

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

ANÁLISIS DEL SERVICIO ELÉCTRICO DESDE EL S.N.I. A LAS
PROVINCIAS DE SUCUMBIOS Y FRANCISCO DE ORELLANA,
MEDIANTE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 138 KV ENTRE
TENA Y COCA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO

DALTON ERNESTO ZALDUMBIDE ROSERO

DIRECTOR: ING. PATRICIO GUERRERO

QUITO, SEPTIEMBRE, 2003

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo ha sido realizado en su totalidad por el Sr. DALTON ERNESTO ZALDUMBIDE ROSERO bajo mi dirección.



Ing. PATRICIO GUERRERO
Director de Tesis

AGRADECIMIENTO

A todas y cada una de aquellas personas que de una u otra forma me han apoyado y ayudado en el transcurso de mis estudios .

En especial al Ing. Patricio Guerrero por darme la oportunidad de realizar este proyecto de titulación bajo su dirección.

INDICE

CAPITULO I		PAG.
1.0	INTRODUCCION	1
1.1	ANTECEDENTES	2
1.2	OBJETIVO	3
1.3	ALCANCE	3
CAPITULO II		PAG.
2.0	CONDICIONES ACTUALES DEL SISTEMA A ESTUDIARSE	4
2.1	INTRODUCCION	4
2.1.1	OPERACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRICO	4
2.2	CALIDAD DEL SERVICIO	6
2.2.1	CONTINUIDAD DEL SERVICIO	6
2.2.2	CONTROL DE FRECUENCIA	7
2.2.3	REGULACION DEL VOLTAJE	10
2.3	CARACTERISTICAS ACTUALES DEL SISTEMA	11
2.4	GENERACION	12
2.5	TRANSMISION	16
2.5.1	SUBESTACIONES	20
2.5.1.1	SUBESTACIONES DE TRANSFORMACION	21
2.5.1.2	SUBESTACIONES DE INTERCONEXION	21
2.5.2	SERVICIOS AUXILIARES DE UNA SUBESTACION	21
2.5.2.1	SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE ALTERNA	22
2.5.2.2	SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE CONTINUA	23
2.5.3	DESCRIPCION DE LAS SUBESTACIONES DEL SISTEMA	24
2.6	CENTROS DE CARGA	25
CAPITULO III		PAG.
3.0	ESTUDIO DE FLUJOS DE CARGA	29
3.1	INTRODUCCION	29
3.2	FALLAS Y PERTURBACIONES	31
3.2.1	CORTOCIRCUITOS	32
3.2.2	SOBRETENSIONES	36
3.2.3	SOBRECARGAS	37
3.2.4	OSCILACIONES	38
3.2.5	DESEQUILIBRIOS	39
3.3	FLUJOS PARA DISTINTAS CONDICIONES DE GENERACION Y CARGA	40

3.3.1	FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MAXIMA	41
3.3.2	FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MEDIA	44
3.3.3	FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MINIMA	46

CAPITULO IV

PAG.

4.0	ANALISIS DE CONTINGENCIAS EN OPERACIÓN DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA	49
4.1	INTRODUCCION	49
4.2	TIPOS DE CONTINGENCIAS	49
4.2.1	METODO DE SUPERPOSICION	52
4.2.2	METODO BASADO EN LA LINEALIZACION DE LAS ECUACIONES DE FLUJO DE POTENCIA	53
4.3	FLUJO DE CARGA CONECTADA RADIALMENTE LA SUBESTACION TENA CON LA SUBESTACION COCA	54
4.3.1	FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MAXIMA	54
4.3.2	FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MEDIA Y MINIMA	56
4.4	LINEA PUYO - TENA DESCONECTADA	57
4.5	LINEA JIVINO - LAGO AGRIO DESCONECTADA	60
4.6	FLUJO DE CARGA MEDIANTE LA LINEA DE TRANSMISION A 138 KV ENTRE TENA Y COCA	63
4.6.1	FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MAXIMA	64
4.6.2	FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MEDIA	66
4.6.3	FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MINIMA	69
4.7	CONCLUSIONES	71

CAPITULO V

PAG.

5.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	78
	ANEXOS	

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCION

El Sistema Nacional de Transmisión de energía Eléctrica del Ecuador, está estructurado básicamente por una red troncal en anillo a 230 kV a doble circuito, y redes radiales con voltajes menores, 138 kV, 69 kV, 46 kV y 34.5 kV que corresponden a los puntos de entrega hacia las empresas distribuidoras, el objetivo principal de este sistema es realizar el transporte de energía desde los usuarios generadores hacia los usuarios distribuidores, minimizando los costos de inversión, los costos esperados de operación y mantenimiento y los costos provocados por mantenimientos no programados o fallas.

El nivel de confiabilidad que TRANSELECTRIC S.A. proporciona a sus clientes está determinado fundamentalmente por la disponibilidad de las respectivas cadenas de conexión con los mismos, lo que incluye la disponibilidad de los equipos e instalaciones que conforman cada uno de los caminos que sirven en la transmisión del fluido eléctrico. En el ámbito nacional, los costos por interrupción de servicio dependen del nivel de disponibilidad de las cadenas de conexión desde el anillo de 230 kV, hasta el punto de conexión con cada uno de los usuarios.

1.1 ANTECEDENTES

La supervisión de Operación, área de la Gerencia de Explotación de la Compañía Nacional de Transmisión TRANSELECTRIC S.A. está considerando la posibilidad de que problemas presentados en las redes de transmisión de países vecinos, puedan reproducirse en el Ecuador por lo que ha propuesto estudios en cada uno de los componentes del sistema en caso de que alguno de estos llegara a fallar de manera permanente.

La Compañía Nacional de Transmisión Eléctrica TRANSELECTRIC S.A. se hace cargo del diseño y construcción de la línea Tena – Coca aislada para un voltaje de operación de 138 kV, con lo que se mejorará las condiciones de abastecimiento de energía de la zona, finalizada la construcción de la línea es necesario realizar una actualización de estudios eléctricos para determinar las condiciones operativas con la que se brindara servicio a la Empresa Eléctrica Sucumbios.

Con estos estudios se planifica la minimización del tiempo de interrupción del servicio a los clientes potencialmente afectados por averías en los componentes del sistema de transmisión.

1.2 OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es determinar las condiciones operativas más adecuadas para atender la demanda de las cargas que son atendidas a través de la línea Totoras-Pelileo-Baños-Puyo-Tena-Coca, cargas que corresponden a las empresas eléctricas de Ambato y Sucumbios (se incluye la carga de Tena).

1.3 ALCANCE

Proporcionar datos de los elementos tanto de la empresa eléctrica de Sucumbios como de los elementos que conectan a ésta con la barra de Totoras a 69 kV del sistema nacional de transmisión

Mediante la corrida de flujos en el Software POWER WORLD SIMULATOR 8.0 OPF PROGRAM analizar condiciones operativas del sistema.

Determinar la transferencia adecuada del flujo de potencia desde la subestación Tena hacia la subestación Coca para los diferentes períodos de demanda (máxima, media, mínima).

Analizar el comportamiento del sistema de potencia frente a fallas en el sistema de transmisión, cuando éste está operando en condiciones normales.

CAPITULO II

2.0 CONDICIONES ACTUALES DEL SISTEMA A ESTUDIARSE

2.1 INTRODUCCION

2.1.1 OPERACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRICO

Un sistema eléctrico de potencia debe reunir las siguientes condiciones o recursos para que opere en forma normal:

- Suficiente equipo instalado, es decir, que disponga de una potencia instalada que le permita absorber los aumentos de la demanda.
- Calidad del servicio, esto es, que el sistema sea capaz de mantener, con el mínimo de interrupciones, un nivel y rango adecuado de voltaje y de frecuencia. Las bandas de tolerancia aceptadas son (+/-) 5% en voltaje para 138 kV y (+/-) 3% en barras de 69 kV y (+/-) 2% en frecuencia.
- Racional despacho de carga, es decir, que reúna los recursos humanos y materiales para repartir en forma económica la carga en las diferentes centrales generadoras y sistemas de transmisión, considerando recursos de fuentes de energía, rendimiento de los diferentes equipos que componen el sistema, entre otras.

El sistema podría operar en forma anormal o no económica al no cumplir las exigencias anteriores, como también cuando suceden fenómenos ajenos a sus recursos, tales como:

- Fallas en sus componentes
- Errores de operación, del comando manual o automático
- Imprevistos, como tormentas, sismos, incendios

Por su parte, estas operaciones anormales traen como consecuencia efectos graves como son:

- Daños en los equipos, si la intensidad y duración del fenómeno excede ciertos límites
- Pérdida de la estabilidad del sistema eléctrico
- Mala calidad del servicio eléctrico

Como solución a las operaciones anormales de un sistema se podría pensar en incorporar características tales en sus componentes e instalaciones asociadas que eliminaran totalmente las condiciones anormales.

Esta solución por principio es imposible de practicar y aproximarse

demasiado a ella resultaría en extremo costoso e injustificado, pues sus costos, incidirían apreciablemente en el valor de las tarifas. En cambio la solución que en la práctica se realiza es tratar de disminuir al mínimo el efecto causado por estas condiciones anormales de operación, lo que constituye en forma permanente el análisis de alternativas de solución para cada caso singular que se presente.

2.2 CALIDAD DEL SERVICIO

El suministro de energía eléctrica debe realizarse con una calidad adecuada, de manera que los aparatos que utilizan la energía eléctrica funcionen correctamente. La calidad del suministro de energía eléctrica queda definida por los siguientes tres factores: continuidad del servicio, control de la frecuencia y regulación del voltaje.

2.2.1 CONTINUIDAD DEL SERVICIO

La energía eléctrica ha adquirido tal importancia en la vida moderna, que una interrupción de su suministro causa trastornos y pérdidas económicas impredecibles.

Para asegurar la continuidad del suministro deben tomarse las disposiciones necesarias para hacer frente a una falla en algún elemento del sistema.

A continuación se mencionan las principales disposiciones:

1. Disponer de la reserva de generación adecuada, tanto activa como reactiva, para hacer frente a la posible salida de servicio o indisponibilidad de cierta capacidad de generación.
2. Disponer de un sistema de protección automático que permita eliminar con la rapidez necesaria cualquier elemento del sistema que haya sufrido una avería.
3. Diseñar el sistema de manera que la falla y desconexión de un elemento tenga la menor repercusión posible para el resto del sistema.
4. Disponer de los circuitos de alimentación de emergencia para hacer frente a una falla en la alimentación normal.
5. Disponer de los medios para un restablecimiento rápido del servicio, disminuyendo así la duración de las interrupciones, cuando éstas no han podido ser evitadas.

2.2.2 CONTROL DE FRECUENCIA

Los sistemas de energía eléctrica funcionan a una frecuencia determinada, dentro de cierta tolerancia. El rango de variaciones de frecuencia que pueden

tolerarse depende tanto de las características de los aparatos de utilización, como del funcionamiento del sistema mismo.

Desde el punto de vista del funcionamiento del sistema, debe tenerse en cuenta que si los generadores conectados al sistema están girando a la velocidad correspondiente a la frecuencia nominal, significa que existe un equilibrio entre la potencia real producida por los generadores y la potencia real absorbida por las cargas más las pérdidas del sistema.

Cada generador contribuye con una generación determinada, el número de generadores en servicio y la repartición de la generación entre las distintas unidades se basa en consideraciones económicas, con ciertas restricciones impuestas por consideraciones de operación tales como: la producción de potencia reactiva para contribuir a la regulación del voltaje y la necesidad de contar con reserva rodante para asegurar la continuidad del servicio.

Al producirse una variación de la carga conectada al sistema, se produce un desequilibrio que se refleja en una variación de la velocidad de rotación de las máquinas y en consecuencia de la frecuencia.

Los reguladores de velocidad o gobernadores de cada turbina registran esta variación y actúan sobre las válvulas de admisión del fluido a la turbina, llegándose a un nuevo estado de equilibrio.

Sin embargo este nuevo equilibrio se establece a una frecuencia ligeramente distinta de la nominal, debido a las características de los reguladores de velocidad, necesarias para lograr que la operación de varias unidades generadoras en paralelo sea estable.

Además la distribución de la generación entre las distintas unidades se habrá alterado y en general no corresponderá a la distribución óptima, esto hace necesario un sistema de control entre las distintas unidades en la forma adecuada, el lograr esto requiere un control de la frecuencia mucho más preciso que el que sería necesario de acuerdo con las características de las cargas.

Entre las características que debe cumplir la frecuencia de un sistema, puede incluirse su pureza o sea que el porcentaje de armónicas sea despreciable. Esto requiere en primer lugar que los generadores proporcionen un voltaje lo más aproximado posible a un voltaje sinusoidal. En segundo lugar hay que limitar a valores tolerables la aparición de armónicas en otros puntos del sistema, como pueden ser los circuitos magnéticos de los transformadores. La presencia de armónicas causa pérdidas adicionales y puede afectar el funcionamiento de ciertos tipos de aparatos, puede producir también fenómenos de resonancia que pueden dañar los equipos.

2.2.3 REGULACION DEL VOLTAJE

Se define a la regulación de voltaje (figura 1.1) como la diferencia entre la magnitud del voltaje a plena carga y la magnitud del voltaje sin carga, en por ciento del voltaje a plena carga, medido en las terminales en que se coloca la carga y conservando el voltaje de entrada constante.

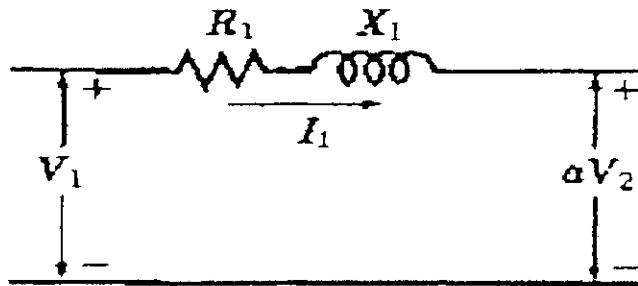


Fig. 1.1.- Circuito equivalente del transformador

$$\text{Por ciento de regulación} = \frac{|V_{2,sc}| - |V_{2,pc}|}{|V_{2,pc}|} \cdot 100$$

Donde V_{sc} es la magnitud de V_2 (magnitud del voltaje en el terminal de la carga) en ausencia de carga y V_{pc} es la magnitud de V_2 a plena carga con V_1 constante.

Es frecuente caracterizar la calidad de la regulación del voltaje en un punto determinado de un sistema eléctrico por la diferencia máxima entre el voltaje en ese punto (que varía a causa de las variaciones de la carga) y el valor nominal del voltaje, mientras esta diferencia se mantenga dentro de ciertos límites la regulación del voltaje se considera correcta.

El procedimiento anterior no toma en cuenta el hecho de que desde el punto de vista de las repercusiones económicas, no solo importa la magnitud de la desviación del voltaje con respecto a su valor nominal, sino también el tiempo que dura esa desviación. Por otra parte es importante conocer si la desviación del voltaje es prácticamente constante, en cuyo caso el problema puede tener una solución fácil, por ejemplo mediante un cambio de derivaciones en un transformador, o si dicha desviación fluctúa permanentemente.

2.3 CARACTERISTICAS ACTUALES DEL SISTEMA ELECTRICO

Un sistema eléctrico de potencia consiste de una gran diversidad de cargas eléctricas repartidas en una región, de las plantas generadoras para producir la energía eléctrica consumida por las cargas, una red de transmisión y de

distribución para transportar esa energía desde las plantas generadoras a los puntos de consumo y todo el equipo adicional necesario para lograr que el suministro de energía se realice con las características de continuidad y seguridad de servicio, de regulación del voltaje y de control de frecuencia requeridas.

Antes de empezar con el estudio de éste sistema, observémoslo en forma global con características actuales donde citaremos la configuración de todo el sistema, los centros de generación con sus respectivas subestaciones, líneas de transmisión y transformadores.

2.4 GENERACION

En general las plantas generadoras están alejadas de los centros de consumo y conectadas a éstos a través de una red de alta tensión, aunque algunas plantas generadoras pueden estar conectadas directamente al sistema de distribución.

El voltaje se eleva a la salida de los generadores para realizar la transmisión de energía eléctrica en forma económica y se reduce en la proximidad de los centros de consumo para alimentar el sistema de distribución a un voltaje adecuado, esta alimentación puede hacerse directamente desde la red de transmisión reduciendo el voltaje en un solo paso al nivel de distribución, o

a través de un sistema de subtransmisión utilizando un nivel de tensión intermedio.

El sistema de la Empresa Eléctrica de Sucumbíos está constituido por pequeños grupos de generación térmica que funcionan en lugares donde mayormente se encuentra concentrada la carga, los grupos generadores se encuentran en Jivino, Lago Agrio y Coca, estos generadores y cargas se encuentran conectadas a través de líneas pertenecientes a la empresa.

El nivel de voltaje de operación de la línea Totoras-Pelileo-Baños-Puyo-Tena-Coca es de 69 kV.

La topología del sistema de transmisión es radial, 247 Km de longitud desde la central Agoyan hasta la subestación Coca 138/69 kV, la misma se la puede apreciar en la figura 2.1

En la central de generación Celso Castellanos, existen cuatro unidades con una potencia de 3,125 Mva cada una, mientras que en Lumbaqui existen dos generadores con una potencia instalada de 0,25 Mva cada uno.

En la central Jivino existen seis unidades de generación, cada una tiene una potencia instalada de 3,125 Mva. De éstas dos unidades están en reserva.

En la central de generación Coca (Payamino) existen cuatro generadores de

los cuales, dos tienen una potencia instalada de 0,8125 Mva, uno tiene una potencia de 3,125 Mva y el último tiene una potencia instalada de 1,875 Mva.

