.16	11->10	2790	841.04	0.16	3	NO	NO	OK
TRAFO(13.8-4.16)		4.16	7->10	1780	536.58	0.14	2	NO	NO	OK
NORTE2		13.8	1->7	809	809.00	0.18	4	NO	NO	OK
SACHA-SSFD 13.8		13.8	14->7	418	418.00	4.75	6	NO	NO	OK
NORTE1	8	13.8	7->8	3156	3156.00	0.04	1	SI	SI	OK
NORTE2		13.8	1->7	1415	1415.00	0.08	2	NO	NO	OK
TRAFO(13.8-4.16)		4.16	10->7	1927	580.89	0.12	3	NO	NO	OK
SACHA-SSFD 13.8		13.8	14->7	767	767.00	1.96	6	NO	NO	OK
TA		4.16	12->10	980	295.42	0.26	5	NO	NO	OK
TB		4.16	11->10	2920	880.23	0.15	4	NO	NO	OK
SACHA-SSFD 34.5	34.5	14->7	307	767.50	2.5	7	NO	NO	OK	
SUR	9	13.8	7->9	2573	2573.00	0.03	1	SI	SI	OK
NORTE2		13.8	1->7	1171	1171.00	0.13	4	NO	NO	OK
TRAFO(13.8-4.16)		4.16	10->7	1597	481.41	0.19	2	NO	NO	OK
SACHA-SSFD 13.8		13.8	14->7	615	615.00	2.47	5	NO	NO	OK
TA		4.16	12->10	818	246.59	1.8	6	NO	NO	OK
TB		4.16	11->10	2431	732.82	0.23	3	NO	NO	OK
SACHA-SSFD 34.5	34.5	14->7	246	615.00	3.5	7	NO	NO	OK	
SACHA-SSFD	14-15	34.5	14->FAULT	486	1215.00	0.09	2	SI	SI	OK
SACHA-SSFD 13.8		13.8	7->14	1217	1217.00	0.1	1	SI	SI	OK
NORTE2		13.8	1->7	689	689.00	2.7	6	NO	NO	OK
TRAFO(13.8-4.16)		4.16	10->7	965	290.90	4.4	3	NO	NO	OK
TB		4.16	11->10	1489	448.86	4	4	NO	NO	OK
TA		4.16	12->10	501	151.03	4	5	NO	NO	OK

TABLA N° 6.15

LAGO - BARRA DE 4.16 KV

IDEM	LAGO->SSFD				SSFD->LAGO				LAGO CAMPO 1				LAGO CAMPO 2			
	310	A	KV	4.16	39	A	KV	34.50	141	A	KV	4.16	107	A	KV	4.16
IFALLA	1810	A	KV	4.16	250	A	KV	34.50	600	A	KV	4.16	500	A	KV	4.16
RTC	120.00				40.00				60.00				60.00			
IN	5.00				5.00				5.00				5.00			
DIAL>	3.30				4.00				2.00				2.00			
DIAL>>	1.80				2.00				1.20				1.20			
KV REAL	4.16				34.50				4.16				4.16			
KV BASE	13.80				13.80				13.80				13.80			
I>	3.60				1.40				3.30				2.60			
I>>	15.10		4.19	6.30		4.50	10.00		3.03	8.30		3.32				
(Vh/Vb)	0.30			2.50			0.30			0.30						
FUNCION	51		50	51		50	51		50	51		50				
TEMP	SI		SI	SI		SI	SI		SI	SI		SI				
CURVA	NI		II	NI		II	NI		II	NI		II				
TDEF																
A	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855				
B	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457				
P	0.02		2	0.02		2	0.02		2	0.02		2				

