

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**“ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN PARA LA
OPERACIÓN DE LA NUEVA CENTRAL TÉRMICA TUMBES
(NCTT) CON EL S.I.C.N”**

INFORME DE INGENIERÍA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

**PRESENTADO POR:
RICOLFI GERMAN COTOS PÉREZ**

**PROMOCIÓN
1991-1
LIMA-PERU
2002**

DEDICATORIA

Este trabajo y lo que se consiga con ella, está dedicado a la memoria de mi madre; a mi padre, por sus sabios consejos; a mi esposa Milagros, por su apoyo moral; y a mis hijos, Fernando y Anthony, impulsores de mantener vivo en mí el espíritu de superación.

**“ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN PARA LA
OPERACIÓN DE LA NUEVA CENTRAL TÉRMICA TUMBES
(NCTT) CON EL S.I.C.N”**

SUMARIO

El presente informe de Ingeniería consta de cinco capítulos:

En el capítulo I se hace una introducción, en ella se trata las generalidades y se muestran los diagramas unifilares del Sistema Eléctrico considerado en el estudio.

En el capítulo II se describen y se muestran las características de los equipos involucrados en el estudio de protección.

En el capítulo III se efectúa el estudio propiamente dicho de la coordinación de la protección a fin de determinar los ajustes necesarios a los elementos de protección.

En el capítulo IV se describen los tipos de fallas previstos en el esquema de protección.

En el capítulo V se efectúan los cálculos y ajustes de los relés para la coordinación de la protección. También se muestran gráficamente las curvas de coordinación de los relés.

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	INTRODUCCION
1.1 Descripción del Sistema Eléctrico Actual.	2
1.1.1 Generalidades	2
1.1.2 Diagrama Unifilar del Sistema Eléctrico Tumbes	5
1.1.3 Diagrama Unifilar de Interconexión de la NCTT al SICN.	5
CAPITULO II	INSTALACIONES INVOLUCRADAS EN EL ESTUDIO
2.1 Generalidades	8
2.2 Descripción del equipamiento de las instalaciones involucradas en el estudio.	8
2.2.1 Nueva Central Térmica Tumbes (NCTT).	8
2.2.2 Subestación Nueva Central Térmica Tumbes (S.E. NCTT).	9
2.2.3 Línea de Interconexión S.E. NCTT – S.E. Zorritos	9
2.2.4 Subestación Zorritos.	10
2.3 Características del Equipamiento del Sistema de Protección	10
2.3.1 Características de los transformadores de corriente.	10
2.3.2 Características de los transformadores de potencial.	12
2.3.3 Características de los relés de protección.	12
CAPITULO III	ESTUDIO DE COORDINACION DE LA PROTECCION
3.1 Generalidades	15

3.2	Parámetros eléctricos de los equipos involucrados en el estudio.	17
3.2.1	Parámetros de la línea.	17
3.2.2	Parámetros del transformador de potencia.	17
3.2.3	Parámetros de generadores.	17
3.3	Análisis de Cortocircuito	17
3.3.1	Generalidades.	17
3.3.2	Corrientes de falla en barras.	21
3.3.2.1	Máxima corriente de falla operando la NCTT, previa a la interconexión (Sistema Aislado del SICN).	22
3.3.2.2	Mínima corriente de falla operando la NCTT, previa a la interconexión (Sistema Aislado del SICN).	23
3.3.2.3	Máxima corriente de falla en operación normal del Sistema Tumbes conectado al SICN.	24
3.3.2.4	Mínima corriente de falla en operación normal del Sistema Tumbes conectado al SICN.	25
3.3.2.5	Máxima corriente de falla con despacho de los grupos de la NCTT conectados al SICN.	26
3.3.3	Corrientes de falla para coordinación de la protección.	27

CAPITULO IV TIPOS DE FALLAS PREVISTAS EN EL ESQUEMA DE PROTECCION

4.1	Fallas entre fases.	28
4.2	Fallas a tierra.	31

CAPITULO V CALCULOS Y AJUSTES DE LOS RELES PARA LA COORDINACION DE LA PROTECCION

5.1	Protección de Sobrecorriente.	34
5.1.1	Protección de sobrecorriente para fallas entre fases (50/51) - Nivel 60/33/10 kV	34
5.1.1.1	Calculo del ajuste de los relés de sobrecorriente.	35
5.1.1.2	Ajuste de la corriente de operación.	35
5.1.1.3	Curvas de coordinación.	35
5.1.2	Protección de sobrecorriente para fallas a tierra (50N/51N)- Nivel60/33/10 kV.	37
5.1.2.1	Cálculo del ajuste de los relés de sobrecorriente.	37
5.1.2.2	Ajuste de la corriente de operación.	37
5.1.2.3	Curvas de coordinación.	37
5.1.3	Coordinación de la protección de fallas a tierra en el sistema de 10 kV (51N).	39
5.1.3.1	Calculo de los ajustes de los relés de sobrecorriente.	39
5.1.3.2	Ajuste de la corriente de operación	39
5.1.3.3	Curvas de coordinación	40
5.2	Protección de distancia en la línea de interconexión de la S.E. NCTT con la S.E. Zorritos.	40
5.2.1	Criterios de regulación.	40

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
ANEXOS	49
Anexo A: Cuadro de contribución de corrientes de falla en barras.	49
Anexo B. Programación de relés de sobrecorriente.	49
Anexo C: Cuadro resumen de ajustes de relés para coordinación de la protección.	49
BIBLIOGRAFIA	62

PROLOGO

El propósito de este informe de ingeniería es coordinar la protección en el Sistema Eléctrico de Interconexión de la Nueva Central Tumbes al SICN, debido al cambio en la forma de operación de la NCTT, de Sistema Aislado a Sistema Interconectado.

Con este informe de ingeniería se verifica que el equipamiento del Sistema Eléctrico involucrado en el estudio está preparado tanto dinámica como térmicamente para operar en las nuevas condiciones que impone el SICN.

El alcance del presente informe es describir el equipamiento y coordinar la protección del sistema eléctrico utilizado en la interconexión de la NCTT con el SICN.

Es necesario expresar un reconocimiento especial a los directivos de la Unidad de Producción Tumbes de ELECTROPERU S.A. por el apoyo brindado en la obtención de datos del equipamiento involucrado en el presente informe, así como facilitar el Estudio Integral del Sistema Eléctrico de Tumbes, base del presente informe de Ingeniería.

CAPITULO I INTRODUCCION

1.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA ELECTRICO ACTUAL

1.1.1 GENERALIDADES

El Sistema Eléctrico de Tumbes se extiende de Zorritos a Zarumilla y de Zorritos a Máncora. La demanda que actualmente es de 11 MW, en los últimos tres años prácticamente no ha sufrido variación.

La red actual de transmisión del Sistema Eléctrico de Tumbes está constituida por líneas de 60 kV con una longitud total de 46.5 km en el eje Zorritos – Tumbes – Zarumilla. Asimismo esta red de transmisión se extiende a la localidad de Máncora mediante una línea de 60 kV de 75 km de longitud.

Desde el punto de vista de la generación de energía eléctrica, el Sistema Eléctrico Tumbes ha tenido una evolución en los últimos años que se puede describir sucintamente de la siguiente manera. Del año 1995 hasta Mayo de 1997, la generación de energía eléctrica contaba con las CC.TT. Zorritos (1.5 MW), Zarumilla (2.5 MW), Las Mercedes (13 MW). En Mayo de 1997 entra en operación la Nueva Central Térmica Tumbes (NCTT) de 18 MW. La calificación de la generación

era la de un Sistema Aislado Típico A por utilizar como combustible el petróleo Diessel 2.

En el mes de setiembre de 1997 con el ingreso de la línea 60 kV Zorritos – Tumbes - Zarumilla, la NCTT se convierte en la principal fuente de generación, obteniendo una calificación de Sistema Aislado Típico B ya que el combustible utilizado hasta la actualidad es el petróleo residual 6.

A partir de 1999, las centrales menores fueron desactivándose, quedando solo la NCTT. En Julio del 2000, entró en servicio la S.E. Zorritos de 220 kV y la L.T. Talara – Zorritos, motivando ello que el Sistema eléctrico de Tumbes se alimente alternativamente del SINCE.

Finalmente en Marzo del año 2001, con el ingreso del Reactor de la S.E. Talara (enero 2001), la NCTT fue admitida por el COES - SINCE para su operación comercial con el Sistema Interconectado, situación que se mantiene hasta la actualidad.

La interconexión con el SINCE se efectúa en la subestación de Zorritos (ubicada en las proximidades de la Nueva Central Térmica de Tumbes) en la correspondiente barra de 60 kV de Zorritos mediante un transformador 220/60 kV. La S.E.Zorritos se conecta a la barra 220 kV de Talara, y de ahí al resto del SINCE, mediante la línea L-249 Talara – Zorritos en 220 kV.

El presente informe comprende un análisis de coordinación de la protección a fin de definir los nuevos ajustes de los dispositivos de protección correspondientes a las instalaciones del Sistema Eléctrico

Tumbes involucradas en la Interconexión de la NCTT al SICN. Análisis que es necesario para garantizar un funcionamiento correcto del sistema de protección.

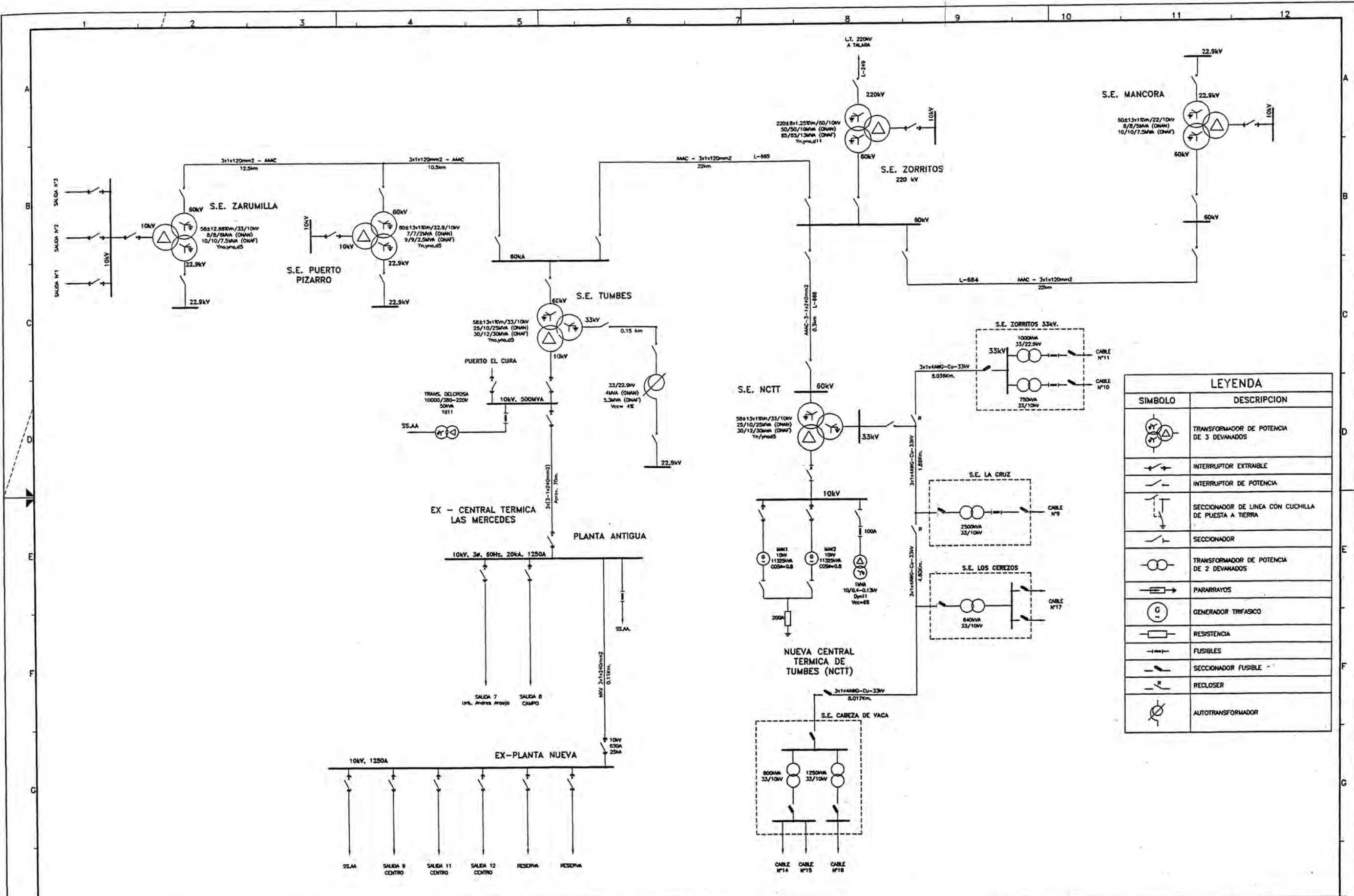
Para el presente informe se ha tomado como punto de partida la información obtenida durante las visitas efectuadas al Sistema Eléctrico de Tumbes así como los siguientes documentos:

- Interconexión de la C.T. Malacas y el Sistema Eléctrico de Talara al Sistema Interconectado Centro Norte, elaborado por Proyectos Especiales Pacífico S.A., Setiembre de 1998.
- Estudio de Evaluación y Diagnóstico del Sistema Eléctrico de Tumbes Para Adecuación a la Interconexión con el SICN, elaborado por Proyectos Especiales Pacífico S.A. en Julio de 1999.

