

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES PARA UN PEQUEÑO SISTEMA ELÉCTRICO

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

ERICK ROBERTH TUME RENDÓN

**PROMOCIÓN
2003 - II**

**LIMA – PERÚ
2010**

**ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES
PARA UN PEQUEÑO SISTEMA ELÉCTRICO**

A mis padres, por todo el
esfuerzo y la confianza
mostrada.

SUMARIO

El presente informe contiene el desarrollo de un estudio de coordinación de protecciones para un pequeño sistema eléctrico. Este trabajo se realizó en base a un estudio ya ejecutado para la empresa privada Cemento Sur S.A, por motivo de un incremento en su consumo de energía eléctrica. Para abastecer este nuevo consumo se tuvo que instalar un transformador de potencia, cambiando la configuración del sistema y los ajustes de los relés existentes.

El estudio se inició con la descripción del sistema eléctrico, los equipos que lo componen y sus protecciones existentes. Luego se identificaron cuales fueron los parámetros eléctricos de los equipos involucrados. Estos datos fueron utilizados en las simulaciones del sistema para diferentes casos de análisis. Con los parámetros y esquema unifilar del sistema se procedió con las simulaciones de flujo de potencia, según los escenarios que tiene el Sistema Interconectado Nacional – SINAC (avenida y estiaje máximo, avenida y estiaje mínimo) para estos cálculos. Con estos resultados se analizaron las condiciones de trabajo que tienen los componentes eléctricos en el sistema.

Teniendo las condiciones de funcionamiento de los equipos eléctricos correctamente, se procedió con el análisis de corto circuito en sus diversos casos (corto circuito trifásico y bifásico entre fases, fallas a tierra monofásica y bifásica), también con los diferentes escenarios que tiene el SINAC. Las simulaciones de todos estos casos, generaron valores que se tomaron en cuenta, cuando se realizó la coordinación de las protecciones, previo ajuste de los relés de protección.

ÍNDICE

CAPITULO I.....	3
ASPECTOS GENERALES.....	3
1.1 Introducción	3
1.2 Objetivo.....	3
1.3 Alcance del Estudio.....	3
1.4 Metodología	4
CAPÍTULO II	5
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ESTUDIO.....	5
2.1 Sistema Eléctrico.....	5
2.2 Sistema de protección	7
2.2.1 S.E Juliaca 60/22.9/10 kV	7
2.2.2 Planta Antigua 22.9/2.4 kV	7
2.2.3. Planta Nueva 22.9/4.2/0.48 kV	8
CAPÍTULO III.....	9
PARÁMETROS ELÉCTRICOS.....	9
3.1 Parámetros de líneas.-	9
3.2 Parámetros de los transformadores.-.....	9
CAPITULO IV	11
FLUJO DE POTENCIA.....	11
4.1 Objetivo.....	11
4.2 Datos del Sistema Eléctrico.....	11
4.3 Metodología	11
4.4 Consideraciones	12
4.5 Escenarios Evaluados	12
4.6 Software Utilizado.....	12
4.7 Resultado de Flujo de Carga	13
CAPÍTULO V	15

CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO	15
5.1 Objetivo.....	15
5.2 Consideraciones para la simulación.....	15
5.3 Casos considerados	15
5.4 Resultados.....	16
CAPITULO VI.....	18
DETERMINACIÓN DE AJUSTES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	18
6.1 Objetivo.....	18
6.2 Criterios para la determinación de ajustes.....	18
6.2.1 Criterios para la determinación de ajustes de Sobrecorriente Para fallas entre fases (50/51).....	18
6.2.2 Criterios para la determinación de ajustes de Sobrecorriente.....	19
Para fallas a tierra (50N/51N).....	19
6.2.3 Curvas de operación de los relés.	19
6.2.4 Criterios para la determinación de ajustes del Diferencial de Transformador (87T).....	20
6.3 Ajustes Referenciales para el Cálculo.....	21
6.4 Ajustes Propuestos Para los relés de Sobrecorriente	23
6.5 Ajuste y Calibración del Relé Diferencial, marca Alstom, modelo KBCH130 ...	24
ANEXOS.....	31
BIBLIOGRAFÍA.....	80

PRÓLOGO

En la industria, el consumo de energía se realiza a través de equipos eléctricos que requieren de una gran inversión, esta inversión se recuperará posteriormente a través de los años, mientras tanto estos equipos deben ser protegidos de posibles fallas que podrían ocasionarles averías sacándolos fuera de servicio y luego afectando el proceso industrial. Para evitar ese problema es preciso realizar un estudio de coordinación de protecciones que garantice una adecuada protección.

Es por esa razón, se ha creído conveniente desarrollar el tema de cómo se elabora un estudio de “coordinación de protecciones para un pequeño sistema eléctrico (el nombre de pequeño sistema eléctrico se refiere a sistemas eléctricos industriales radiales).

Para desarrollar en forma práctica el tema se ha tomado como referencia un estudio de coordinación de protecciones realizado a la empresa privada Cemento Sur S.A. elaborado en el 2008.

Este informe se desarrolló teniendo como herramienta el ETAP 5.0.3, software para análisis de sistemas de potencia que contiene los módulos de flujo de potencia, corto circuito y coordinación de protección, usados para agilizar los cálculos y simulaciones, bajo las normas IEC.

En el capítulo I, el estudio se inicia haciendo una descripción del sistema, el motivo por el cual se realizó, su objetivo y el alcance que tuvo.

En el capítulo II, se muestra la información acerca de los equipos eléctricos y las protecciones existentes en el sistema. A través del esquema unifilar se representa el sistema detallando las conexiones de los transformadores, líneas, consumidores, instrumentos de medición y relés de protección.

En el capítulo III, con la información de los equipos eléctricos, se obtuvieron los valores de sus parámetros eléctricos. Ingresando dichos parámetros al ETAP, se representaron todos los componentes del sistema y trabajo en las simulaciones que requiera el estudio.

En el capítulo IV, para el análisis de flujo de potencia se tomó en cuenta los escenarios de máxima y mínima demanda tanto en avenida como estiaje contemplando así temporadas que tiene el Sistema Interconectado Nacional (SINAC).

En el Capítulo V, para el análisis de corto circuito se trabajó en base a cuatro escenarios que tiene el SINAC. Para poder simular cada caso, se solicitó al Comité de Operación económica del Sistema COES, la potencia e impedancia equivalente del SINAC con respecto al sistema en estudio. Estos valores por cada escenario son diferentes debido principalmente a que la generación en el SINAC cambia por escenario. Por ejemplo en avenida tendremos solo generación hidráulica y en estiaje se hace presente la generación térmica cuyos parámetros son diferentes al hidráulico, por lo tanto la potencia de corto circuito y la impedancia equivalente del SINAC cambia. Además se consideró en las simulaciones, las fallas entre fases (trifásica o bifásica) y/o fallas fases a tierra (monofásica a tierra o bifásica a tierra).

En el capítulo VI, obtenidos los valores de cortos circuitos en las zonas relevantes de nuestro sistema se procedió a la coordinación de protecciones. Se trabajó gráficamente con las curvas de límite térmico de los equipos a proteger y las curva de actuación de los relés. Es preciso indicar que la coordinación solo se hizo para la protección de sobre intensidad, por pertenecer al tipo de protecciones denominadas abiertas o de segunda cobertura cuya característica común es la interdependencia [1].

Para el estudio de coordinación, el proyectista aplicó íntegramente sus conocimientos y experiencias, ya que el software solo facilita presentar las curvas gráficamente, moverlas, cambiar de tipo de curva y superponerlas. Finalmente se desarrolla en este capítulo el ajuste para la protección diferencial, protección del tipo cerrada o independiente [1].

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES

La elaboración de un estudio sobre coordinación de protecciones la haremos tomando como ejemplo un estudio realizado a la empresa privada Cemento Sur S.A. (CESUR). En cada capítulo iniciaremos describiendo en forma general lo que se debe realizar en cada parte del proyecto para luego mediante el ejemplo hacerlo práctico.

1.1 Introducción

En la actualidad el Sistema Eléctrico de Cemento Sur S.A. (CESUR) tiene limitaciones en la operación de su planta debido a la falta de capacidad de potencia para su demanda, no puede consumir más de 5 MVA.

Debido a este problema CESUR ha decidido ejecutar el proyecto que consiste en la implementación temporal de un transformador de potencia 60/22.9/10 kV de 7/7/2 MVA (ONAN) 9/9/2.5 MVA (ONAF), el cual se instalará en la S.E. Juliaca 138/60/10 kV propiedad de Red de Energía del Perú (REP). Esta subestación temporal dará energía a CESUR en el nivel de 22.9 kV a través de la línea de subtransmisión existente L – 0157 de 10.2 km.

1.2 Objetivo

El objetivo del presente informe es desarrollar en forma práctica como realizar el estudio de Coordinación de Protección hasta llegar a determinar los ajustes adecuados de los relés del sistema eléctrico, con la finalidad de lograr una operación adecuada de estos ante una falla, cumpliendo los requisitos básicos de la ingeniería de protecciones: selectividad, sensibilidad y rapidez.

1.3 Alcance del Estudio

El Estudio de Protecciones comprende lo siguiente:

- Diagrama unifilar de protección del área en estudio.
- Cálculos de corriente de cortocircuito para mínima y máxima demanda.
- Determinación de ajustes de relés que conforman el Sistema.
- Recomendaciones y conclusiones.

1.4 Metodología

Para realizar el estudio se realizaron los siguientes cálculos y simulaciones:

- El cálculo de flujo de potencia utilizando ETAP 5.0.3
- El cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizando ETAP 5.0.3
- El coordinamiento de protecciones utilizando el modulo STAR del ETAP 5.0.3.

El desarrollo y metodología de estudio se realizaron bajo los siguientes documentos técnicos:

- IEEE Std 242-1986: IEEE Recomendaciones practicas para la protección y coordinación de sistemas eléctricos industriales y comerciales [6].
- Criterios de ajustes y coordinación de protección del SEIN [8].
- Informe técnico revisión de ajustes actuales del sistema de alimentación en 22.9 kV de CESUR S.A.
- Manuales de relés multifunción.

CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ESTUDIO

Este capítulo contiene la descripción del sistema eléctrico a estudiar, esta descripción será producto de la información recopilada a través de las visitas y reuniones con el personal responsable por parte del cliente. En esta parte del estudio es importante obtener la información detallada de los equipos que componen el sistema, ya que más adelante esta información será utilizada para simular cada componente en un software que realizará cálculos de acuerdo al análisis que se requiera.

2.1 Sistema Eléctrico

El Sistema Eléctrico será alimentado en 60 kV desde la S.E. Juliaca propiedad de Red de Energía del Perú (REP), en dicha subestación se instalará temporalmente un transformador de Potencia $(60 \pm 13 \times 1\%) / 22.9/10$ kV de 7/7/2 MVA (ONAN), grupo de conexión YNyd5. La salida en 22.9 kV alimentará a través de una línea L-0157 de 10.2 km al sistema en estudio.

El Sistema eléctrico tiene los siguientes transformadores de Potencia:

- Un transformador de potencia de dos (02) devanados 22.9/2.4 kV de 5 MVA, grupo de conexión YNd11.
- Un transformador de Potencia de tres (03) devanados 22.9/4.2/0.48 kV de 8/6.5/1.5 MVA (ONAN), grupo de conexión YNd0yn0.

A continuación se presenta el esquema unifilar del sistema eléctrico en estudio. En este esquema se representa la subestación Juliaca 138/60/10 kV. A través de esta, la planta se conecta con el sistema interconectado nacional SINAC. Para el nivel de tensión en 60 kV, se encuentra la Subestación Temporal que tendrá un transformador (instalación temporal) de 03 devanados 60/22.9/10 kV. Para el nivel de tensión en 22.9 kV, se conectan dos subestaciones, una para la planta antigua a través de un transformador de 02 devanados 22.9/2.4 kV que en 2.4 kV alimentará las cargas conectadas a la Barra I y Barra II. La otra Subestación Planta Nueva tiene un transformador de 03 devanados. En la lámina A – 01 del Plano, 2336 – S01 se detalla el esquema

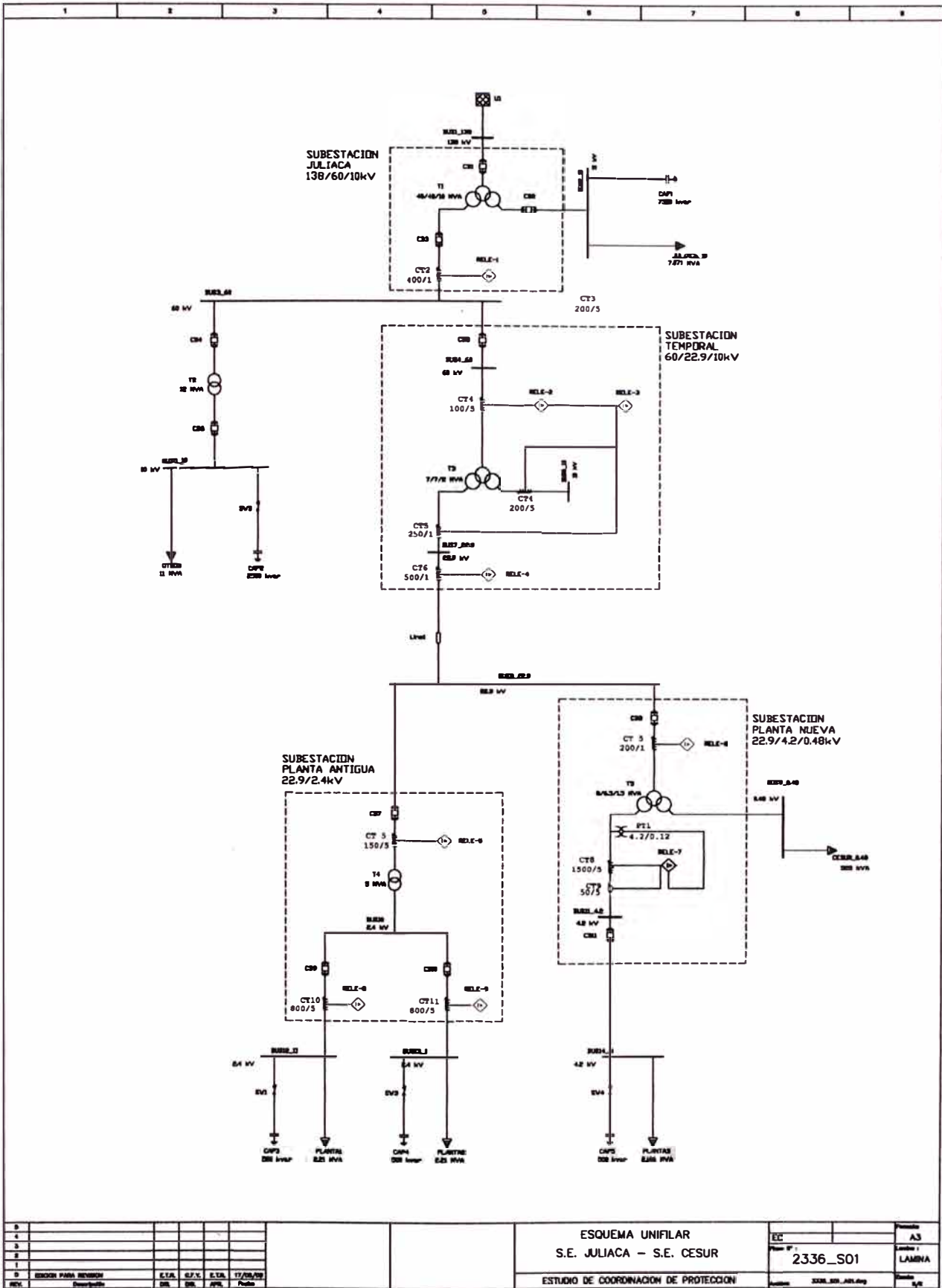


Figura 2.1- Esquema unifilar de Sistema Eléctrico CESUR

2.2 Sistema de protección

2.2.1 S.E Juliaca 60/22.9/10 kV

En esta subestación tenemos un transformador de Potencia $(60 \pm 13 \times 1\%)$ /22.9/10 kV de 7/7/2 MVA, grupo de conexión YNyd5, cuenta para su protección con los siguientes equipos:

a. Un (01) Relé Diferencial del Transformador marca ALSTOM, modelo KBCH130 con funciones:

- Diferencial de Transformador (87).
- Restricción por corriente de Magnetización.
- Bloqueo por sobreflujo 5th Armónica.

b. Un (01) Relé de Sobrecorriente, ubicado en el nivel de 60 kV, marca SEG, modelo IR11, con funciones:

- Sobrecorriente de fases (50/51).
- Sobrecorriente de tierra (50N/51N).

c. En el nivel de 22.9 kV se cuenta con una celda de salida para la línea existente de 10.2 km que alimenta al Sistema eléctrico y cuenta para su protección con un recloser marca SEL, modelo SEL351R-2, con funciones:

- Sobrecorriente de fases (50/51).
- Sobrecorriente de tierra (50N/51N).

2.2.2 Planta Antigua 22.9/2.4 kV

Esta parte del Sistema Eléctrico tiene un transformador de Potencia 22.9/2.4 kV de 5 MVA, grupo de conexión YNd11 cuenta para su protección con los siguientes equipos.

a. Un (01) Relé de sobrecorriente, ubicado en la llegada general 22.9 kV marca GENERAL ELECTRIC, modelo F35, con funciones:

- Sobrecorriente de fases (50/51).
- Sobrecorriente de tierra (50N/51N).

b. Un (01) Relé de sobrecorriente, ubicado en la celda de salida 2.4 kV, hacia la barra I marca GENERAL ELECTRIC, modelo F35, con funciones:

- Sobrecorriente de fases (50/51).

c. Un (01) Relé de sobrecorriente, ubicado en la celda de salida 2.4 kV, hacia la barra II marca GENERAL ELECTRIC modelo F35, con funciones:

- Sobrecorriente de fases (50/51).

2.2.3. Planta Nueva 22.9/4.2/0.48 kV

Esta parte del Sistema Eléctrico tiene un Transformador de Potencia de 22.9/4.2/0.48 kV, 8/6.5/1.5 MVA (ONAN), grupo de conexión YNd0yn0 cuenta para su protección con los siguientes equipos:

a. Un (01) Recloser de sobrecorriente, ubicado en la llegada general 22.9 kV marca SEL, modelo SEL – 351R – 2, con funciones:

- Sobrecorriente de fase y tierra (50/51).
- Sobrecorriente de tierra (50/51N).

b. Un (01) Relé multifunción ubicado en la celda de llegada general 4.2 kV, marca GENERAL ELECTRIC modelo F35, con funciones:

- Sobrecorriente de fases (50/51 N).
- Sobrecorriente de tierra (50N/51N).

CAPÍTULO III PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Luego de recopilar los datos se procede a ordenarlos y clasificarlos. Dentro de los datos necesarios para realizar el proyecto, están los parámetros de los equipos eléctricos. Estos datos deben ser específicos y veraces, para que al ser ingresados al software de simulación y se realicen los cálculos, estos sean muy cercanos a la realidad.

En el caso de los parámetros necesarios para el sistema que estamos tomando como referencia, observamos que solo tenemos una línea de transmisión y tres transformadores de potencia, para los cuales necesitaremos sus datos completos y reales.

3.1 Parámetros de líneas.-

El presente estudio existe una línea que interconecta a la planta con el SINAC. Los datos de esta línea se describen en la tabla 3.1.

3.2 Parámetros de los transformadores.-

En el presente estudio hay cinco transformadores de los cuales se consideraran dentro del estudio los transformadores T3, T4 y T5 según tabla 3.2.

Tabla 3.1-Parámetros Eléctricos de Líneas Aéreas.

Línea / cable	Código	kV	Conductor			
			Tipo	A	mm ²	km
Alimentador de planta CESUR	L-0157	22.90	AAAC	340.00	120.00	10.20
	R(+)	X(+)	B(+)	R(0)	X(0)	B(0)
	ohm/ km	ohm/ km	uS/ km	ohm/ km	ohm/ km	uS/ km
	0.31	0.44	3.36	0.48	1.20	2.06

Tabla 3.1-Parámetros de transformadores de tres y dos devanados

Subestaciones	Fases	T1 - S.E Juliaca	T3 - S.E Temporal	T5 - S.E Planta nueva	T2 - S.E Juliaca	T4 - S.E Planta antigua
Tensión nominal (kV)	P	138±8x1.25	60±13x1	22.9	60.00	10.00
	S	60.00	22.9	4.2	10.00	2.40
	T	10	10	0.48	-	-
Potencia nominal (MVA)	P	40	7	8	12	5
	S	40	7	6.5	12	5
	T	10	2	1.5	-	-
Reactancia de corto circuito (%)	P-S	13.11	7.03	7.41	8.6	5.4
	P-T	14.32	6.04	7	-	-
	S-T	6.64	2.35	8	-	-
BASE	MVA	40	7	8	12	5
TAPS	Tap min	-8	-13	0	-	-
	Tap med	0	0	0	0	0
	Tap max	8	13	0	-	-
%TAPS de ajuste		-1.25	-6	0	-	-
Grupo de conexión		YNynd5	YNynd5	YNynd0	YNd5	YNd11

CAPÍTULO IV FLUJO DE POTENCIA

Para desarrollar esta parte del proyecto se requiere haber esquematizado el diagrama unifilar del sistema eléctrico, considerando todos los equipos eléctricos y sus respectivos parámetros. En esta parte del proyecto es importante tener como herramienta un software de flujo de potencia que facilite el cálculo y simule todos los escenarios que creemos conveniente analizar. Para nuestro ejemplo usaremos el Módulo de Flujo de potencia que tiene el ETAP 5.0.3.

4.1 Objetivo

El objetivo del presente Cálculo de Flujo de carga es analizar el comportamiento Eléctrico del Sistema Eléctrico asociado al Transformador de Potencia temporal ($60 \pm 13 \times 1\%$)/22.9/10 kV ubicado en la S.E. de Juliaca 138/60/10 kV.

Las simulaciones de Flujo de carga permiten observar el comportamiento del sistema estacionario determinándose los niveles de tensión en barras, la distribución de los Flujos de Potencia (Activa y Reactiva).

Además permite verificar la capacidad de transmisión de sus equipos eléctricos observando que no operen en condiciones de sobrecarga y/o niveles de tensión en Barra fuera del rango permitido por la norma técnica de calidad de los servicio eléctricos [5].

4.2 Datos del Sistema Eléctrico

Para el análisis de Flujo de Potencia se ha tomado en cuenta la configuración actual del Sistema Interconectado Nacional (SINAC) para las Demandas Máximas y Mínimas según el COES para el 2008.

4.3 Metodología

Para evaluar los resultados de flujo de potencia de un sistema eléctrico en régimen estable se consideran como criterios de calidad y confiabilidad que el sistema debe satisfacer las siguientes condiciones:

Niveles de Tensiones Admisibles en Barras

- Operación Normal $\pm 5\% V_n$

- Operación en Contingencia : $\pm 5\%$, $V_n - 10\% V_n$

Líneas y Transformadores sin sobrecarga

- Operación Normal : $100\% V_n$
- Operación en Contingencia : $120\% V_n$

4.4 Consideraciones

Se considera las cargas como potencia constante concentrada en la barra de cada celda del Sistema eléctrico. En este caso el sistema eléctrico está compuesto por tres cargas importante:

Tabla 4.1- Cuadro de cargas

UBICACIÓN	KV	Máxima Demanda(CESUR)		
		P	Q	S
		MW	MVAR	MVA
BUS14_N	4.2	1.966	0.157	1.972
BUS9_0.48 (Planta Nueva)	0.48	0.492	0.157	0.516
BUS13_I (Barra I)	2.4	2.025	0.183	2.033
BUS12_II (Barra II)	2.4	2.025	0.183	2.033
TOTAL		6.508	0.68	6.554

4.5 Escenarios Evaluados

Para el cálculo de flujo de potencia se ha considerado la operación del sistema eléctrico según las temporadas que tiene el SINAC para el año 2,008.

- Avenida Máxima.
- Avenida Mínima.
- Estiaje Máxima.
- Estiaje Mínima.

4.6 Software Utilizado

El software utilizado para realizar el análisis y simulaciones de flujo de carga del sistema eléctrico, es el ETAP 5.0.3. Con su módulo Load flow Análisis en corriente alterna

4.7 Resultado de Flujo de Carga

Los resultados son mostrados en forma gráfica en el Anexo A del presente estudio.

- Según los criterios de evaluación del ítem 4.3 y las cargas consideradas para el sistema eléctrico, se resume :

La carga máxima es de 6.508 MW.

- Los casos analizados no presentan sobrecargas en líneas y/o transformadores y las tensiones en barras con carga están dentro del rango aceptable de $\pm 5\%$ Vn (Vn: Tensión Nominal).

Tabla 4.2- Flujo de potencia

BUS		VOLTAJE		GENERACIÓN		CARGA	
ID	Kv	% Mag	Ang.	MW	MVAr	MW	MVAr
* BUS1_138	138.00	100.00	0.00	22.35	2.10	0.00	0.00
BUS2_10	10.00	99.64	-3.50	0.00	0.00	4.96	-2.48
BUS3_60	60.00	99.84	-3.90	0.00	0.00	0.00	0.00
BUS4_60	60.00	99.84	-3.90	0.00	0.00	0.00	0.00
BUS5_10	10.00	98.79	-8.10	0.00	0.00	10.31	0.57
BUS6_10	10.00	104.40	-6.50	0.00	0.00	0.00	0.00
BUS7_22.9	22.90	104.09	-7.30	0.00	0.00	0.00	0.00
BUS8_22.9	22.90	99.41	-10.10	0.00	0.00	0.00	0.00
BUS9_0.48	0.48	99.17	-10.80	0.00	0.00	0.49	0.16
BUS10	2.40	98.22	-13.50	0.00	0.00	0.00	0.00
BUS11_4.2	4.20	99.14	-11.30	0.00	0.00	0.00	0.00
BUS12_II	2.40	98.22	-13.50	0.00	0.00	2.03	0.18
BUS13_I	2.40	98.22	-13.50	0.00	0.00	2.03	0.18
BUS14_N	4.20	99.14	-11.30	0.00	0.00	1.97	0.16

* Barra de voltaje regulado

Tabla 4.3- Flujo de potencia

ID	FLUJO DE POTENCIA				XFMR
	MW	MVAr	A	%PF	% Tap
BUS3_60 & BUS2_10	22.35	2.10	93.90	99.60	-1.25
BUS1_138 & BUS3_60	-4.96	2.48	321.60	-89.40	
BUS5_10	10.35	1.32	100.50	99.20	
BUS4_60	6.82	1.77	67.90	96.80	
BUS2_10 & BUS1_138	-17.17	-3.09	168.10	98.40	
BUS3_60	-6.82	-1.77	67.90	96.80	
BUS7_22.9 & BUS6_10	6.82	1.77	67.90	96.80	-6
BUS3_60	-10.31	-0.57	603.20	99.80	
BUS4_60 & BUS7_22.9	0.00	0.00	0.00	0.00	
BUS8_22.9	6.78	1.33	167.30	98.10	
BUS6_10 & BUS4_60	-6.78	-1.33	167.30	98.10	
BUS7_22.9	-6.53	-0.97	167.40	98.90	
BUS10	4.07	0.61	104.40	98.90	
BUS11_4.2 & BUS9_0.48	2.46	0.36	63.00	98.90	
BUS8_22.9 & BUS11_4.2	-0.49	-0.16	626.20	95.20	
BUS8_22.9	-4.05	-0.37	996.20	99.60	
BUS12_II	2.03	0.18	498.10	99.60	
BUS13_I	2.03	0.18	498.10	99.60	
BUS14_N	1.97	0.16	273.40	99.70	
BUS9_0.48 & BUS8_22.9	-1.97	-0.16	273.40	99.70	
BUS10	-2.03	-0.18	498.10	99.60	
BUS10	-2.03	-0.18	498.10	99.60	
BUS11_4.2	-1.97	-0.16	273.40	99.70	

CAPÍTULO V CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO

De la misma manera que para el cálculo de flujo de potencia, es importante utilizar un software que nos permita hacer las simulaciones y cálculos de este tipo.

Continuamos con el ejemplo práctico.

5.1 Objetivo

El objetivo del presente cálculo de corriente de cortocircuito es analizar el comportamiento del sistema eléctrico en estudio ante la ocurrencia de fallas por sobrecorriente en el nivel de 60 kV, 22.9 kV y 4.2 kV con la finalidad de poder determinar los ajustes adecuados de los equipos de protección.