Los parámetros de los grupos de generación en cada central con sus características principales pueden apreciarse en la tabla 2.1

TABLA 2.1
PARAMETROS DE LOS GRUPOS DE GENERACION

CENTRAL	UNIDADES	POTENCIA INSTALADA (MVA)	VOLTAJE NOMINAL (V)	VELOCIDAD SINC. (RPM)	REACTANCIAS (p.u.)				
					Xd	X'd	X''d	Xq	Xo
CELSO CASTELLANOS	GENERAL MOTORS No. 1	3,125	4160	900	1,25	0,3	0,2	0,7	0,18
	GENERAL MOTORS No. 2	3,125	4160	900	1,25	0,3	0,2	0,7	0,18
	GENERAL MOTORS No. 3	3,125	4160	900	1,25	0,3	0,2	0,7	0,18
	GENERAL MOTORS No. 4	3,125	4160	900	1,25	0,3	0,2	0,7	0,18
JIVINO	ALCO No. 1	3,125	4160	900	1,25	0,3	0,2	0,7	0,18
	ALCO No. 2	3,125	4160	900	1,25	0,3	0,2	0,7	0,18
	ALCO No. 3	3,125	4160	900	1,25	0,3	0,2	0,7	0,18
	ALCO No. 4	3,125	4160	900	1,25	0,3	0,2	0,7	0,18
PAYAMINO	GENERAL MOTORS No. 1	1,875	4160	900	1,25	0,3	0,2	0,7	0,18
	GENERAL MOTORS No. 2	3,125	4160	900	1,25	0,3	0,2	0,7	0,18
	CATERPILLAR No. 1	0,8125	440	1800	1,25	0,27	0,18	0,7	0,16
	CATERPILLAR No. 2	0,8125	440	1800	1,25	0,27	0,18	0,7	0,16
LUMBAQUI	TURBINA No. 1	0,25	440	900			0,14		0,12
	TURBINA No. 2	0,25	440	900			0,14		0,12

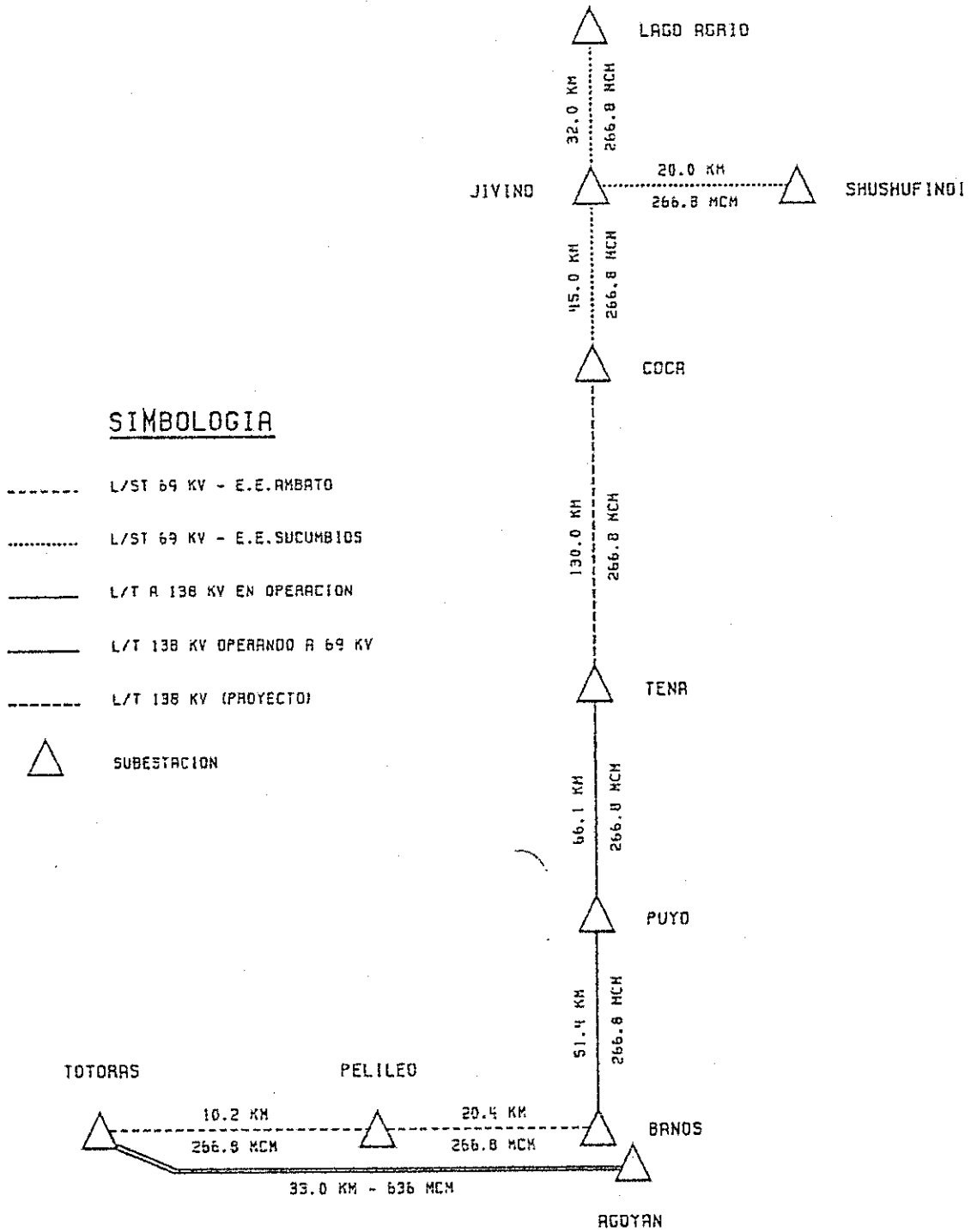


FIGURA 2.1

TOPOLOGIA DEL SISTEMA DE TRANSMISION Y SUBTRANSMISION

2.5 TRANSMISIÓN

El sistema a analizarse tiene diez líneas de subtransmisión, desde la subestación (S/E) Jivino salen tres circuitos a las siguientes subestaciones: uno a la S/E Coca, otro a la S/E Lago Agrio y otro a la S/E Shushufindi, desde la S/E Laguna (Castellanos) hasta la S/E Lago Agrio existen dos circuitos.

Desde la S/E Lago Agrio se llega hasta la Barra Santa Cecilia con un circuito, desde aquí hasta la Barra Jambelí existe un circuito, desde la Barra Jambelí se llega con un circuito hasta la Barra Sevilla y desde ésta hasta la Barra Cascales también existe un circuito, por último desde la Barra Cascales se llega hasta la S/E Lumbaqui con un circuito.

La línea de transmisión Tena-Coca ha sido diseñada para un nivel de voltaje de 138 kV pero viene trabajando a un nivel de voltaje de 69 kV.

Las características principales de las líneas tales como: número de circuitos, voltaje, longitud, conductor de las fases, conductor hilo de guardia, disposición predominante se cita a continuación en la tabla 2.2

En las tablas 2.2.1 y 2.2.2 se encuentran tabulados todos los parámetros de las líneas de subtransmisión en valores en por unidad (pu).

TABLA 2.2
DESCRIPCION GENERAL DE LAS LINEAS DE SUBTRANSMISION

LINEA DE SUBTRANSMISION		NUMERO CIRCUITOS	VOLTAJE (kV)	LONGITUD (km)	CONDUCTOR		DISPOSICION PREDOMINANTE
DE	A				FASES	HILO GUARDIA	
S/E JIVINO	S/E LAGO AGRIO	1	69	31	266,8 mcm ACSR	Acero Galvanizado 5/16 " Ø	200/F4/3TA
S/E JIVINO	S/E SHUSHUFINDI	1	69	20	266,8 mcm ACSR	Acero Galvanizado 5/16 " Ø	200/F4/3TA
S/E JIVINO	S/E COCA	1	69	42	266,8 mcm ACSR	Acero Galvanizado 5/16 " Ø	SG1
S/E LAGUNA	S/E LAGO AGRIO	2	13,8	5	2/0 ACSR		LVA1 - D
S/E LAGO AGRIO	BARRA STA. CECILIA	1	13,8	12	1/0 ACSR		LVA1
BARRA STA. CECILIA	BARRA JAMBELI	1	13,8	11	1/0 ACSR		LVA1
BARRA JAMBELI	BARRA SEVILLA	1	13,8	6	1/0 ACSR		LVA1
BARRA SEVILLA	BARRA CASCALES	1	13,8	10	1/0 ACSR		LVA1
BARRA CASCALES	S/E LUMBAQUI	1	13,8	15	1/0 ACSR		LVA1

TABLA 2.2.1
PARAMETROS DE LAS LINEAS DE SUBTRANSMISION

LINEA DE SUBTRANSMISION		VOLTAJE (kV)	LONGITUD (km)	LIM. TERMICO (MVA)	R1 = R2		R0		X1 = X2		X0		I (A)
DE	A				(Ω /km)	(Ω)	(Ω /km)	(Ω)	(Ω /km)	(Ω)	(Ω /km)	(Ω)	
S/E JIVINO	S/E LAGO AGRIO	69	31	51,67	0,239	7,409	0,506	15,686	0,479	14,849	1,650	51,150	432,31
S/E JIVINO	S/E SHUSHUFINDI	69	20	51,67	0,239	4,780	0,506	10,120	0,479	9,580	1,650	33,000	432,31
S/E JIVINO	S/E COCA	69	42	51,67	0,239	10,038	0,527	22,134	0,454	19,068	1,693	71,106	432,31
S/E LAGUNA	S/E LAGO AGRIO	13,8	5	6,36	0,556	2,780	0,733	3,665	0,239	1,195	1,733	8,665	266,15
S/E LAGO AGRIO	BARRA STA. CECILIA	13,8	12	5,50	0,696	8,352	0,873	10,476	0,525	6,300	1,968	23,616	230,00
BARRA STA. CECILIA	BARRA JAMBELI	13,8	11	5,50	0,696	7,656	0,873	9,603	0,525	5,775	1,968	21,648	230,00
BARRA JAMBELI	BARRA SEVILLA	13,8	6	5,50	0,696	4,176	0,873	5,238	0,525	3,150	1,968	11,808	230,00
BARRA SEVILLA	BARRA CASCALES	13,8	10	5,50	0,696	6,960	0,873	8,730	0,525	5,250	1,968	19,680	230,00
BARRA CASCALES	S/E LUMBAQUI	13,8	15	5,50	0,696	10,440	0,873	13,095	0,525	7,875	1,968	29,520	230,00

TABLA 2.2.2
PARAMETROS DE LAS LINEAS DE SUBTRANSMISION
VALORES EN p.u.

LINEA DE SUBTRANSMISION		NUMERO CIRCUITOS	S _{BASE} (MVA)	V _{BASE} (KV)	Z _{BASE} (Ω)	R1 = R2 (p.u.)	R0 (p.u.)	X1 = X2 (p.u.)	X0 (p.u.)
DE	A								
S/E JIVINO	S/E LAGO AGRIO	1	100	69	47,61	0,15562	0,32947	0,31189	1,07435
S/E JIVINO	S/E SHUSHUFINDI	1	100	69	47,61	0,10040	0,21256	0,20122	0,69313
S/E JIVINO	S/E COCA	1	100	69	47,61	0,21084	0,46490	0,40050	1,49351
S/E LAGUNA	S/E LAGO AGRIO	2	10	13,8	19,04	0,14598	0,19245	0,06275	0,45500
S/E LAGO AGRIO	BARRA STA. CECILIA	1	10	13,8	19,04	0,43856	0,55009	0,33081	1,24008
BARRA STA. CECILIA	BARRA JAMBELI	1	10	13,8	19,04	0,40202	0,50425	0,30325	1,13674
BARRA JAMBELI	BARRA SEVILLA	1	10	13,8	19,04	0,21928	0,27505	0,16541	0,62004
BARRA SEVILLA	BARRA CASCALES	1	10	13,8	19,04	0,36547	0,45841	0,27568	1,03340
BARRA CASCALES	S/E LUMBAQUI	1	10	13,8	19,04	0,54820	0,68762	0,41352	1,55009

2.5.1 SUBESTACIONES

Cada uno de los centros de generación y carga, poseen su respectiva subestación (S/E) cuyo objetivo es elevar o bajar el nivel de voltaje para ser utilizado en la transmisión de energía entre centros de generación o alimentar a los distintos centros de carga.

Las subestaciones constituyen los nodos de la red, cuyas ramas están constituidas por líneas. Las subestaciones eléctricas por su tipo de servicio se clasifican en:

- Subestaciones elevadoras
- Subestaciones reductoras
- Subestaciones compensadoras
- Subestaciones de maniobra
- Subestación de distribución
- Subestaciones rectificadoras
- Subestaciones inversoras

En forma general las subestaciones se podrían separar en dos grupos subestaciones de transformación y subestaciones de interconexión o seccionamiento.

2.5.1.1 SUBESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN

Son aquellas en las cuales se realiza un proceso de transformación o variación de un nivel a otro de voltaje, de acuerdo a las necesidades.

2.5.1.2 SUBESTACIONES DE INTERCONEXION O SECCIONAMIENTO

Son aquellas cuya función es seccionar o cortar la línea de transmisión, sin que se produzca ningún proceso de transformación de voltaje, su trabajo es el de seccionar líneas muy largas o el de conectar líneas del mismo nivel de voltaje dentro de un sistema de interconexión.

2.5.2 SERVICIOS AUXILIARES EN UNA SUBESTACION

Los servicios auxiliares son todas aquellas cargas dentro de la subestación que necesitan un constante y normal suministro de energía para la operación de la misma. La calidad y cantidad de servicios auxiliares en una subestación varían conforme se haya escogido un esquema de barras menos complicado frente a otro más complicado.

Existen servicios auxiliares de corriente alterna y continua que se describen a continuación

2.5.2.1 SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE ALTERNA

En forma general, las principales cargas servidas por el sistema de servicios auxiliares de corriente alterna son las que a continuación se indican:

Cargador de baterías o rectificador

Equipos de refrigeración de transformadores: bombas de aceite y ventiladores

Equipos de refrigeración de reactores

Alimentación a estación de aire comprimido

Equipo para el tratamiento de aceite

Iluminación de la casa de comando y del patio de la subestación

Motor cambiador de taps del transformador de potencia

Equipo de comunicación y transmisión de alarma a distancia

Equipo contra incendio de banco de transformadores

Equipo de aire acondicionado

Tomacorrientes monofásicos y trifásicos distribuidos en el patio y en la sala de comando

Circuitos de alimentación del taller mecánico

Circuitos de calefacción de gabinetes y equipos de control

Circuito de alimentación de la casa de guardianía

Equipo supervisor de telecomando y telemedida

Calentador de agua

Computadores

2.5.2.2 SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE CONTINUA

En una subestación los servicios auxiliares de corriente continua son de suma importancia, en la mayoría de subestaciones estos servicios tienen el respaldo de un banco de baterías, las principales cargas alimentadas en forma general son las siguientes:

Control de interruptores de líneas, transformadores y autotransformadores en alta y baja tensión

Control de seccionadores de líneas, transformadores y autotransformadores en alta y baja tensión

Alimentación de motores auxiliares para el mecanismo de cierre de interruptores en baja tensión

Control de interruptores y seccionadores de transferencia

Alimentación para protección diferencial de barras, transformadores y autotransformadores

Alimentación a instrumentos y lámparas indicadoras del tablero de control

Alimentación a circuitos de alarma local

Alumbrado de emergencia de edificio de comando y sala de control

Alimentación a equipo carrier

Alimentación al sistema de automatismo de las subestaciones

2.5.3 DESCRIPCION DE LAS SUBESTACIONES DEL SISTEMA

En la subestación Jivino existe un patio a 69 kV con una unidad de transformación con dos tipos de enfriamiento (OA. y FA.) y otro patio a 13.8 kV con cuatro unidades de transformación y un solo tipo de enfriamiento (OA), todos estos transformadores son trifásicos. En la subestación Coca existe un patio a 13.8 kV con cuatro transformadores trifásicos, tienen enfriamiento en aceite (OA), y un patio de transformación a 69 kV con un transformador trifásico que tiene dos tipos de enfriamiento (OA y FA).

En las subestaciones Lago Agrio y Shushufindi hay un patio de transformación a 69 kV con un transformador trifásico cada una. En la subestación Laguna hay un patio de transformación a 13.8 kV que tiene tres transformadores trifásicos, por último la subestación Lumbaqui cuyo patio de transformación es a 13.8 kV posee un transformador trifásico.

Los datos referentes a los transformadores se encuentran tabulados con sus características principales en la tabla 2.3 y sus parámetros en valores en por unidad (pu) se describen en la tabla 2.3.1

2.6 CENTROS DE CARGA

La carga global de un sistema está constituida por un gran número de cargas individuales de diferentes clases (industrial, comercial, residencial y otros).

La potencia suministrada en cada instante por un sistema es la suma de la potencia absorbida por las cargas más las pérdidas en el sistema.

Aunque la conexión y desconexión de las cargas individuales es un fenómeno aleatorio, la potencia total varía en función del tiempo siguiendo una curva que puede predeterminarse con bastante aproximación y que depende del ritmo de las actividades humanas en la región servida por el sistema.

En la tabla 2.4 se tabulan los datos de cargas para demandas máxima, media y mínima en Baños, Coca, Jivino, Lago Agrio, Lumbaqui, Shushufindi, Pelileo, Puyo, Tena y la demanda total.

TABLA 2.3
PARAMETROS DE LOS EQUIPOS DE TRANSFORMACION

NOMBRE DE LA SUBSTACION	TIPO T : TRAFIO A : AUTO	MARCA	NUMERO DE DEVANADOS	NUMERO DE FASES	POTENCIA (MVA)		TIPO DE CONEXION	REGULACION RTD	VOLTAJE (KV)		REACTANCIA X1 P - S
					OA	FA			PRIMARIO	SECUNDARIO	
PATIO 69 KV											
JIVINO	T	CENEMESA	2	3	12,0	16,0	Dyn1	$\pm 2 \times 2.5\%$	13,8	69,00	7,75%
LAGO AGRIO	T	CENEMESA	2	3	5,0	6,25	Dyn1	$\pm 2 \times 2.5\%$	69,0	13,80	7,75%
COCA	T	CENEMESA	2	3	5,0	6,25	Dyn1	$\pm 2 \times 2.5\%$	69,0	13,80	7,75%
SHUSHUFINDI	T	ALSTHON	2	3	2,5		Dyn11	$\pm 2 \times 2.5\%$	69,0	14,35	6,86%
PATIO 13.8 KV											
JIVINO (4 unid.)	T		2	3	3,125			$\pm 2 \times 2.5\%$	4,16	13,8	5,70%
LAGUNA (3 unid.)	T		2	3	3,5			$\pm 2 \times 2.5\%$	4,16	13,8	5,70%
COCA	T		2	3	3,125			$\pm 2 \times 2.5\%$	4,16	13,8	5,75%
COCA	T		2	3	2,0			$\pm 2 \times 2.5\%$	4,16	13,8	5,20%
COCA	T		2	3	1,25			$\pm 2 \times 2.5\%$	4,16	13,8	5,71%
COCA	T		2	3	0,75			$\pm 2 \times 2.5\%$	0,44	13,8	4,20%
LUMBAQUI	T		2	3	0,5			$\pm 2 \times 2.5\%$	0,44	13,8	4,20%

TABLA 2.3.1
PARAMETROS DE LOS EQUIPOS DE TRANSFORMACION
VALORES EN p.u.