I	t	t51	t51/50												
131.53	197.89	197.89	197.89	141.40	244.96	244.96	244.96	60.28	110.47	110.47	110.47	45.67	110.47	110.47	110.47
136.74	40.41	40.41	40.41	147.00	50.02	50.02	50.02	62.67	22.56	22.56	22.56	47.48	22.56	22.56	22.56
143.25	20.72	20.72	20.72	154.00	25.65	25.65	25.65	65.66	11.57	11.57	11.57	49.74	11.57	11.57	11.57
156.27	10.86	10.86	10.86	168.00	13.45	13.45	13.45	71.62	6.06	6.06	6.06	54.26	6.06	6.06	6.06
169.29	7.57	7.57	7.57	182.00	9.37	9.37	9.37	77.59	4.22	4.22	4.22	58.78	4.22	4.22	4.22
182.32	5.92	5.92	5.92	196.00	7.32	7.32	7.32	83.56	3.30	3.30	3.30	63.30	3.30	3.30	3.30
195.34	4.92	4.92	4.92	210.00	6.09	6.09	6.09	89.53	2.75	2.75	2.75	67.83	2.75	2.75	2.75
208.36	4.25	4.25	4.25	224.00	5.26	5.26	5.26	95.50	2.37	2.37	2.37	72.35	2.37	2.37	2.37
260.45	2.90	2.90	2.90	280.00	3.60	3.60	3.60	119.37	1.62	1.62	1.62	90.43	1.62	1.62	1.62
273.47	2.72	2.72	2.72	294.00	3.36	3.36	3.36	125.34	1.52	1.52	1.52	94.96	1.52	1.52	1.52
286.50	2.56	2.56	2.56	308.00	3.17	3.17	3.17	131.31	1.43	1.43	1.43	99.48	1.43	1.43	1.43
299.52	2.43	2.43	2.43	322.00	3.01	3.01	3.01	137.28	1.36	1.36	1.36	104.00	1.36	1.36	1.36
312.54	2.31	2.31	2.31	336.00	2.86	2.86	2.86	143.25	1.29	1.29	1.29	108.52	1.29	1.29	1.29
325.57	2.21	2.21	2.21	350.00	2.74	2.74	2.74	149.22	1.24	1.24	1.24	113.04	1.24	1.24	1.24
338.59	2.13	2.13	2.13	364.00	2.63	2.63	2.63	155.19	1.19	1.19	1.19	117.57	1.19	1.19	1.19
351.61	2.05	2.05	2.05	378.00	2.53	2.53	2.53	161.15	1.14	1.14	1.14	122.09	1.14	1.14	1.14
364.63	1.98	1.98	1.98	392.00	2.45	2.45	2.45	167.12	1.10	1.10	1.10	126.61	1.10	1.10	1.10
377.66	1.91	1.91	1.91	406.00	2.37	2.37	2.37	173.09	1.07	1.07	1.07	131.13	1.07	1.07	1.07
390.68	1.86	1.86	1.86	420.00	2.30	2.30	2.30	179.06	1.04	1.04	1.04	135.65	1.04	1.04	1.04
416.72	1.76	1.76	1.76	448.00	2.18	2.18	2.18	191.00	0.98	0.98	0.98	144.70	0.98	0.98	0.98
442.77	1.67	1.67	1.67	476.00	2.07	2.07	2.07	202.94	0.93	0.93	0.93	153.74	0.93	0.93	0.93