En el capítulo I se hace una introducción, en ella se trata las generalidades del estudio y se muestran los diagramas unifilares del Sistema Eléctrico Tumbes y del Sistema Eléctrico de Interconexión de la NCTT al SICN como paso previo al ingreso en operación comercial de la NCTT con el SICN.

En el capítulo II se describen y se muestran las características de los equipos involucrados en el estudio de protección.

En el capítulo III se efectúa el estudio propiamente dicho de la coordinación de la protección a fin de determinar los ajustes necesarios a los elementos de protección. Para este estudio se han utilizado los resultados del análisis de cortocircuito obtenidos en el estudio del



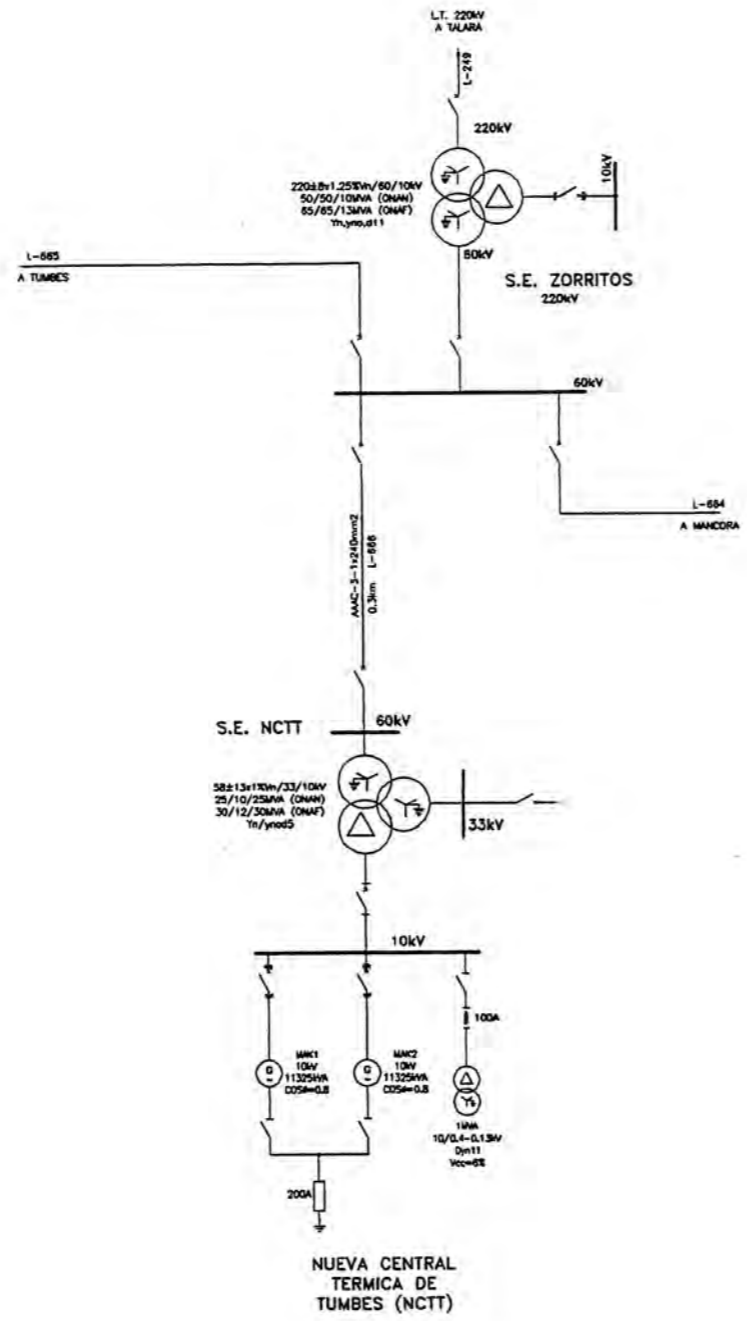
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 3 DEVANADOS
	INTERRUPTOR EXTRAIBLE
	INTERRUPTOR DE POTENCIA
	SECCIONADOR DE LINEA CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA
	SECCIONADOR
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 2 DEVANADOS
	PARARRAYOS
	GENERADOR TRIFASICO
	RESISTENCIA
	FUSIBLES
	SECCIONADOR FUSIBLE
	RECLOSER
	AUTOTRANSFORMADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISEÑADO: R.G.C.P.
 DIBUJADO: R.A.C.P.
 VERIFICADO: ING. L.C.A.
 APROBADO: ING. L.C.A.

Electroperu S.A.
 INTERCONEXION DE LA NUEVA CENTRAL TERMICA TUMBES AL SICH

TITULO: **DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL SISTEMA ELECTRICO TUMBES**
 PLANO N°. 1
 ARCHIVO: TUM08E005.DWG
 FECHA: DIC-2001 REV. 0
 ESCALA: S/E



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 3 DEVANADOS
	INTERRUPTOR EXTRAIBLE
	INTERRUPTOR DE POTENCIA
	SECCIONADOR DE LINEA CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 2 DEVANADOS
	GENERADOR TRIFASICO
	RESISTENCIA
	FUSIBLES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISEÑADO : R.G.C.P.
DIBUJADO : R.A.C.P.
VERIFICADO : ING. L.C.A.
APROBADO : ING. L.C.A.

Electropar SA
INTERCONEXION DE LA NUEVA CENTRAL TERMICA TUMBES AL SICN

TITULO:
DIAGRAMA UNIFILAR DE INTERCONEXION DE LA NCTT AL SICN

PLANO N°. 2
ARCHIVO: TUMBED006.DWG
FECHA: DIC-2001 REV. 0
ESCALA: S/E

sistema y calculados con el Software POWER SYSTEMS ANALYSIS FRAMEWORK (PSAF) de CYME International INC, datos consignados en el estudio Integral de Evaluación y diagnóstico del Sistema Eléctrico Tumbes para adecuación a la Interconexión con el SICN.

En el capítulo IV se describen los tipos de fallas previstos en el esquema de protección (fallas entre fases y fallas de fase a tierra).

En el capítulo V se efectúan los cálculos y ajustes de los relés para la coordinación de la protección. También se muestran gráficamente las curvas de coordinación de los relés.

En la parte final se presentan las conclusiones y recomendaciones, los anexos y la bibliografía utilizada en la elaboración del presente informe de Ingeniería.

1.1.2 DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO TUMBES

En el plano N° 1, se observa el diagrama unifilar general del Sistema Eléctrico Tumbes.

1.1.3 DIAGRAMA UNIFILAR DE INTERCONEXION DE LA NUEVA CENTRAL TERMICA TUMBES AL SICN.

En el plano N° 2, se observa el diagrama unifilar de la Interconexión de la NCTT al SICN.

CAPITULO II INSTALACIONES INVOLUCRADAS EN EL ESTUDIO

2.1 GENERALIDADES

La Nueva Central Térmica Tumbes como parte integrante del Sistema Eléctrico de Tumbes se encuentra interconectado mediante una línea de transmisión en 60 kV al Sistema Interconectado Centro Norte (SICN).

Actualmente el sistema eléctrico de Tumbes es alimentado por el SICN. Asimismo, durante el año el 25 % del tiempo despachan al SICN los grupos de la NCTT (2 grupos MAK de 9 MW cada uno).

2.2 DESCRIPCION DEL EQUIPAMIENTO EN LAS INSTALACIONES INVOLUCRADAS EN EL ESTUDIO

El Sistema Eléctrico de Interconexión de la NCTT consta del siguiente equipamiento.

2.2.1 NUEVA CENTRAL TERMICA TUMBES (NCTT)

Grupo Generador MAK 1

Potencia nominal	11.3 MVA
Factor de potencia	0.8
Tensión nominal	10 kV
Reactancia – eje directo	1.45 p.u

Reactancia – eje cuadratura	0.065 p.u
Reactancia subtransitoria – eje directo	0.17 p.u
Reactancia transitoria – eje directo	0.36 p.u

Grupo Generador MAK 2

Potencia nominal	11.3 MVA
Factor de potencia	0.8
Tensión nominal	10 kV
Reactancia – eje directo	1.45 p.u
Reactancia – eje cuadratura	0.065 p.u
Reactancia subtransitoria – eje directo	0.17 p.u
Reactancia transitoria – eje directo	0.36 p.u

2.2.2 SUBESTACION NCTT (SENCTT)

Transformador de Potencia

Potencia nominal	30/12/30 MVA
Relación de transformación	58±13x0.974%/33/10 kV
Tensión de cortocircuito	
P – S	9.7%
P – T	16.10 %
S - T	5.8%
Grupo de conexión	Yyd5

2.2.3 LÍNEA DE INTERCONEXION S.E. Zorritos – S.E. NCTT

Tensión nominal	60 kV
Longitud	0.300 km
Tipo	AAAC

Sección	240 mm ²
R1	0.158 ohm/km
X1	0.469 ohm/km
B1	3.350 us/km
Ro	0.490 ohm/km
Xo	1.449 ohm/km
Bo	2.129 us/km

2.2.4 SUBESTACION ZORRITOS (Interconexión al SICN)

Transformador de Potencia

Potencia nominal	65/65/13 MVA
Relación de transformación	220±8x1/60/10 kV
Tensión de cortocircuito	
P – S	11.35%
P – T	18.80%
S - T	6.25%
Grupo de conexión	Yyd11

2.3 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE PROTECCION

2.3.1 CARACTERISTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Las características de los transformadores de corriente, se muestran en el cuadro N° 2.1.

Cuadro N° 2.1
Características de los Transformadores de Corriente
Nueva C.T. Tumbes y S.E. NCTT

CODIGO	UBICACION	EQUIPO	BARRA	A. prim.	A. sec.
*CT01	S.E. NCTT	L-666	B60	300	5
*CT01	S.E. NCTT	T-100	B60	300	5
*CT02	S.E. NCTT	T-100	B33	200	5
		L-301			
*CT03	NCTT	T-100	B10	1500	5
CT03	NCTT	L-101	B10	1500	5
CT04	NCTT	MAK 1	B10	700	5
CT04	NCTT	MAK 1	B10	700	5
CT05	NCTT	MAK 2	B10	700	5
CT05	NCTT	MAK 2	B10	700	5
CT06	NCTT	L-102	B10	1500	5
CT07	NCTT	MAK 1	B10	200	5
CT08	NCTT	MAK 2	B10	200	5
CT09	NCTT	MAK 1	NEUTRO	700	5
CT10	NCTT	MAK 2	NEUTRO	700	5
CT15	NCTT	MAK 1 Y 2	NEUTRO	200	5

* Estos transformadores de corriente tienen en su secundario transformadores auxiliares de corriente de relación 5/1 A.

2.3.2 CARACTERISTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE TENSION

Las características de los transformadores de tensión, se muestran en el cuadro N° 2.2.