NOMBRE DE LA SUBSTACION	TIPO T : TRAFIO A : AUTO	NUMERO DE DEVANADOS	NUMERO DE FASES	POTENCIA (MVA)		REGULACION			VOLTAJE (kV)		REACTANCIA X1	REACTANCIA X0
				OA	FA	MINIMA	NORMAL	MAXIMA	PRIMARIO	SECUNDARIO	p.u.	p.u.
PATIO 69 kV												
JIVINO	T	2	3	12,0	16,0	0,95	1,0	1,05	13,8	69,00	0,06458	0,06458
LAGO AGRIO	T	2	3	5,0	6,25	0,95	1,0	1,05	69,0	13,80	0,15500	0,15500
COCA	T	2	3	5,0	6,25	0,95	1,0	1,05	69,0	13,80	0,15500	0,15500
SHUSHUFINDI	T	2	3	2,5		0,91352	0,9616	1,00968	69,0	14,35	0,29671	0,29671
PATIO 13.8 kV												
JIVINO (4 unid.)	T	2	3	3,125		0,95	1,0	1,05	4,16	13,8	0,18240	0,18240
LAGUNA (3 unid.)	T	2	3	3,5		0,95	1,0	1,05	4,16	13,8	0,16286	0,16286
COCA	T	2	3	3,125		0,95	1,0	1,05	4,16	13,8	0,18400	0,18400
COCA	T	2	3	2,0		0,95	1,0	1,05	4,16	13,8	0,26000	0,26000
COCA	T	2	3	1,25		0,95	1,0	1,05	4,16	13,8	0,45680	0,45680
COCA	T	2	3	0,75		0,95	1,0	1,05	0,44	13,8	0,56000	0,56000
LUMBAQUI	T	2	3	0,5		0,95	1,0	1,05	0,44	13,8	0,84000	0,84000

TABLA 2.4
DATOS DE CARGAS

	Demanda Máxima		Demanda Media		Demanda Mínima	
	Mw	Mvar	Mw	Mvar	Mw	Mvar
Baños	2.03	0.405	1.024	0.204	0.84	0.168
Coca	4.5	1.199	4.05	1.079	2.30	0.400
Jivino	2.2	0.50	1.980	0.45	1.00	0.199
Lago Agrio	6.73	1.649	6.057	1.484	1.60	0.600
Lumbaqui	0.86	0.166	0.773	0.150	0.34	0.075
Shushufindi	3.65	0.659	3.285	0.593	1.22	0.200
Pelileo	3.06	0.764	0.345	0.09	0.29	0.074
Puyo	4.03	0.789	2.34	0.699	2.15	0.320
Tena	4.40	1.599	2.40	1.6	2.40	1.600
Demanda Total	31.46	7.73	22.254	6.349	12.14	3.636

CAPITULO III

3.0 ESTUDIO DE FLUJOS DE CARGA

3.1 INTRODUCCIÓN

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 las cuales se evitan usando diversos tipos de equipos protectores.

Una falla en un sistema de potencia puede originar corrientes y voltajes anormales. Durante una falla trifásica por ejemplo, las corrientes pueden volverse excesivamente grandes y los voltajes pueden reducirse a cero. El sistema debe protegerse contra tales corrientes y se debe tomar medidas para eliminar una falla tan rápido sea posible.

El estudio de cortocircuitos en un sistema de potencia es importante por la información que se obtiene y que se aplica en la determinación de las capacidades interruptivas de los interruptores, selección y coordinación de protecciones, cálculo de esfuerzos dinámicos y térmicos en las instalaciones.

El crecimiento de los centros de carga obliga a la creación de nuevos

centros de generación de energía eléctrica, líneas y subestaciones eléctricas que complican los sistemas eléctricos en cuanto a número de elementos y han hecho que su análisis requiera de técnicas avanzadas como es el empleo de programas computacionales.

Con el estudio de flujos de carga vamos a investigar lo siguiente:

- a.- Flujo en MW o MVAR en las ramas de una red.
- b.- Tensión en las barras.
- c.- Efectos de pérdidas temporales de generación o de circuitos de transmisión.
- d.- Condiciones adecuadas de generación del sistema y de distribución de cargas.
- e.- Pérdidas.
- f.- Influencia del cambio del nivel de voltaje de transmisión
- g.- Posición adecuada del cambiador de derivaciones de los transformadores.

3.2 FALLAS Y PERTURBACIONES

Una de las cualidades esenciales de una distribución moderna de energía eléctrica es la continuidad del servicio. La importancia de las posibles consecuencias de una interrupción que esté limitada a pocos minutos, puede ser considerable tanto para las industrias como también para todo tipo de usuario.

De aquí la conveniencia de analizar las anomalías que ocurren en los sistemas eléctricos.

En relación con las consecuencias, las anomalías que pueden ocurrir en un sistema eléctrico se clasifican en fallas y perturbaciones cuyas diferencias aparecen en sus definiciones:

- Falla es la condición que impide continuar la operación de uno o más componentes de un sistema y requiere la rápida acción de los esquemas de protecciones para no dañar a los equipos.
- Perturbación es la condición que permite continuar la operación del sistema, pero no puede dañar ciertos equipos si se prolonga más de un tiempo prudencial.

Tanto las fallas como las perturbaciones deben poder ser detectadas y discriminadas por las protecciones, ya que al ocurrir un defecto en un componente del sistema significa, por lo general, una perturbación para el resto.

Al aislar el equipo fallado, se elimina simultáneamente la perturbación, con lo cual el servicio se normaliza.

Entre las fallas, las más comunes son los cortocircuitos, otras que se pueden mencionar son la apertura de conductores, pérdida de excitación de máquinas sincrónicas, las que producen en definitiva efectos similares a los cortocircuitos.

Entre las perturbaciones, las más comunes son las sobretensiones, las sobrecargas, las oscilaciones y los desequilibrios.

3.2.1 CORTOCIRCUITOS

Un cortocircuito es la desaparición intempestiva del aislamiento relativo de dos conductores de tensión diferente, alimentados de la misma fuente, sin la interposición de una impedancia conveniente.

El cortocircuito puede ser realizado por contacto directo llamado también

cortocircuito metálico como es el caso de dos conductores que se tocan o el toque de un conductor lanzado a una línea aérea.

También puede ser causado por el deterioro o ruptura de la aislación, como es el caso de arcos o fugas que degeneran en cortocircuitos.

Las causas de los cortocircuitos son múltiples, en la distribución en baja tensión se deben con mayor frecuencia al deterioro mecánico de la aislación. En líneas subterráneas se deben principalmente a la ruptura de la aislación causada por movimientos del terreno, infiltración de humedad a través del envoltente de plomo deteriorado, corrosión química y electrolítica, retornos importantes de corriente por él cuando están vecinos a líneas de tracción eléctrica, etc.

En líneas aéreas los cortocircuitos son mucho más frecuentes y en la mayoría de los casos se deben a ruptura o contaminación de las cadenas de aisladores, cortadura de conductores, balanceo de los conductores por la acción del viento, contacto accidental de la línea con cuerpos extraños.

Otras causas de cortocircuitos dignas de mencionar son: envejecimiento de la aislación, daño de bobinados, falsas maniobras tales como apertura en carga de desconectadores y puesta a tierra de líneas por trabajos.

En cuanto a su duración, se pueden distinguir cortocircuitos permanentes y transitorios. A estos últimos se repiten en cortos intervalos, se les llama intermitentes, es el caso por ejemplo de los originados por el balanceo de los conductores.

Las consecuencias de un cortocircuito se deben tanto a los efectos de la sobrecorriente como a los de las caídas de tensión originadas por ésta.

Dependiendo de la capacidad de generación, distancia e impedancia entre esta fuente y el tipo de cortocircuito, las sobrecorrientes pueden alcanzar una magnitud varias veces superior a la corriente nominal de los equipos.

Las consecuencias de estas sobrecorrientes son múltiples, tales como: calor del arco o calor producido por el contacto en el cortocircuito, que pueden fundir los conductores, carbonizar los aislantes u originar un incendio. Al respecto no conviene despreciar el calentamiento producido por la corriente de cortocircuito, que concentra su efecto en los puntos más débiles: uniones de líneas, contactos de desconectores, etc.

Tampoco se debe despreciar los efectos electrodinámicos de las corrientes de cortocircuito. En estas condiciones los enrollados de los transformadores prácticamente son sacudidos y pueden producir deformaciones en sus

bobinas. Otros efectos originados por esto mismo son: deformaciones de barras y cables de poder, que deben ser consideradas en los proyectos de montaje.

Otros efectos importantes originados por las corrientes de cortocircuito son las sobretensiones en las líneas de telecomunicaciones vecinas a líneas de transmisión, inclusive tan separadas como un kilómetro, donde se inducen tensiones de 1.000 o más voltios.

Estas sobretensiones pueden provocar daños en las instalaciones y causar accidentes a personas, de aquí que algunos países hayan adoptado los sistemas aislados de tierra, o bien conectados a tierra mediante impedancias, para limitar las corrientes originadas por cortocircuitos monofásicos que son los más frecuentes.

A su vez la disminución del voltaje ocasionada por los cortocircuitos trae como consecuencia para el resto del sistema la disminución de su capacidad de transferencia de potencia y con ello una baja de su estabilidad si se prolonga por algunos segundos. Además, perturba el suministro eléctrico lo que en algunos casos, causa serios daños.

3.2.2 SOBRETENSIONES

Las sobretensiones en un sistema son peligrosas por las siguientes razones:

Someten a los aislantes a esfuerzos que los envejecen y pueden llegar a destruirlos.

- En caso de duración prolongada traen como consecuencia daños en los equipos tanto de los usuarios como de generación y transformación.
- En caso de una falla del aislante traen a su vez como consecuencia inmediata un cortocircuito.

El daño es en estos casos directamente proporcional al valor máximo de la sobretensión y de la velocidad con la cual se establece ésta. Es así como sobretensiones de importancia media de dos a cinco veces la normal y de muy corta duración (algunos microsegundos) son capaces de perforar los aislantes porque su aparición es extremadamente rápida (se les llama de frente escarpado).

De aquí la necesidad de consultar entre las pruebas dieléctricas de los equipos la llamada prueba de impulso.

Estas sobretensiones se pueden producir por descargas atmosféricas o por apertura de líneas largas de alta tensión.

Sobretensiones de larga duración, originadas por desconexiones de cargas inductivas en sistemas sin reguladores de voltaje automáticos provocan efectos importantes en los transformadores especialmente cuando trabajan con su circuito magnético en el codo de saturación. Sobretensiones de un 30% pueden en ciertos casos hacer subir la corriente de excitación a valores de plena carga.

3.2.3 SOBRECARGAS

Una línea o un equipo se encuentra sobrecargado cuando su corriente es superior a la nominal. Las sobrecargas son sobrecorrientes durables o breves según el caso. Las principales causas son:

- Los cortocircuitos que no se aíslan oportunamente.
- Los picos de consumos o de transferencia de potencia en líneas de interconexión que pueden corresponder a sobrecorrientes superiores a 20% o 30% durante largo tiempo.
- Sobrecorrientes originadas por desconexiones de circuitos en paralelo

que se pueden prolongar hasta la reposición del circuito desconectado.

Los efectos de altas sobrecargas y de corta duración fueron analizados en el párrafo 3.2.1. Los efectos de sobrecargas más débiles (hasta dos veces la carga normal) sólo tienen efectos térmicos que aparecen después de un tiempo, dependiendo de la constante de tiempo de calentamiento del equipo considerado y de sus condiciones de refrigeración.

3.2.4 OSCILACIONES

Las causas más comunes de aparición de oscilaciones son las conexiones y desconexiones de circuitos del sistema, al producirse variaciones de potencia. Esto se debe a que los alternadores no toman instantáneamente el ángulo correspondiente a la carga, sino después de cierto número de oscilaciones amortiguadas, pudiendo en algunos casos perder su sincronismo, lo que se traduce generalmente en una sobrecorriente. Efectos similares pueden producirse por una mala sincronización.

Además de los efectos eléctricos, las partes mecánicas de los alternadores y máquinas motrices pueden sufrir efectos graves por las oscilaciones de potencia. Las oscilaciones deben poder ser controladas por los reguladores automáticos de velocidad.

3.2.5 DESEQUILIBRIOS

Por el uso de transformadores de distribución en conexión triángulo-estrella y estrella-zigzag, se obtiene una buena simetría y equilibrio en las tensiones y corrientes en los circuitos de alta tensión, por lo cual en la práctica las cargas desbalanceadas en baja tensión no son la causa de desequilibrios de la red primaria. Cuando se producen desequilibrios es preciso determinar rápidamente su causa, pues constituye una anomalía muy peligrosa para el funcionamiento de las máquinas.

Dentro de las causas más comunes se pueden citar:

- Desconectores o interruptores con una o dos fases abiertas.
- Ruptura de conductor de una línea que no provocó un cortocircuito.

Aunque los desequilibrios no provocan manifestaciones violentas sus consecuencias no deben ser despreciables, ya que producen vibraciones y calentamientos anormales en motores, alternadores y transformadores. En las máquinas rotatorias en particular, se producen campos rotatorios de secuencia negativa en el estator, que de acuerdo con el deslizamiento relativo generan en los rotores fuerzas electromotrices y corrientes para las cuales no se encuentran diseñados.

En los casos de alternadores se pueden llegar a dañar totalmente el sistema de excitación. Tenemos además las anomalías que se producen en el servicio eléctrico por esta causa.

Cuando se trata de un sistema con los neutros conectados a tierra, esta corriente residual retorna por tierra provocando inducciones o sobretensiones en las líneas de telecomunicaciones vecinas, cuyos efectos son peligrosos.

3.3 FLUJOS PARA DISTINTAS CONDICIONES DE GENERACION Y CARGA

Los flujos que se consideran para determinadas condiciones, nos dan los valores de parámetros del sistema que deben ser tomados en cuenta, para llegar a satisfacer las condiciones adecuadas de un sistema eléctrico de potencia.

Con los datos proporcionados por el área de Planificación y Estudios de la Compañía Nacional de Transmisión TRANSELECTRIC S.A. y otros datos estimados de valores estándares como los de las reactancias de los generadores (todos estos datos están especificados en el capítulo anterior), se procedió al ingreso de éstos en el software: POWER WORLD

SIMULATOR 8.0 OPF luego de lo cual se procedió a correr los flujos en el programa, para las tres condiciones de demanda: máxima, media y mínima, las simulaciones se las ajustó para tener condiciones apropiadas de operación y asumiendo las condiciones más realistas que se dan en el sistema.

Al Sistema Nacional Interconectado SNI, se lo simuló como un generador equivalente ubicado en la barra de Totoras de donde parte la cadena que llega al sistema de la Empresa Eléctrica Sucumbios.

El sistema de la Empresa Eléctrica de Sucumbios tiene grupos pequeños de generación térmica que funcionan en lugares donde se encuentra mayormente concentrada la carga, estos grupos de generadores se encuentran en Coca, Jivino, y Lago Agrio (Castellanos), estos generadores y cargas se encuentran conectadas a través de líneas a 69 kV pertenecientes a la empresa.

3.3.1 FLUJOS DE CARGA PARA DEMANDA MÁXIMA

Para este análisis se considera la carga actual en la hora de máxima demanda en el año 2003 que llega a 31,46 Mw para un nivel de voltaje de transmisión de 69 kV actual y operando a condiciones normales.

De la simulación realizada se analizaron las condiciones de voltaje en todas las

barras, con esto se determina que existen voltajes aceptables de operación conectada la subestación Tena con la subestación Coca, el voltaje en Tena es de 68,66 kV (0,99 pu) y en el Coca es de 68,62 kV (0,99 pu).

Considerando un voltaje de 1 por unidad en la barra de Totoras a 69 kV y la operación de los grupos térmicos especialmente de Jivino y Lago Agrio (Castellanos) en demanda máxima, para tener condiciones operables en las subestaciones de Tena y Coca, se pueden transmitir 4 M_w por la línea que une las dos barras de estas subestaciones, se podría transmitir más potencia, pero se tendrían voltajes bajos en la zona.

Es importante observar en los resultados de la simulación que la potencia reactiva no va desde el Tena hacia el Coca sino viceversa, esto hace mantener voltajes operables en el Tena.

En éste sistema las posiciones de taps de los transformadores se encuentran en los siguientes valores:

Transformador	Barras	Taps (pu)
Tena	Tena-Tena13.8	0,99
Coca	Coca69-Coca13.8	0,96
Jivino	Jivino-Jiv13.8	0,98
Shushufindi	Shushufi-Shu13.8	0,97
Lago Agrio	Lago69-Lago13.8	1

Se tiene una generación en total de 32,7 Mw para una carga en demanda máxima de 31,5 Mw por lo tanto existe una pérdida de 1,2 Mw generados. La generación está distribuida de la siguiente manera:

En el Coca se genera 1,3 Mw con tres generadores quedando uno en reserva, de estos, dos generan 0,4 Mw, cada uno llega a un 61.6 % de su potencia nominal (0,65 Mva) y el otro genera 0,5 Mw a un 16 % de su potencia nominal (3,125 Mva).

En Jivino se está generando 7,2 Mw con cuatro generadores, cada uno de ellos tiene una potencia generada de 1,8 Mw. Estos generadores llegan al

57.8 % de su potencia nominal (3,125 Mva). Además se tienen dos generadores de 3,125 Mva en reserva.

En Castellanos (Lago Agrio) se genera 5,4 Mw con tres generadores, estos generan 1,8 Mw cada uno a un 61,9 % de su potencia nominal (3,125 Mva) quedando un generador en reserva.

Los resultados del flujo de carga para demanda máxima tanto para los buses, líneas, transformadores, cargas, generadores y diagrama unifilar se encuentran en el anexo 1.

3.3.2 FLUJOS DE CARGA PARA DEMANDA MEDIA

Para el análisis del flujo de carga en demanda media en el año 2003 se considera una carga en total de 22,3 Mw distribuida en todas las barras del sistema analizado.

Se manipuló los taps de los transformadores para poder mantener voltajes de operación en las barras ya que éstos se mantuvieron sobre voltajes de 1 por unidad.

Para este caso los taps se encuentran en los siguientes valores:

Transformador	Barras	Taps (pu)
Tena	Tena-Tena13.8	1
Coca	Coca69-Coca13.8	0,97
Jivino	Jivino-Jiv13.8	0,97
Shushufindi	Shushufi-Shu13.8	0,96
Lago Agrio	Lago69-Lago13.8	0,97

Teniendo condiciones operables en las subestaciones de Tena y Coca en demanda media se pueden transmitir hasta 7 Mw sin tener problemas de voltaje en la zona.

Se está generando en total 23,3 Mw para una carga constante en demanda mínima de 22,3 Mw por lo que existe una pérdida de 1 Mw en generación de potencia activa.

Para este caso no se tiene generación térmica en el Coca, la central Jivino genera 6,4 Mw con cuatro generadores, cada uno de ellos está generando 1,6 Mw y están trabajando al 51,42 % de su potencia instalada (3,125 Mva).

En Lago Agrio (Central Castellanos) se tiene una generación de 3,2 Mw. Están en funcionamiento dos generadores, cada uno aporta con 1,6 Mw al sistema, éstos trabajan a un 54,6 % de su potencia instalada (3,125 Mva).

Conectada la subestación Tena con la subestación Coca se tiene un voltaje en el Tena de 68,8 kV (0,998 pu) y en el Coca un voltaje de 68,33 kV (0,990 pu) se puede mantener estos voltajes operables debido a que la potencia reactiva no va desde el Tena hacia el Coca sino al contrario, además hay la posibilidad de manipular el tap del transformador de la subestación Tena para poder regular el voltaje en esa barra si fuese necesario.

Los resultados de este flujo de carga se los puede observar en el anexo 2 (buses, líneas, transformadores, cargas, generadores y diagrama unifilar).

3.3.3 FLUJOS DE CARGA PARA DEMANDA MÍNIMA

Para el flujo de carga en demanda mínima se considera una carga constante de 12,2 Mw en total, en este caso se tiene poca generación térmica en el área de Sucumbios que sirve para mantener voltajes adecuados en la zona.