5.2 Consideraciones para la simulación

Se consideró la base de datos de todo el Sistema Interconectado Nacional (SINAC) mediante su equivalente en Potencia de corto circuito e impedancia. Estos datos fueron dados para los escenarios de Avenida máximo y mínimo, así como para Estiaje máximo y mínimo, según el COES año 2008.

Las simulaciones de corrientes de cortocircuito han sido determinadas con el software ETAP 5.0.3 de acuerdo a las normas IEC60909-0 [3].

Las fallas evaluadas para cada escenario son:

- Falla trifásica ($I_{kssA}=I_{kssB}=I_{kssC}=I_{kss}$).
- Falla bifásica ($I_{kssB}=I_{kssC}$).
- Falla monofásica ($3I_0=I_{kssA}+I_{kssB}+I_{kssC}$).

Todas fallas son francas.

5.3 Casos considerados

Para poder determinar las corrientes máximas y mínimas de cortocircuito del sistema eléctrico en estudio se analizó según en las siguientes temporadas para el año 2008:

- Avenida Máxima.
- Avenida Mínima.
- Estiaje Máxima.

- Estiaje Mínima.

5.4 Resultados

En los siguientes cuadros de resumen se muestra los resultados del cálculo de corrientes de cortocircuito y en el Anexo B se muestran dichos resultados en diagramas unifilares.

Tabla 5.1- Avenida máxima

Barras		Falla trifásica (kA)	Falla monofásica (kA)			Falla Bifásica a tierra (kA)		
ID	kV		Ik(0Ω)	Ik(50Ω)	Ik(100Ω)	Ik(0Ω)	Ik(10Ω)	Ik(50Ω)
BUS1_138	138.00	1.97	2.50	1.36	0.80	2.48	2.64	2.09
BUS3_60	60.00	1.87	2.54	0.71	0.37	2.58	2.36	1.80
BUS4_60	60.00	1.87	2.54	0.71	0.37	2.58	2.36	1.80
BUS7_22.9	22.90	1.72	2.36	0.29	0.14	2.40	1.83	1.56
BUS8_22.9	22.90	1.08	1.49	0.27	0.14	1.55	1.23	1.00
BUS10	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.61	5.61	5.61
BUS12_II	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.61	5.61	5.61
BUS13_I	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.61	5.61	5.61
BUS14_N	4.20	4.29	0.00	0.00	0.00	3.72	3.72	3.72

Tabla 5.2-Avenida mínimo

Barras		Falla trifásica (kA)	Falla monofásica (kA)			Falla Bifásica a tierra (kA)		
ID	kV		Ik(0Ω)	Ik(50Ω)	Ik(100Ω)	Ik(0Ω)	Ik(10Ω)	Ik(50Ω)
BUS1_138	138.00	1.71	2.22	1.28	0.78	2.22	2.33	1.86
BUS3_60	60.00	1.75	2.40	0.70	0.37	2.45	2.25	1.70
BUS4_60	60.00	1.75	2.40	0.70	0.37	2.45	2.25	1.70
BUS7_22.9	22.90	1.68	2.30	0.28	0.14	2.35	1.79	1.53
BUS8_22.9	22.90	1.07	1.46	0.27	0.14	1.53	1.21	0.99
BUS10	2.40	6.42	0.00	0.00	0.00	5.56	5.56	5.56
BUS12_II	2.40	6.42	0.00	0.00	0.00	5.56	5.56	5.56
BUS13_I	2.40	6.42	0.00	0.00	0.00	5.56	5.56	5.56
BUS14_N	4.20	4.24	0.00	0.00	0.00	3.67	3.67	3.67

Tabla 5.3-Estiaje máximo

Barras		Falla trifásica (kA)	Falla monofásica (kA)			Falla Bifásica a tierra (kA)		
ID	kV	$I_k(0\Omega)$	$I_k(0\Omega)$	$I_k(50\Omega)$	$I_k(100\Omega)$	$I_k(0\Omega)$	$I_k(10\Omega)$	$I_k(50\Omega)$
BUS1_138	138.00	1.97	2.50	1.36	0.80	2.48	2.64	2.10
BUS3_60	60.00	1.87	2.54	0.71	0.37	2.58	2.37	1.80
BUS4_60	60.00	1.87	2.54	0.71	0.37	2.58	2.37	1.80
BUS7_22.9	22.90	1.72	2.36	0.29	0.14	2.41	1.83	1.57
BUS8_22.9	22.90	1.08	1.49	0.27	0.14	1.55	1.23	1.00
BUS10	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.62	5.62	5.62
BUS12_II	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.62	5.62	5.62
BUS13_I	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.62	5.62	5.62
BUS14_N	4.20	4.29	0.00	0.00	0.00	3.72	3.72	3.72

Tabla 5.3-Estiaje mínimo

Barras		Falla trifásica (kA)	Falla monofásica (kA)			Falla Bifásica a tierra (kA)		
ID	kV	$I_k(0\Omega)$	$I_k(0\Omega)$	$I_k(50\Omega)$	$I_k(100\Omega)$	$I_k(0\Omega)$	$I_k(10\Omega)$	$I_k(50\Omega)$
BUS1_138	138.00	1.59	2.09	1.25	0.77	2.10	2.21	1.76
BUS3_60	60.00	1.70	2.32	0.70	0.37	2.38	2.19	1.65
BUS4_60	60.00	1.70	2.32	0.70	0.37	2.38	2.19	1.65
BUS7_22.9	22.90	1.66	2.28	0.28	0.14	2.33	1.77	1.51
BUS8_22.9	22.90	1.06	1.45	0.27	0.14	1.52	1.20	0.98
BUS10	2.40	6.38	0.00	0.00	0.00	5.53	5.53	5.53
BUS12_II	2.40	6.38	0.00	0.00	0.00	5.53	5.53	5.53
BUS13_I	2.40	6.38	0.00	0.00	0.00	5.53	5.53	5.53
BUS14_N	4.20	4.21	0.00	0.00	0.00	3.65	3.65	3.65

CAPÍTULO VI

DETERMINACIÓN DE AJUSTES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN

Para realizar los ajustes de las protecciones primero se debe tener en cuenta los valores de corto circuito, delimitar las zonas de acuerdo a los corto circuitos obtenidos y ajustar los relés de acuerdo a la zona donde se requiera proteger. Todo este análisis se puede hacer en forma gráfica superponiendo las curvas de límite térmico de los equipos a proteger así como las curvas de actuación escogidas inicialmente para cada relé. Afortunadamente en la actualidad también hay software con módulos especializados que realizan dicho trabajo. Pero en este caso el software solo ayudará a representar las curvas en forma gráfica de acuerdo a las características que se escojan, pero de ninguna manera calcula algún valor de ajuste, ese cálculo o criterio queda a total responsabilidad del proyectista.

6.1 Objetivo

Los objetivos básicos de la protección en cualquier sistema eléctrico son:

- Mantener la estabilidad dinámica del sistema eléctrico.
- Minimizar el área del sistema eléctrico que sale de servicio por efecto de una falla.
- Minimizar los daños en equipos fallados.
- Reducir el tiempo de interrupción y costo de interrupción.
- Detectar las fallas a las mínimas corrientes de falla.

6.2 Criterios para la determinación de ajustes

6.2.1 Criterios para la determinación de ajustes de Sobrecorriente

Para fallas entre fases (50/51)

- El valor de arranque de los relés de Sobrecorriente no debe ser inferior al 120% de la corriente máxima de carga o corriente nominal.
- El arranque determinado debe permitir el transporte total de la carga y no deben actuar cuando se conecten cargas (corriente de Inrush).
- Los ajustes de los relés deben proteger a los equipos (Transformadores, líneas, generadores, motores eléctricos, etc.) de sus límites de sobrecarga térmica y dinámica según sus curvas características.

- La curva de daños térmico y dinámico de los transformadores de potencia se determinan según norma ANSI/IEEE C57, 91-1981[9].
- Se toma en cuenta la curva de daño dinámico del transformador de potencia de 5MVA y 8 MVA. Las Características de operación de los relés deben estar debajo de esta curva de selectividad.
- Para transformadores menores a 2 MVA; $I_{inrush} = 8 \times I_N$
- Para transformadores mayores a 2 MVA; $I_{inrush} = 10-12 \times I_N$. Con un tiempo de dirección de 100mseg, según estándar /IEEEStd242 “Recomendaciones prácticas para la protección y coordinación de sistemas eléctricos industriales y comerciales.
- El intervalo de tiempo de coordinamiento entre relés es aproximadamente de 250 ms como mínimo.
- Los tiempos de ajustes y curvas dependen de las corrientes de cortocircuito y la forma de la red.

6.2.2 Criterios para la determinación de ajustes de Sobrecorriente

Para fallas a tierra (50N/51N)

- El valor de arranque de los relés oscila entre 20 a 40% de la corriente máxima de carga o corriente máxima de carga o corriente nominal.
- Los tiempos de ajuste y curva dependen de la corriente de cortocircuito y la forma de la red.

6.2.3 Curvas de operación de los relés.

Curvas IEC 60255-3

$$T = Mx \left(\frac{K}{\left(\frac{I}{I_{pu}} \right)^E - 1} \right) \quad (6.1)$$

Donde

T	:	Tiempo de disparo (en segundos)
TDM	:	Ajuste del Multiplicador
I	:	Corriente de Entrada
I _{pu}	:	Ajuste de corriente pick-u

K, E : Constantes

Tabla 6.1- Constantes para definir las curvas IEC.

Curva IEC (BS)	K	E
IEC Curva A (BS142)	0.140	0.020
IEC Curva B (BS142)	13.500	1.000
IEC Curva C (BS142)	80.000	2.000
IEC Curva Inversa Corta	0.050	0.040

Para la determinación de los ajustes de Sobrecorriente entre fases y tierra se tiene que analizar los datos generados por las simulaciones de corto circuito. Para el ajuste de los equipos de protección debemos de identificar:

I > : Es el valor de la corriente donde empieza la curva de protección, corriente Vs. tiempo, para fallas entre fases. Este valor es un porcentaje del valor nominal del primario del transformador de corriente CT.

Curva : Es el tipo de curva que se define para protección.

TMS : Valor que define una curva dentro de la familia de curvas que tiene el relé.

I >> : Es el valor de la corriente para el disparo por corto circuito. Este valor es un porcentaje del valor nominal del primario del transformador de corriente CT.

I₀ > : Es el valor de la corriente donde empieza la curva de protección corriente Vs. tiempo, para fallas a tierra. Este valor es un porcentaje del valor nominal del primario del transformador de corriente CT.

Todos estos valores deben ser ingresados al software que usaremos para la coordinación de protecciones, en nuestro caso el ETAP 5.0.3.

6.2.4 Criterios para la determinación de ajustes del Diferencial de Transformador (87T).

La protección diferencial compara corrientes de entrada y salida del transformador de potencia por fase, las cuales dejan de ser iguales cuando existen fallas internas que derivan corrientes por caminos no previstos. El campo de actuación del diferencial está limitado por los transformadores de corriente que alimentan al relé. Como se observa esta protección tiene un ajuste separado de los demás por ser del tipo cerrada o independiente [1]. Para la determinación de los ajustes de esta función de protección se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Grupo de conexión del transformador de potencia, para determinar la compensación de fase. En relés antiguos esto se realizaba a través de transformadores auxiliares, en los relés de versión moderna es parte del ajuste.
- Potencia máxima del transformador con ventilación forzada.
- Relación de transformación del transformador de potencia y de los transformadores de corrientes, para determinar la compensación de amplitud. En relés antiguos se hacía con transformadores auxiliares, en relés de versión moderna es parte del ajuste.
- Los relés de versión moderna disponen de filtros de segunda armónica para evitar actuaciones del relé en energizaciones del transformador de potencia. También disponen de filtros de quinta armónica los cuales se producen como consecuencia de la sobre excitación.
- Uno de los parámetros más importantes a ser ajustados es, la corriente diferencial (I_{diff}) el cual se determina a partir de la diferencia entre valores de corriente presente en los secundarios de los transformadores de corrientes en ambos lados del transformador de potencia.
- Otro de los parámetros a ser ajustados es la pendiente de estabilización la cual compensa los errores insertados al relé por los transformadores de corriente y el cambiador automático de taps.

6.3 Ajustes Referenciales para el Cálculo

En el presente estudio se tiene como referencia los ajustes de los siguientes equipos de protección ubicados en la S.E. Juliaca 138/60 kV:

a) Subestación Juliaca (REP), lado 138 kV.

- Datos Generales

Marca : ABB

Modelo : IKC911 (3x1 Relé/ Fase “Fallas entre Fases” y 1 Relé “Fallas a tierra”).

CT : 200/1 A

- Sobre corriente de fases

- Primer Umbral (Tiempo Inverso)

$I >$: 1.2 pu (240 A primarios).

Curva : Muy Inverso – IEC.

TMS : 0.18

- Segundo Umbral (Instantáneo)

I>> : 8.0 pu (1600 A primarios).

- Sobrecorriente a Tierra

- Primer Umbral (Tiempo Inverso).

I_o> : 0.4 pu (80 A Primarios).

Curva : Muy Inverso – IEC.

TMS : 0.30

- Segundo Umbral (Instantáneo)

I_o>> : 0 (Bloqueado).

b) Subestación Juliaca (REP), lado 60 kV

- Datos Generales.

Marca : ABB

Modelo : IKC911 (3x1 Relé/ Fase “Fallas entre Fases” y 1 Relé “Fallas a Tierra”).

CT : 400 / 1 A

- Sobrecorriente de fases

- Primer Umbral (Tiempo Inverso).

I> : 1.4 p.u (560 A Primarios)

Curva : Muy Inverso – IEC.

TMS : 0.10

- Segundo Umbral (Instantáneo)

I>> : 0 (Bloqueado).

- Sobrecorriente a Tierra

- Primer Umbral (Tiempo Inverso).

I_o> : 0.4 pu (160 A Primarios).

Curva : Muy Inverso – IEC.

TMS : 0.32

- Segundo Umbral (Instantáneo)

I_o>> : 0 (Bloqueado).

Se recuerda que estos valores de ajuste ya han sido establecidos por Red de Energía del Perú-REP en 138 kV. Para nuestro estudio de coordinación utilizaremos estos datos para obtener las curvas de protección que tomaremos como referencia aguas arriba, de nuestra coordinación de protecciones.

6.4 Ajustes Propuestos Para los relés de Sobrecorriente

En la siguiente tabla resumen se muestran los ajustes de Sobrecorriente propuestos los cuales aseguran una adecuada coordinación de protecciones. Dichos ajustes también son reportados por el modulo STAR del ETAP 5.0.3. y se pueden ver en el anexo C.