2.3.3 CARACTERISTICAS DE LOS RELES DE PROTECCION

Las características de los relés, se muestran en el cuadro N° 2.3

Cuadro N° 2.2
Características de los Transformadores de Tensión
Nueva C.T. Tumbes y S.E. NCTT

CODIGO	UBICACION	EQUIPO	BARRA	V.prim. (Kv)	V. sec.
PT01	S.E. NCTT	L-666	B60	60/√3	0.1/√3
PT03	NCTT	L-101	B10	10/√3	0.1/√3
PT04	NCTT	BARRA	B10	10/√3	0.1/√3
PT05	NCTT	MAK 1	B10	10/√3	0.1/√3
PT06	NCTT	MAK 2	B10	10/√3	0.1/√3
PT07	NCTT	L-102	B10	10/√3	0.1/√3

CUADRO N° 2.3
CARACTERISTICAS DE LOS RELES DE PROTECCION
NUEVA C.T. TUMBES y S.E. NCTT

N° Relé	Tipo	Código	TC	TV	Ubicación	Barra	Equipo	Marca y Modelo
R-01	>I Inst. >I vs T. >IN Inst. >IN vs T.	50 51 50N 51N	CT01		S.E. NCTT	B60	L-666	SIEMENS 7SJ600
R-02	<Z	21	CT01	PT01	S.E. NCTT	B60	L-666	SIEMENS 7SA511
R-03	Diferencial	87	CT01 CT03 CT02		S.E. NCTT	B60 B10 B33	T-100	SIEMENS 7UT513
R-04	>I Inst. >I vs T. >IN Inst. >IN vs T.	50 51 50N 51N	CT02		S.E. NCTT	B33	T-100 L-301	SIEMENS 7SJ600
R-05	>I Inst. >I vs T. >IN Inst. >IN vs T.	50 51 50N 51N	CT03		S.E. NCTT	B10	T-100 L-101	SIEMENS 7SJ600
R-06	>I Inst. >I vs T. >IN Inst. >IN vs T.	50 51 50N 51N	CT03		NCTT	B10	L-101	SEG IRI-1
R-08	Tensión de falla a tierra	59N		PT04	NCTT	B10	B10	SEG XU1-E
R-11	>I Inst. >I vs T. >IN Inst. >IN vs T.	50 51 50N 51N	CT04 CT07		NCTT	B10	MAK1	SEG IRI-1
R-15	Diferencial	87G	CT04 CT09		NCTT	10 NEUTRO	MAK1	SEG IRD-1
R-21	>I Inst. >I vs T. >IN Inst. >IN vs T.	50 51 50N 51N	CT05 CT08		NCTT	10	MAK2	SEG IRI-1
R-31	>I Inst. >I vs T. >IN Inst. >IN vs T.	50 51 50N 51N	CT06		NCTT	10	L-102	SEG IRI-1
R-41	>IN vs T	51N	CT15		NCTT	NEUTRO	MAK2	SEG XI1-S

CAPITULO III ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN

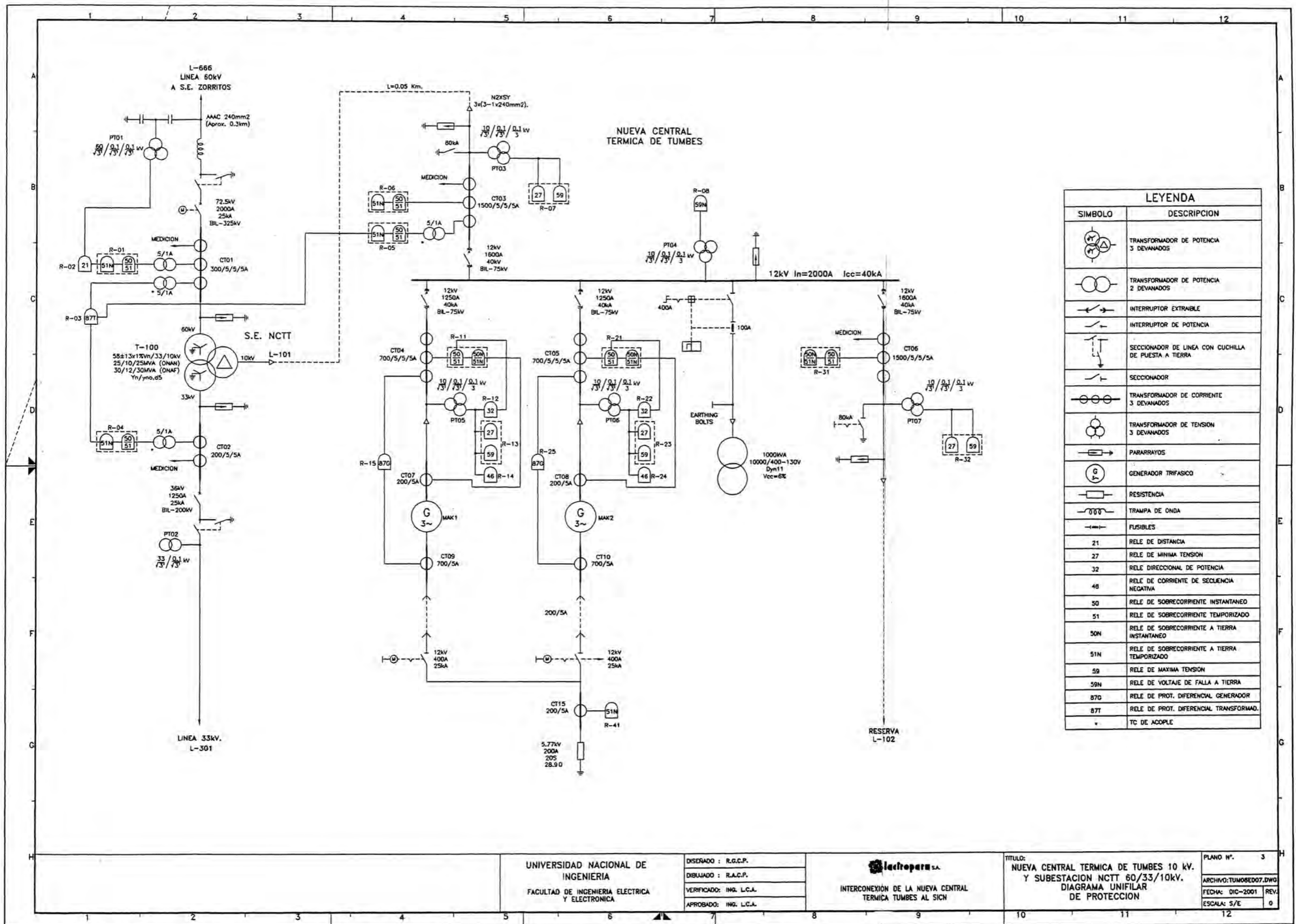
3.1 GENERALIDADES

El presente estudio tiene como objetivo efectuar los cálculos de coordinación de los relés de protección de sobrecorriente y distancia del Sistema Eléctrico considerado para la interconexión de la NCTT con el Sistema Interconectado Centro Norte (SICN) a fin de definir los nuevos ajustes de los dispositivos de protección involucrados en el estudio para garantizar un funcionamiento confiable y seguro del sistema de protección.

El Estudio toma en consideración las siguientes instalaciones:

- . S.E. Zorritos 220/60/10 kV
- . S.E. Zorritos – S.E. Nueva C.T. Tumbes
- . Nueva C.T. Tumbes 10 kV
- . Subestación Nueva C.T. Tumbes 60/33/10 kV

El equipamiento principal y los dispositivos de protección se encuentran ubicados en el plano N° 3 que se adjunta.



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 3 DEVANADOS
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 2 DEVANADOS
	INTERRUPTOR EXTRAIBLE
	INTERRUPTOR DE POTENCIA
	SECCIONADOR DE LINEA CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA
	SECCIONADOR
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 3 DEVANADOS
	TRANSFORMADOR DE TENSION 3 DEVANADOS
	PARARRAYOS
	GENERADOR TRIFASICO
	RESISTENCIA
	TRAMPA DE ONDA
	FUSIBLES
21	RELE DE DISTANCIA
27	RELE DE MINIMA TENSION
32	RELE DIRECCIONAL DE POTENCIA
48	RELE DE CORRIENTE DE SECUENCIA NEGATIVA
50	RELE DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEO
51	RELE DE SOBRECORRIENTE TEMPORIZADO
50N	RELE DE SOBRECORRIENTE A TIERRA INSTANTANEO
51N	RELE DE SOBRECORRIENTE A TIERRA TEMPORIZADO
59	RELE DE MAXIMA TENSION
59N	RELE DE VOLTAJE DE FALLA A TIERRA
87G	RELE DE PROT. DIFERENCIAL GENERADOR
87T	RELE DE PROT. DIFERENCIAL TRANSFORMAD.
*	TC DE ACOPLA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISEÑADO : R.G.C.P.
DIBUJADO : R.A.C.P.
VERIFICADO : ING. L.C.A.
APROBADO : ING. L.C.A.

lectropara S.A.
INTERCONEXION DE LA NUEVA CENTRAL TERMICA TUMBES AL SICN

TITULO:
NUEVA CENTRAL TERMICA DE TUMBES 10 kV.
Y SUBSTACION NCTT 60/33/10kV.
DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTECCION

PLANO N°. 3
ARCHIVO: TUM08ED07.DWG
FECHA: DIC-2001 REV. 0
ESCALA: 5/E

3.2 PARAMETROS ELECTRICOS DE LOS EQUIPOS INVOLUCRADOS EN EL ESTUDIO

3.2.1 PARAMETROS DE LA LÍNEA

En el cuadro 3.1 se muestran los parámetros por unidad de longitud de la línea 60 kV que interconecta la S.E. NCTT y la S.E. Zorritos.

3.2.2 PARAMETROS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA

En el cuadro 3.2 se muestran los parámetros de los transformadores considerados en el presente estudio.

3.2.3 PARAMETROS DE GENERADORES

En el cuadro 3.3 se muestran los parámetros de los generadores considerados en el presente estudio.

3.3 ANALISIS DE CORTOCIRCUITO

3.3.1 GENERALIDADES

El propósito del análisis de cortocircuito es determinar los niveles máximos y mínimos de cortocircuito en condiciones de operación normal del sistema, el cual sirve como una indicación de la robustez del sistema. Asimismo, se calcula niveles de cortocircuito para condiciones de máxima corriente de falla ante un despacho que incluye los grupos de la NCTT (reserva), el cual permite verificar las capacidades eléctricas, térmicas y mecánicas de los equipos. Finalmente es necesario determinar las corrientes de falla a través de las líneas, transformadores y generadores a fin de efectuar el ajuste de los dispositivos de protección.

**CUADRO N° 3.1
INTERCONEXION DE NCTT AL SICN
DATOS DE LA LINEA DE TRANSMISION L-666**

Desde	Hacia	Número de Circuitos	Tensión (kV)	Distancia (km)	Impedancia de la línea de transmisión			Secuencia Homopolar			Capacidad Amp	Conductor
					Secuencia Positiva							
					R1 (ohm/km)	X1 (ohm/km)	B1 (uS/km)	R0 (ohm/km)	X0 (ohm/km)	B0 (uS/km)		
S.E. Zorritos	S.E. NCTT	1	60	0.300	0.158	0.469	3.550	0.490	1.449	2.129	400.0	AAAC 240 mm ²

NOTA:

1) La impedancia de la línea se muestra en ohm/km.