Las posiciones de los taps de los transformadores para este flujo de carga se encuentran en los siguientes valores:

Transformador	Barras	Taps (pu)
Tena	Tena-Tena13.8	1
Coca	Coca69-Coca13.8	1
Jivino	Jivino-Jiv13.8	0,96
Shushufindi	Shushufi-Shu13.8	0,98
Lago Agrio	Lago69-Lago13.8	0,97

Los transformadores de Jivino y Lago Agrio son los que tienen mayor influencia en la zona por lo cual se manipulan sus taps para poder regular los voltajes en las barras (Tena, Coca, Jivino, Lago Agrio) y que estos esten dentro de los límites de operación. Si los voltajes de barras se mantienen sobre la unidad, se los puede disminuir generando menor potencia reactiva según donde se encuentre la barra a ser regulada.

Para este caso se tiene una generación de 12,8 Mw en total para una carga de 12,2 Mw en demanda mínima lo que significa que existe una pérdida en generación de 0,64 Mw.

Como se dijo anteriormente existe poca generación en el zona de Sucumbios, Totoras genera 10,84 Mw abasteciendo la mayoría de potencia demandada, en la Central Jivino se genera 1 Mw con dos generadores, cada uno de los cuales genera 0,5 Mw trabajando a 55,47 % de su potencia instalada (3,125 Mva).

En la Central Castellanos (Lago Agrio) se tiene en funcionamiento un generador con una potencia generada de 1 Mw trabajando a un 33,4 % de su potencia instalada (3,125 Mva)

Por la línea Tena – Coca se podrán transmitir 4,5 Mw teniendo condiciones operables en las subestaciones.

El valor de voltaje en el Tena es de 1,01 pu (69,7 kV) y en el Coca el valor de voltaje es de 1,002 pu (69,17 kV), estos voltajes están dentro de los límites de operación pero se deben controlar para que no se excedan disminuyendo reactivos.

Los resultados del flujo de carga para demanda mínima tanto para los buses, líneas, transformadores, cargas, generadores y diagrama unifilar se encuentran en el anexo 3.

CAPITULO IV

4.0 ANALISIS DE CONTINGENCIAS EN OPERACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se estudian contingencias en la operación de la red, se analiza el comportamiento del sistema de potencia frente a fallas en el sistema de transmisión, cuando éste está operando a condiciones normales a un voltaje de 69 kV y con carga constante en demanda máxima, en base a este análisis se deben establecer las estrategias correctivas que deben efectuarse en la red para minimizar el efecto de la perturbación.

Se asume que la apertura de la línea no produce cambios en la carga total de la red. El análisis de contingencias en sistemas eléctricos de potencia, se lo efectúa en sus fases de planeamiento, diseño y operación.

4.2 TIPOS DE CONTINGENCIAS

Existen dos tipos de contingencias en operación del sistema, las primeras son aquellas que después de la perturbación el sistema encuentra un nuevo estado

estable y cuyas consecuencias son por ejemplo: sobrecarga de elementos, bajos o altos voltajes en determinadas barras, y que permiten que se tomen acciones correctivas cambiando las condiciones operativas de la red en tiempos relativamente largos (del orden de los minutos).

Las segundas son aquellas en que el sistema puede desembocar en inestabilidad transitoria y deben tomarse decisiones inmediatas para mantener estabilidad en la red, estas decisiones pueden ser tomadas únicamente por relés de protección y el éxito de la decisión depende de que también haya sido planificado y diseñado el sistema.

Las decisiones del primer tipo de contingencias las toma el operador del centro de control con ayuda de programas que den resultados rápidos y confiables, teniendo estas decisiones como característica especial, que se toman ante la eventual ocurrencia de una contingencia en un instante determinado de operación.

Las contingencias de segundo tipo se las analiza en estudios fuera de línea durante el planeamiento operativo, mediante análisis de flujos de potencia y estabilidad, obteniéndose casos críticos que se los evita en la operación en tiempo real.

De esta forma se puede definir el rol del análisis de contingencias para operación como:

Partiendo de condiciones actuales y conocidas de operación y una lista de posibles contingencias de primer tipo:

- Determinar el efecto de la salida de un generador, línea o transformador (o ambos), en las condiciones actuales de operación.
- Establecer las medidas correctivas para solucionar el efecto de la contingencia seleccionada.
- Si las medidas correctivas hacen que la perturbación ya no cause problemas en la red, se toman las acciones sobre el sistema de potencia
- Repetir lo descrito anteriormente para otra contingencia seleccionada.

Los métodos que se consideran para análisis de contingencias son:

- Métodos de superposición.
- Métodos basados en la linealización de las ecuaciones de flujo de potencia.

A continuación se realiza una descripción rápida de los dos métodos descritos.

4.2.1 METODO DE SUPERPOSICION

El método basado en el principio de superposición, da buenos resultados en lo que se refiere a la distribución de potencia activa por la red después de la salida de una línea de transmisión, pero en cambio por las aproximaciones efectuadas generalmente no da buenos resultados para la distribución de potencia reactiva. Si las fallas son distantes a las unidades de generación, los resultados generalmente son buenos.

En el análisis de contingencias para salidas de generación deben contemplar aquellos casos en los que la potencia de generación que se desconecta del sistema pueda ser absorbida por los demás generadores sin producir desconexión de carga ya que como se ha establecido anteriormente, el análisis de contingencias es para casos de estado estable para los cuales el operador tenga tiempo de actuar sobre la red.

Un factor de distribución por salida de generación ($G_{mn,pq}$) se define como el cambio de corriente en la línea (mn) causado por cada unidad de corriente de incremento en el generador (q) que proviene del generador (p) a desconectarse.

4.2.2 METODO BASADO EN LA LINEALIZACION DE LAS ECUACIONES DE FLUJO DE POTENCIA

Como se ha establecido antes, una de las desventajas de los métodos de superposición es que no permiten calcular los cambios en la magnitud de voltajes ni los flujos de potencia reactiva de una manera satisfactoria, debido a que se consideran constantes a las inyecciones de corriente y en barras de tensión controlada no se permite la corrección de las magnitudes de voltaje. Como resultado el cálculo directo de contingencias por el principio de superposición produce errores en la distribución de potencia reactiva en la red.

La solución a este problema, es el corregir los errores de magnitud en el voltaje mediante un proceso iterativo. Esto por supuesto suprime la gran ventaja de velocidad de ejecución que tiene el método de superposición, siendo este método el convencional de flujo de potencia que se trata de evitar.

Uno de los métodos más adecuados para análisis de contingencias es aquel que mediante aproximaciones, linealiza las ecuaciones de flujo de potencia. Este método produce buenos resultados tanto en potencia activa como en

potencia reactiva pero evidentemente es mucho más lento.

4.3 FLUJO DE CARGA CONECTADA LA SUBESTACION TENA RADIALMENTE A LA SUBESTACION COCA

Se plantea la posibilidad de operar por un determinado tiempo la subestación Coca conectada radialmente a la subestación Tena, es decir desconectada la línea Jivino – Coca, esto para disminuir los posibles efectos a la Empresa Eléctrica de Sucumbios que ocasionan la entrada de operación de equipos nuevos en el sistema.

Los estudios que plantean esta posibilidad se los hace para las tres condiciones de demanda: máxima, media, mínima en el software POWER WORLD SIMULATOR 8.0 OPF, los mismos que se muestran a continuación:

4.3.1 FLUJOS DE CARGA PARA DEMANDA MÁXIMA

Para tener condiciones operables en el caso planteado de operar en forma radial hasta la subestación Coca para demanda máxima se tiene que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Se tienen que manipular los taps de los transformadores de Tena, Coca, Jivino,

Shushufindi para poder controlar o regular los voltajes de barras ya que estos exceden los límites aceptables para una operación normal (+/- 5% voltaje nominal para barras de 138 kV y +/- 3 % para barras de 69 kV). El rango permisible para manipular los taps está entre 0,90 pu. y 1,1 pu. (+/- 10 %).

Las posiciones de los taps de los transformadores para este flujo de carga se encuentran en los siguientes valores:

Transformador	Barras	Taps (pu)
Tena	Tena-Tena13.8	1,01
Coca	Coca69-Coca13.8	0,94
Jivino	Jivino-Jiv13.8	1,01
Shushufindi	Shushufi-Shu13.8	0,98
Lago Agrio	Lago69-Lago13.8	1

Con esto se logra obtener un voltaje de operación en El Tena de 69,12 kV y en el Coca un voltaje de 69,16 kV, en Shushufindi se tiene un voltaje de 68,8 kV

y en Lago Agrio es de 69 kV.

Al desconectarse la línea Jivino – Coca se forman dos islas eléctricas por lo cual para la simulación del flujo de carga se tienen dos barras slack Totoras y Castellanos.

En cuanto a generación se refiere para poder cubrir la demanda de potencia se aumenta la generación en la Central Castellanos (Lago Agrio) de 5,4 Mw a 6,3 Mw esto se lo puede hacer porque si hay como insertar generación propia del lugar en máxima demanda, cada uno de los tres generadores están trabajando a un 68,4 % de su potencia instalada (3,125 Mva). Se mantiene la generación en Coca 1,3 Mw y en Jivino 7,2 Mw en total.

Entonces operando radialmente hasta la subestación Coca se pueden transmitir por la línea Tena – Coca 3 Mw, se disminuye 1 Mw en la transmisión ya que cuando se tiene conectada la línea Jivino – Coca se puede transmitir 4 Mw.

Los resultados de este flujo de carga se los puede observar en el anexo 4.

4.3.2 FLUJOS DE CARGA PARA DEMANDA MEDIA Y MINIMA

DEMANDA MEDIA

El caso de operar radialmente hasta la Subestación Coca es decir desconectada la línea Jivino – Coca para demanda media no es recomendable debido a que para que sea operable el voltaje en la subestación Coca se tendría que insertar generación propia del lugar, que solo es introducida en máxima demanda.

En Lago Agrio (Central Castellanos) también se debe aumentar la generación de 3,2 Mw a 6,02 Mw cosa que no es viable por lo expuesto anteriormente.

Los resultados del flujo de carga desconectada la línea Jivino – Coca para demanda media se los puede observar en el anexo 5.

DEMANDA MINIMA

No se puede operar desconectada la línea Jivino - Coca en demanda mínima debido a que los voltajes obtenidos no son aceptables para una operación normal, se debe insertar generación en la Central Coca y en la Central Castellanos para poder tener una mejor regulación de voltaje.

Los resultados del flujo de carga se los puede observar en el anexo 6.

4.4 LINEA PUYO – TENA DESCONECTADA

Para este caso se analiza al sistema, cuando estando operando normalmente

por algún motivo se desconecta la línea Puyo – Tena. En este análisis se considera la carga actual en la hora de máxima demanda que llega a 31,5 Mw para un nivel de voltaje de transmisión a 69 kV.

En estas condiciones, se asume que los generadores que se encuentran en la Central Jivino toman automáticamente carga además se ponen en línea los otros dos generadores que se encontraban en reserva, de esta forma se soluciona la deficiencia de potencia activa y voltajes de barra.

Los seis generadores de la Central Jivino están generando 2,65 Mw cada uno que en total suman 15,9 Mw y están trabajando a un 85,8 % de su potencia instalada.

En la Central Castellanos se mantiene la generación de 5,4 Mw con tres generadores, igualmente en la Central Coca se mantiene una generación de 1,3 Mw con sus tres generadores quedando uno en reserva.

Luego que se desconecta la línea Puyo – Tena se genera en total 31,9 Mw para una carga en demanda máxima de 31,5 Mw existiendo una pérdida en generación de 0,4 Mw.

Para tener una mejor regulación de voltaje en las barras se manipulan los taps de los transformadores quedando en los siguientes valores:

Transformador	Barras	Taps (pu)
Tena	Tena-Tena13.8	1,01
Coca	Coca69-Coca13.8	0,96
Jivino	Jivino-Jiv13.8	0,97
Shushufindi	Shushufi-Shu13.8	0,97
Lago Agrio	Lago69-Lago13.8	0,99

Con esto se obtienen voltajes operables en todas las barras, en el Coca el voltaje es de 68,77 kV (0,996 pu) y en el Tena es de 68,94 kV (0,999 pu). El voltaje en la barra Jivino13.8 es de 1 pu debido a que esta barra se la asume como slack para la simulación porque al desconectar la Línea Puyo - Tena se forman dos islas eléctricas.

Con estas condiciones de operación se puede transmitir por la línea que conecta las subestaciones Tena – Coca 4,4 Mw desde el Coca hacia el Tena debido a que la mayor generación se concentra en la Central Jivino.

Por la línea a doble circuito Castellanos – Lago13.8 se transmiten 2,7 Mw

desde Castellanos hasta Lago Agrio, por la línea Jivino – Lago69 se transmiten 2,2 Mw y por la línea Jivino – Shushufindi se transmiten 3,7 Mw. Estos valores de potencia son los mismos que se transmiten cuando la línea Puyo – Tena está conectada, esto se debe a que los generadores de la Central Jivino absorben la deficiencia de generación que se da cuando se desconecta la línea para que el sistema se encuentre en condiciones normales de operación.

Los resultados del flujo de carga desconectada la línea Puyo – Tena se encuentran en el anexo 7.

4.5 LINEA JIVINO – LAGO AGRIO DESCONECTADA

Para este caso se plantea la posibilidad de que la línea Jivino – Lago Agrio este fuera de servicio quedando aislada el área de Lago Agrio.

En estas condiciones se asume que los generadores de la Central Castellanos (Lago Agrio) toman carga automáticamente para poder suplir la deficiencia de generación que se da luego de que la línea se desconecta.

En condiciones normales de operación la Central Castellanos genera 5,4 Mw en total, con tres generadores en línea, cada uno de estos genera 1,8 Mw luego que se desconecta la línea Jivino - Lago Agrio la Central Castellanos debe generar 7,65 Mw en total.

Siguen funcionando los tres generadores pero ahora cada uno genera 2,55 Mw trabajando a un 83 % de su potencia instalada (3,125 Mva), en caso de necesitar mayor generación se debe poner en línea al otro generador que se encuentra en reserva.

Es necesario variar el tap del transformador de Lago – Agrio a 0,99 pu. El resto de transformadores permanecen con la misma posición de taps, con respecto a su condición normal de operación, quedando su configuración de la siguiente manera:

Transformador	Barras	Taps (pu)
Tena	Tena-Tena13.8	0,99
Coca	Coca69-Coca13.8	0,96
Jivino	Jivino-Jiv13.8	0,98
Shushufindi	Shushufi-Shu13.8	0,97
Lago Agrio	Lago69-Lago13.8	0,99

Con estas condiciones los voltajes en las barras se mantienen dentro de los límites de operación, el voltaje en la barra Lago69 es de 67,8 kV (0,98 pu) en la barra de Castellanos el voltaje es de 13,8 kV (1 pu) debido a que a esta barra se la define como barra slack para la simulación de flujos de carga, ya que al desconectarse la línea Jivino - Lago Agrio se forman dos islas eléctricas como en el caso anterior.

El voltaje en la barra del Tena es de 68,9 kV (0,99 pu) y en la barra del Coca es de 68,8 kV (0,99 pu), Los voltajes en las barras Tena 13.8 y Coca 13.8 es de 1 pu, en caso de que éstos subiesen y salgan de los límites de operación normal, se debe generar menos reactivos en estas barras.

En la Central Coca se mantiene la generación de potencia activa constante es decir de 1,3 Mw pero disminuye la generación de potencia reactiva en 0,04 Mvar, en la Central Jivino sucede algo similar se mantiene constante la generación de potencia activa en un valor de 7,2 Mw pero disminuye la generación de potencia reactiva en 0,09 Mvar valores que no son tan apreciables.

Disminuye la transmisión de potencia por la línea Tena – Coca de 4 Mw a 2 Mw aproximadamente, aumenta la transmisión de potencia por la línea a doble circuito Castellanos –Lago13.8 de 3 Mw a 4 Mw aproximadamente.

Para este caso se genera en total 32,4 Mw para una carga en demanda máxima de 31,5 Mw teniendo una pérdida en generación de 0,9 Mw.

Los resultados para el flujo de carga desconectada la línea Jivino – Lago Agrio se encuentran en el anexo 8.

4.6 FLUJO DE CARGA BALANCEADA MEDIANTE LA LINEA DE TRANSMISION A 138 kV ENTRE TENA Y COCA

La Compañía Nacional de Transmisión Eléctrica TRANSELECTRIC S.A diseño y construyo la línea Tena – Coca aislada para un voltaje de operación de 138 kV pero en la actualidad se está transmitiendo por esta línea conectadas las subestaciones Tena - Coca a 69 kV. Entonces se plantea la posibilidad de subir el voltaje a la salida de la subestación Tena de 69 kV a 138 kV para luego al llegar a la subestación Coca bajar el voltaje de 138 kV a 69 kV con esto se transmite por la línea Tena – Coca a 138 kV con lo cual se mejorará las condiciones de abastecimiento de energía de la zona. Se utilizarán dos transformadores trifásicos 138/69 kV; 20/26/33 Mva con LTC.

Se determinará la transferencia adecuada del flujo de potencia para los diferentes períodos de demanda: máxima, media, mínima desde la subestación Tena hacia la subestación Coca mediante la corrida de flujos de carga

balanceada en el Software POWER WORLD SIMULATOR 8.0 OPF.

4.6.1 FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MAXIMA

Para este análisis se considera la carga actual en la hora de demanda máxima de 31,5 Mw, se transmite por la línea Tena – Coca a 138 kV y la generación en las centrales: Coca, Jivino, Castellanos, es la misma que cuando se transmite por la línea Tena – Coca a 69 kV.

En la Central Coca se generan 1,3 Mw con tres de sus cuatro generadores quedando uno en reserva, en la Central Jivino se generan 7,2 Mw con cuatro generadores teniendo dos más de reserva, en la Central Castellanos se generan 5,4 Mw con tres generadores quedando uno en reserva.

Luego de la simulación realizada se analizan los voltajes en todas las barras, con esto se determina que existen voltajes aceptables de operación.

Para tener una mejor regulación de voltaje se cambió las posiciones de los taps en los nuevos transformadores instalados y se mantuvo las posiciones en los otros, quedando de la siguiente manera:

Transformador	Barras	Taps (pu)
Tena	Tena-Tena13.8	0,99
Coca	Coca69-Coca13.8	0,96
Jivino	Jivino-Jiv13.8	0,98
Shushufindi	Shushufi-Shu13.8	0,97
Lago Agrio	Lago69-Lago13.8	1
Tena138	Tena-Tena138	1,01
Coca138	Coca138-Coca69	0,98

Con esto se obtiene un voltaje en la barra Tena de 68 kV (0,98 pu), en la barra Tena138 el voltaje es de 136 kV (0,98 pu), en la barra Coca138 se tiene un voltaje de 135,9 kV (0,98 pu) y en la barra Coca69 el voltaje es de 68,8 kV (0,99 pu).

Al conectar las subestación Tena con la subestación Coca mediante la línea de transmisión Tena – Coca a 138 kV se transmite por esta 4 Mw en condiciones operables. Cuando la línea Tena – Coca esta transmitiendo a 69 kV se tiene la

misma potencia, esto se debe a que se mantiene la misma generación en las centrales para ambos casos pero si se baja la generación en el Coca (1,3 Mw) esta es absorbida por el generador de Totoras y se puede transmitir por la línea Tena – Coca a 138 kV hasta 7 Mw aproximadamente sin tener problemas de voltaje en las barras.