l	t	l51	l51/50												
468.81	1.60	1.60	1.60	504.00	1.98	1.98	1.98	214.87	0.18	0.89	0.18	162.78	0.38	0.89	0.38
494.86	1.54	1.54	1.54	532.00	1.91	1.91	1.91	226.81	0.14	0.86	0.14	171.83	0.23	0.86	0.23
520.90	1.49	1.49	1.49	560.00	1.84	1.84	1.84	238.75	0.11	0.83	0.11	180.87	0.17	0.83	0.17
546.95	1.44	1.44	6.60	588.00	1.78	1.78	1.78	250.69	0.10	0.80	0.10	189.91	0.13	0.80	0.13
572.99	0.97	1.39	0.97	616.00	1.73	1.73	1.73	262.62	0.09	0.78	0.09	198.96	0.11	0.78	0.11
599.04	0.53	1.35	0.53	644.00	1.68	1.68	2.72	274.56	0.08	0.76	0.08	208.00	0.10	0.76	0.10
625.09	0.37	1.32	0.37	672.00	0.93	1.63	0.93	286.50	0.07	0.74	0.07	217.04	0.09	0.74	0.09
651.13	0.29	1.29	0.29	700.00	0.57	1.59	0.57	298.43	0.07	0.72	0.07	226.09	0.08	0.72	0.08
677.18	0.24	1.26	0.24	728.00	0.42	1.56	0.42	310.37	0.06	0.70	0.06	235.13	0.07	0.70	0.07
703.22	0.21	1.23	0.21	756.00	0.33	1.53	0.33	322.31	0.06	0.69	0.06	244.17	0.07	0.69	0.07
729.27	0.18	1.21	0.18	784.00	0.28	1.49	0.28	334.25	0.06	0.67	0.06	253.22	0.06	0.67	0.06
755.31	0.16	1.18	0.16	812.00	0.24	1.47	0.24	346.18	0.05	0.66	0.05	262.26	0.06	0.66	0.06
781.36	0.15	1.16	0.15	840.00	0.21	1.44	0.21	358.12	0.05	0.65	0.05	271.30	0.06	0.65	0.06
807.40	0.14	1.14	0.14	868.00	0.19	1.42	0.19	370.06	0.05	0.64	0.05	280.35	0.06	0.64	0.06
833.45	0.13	1.13	0.13	896.00	0.18	1.39	0.18	382.00	0.05	0.63	0.05	289.39	0.05	0.63	0.05
859.49	0.12	1.11	0.12	924.00	0.16	1.37	0.16	393.93	0.05	0.62	0.05	298.43	0.05	0.62	0.05
885.54	0.12	1.09	0.12	952.00	0.15	1.35	0.15	405.87	0.05	0.61	0.05	307.48	0.05	0.61	0.05
911.58	0.11	1.08	0.11	980.00	0.14	1.33	0.14	417.81	0.04	0.60	0.04	316.52	0.05	0.60	0.05
937.63	0.11	1.06	0.11	1008.00	0.14	1.31	0.14	429.75	0.04	0.59	0.04	325.57	0.05	0.59	0.05
963.67	0.10	1.05	0.10	1036.00	0.13	1.30	0.13	441.68	0.04	0.59	0.04	334.61	0.05	0.59	0.05
989.72	0.10	1.04	0.10	1064.00	0.12	1.28	0.12	453.62	0.04	0.58	0.04	343.65	0.05	0.58	0.05
1015.76	0.09	1.02	0.09	1092.00	0.12	1.27	0.12	465.56	0.04	0.57	0.04	352.70	0.04	0.57	0.04
1041.81	0.09	1.01	0.09	1120.00	0.12	1.25	0.12	477.50	0.04	0.56	0.04	361.74	0.04	0.56	0.04
1067.85	0.09	1.00	0.09	1148.00	0.11	1.24	0.11	489.43	0.04	0.56	0.04	370.78	0.04	0.56	0.04
1093.90	0.09	0.99	0.09	1176.00	0.11	1.23	0.11	501.37	0.04	0.55	0.04	379.83	0.04	0.55	0.04
1119.94	0.08	0.98	0.08	1204.00	0.11	1.21	0.11	513.31	0.04	0.55	0.04	388.87	0.04	0.55	0.04
1145.99	0.08	0.97	0.08	1232.00	0.10	1.20	0.10	525.25	0.04	0.54	0.04	397.91	0.04	0.54	0.04
1172.03	0.08	0.96	0.08	1260.00	0.10	1.19	0.10	537.18	0.04	0.54	0.04	406.96	0.04	0.54	0.04
1198.08	0.08	0.95	0.08	1288.00	0.10	1.18	0.10	549.12	0.04	0.53	0.04	416.00	0.04	0.53	0.04
1224.13	0.08	0.94	0.08	1316.00	0.10	1.17	0.10	561.06	0.04	0.53	0.04	425.04	0.04	0.53	0.04
1250.17	0.08	0.94	0.08	1344.00	0.09	1.16	0.09	572.99	0.04	0.52	0.04	434.09	0.04	0.52	0.04
1276.22	0.08	0.93	0.08	1372.00	0.09	1.15	0.09	584.93	0.04	0.52	0.04	443.13	0.04	0.52	0.04
1302.26	0.07	0.92	0.07	1400.00	0.09	1.14	0.09	596.87	0.04	0.51	0.04	452.17	0.04	0.51	0.04
1953.39	0.06	0.79	0.06	2100.00	0.07	0.98	0.07	895.30	0.03	0.44	0.03	678.26	0.03	0.44	0.03
2604.52	0.06	0.72	0.06	2800.00	0.07	0.89	0.07	1193.74	0.03	0.40	0.03	904.35	0.03	0.40	0.03
3906.78	0.05	0.64	0.05	4200.00	0.06	0.80	0.06	1790.61	0.03	0.36	0.03	1356.52	0.03	0.36	0.03
5209.04	0.05	0.60	0.05	5600.00	0.06	0.74	0.06	2387.48	0.03	0.33	0.03	1808.70	0.03	0.33	0.03
6511.30	0.05	0.57	0.05	7000.00	0.06	0.70	0.06	2984.35	0.03	0.32	0.03	2260.87	0.03	0.32	0.03

TABLA N° 6.16.a.