CUADRO N° 3.2
INTERCONEXION DE NCTT AL SICN
DATOS DE TRANSFORMADORES

Subestación	Relación de transform.	Número de transfo.	Capacidad Máxima (MVA)	Potencia Base (MVA)	Impedancia (%) (1)						Taps Rango (%)	Grupo de Conexión
					Resistencia			Reactancia				
					P-S	P-T	S-T	P-S	P-T	S-T		
S E Zorritos	220/60/10	1	65/65/13	50				11.35	18.80	6.25	+/-8 x 1.25%	EED (Yyd11)
S E NCTT	58/33/10	1	30/12/30	25				9.70	16.10	5.80	+/-13 x 0.974%	EED (Yyd5)

- NOTAS:**
- (1) Los valores de impedancia están dados en la base propia del transformador
 - (2) El Tap esta en el lado de alta tensión
 - (3) Se asume una relación X / R = 25
 - (4) Las conexiones están dadas para primario, secundario y terciario donde: D es Delta, E es Estrella con neutro a tierra, Y es Estrella

**CUADRO N° 3.3
INTERCONEXION DE NCTT AL SICN
DATOS DE GENERADORES Y RED EQUIVALENTE**

Generadores	Tipo	Número de unid.	Sh (MVA)	Vh (kV)	Factor de Potencia	H MW-s/MVA	Xo (pu)	X'o (pu)	X"o (pu)	Xq (pu)	Xl (pu)	X2 (pu)	Xo (pu)
Nueva C.T. de Tumbes													
MAK1	GD	1	11.266	10.0	0.80	3.80	1.450	0.360	0.170	0.065			
MAK2	GD	1	11.266	10.0	0.80	3.80	1.450	0.360	0.170	0.065			
Talara													
Turbogas de Talara	TG	1	119.2	13.8	0.80		2.273	0.242	0.148				0.087
Malacas	GD	3	24.188	13.2	0.80		2.240	0.235	0.132				
RESTO DEL SICN			MVA	X/R	MVA	X/R							
			LLL	LLL	L-G	L-G							
Resto del SICN 1999		213	11	217	11								
Resto del SICN 2001		226	10	226	10								

NOTAS:

- (1) Tipo de planta: GD es grupo diesel TG es turbogas, EQ es equivalente.
- (2) Las impedancias de los generadores están en la base propia del generador

3.3.2 CORRIENTES DE FALLA EN BARRAS

Los resultados de estas simulaciones de cortocircuito se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro	Descripción
3.4	Máxima corriente de falla en operación aislada de la NCTT, (sistema previo a la interconexión con el SICN, año 1999)
3.5	Mínima corriente de falla en operación aislada de la NCTT, (sistema previo a la interconexión con el SICN, año 1999)
3.6	Máxima corriente de falla en operación normal, sistema conectado al SICN (año 2000).
3.7	Mínima corriente de falla en operación normal, sistema conectado al SICN (año 2000).
3.8	Máxima corriente de falla con despacho de los grupos de la NCTT acoplados al SICN (año 2001).

En los cuadros 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8, se muestran los resultados.

Se han calculado las corrientes para fallas trifásicas, monofásicas a tierra y bifásica a tierra dado que cualquiera de estas corrientes de falla podría ser la más elevada. La corriente de falla bifásica no se indica dado que es inferior a la corriente de falla trifásica (es aproximadamente 87% de la corriente de falla trifásica).

Los cuadros 3.4 y 3.5 muestran las corrientes máximas y mínimas de falla respectivamente considerando la operación de la NCTT en forma aislada (sin interconexión con el SICN). Asimismo, los cuadros 3.6 y 3.7 muestran el mismo tipo de corrientes considerando la operación del SICN. Para el cálculo de estas corrientes de falla se ha considerado la operación normal del sistema interconectado en horas de máxima y mínima demanda.

CUADRO N ° 3.4
MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA EN OPERACIÓN AISLADA DE LA NCTT.
SISTEMA PREVIO A LA INTERCONEXIÓN CON EL SICN (AÑO 1999)

Codigo	Barra Descripción	Tensión kV	Trifásica		Monofásica a tierra		Bifásica a tierra	
			kA	MVA	kA	MVA	kA	MVA
NCTT60	Nva C.T. de Tumbes	60.0	0.70	72.0	0.90	93.0	0.89	92.0
ZORR60	Zorritos	60.0	0.70	72.0	0.90	93.0	0.89	92.0
NCTT33	Nva C.T. de Tumbes	33.0	1.78	101.0	2.45	140.0	2.52	143.0
NCTT10	Nva C.T. de Tumbes	10.0	7.69	133.0	0.20	3.0	6.71	116.0

Nota:

[1] Basado en reactancias subtransitorias.

CUA ° 3.5
MINIMA CORRIENTE DE FALLA EN OPERACIÓN AISLADA DE LA NCTT.
SISTEMA PREVIO A LA INTERCONEXIÓN CON EL SICN (AÑO 1999)

Codigo	Barra Descripción	Tensión kV	Trifásica		Monofásica a tierra		Bifásica a tierra	
			kA	MVA	kA	MVA	kA	MVA
NCTT60	Nva C.T. de Tumbes	60.0	0.45	46.0	0.62	63.0	0.63	65.0
ZORR60	Zorritos	60.0	0.45	46.0	0.61	63.0	0.63	64.0
NCTT33	Nva C.T. de Tumbes	33.0	1.01	57.0	1.44	82.0	1.54	87.0
NCTT10	Nva C.T. de Tumbes	10.0	3.85	66.0	0.20	3.0	3.38	58.0

Nota:

[1] Basado en reactancias subtransitorias.

CUADRO N° 3.6
MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA EN OPERACIÓN NORMAL
SISTEMA CONECTADO AL SICN (ANO 2000)

Codigo	Barra Descripción	Tensión kV	Trifásica		Monofásica a tierra		Bifásica a tierra	
			kA	MVA	kA	MVA	kA	MVA
TAL220	Talara	220.0	1.93	737.0	2.45	932.0	2.37	901.0
ZOR220	Zorritos	220.0	1.09	415.0	1.15	437.0	1.12	427.0
NCTT60	Nva C.T. de Tumbes	60.0	2.73	283.0	3.63	377.0	3.60	374.0
NCTT33	Nva C.T. de Tumbes	33.0	3.90	222.0	5.07	289.0	4.97	284.0
TALA13	Talara	13.8	43.09	1029.0	0.00	0.0	37.32	891.0
MALC13	Malacas	13.2	14.79	338.0	0.00	0.0	0.00	0.0
NCTT10	Nva C.T. de Tumbes	10.0	12.92	223.0	0.20	3.0	11.24	194.0

Nota:

[1] Basado en reactancias subtransitorias.

CUADRO N° 3.7
MÍNIMA CORRIENTE DE FALLA EN OPERACIÓN NORMAL
SISTEMA CONECTADO AL SICN (AÑO 2000)

Codigo	Barra Descripción	Tensión kV	Trifásica		Monofásica a tierra		Bifásica a tierra	
			kA	MVA	kA	MVA	kA	MVA
TAL220	Talara	220.0	1.78	677.0	2.28	868.0	2.21	843.0
ZOR220	Zorritos	220.0	0.91	348.0	1.01	385.0	0.98	371.0
NCTT60	Nva C.T. de Tumbes	60.0	1.93	200.0	2.65	275.0	2.70	280.0
ZORR60	Zorritos	60.0	1.94	202.0	2.69	279.0	2.77	287.0
NCTT33	Nva C.T. de Tumbes	33.0	2.00	114.0	2.79	159.0	2.87	164.0
TALA13	Talara	13.8	41.52	992.0	0.00	0.0	35.96	859.0
MALC13	Malacas	13.2	14.22	325.0	0.00	0.0	0.00	0.0
NCTT10	Nva C.T. de Tumbes	10.0	5.11	88.0	0.00	0.0	0.00	0.0
SEZO10	S.E. Zorritos	10	0.92	15.0	0.00	0.0	0.00	0.0

Nota:

[1] Basado en reactancias subtransitorias.

CUADRO N° 3.8
MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA CON DESPACHO DE LOS GRUPOS
DE LA NCTT ACOPLADOS AL SICN
(ANO 2001)

Codigo	Barra Descripción	Tensión kV	Trifásica		Monofásica a tierra		Bifásica a tierra	
			kA	MVA	kA	MVA	kA	MVA
TAL220	Talara	220.0	2.76	1050.0	3.27	1246.0	3.13	1193.0
ZOR220	Zorritos	220.0	1.32	503.0	1.31	498.0	1.32	501.0
NCTT60	Nva C.T. de Tumbes	60.0	3.31	343.0	4.29	446.0	4.20	435.0
ZORR60	Zorritos	60.0	3.34	346.0	4.38	455.0	4.31	447.0
NCTT33	Nva C.T. de Tumbes	33.0	4.19	239.0	5.40	308.0	5.27	301.0
TALA13	Talara	13.8	49.47	1182.0	0.00	0.0	42.84	1023.0
MALC13	Malacas	13.2	39.02	892.0	0.00	0.0	33.79	772.0
NCTT10	Nva C.T. de Tumbes	10.0	13.47	233.0	0.20	3.0	11.71	202.0

Notas:

[1] Basado en reactancias subtransitorias.

[2] Se asume la misma topología que la del año 2000.

El cuadro 3.8 muestra las máximas corrientes de falla considerando que los grupos de la NCTT despachan energía al SICN.

En los resultados del cálculo de cortocircuito se puede observar que las corrientes en la red de 60 kV del sistema eléctrico de Tumbes se incrementan apreciablemente debido a la puesta en servicio de la interconexión del sistema eléctrico de Tumbes con el SICN.

Sin embargo, las corrientes de falla en barras se encuentran bastante por debajo de las capacidades estándares de los interruptores de 60 kV (16 kA).

3.3.3 CORRIENTES DE FALLA PARA COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN.

El anexo A muestra los resultados de cortocircuito correspondientes a las corrientes de falla utilizadas para coordinación de la protección. Estos resultados incluyen, además de la corriente de falla en barras, las corrientes a través de la línea, transformador y generadores.

Se han simulado fallas trifásicas y monofásicas a tierra en todas las barras del sistema eléctrico de Interconexión de la NCTT al SICN.

Estos resultados se muestran de manera tabular en el anexo A.

CAPITULO IV

TIPOS DE FALLAS PREVISTAS EN EL ESQUEMA DE PROTECCIÓN

A continuación se describen los tipos de fallas previstos en el esquema de protección a implementarse:

4.1 FALLAS ENTRE FASES

El Cuadro 4.1 muestra los elementos que forman el sistema eléctrico comprendido en el estudio y la protección principal y de respaldo considerada en cada caso para fallas entre fases.

La protección principal para fallas entre fases en los generadores MAK 1 y MAK 2 están cubiertas por sus correspondientes protecciones diferenciales, las mismas que tienen como respaldo a los relés de sobrecorriente de 10 kV.

La protección principal para fallas entre fases en el transformador T-100 esta cubierta por la protección diferencial, la misma que tiene como respaldo a los relés de sobrecorriente de los lados de 60 kV, 33 kV y de 10 kV del transformador. El enlace L-101 en 10 kV se encuentra dentro de la zona de protección diferencial del transformador T-100 y tiene como protección de respaldo un relé de sobrecorriente en el lado de 10 kV.

Cuadro N° 4.1
Esquema General de la Protección (Fallas entre Fases)
Nueva C.T. Tumbes, S.E. NCTT

Ubicación	Equipo Protegido	Protección Principal			Protección de Respaldo		
		Cod.	Función	Relé	Cod.	Función	Relé
S.E.N.C.T.T.	L-666	R-02	21	SIEMENS 7SA511	R-01	50/51	SIEMENS 7SJ600
S.E.N.C.T.T.	T-100	R-03	87T	SIEMENS 7UT513	R-05	50/51	SIEMENS 7SJ600
S.E.N.C.T.T.	L-101	R-03	87T	SIEMENS 7UT513	R-06	50/51	SEG IRI 1
S.E.N.C.T.T.	L-301	R-04	50/51	SIEMENS 7SJ600			
NCTT	MAK1	R-15	87G	SEG IRD1	R-11	50/51	SEG IRI 1
NCTT	MAK2	R-25	87G	SEG IRD1	R-21	50/51	SEG IRI 1
NCTT	L-102	R-31	50/51	SEG IRI1			

La línea de 33 kV L-301 tiene como protección principal al relé de sobrecorriente de fases del lado de 33 kV del transformador.

El enlace de 60 kV L-666 S.E. NCTT - S.E. Zorritos tiene como protección principal la protección de distancia (21) del relé 7SA511 de Siemens en el extremo correspondiente a la NCTT . En el otro extremo de esta línea se encuentra instalado como protección principal la protección de distancia (21) del relé EPAC3100 de ALSTOM.

El sistema eléctrico de Tumbes no cuenta con canales de teleprotección.

El relé de distancia ubicado en la S.E. NCTT tendrá los siguientes alcances:

Primera Zona – 85% de la longitud de la línea L-666.

Segunda zona – 100% de L-666 más el 50% de L-665 (Zorritos-Tumbes en 60kV).

Tercera zona-mirando hacia atrás hasta el 50% de la impedancia del transformador T-100.

El enlace de 60 kV L-666 tiene como protección de respaldo, al relé de sobrecorriente de fases.