Los resultados para este flujo de carga se los puede observar en el anexo 9.

4.6.2 FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MEDIA

Para realizar este análisis se considera una carga constante en demanda media de 22,3 Mw, se transmite por la línea que conecta las subestaciones Tena – Coca a 138 kV y se disminuye generación en la Central Castellanos absorbiendo parte de esta variación de generación la Central Jivino y el resto la barra oscilante del sistema (Totoras) sin que exista problemas de voltaje en las barras.

En la Central Jivino se generan 7,2 Mw con cuatro generadores, dos de ellos generan 1,6 Mw cada uno, estos están trabajando al 51,6 % de su potencia instalada, los otros dos generadores están generando 2 Mw cada uno, trabajando estos al 64,3 % de su potencia instalada.

En la Central Castellanos (Lago Agrio) se generan 1,2 Mw con un solo generador, éste está trabajando al 62 % de su potencia instalada. En la Central Coca no se tiene generación.

En total se generan 23,5 Mw para una carga de 22,3 Mw existiendo una pérdida en generación de 1,2 Mw.

Los taps de los transformadores se encuentran en las siguientes posiciones:

Transformador	Barras	Taps (pu)
Tena	Tena-Tena13.8	0,99
Coca	Coca69-Coca13.8	0,98
Jivino	Jivino-Jiv13.8	0,98
Shushufindi	Shushufi-Shu13.8	0,98
Lago Agrio	Lago69-Lago13.8	0,98
Tena138	Tena-Tena138	0,99
Coca138	Coca138-Coca69	0,98

El voltaje en la barra Tena es de 67,9 kV (0,98 pu), en la barra Tena138 se tiene un voltaje de 138 kV (1 pu), en la barra Coca138 se obtiene un voltaje de 137 kV (0,99 pu), en la barra Jivino el voltaje es de 68,2 kV (0,98pu), en la barra Coca69 el voltaje es de 69 kV (1 pu), todos estos voltajes estan dentro de los límites de operación.

En condiciones normales de operación por la línea Tena138 – Coca138 se transmiten 8 Mw uno más del que se transmite al estar funcionando la línea a un voltaje de 69 kV.

El cambio de nivel de tensión en la línea Tena – Coca para esta demanda y condiciones normales, no influye demasiado, ya que sus variables permanecen bastante comparables

Para mayor confiabilidad del sistema, en este caso se debe respetar que la sumatoria de las potencias efectivas de todos los generadores en línea, sin considerar la del que supuestamente sale, sea mayor o igual a la potencia demandada. Si se cumple esta relación la barra oscilante no sobrepasará de su generación máxima efectiva.

Los resultados del flujo de carga conectada la línea Tena – Coca a 138 kV se los puede observar en el anexo 10.

4.6.3 FLUJO DE CARGA PARA DEMANDA MINIMA

En este análisis se tiene para demanda mínima una carga constante en total de 12,2 Mw, en esta demanda se tiene poca generación en el área de Sucumbios, no se genera en la Central Castellanos (Lago Agrio) ni tampoco se genera en la Central Coca, únicamente se está generado en Jivino.

En la Central Jivino estan funcionando dos generadores en línea cada uno aporta con 0,5 Mw al sistema y estan trabajando a un 53 % de su potencia instalada (3,125 Mva), la barra oscilante del sistema (Totoras) genera 13 Mw para suplir la falta de generación en el Coca y en Lago Agrio.

Por la línea Tena138 – Coca138 teniendo condiciones normales de operación se puede transmitir 5,6 Mw uno más del que se transmite cuando la línea Tena Coca esta conectada a 69 kV.

El flujo de potencia activa por la línea de transmisión (L/T) que interconecta el centro de generación Jivino13.8 con Jivino es nulo ya que este centro de generación satisface su demanda.

Los taps de los transformadores se encuentran en las siguientes posiciones:

Transformador	Barras	Taps (pu)
Tena	Tena-Tena13.8	1,01
Coca	Coca69-Coca13.8	1,01
Jivino	Jivino-Jiv13.8	0,96
Shushufindi	Shushufi-Shu13.8	0,98
Lago Agrio	Lago69-Lago13.8	0,98
Tena138	Tena-Tena138	1,01
Coca138	Coca138-Coca69	0,98

Esto permite tener una mejor regulación de voltaje en las barras obteniéndose los siguientes resultados:

En la barra Tena el voltaje es de 69,2 kV (1 pu), el voltaje en la barra Tena138 es de 138,5 kV (1 pu), en la barra Coca138 se tiene un voltaje de 137,3 kV (0,99 pu), en la barra Coca69 el voltaje es de 69,4 kV (1 pu), todos estos voltajes estan dentro de los límites de operación pero si fuere necesario disminuirlos se debe generar menos reactivos en las barras respectivas.

Para este caso de demanda mínima se están generando 13 Mw, teniendo una carga de 12,2 Mw se tiene una pérdida en generación de 0,8 Mw.

Los resultados del flujo de carga para demanda mínima tanto para los buses, líneas, transformadores, cargas, generadores y diagrama unifilar se encuentran en el anexo 11.

4.7 CONCLUSIONES

- El Sistema Nacional Interconectado se encuentra permanentemente expuesto a contingencias leves y severas de la magnitud de las mismas dependerán las soluciones operativas a adoptarse para afectar al menor número de usuarios.
- El Operador del Sistema podrá determinar un régimen de funcionamiento a carga reducida de los grupos generadores en caso de que lo considerase necesario para un mejor funcionamiento del Sistema Eléctrico.
- El criterio de acoplamiento de los grupos térmicos será el de minimización del riesgo de fallo de modo común, evitando el acoplamiento de grupos iguales en una misma central o de grupos gemelos que puedan tener algún modo común de fallo. Además, se tratará de encajar el mayor número posible de grupos térmicos compatible con las demandas previstas.

- De los casos analizados el sistema no se ve tan afectado por la salida de una línea y la recomendación es que se realicen estudios de alivio de carga para preservar la mayor parte con la generación disponible.
- De las simulaciones realizadas cuando sale una línea de transmisión se puede observar que las variaciones de generación las absorbe la barra oscilante, con respecto a niveles de voltaje, el control debe realizarse con las unidades disponibles de la zona.
- Cuando en los distintos flujos se obtienen voltajes de barra mayores a 1.0 p.u, estos pueden regularse disminuyendo la generación de reactivos en la barra más cercana.
- Los distintos flujos realizados para el caso en que sale una línea de transmisión, presentan valores de taps de los transformadores con los que se obtienen buenos resultados, recomendando utilizar estos en el sistema.
- El cambio de nivel de voltaje de transmisión de 69 kV a 138 kV de la línea Tena – Coca es recomendable porque se puede transmitir mayor potencia sin tener voltajes demasiado bajos en la zona.

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El Sistema Nacional de Transmisión no es un sistema fuerte, se requieren inversiones en corto y mediano plazo para reforzar las subestaciones con el fin de mejorar el servicio y brindar mayor calidad y seguridad a las empresas distribuidoras.
- La desconexión de líneas de transmisión del Sistema Nacional Interconectado generalmente se debe a descargas atmosféricas y violación de distancias de seguridad de los conductores respecto a tierra, por vegetación elevada, estas contingencias están sujetas a condiciones externas y generalmente no son permanentes, el servicio se restablece en minutos.
- De los distintos flujos corridos, al transmitir por la línea Tena – Coca con un nivel de voltaje de 138 kV se presentan ventajas y desventajas respecto al nivel de 69 kV así se tiene como ventaja una mayor capacidad de potencia entre centros de generación, mejores condiciones de voltaje en las barras, como desventaja se necesita mayor atención al mantenimiento de subestaciones, transformadores, aislamientos.

- Los flujos de potencia utilizados nos permiten analizar la parte operativa de un sistema eléctrico, si se simula un determinado sistema de potencia en un paquete computacional, éste dará las pautas necesarias para escoger la correcta operación del mismo. Si no existe una solución numérica al problema de flujos de potencia es un indicativo generalmente de que en la realidad el sistema eléctrico no puede operar bajo esas condiciones o se tiene una situación crítica de operación.
- Las contingencias analizadas no permiten la actuación del esquema de alivio de carga, las fallas que se tienen son leves y las variaciones son absorbidas fácilmente por el sistema, cuando se tiene una falla severa se requiere desconexión inmediata de carga con la señal del relé de despeje de falla.
- Las fallas existentes en las barras de una subestación, es una contingencia que obliga a desconectar el transformador provocando suspensión del servicio, adicionalmente existen puntos calientes en los cuales hay que desconectar los equipos hasta realizar el mantenimiento correspondiente, también se dan salidas de los equipos por maniobra, todas estas situaciones implican suspensión de servicio temporal o sea costos por energía no atendida.

- El minimizar el flujo de potencia reactiva por las líneas de transmisión permite abastecer mayores requerimientos de potencia activa evitando que se susciten problemas de inestabilidad que conlleven a un colapso de voltaje en el sistema.
- Es necesario mencionar que la línea Tena – Coca se planificó y construyó para un nivel de voltaje de 138 kV por esto se recomienda el cambio de nivel de tensión en la línea de transmisión.
- Para posteriores reposicionamientos de taps se debe tener muy en cuenta las capacidades de transformación de los transformadores de manera que los cambios no incurran en violaciones de las capacidades máximas de dichos transformadores, también se debe tomar en cuenta el control de flujo por los transformadores, los perfiles de voltaje en las barras del sistema.
- Se recomienda realizar estudios operativos del Sistema Interconectado del país ante la ausencia de cada uno de sus componentes más importantes, de esta manera se estaría preparado ante eventuales fallas permanentes que podrían presentarse en los equipos del sistema, optimizando recursos y minimizando los tiempos que tardaría el proponer soluciones ante eventuales contingencias del sistema.

- Cuando en los distintos flujos realizados para el caso en que sale una línea de transmisión se obtienen voltajes de barra mayores a uno por unidad, estos pueden regularse disminuyendo la generación de reactivos en la barra más cercana.
- La metodología a seguir para realizar estudios en el Sistema Nacional de Transmisión, ante la ausencia permanente de algunos de sus componentes, consiste primeramente en analizar las posibles alternativas de cambios topológicos que pueden implementarse, escoger aquellos que serían los más factibles para su ejecución, de esta elección se deben analizar las condiciones operativas de cada uno con simulaciones de flujos de potencia con ayuda de paquetes computacionales, se determinan las limitaciones que tendría el sistema ante estos cambios y una vez hecho esto, se procede a analizar los elementos físicos disponibles para la ejecución de los cambios topológicos propuestos, finalmente se determina cuales son las mejores opciones y cuales son las más rápidas para su construcción.
- Se recomienda mejorar el factor de potencia por parte de los distribuidores, de esta manera se minimiza el transporte de reactivos en el sistema, lo cual redundaría en una reducción de las pérdidas de potencia que este ocasiona en las líneas de transmisión.

- Se recomienda tener una base de datos que contenga las características de todos los componentes del sistema de transmisión.
- Se recomienda realizar estudios de confiabilidad del sistema, para tener una estadística de fallas en los equipos y determinar los tiempos que cada componente tiene de funcionamiento y así tener en cuenta los sitios en los que se debe poner más énfasis en el mantenimiento.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Grainger y Stevenson, Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia, Mc. Graw Hill Inc. Edición del Castillo S.A, 1996, Capítulo 9.
- Phadke Arun – Arguello Gabriel, Técnicas de computación para supervisión y control de sistemas eléctricos de potencia, Capítulo 7, INECEL-EPN, 1983.
- Arguello Gabriel, Análisis y Control de Sistemas Eléctricos de Potencia, Capítulo 3, páginas 32-45, INECEL-EPN, 1998.
- Checa Bolaños Rafael, Análisis del Sistema Eléctrico de Petroamazonas, Tesis EPN-FIE, Quito 1994.
- Ortega Vallejo Christian, Alternativas operativas ante contingencias que pongan en riesgo la estabilidad del sistema, Tesis EPN-FIE, Quito 2000.
- Brito Escobar David, Soluciones topológicas y logísticas ante contingencias permanentes en los transformadores del Sistema Nacional de Transmisión, Tesis EPN-FIE, Quito 2003.
- Quirola Almeida, Análisis de la calidad de servicio de voltaje en el Mercado Eléctrico Mayorista, Tesis EPN-FIE, Quito 2000.

- Brand – Moncada, Protecciones de Sistemas Eléctricos, Capítulo 2, Capítulo 3, Ediciones González, Santiago de Chile
- Páginas Web:
- www.electricity.net
- www.escolar.com/print.php
- www.hmvengineers.com

ANEXOS

ANEXO 1
FLUJO DE CARGA BALANCEADA
DEMANDA MAXIMA

1.1 BUSES

Name	Area Name	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
TOTORAS	1	1,00000	69,000	0,00			18,81	-5,02
PELILEO	1	0,99536	68,680	-1,21	3,06	0,76		
BANDOS	1	0,99134	68,402	-3,32	2,03	0,41		
PUYO	1	0,99187	68,439	-8,11	4,03	0,79		
TENA	1	0,99514	68,665	-9,25				
TENA13.8	1	1,00155	13,821	-9,82	4,40	1,60		
COCA69	1	0,99458	68,626	-10,30				
COCA13.8	1	1,00000	13,800	-15,16	4,50	1,20	1,30	0,02
JIVINO	1	0,98766	68,148	-10,36				
JIV13.8	1	1,00000	13,800	-6,51	2,20	0,50	7,20	-0,62
LAGO69	1	0,98613	68,043	-10,81				
LAGO13.8	1	0,99534	13,736	-12,83	6,73	1,65		
LUMBAQUI	1	0,97517	13,457	-13,42	0,86	0,17		
CASTALLA	1	1,00000	13,800	-12,83			5,40	2,14
SHUSHUFI	1	0,98203	67,760	-10,72				
SHU 13.8	1	0,98906	13,649	-16,45	3,65	0,66		

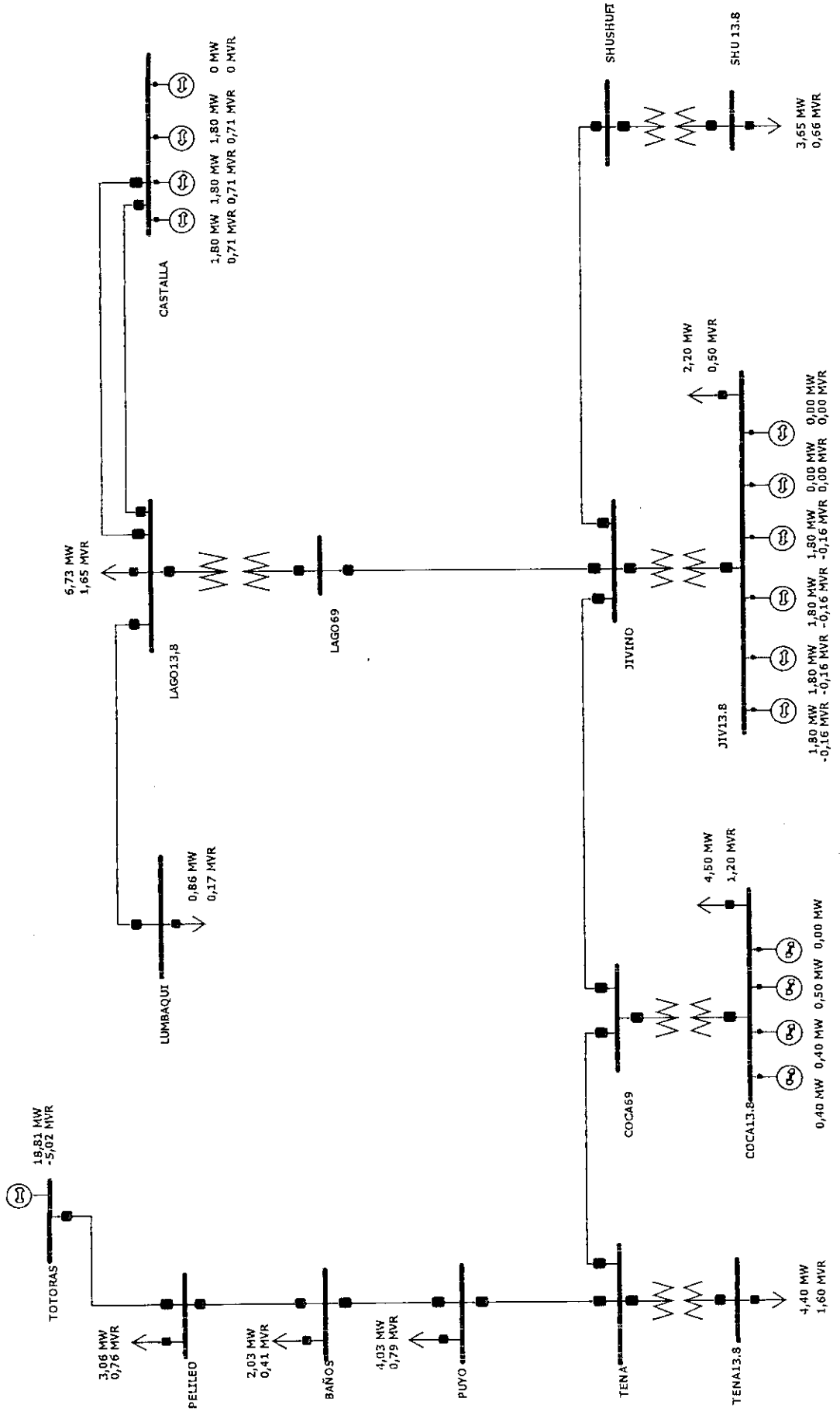
1.2 LINEAS Y TRANSFORMADORES

From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Status	Xfmr	From MW	From Mvar	From MVA
1	TOTORAS	2	PELILEO	1	Closed	No	18,8	-5,0	19,5
2	PELILEO	3	BAÑOS	1	Closed	No	15,6	-6,0	16,7
3	BAÑOS	4	PUYO	1	Closed	No	13,2	-6,6	14,8
4	PUYO	5	TENA	1	Closed	No	8,6	-8,1	11,8
5	TENA	6	TENA13,8	1	Closed	Yes	4,4	1,6	4,7
5	TENA	7	COCA69	1	Closed	No	4,1	-5,8	7,1
7	COCA69	8	COCA13,8	1	Closed	Yes	3,2	1,5	3,5
7	COCA69	9	JIVIND	1	Closed	No	0,9	1,1	1,4
9	JIVIND	10	JIV13,8	1	Closed	Yes	-5,0	1,3	5,2
9	JIVIND	11	LAG069	1	Closed	No	2,2	-0,8	2,4
9	JIVIND	15	SHUSHUFI	1	Closed	No	3,7	0,9	3,8
11	LAG069	12	LAG013,8	1	Closed	Yes	2,2	-0,5	2,3
12	LAG013,8	13	LUMBAQUI	1	Closed	No	0,9	0,2	0,9
14	CASTALLA	12	LAG013,8	1	Closed	No	2,7	1,1	2,9
14	CASTALLA	12	LAG013,8	2	Closed	No	2,7	1,1	2,9
15	SHUSHUFI	16	SHU 13,8	1	Closed	Yes	3,6	1,0	3,8