Tabla 6.2- Valores de ajuste para los relés

Descripción	Circuito	Marca / Tipo	CT	Para.	Fases		Tierra	
					I >	I >>	I o >	I o >>
S.E. Temporal	Llegada General de 60 kV	RELE2 SEG IR11	100/5	Curva	Normal Inverso	Inst.	Normal Inverso	Inst.
				Ajuste	125A	1000A	10A	540
				TMS	0.24	0.26 s	0.31	0.10s
S.E. Temporal	Salida General de 22.9 kV	RELE4 SEL 351R-2	500/1	Curva	U1-Mod. Inverso	Inst.	C1-IEC-S. Inverso	Inst.
				Ajuste	280A	1500A	25A	700A
				TMS	2.18	0.25s	0.21	0.1s

Tabla 6.3- Valores de ajuste para los relés

Descripción	Circuito	Marca / Tipo	CT	Para.	Fases		Tierra	
					I >	I >>	I o >	I o >>
S.E. Planta Antigua	Llegada General de 22.9 kV	RELE5 GE F35	150/5	Curva	IAC Inverso	Inst.	IEEE Muy Inverso	Inst.
				Ajuste	150A	1350A	18A	600
				TMS	2	0s	0.5	0s
S.E. Planta Nueva	Llegada General 22.9 kV	RELE6 SEL 351R-2	200/1	Curva	U1-Mod. Inverso	Inst.	C1-IEC-S. INV	v
				Ajuste	250A	850A	20A	300A
				TMS	1.5	0.25s	0.16	0.25s
	Llegada General de 4.2 kV	RELE7 GE F35	1500/5	Curva	C1-IEC-S. INV	INST
				Ajuste	1110A	4200		
				TMS	0.07	0s		

6.5 Ajuste y Calibración del Relé Diferencial, marca Alstom, modelo KBCH130

La protección diferencial del transformador de potencia está constituida por un relé numérico modelo KBCH 130 – ALSTOM (para transformadores de tres devanados), el cual tiene un elemento diferencial polarizado por fase con una característica de operación tal como se muestra en la figura 6.1.

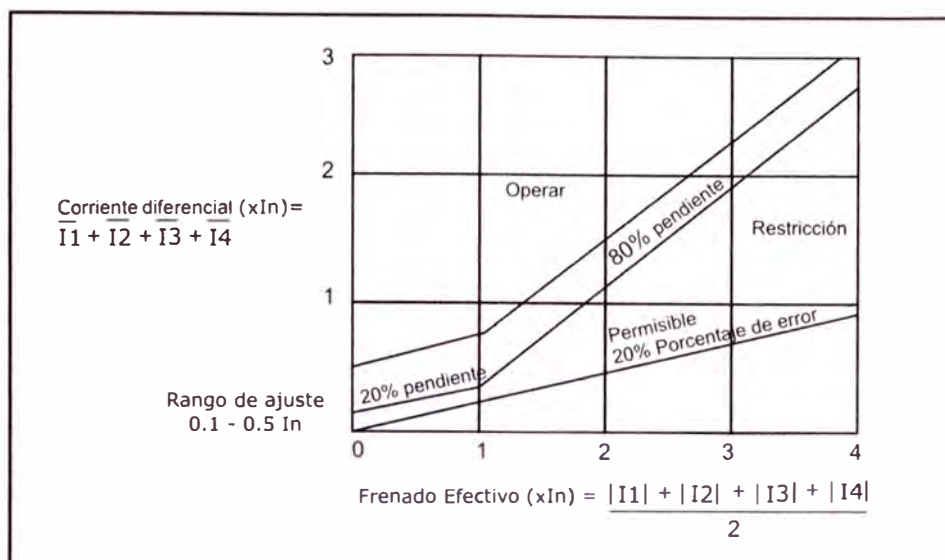


Figura 6.1-Característica de frenado

La corriente diferencial mínima requerida para operación es ajustable entre el 10% y el 50% de la corriente ponderada. El KBCH 130 tiene una característica de polarización con pendiente doble.

La pendiente inicial del 20%, desde cero a la corriente ponderada, asegura la sensibilidad a fallas, lo que permite una discrepancia del 15% cuando el transformador de potencia, está al límite del rango de toma, además de los errores de relación del transformador de corriente. Con corrientes por encima de la ponderada, pueden introducirse gradualmente errores adicionales como resultado de la saturación del CT. Por eso la pendiente de polarización se ha incrementado hasta el 80% para compensarlo.

Cálculo de ajustes

Los cálculos de los ajustes de la protección diferencial se hacen sobre la característica del equipo a proteger, no siendo necesario coordinar con otro equipo de protección.

Datos del relé

Fabricante : ALSTOM
 Modelo : KBCH 130

Datos del Transformador de Potencia

Potencia	:	7 / 7 / 2 MVA (ONAN)
Niveles de Tensión	:	60 ± 13x1% / 22.9 / 10 kV
Grupo de Conexión	:	YNyn0d5
Tensión de cortocircuito	:	7.033 % (P-S) / (Pb=9 MVA) 6.038 % (P-T) / (Pb=9 MVA) 2.363 % (S-T) / (Pb=2.5 MVA)

Para el cálculo de este relé diferencial se ha considerado como un transformador de 2 devanados 60/22.9 kV, debido a que el nivel de 10 kV no alimentará ninguna carga. Esta configuración se calibrará en el relé como: **HV + LV**.

1) Cálculo de la máxima corriente de carga.

$$I_1 = \frac{S_p}{\sqrt{3} \times V_1} \quad (6.2)$$

$$I_2 = \frac{S_s}{\sqrt{3} \times V_2} \quad (6.3)$$

I_1 : Corriente de carga HV del transformados de potencia.

I_2 : Corriente de carga LV del transformados de potencia.

S_p : Potencia nominal HV del transformador de potencia.

S_s : Potencia nominal LV del transformador de potencia.

V_1 : Tensión nominal HV del transformador de potencia.

V_2 : Tensión nominal LV del transformador de potencia.

$$I_1 = \frac{S_p}{\sqrt{3} \times V_1} = \frac{7000kVA}{\sqrt{3} \times 60kV} = 67.360 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{S_s}{\sqrt{3} \times V_2} = \frac{7000kVA}{\sqrt{3} \times 22.9kV} = 176.488 \text{ A}$$

2) Cálculo de las corrientes de Carga en el lado secundario del TC con máxima capacidad del transformador.

Relaciones del TC:

Primario :

K_{t1} : Relación de transformación lado primario.

$$K_{t1} = 75/5 = 15$$

Secundario :

K_{t2} : Relación de transformación lado secundario.

$$K_{t2} = 200/5 = 40$$

$$i_1 = \frac{I_1}{K_{t1}} \quad (6.4)$$

$$i_2 = \frac{I_2}{K_{t2}} \quad (6.5)$$

i_1 : corrientes de Carga HV, lado secundario del TC con máxima capacidad del transformador.

i_2 : corrientes de Carga LV, lado secundario del TC con máxima capacidad del transformador.

$$i_1 = \frac{67.360}{15} = 4.49A$$

$$i_2 = \frac{176.488}{40} = 4.41A$$

3) Cálculo del factor de corrección para la corriente nominal del relé, en este caso 5A, en ambos niveles de tensión, considerando tap intermedio.

$$k_{corr1} = \frac{I_{nom1} \times S_p}{i_1 \times S_p} \quad (6.6)$$

$$k_{corr2} = \frac{I_{nom2} \times S_s}{i_2 \times S_s} \quad (6.7)$$

I_{nom1} : Corriente nominal lado secundario del transformador de corriente para HV

K_{corr1} : Factor de corrección de la corriente nominal para relé lado HV

I_{nom2} : Corriente nominal lado secundario del transformador de corriente para LV

K_{corr2} : Factor de corrección de la corriente nominal para relé lado LV

$$k_{corr1} = \frac{I_{nom1} \times S_p}{i_1 \times S_p} = \frac{5 \times 7}{4.49 \times 7} = 1.113 \rightarrow (\div 1.113) \rightarrow k_{corr1} = 1.00$$

$$k_{corr2} = \frac{I_{nom2} \times S_s}{i_2 \times S_p} = \frac{5 \times 7}{4.41 \times 7} = 1.133 \rightarrow (\div 1.113) \rightarrow k_{corr1} = 1.02$$

HV factor de corrección de relación = **1.00** (Ajuste aplicado al relé)

LV factor de corrección de relación = **1.02** (Ajuste aplicado al relé)

4) Corrección del grupo de conexión. El grupo de conexión del transformador de potencia es YNyn0d5, entonces se tiene:

Corrección Lado de Alta : **Ydy0 (0 °)**

Corrección Lado de Media : **Ydy0 (0 °)**

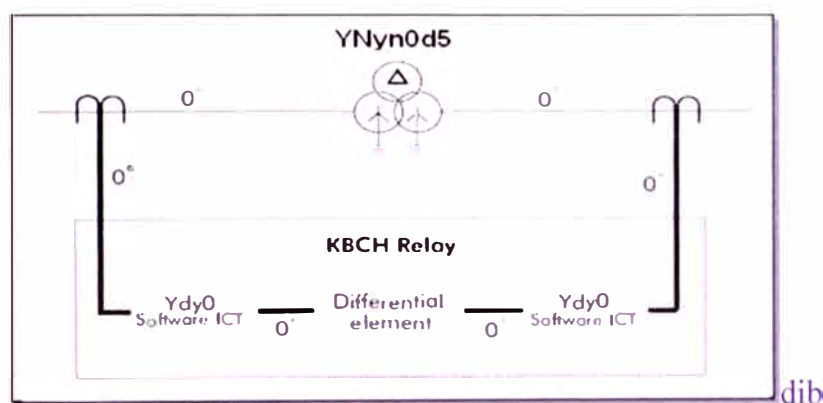


Figura 6.2

5) Cálculo de la corriente de carga en 60kV para la posición del tap 1.

$$I_{TAP-1} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \times V_{1(tap-1)}} \quad (6.8)$$

$V_{1(TAP-1)}$: Voltaje en tap 1

I_{TAP-1} : Corriente de carga en tap 1

$$V_{1(tap-1)} = 60 + 13\%V_1 \times 1 = 67.8kV$$

$$I_{TAP-1} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \times V_1} = \frac{7000kVA}{\sqrt{3} \times 67.8kV} = 59.61A \rightarrow i_{TAP-1} = \frac{59.61}{15} = 3.97$$

La corriente corregida será (Tap 1): $3.97 \times 1 = 3.97 A$.

6) Cálculo de la corriente de carga en 60kV para la posición del tap 27.

$$I_{TAP-27} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \times V_{1(tap-27)}} \quad (6.9)$$

$V_{1(TAP-27)}$: Voltaje en tap 27

I_{TAP-27} : Corriente de carga en tap 27

$$V_{1(tap-27)} = 60 - 13\%V_1 \times 1 = 52.2kV$$

$$I_{TAP-27} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \times V_1} = \frac{7000kVA}{\sqrt{3} \times 52.2kV} = 77.42 \rightarrow i_{TAP-1} = \frac{77.42}{15} = 5.16$$

La corriente corregida será (Tap 27): $5.16 \times 1 = \mathbf{5.16 A}$.

7) Cálculo de la corriente de carga en 22.9kV

$$I = \frac{S_s}{\sqrt{3} \times V_2} = \frac{7000kVA}{\sqrt{3} \times 22.9kV} = 176.488 \rightarrow i = \frac{176.49}{40} = 4.41$$

La corriente corregida será: $4.41 \times 1.02 = \mathbf{4.50 A}$.

8) Cálculo de la corriente diferencial I_{diff} , para ambas posiciones del tap.

$$I_{diff} = \left| \bar{i}_1 + \bar{i}_2 \right| \quad (6.10)$$

Donde:

i_1, i_2 : Son las corrientes secundarias corregidas del secundario de los transformadores de corrientes en HV y LV.

$$I_{diff} (Tap 1) = 4.50 - 3.97 = \mathbf{0.53 A}$$

$$I_{diff} (Tap 27) = 5.16 - 4.50 = \mathbf{0.66 A}$$

9) Cálculo de la corriente de restricción I_{bias} , para ambas posiciones del tap.

$$I_{bias} = \frac{|\bar{i}_1| + |\bar{i}_2|}{2} \quad (6.11)$$

Donde:

$$I_{bias} (Tap 1) = (4.50 + 3.97)/2 = \mathbf{4.24 A}$$

$$I_{bias} (\text{Tap } 27) = (5.16 + 4.50)/2 = \mathbf{4.83 \text{ A}}$$

10) Cálculo de la corriente de operación del relé para ambas posiciones del tap.

$$I_s = 0.2 \times I_n = 1$$

$$I_{op} (\text{Tap } 1) = I_s + 0.2 \times I_{bias} (\text{Tap } 1) = 1.848 \text{ unidades}$$

$$I_{op} (\text{Tap } 27) = I_s + 0.2 \times I_{bias} (\text{Tap } 27) = 1.966$$

11) Verificación de que el I_{diff} sea menor que la I_{op} por un margen del 10%.

$$I_{diff} < 0.9 \times I_{op}$$

$$\text{Tap } 1 \quad 0.53 \text{ A} < 0.9 \times 1.848 - \text{ok}$$

$$\text{Tap } 27 \quad 0.66 \text{ A} < 0.9 \times 1.966 - \text{ok}$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El análisis de flujo de potencia nos permite saber los niveles de tensión que tienen las barras del sistema. Si existieran barras que están por debajo o encima de esos valores según norma podremos hacer la regulación moviendo el tap de los transformadores ubicados aguas arriba. Este cambio de taps se tiene en cuenta para realizar el ajuste de los relés de protección diferencial.
2. Una manera de mejorar los niveles de tensión en las barras es realizando una compensación reactiva. Si se realizara esta opción debemos tener en cuenta que el sistema tendrá variaciones en sus valores de corto circuito respecto del inicial, pero estos valores no tienen grandes diferencias y se podría obviar este cálculo.
3. Con los cálculos de corto circuito podemos simular y determinar los cortos circuitos pico que tendrá nuestro sistema. Con estos valores se hace el dimensionamiento o comprobación de la capacidad de ruptura de los interruptores. También se usa para determinar la capacidad de corto circuito en las barras de los tableros y celdas.
4. La facilidad de contar con un software que integra los cálculos flujo de potencia, corto circuito, sobre carga y coordinación, minimiza el tiempo de ejecución de proyectos, pero no excluye al proyectista de usar su criterio y experiencia para realizar la selección de las curvas de protección y ajustes en los equipos relés.
5. Las normas en el país para hacer este tipo de estudios son escasas, solo se encontró como referencia un documento del COES-SINAC, titulado “Criterios de ajuste y coordinación de los sistemas de protección del SEIN” del 2005. Con los criterios expuestos en este documento ha sido desarrollado parte del informe. Como información adicional no se encontró información referente a protección y coordinación de protecciones en el código Nacional de electricidad.