LAGO BARRA DE 4.16 KV

IDEM	CAMPOS				LAGO TA1 y TA2				LAGO TB1			
	240	A	KV	4.16	170	A	KV	4.16	370	A	KV	4.16
IFALLA	1300	A	KV	4.16	1200	A	KV	4.16	2600	A	KV	4.16
RTC	60.00				60.00				120.00			
I N	5.00				5.00				5.00			
DIAL>	2.30				3.00				4.50			
DIAL>>	1.60				1.50				2.10			
KV REAL	4.16				4.16				4.16			
KV BASE	13.80				13.80				13.80			
>	5.60				4.00				4.30			
>>	21.70		3.88	20.00		5.00	21.70		5.05			
(Vh/Vb)	0.30			0.30			0.30					
FUNCION	51		50	51		50	51		50			
TEMP	SI		SI	SI		SI	SI		SI			
CURVA	NI		II	NI		II	NI		II			
TDEF	0.30		0.05	0.30		0.07						
A	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855			
B	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457			
P	0.02		2	0.02		2	0.02		2			
	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50
	102.30	164.27	164.27	164.27	73.07	177.72	177.72	177.72	157.10	278.59	278.59	278.59
	106.35	33.54	33.54	33.54	75.97	36.29	36.29	36.29	163.33	56.89	56.89	56.89
	111.42	17.20	17.20	17.20	79.58	18.61	18.61	18.61	171.10	29.17	29.17	29.17
	121.54	9.02	9.02	9.02	86.82	9.75	9.75	9.75	186.66	15.29	15.29	15.29
	131.67	6.28	6.28	6.28	94.05	6.80	6.80	6.80	202.21	10.65	10.65	10.65
	141.80	4.91	4.91	4.91	101.29	5.31	5.31	5.31	217.77	8.33	8.33	8.33
	151.93	4.08	4.08	4.08	108.52	4.42	4.42	4.42	233.32	6.93	6.93	6.93
	162.06	3.53	3.53	3.53	115.76	3.82	3.82	3.82	248.88	5.99	5.99	5.99
	202.57	2.41	2.41	2.41	144.70	2.61	2.61	2.61	311.10	4.09	4.09	4.09
	212.70	2.26	2.26	2.26	151.93	2.44	2.44	2.44	326.65	3.83	3.83	3.83
	222.83	2.13	2.13	2.13	159.17	2.30	2.30	2.30	342.21	3.61	3.61	3.61
	232.96	2.02	2.02	2.02	166.40	2.18	2.18	2.18	357.76	3.42	3.42	3.42
	243.09	1.92	1.92	1.92	173.63	2.08	2.08	2.08	373.31	3.26	3.26	3.26
	253.22	1.84	1.84	1.84	180.87	1.99	1.99	1.99	388.87	3.12	3.12	3.12
	263.35	1.76	1.76	1.76	188.10	1.91	1.91	1.91	404.42	2.99	2.99	2.99
	273.47	1.70	1.70	1.70	195.34	1.84	1.84	1.84	419.98	2.88	2.88	2.88
	283.60	1.64	1.64	1.64	202.57	1.78	1.78	1.78	435.53	2.78	2.78	2.78
	293.73	1.59	1.59	1.59	209.81	1.72	1.72	1.72	451.09	2.69	2.69	2.69
	303.86	1.54	1.54	1.54	217.04	1.67	1.67	1.67	466.64	2.61	2.61	2.61
	324.12	1.46	1.46	1.46	231.51	1.58	1.58	1.58	497.75	2.47	2.47	2.47
	344.38	1.39	1.39	1.39	245.98	1.50	1.50	1.50	528.86	2.36	2.36	2.36