El ajuste de la corriente de operación de los relés de sobrecorriente considera básicamente el 80% de la capacidad nominal ONAN del transformador T100, ya que de acuerdo a la proyección de la demanda hasta el año 2005 no se alcanzará la capacidad mencionada.

El tipo de curva utilizada es el normalmente inverso, en las salidas de 33 kV y 60 kV. En el sistema de 10 kV el tipo de curva a utilizar será el muy inverso.

4.2 FALLAS A TIERRA

El cuadro 4.2 muestra los elementos que forman el sistema eléctrico comprendido en el estudio y la protección principal y de respaldo considerada en cada caso para fallas a tierra.

Las fallas a tierra en los generadores MAK 1 y MAK 2 están cubiertas por sus respectivos relés diferenciales, teniendo como respaldo a los relés de sobrecorriente a tierra de 10 kV y al relé de sobrecorriente a tierra ubicado en el neutro común de los generadores.

Las fallas a tierra en el transformador T-100 de la S.E. NCTT están cubiertas por el relé diferencial, teniendo como respaldo a los relés de sobrecorriente a tierra de los lados de 60 kV y 33 kV. El enlace L-101 en 10 kV se encuentra en la zona de protección diferencial del transformador y tiene como protección de respaldo un relé de sobrecorriente a tierra en el lado de 10 kV.

Las fallas a tierra en la línea L-301 de 33 kV, están cubiertas por la protección de sobrecorriente a tierra del lado de 33 kV del transformador T-100, teniendo como respaldo al relé de sobrecorriente a tierra ubicado en el lado de 60 kV.

La función de distancia del relé 7SA511 permite también proteger fallas francas a tierra, o de baja impedancia; y su alcance es similar al caso de fallas entre fases.

Cuadro N° 4.2
Esquema General de la Protección (Fallas a Tierra)
Nueva C.T. Tumbes, S.E. NCTT

Ubicación	Equipo Protegido	Protección Principal			Protección de Respaldo		
		Cod.	Función	Relé	Cod.	Función	Relé
S.E.N.C.T.T.	L-666	R-02	21N/67N	SIEMENS 7SA511	R-01	50/51N	SIEMENS 7SA511
S.E.N.C.T.T.	T-100	R-03	87T	SIEMENS 7UT513	R-05	50/51N	SIEMENS 7SA511
S.E.N.C.T.T.	L-101	R-03	87T	SIEMENS 7UT513	R-06	50/51N	SEG IRI 1
S.E.N.C.T.T.	L-301	R-04	50/51N	SIEMENS 7SJ600			
NCTT	MAK1	R-15	87G	SEG IRD1	R-11	50/51N	SEG IRI 1
NCTT	MAK2	R-25	87G	SEG IRD1	R-21	50/51N	SEG IRI 1
NCTT	L-102	R-31	50/51N	SEG IRI1			

La corriente de operación de los relés de falla a tierra se ha ajustado entre 20% - 25% de la corriente nominal del circuito protegido.

CAPTULO V CALCULOS Y AJUSTES DE LOS RELES PARA LA COORDINACION DE LA PROTECCION

5.1 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE

5.1.1 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE PARA FALLAS ENTRE FASES (50/51) – NIVEL 60/33/10 KV.

El tiempo de escalonamiento considerado fluctúa, entre 300 y 400 ms, dependiendo del rango permitido por el ajuste disponible en el relé.

Las corrientes de operación de los relés de sobrecorriente correspondientes al transformador de potencia T-100 de 58/33/10 kV han sido ajustados teniendo en cuenta lo siguiente:

- La proyección de la demanda, según lo cual en el año 2005 la máxima demanda alcanzaría el 80% de la capacidad del transformador.
- La protección de sobrecorriente es protección de respaldo.
- Los niveles de cortocircuito para máxima y mínima demanda
- La corriente de energización del transformador (Inrush) equivalente a 12 In y cuya duración es aproximadamente de 5 ciclos. La curva estará ubicada a la derecha de este punto.

- En el sistema de 10 kV, se toman en cuenta la capacidad nominal de los grupos Mak 1 y Mak 2.

5.1.1.1 CALCULO DEL AJUSTE DE LOS RELÉS DE SOBRECORRIENTE

Corriente de operación prevista para cada circuito

(Primario del TC)

Cod. Relé	MVA nom.	kV nom.	Inom (A)	Iop (A)	Iop/Inom
R-01	25	60	241	193	0.8
R-04	10	33	175	140	0.8
R-05	25	10	1443	1154	0.8
R-06	25	10	1443	1154	0.8
R-11	11.3	10	652	652	1.0
R-21	11.3	10	652	652	1.0

En el siguiente cuadro se muestra la corriente nominal del circuito y la corriente de operación, reflejadas al lado secundario del transformador de medida.

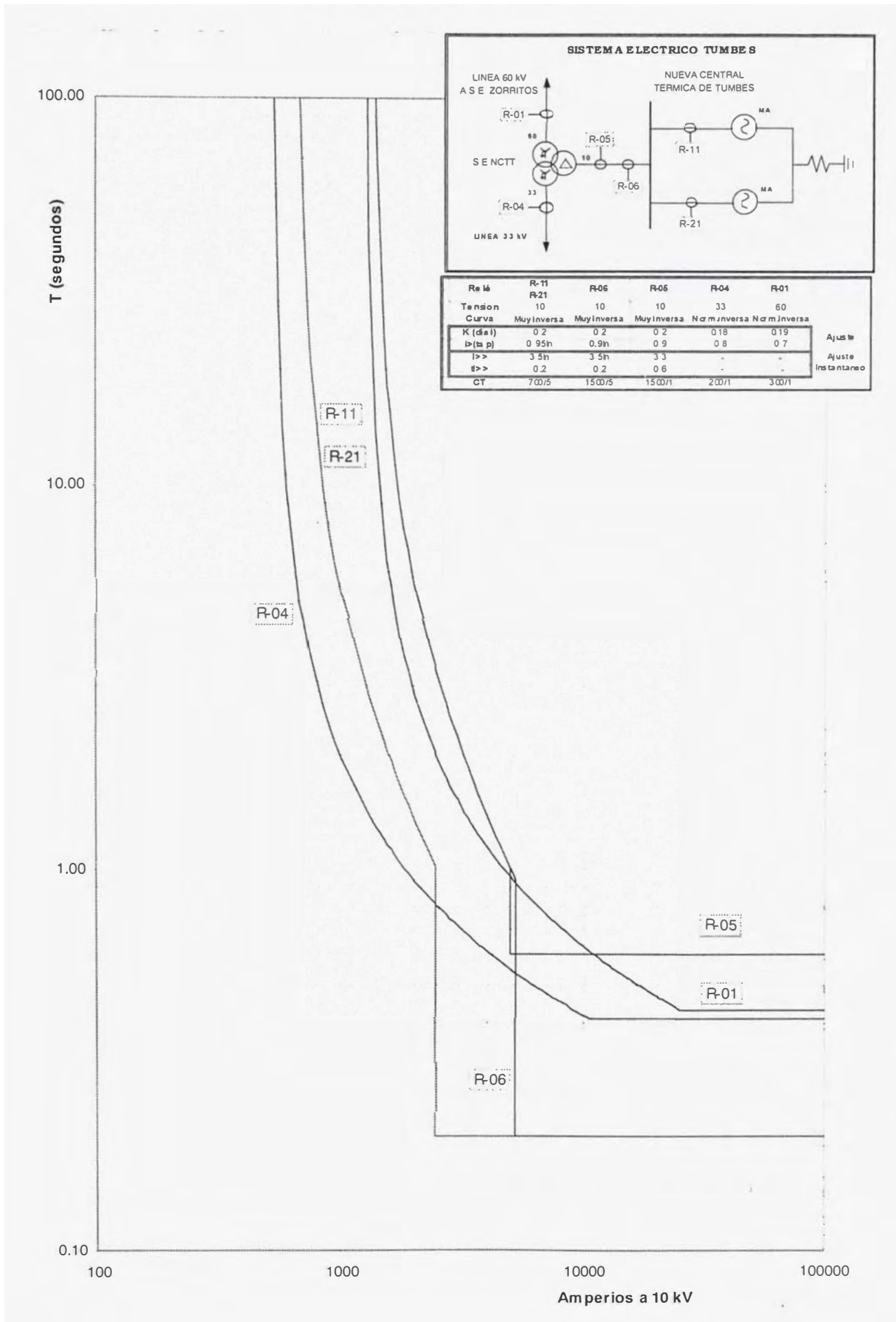
5.1.1.2 AJUSTE DE LA CORRIENTE DE OPERACIÓN

Cod. Relé	Cod. TC	Primario		TC	Secundario		
		Inom	Iop	In1/In2	Inom	Iop	Tap Relé
R-01	CT-01	241	193	300/1	0.80	0.64	0.7
R-04	CT-02	175	140	200/1	0.88	0.70	0.8
R-05	CT-03	1443	1154	1500/1	0.96	0.77	0.9
R-06	CT-03	1443	1154	1500/5	0.96In	0.77In	0.9In
R-11	CT-04	652	652	700/5	0.93In	0.93In	0.95In
R-21	CT-05	652	652	700/5	0.93In	0.93In	0.95In

5.1.1.3 CURVAS DE COORDINACION

En la figura N° 5.1 se muestra las curvas de operación de cada relé, en ella se puede apreciar la coordinación entre relés.

Figura N° 5.1
COORDINACION DE PROTECCION NIVEL 60/33/10 kV
NUEVA C.T. DE TUMBES Y S.E. NCTT
SOBRECORRIENTE FASE - FASE



5.1.2 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE PARA FALLAS A TIERRA (50N/51N) – NIVEL 60/33 KV.

La corriente de operación se ha ajustado entre 20 – 25% de la corriente nominal del equipo protegido.

Las unidades instantáneas de los Relés ubicados en los lados 60 y 33 kV del transformador han sido bloqueados.

5.1.2.1 CALCULO DE LOS AJUSTES DE LOS RELÉS DE SOBRECORRIENTE

Corriente de Operación prevista para cada circuito (Primario del TC).

Cod. Relé	MVA nom.	kV nom.	I nom.(A)	lop (A)	lop/Inom
R-01	25	60	241	48.2	0.2
R-04	10	33	175	17.5	0.1

En el siguiente cuadro se muestra la corriente nominal del circuito y los ajustes de la corriente de operación, reflejada al lado secundario del transformador de medida.

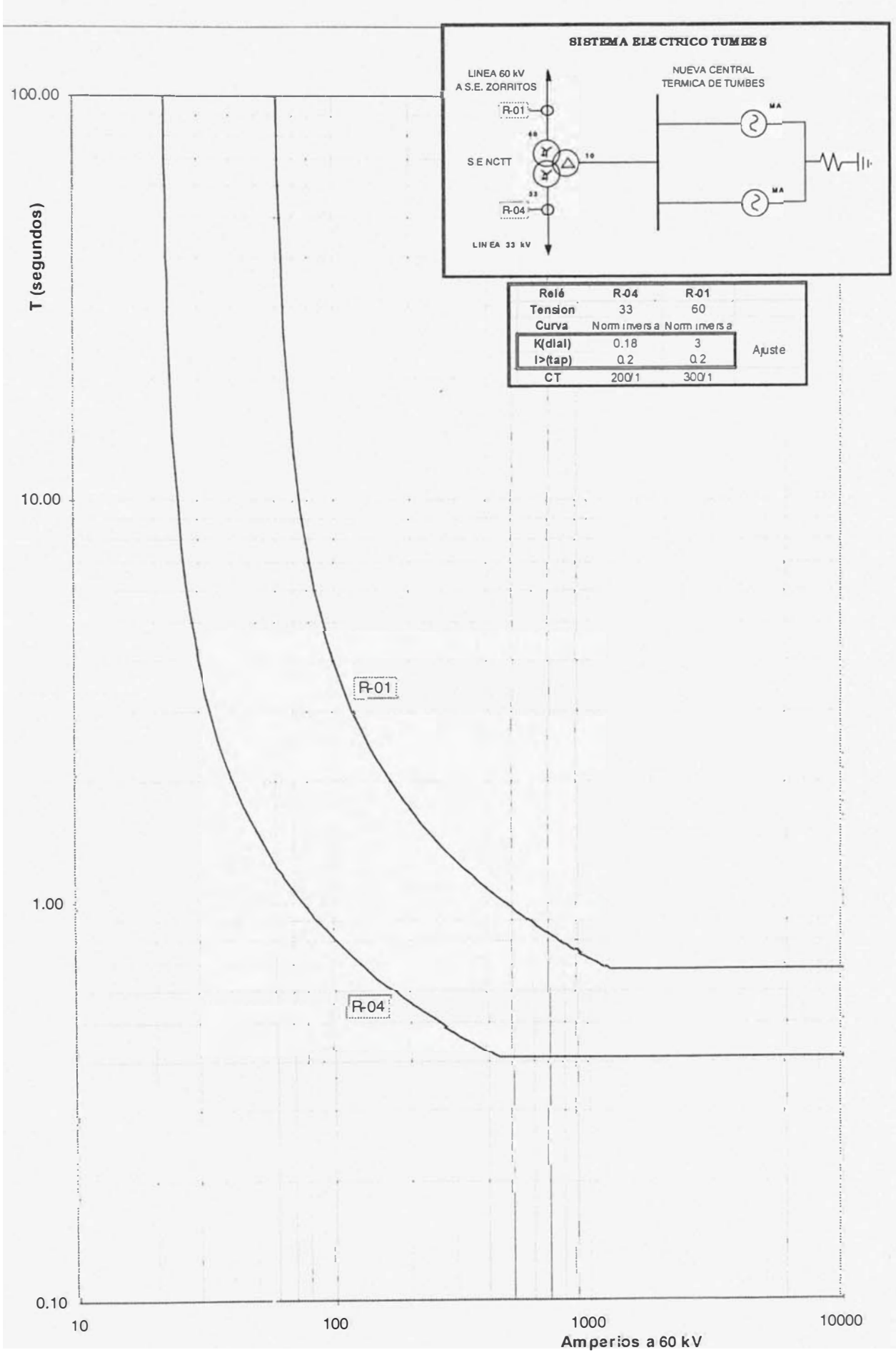
5.1.2.2 AJUSTE DE LA CORRIENTE DE OPERACION