1.3 CARGAS Y GENERADORES

Number	Name	ID	Status	MW	Mvar	MVA	S MW	S Mvar
2	PELILEO	1	Closed	3,06	0,76	3,15	3,06	0,76
3	BAÑOS	1	Closed	2,03	0,41	2,07	2,03	0,41
4	PUYO	1	Closed	4,03	0,79	4,11	4,03	0,79
6	TENA13.8	1	Closed	4,40	1,60	4,68	4,40	1,60
8	COCA13.8	1	Closed	4,50	1,20	4,66	4,50	1,20
10	JIV13.8	1	Closed	2,20	0,50	2,26	2,20	0,50
12	LAGO13.8	1	Closed	6,73	1,65	6,93	6,73	1,65
13	LUMBAQUI	1	Closed	0,86	0,17	0,88	0,86	0,17
16	SHU 13.8	1	Closed	3,65	0,66	3,71	3,65	0,66

Number	Name	ID	Status	Gen MW	Gen Mvar	Set Volt	AGC	AVR
10	JIV13.8	1	Closed	1,80	-0,16	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	2	Closed	1,80	-0,16	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	3	Closed	1,80	-0,16	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	4	Closed	1,80	-0,16	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	5	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	6	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
1	TOTORAS	1	Closed	18,81	-5,02	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	1	Closed	1,80	0,71	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	2	Closed	1,80	0,71	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	3	Closed	1,80	0,71	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	4	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
8	COCA13.8	1	Closed	0,40	0,01	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	2	Closed	0,40	0,01	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	3	Closed	0,50	0,01	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES



ANEXO 2
FLUJO DE CARGA BALANCEADA
DEMANDA MEDIA

2.1 BUSES

Number ▲	Name	Area Name	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
1	TOTORAS	1	1,00000	69,000	0,00			13,69	-5,67
2	PELILED	1	0,99855	68,900	-0,93	0,34	0,09		
3	BAÑOS	1	0,99643	68,754	-2,76	1,02	0,20		
4	PUYO	1	0,99697	68,791	-7,06	2,34	0,70		
5	TENA	1	0,99833	68,885	-8,21				
6	TENA13.8	1	0,99470	13,727	-8,53	2,40	1,60		
7	COCA69	1	0,99041	68,338	-9,74				
8	COCA13.8	1	0,98476	13,590	-16,08	4,05	1,08	0,00	0,00
9	JIVINO	1	0,97712	67,421	-10,11				
10	JIV13.8	1	1,00000	13,800	-8,48	1,98	0,45	6,40	-0,62
11	LAGO69	1	0,97062	66,973	-10,74				
12	LAGO13.8	1	0,99725	13,762	-13,99	6,06	1,48		
13	LUMBAQUI	1	0,97931	13,514	-14,52	0,77	0,15		
14	CASTALLA	1	1,00001	13,800	-13,99			3,20	1,19
15	SHUSHUFI	1	0,97209	67,074	-10,44				
16	SHU 13.8	1	0,99222	13,693	-15,59	3,29	0,59		

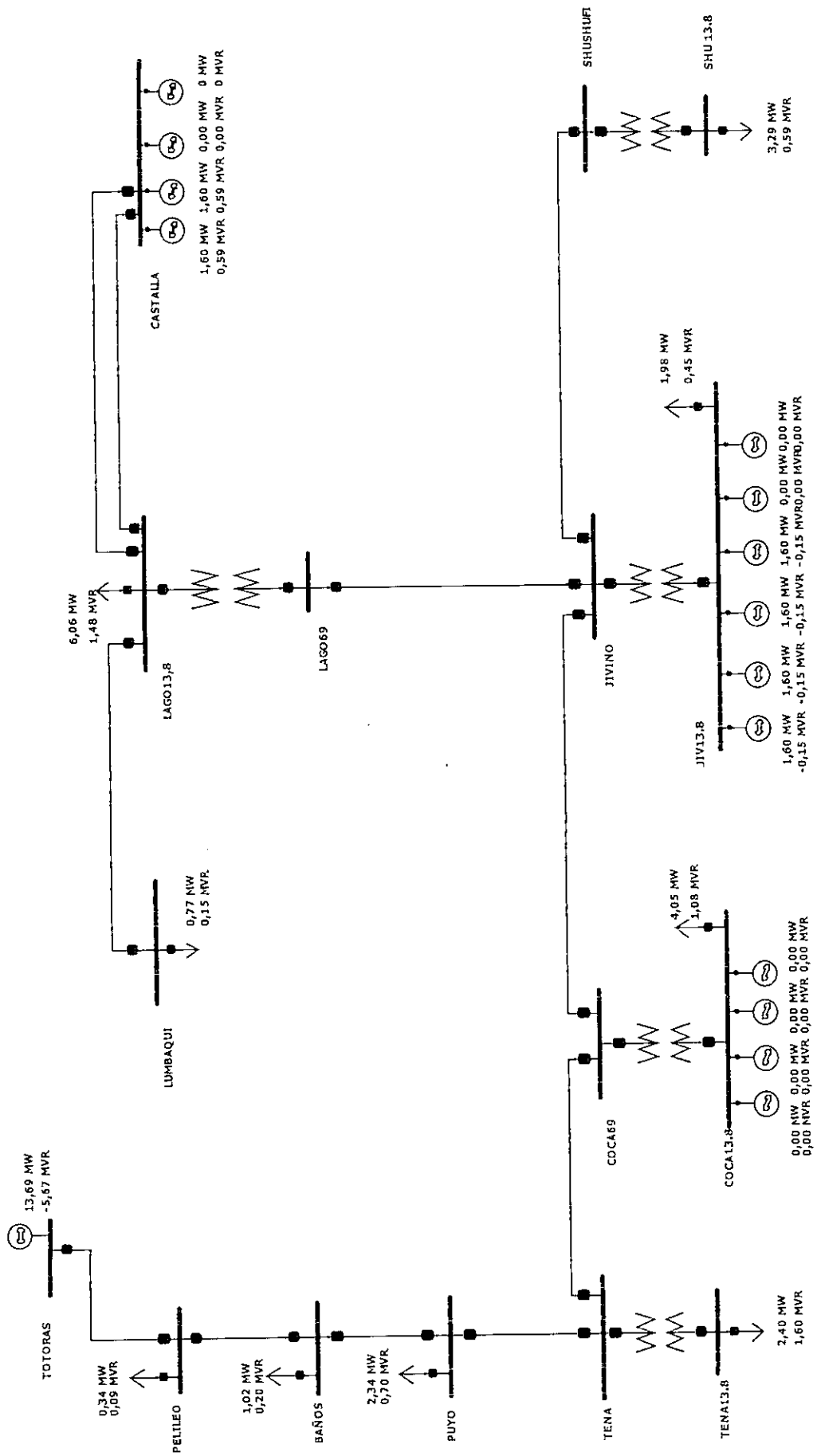
2.2 LINEAS Y TRANSFORMADORES

From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Status	Xifmr	From:MW	From Myar	From MVA
1	TOTORAS	2	PELILEO	1	Closed	No	13,7	-5,7	14,8
2	PELILEO	3	BAÑOS	1	Closed	No	13,2	-5,8	14,4
3	BAÑOS	4	PUYO	1	Closed	No	12,0	-6,1	13,4
4	PUYO	5	TENA	1	Closed	No	9,2	-7,3	11,7
5	TENA	6	TENA13,8	1	Closed	Yes	2,4	1,6	2,9
5	TENA	7	COCA69	1	Closed	No	6,7	-4,9	8,3
7	COCA69	8	COCA13,8	1	Closed	Yes	4,0	1,6	4,3
7	COCA69	9	JIVINO	1	Closed	No	2,6	1,8	3,1
9	JIVINO	10	JIV13,8	1	Closed	Yes	-4,4	1,2	4,6
9	JIVINO	11	LAG069	1	Closed	No	3,7	0,1	3,7
9	JIVINO	15	SHUSHUFI	1	Closed	No	3,3	0,8	3,4
11	LAG069	12	LAG013,8	1	Closed	Yes	3,7	0,3	3,7
12	LAG013,8	13	LUMBAQUI	1	Closed	No	0,8	0,2	0,8
14	CASTALLA	12	LAG013,8	1	Closed	No	1,6	0,6	1,7
14	CASTALLA	12	LAG013,8	2	Closed	No	1,6	0,6	1,7
15	SHUSHUFI	16	SHU 13,8	1	Closed	Yes	3,3	0,9	3,4

2.3 CARGAS Y GENERADORES

Number	Name	ID	Status	MW	Mvar	MVA	S MW	S Mvar
2	PELLEO	1	Closed	0,34	0,09	0,35	0,34	0,09
3	BAÑOS	1	Closed	1,02	0,20	1,04	1,02	0,20
4	PUYO	1	Closed	2,34	0,70	2,44	2,34	0,70
6	TENA13.8	1	Closed	2,40	1,60	2,88	2,40	1,60
8	COCA13.8	1	Closed	4,05	1,08	4,19	4,05	1,08
10	JIV13.8	1	Closed	1,98	0,45	2,03	1,98	0,45
12	LAGO13.8	1	Closed	6,06	1,48	6,24	6,06	1,48
13	LUMBAQUI	1	Closed	0,77	0,15	0,78	0,77	0,15
16	SHU 13.8	1	Closed	3,29	0,59	3,34	3,29	0,59

Number	Name	ID	Status	Gen MW	Gen Mvar	Set Volt	AGC	AVR
10	JIV13.8	1	Closed	1,60	-0,15	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	2	Closed	1,60	-0,15	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	3	Closed	1,60	-0,15	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	4	Closed	1,60	-0,15	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	5	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	6	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
1	TOTORAS	1	Closed	13,69	-5,67	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	1	Closed	1,60	0,59	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	2	Closed	1,60	0,59	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	3	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	1	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	2	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	3	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES



ANEXO 3
FLUJO DE CARGA BALANCEADA
DEMANDA MINIMA

3.1 BUSES

Number	Name	Area Name	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
1	TOTORAS	1	1,00000	69,000	0,00			10,84	-6,02
2	PELILEO	1	1,00032	69,022	-0,78	0,30	0,07		
3	BANOS	1	1,00141	69,097	-2,30	0,84	0,17		
4	PUYO	1	1,00815	69,562	-5,84	2,15	0,32		
5	TENA	1	1,01023	69,706	-6,73				
6	TENA13.8	1	1,00664	13,892	-7,03	2,40	1,60		
7	COCA69	1	1,00254	69,176	-7,68				
8	COCA13.8	1	0,98944	13,654	-11,33	2,30	0,40	0,00	0,00
9	JIVINO	1	0,98198	67,757	-7,71				
10	JIV13.8	1	1,00000	13,800	-7,71	1,00	0,20	1,00	-3,32
11	LAG069	1	0,97891	67,545	-7,83				
12	LAG013.8	1	0,99931	13,791	-8,66	1,60	0,60		
13	LUMBAQUI	1	0,99144	13,682	-8,88	0,34	0,07		
14	CASTALLA	1	1,00000	13,800	-8,63			1,00	-0,30
15	SHUSHUFI	1	0,98041	67,649	-7,84				
16	SHU 13.8	1	0,99435	13,722	-9,76	1,22	0,20		

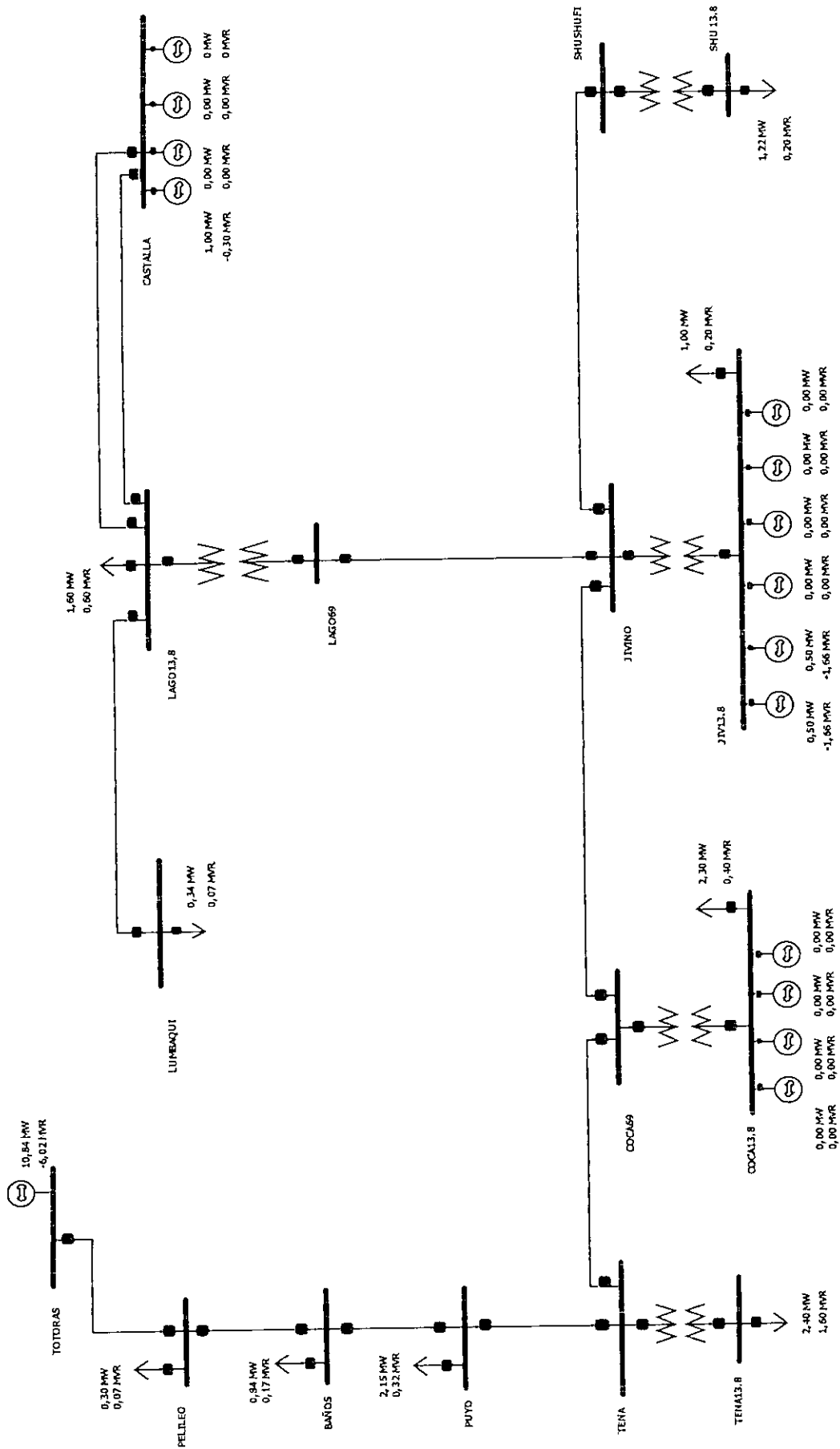
3.2 LINEAS Y TRANSFORMADORES

From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Status	Xfrmr	From MW	From Mvar	From MVA
1	TOTORAS	2	PELILEO	1	Closed	No	10,8	-6,0	12,4
2	PELILEO	3	BANOS	1	Closed	No	10,5	-6,1	12,1
3	BANOS	4	PUYO	1	Closed	No	9,5	-6,2	11,3
4	PUYO	5	TENA	1	Closed	No	7,0	-6,7	9,7
5	TENA	6	TENA13,8	1	Closed	Yes	2,4	1,6	2,9
5	TENA	7	COCA69	1	Closed	No	4,5	-4,2	6,2
7	COCA69	8	COCA13,8	1	Closed	Yes	2,3	0,6	2,4
7	COCA69	9	JIVINO	1	Closed	No	2,2	3,8	4,4
9	JIVINO	10	JIV13,8	1	Closed	Yes	0,0	3,6	3,6
9	JIVINO	11	LAG069	1	Closed	No	0,9	0,4	1,0
9	JIVINO	15	SHUSHUFI	1	Closed	No	1,2	0,1	1,2
11	LAG069	12	LAG013,8	1	Closed	Yes	0,9	0,6	1,1
12	LAG013,8	13	LUMBAQUI	1	Closed	No	0,3	0,1	0,3
14	CASTALLA	12	LAG013,8	1	Closed	No	0,5	-0,1	0,5
14	CASTALLA	12	LAG013,8	2	Closed	No	0,5	-0,1	0,5
15	SHUSHUFI	16	SHU 13,8	1	Closed	Yes	1,2	0,2	1,2

3.3 CARGAS Y GENERADORES

Number	Name	ID	Status	MW	Mvar	MVA	S MW	S Mvar
2	PELILEO	1	Closed	0,30	0,07	0,31	0,30	0,07
3	BAÑOS	1	Closed	0,84	0,17	0,86	0,84	0,17
4	PUYO	1	Closed	2,15	0,32	2,17	2,15	0,32
6	TENA13.8	1	Closed	2,40	1,60	2,88	2,40	1,60
8	COCA13.8	1	Closed	2,30	0,40	2,33	2,30	0,40
10	JIV13.8	1	Closed	1,00	0,20	1,02	1,00	0,20
12	LAGO13.8	1	Closed	1,60	0,60	1,71	1,60	0,60
13	LUMBAQUI	1	Closed	0,34	0,07	0,35	0,34	0,07
16	SHU 13.8	1	Closed	1,22	0,20	1,24	1,22	0,20

Number	Name	ID	Status	Gen MW	Gen Mvar	Set Volt	AGC	AVR
10	JIV13.8	1	Closed	0,50	-1,66	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	2	Closed	0,50	-1,66	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	3	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	5	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	6	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
1	TOTORAS	1	Closed	10,80	-6,00	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	1	Closed	1,00	-0,30	1,00	NO	YES
14	CASTALLA	2	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	3	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	1	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	2	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	3	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES



ANEXO 4
 FLUJO DE CARGA DESCONECTADA LA
 LINEA JIVINO – COCA (DEMANDA MAXIMA)

4.1 BUSES

Name	Area Name	PU Volt	Volt: (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
TOTORAS	1	1,00000	69,000	0,00			17,77	-5,34
PELILEO	1	0,99619	68,737	-1,16	3,06	0,76		
BAÑOS	1	0,99374	68,568	-3,17	2,03	0,41		
PUYO	1	0,99767	68,839	-7,66	4,03	0,79		
TENA	1	1,00183	69,126	-8,71				
TENA13.8	1	0,98826	13,638	-9,29	4,40	1,60		
COCA69	1	1,00245	69,169	-9,54				
COCA13.8	1	1,00000	13,800	-14,25	4,50	1,20	1,30	-1,09
JIVINO	1	1,00295	69,203	-12,11				
JIV13.8	1	1,00000	13,800	-10,23	2,20	0,50	7,20	1,66
LAG069	1	1,00022	69,015	-12,31				
LAG013.8	1	0,99497	13,731	-13,50	6,73	1,65		
LUMBAQUI	1	0,97481	13,452	-14,09	0,86	0,17		
CASTALLA	1	1,00000	13,800	-13,45			6,30	1,19
SHUSHUFI	1	0,99742	68,822	-12,45				
SHU 13.8	1	0,99462	13,726	-18,12	3,65	0,66		