ANEXOS

ANEXO A
FLUJO DE POTENCIA

Proyecto:
Ubicación:

CEMENTO SUR S.A.
CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Caso de estudio: FDP-Av Max_1

Página:
Fecha:
SN:
Revisión:
Config.:

1
21/2/2010
85OT130125
Base
Normal

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte flujo de potencia

Barra ID	voltaje			Generación		Carga		ID	Flujo de potencia				XFMR %TP
	kV	%Mag.	Ang.	MW	MVAR	MW	MVAR		MW	MVAR	A	% PF	
* BUS1_138	138	100	0	22.35	2.104	0	0	BUS3_60 0 & BUS2_10	22.35	2.104	93.9	99.6	-1.25
BUS2_10	10	99.641	-3.5	0	0	4.964	-2.482	BUS1_138 & BUS3_60	-4.964	2.482	321.6	-89.4	
BUS3_60	60	99.836	-3.9	0	0	0	0	BUS5_10 0 BUS4_60	10.346	1.324	100.5	99.2	
								BUS2_10 & BUS1_138	6.824	1.769	67.9	96.8	
									-17.169	-3.093	168.1	98.4	
BUS4_60	60	99.836	-3.9	0	0	0	0	BUS3_60 0 BUS7_22.9 & BUS6_10	-6.824	-1.769	67.9	96.8	
									6.824	1.769	67.9	96.8	-6
BUS5_10	10	98.786	-8.1	0	0	10.305	0.566	BUS3_60	-10.305	-0.566	603.2	99.8	
BUS6_10	10	104.4	-6.5	0	0	0	0	BUS4_60 0 & BUS7_22.9	0	0	0	0	
BUS7_22.9	22.9	104.09	-7.3	0	0	0	0	BUS8_22.9 0 BUS6_10 & BUS4_60	6.78	1.329	167.3	98.1	
									-6.78	-1.329	167.3	98.1	
BUS8_22.9	22.9	99.408	-10.1	0	0	0	0	BUS7_22.9 0 BUS10	-6.529	-0.973	167.4	98.9	
									4.071	0.611	104.4	98.9	
								BUS11_4.2 & BUS9_0.48	2.458	0.362	63	98.9	
BUS9_0.48	0.48	99.168	-10.8	0	0	0.492	0.157	BUS8_22.9 & BUS11_4.2	-0.492	-0.157	626.2	95.2	
BUS10	2.4	98.221	-13.5	0	0	0	0	BUS8_22.9 0 BUS12_II	-4.051	-0.367	996.2	99.6	
									2.025	0.183	498.1	99.6	
								BUS13_I	2.025	0.183	498.1	99.6	
BUS11_4.2	4.2	99.138	-11.3	0	0	0	0	BUS14_N 0 0 BUS9_0.48 & BUS8_22.9	1.966	0.157	273.4	99.7	
									-1.966	-0.157	273.4	99.7	
BUS12_II	2.4	98.221	-13.5	0	0	2.025	0.183	BUS10	-2.025	-0.183	498.1	99.6	
BUS13_I	2.4	98.221	-13.5	0	0	2.025	0.183	BUS10	-2.025	-0.183	498.1	99.6	
BUS14_N	4.2	99.138	-11.3	0	0	1.966	0.157	BUS11_4.2	-1.966	-0.157	273.4	99.7	

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
Fecha: 21/2/2010
SN: 85OTI30125
Revisión: Base
Config.: Normal

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Caso de estudio: FDP-Av Min_1

Reporte flujo de potencia

Barra ID	voltaje			Generación		Carga		ID	Flujo de potencia				XFMR %TP
	kV	%Mag.	Ang.	MW	MVAR	MW	MVAR		MW	MVAR	A	% PF	
* BUS1_138	138	100	0	22.35	2.104	0	0	BUS3_60 0 & BUS2_10	22.35	2.104	93.9	99.6	-1.25
BUS2_10	10	99.641	-3.5	0	0	4.964	-2.482	BUS1_138 & BUS3_60	-4.964	2.482	321.6	-89.4	
BUS3_60	60	99.836	-3.9	0	0	0	0	BUS5_10 0 BUS4_60	10.346 6.824	1.324 1.769	100.5 67.9	99.2 96.8	
								BUS2_10 & BUS1_138	-17.169	-3.093	168.1	98.4	
BUS4_60	60	99.836	-3.9	0	0	0	0	BUS3_60 0 BUS7_22.9 & BUS6_10	-6.824 6.824	-1.769 1.769	67.9 67.9	96.8 96.8	-6
BUS5_10	10	98.786	-8.1	0	0	10.305	0.566	BUS3_60	-10.305	-0.566	603.2	99.8	
BUS6_10	10	104.4	-6.5	0	0	0	0	BUS4_60 0 & BUS7_22.9	0	0	0	0	
BUS7_22.9	22.9	104.09	-7.3	0	0	0	0	BUS8_22.9 0 BUS6_10 & BUS4_60	6.78 -6.78	1.329 -1.329	167.3 167.3	98.1 98.1	
BUS8_22.9	22.9	99.408	-10.1	0	0	0	0	BUS7_22.9 0 BUS10 BUS11_4.2 & BUS9_0.48	-6.529 4.071 2.458	-0.973 0.611 0.362	167.4 104.4 63	98.9 98.9 98.9	
BUS9_0.48	0.48	99.168	-10.8	0	0	0.492	0.157	BUS8_22.9 & BUS11_4.2	-0.492	-0.157	626.2	95.2	
BUS10	2.4	98.221	-13.5	0	0	0	0	BUS8_22.9 0 BUS12_II BUS13_I	-4.051 2.025 2.025	-0.367 0.183 0.183	996.2 498.1 498.1	99.6 99.6 99.6	
BUS11_4.2	4.2	99.138	-11.3	0	0	0	0	BUS14_N 0 BUS9_0.48 & BUS8_22.9	1.966 -1.966	0.157 -0.157	273.4 273.4	99.7 99.7	
BUS12_II	2.4	98.221	-13.5	0	0	2.025	0.183	BUS10	-2.025	-0.183	498.1	99.6	
BUS13_I	2.4	98.221	-13.5	0	0	2.025	0.183	BUS10	-2.025	-0.183	498.1	99.6	
BUS14_N	4.2	99.138	-11.3	0	0	1.966	0.157	BUS11_4.2	-1.966	-0.157	273.4	99.7	

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
Fecha: 21/2/2010
SN: 85OTI30125
Revisión: Base
Config.: Normal

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Caso de estudio: **FDP-Es Max_1**

Reporte flujo de potencia

Barra ID	voltaje			Generación		Carga		ID	Flujo de potencia				XFMR %TP
	kV	%Mag.	Ang.	MW	MVAR	MW	MVAR		MW	MVAR	A	% PF	
* BUS1_138	138	100	0	22.35	2.104	0	0	BUS3_60 0 & BUS2_10	22.35	2.104	93.9	99.6	-1.25
BUS2_10	10	99.641	-3.5	0	0	4.964	-2.482	BUS1_138 & BUS3_60	-4.964	2.482	321.6	-89.4	
BUS3_60	60	99.836	-3.9	0	0	0	0	BUS5_10 0 BUS4_60	10.346 6.824	1.324 1.769	100.5 67.9	99.2 96.8	
								BUS2_10 & BUS1_138	-17.169	-3.093	168.1	98.4	
BUS4_60	60	99.836	-3.9	0	0	0	0	BUS3_60 0 BUS7_22.9 & BUS6_10	-6.824 6.824	-1.769 1.769	67.9 67.9	96.8 96.8	-6
BUS5_10	10	98.786	-8.1	0	0	10.305	0.566	BUS3_60	-10.305	-0.566	603.2	99.8	
BUS6_10	10	104.4	-6.5	0	0	0	0	BUS4_60 0 & BUS7_22.9	0	0	0	0	
BUS7_22.9	22.9	104.09	-7.3	0	0	0	0	BUS8_22.9 0 BUS6_10 & BUS4_60	6.78 -6.78	1.329 -1.329	167.3 167.3	98.1 98.1	
BUS8_22.9	22.9	99.408	-10.1	0	0	0	0	BUS7_22.9 0 BUS10 BUS11_4.2 & BUS9_0.48	-6.529 4.071 2.458	-0.973 0.611 0.362	167.4 104.4 63	98.9 98.9 98.9	
BUS9_0.48	0.48	99.168	-10.8	0	0	0.492	0.157	BUS8_22.9 & BUS11_4.2	-0.492	-0.157	626.2	95.2	
BUS10	2.4	98.221	-13.5	0	0	0	0	BUS8_22.9 0 BUS12_II	-4.051 2.025	-0.367 0.183	996.2 498.1	99.6 99.6	
								BUS13_I	2.025	0.183	498.1	99.6	
BUS11_4.2	4.2	99.138	-11.3	0	0	0	0	BUS14_N 0 BUS9_0.48 & BUS8_22.9	1.966 -1.966	0.157 -0.157	273.4 273.4	99.7 99.7	
BUS12_II	2.4	98.221	-13.5	0	0	2.025	0.183	BUS10	-2.025	-0.183	498.1	99.6	
BUS13_I	2.4	98.221	-13.5	0	0	2.025	0.183	BUS10	-2.025	-0.183	498.1	99.6	
BUS14_N	4.2	99.138	-11.3	0	0	1.966	0.157	BUS11_4.2	-1.966	-0.157	273.4	99.7	

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

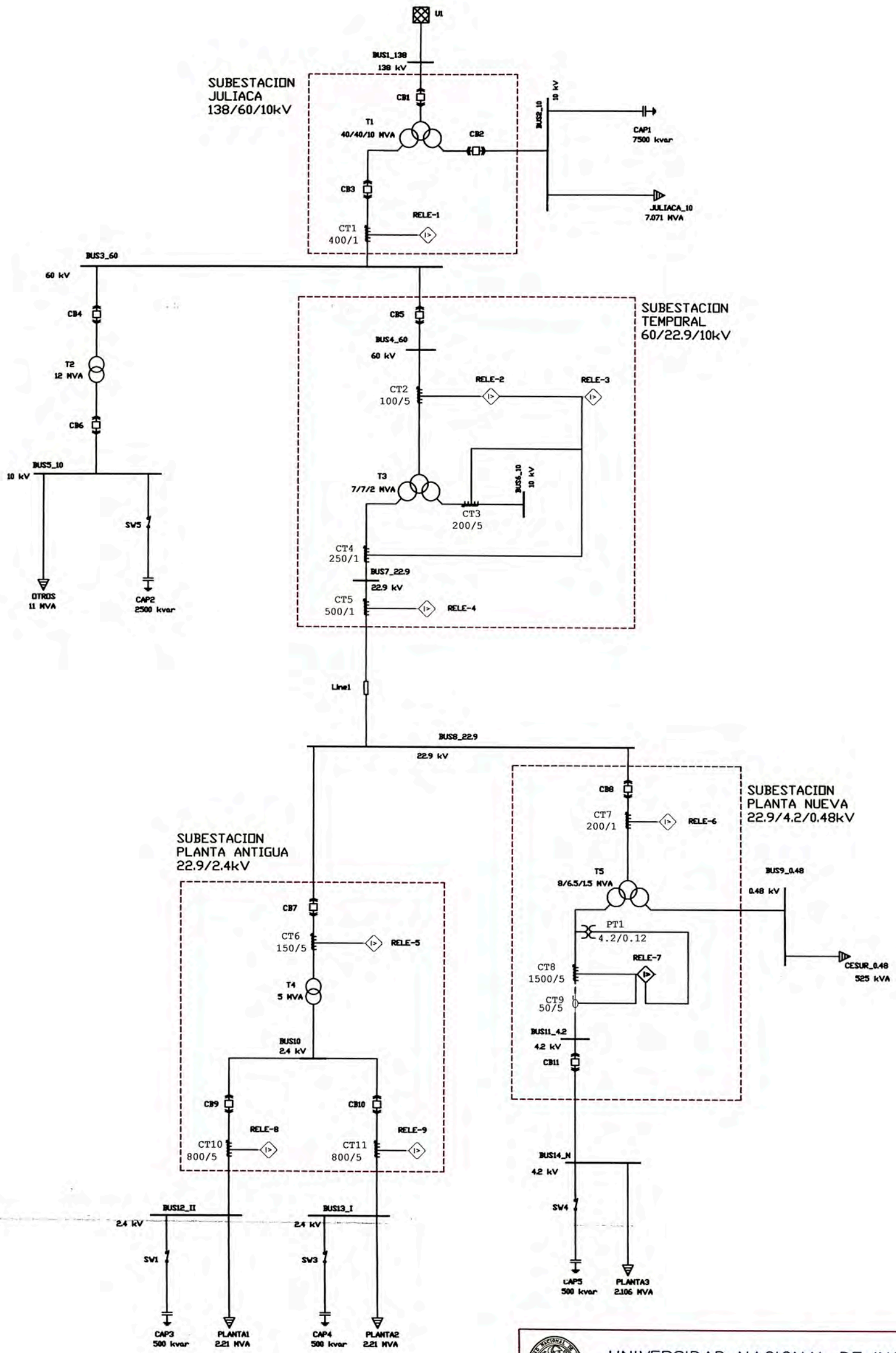
Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisión: Base
 Config.: Normal


Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Caso de estudio: FDP-Es Min_1