Cod. Relé	Cod. TC	Primario		TC	Secundario		
		Inom	lop	In1/In2	Inom	lop	Tap Relé
R-01	CT01	241	48.2	300/1	0.80	0.16	0.2
R-04	CT02	175	17.5	200/1	0.88	0.09	0.1

5.1.2.3 CURVAS DE COORDINACION

En la figura N° 5.2 se muestran las curvas de operación de cada relé, en ella se puede apreciar la coordinación entre relés.

Figura N° 5.2
COORDINACION DE PROTECCION NIVEL 60/33 kV
S.E. NUEVA C.T. DE TUMBES
SOBRECORRIENTE FASE - TIERRA



5.1.3 COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN PARA FALLAS A TIERRA (51N) – NIVEL DE 10 KV.

Para el ajuste de los relés se ha considerado lo siguiente:

- Resistencia de falla de 100 ohm
- Los relés actúan como función de respaldo
- El relé del neutro (51N) actuará en ultima instancia, aperturando ambos grupos de generación (MAK1 y MAK2)
- El 59N actuará como protección de barra, para fallas a tierra.
- Los relés han sido coordinados como tiempo definido.

5.1.3.1 CALCULO DEL AJUSTE DE LOS RELES DE SOBRECORRIENTE

Cod. Relé	R. tierra(ohm)	kV nom.	I nom (A)(r=0)	Iop(A)(r=100ohm)	Iop/I nom
R-05	28.9	10	200	44.8	0.22
R-06	28.9	10	200	44.8	0.22
R-11	28.9	10	200	44.8	0.22
R-21	28.9	10	200	44.8	0.22
R-41	28.9	10	200	44.8	0.22

En el siguiente cuadro se muestra la corriente nominal del circuito y los ajustes de la corriente de operación, reflejada al lado secundario del transformador de medida.

5.1.3.2 AJUSTE DE LA CORRIENTE DE OPERACION

Cod. Relé	Cod. TC	Primario		TC	Secundario		
		TC	Iop	In1/In2	Inom	Iop	Tap Relé
R-05	CT03	200	44.8	1500/1	0.13	0.03	0.1
R-06	CT03	200	44.8	1500/5	0.13In	0.03In	0.10In
R-11	CT07	200	44.8	200/5	1.0In	0.22In	0.20In
R-21	CT08	200	44.8	200/5	1.0In	0.22In	0.20In
R-41	CT15	200	44.8	200/5	1.0In	0.22In	0.25In

Ajustes del TMS de los relés

Los TMS de cada relé se han establecido determinando las fallas en los puntos críticos del sistema. Se han determinado los tiempos de operación necesaria para que el relé de respaldo tenga el escalonamiento debido, evitando faltas de selectividad en el sistema. Con estas corrientes y tiempos se han seleccionado los TMS adecuados para este propósito.

5.1.3.3 CURVAS DE COORDINACION

En la figura N° 5.3 se muestran las curvas de operación de cada relé, en ella se puede apreciar la coordinación entre relés.

5.2 PROTECCIÓN DE DISTANCIA EN LA LINEA DE INTERCONEXION DE LA S.E. NCTT CON LA S.E. ZORRITOS (L-666)

5.2.1 CRITERIOS DE REGULACION

Los criterios de regulación serán los siguientes:

Primera zona: 85% de L-666

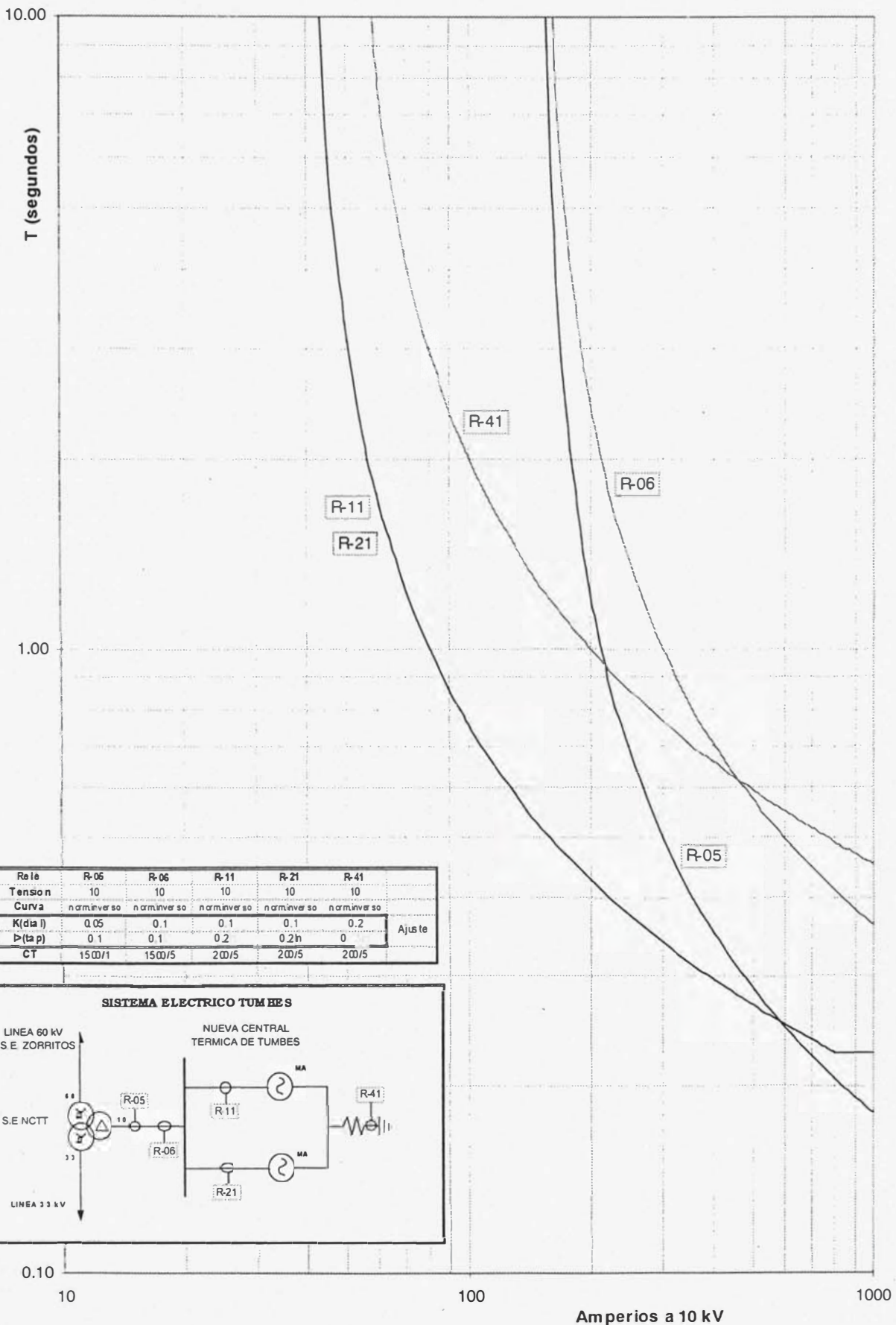
Segunda zona : 100% de L-666 más 50% de L-665

Tercera zona: Mirando hacia atrás hasta el 50% de la impedancia del transformador T-100.

La protección de distancia no sobrepasa la impedancia del transformador.

Las temporizaciones en general son: primera zona instantánea, segunda zona 500 ms y tercera zona 1 s.

Figura N° 5.3
COORDINACION DE PROTECCION NIVEL 10 kV
NUEVA C.T. DE TUMBES
SOBRECORRIENTE FASE - TIERRA



En los cuadros 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 se muestran las características de las líneas y sus correspondientes alcances.

CUADRO N° 5.1

**CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LA LINEA EN 60 KV L-666
INTERCONEXION DE NCTT AL SINC**

Línea (60 kV)		Distancia (km)	Secuencia Positiva (ohm/km)			Secuencia Homopolar (ohm/km)		
Desde	Hacia		R1	X1	Z1	Ro	Xo	Zo
S.E. NCTT	S.E.Zorritos	0.30	0.158	0.469	0.4949	0.490	1.449	1.5296

Línea (60 kV)		Distancia (km)	Secuencia Positiva (ohm)			Secuencia Homopolar (ohm)		
Desde	Hacia		R1	X1	Z1	Ro	Xo	Zo
S.E. NCTT	S.E.Zorritos	0.30	0.047	0.141	0.1485	0.147	0.435	0.459

CUADRO N° 5.2

**TRANSFORMADORES PRINCIPALES
SISTEMA ELECTRICO DE INTERCONEXION DE LA NCTT AL SICN**

Ubicación	Código	Capacidad MVA	Potencia Base MVA	Reactancia (%)		Relación de Transformación
				P-S	P-T	
S.E. NCTT	T-100	30/12/30	25	9.70	16.10	58/33/10
S.E. Zorritos	T33-261	65/65/13	50	11.35	18.80	220/60/10

Ubicación	Código	Capacidad MVA	Zbase(60kV)	Reactancia (ohm))		Relación de Transformación
				P-S	P-T	
Charan	T-100	30/12/30	144.00	13.97	23.18	58/33/10
Zorritos	T33-261	65/65/13	72.00	8.17	13.54	220/60/10

CUADRO N° 5.3

**SISTEMA DE PROTECCION DE LA LINEA EN 60 KV L- 666
INTERCONEXION DE NCTT AL SICN**

Línea (60 kV)		Relación CT (Ip/Is)	Relación PT (Vp/Vs)	Relación CT Relación PT	X1 (en el secundario)	R1 (en el secundario)	Xo (en el secundario)	Ro (en el secundario)
Desde	Hacia							
S.E. NCTT	S.E.Zorritos	300	600	0.500	0.0704	0.0237	0.2174	0.0735

**AJUSTE DEL SISTEMA DE PROTECCION DE LA LINEA EN 60 KV L- 666
INTERCONEXION DE NCTT AL SICN**

Línea (60 kV)		código	Protección (cod.)	Reactivo Primera Zona		Reactivo Segunda Zona		Reactivo Tercera Zona	
Desde	Hacia			X1	Tiempo (s)	X1	Tiempo(s)	X1	Tiempo(s)
S.E. NCTT	S.E.Zorritos	L-666	21(R-02)	0.06	INST.	2.79	0.500	3.49	1.00

CUADRO N° 5.4

**AJUSTE DEL SISTEMA DE PROTECCION DE LA LINEA EN 60 KV L - 666
INTERCONEXION DE NCTT AL SICN**

Resistencia fase-fase y fase - tierra

Línea (60 kV)		código	Protección (cod.)	Resistivo Primera Zona		Resistivo Segunda Zona		Resistivo Tercera Zona	
Desde	Hacia			R1	R1E	R1	R1E	R1	R1E
S.E. NCTT	S.E. Zorritos	L-666	21(R-02)	1.41	15.30	2.33	16.219	1.39	15.28

Otros parámetros

Línea (60 kV)		código	Protección (Tipo)	RE/RL	XE/XL (Tipo)
Desde	Hacia				
S.E. NCTT	S.E. Zorritos	L-666	21(R-02)	0.70	0.70

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se ha efectuado un análisis de cortocircuito para determinar corrientes de falla en barra máximas y mínimas en operación normal (SICN) así como corrientes máximas de falla en barras considerando el despacho de los grupos de la Nueva Central Térmica Tumbes. Asimismo, se han calculado las corrientes de falla a través de líneas, transformadores y generadores para fallas trifásica y monofásica a tierra.
- Las simulaciones de cortocircuito muestran que las corrientes de falla en barra se encuentran dentro de los límites normales de diseño de equipo.
- Teniendo los resultados del cálculo de cortocircuito, para determinar la posibilidad de saturación de los transformadores de corriente ubicados en la instalación en estudio es necesario conocer el valor del factor de saturación del transformador de corriente, información que no fue posible obtener.
- Considerando que el enlace de 60 kV L-600 entre la S.E. Nueva Central Térmica Tumbes y la Nueva S.E. Zorritos es corta (≈ 300 mts) se recomienda implementar un sistema de protección diferencial de

Línea a fin de tener en esta zona una protección más confiable y selectiva.