4.2 LINEAS Y TRANSFORMADORES

From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Status	Xfrmr	From MW	From Mvar	From MVA
1	TOTORAS	2	PELILEO	1	Closed	No	17,8	-5,3	18,6
2	PELILEO	3	BAÑOS	1	Closed	No	14,5	-6,3	15,8
3	BAÑOS	4	PUYO	1	Closed	No	12,2	-6,8	14,0
4	PUYO	5	TENA	1	Closed	No	7,7	-8,2	11,3
5	TENA	6	TENA13,8	1	Closed	Yes	4,4	1,6	4,7
5	TENA	7	COCA69	1	Closed	No	3,2	-5,8	6,6
7	COCA69	8	COCA13,8	1	Closed	Yes	3,2	2,7	4,2
7	COCA69	9	JIVINO	1	Open	No	0,0	0,0	0,0
9	JIVINO	10	JIV13,8	1	Closed	Yes	-5,0	-1,0	5,1
9	JIVINO	11	LAGO69	1	Closed	No	1,3	0,1	1,3
9	JIVINO	15	SHUSHUFI	1	Closed	No	3,7	0,9	3,8
11	LAGO69	12	LAGO13,8	1	Closed	Yes	1,3	0,4	1,4
12	LAGO13,8	13	LUMBAQUI	1	Closed	No	0,9	0,2	0,9
14	CASTALLA	12	LAGO13,8	1	Closed	No	3,2	0,6	3,2
14	CASTALLA	12	LAGO13,8	2	Closed	No	3,2	0,6	3,2
15	SHUSHUFI	16	SHU 13,8	1	Closed	Yes	3,6	1,0	3,8

4.3 CARGAS Y GENERADORES

Number	Name	ID	Status	MW	Mvar	MVA	SMW	S Mvar
2	PELLEO	1	Closed	3,06	0,76	3,15	3,06	0,76
3	BAÑOS	1	Closed	2,03	0,41	2,07	2,03	0,41
4	PUYO	1	Closed	4,03	0,79	4,11	4,03	0,79
6	TENA13.8	1	Closed	4,40	1,60	4,68	4,40	1,60
8	COCA13.8	1	Closed	4,50	1,20	4,66	4,50	1,20
10	JIV13.8	1	Closed	2,20	0,50	2,26	2,20	0,50
12	LAGO13.8	1	Closed	6,73	1,65	6,93	6,73	1,65
13	LUMBAQUI	1	Closed	0,86	0,17	0,88	0,86	0,17
16	SHU 13.8	1	Closed	3,65	0,66	3,71	3,65	0,66

Number	Name	ID	Status	Gen MW	Gen Mvar	Set Volt	AGC	AVR
10	JIV13.8	1	Closed	1,80	0,41	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	2	Closed	1,80	0,41	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	3	Closed	1,80	0,41	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	4	Closed	1,80	0,41	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	5	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	6	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
1	TOTORAS	1	Closed	17,77	-5,34	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	1	Closed	2,10	0,39	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	2	Closed	2,10	0,40	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	3	Closed	2,10	0,39	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	1	Closed	0,40	-0,36	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	2	Closed	0,40	-0,36	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	3	Closed	0,50	-0,36	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES

ANEXO 5
FLUJO DE CARGA DESCONECTADA LA
LINEA JIVINO – COCA (DEMANDA MEDIA)

5.1 BUSES

Number	Name	Area Name	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
1	TOTORAS	1	1,00000	69,000	0,00			11,00	-8,91
2	PELILEO	1	1,00309	69,213	-0,88	0,34	0,09		
3	BAÑOS	1	1,00994	69,686	-2,56	1,02	0,20		
4	PUYO	1	1,03236	71,233	-6,39	2,34	0,70		
5	TENA	1	1,04059	71,801	-7,35				
6	TENA13.8	1	1,03711	14,312	-7,64	2,40	1,60		
7	COCA69	1	1,04547	72,138	-8,42				
8	COCA13.8	1	1,04422	14,410	-14,08	4,05	1,08	0,00	0,00
9	JIVINO	1	0,96629	66,674	-10,03				
10	JIV13.8	1	1,00000	13,800	-8,48	1,98	0,45	6,13	1,09
11	LAGO69	1	0,96528	66,604	-10,19				
12	LAGO13.8	1	0,99514	13,733	-10,96	6,06	1,48		
13	LUMBAQUI	1	0,97716	13,485	-11,49	0,77	0,15		
14	CASTALLA	1	1,00000	13,800	-10,91			6,02	1,32
15	SHUSHUFI	1	0,96119	66,322	-10,36				
16	SHU 13.8	1	0,98052	13,531	-15,63	3,29	0,59		

5.2 LINEAS Y TRANSFORMADORES

From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Status	Xfirmr	From MW	From Mvar	From MVA
1	TOTORAS	2	PELILEO	1	Closed	No	11,0	-8,9	14,2
2	PELILEO	3	BAÑOS	1	Closed	No	10,6	-9,0	13,9
3	BAÑOS	4	PUYO	1	Closed	No	9,3	-9,2	13,1
4	PUYO	5	TENA	1	Closed	No	6,6	-10,4	12,3
5	TENA	6	TENA 13,8	1	Closed	Yes	2,4	1,6	2,9
5	TENA	7	COCA69	1	Closed	No	4,1	-7,6	8,7
7	COCA69	8	COCA 13,8	1	Closed	Yes	4,1	1,5	4,3
7	COCA69	9	JIVINO	1	Open	No	0,0	0,0	0,0
9	JIVINO	10	JIV 13,8	1	Closed	Yes	-4,2	-0,5	4,2
9	JIVINO	11	LAGO69	1	Closed	No	0,9	-0,2	0,9
9	JIVINO	15	SHUSHUFI	1	Closed	No	3,3	0,8	3,4
11	LAGO69	12	LAGO 13,8	1	Closed	Yes	0,9	0,0	0,9
12	LAGO 13,8	13	LUMBAQUI	1	Closed	No	0,8	0,2	0,8
14	CASTALLA	12	LAGO 13,8	1	Closed	No	3,0	0,7	3,1
14	CASTALLA	12	LAGO 13,8	2	Closed	No	3,0	0,7	3,1
15	SHUSHUFI	16	SHU 13,8	1	Closed	Yes	3,3	0,9	3,4

ANEXO 6
FLUJO DE CARGA DESCONECTADA LA
LINEA JIVINO – COCA (DEMANDA MINIMA)

6.1 BUSES

Number	Name	Area Name	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
1	TOTORAS	1	1,00000	69,000	0,00			8,87	-11,12
2	PELILEO	1	1,00633	69,437	-0,82	0,30	0,07		
3	BAÑOS	1	1,01950	70,346	-2,38	0,84	0,17		
4	PUYO	1	1,05670	72,913	-5,88	2,15	0,32		
5	TENA	1	1,06883	73,749	-6,71				
6	TENA13.8	1	1,06544	14,703	-6,98	2,40	1,60		
7	COCA69	1	1,08060	74,575	-7,50				
8	COCA13.8	1	1,06894	14,751	-10,62	2,30	0,40	0,00	0,00
9	JIVINO	1	0,96200	66,378	-9,95				
10	JIV13.8	1	1,00000	13,800	-9,95	1,00	0,20	1,00	-0,12
11	LAGO69	1	0,96486	66,575	-9,76				
12	LAGO13.8	1	0,99746	13,765	-8,66	1,60	0,60		
13	LUMBAQUI	1	0,98958	13,656	-8,89	0,34	0,07		
14	CASTALLA	1	1,00000	13,800	-8,63			3,17	0,53
15	SHUSHUFI	1	0,96039	66,267	-10,09				
16	SHU 13.8	1	0,97376	13,438	-12,10	1,22	0,20		

6.2 LINEAS YTRANSFORMADORES

From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Status	Xfrmr	From MW	From Mvar	From MVA
1	TOTORAS	2	PELILEO	1	Closed	No	8,9	-11,1	14,2
2	PELILEO	3	BANOS	1	Closed	No	8,5	-11,2	14,0
3	BANOS	4	PUYO	1	Closed	No	7,4	-11,4	13,6
4	PUYO	5	TENA	1	Closed	No	4,8	-12,2	13,1
5	TENA	6	TENA13,8	1	Closed	Yes	2,4	1,6	2,9
5	TENA	7	COCA69	1	Closed	No	2,3	-9,2	9,5
7	COCA69	8	COCA13,8	1	Closed	Yes	2,3	0,5	2,4
7	COCA69	9	JIVINO	1	Open	No	0,0	0,0	0,0
9	JIVINO	10	JIV13,8	1	Closed	Yes	0,0	0,3	0,3
9	JIVINO	11	LAG069	1	Closed	No	-1,2	-0,4	1,3
9	JIVINO	15	SHUSHUFI	1	Closed	No	1,2	0,1	1,2
11	LAG069	12	LAG013,8	1	Closed	Yes	-1,2	-0,2	1,2
12	LAG013,8	13	LUMBAQUI	1	Closed	No	0,3	0,1	0,3
14	CASTALLA	12	LAG013,8	1	Closed	No	1,6	0,3	1,6
14	CASTALLA	12	LAG013,8	2	Closed	No	1,6	0,3	1,6
15	SHUSHUFI	16	SHU 13,8	1	Closed	Yes	1,2	0,2	1,2

6.3 CARGAS Y GENERADORES

Number	Name	ID	Status	MW	Mvar	MVA	5 MW	5 Mvar
2	PELILEO	1	Closed	0,30	0,07	0,31	0,30	0,07
3	BAÑOS	1	Closed	0,84	0,17	0,86	0,84	0,17
4	PUYO	1	Closed	2,15	0,32	2,17	2,15	0,32
6	TENA13.8	1	Closed	2,40	1,60	2,88	2,40	1,60
8	COCA13.8	1	Closed	2,30	0,40	2,33	2,30	0,40
10	JIV13.8	1	Closed	1,00	0,20	1,02	1,00	0,20
12	LAGO13.8	1	Closed	1,60	0,60	1,71	1,60	0,60
13	LUMBAQUI	1	Closed	0,34	0,07	0,35	0,34	0,07
16	SHU 13.8	1	Closed	1,22	0,20	1,24	1,22	0,20

Number	Name	ID	Status	Gen MW	Gen Mvar	Set Volt	AGC	AVR
10	JIV13.8	1	Closed	0,50	-0,06	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	2	Closed	0,50	-0,06	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	3	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	5	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	6	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
1	TOTDRAS	1	Closed	8,87	-11,12	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	1	Closed	3,17	0,53	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	2	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	3	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	1	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	2	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	3	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES

ANEXO 7
FLUJO DE CARGA DESCONECTADA LA .
LINEA PUYO – TENA

7.1 BUSES

Name	Area Name	PU Volt.	Volt. (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
TOTORAS	1	1,00000	69,000	0,00			9,25	1,33
PELILEO	1	0,99388	68,577	-0,48	3,06	0,76		
BAÑOS	1	0,98592	68,028	-1,13	2,03	0,41		
PUYO	1	0,97181	67,055	-2,23	4,03	0,79		
TENA	1	0,99926	68,949	-17,46				
TENA13.8	1	0,98566	13,602	-18,04	4,40	1,60		
COCA69	1	0,99675	68,776	-16,26				
COCA13.8	1	1,00000	13,800	-21,11	4,50	1,20	1,30	-0,06
JIVINO	1	0,99250	68,482	-13,84				
JIV13.8	1	1,00000	13,800	-8,84	2,20	0,50	15,93	-2,47
LAGO69	1	0,98866	68,217	-14,22				
LAGO13.8	1	0,99558	13,739	-16,21	6,73	1,65		
LUMBAQUI	1	0,97543	13,461	-16,80	0,86	0,17		
CASTALLA	1	1,00000	13,800	-16,18			5,40	1,34
SHUSHUFI	1	0,98691	68,097	-14,19				
SHU 13.8	1	0,99426	13,721	-19,87	3,65	0,66		

7.2 LINEAS Y TRANSFORMADORES

From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Status	Xfirmr	From MW	From Mvar	From MVA
1	TOTORAS	2	PELILEO	1	Closed	No	9,3	1,3	9,3
2	PELILEO	3	BAÑOS	1	Closed	No	6,1	0,7	6,2
3	BAÑOS	4	PUYO	1	Closed	No	4,1	0,5	4,1
4	PUYO	5	TENA	1	Open	No	0,0	0,0	0,0
5	TENA	6	TENA13,8	1	Closed	Yes	4,4	1,7	4,7
5	TENA	7	COCA69	1	Closed	No	-4,4	-1,7	4,7
7	COCA69	8	COCA13,8	1	Closed	Yes	3,2	1,6	3,6
7	COCA69	9	JIVINO	1	Closed	No	-7,6	5,1	9,2
9	JIVINO	10	JIV13,8	1	Closed	Yes	-13,7	4,3	14,4
9	JIVINO	11	LAG069	1	Closed	No	2,2	0,0	2,2
9	JIVINO	15	SHUSHUFI	1	Closed	No	3,7	0,9	3,8
11	LAG069	12	LAG013,8	1	Closed	Yes	2,2	0,2	2,2
12	LAG013,8	13	LUMBAQUI	1	Closed	No	0,9	0,2	0,9
14	CASTALLA	12	LAG013,8	1	Closed	No	2,7	0,7	2,8
14	CASTALLA	12	LAG013,8	2	Closed	No	2,7	0,7	2,8
15	SHUSHUFI	16	SHU13,8	1	Closed	Yes	3,6	1,0	3,8

7.3 CARGAS Y GENERADORES

Number	Name	ID	Status	MW	Mvar	MVA	S MW	S Mvar
2	PELILEO	1	Closed	3,06	0,76	3,15	3,06	0,76
3	BAÑOS	1	Closed	2,03	0,41	2,07	2,03	0,41
4	PUYO	1	Closed	4,03	0,79	4,11	4,03	0,79
6	TENA13.8	1	Closed	4,40	1,60	4,68	4,40	1,60
8	COCA13.8	1	Closed	4,50	1,20	4,66	4,50	1,20
10	JIV13.8	1	Closed	2,20	0,50	2,26	2,20	0,50
12	LAGD13.8	1	Closed	6,73	1,65	6,93	6,73	1,65
13	LUMBAQUI	1	Closed	0,86	0,17	0,88	0,86	0,17
16	SHU 13.8	1	Closed	3,65	0,66	3,71	3,65	0,66

Number	Name	ID	Status	Gen MW	Gen Mvar	Set Volt	AGC	AVR
10	JIV13.8	1	Closed	2,65	-0,41	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	2	Closed	2,65	-0,41	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	3	Closed	2,65	-0,41	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	4	Closed	2,65	-0,41	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	5	Closed	2,65	-0,41	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	6	Closed	2,65	-0,41	1,00	YES	YES
1	TOTORAS	1	Closed	9,25	1,33	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	1	Closed	1,80	0,45	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	2	Closed	1,80	0,45	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	3	Closed	1,80	0,45	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	4	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
8	COCA13.8	1	Closed	0,40	-0,02	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	2	Closed	0,40	-0,02	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	3	Closed	0,50	-0,02	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES

ANEXO 8
FLUJO DE CARGA DESCONECTADA LA
LINEA JIVINO – LAGO69

8.1 BUSES

Name	Area	Name	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
TOTORAS	1		1,00000	69,000	0,00			16,20	-4,53
PELILEO	1		0,99617	68,736	-1,04	3,06	0,76		
BAÑOS	1		0,99346	68,549	-2,83	2,03	0,41		
PUYO	1		0,99570	68,703	-6,76	4,03	0,79		
TENA	1		0,99891	68,925	-7,62				
TENA13.8	1		1,00537	13,874	-8,18	4,40	1,60		
COCA69	1		0,99717	68,805	-8,06				
COCA13.8	1		1,00000	13,800	-12,90	4,50	1,20	1,30	-0,08
JIVINO	1		0,99017	68,322	-7,45				
JIV13.8	1		1,00000	13,800	-5,61	2,20	0,50	7,20	-1,02
LAGO69	1		0,98400	57,896	-12,78				
LAGO13,8	1		0,99389	13,716	-12,78	6,73	1,65		
LUMBAQUI	1		0,97370	13,437	-13,37	0,86	0,17		
CASTALLA	1		1,00000	13,800	-12,71			7,65	1,51
SHUSHUFI	1		0,98457	67,935	-7,81				
SHU 13.8	1		0,99176	13,686	-13,51	3,65	0,66		

8.3 CARGAS Y GENERADORES

Number	Name	ID	Status	MW	Mvar	MVA	S MW	S Mvar
2	PELILEO	1	Closed	3,06	0,76	3,15	3,06	0,76
3	BAÑOS	1	Closed	2,03	0,41	2,07	2,03	0,41
4	PUYO	1	Closed	4,03	0,79	4,11	4,03	0,79
6	TENA13.8	1	Closed	4,40	1,60	4,68	4,40	1,60
8	COCA13.8	1	Closed	4,50	1,20	4,66	4,50	1,20
10	JIV13.8	1	Closed	2,20	0,50	2,26	2,20	0,50
12	LAGO13,8	1	Closed	6,73	1,65	6,93	6,73	1,65
13	LUMBAQUI	1	Closed	0,86	0,17	0,88	0,86	0,17
16	SHU13.8	1	Closed	3,65	0,66	3,71	3,65	0,66

Number	Name	ID	Status	Gen.MW	Gen.Mvar	Set Volt	AGC	AYR
10	JIV13.8	1	Closed	1,80	-0,25	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	2	Closed	1,80	-0,25	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	3	Closed	1,80	-0,25	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	4	Closed	1,80	-0,25	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	5	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	6	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
1	TOTORAS	1	Closed	16,20	-1,53	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	1	Closed	2,55	0,50	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	2	Closed	2,55	0,50	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	3	Closed	2,55	0,50	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	4	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
8	COCA13.8	1	Closed	0,40	-0,03	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	2	Closed	0,40	-0,03	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	3	Closed	0,50	-0,03	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES

ANEXO 9
FLUJO DE CARGA
LINEA TENA-COCA A 138 kV
DEMANDA MAXIMA

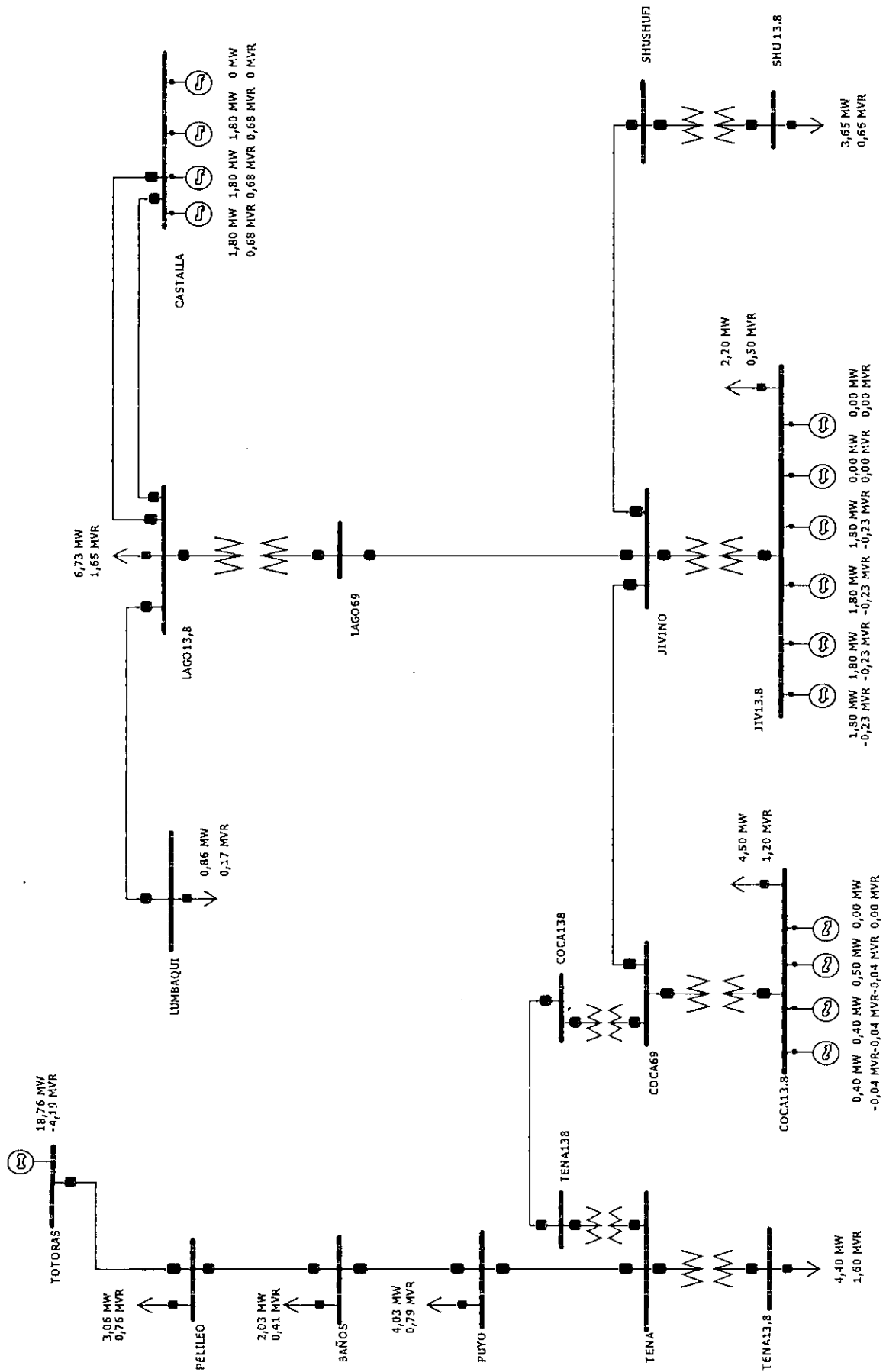
9.1 BUSES

Name	Area Name	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
TOTORAS	1	1,00000	69,000	0,00			18,76	-4,19
PELILEO	1	0,99456	68,625	-1,18	3,06	0,76		
BAÑOS	1	0,98890	68,234	-3,25	2,03	0,41		
PUYO	1	0,98509	67,971	-7,93	4,03	0,79		
TENA	1	0,98687	68,094	-9,05				
TENA13.8	1	0,99316	13,706	-9,63	4,40	1,60		
COCA69	1	0,99823	68,878	-11,14				
COCA13.8	1	1,00000	13,800	-15,97	4,50	1,20	1,30	-0,12
JIVINO	1	0,98964	68,285	-11,14				
JIV13.8	1	1,00000	13,800	-9,30	2,20	0,50	7,20	-0,93
LAGO69	1	0,98781	68,159	-11,58				
LAGO13.8	1	0,99537	13,736	-13,60	6,73	1,65		
LUMBAQUI	1	0,97521	13,458	-14,19	0,86	0,17		
CASTALLA	1	1,00000	13,800	-13,59			5,40	2,03
SHUSHUFI	1	0,98403	67,898	-11,50				
SHU13.8	1	0,99119	13,678	-17,20	3,65	0,56		
TENA138	1	0,98848	136,410	-9,61				
COCA138	1	0,98522	135,960	-10,61				

9.3 CARGAS Y GENERADORES

Number	Name	ID	Status	MW	Mvar	MVA	S MW	S Mvar
2	PELILEO	1	Closed	3,06	0,76	3,15	3,06	0,76
3	BANOS	1	Closed	2,03	0,41	2,07	2,03	0,41
4	PUYO	1	Closed	4,03	0,79	4,11	4,03	0,79
6	TENA13.8	1	Closed	4,40	1,60	4,68	4,40	1,60
8	COCA13.8	1	Closed	4,50	1,20	4,66	4,50	1,20
10	JIV13.8	1	Closed	2,20	0,50	2,26	2,20	0,50
12	LAGO13,8	1	Closed	6,73	1,65	6,93	6,73	1,65
13	LUMBAQUI	1	Closed	0,86	0,17	0,88	0,86	0,17
16	SHU 13.8	1	Closed	3,65	0,66	3,71	3,65	0,66

Number	Name	ID	Status	Gen MW	Gen Mvar	Set Volt	AGC	AVR
10	JIV13.8	1	Closed	1,80	-0,23	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	2	Closed	1,80	-0,23	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	3	Closed	1,80	-0,23	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	4	Closed	1,80	-0,23	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	5	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	6	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
1	TOTORAS	1	Closed	18,76	-4,19	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	1	Closed	1,80	0,68	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	2	Closed	1,80	0,68	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	3	Closed	1,80	0,68	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	4	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
8	COCA13.8	1	Closed	0,40	-0,04	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	2	Closed	0,40	-0,04	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	3	Closed	0,50	-0,04	1,00	NO	YES
8	COCA13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES



ANEXO 10
 FLUJO DE CARGA
 LINEA TENA-COCA A 138 kV
 DEMANDA MEDIA

10.1 BUSES

Name	Area Name	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
TOTORAS	1	1,00000	69,000	0,00			15,10	-4,84
PELILEO	1	0,99702	68,794	-0,99	0,34	0,09		
BAÑOS	1	0,99194	68,444	-2,94	1,02	0,20		
PUYO	1	0,98563	68,009	-7,59	2,34	0,70		
TENA	1	0,98501	67,966	-8,87				
TENA13.8	1	0,99132	13,680	-9,19	2,40	1,60		
COCA69	1	1,00542	69,374	-12,64				
COCA13.8	1	0,98992	13,661	-18,91	4,05	1,08	0,00	0,00
JIVINO	1	0,98862	68,214	-13,25				
JIVI3.8	1	1,00002	13,800	-11,32	1,98	0,45	7,20	-0,81
LAGO69	1	0,97905	67,555	-14,22				
LAGO13.8	1	0,99862	13,781	-19,25	6,06	1,48		
LUMBAQUI	1	0,98071	13,534	-19,78	0,77	0,15		
CASTALLA	1	1,00003	13,800	-19,30			1,20	1,52
SHUSHUFI	1	0,98364	67,871	-13,57				
SHU 13.8	1	0,98308	13,566	-18,81	3,29	0,59		
TENA138	1	1,00499	138,688	-9,90				
COCA138	1	0,99339	137,088	-11,64				

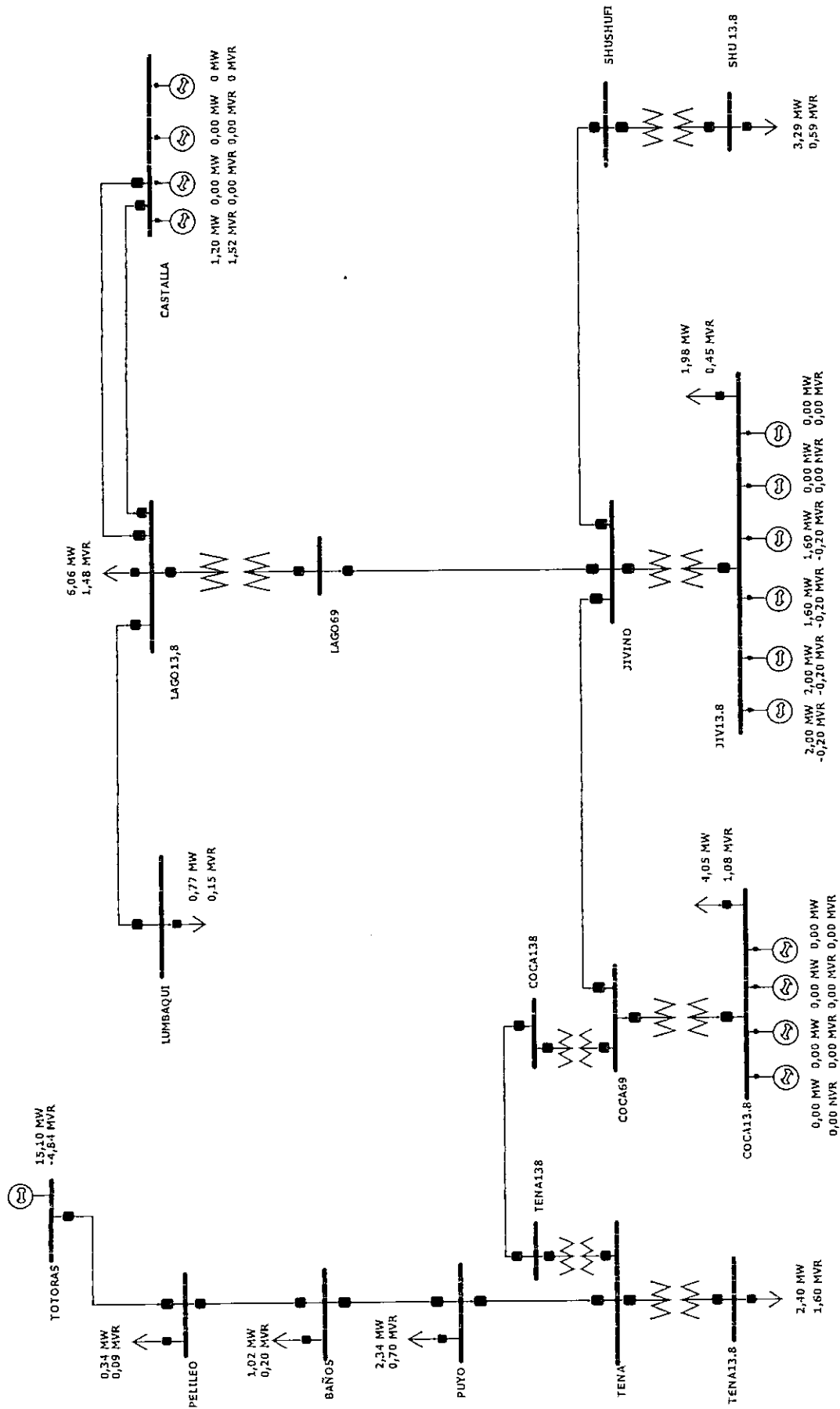
10.2 LINEAS Y TRANSFORMADORES

From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Status	Xfrmr	From MW	From Mvar	From MVA
1	TOTORAS	2	PELILEO	1	Closed	No	15,1	-4,8	15,9
2	PELILEO	3	BAÑOS	1	Closed	No	14,6	-5,0	15,5
3	BAÑOS	4	PUYO	1	Closed	No	13,4	-5,3	14,4
4	PUYO	5	TENA	1	Closed	No	10,5	-6,7	12,4
5	TENA	6	TENA13,8	1	Closed	Yes	2,4	1,6	2,9
5	TENA	17	TENA138	1	Closed	Yes	8,0	-4,4	9,1
7	COCA69	8	COCA13,8	1	Closed	Yes	4,1	1,6	4,3
7	COCA69	9	JIVINO	1	Closed	No	3,8	2,0	4,3
18	COCA138	7	COCA69	1	Closed	Yes	7,9	3,8	8,7
9	JIVINO	10	JIV13,8	1	Closed	Yes	-5,2	1,4	5,4
9	JIVINO	11	LAG069	1	Closed	No	5,7	0,1	5,7
9	JIVINO	15	SHUSHUFI	1	Closed	No	3,3	0,8	3,4
11	LAG069	12	LAG013,8	1	Closed	Yes	5,6	0,3	5,7
12	LAG013,8	13	LUMBAQUI	1	Closed	No	0,8	0,2	0,8
14	CASTALLA	12	LAG013,8	1	Closed	No	0,6	0,8	1,0
14	CASTALLA	12	LAG013,8	2	Closed	No	0,6	0,8	1,0
15	SHUSHUFI	16	SHU 13,8	1	Closed	Yes	3,3	0,9	3,4
17	TENA138	18	COCA138	1	Closed	No	8,0	-4,5	9,1

10.3 CARGAS Y GENERADORES

Number	Name	ID	Status	MW	Mvar	MVA	S MW	S Mvar
2	PELILEO	1	Closed	0,34	0,09	0,35	0,34	0,09
3	BAÑOS	1	Closed	1,02	0,20	1,04	1,02	0,20
4	PUYO	1	Closed	2,34	0,70	2,44	2,34	0,70
6	TENA13.8	1	Closed	2,40	1,60	2,88	2,40	1,60
8	COCA13.8	1	Closed	4,05	1,08	4,19	4,05	1,08
10	JIV13.8	1	Closed	1,98	0,45	2,03	1,98	0,45
12	LAGO13,8	1	Closed	6,06	1,48	6,24	6,06	1,48
13	LUMBAQUI	1	Closed	0,77	0,15	0,78	0,77	0,15
16	SHU 13.8	1	Closed	3,29	0,59	3,34	3,29	0,59

Number	Name	ID	Status	Gen MW	Gen Mvar	Set Volt	AGC	AVR
10	JIV13.8	1	Closed	2,00	-0,20	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	2	Closed	2,00	-0,20	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	3	Closed	1,60	-0,20	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	4	Closed	1,60	-0,20	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	5	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	6	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
1	TOTORA5	1	Closed	15,10	-4,84	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	1	Closed	1,20	1,52	1,00	NO	YES
14	CASTALLA	2	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
14	CASTALLA	3	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	4	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
8	COCA13.8	1	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	2	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	3	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
8	COCA13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES



ANEXO 11
 FLUJO DE CARGA
 LINEA TENA-COCA A 138 KV
 DEMANDA MINIMA

11.1 BUSES

Name	Area Name	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
TOTORAS	1	1,00000	69,000	0,00			11,97	-5,83
PELILEO	1	0,99956	68,970	-0,84	0,30	0,07		
BAÑOS	1	0,99924	68,948	-2,48	0,84	0,17		
PUYO	1	1,00291	69,201	-6,34	2,15	0,32		
TENA	1	1,00418	69,289	-7,34				
TENA13.8	1	0,99059	13,670	-7,65	2,40	1,60		
COCA69	1	1,00696	69,480	-9,96				
COCA13.8	1	0,98402	13,579	-13,65	2,30	0,40	0,00	0,00
JIVINO	1	0,98605	68,037	-10,27				
JIV13.8	1	1,00000	13,800	-10,27	1,00	0,20	1,00	-3,16
LAGO69	1	0,98215	67,769	-10,59				
LAGO13.8	1	0,99654	13,752	-12,31	1,60	0,60		
LUMBAQUI	1	0,98865	13,643	-12,54	0,34	0,07		
CASTALLA	1	0,99660	13,753	-12,32			0,00	0,00
SHUSHIFI	1	0,98449	67,930	-10,40				
SHU 13.8	1	0,99853	13,780	-12,31	1,22	0,20		
TENA138	1	1,00392	138,540	-8,06				
COCA138	1	0,99549	137,378	-9,27				

1.1.2 LINEAS Y TRANSFORMADORES

From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Status	Xfmr	From MW	From Mvar	From MVA
1	TOTORAS	2	PELILEO	1	Closed	No	12,0	-5,8	13,3
2	PELILEO	3	BANOS	1	Closed	No	11,6	-5,9	13,0
3	BANOS	4	PUYO	1	Closed	No	10,6	-6,0	12,2
4	PUYO	5	TENA	1	Closed	No	8,0	-6,7	10,5
5	TENA	6	TENA13,8	1	Closed	Yes	2,4	1,6	2,9
5	TENA	17	TENA138	1	Closed	Yes	5,6	-4,2	7,0
7	COCA69	8	COCA13,8	1	Closed	Yes	2,3	0,5	2,4
7	COCA69	9	JIVINO	1	Closed	No	3,2	3,4	4,7
18	COCA138	7	COCA69	1	Closed	Yes	5,5	4,0	6,8
9	JIVINO	10	JIV13,8	1	Closed	Yes	0,0	3,4	3,4
9	JIVINO	11	LAG069	1	Closed	No	1,9	0,1	2,0
9	JIVINO	15	SHUSHUFI	1	Closed	No	1,2	0,1	1,2
11	LAG069	12	LAGD13,8	1	Closed	Yes	1,9	0,4	2,0
12	LAGD13,8	13	LUMBAQUI	1	Closed	No	0,3	0,1	0,3
14	CASTALLA	12	LAGD13,8	1	Closed	No	0,0	0,0	0,0
14	CASTALLA	12	LAGD13,8	2	Closed	No	0,0	0,0	0,0
15	SHUSHUFI	16	SHU 13,8	1	Closed	Yes	1,2	0,2	1,2
17	TENA138	18	COCA138	1	Closed	No	5,6	-4,4	7,1

11.3 CARGAS Y GENERADORES

Number	Name	ID	Status	MW	Mvar	MVA	SMW	SMvar
2	PELILEO	1	Closed	0,30	0,07	0,31	0,30	0,07
3	BANOS	1	Closed	0,84	0,17	0,86	0,84	0,17
4	PUYO	1	Closed	2,15	0,32	2,17	2,15	0,32
6	TENA13.8	1	Closed	2,40	1,60	2,88	2,40	1,60
8	COCA13.8	1	Closed	2,30	0,40	2,33	2,30	0,40
10	JIV13.8	1	Closed	1,00	0,20	1,02	1,00	0,20
12	LAGO13,8	1	Closed	1,60	0,60	1,71	1,60	0,60
13	LUMBAQUI	1	Closed	0,34	0,07	0,35	0,34	0,07
16	SHU 13.8	1	Closed	1,22	0,20	1,24	1,22	0,20

Number	Name	ID	Status	Gen MW	Gen Mvar	Set Volt	AGC	AVR
10	JIV13.8	1	Closed	0,50	-1,58	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	2	Closed	0,50	-1,58	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	3	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
10	JIV13.8	5	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
10	JIV13.8	6	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
1	TOTORAS	1	Closed	11,97	-5,83	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	1	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
14	CASTALLA	2	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
14	CASTALLA	3	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
14	CASTALLA	4	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
8	COCA13.8	1	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	2	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES
8	COCA13.8	3	Open	0,00	0,00	1,00	NO	YES
8	COCA13.8	4	Open	0,00	0,00	1,00	YES	YES