Reporte flujo de potencia

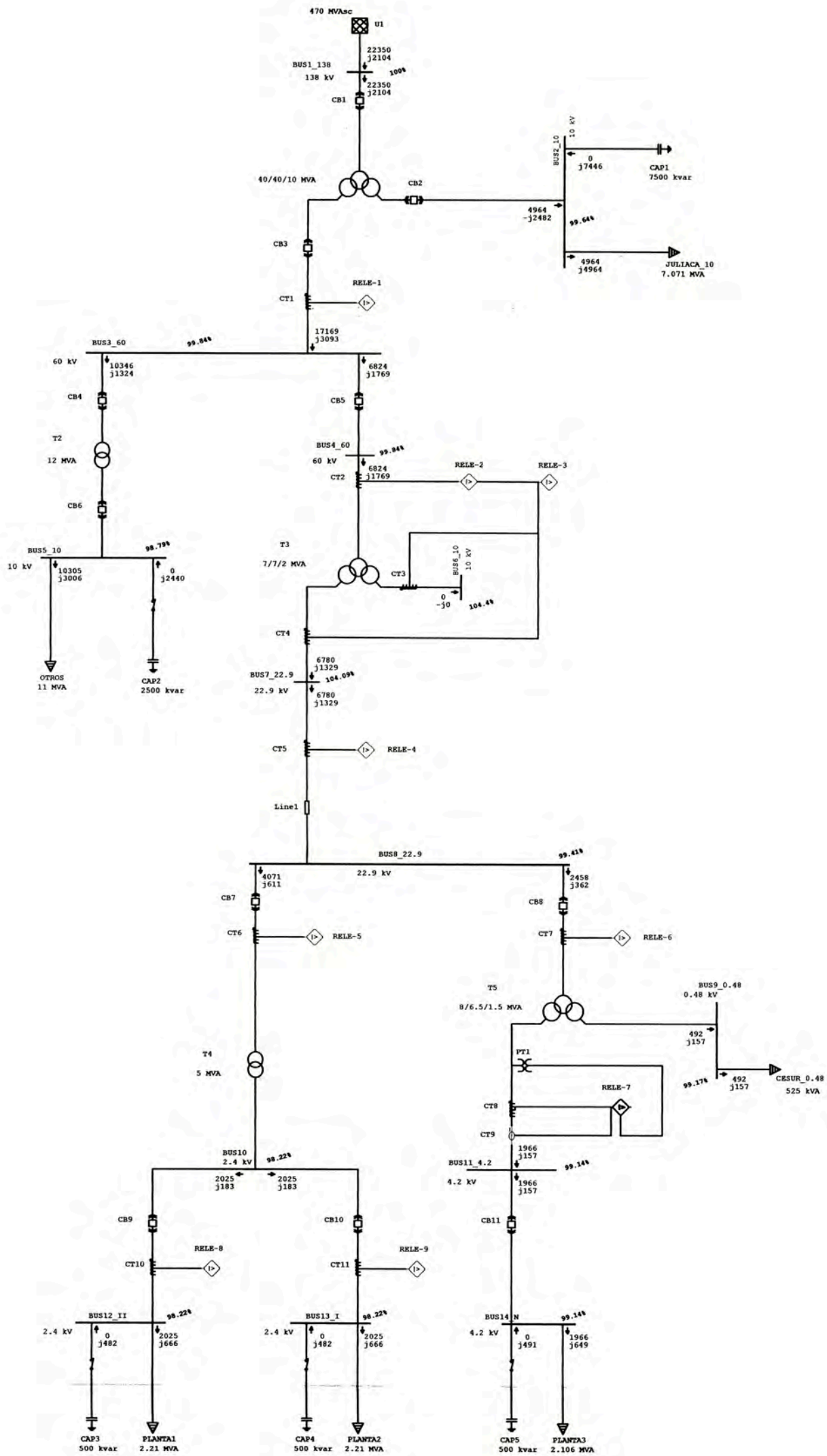
Barra ID	voltaje			Generación		Carga		Flujo de potencia					XFMR %TP
	kV	%Mag.	Ang.	MW	MVAR	MW	MVAR	ID	MW	MVAR	A	% PF	
* BUS1_138	138	100	0	22.35	2.104	0	0	BUS3_60 0 & BUS2_10	22.35	2.104	93.9	99.6	-1.25
BUS2_10	10	99.641	-3.5	0	0	4.964	-2.482	BUS1_138 & BUS3_60	-4.964	2.482	321.6	-89.4	
BUS3_60	60	99.836	-3.9	0	0	0	0	BUS5_10 0 BUS4_60	10.346 6.824	1.324 1.769	100.5 67.9	99.2 96.8	
								BUS2_10 & BUS1_138	-17.169	-3.093	168.1	98.4	
BUS4_60	60	99.836	-3.9	0	0	0	0	BUS3_60 0 BUS7_22.9 & BUS6_10	-6.824 6.824	-1.769 1.769	67.9 67.9	96.8 96.8	-6
BUS5_10	10	98.786	-8.1	0	0	10.305	0.566	BUS3_60	-10.305	-0.566	603.2	99.8	
BUS6_10	10	104.4	-6.5	0	0	0	0	BUS4_60 0 & BUS7_22.9	0	0	0	0	
BUS7_22.9	22.9	104.09	-7.3	0	0	0	0	BUS8_22.9 0 BUS6_10 & BUS4_60	6.78 -6.78	1.329 -1.329	167.3 167.3	98.1 98.1	
BUS8_22.9	22.9	99.408	-10.1	0	0	0	0	BUS7_22.9 0 BUS10 BUS11_4.2 & BUS9_0.48	-6.529 4.071 2.458	-0.973 0.611 0.362	167.4 104.4 63	98.9 98.9 98.9	
BUS9_0.48	0.48	99.168	-10.8	0	0	0.492	0.157	BUS8_22.9 & BUS11_4.2	-0.492	-0.157	626.2	95.2	
BUS10	2.4	98.221	-13.5	0	0	0	0	BUS8_22.9 0 BUS12_II BUS13_I	-4.051 2.025 2.025	-0.367 0.183 0.183	996.2 498.1 498.1	99.6 99.6 99.6	
BUS11_4.2	4.2	99.138	-11.3	0	0	0	0	BUS14_N 0 BUS9_0.48 & BUS8_22.9	1.966 -1.966	0.157 -0.157	273.4 273.4	99.7 99.7	
BUS12_II	2.4	98.221	-13.5	0	0	2.025	0.183	BUS10	-2.025	-0.183	498.1	99.6	
BUS13_I	2.4	98.221	-13.5	0	0	2.025	0.183	BUS10	-2.025	-0.183	498.1	99.6	
BUS14_N	4.2	99.138	-11.3	0	0	1.966	0.157	BUS11_4.2	-1.966	-0.157	273.4	99.7	



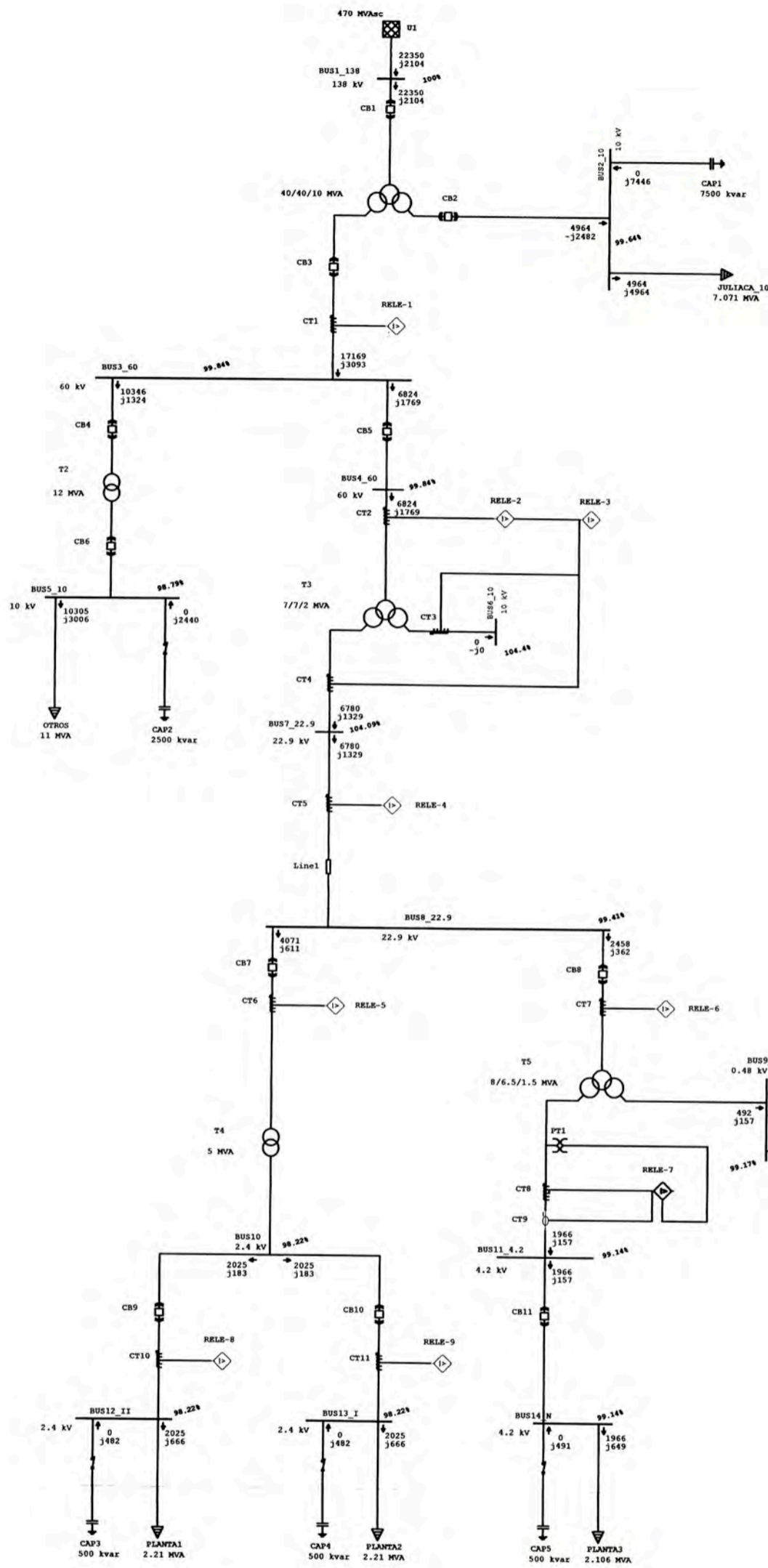


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

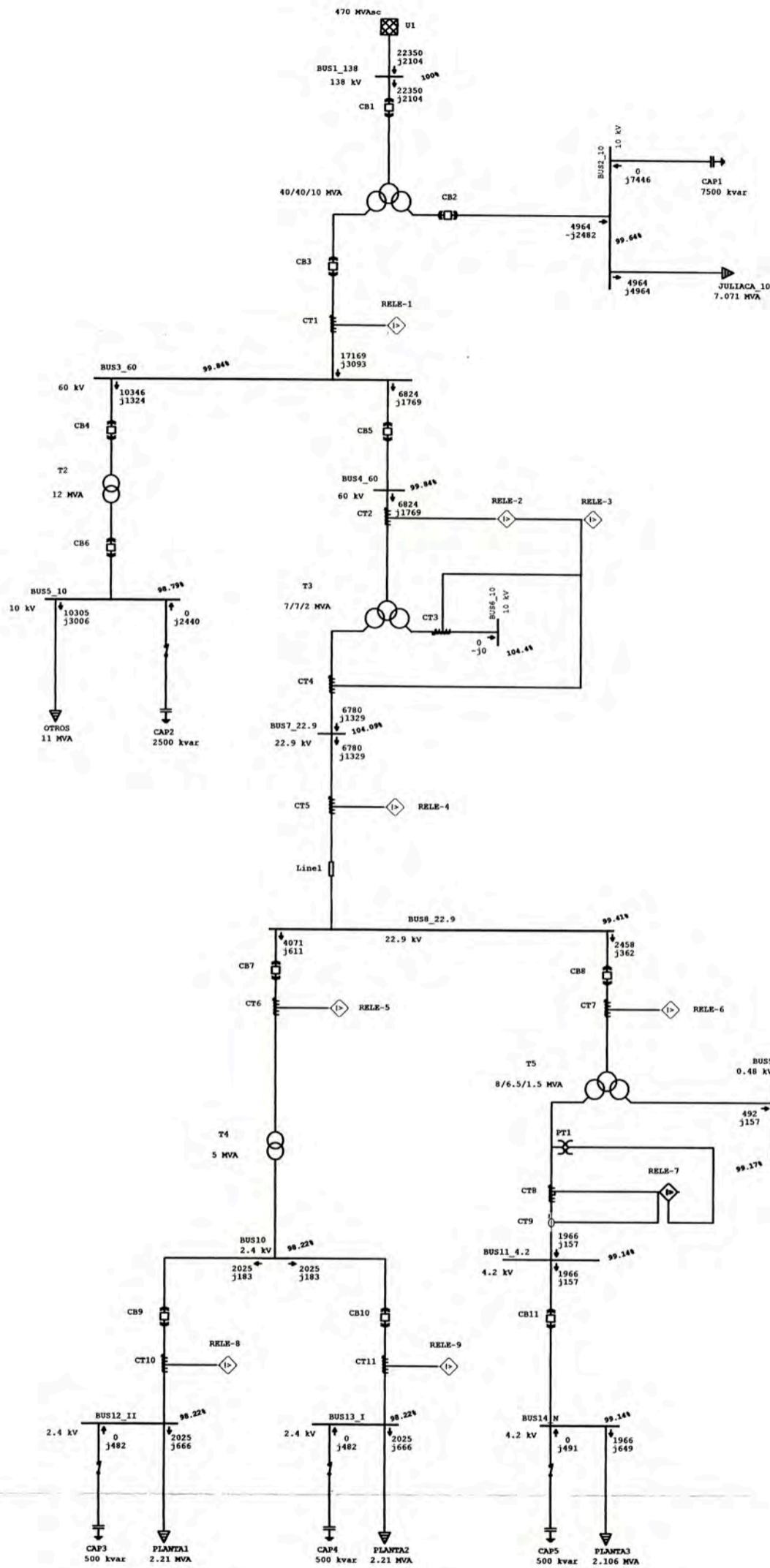
PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR		PLANO N°: EU-01-01
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	FECHA: MARZO 2010 ESCALA: 5/E DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DISTRITO: CARACOTO PROVINCIA: SAN RAMÓN DEPARTAMENTO: PUNO