- Se recomienda efectuar anualmente un programa de pruebas de verificación de la operación de los relés de protección con el propósito de tener conocimiento del estado en que se encuentran a fin de tomar las medidas que sean necesarias para garantizar que la operación del Sistema de Protección sea confiable y segura.

ANEXOS

ANEXO A: CUADRO DE CONTRIBUCION DE CORRIENTES DE FALLA EN BARRAS

En los cuadros N° 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 y 7.5 se muestran las contribuciones de corriente al punto de falla en las principales barras que intervienen en el estudio.

ANEXO B: PROGRAMACION DE RELES DE SOBRECORRIENTE

En los cuadros N° 7.6, 7.7 y 7.8 se muestran la programación de los ajustes de los relés de sobrecorriente del transformador T-100.

ANEXO C: CUADRO RESUMEN DE AJUSTES DE RELES PARA COORDINACION DE LA PROTECCION

En el cuadro N° 7.9, se muestran las características más importantes del equipamiento del Sistema de Protección y los ajustes de los relés para la coordinación de la protección.

CUADRO N° 7.1

CONTRIBUCION DE CORRIENTE EN PUNTO DE FALLA

BARRA : **NCTT10**

RAMAS		MAXIMA DEMANDA (SICN+NCTT)			MINIMA DEMANDA (SICN)			SISTEMA AISLADO (NCTT)		
		TIPO DE FALLA			TIPO DE FALLA			TIPO DE FALLA		
DESDE	HACIA	TRIFASICA	MONOFASICA		TRIFASICA	MONOFASICA		TRIFASICA	MONOFASICA	
		IF = 10454 A	IFALLA = 210 A		IF = 4868 A	IFALLA = 0 A		IF = 6306 A	IFALLA = 189 A	
		I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)	I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)	I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)
NCTT		2857	606	210	0	0	0	2568	287	189
TR-NCTT	NCTT10	4840	933	0	4868	0	0	1172	345	0
NCTT33	TR-NCTT	5	26	0	3	16	0	1	23	0
ZORR60	NCTT60	816	147	0	829	10	0	197	47	0
TR-ZORR220	ZORR60	844	61	0	841	71	0	0	0	0
TUM60	ZORR60	57	110	0	33	63	0	195	50	0
TR-TUMBES	TUMB60	49	94	0	29	56	0	203	38	0
TUM10	TR-TUMBES	246	470	0	147	281	0	1184	153	0
TUMB33	TR-TUMBES	12	23	0	7	13	0	6	21	0
PIZA60	TUMB60	9	18	0	5	10	0	4	16	0

CUADRO N° 7.2

CONTRIBUCION DE CORRIENTE EN PUNTO DE FALLA

BARRA : **NCTT33**

RAMAS		MAXIMA DEMANDA (SICN+NCTT)			MINIMA DEMANDA (SICN)			SISTEMA AISLADO (NCTT)		
		TIPO DE FALLA			TIPO DE FALLA			TIPO DE FALLA		
DESDE	HACIA	TRIFASICA	MONOFASICA		TRIFASICA	MONOFASICA		TRIFASICA	MONOFASICA	
		IF = 3292 A	= 4372 A		IF = 1857 A	IFALLA = 2597 A		IF = 1673 A	IFALLA = 2296 A	
		I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)	I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)	I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)
NCTT		2388	1612	0	0	0	0	2128	1618	0
NCTT10	TR-NCTT	4775	3225	0	0	0	0	4255	3237	0
TR-NCTT	NCTT33	3291	4216	3902	1858	2505	2318	1673	2193	1984
ZORR60	NCTT60	1041	1164	733	1043	1118	438	212	247	164
TR-ZORR220	ZORR60	1061	1171	682	1051	1117	407	0	0	0
TUM60	ZORR60	43	42	52	25	24	31	211	232	126
TR-TUMBES	TUMB60	37	37	35	22	22	21	219	226	86
TUM10	TR-TUMBES	185	299	0	112	181	0	1275	1028	0
TUMB33	TR-TUMBES	9	9	3	5	5	2	5	5	12
PiZA60	TUMB60	7	6	17	4	4	10	3	13	41
SEZO33	NCTT33	0	34	103	0	20	61	0	23	68
CRUZ33	NCTT33	0	122	370	0	73	220	0	81	246

CUADRO N° 7.3

CONTRIBUCION DE CORRIENTE EN PUNTO DE FALLA

BARRA : **NCTT60**

RAMAS		MAXIMA DEMANDA (SICN+NCTT)			MINIMA DEMANDA (SICN)			SISTEMA AISLADO (NCTT)		
		TIPO DE FALLA			TIPO DE FALLA			TIPO DE FALLA		
DESDE	HACIA	TRIFASICA IF	MONOFASICA		TRIFASICA	MONOFASICA		TRIFASICA	MONOFASICA	
		= 2312 A	IFALLA = 3130 A		IF = 1710 A	IFALLA = 2375 A		IF = 774 A	IFALLA = 992 A	
		I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)	I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)	I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)
NCTT		1806	1192	0	0	0	0	1623	1139	0
NCTT10	TR-NCTT	3612	2384	0	0	0	0	3245	2278	0
NCTT33	TR-NCTT	6	46	143	0	35	109	5	60	191
TR-NCTT	NCTT60	621	721	480	0	123	369	558	692	635
ZORR60	NCTT60	1716	2430	2650	1711	2254	2006	233	315	359
TR-ZORR220	ZORR60	1717	2374	2465	1710	2209	1868	0	0	0
ZOR220	TR-ZORR220	468	458	104	466	459	79	0	0	0
TUM60	ZORR60	1	56	186	0	44	140	233	286	278
TR-TUMBES	TUMB60	1	38	126	0	29	95	240	263	188
TUM10	TR-TUMBES	1	242	0	0	143	0	1402	1046	0
TUMB33	TR-TUMBES	0	5	17	0	4	13	4	6	26
PIZA60	TUMB60	0	19	61	0	15	46	2	28	90
SEZO33	NCTT33	2	10	31	0	8	24	2	13	41
CRUZ33	NCTT33	5	36	112	0	28	85	4	48	149

CUADRO N° 7.4

CONTRIBUCION DE CORRIENTE EN PUNTO DE FALLA

BARRA : ZORR60

RAMAS		MAXIMA DEMANDA (SICN+NCTT)			MINIMA DEMANDA (SICN)			SISTEMA AISLADO (NCTT)		
		TIPO DE FALLA			TIPO DE FALLA			TIPO DE FALLA		
DESDE	HACIA	TRIFASICA IF = 2323 A	MONOFASICA IFALLA = 3172 A	IFALLA	TRIFASICA IF = 1722 A	MONOFASICA IFALLA = 2407 A	IFALLA	TRIFASICA IF = 773 A	MONOFASICA IFALLA = 990 A	IFALLA
		I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)	I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)	I(A)	IR(A)	IF = 3Io(A)
NCTT		1802	1200	0	0	0	0	1619	1135	0
NCTT10	TR-NCTT	3603	2399	0	0	0	0	3238	2271	0
NCTT33	TR-NCTT	6	41	129	0	31	98	5	59	188
TR-NCTT	NCTT60	620	709	432	0	111	332	557	688	626
NCTT60	ZORR60	606	697	432	2	109	332	540	673	626
TR-ZORR220	ZORR60	1729	2427	2549	1722	2251	1932	0	0	0
ZOR220	TR-ZORR220	472	466	107	470	465	81	0	0	0
TUM60	ZORR60	0	59	193	0	46	145	233	287	283
TR-TUMBES	TUMB60	0	40	131	0	31	98	241	265	191
TUM10	TR-TUMBES	0	242	0	0	143	0	1404	1046	0
TUMB33	TR-TUMBES	0	5	18	0	4	14	4	6	26
PIZA60	TUMB60	0	20	62	0	16	47	2	29	92
SEZO33	NCTT33	2	9	28	0	7	21	2	13	41
CRUZ33	NCTT33	5	32	101	0	25	77	5	47	147

CUADRO N° 7.5

CONTRIBUCION DE CORRIENTE EN PUNTO DE FALLA

BARRA : **ZOR220**

RAMAS		MAXIMA DEMANDA (SICN+NCTT)			MINIMA DEMANDA (SICN)			SISTEMA AISLADO (NCTT)		
		TIPO DE FALLA			TIPO DE FALLA			TIPO DE FALLA		
DESDE	HACIA	TRIFASICA IF = 930 A	MONOFASICA IFALLA = 1039 A	IFALLA = IF = 3Io(A)	TRIFASICA IF = 785 A	MONOFASICA IFALLA =910 A	IF = 3Io(A)	TRIFASICA IF = 859 A	MONOFASICA IFALLA = 1100 A	IF = 3Io(A)
NCTT		1594	839	0	0	0	0	0	0	0
NCTT10	TR-NCTT	3188	1678	0	0	0	0	0	0	0
NCTT33	TR-NCTT	9	37	116	0	32	103	0	0	0
NCTT60	ZORR60	536	534	391	2	113	347	0	0	0
ZORR60	TR-ZORR220	529	570	564	0	159	497	0	0	0
TR-ZORR220	ZOR220	144	315	636	0	184	557	0	0	0
TALA220	ZOR220	790	722	419	785	728	367	0	0	0
TUM60	ZORR60	13	51	175	0	45	151	0	0	0
TR-TUMBES	TUMB60	11	36	118	0	29	102	0	0	0
TUM10	TR-TUMBES	57	285	0	0	153	0	0	0	0
TUMB33	TR-TUMBES	3	6	16	0	4	14	0	0	0
EMD1		0	0	0	0	0	0	0	0	0
EMD2		0	0	0	0	0	0	0	0	0
SKODA5		0	0	0	0	0	0	0	0	0
PIZA60	TUMB60	2	17	57	0	16	50	0	0	0

Cuadro N° 7.6

PROGRAMACION Y AJUSTES DE LA PROTECCION DE SOBRECORRIENTE (50/51) - LADO 10 KV.