I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50
364.63	1.33	1.33	1.33	260.45	1.44	1.44	1.44	559.97	2.25	2.25	2.25
384.89	1.28	1.28	1.28	274.92	1.38	1.38	1.38	591.08	2.17	2.17	2.17
405.15	1.23	1.23	1.43	289.39	1.33	1.33	1.33	622.19	2.09	2.09	2.09
425.41	0.56	1.19	0.56	303.86	1.29	1.29	1.29	653.30	2.02	2.02	2.02
445.66	0.36	1.16	0.36	318.33	1.25	1.25	1.25	684.41	1.96	1.96	1.96
465.92	0.27	1.12	0.27	332.80	1.22	1.22	1.22	715.52	1.91	1.91	1.91
486.18	0.21	1.10	0.21	347.27	1.19	1.19	1.19	746.63	1.86	1.86	1.86
506.43	0.18	1.07	0.18	361.74	1.16	1.16	20824	777.74	1.81	1.81	1.81
526.69	0.16	1.05	0.16	376.21	1.06	1.13	1.06	808.85	1.77	1.77	2.12
546.95	0.14	1.02	0.14	390.68	0.54	1.11	0.54	839.96	0.94	1.73	0.94
567.21	0.13	1.00	0.13	405.15	0.37	1.08	0.37	871.07	0.61	1.70	0.61
587.46	0.12	0.98	0.12	419.62	0.28	1.06	0.28	902.18	0.46	1.67	0.46
607.72	0.11	0.97	0.11	434.09	0.23	1.05	0.23	933.29	0.37	1.64	0.37
627.98	0.10	0.95	0.10	448.56	0.20	1.03	0.20	964.40	0.31	1.61	0.31
648.24	0.10	0.93	0.10	463.03	0.17	1.01	0.17	995.51	0.27	1.58	0.27
668.49	0.09	0.92	0.09	477.50	0.15	1.00	0.15	1026.62	0.24	1.56	0.24
688.75	0.09	0.91	0.09	491.97	0.14	0.98	0.14	1057.73	0.22	1.54	0.22
709.01	0.09	0.89	0.09	506.43	0.13	0.97	0.13	1088.83	0.20	1.52	0.20
729.27	0.08	0.88	0.08	520.90	0.12	0.95	0.12	1119.94	0.19	1.50	0.19
749.52	0.08	0.87	0.08	535.37	0.11	0.94	0.11	1151.05	0.17	1.48	0.17
769.78	0.08	0.86	0.08	549.84	0.11	0.93	0.11	1182.16	0.16	1.46	0.16
790.04	0.08	0.85	0.08	564.31	0.10	0.92	0.10	1213.27	0.16	1.44	0.16
810.30	0.07	0.84	0.07	578.78	0.10	0.91	0.10	1244.38	0.15	1.42	0.15
830.55	0.07	0.83	0.07	593.25	0.09	0.90	0.09	1275.49	0.14	1.41	0.14
850.81	0.07	0.82	0.07	607.72	0.09	0.89	0.09	1306.60	0.14	1.39	0.14
871.07	0.07	0.81	0.07	622.19	0.08	0.88	0.08	1337.71	0.13	1.38	0.13
891.33	0.07	0.81	0.07	636.66	0.08	0.87	0.08	1368.82	0.13	1.37	0.13
911.58	0.07	0.80	0.07	651.13	0.08	0.86	0.08	1399.93	0.12	1.35	0.12
931.84	0.06	0.79	0.06	665.60	0.08	0.86	0.08	1431.04	0.12	1.34	0.12
952.10	0.06	0.78	0.06	680.07	0.07	0.85	0.07	1462.15	0.12	1.33	0.12
972.35	0.06	0.78	0.06	694.54	0.07	0.84	0.07	1493.26	0.11	1.32	0.11
992.61	0.06	0.77	0.06	709.01	0.07	0.83	0.07	1524.37	0.11	1.31	0.11
1012.87	0.06	0.76	0.06	723.48	0.07	0.83	0.07	1555.48	0.11	1.30	0.11
1519.30	0.05	0.66	0.05	1085.22	0.05	0.71	0.05	2333.22	0.08	1.12	0.08
2025.74	0.05	0.60	0.05	1446.96	0.05	0.65	0.05	3110.96	0.07	1.02	0.07
3038.61	0.05	0.53	0.05	2170.43	0.04	0.58	0.04	4666.43	0.07	0.91	0.07
4051.48	0.05	0.50	0.05	2893.91	0.04	0.54	0.04	6221.91	0.07	0.84	0.07
5064.35	0.05	0.47	0.05	3617.39	0.04	0.51	0.04	7777.39	0.06	0.80	0.06

TABLA N° 6.16.b.