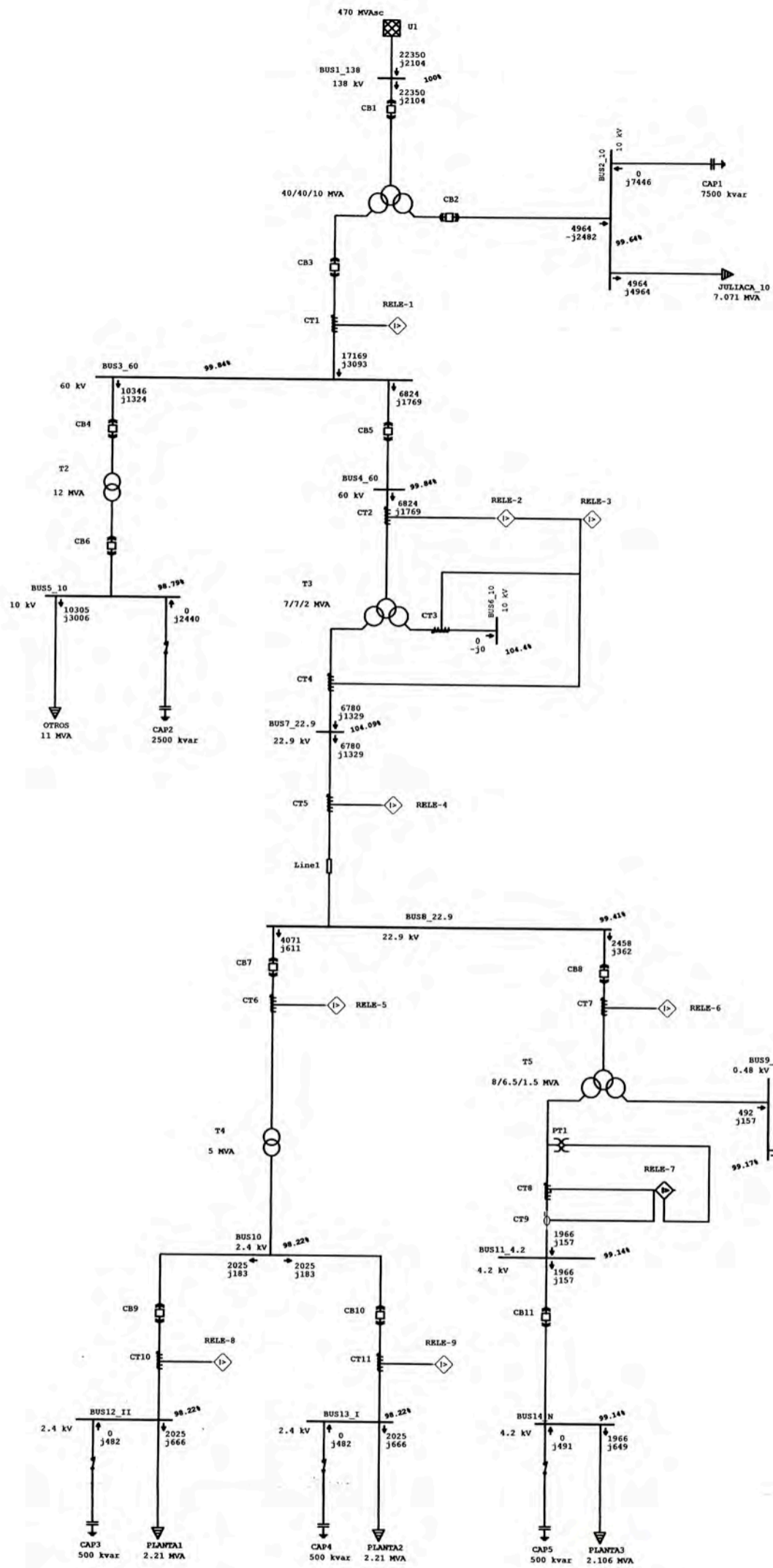
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR FLUJO DE POTENCIA AVENIDA MÁXIMO		PLANO N°: EFP-01-01
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN		DEPARTAMENTO: PUNO



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR FLUJO DE POTENCIA AVENIDA MÍNIMO		PLANO N°: EFP-01-02
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
DEPARTAMENTO: PUNO		DEPARTAMENTO: PUNO



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES—CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR FLUJO DE POTENCIA ESTIAJE MÁXIMO		PLANO N°: EFP-01-03
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN		DEPARTAMENTO: PUNO



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES—CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR FLUJO DE POTENCIA ESTIAJE MÍNIMO		PLANO N°: EFP-01-04
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN		DEPARTAMENTO: PUNO

ANEXO B
CORTO CIRCUITO

Proyecto: CEMENTO SUR
Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
Fecha: 21/2/2010
SN: 85OTI30125
Revisión: Base
Config.: Normal

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Caso de estudio: CC-Av Max_1
VALORES MAXIMOS - Reporte de corto circuito

Barras		Falla trifásica (kA)	Falla monofásica (kA)			Falla Bifásica a tierra (kA)		
ID	kV	I _k (0Ω)	I _k (0Ω)	I _k (50Ω)	I _k (100Ω)	I _k (0Ω)	I _k (10Ω)	I _k (50Ω)
BUS1_138	138.00	1.97	2.50	1.36	0.80	2.48	2.64	2.09
BUS3_60	60.00	1.87	2.54	0.71	0.37	2.58	2.36	1.80
BUS4_60	60.00	1.87	2.54	0.71	0.37	2.58	2.36	1.80
BUS7_22.9	22.90	1.72	2.36	0.29	0.14	2.40	1.83	1.56
BUS8_22.9	22.90	1.08	1.49	0.27	0.14	1.55	1.23	1.00
BUS10	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.61	5.61	5.61
BUS12_II	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.61	5.61	5.61
BUS13_I	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.61	5.61	5.61
BUS14_N	4.20	4.29	0.00	0.00	0.00	3.72	3.72	3.72

Proyecto: CEMENTO SUR
Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
Fecha: 21/2/2010
SN: 85OTI30125
Revisión: Base
Config.: Normal

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Caso de estudio: CC-Av Min_1
VALORES MAXIMOS - Reporte de corto circuito

Barras		Falla trifásica (kA)	Falla monofásica (kA)			Falla Bifásica a tierra (kA)		
ID	kV	I _k (0Ω)	I _k (0Ω)	I _k (50Ω)	I _k (100Ω)	I _k (0Ω)	I _k (10Ω)	I _k (50Ω)
BUS1_138	138.00	1.71	2.22	1.28	0.78	2.22	2.33	1.86
BUS3_60	60.00	1.75	2.40	0.70	0.37	2.45	2.25	1.70
BUS4_60	60.00	1.75	2.40	0.70	0.37	2.45	2.25	1.70
BUS7_22.9	22.90	1.68	2.30	0.28	0.14	2.35	1.79	1.53
BUS8_22.9	22.90	1.07	1.46	0.27	0.14	1.53	1.21	0.99
BUS10	2.40	6.42	0.00	0.00	0.00	5.56	5.56	5.56
BUS12_II	2.40	6.42	0.00	0.00	0.00	5.56	5.56	5.56
BUS13_I	2.40	6.42	0.00	0.00	0.00	5.56	5.56	5.56
BUS14_N	4.20	4.24	0.00	0.00	0.00	3.67	3.67	3.67

Proyecto: CEMENTO SUR
Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
Fecha: 21/2/2010
SN: 85OTI30125
Revisión: Base
Config.: Normal

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Caso de estudio: CC-Es Max_1
VALORES MAXIMOS - Reporte de corto circuito

Barras		Falla trifásica (kA)	Falla monofásica (kA)			Falla Bifásica a tierra (kA)		
ID	kV		I _k (0Ω)	I _k (0Ω)	I _k (50Ω)	I _k (100Ω)	I _k (0Ω)	I _k (10Ω)
BUS1_138	138.00	1.97	2.50	1.36	0.80	2.48	2.64	2.10
BUS3_60	60.00	1.87	2.54	0.71	0.37	2.58	2.37	1.80
BUS4_60	60.00	1.87	2.54	0.71	0.37	2.58	2.37	1.80
BUS7_22.9	22.90	1.72	2.36	0.29	0.14	2.41	1.83	1.57
BUS8_22.9	22.90	1.08	1.49	0.27	0.14	1.55	1.23	1.00
BUS10	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.62	5.62	5.62
BUS12_II	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.62	5.62	5.62
BUS13_I	2.40	6.48	0.00	0.00	0.00	5.62	5.62	5.62
BUS14_N	4.20	4.29	0.00	0.00	0.00	3.72	3.72	3.72

Proyecto: CEMENTO SUR
Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
Fecha: 21/2/2010
SN: 85OTI30125
Revisión: Base
Config.: Normal

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Caso de estudio: CC-Es Min_1
VALORES MAXIMOS - Reporte de corto circuito

Barras		Falla trifásica (kA)	Falla monofásica (kA)			Falla Bifásica a tierra (kA)		
ID	kV		I _k (0Ω)	I _k (0Ω)	I _k (50Ω)	I _k (100Ω)	I _k (0Ω)	I _k (10Ω)
BUS1_138	138.00	1.59	2.09	1.25	0.77	2.10	2.21	1.76
BUS3_60	60.00	1.70	2.32	0.70	0.37	2.38	2.19	1.65
BUS4_60	60.00	1.70	2.32	0.70	0.37	2.38	2.19	1.65
BUS7_22.9	22.90	1.66	2.28	0.28	0.14	2.33	1.77	1.51
BUS8_22.9	22.90	1.06	1.45	0.27	0.14	1.52	1.20	0.98
BUS10	2.40	6.38	0.00	0.00	0.00	5.53	5.53	5.53
BUS12_II	2.40	6.38	0.00	0.00	0.00	5.53	5.53	5.53
BUS13_I	2.40	6.38	0.00	0.00	0.00	5.53	5.53	5.53
BUS14_N	4.20	4.21	0.00	0.00	0.00	3.65	3.65	3.65

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 0Ω

Study Case: **CC-Av Max_1**

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla linea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I"k	ip	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.97	4.57	1.97	2.50	5.81	2.50	2.50	1.70	3.96	1.70	1.70	2.48	5.76	2.48	2.48
BUS2_10	10.00	10.36	24.63	10.36	0.00	0.00	0.00	0.00	8.97	21.33	8.97	8.97	8.97	21.33	8.97	8.97
BUS3_60	60.00	1.87	5.00	1.87	2.54	6.79	2.54	2.54	1.62	4.33	1.62	1.62	2.58	6.91	2.58	2.58
BUS4_60	60.00	1.87	5.00	1.87	2.54	6.79	2.54	2.54	1.62	4.33	1.62	1.62	2.58	6.91	2.58	2.58
BUS5_10	10.00	5.05	13.37	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	11.58	4.37	4.37	4.37	11.58	4.37	4.37
BUS6_10	10.00	4.25	10.40	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68	9.01	3.68	3.68	3.68	9.01	3.68	3.68
BUS7_22.9	22.90	1.72	4.48	1.72	2.36	6.13	2.36	2.36	1.49	3.88	1.49	1.49	2.40	6.25	2.40	2.40
BUS8_22.9	22.90	1.08	2.30	1.08	1.49	3.16	1.49	1.49	0.94	2.00	0.94	0.94	1.55	3.31	1.55	1.55
BUS9_0.48	0.48	36.52	81.63	36.52	48.89	109.28	48.89	48.89	31.63	70.69	31.63	31.63	50.14	112.06	50.14	50.14
BUS10	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS11_4.2	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72
BUS12_II	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS13_I	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS14_N	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 10Ω

Study Case: **CC-Av Max_1**

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla línea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I''k	ip	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.97	4.57	1.97	2.33	5.40	2.33	2.33	1.70	3.96	1.70	1.70	2.64	6.12	2.64	2.64
BUS2_10	10.00	10.36	24.63	10.36	0.00	0.00	0.00	0.00	8.97	21.33	8.97	8.97	8.97	21.33	8.97	8.97
BUS3_60	60.00	1.87	5.00	1.87	2.01	5.38	2.01	2.01	1.62	4.33	1.62	1.62	2.36	6.32	2.36	2.36
BUS4_60	60.00	1.87	5.00	1.87	2.01	5.38	2.01	2.01	1.62	4.33	1.62	1.62	2.36	6.32	2.36	2.36
BUS5_10	10.00	5.05	13.37	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	11.58	4.37	4.37	4.37	11.58	4.37	4.37
BUS6_10	10.00	4.25	10.40	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68	9.01	3.68	3.68	3.68	9.01	3.68	3.68
BUS7_22.9	22.90	1.72	4.48	1.72	1.18	3.07	1.18	1.18	1.49	3.88	1.49	1.49	1.83	4.76	1.83	1.83
BUS8_22.9	22.90	1.08	2.30	1.08	0.92	1.96	0.92	0.92	0.94	2.00	0.94	0.94	1.23	2.61	1.23	1.23
BUS9_0.48	0.48	36.52	81.63	36.52	0.03	0.07	0.03	0.03	31.63	70.69	31.63	31.63	31.64	70.71	31.64	31.64
BUS10	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS11_4.2	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72
BUS12_II	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS13_I	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS14_N	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 50Ω

Study Case: **CC-Av Max_1**

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla línea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I"k	ip	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.97	4.57	1.97	1.36	3.15	1.36	1.36	1.70	3.96	1.70	1.70	2.09	4.86	2.09	2.09
BUS2_10	10.00	10.36	24.63	10.36	0.00	0.00	0.00	0.00	8.97	21.33	8.97	8.97	8.97	21.33	8.97	8.97
BUS3_60	60.00	1.87	5.00	1.87	0.71	1.89	0.71	0.71	1.62	4.33	1.62	1.62	1.80	4.82	1.80	1.80
BUS4_60	60.00	1.87	5.00	1.87	0.71	1.89	0.71	0.71	1.62	4.33	1.62	1.62	1.80	4.82	1.80	1.80
BUS5_10	10.00	5.05	13.37	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	11.58	4.37	4.37	4.37	11.58	4.37	4.37
BUS6_10	10.00	4.25	10.40	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68	9.01	3.68	3.68	3.68	9.01	3.68	3.68
BUS7_22.9	22.90	1.72	4.48	1.72	0.29	0.74	0.29	0.29	1.49	3.88	1.49	1.49	1.56	4.07	1.56	1.56
BUS8_22.9	22.90	1.08	2.30	1.08	0.27	0.58	0.27	0.27	0.94	2.00	0.94	0.94	1.00	2.14	1.00	1.00
BUS9_0.48	0.48	36.52	81.63	36.52	0.01	0.01	0.01	0.01	31.63	70.69	31.63	31.63	31.63	70.70	31.63	31.63
BUS10	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS11_4.2	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72
BUS12_II	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS13_I	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS14_N	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 100Ω