1.	UBICACION		
	SUBESTACION	:	NCTT
	EQUIPO	:	T - 100, 10 kv
2.	CARACTERISTICAS DEL RELE		
	CODIGO	:	R - 05
	MARCA	:	SIEMENS
	MODELO	:	7SJ600
3.	PARAMETROS DE AJUSTE DEL RELE		
1100	POWER SYSTEM DATA		
1101	Rated system frequency		fN 60 Hz
1102	Connection of CT2		IL2
1105	Primary rated current		1500 A
1106	Secondary rated current		1A
1134	Minimum trip command duration		0.15 s
1135	Maximum close command duration		1.00 s
1300	O/C PROTECTION PHASE FAULTS		
1301	O/C protection for phase faults		on
1303	Pick-up value of the high-set inst. stage I>>>		++ I/In
1305	Pick-up value of the high-set stage I>>		3.3 I/In
1307	Trip time delay of the high-set stage I>>		0.60 s
1311	Measurement repetition		no
1312	Characteristic of the O/C stage Ip		Very inverse
1313	Trip time delay inverse time O/C stage Ip		0.20 s
1316	Pick-up value inverse time O/C stage Ip		0.9 I/In
1318	RMS format for inverse time O/C protection		Without harmonics
1319	Manual close		Ineffective
1400	O/C PROTECTION EARTH FAULTS		
1401	O/C protection for earth faults		on
1402	Pick-up value of the high-set stage IE>>		++ I/In
1404	Trip time delay of the high-set stage IE>>		0.00 s
1408	Measurement repetition		no
1409	Characteristic of the O/C stage IEp		Normal inverse
1410	Trip time delay inverse time O/C stage IEp		0.05 s
1413	Pick-up value inverse time O/C stage IEp		0.1 I/In
1415	RMS format for inverse time O/C protection		Without harmonics
1416	Manual close		Ineffective

Cuadro N° 7.7

PROGRAMACION Y AJUSTES DE LA PROTECCION DE
SOBRECORRIENTE (50/51)- LADO 33 KV

1.	UBICACION		
	SUBESTACION	:	NCTT
	EQUIPO	:	T - 100, 33kV
2.	CARACTERISTICAS DEL RELE		
	CODIGO	:	R - 04
	MARCA	:	SIEMENS
	MODELO	:	7SJ600
3.	PARAMETROS DE AJUSTE DEL RELE		
1100	POWER SYSTEM DATA		
1101	Rated system frequency		fN 60 Hz
1102	Connection of CT2		IL2
1105	Primary rated current		200 A
1106	Secondary rated current		1A
1134	Minimum trip command duration		0.15 s
1135	Maximum close command duration		1.00 s
1300	O/C PROTECTION PHASE FAULTS		
1301	O/C protection for phase faults		on
1303	Pick-up value of the high-set inst. stage I>>>		+* I/In
1305	Pick-up value of the high-set stage I>>		+* I/In
1307	Trip time delay of the high-set stage I>>		0.00 s
1311	Measurement repetition		no
1312	Characteristic of the O/C stage Ip		Normal inverse
1313	Trip time delay inverse time O/C stage Ip		0.18 s
1316	Pick-up value inverse time O/C stage Ip		0.8 I/In
1318	RMS format for inverse time O/C protection		Without
	harmonics		
1319	Manual close		Ineffective
1400	O/C PROTECTION EARTH FAULTS		
1401	O/C protection for earth faults		on
1402	Pick-up value of the high-set stage IE>>		+* I/In
1404	Trip time delay of the high-set stage IE>>		0.00 s
1408	Measurement repetition		no
1409	Characteristic of the O/C stage IEp		Normal inverse
1410	Trip time delay inverse time O/C stage IEp		0.18 s
1413	Pick-up value inverse time O/C stage IEp		0.2 I/In
1415	RMS format for inverse time O/C protection		Without
	harmonics		
1416	Manual close		Ineffective

Cuadro N° 7.8

PROGRAMACION Y AJUSTES DE LA PROTECCION DE
SOBRECORRIENTE (50/51)- LADO 60 KV.

1.	UBICACION		
	SUBESTACION	:	NCTT
	EQUIPO	:	T - 100, 60kV
2.	CARACTERISTICAS DEL RELE		
	CODIGO	:	R - 01
	MARCA	:	SIEMENS
	MODELO	:	7SJ600
3.	PARAMETROS DE AJUSTE DEL RELE		
1100	POWER SYSTEM DATA		
1101	Rated system frequency		fN 60 Hz
1102	Connection of CT2		IL2
1105	Primary rated current		300 A
1106	Secondary rated current		1A
1134	Minimum trip command duration		0.15 s
1135	Maximum close command duration		1.00 s
1300	O/C PROTECTION PHASE FAULTS		
1301	O/C protection for phase faults		on
1303	Pick-up value of the high-set inst. stage I>>>		+* I/In
1305	Pick-up value of the high-set stage I>>		+* I/In
1307	Trip time delay of the high-set stage I>>		0.00 s
1311	Measurement repetition		no
1312	Characteristic of the O/C stage Ip		Normal inverse
1313	Trip time delay inverse time O/C stage Ip		0.19 s
1316	Pick-up value inverse time O/C stage Ip		0.7 I/In
1318	RMS format for inverse time O/C protection harmonics		Without
1319	Manual close		Ineffective
1400	O/C PROTECTION EARTH FAULTS		
1401	O/C protection for earth faults		on
1402	Pick-up value of the high-set stage IE>>		+* I/In
1404	Trip time delay of the high-set stage IE>>		0.00 s
1408	Measurement repetition		no
1409	Characteristic of the O/C stage IEp		Normal inverse
1410	Trip time delay inverse time O/C stage IEp		3.00 s
1413	Pick-up value inverse time O/C stage IEp		0.2 I/In
1415	RMS format for inverse time O/C protection harmonics		Without
1416	Manual close		Ineffective

CUADRO N° 7.9

CUADRO RESUMEN DE AJUSTES DE RELES PARA COORDINACION DE LA PROTECCION

COD. N°	UBICACION	In	EQUIPO PROTEGIDO		RELAC. TRANSF. DE MEDIDA	PROTECCION		TIPO RELE	FASE	RANGOS DE AJUSTE	AJUSTE
			NOMB.	COD.		COD. IEEE	NOMBRE				
R-01	S.E.NCTT	1A	LINEA	L-666	* 300/1 A	50 51 50N 51N	RELE DE SOBRECORRIENTE DE FASE Y TIERRA	7SJ600 SIEMENS	RST	CARACTERISTICA DE TIEMPO INVERSO I/IN: 0.1 – 4.0 Tp : 0.05 – 3.2 s	51 CURVA: NORMAL INV. TAP (I>): 0.7 DIAL (K): 0.19
									N	CARACTERISTICA DE TIEMPO DEFINIDO I/IN: 0.1 – 25.0 T : 0.0 – 60 s	51N CURVA: NORMAL INV. TAP (I+): 0.2 DIAL (K): 3.0
R-04	S.E.NCTT	1A	LINEA	L-301	* 200/1 A	50 51 50N 51N	RELE DE SOBRECORRIENTE DE FASE Y TIERRA	7SJ600 SIEMENS	RST	CARACTERISTICA DE TIEMPO INVERSO I/IN: 0.1 – 4.0 Tp : 0.05 – 3.2 s	51 CURVA: NORMAL INV. TAP (I>): 0.8 DIAL (K): 0.18
									N	CARACTERISTICA DE TIEMPO DEFINIDO I/IN: 0.1 – 25.0 T : 0.0 – 60 s	51N CURVA: NORMAL INV. TAP (I>): 0.2 DIAL (K): 0.18

R-05	S.E.NCTT	1A	LINEA	L-101	* 1500/1 A	50 51 50N 51N	RELE DE SOBRECORRIENTE DE FASE Y TIERRA	7SJ600 SIEMENS	RST N	CARACTERISTICA DE TIEMPO INVERSO I/IN: 0.1 – 4.0 Tp : 0.05 – 3.2 s CARACTERISTICA DE TIEMPO DEFINIDO I/IN: 0.1 – 25.0 T : 0.0 – 60 s	51 CURVA: MUY INV. TAP (I +): 0.9 DIAL (K): 0.2 I>>: 3.3 TI>>:0.6 51N CURVA: NORMAL INV. TAP (I >): 0.1 DIAL (K): 0.05
R-06	NCTT	5A	LINEA	L-101	1500/5 A	50 51 50N 51N	RELE DE SOBRECORRIENTE DE FASE Y TIERRA	IRI1-IE SEG	RST N	CARACTERISTICA DE TIEMPO INVERSO I> 0.5 – 2.05 In tl : 0.1 – 150 s IE> 0.1 – 1.6 In tlE : 0.1 – 150 s CARACTERISTICA DE TIEMPO DEFINIDO I> 0.5 – 2.05 In tl : 0.1 – 150 s IE> 0.1 – 1.6 In tlE: 0.1 – 150 s IE>> 2.0 – 33.5 In Tp : 0.05 – 1.55 s	51 CURVA: MUY INV. TAP (I >): 0.9 In DIAL (K): 0.2 I>>: 3.5 In TI>>:0.2 51N CURVA: NORMAL INV. TAP (I >): 0.1 In DIAL (K): 0.1

R-11	NCTT	5A	GENERADOR MAK1		700/5 A	50 51 50N 51N	RELE DE SOBRECORRIENTE DE FASE Y TIERRA	IRI1-IE SEG	RST	CARACTERISTICA DE TIEMPO INVERSO $I > 0.5 - 2.05 I_n$ $t_l : 0.1 - 150 \text{ s}$ $IE > 0.1 - 1.6 I_n$ $t_{lE} : 0.1 - 150 \text{ s}$	51 CURVA: MUY INV. TAP (I >): $0.95 I_n$ DIAL (K): 0.2 $I \gg 3.5 I_n$ $Ti \gg 0.2$
					200/5 A				N	CARACTERISTICA DE TIEMPO DEFINIDO $I > 0.5 - 2.05 I_n$ $t_l : 0.1 - 150 \text{ s}$ $IE > 0.1 - 1.6 I_n$ $t_{lE} : 0.1 - 150 \text{ s}$ $IE \gg 2.0 - 33.5 I_n$ $T_p : 0.05 - 1.55 \text{ s}$	51N CURVA: NORMAL INV. TAP (I >): $0.2 I_n$ DIAL (K): 0.1
R-21	NCTT	5A	GENERADOR MAK2		700/5 A	50 51 50N 51N	RELE DE SOBRECORRIENTE DE FASE Y TIERRA	IRI1-IE SEG	RST	CARACTERISTICA DE TIEMPO INVERSO $I > 0.5 - 2.05 I_n$ $t_l : 0.1 - 150 \text{ s}$ $IE > 0.1 - 1.6 I_n$ $t_{lE} : 0.1 - 150 \text{ s}$	51 CURVA: MUY INV. TAP (I >) $0.95 I_n$ DIAL (K) 0.2 $I \gg 3.5 I_n$ $Ti \gg 0.2$
					200/5 A				N	CARACTERISTICA DE TIEMPO DEFINIDO $I > 0.5 - 2.05 I_n$ $t_l : 0.1 - 150 \text{ s}$ $IE > 0.1 - 1.6 I_n$ $t_{lE} : 0.1 - 150 \text{ s}$ $IE \gg 2.0 - 33.5 I_n$ $T_p : 0.05 - 1.55 \text{ s}$	51N CURVA: NORMAL INV. TAP (I >) $0.2 I_n$ DIAL (K) 0.1

R-41	NCTT	5A	NEUTRO DE MAK1 Y MAK2		200/5 A	51N	RELE DE SOBRECORRIENTE A TIERRA TEMPORIZADO	XI1-S SEG	N	<p>CARACTERISTICA DE TIEMPO INVERSO</p> <p>IE> 0.25 – 1.75 Tp : 0.0 – 2 s IE>> 1.0 – 15 Tp : 0.0 – 2.5 s</p> <p>CARACTERISTICA DE TIEMPO DEFINIDO</p> <p>IE> 0.25 – 1.75 Tp : 0.0 – 100 s IE>> 1.0 – 15 Tp : 0.0 – 125 s</p>	<p>51N</p> <p>CURVA: NORMAL INV. TAP (I >): 0.25 In DIAL (K): 0.2</p>
------	------	----	-----------------------	--	---------	-----	---	-----------	---	--	---

BIBLIOGRAFIA

- Protecciones en las Instalaciones Eléctricas. Paulino Montané Sangra
- Sistemas Eléctricos de Gran Potencia. B.M. Weedy.
- Protección de Sistemas Eléctricos. José Ramírez Vásquez
- Manuales de Relés SIEMENS, SEG y GEC ALSTOM.
- Estudio : “ Evaluación y Diagnóstico del Sistema Eléctrico de Tumbes para adecuación a la Interconexión con el SICN”. PEPSA.