LAGO - BARRA DE 13.8 KV

IDEM	LAGO NORTE				LAGO SUR				LAGO ESTE				LAGO S/E 13.8			
	70	A	KV	13.80	28	A	KV	13.80	18	A	KV	13.80	355	A	KV	4.16
IFALLA	490	A	KV	13.80	200	A	KV	13.80	140	A	KV	13.80	2400	A	KV	4.16
RTC	25.00				25.00				25.00				120.00			
IN	5.00				5.00				5.00				5.00			
DIAL>	3.50				3.00				3.00				4.00			
DIAL>>	1.50				1.30				1.30				2.00			
KV REAL	13.80				13.80				13.80				4.16			
KV BASE	13.80				13.80				13.80				13.80			
I>	3.90				1.60				1.00				4.10			
I>>	19.60		5.03	8.00		5.00	5.60		5.00	20.00		4.88				
(Vh/Vb)	1.00			1.00			1.00			0.30						
FUNCION	51		50	51		50	51		50	51		50		51		50
TEMP	SI		SI	SI		SI	SI		SI	SI		SI		SI		SI
CURVA	NI		II	NI		II	NI		II	NI		II		NI		II
TDEF																
A	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855	0.0086		0.046855	0.0086
B	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457	0.0185		0.023457	0.0185
P	0.02		2	0.02		2	0.02		2	0.02		2	0.02		2	0.02
	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50	I	t	t51	t51/50
	98.48	211.34	211.34	211.34	40.40	177.72	177.72	177.72	25.25	177.72	177.72	177.72	149.80	244.96	244.96	244.96
	102.38	43.16	43.16	43.16	42.00	36.29	36.29	36.29	26.25	36.29	36.29	36.29	155.73	50.02	50.02	50.02
	107.25	22.13	22.13	22.13	44.00	18.61	18.61	18.61	27.50	18.61	18.61	18.61	163.14	25.65	25.65	25.65
	117.00	11.60	11.60	11.60	48.00	9.75	9.75	9.75	30.00	9.75	9.75	9.75	177.98	13.45	13.45	13.45
	126.75	8.08	8.08	8.08	52.00	6.80	6.80	6.80	32.50	6.80	6.80	6.80	192.81	9.37	9.37	9.37
	136.50	6.32	6.32	6.32	56.00	5.31	5.31	5.31	35.00	5.31	5.31	5.31	207.64	7.32	7.32	7.32
	146.25	5.25	5.25	5.25	60.00	4.42	4.42	4.42	37.50	4.42	4.42	4.42	222.47	6.09	6.09	6.09
	156.00	4.54	4.54	4.54	64.00	3.82	3.82	3.82	40.00	3.82	3.82	3.82	237.30	5.26	5.26	5.26
	195.00	3.10	3.10	3.10	80.00	2.61	2.61	2.61	50.00	2.61	2.61	2.61	296.63	3.60	3.60	3.60
	204.75	2.90	2.90	2.90	84.00	2.44	2.44	2.44	52.50	2.44	2.44	2.44	311.46	3.36	3.36	3.36
	214.50	2.74	2.74	2.74	88.00	2.30	2.30	2.30	55.00	2.30	2.30	2.30	326.29	3.17	3.17	3.17
	224.25	2.59	2.59	2.59	92.00	2.18	2.18	2.18	57.50	2.18	2.18	2.18	341.12	3.01	3.01	3.01
	234.00	2.47	2.47	2.47	96.00	2.08	2.08	2.08	60.00	2.08	2.08	2.08	355.95	2.86	2.86	2.86
	243.75	2.36	2.36	2.36	100.00	1.99	1.99	1.99	62.50	1.99	1.99	1.99	370.78	2.74	2.74	2.74
	253.50	2.27	2.27	2.27	104.00	1.91	1.91	1.91	65.00	1.91	1.91	1.91	385.61	2.63	2.63	2.63
	263.25	2.19	2.19	2.19	108.00	1.84	1.84	1.84	67.50	1.84	1.84	1.84	400.45	2.53	2.53	2.53
	273.00	2.11	2.11	2.11	112.00	1.78	1.78	1.78	70.00	1.78	1.78	1.78	415.28	2.45	2.45	2.45
	282.75	2.04	2.04	2.04	116.00	1.72	1.72	1.72	72.50	1.72	1.72	1.72	430.11	2.37	2.37	2.37
	292.50	1.98	1.98	1.98	120.00	1.67	1.67	1.67	75.00	1.67	1.67	1.67	444.94	2.30	2.30	2.30
	312.00	1.88	1.88	1.88	128.00	1.58	1.58	1.58	80.00	1.58	1.58	1.58	474.60	2.18	2.18	2.18
	331.50	1.79	1.79	1.79	136.00	1.50	1.50	1.50	85.00	1.50	1.50	1.50	504.26	2.07	2.07	2.07

l	t	t51	t51/50												
351.00	1.71	1.71	1.71	144.00	1.44	1.44	1.44	90.00	1.44	1.44	1.44	533.93	1.98	1.98	1.98
370.50	1.64	1.64	1.64	152.00	1.38	1.38	1.38	95.00	1.38	1.38	1.38	563.59	1.91	1.91	1.91
390.00	1.59	1.59	1.59	160.00	1.33	1.33	1.33	100.00	1.33	1.33	1.33	593.25	1.84	1.84	1.84
409.50	1.53	1.53	1.53	168.00	1.29	1.29	1.29	105.00	1.29	1.29	1.29	622.91	1.78	1.78	1.78
429.00	1.49	1.49	1.49	176.00	1.25	1.25	1.25	110.00	1.25	1.25	1.25	652.58	1.73	1.73	1.73
448.50	1.45	1.45	1.45	184.00	1.22	1.22	1.22	115.00	1.22	1.22	1.22	682.24	1.68	1.68	1.68
468.00	1.41	1.41	1.41	192.00	1.19	1.19	1.19	120.00	1.19	1.19	1.19	711.90	1.63	1.63	1.63
487.50	1.38	1.38	1.38	200.00	1.16	1.16	17180	125.00	1.16	1.16	1.16	741.57	1.59	1.59	2.42
507.00	1.22	1.34	1.22	208.00	0.88	1.13	0.88	130.00	1.13	1.13	1.13	771.23	0.94	1.56	0.94
526.50	0.58	1.32	0.58	216.00	0.45	1.11	0.45	135.00	1.11	1.11	1.11	800.89	0.59	1.53	0.59
546.00	0.39	1.29	0.39	224.00	0.30	1.08	0.30	140.00	1.08	1.08	19242	830.55	0.44	1.49	0.44
565.50	0.29	1.27	0.29	232.00	0.23	1.06	0.23	145.00	0.98	1.06	0.98	860.22	0.35	1.47	0.35
585.00	0.24	1.24	0.24	240.00	0.19	1.05	0.19	150.00	0.50	1.05	0.50	889.88	0.29	1.44	0.29
604.50	0.20	1.22	0.20	248.00	0.16	1.03	0.16	155.00	0.34	1.03	0.34	919.54	0.25	1.42	0.25
624.00	0.18	1.20	0.18	256.00	0.14	1.01	0.14	160.00	0.26	1.01	0.26	949.20	0.23	1.39	0.23
643.50	0.16	1.18	0.16	264.00	0.13	1.00	0.13	165.00	0.21	1.00	0.21	978.87	0.20	1.37	0.20
663.00	0.14	1.17	0.14	272.00	0.12	0.98	0.12	170.00	0.18	0.98	0.18	1008.53	0.19	1.35	0.19
682.50	0.13	1.15	0.13	280.00	0.11	0.97	0.11	175.00	0.16	0.97	0.16	1038.19	0.17	1.33	0.17
702.00	0.12	1.13	0.12	288.00	0.10	0.95	0.10	180.00	0.14	0.95	0.14	1067.85	0.16	1.31	0.16
721.50	0.11	1.12	0.11	296.00	0.09	0.94	0.09	185.00	0.13	0.94	0.13	1097.52	0.15	1.30	0.15
741.00	0.11	1.11	0.11	304.00	0.09	0.93	0.09	190.00	0.12	0.93	0.12	1127.18	0.14	1.28	0.14
760.50	0.10	1.09	0.10	312.00	0.08	0.92	0.08	195.00	0.11	0.92	0.11	1156.84	0.14	1.27	0.14
780.00	0.10	1.08	0.10	320.00	0.08	0.91	0.08	200.00	0.10	0.91	0.10	1186.50	0.13	1.25	0.13
799.50	0.09	1.07	0.09	328.00	0.08	0.90	0.08	205.00	0.09	0.90	0.09	1216.17	0.13	1.24	0.13
819.00	0.09	1.06	0.09	336.00	0.07	0.89	0.07	210.00	0.09	0.89	0.09	1245.83	0.12	1.23	0.12
838.50	0.08	1.05	0.08	344.00	0.07	0.88	0.07	215.00	0.08	0.88	0.08	1275.49	0.12	1.21	0.12
858.00	0.08	1.04	0.08	352.00	0.07	0.87	0.07	220.00	0.08	0.87	0.08	1305.15	0.11	1.20	0.11
877.50	0.08	1.03	0.08	360.00	0.07	0.86	0.07	225.00	0.08	0.86	0.08	1334.82	0.11	1.19	0.11
897.00	0.08	1.02	0.08	368.00	0.06	0.86	0.06	230.00	0.07	0.86	0.07	1364.48	0.11	1.18	0.11
916.50	0.08	1.01	0.08	376.00	0.06	0.85	0.06	235.00	0.07	0.85	0.07	1394.14	0.10	1.17	0.10
936.00	0.07	1.00	0.07	384.00	0.06	0.84	0.06	240.00	0.07	0.84	0.07	1423.81	0.10	1.16	0.10
955.50	0.07	0.99	0.07	392.00	0.06	0.83	0.06	245.00	0.07	0.83	0.07	1453.47	0.10	1.15	0.10
975.00	0.07	0.98	0.07	400.00	0.06	0.83	0.06	250.00	0.07	0.83	0.07	1483.13	0.10	1.14	0.10
1462.50	0.05	0.85	0.05	600.00	0.04	0.71	0.04	375.00	0.05	0.71	0.05	2224.70	0.07	0.98	0.07
1950.00	0.05	0.77	0.05	800.00	0.04	0.65	0.04	500.00	0.04	0.65	0.04	2966.26	0.07	0.89	0.07
2925.00	0.04	0.69	0.04	1200.00	0.04	0.58	0.04	750.00	0.04	0.58	0.04	4449.39	0.06	0.80	0.06
3900.00	0.04	0.64	0.04	1600.00	0.04	0.54	0.04	1000.00	0.04	0.54	0.04	5932.52	0.06	0.74	0.06
4875.00	0.04	0.61	0.04	2000.00	0.04	0.51	0.04	1250.00	0.04	0.51	0.04	7415.65	0.06	0.70	0.06

TABLA N° 6.16.c.

CALIBRACION DE RELES (FASE) DE LAGO A NIVEL 13,8 KV.

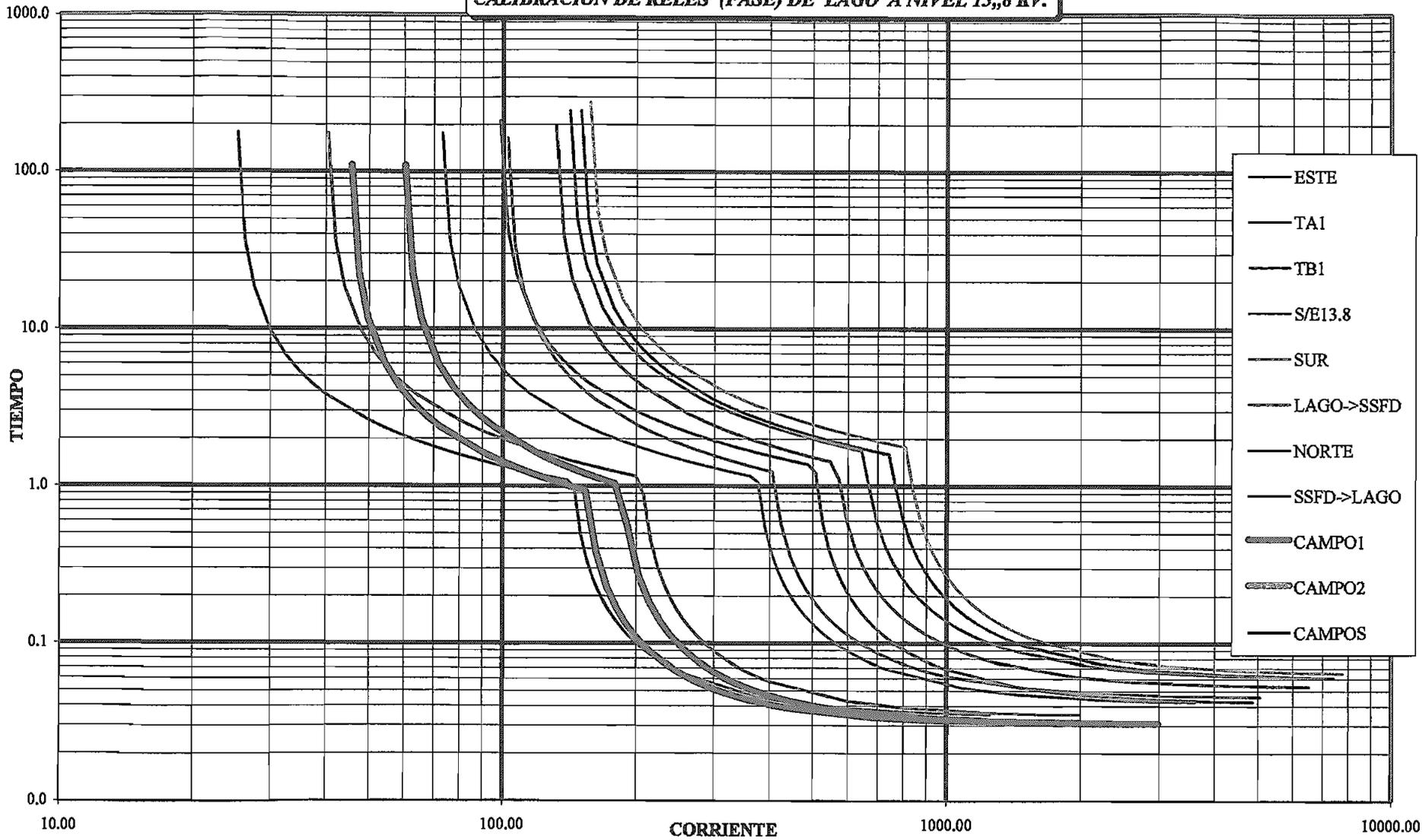


FIGURA N° 6.18