Study Case: **CC-Av Max_1**

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla linea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I"k	ip	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.97	4.57	1.97	0.80	1.85	0.80	0.80	1.70	3.96	1.70	1.70	1.91	4.44	1.91	1.91
BUS2_10	10.00	10.36	24.63	10.36	0.00	0.00	0.00	0.00	8.97	21.33	8.97	8.97	8.97	21.33	8.97	8.97
BUS3_60	60.00	1.87	5.00	1.87	0.37	0.99	0.37	0.37	1.62	4.33	1.62	1.62	1.71	4.58	1.71	1.71
BUS4_60	60.00	1.87	5.00	1.87	0.37	0.99	0.37	0.37	1.62	4.33	1.62	1.62	1.71	4.58	1.71	1.71
BUS5_10	10.00	5.05	13.37	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	11.58	4.37	4.37	4.37	11.58	4.37	4.37
BUS6_10	10.00	4.25	10.40	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68	9.01	3.68	3.68	3.68	9.01	3.68	3.68
BUS7_22.9	22.90	1.72	4.48	1.72	0.14	0.38	0.14	0.14	1.49	3.88	1.49	1.49	1.53	3.98	1.53	1.53
BUS8_22.9	22.90	1.08	2.30	1.08	0.14	0.30	0.14	0.14	0.94	2.00	0.94	0.94	0.97	2.07	0.97	0.97
BUS9_0.48	0.48	36.52	81.63	36.52	0.00	0.01	0.00	0.00	31.63	70.69	31.63	31.63	31.63	70.69	31.63	31.63
BUS10	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS11_4.2	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72
BUS12_II	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS13_I	2.40	6.48	14.49	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	12.55	5.61	5.61	5.61	12.55	5.61	5.61
BUS14_N	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 0Ω

Study Case: **CC-Av Min_1**

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla línea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I"k	ip	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.71	3.84	1.71	2.22	4.99	2.22	2.22	1.48	3.33	1.48	1.48	2.22	5.01	2.22	2.22
BUS2_10	10.00	9.75	22.88	9.75	0.00	0.00	0.00	0.00	8.44	19.81	8.44	8.44	8.44	19.81	8.44	8.44
BUS3_60	60.00	1.75	4.58	1.75	2.40	6.26	2.40	2.40	1.52	3.97	1.52	1.52	2.45	6.41	2.45	2.45
BUS4_60	60.00	1.75	4.58	1.75	2.40	6.26	2.40	2.40	1.52	3.97	1.52	1.52	2.45	6.41	2.45	2.45
BUS5_10	10.00	4.90	12.84	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4.25	11.12	4.25	4.25	4.25	11.12	4.25	4.25
BUS6_10	10.00	4.14	10.06	4.14	0.00	0.00	0.00	0.00	3.59	8.71	3.59	3.59	3.59	8.71	3.59	3.59
BUS7_22.9	22.90	1.68	4.34	1.68	2.30	5.95	2.30	2.30	1.46	3.76	1.46	1.46	2.35	6.08	2.35	2.35
BUS8_22.9	22.90	1.07	2.26	1.07	1.46	3.11	1.46	1.46	0.92	1.96	0.92	0.92	1.53	3.26	1.53	1.53
BUS9_0.48	0.48	36.09	80.50	36.09	48.38	107.91	48.38	48.38	31.26	69.72	31.26	31.26	49.66	110.76	49.66	49.66
BUS10	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS11_4.2	4.20	4.24	9.49	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	8.22	3.67	3.67	3.67	8.22	3.67	3.67
BUS12_II	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS13_I	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS14_N	4.20	4.24	9.49	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	8.22	3.67	3.67	3.67	8.22	3.67	3.67

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 850TI30125
 Revisió Base
 Config.: Normal
 R falla: 10Ω

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Study Case: **CC-Av Min_1**

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla linea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I"k	ip	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.71	3.84	1.71	2.07	4.66	2.07	2.07	1.48	3.33	1.48	1.48	2.33	5.25	2.33	2.33
BUS2_10	10.00	9.75	22.88	9.75	0.00	0.00	0.00	0.00	8.44	19.81	8.44	8.44	8.44	19.81	8.44	8.44
BUS3_60	60.00	1.75	4.58	1.75	1.92	5.02	1.92	1.92	1.52	3.97	1.52	1.52	2.25	5.87	2.25	2.25
BUS4_60	60.00	1.75	4.58	1.75	1.92	5.02	1.92	1.92	1.52	3.97	1.52	1.52	2.25	5.87	2.25	2.25
BUS5_10	10.00	4.90	12.84	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4.25	11.12	4.25	4.25	4.25	11.12	4.25	4.25
BUS6_10	10.00	4.14	10.06	4.14	0.00	0.00	0.00	0.00	3.59	8.71	3.59	3.59	3.59	8.71	3.59	3.59
BUS7_22.9	22.90	1.68	4.34	1.68	1.17	3.02	1.17	1.17	1.46	3.76	1.46	1.46	1.79	4.63	1.79	1.79
BUS8_22.9	22.90	1.07	2.26	1.07	0.92	1.95	0.92	0.92	0.92	1.96	0.92	0.92	1.21	2.57	1.21	1.21
BUS9_0.48	0.48	36.09	80.50	36.09	0.03	0.07	0.03	0.03	31.26	69.72	31.26	31.26	31.26	69.73	31.26	31.26
BUS10	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS11_4.2	4.20	4.24	9.49	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	8.22	3.67	3.67	3.67	8.22	3.67	3.67
BUS12_II	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS13_I	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS14_N	4.20	4.24	9.49	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	8.22	3.67	3.67	3.67	8.22	3.67	3.67

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 50Ω

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Study Case: **CC-Av Min_1**

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla línea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I"k	ip	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.71	3.84	1.71	1.28	2.88	1.28	1.28	1.48	3.33	1.48	1.48	1.86	4.18	1.86	1.86
BUS2_10	10.00	9.75	22.88	9.75	0.00	0.00	0.00	0.00	8.44	19.81	8.44	8.44	8.44	19.81	8.44	8.44
BUS3_60	60.00	1.75	4.58	1.75	0.70	1.83	0.70	0.70	1.52	3.97	1.52	1.52	1.70	4.45	1.70	1.70
BUS4_60	60.00	1.75	4.58	1.75	0.70	1.83	0.70	0.70	1.52	3.97	1.52	1.52	1.70	4.45	1.70	1.70
BUS5_10	10.00	4.90	12.84	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4.25	11.12	4.25	4.25	4.25	11.12	4.25	4.25
BUS6_10	10.00	4.14	10.06	4.14	0.00	0.00	0.00	0.00	3.59	8.71	3.59	3.59	3.59	8.71	3.59	3.59
BUS7_22.9	22.90	1.68	4.34	1.68	0.28	0.73	0.28	0.28	1.46	3.76	1.46	1.46	1.53	3.95	1.53	1.53
BUS8_22.9	22.90	1.07	2.26	1.07	0.27	0.58	0.27	0.27	0.92	1.96	0.92	0.92	0.99	2.10	0.99	0.99
BUS9_0.48	0.48	36.09	80.50	36.09	0.01	0.01	0.01	0.01	31.26	69.72	31.26	31.26	31.26	69.72	31.26	31.26
BUS10	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS11_4.2	4.20	4.24	9.49	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	8.22	3.67	3.67	3.67	8.22	3.67	3.67
BUS12_II	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS13_I	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS14_N	4.20	4.24	9.49	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	8.22	3.67	3.67	3.67	8.22	3.67	3.67

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 100Ω

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Study Case: **CC-Av Min_1**

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla línea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I"k	ip	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.71	3.84	1.71	0.78	1.74	0.78	0.78	1.48	3.33	1.48	1.48	1.68	3.79	1.68	1.68
BUS2_10	10.00	9.75	22.88	9.75	0.00	0.00	0.00	0.00	8.44	19.81	8.44	8.44	8.44	19.81	8.44	8.44
BUS3_60	60.00	1.75	4.58	1.75	0.37	0.96	0.37	0.37	1.52	3.97	1.52	1.52	1.61	4.21	1.61	1.61
BUS4_60	60.00	1.75	4.58	1.75	0.37	0.96	0.37	0.37	1.52	3.97	1.52	1.52	1.61	4.21	1.61	1.61
BUS5_10	10.00	4.90	12.84	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4.25	11.12	4.25	4.25	4.25	11.12	4.25	4.25
BUS6_10	10.00	4.14	10.06	4.14	0.00	0.00	0.00	0.00	3.59	8.71	3.59	3.59	3.59	8.71	3.59	3.59
BUS7_22.9	22.90	1.68	4.34	1.68	0.14	0.37	0.14	0.14	1.46	3.76	1.46	1.46	1.49	3.85	1.49	1.49
BUS8_22.9	22.90	1.07	2.26	1.07	0.14	0.30	0.14	0.14	0.92	1.96	0.92	0.92	0.96	2.03	0.96	0.96
BUS9_0.48	0.48	36.09	80.50	36.09	0.00	0.01	0.00	0.00	31.26	69.72	31.26	31.26	31.26	69.72	31.26	31.26
BUS10	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS11_4.2	4.20	4.24	9.49	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	8.22	3.67	3.67	3.67	8.22	3.67	3.67
BUS12_II	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS13_I	2.40	6.42	14.32	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	12.40	5.56	5.56	5.56	12.40	5.56	5.56
BUS14_N	4.20	4.24	9.49	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	8.22	3.67	3.67	3.67	8.22	3.67	3.67

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 0Ω

Study Case: **CC-Es Max_1**

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla línea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I''k	ip	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.97	4.58	1.97	2.50	5.82	2.50	2.50	1.71	3.97	1.71	1.71	2.48	5.77	2.48	2.48
BUS2_10	10.00	10.37	24.65	10.37	0.00	0.00	0.00	0.00	8.98	21.35	8.98	8.98	8.98	21.35	8.98	8.98
BUS3_60	60.00	1.87	5.01	1.87	2.54	6.80	2.54	2.54	1.62	4.34	1.62	1.62	2.58	6.92	2.58	2.58
BUS4_60	60.00	1.87	5.01	1.87	2.54	6.80	2.54	2.54	1.62	4.34	1.62	1.62	2.58	6.92	2.58	2.58
BUS5_10	10.00	5.05	13.38	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	11.58	4.37	4.37	4.37	11.58	4.37	4.37
BUS6_10	10.00	4.25	10.41	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68	9.01	3.68	3.68	3.68	9.01	3.68	3.68
BUS7_22.9	22.90	1.72	4.49	1.72	2.36	6.13	2.36	2.36	1.49	3.89	1.49	1.49	2.41	6.26	2.41	2.41
BUS8_22.9	22.90	1.08	2.30	1.08	1.49	3.16	1.49	1.49	0.94	2.00	0.94	0.94	1.55	3.31	1.55	1.55
BUS9_0.48	0.48	36.53	81.64	36.53	48.90	109.29	48.90	48.90	31.64	70.70	31.64	31.64	50.15	112.08	50.15	50.15
BUS10	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS11_4.2	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72
BUS12_II	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS13_I	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS14_N	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 10Ω

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Study Case: **CC-Es Max_1**

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla línea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I" k	ip	Ik	I" k	ip	Ib	Ik	I" k	ip	Ib	Ik	I" k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.97	4.58	1.97	2.33	5.41	2.33	2.33	1.71	3.97	1.71	1.71	2.64	6.13	2.64	2.64
BUS2_10	10.00	10.37	24.65	10.37	0.00	0.00	0.00	0.00	8.98	21.35	8.98	8.98	8.98	21.35	8.98	8.98
BUS3_60	60.00	1.87	5.01	1.87	2.01	5.38	2.01	2.01	1.62	4.34	1.62	1.62	2.37	6.33	2.37	2.37
BUS4_60	60.00	1.87	5.01	1.87	2.01	5.38	2.01	2.01	1.62	4.34	1.62	1.62	2.37	6.33	2.37	2.37
BUS5_10	10.00	5.05	13.38	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	11.58	4.37	4.37	4.37	11.58	4.37	4.37
BUS6_10	10.00	4.25	10.41	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68	9.01	3.68	3.68	3.68	9.01	3.68	3.68
BUS7_22.9	22.90	1.72	4.49	1.72	1.18	3.07	1.18	1.18	1.49	3.89	1.49	1.49	1.83	4.76	1.83	1.83
BUS8_22.9	22.90	1.08	2.30	1.08	0.92	1.96	0.92	0.92	0.94	2.00	0.94	0.94	1.23	2.61	1.23	1.23
BUS9_0.48	0.48	36.53	81.64	36.53	0.03	0.07	0.03	0.03	31.64	70.70	31.64	31.64	31.64	70.72	31.64	31.64
BUS10	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS11_4.2	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72
BUS12_II	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS13_I	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS14_N	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 50Ω

Study Case: **CC-Es Max_1**

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla línea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I''k	ip	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.97	4.58	1.97	1.36	3.15	1.36	1.36	1.71	3.97	1.71	1.71	2.10	4.87	2.10	2.10
BUS2_10	10.00	10.37	24.65	10.37	0.00	0.00	0.00	0.00	8.98	21.35	8.98	8.98	8.98	21.35	8.98	8.98
BUS3_60	60.00	1.87	5.01	1.87	0.71	1.90	0.71	0.71	1.62	4.34	1.62	1.62	1.80	4.83	1.80	1.80
BUS4_60	60.00	1.87	5.01	1.87	0.71	1.90	0.71	0.71	1.62	4.34	1.62	1.62	1.80	4.83	1.80	1.80
BUS5_10	10.00	5.05	13.38	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	11.58	4.37	4.37	4.37	11.58	4.37	4.37
BUS6_10	10.00	4.25	10.41	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68	9.01	3.68	3.68	3.68	9.01	3.68	3.68
BUS7_22.9	22.90	1.72	4.49	1.72	0.29	0.74	0.29	0.29	1.49	3.89	1.49	1.49	1.57	4.07	1.57	1.57
BUS8_22.9	22.90	1.08	2.30	1.08	0.27	0.58	0.27	0.27	0.94	2.00	0.94	0.94	1.00	2.14	1.00	1.00
BUS9_0.48	0.48	36.53	81.64	36.53	0.01	0.01	0.01	0.01	31.64	70.70	31.64	31.64	31.64	70.71	31.64	31.64
BUS10	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS11_4.2	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72
BUS12_II	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS13_I	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS14_N	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 100Ω

Study Case: **CC-Es Max_1**

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla linea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I''k	ip	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.97	4.58	1.97	0.80	1.85	0.80	0.80	1.71	3.97	1.71	1.71	1.91	4.45	1.91	1.91
BUS2_10	10.00	10.37	24.65	10.37	0.00	0.00	0.00	0.00	8.98	21.35	8.98	8.98	8.98	21.35	8.98	8.98
BUS3_60	60.00	1.87	5.01	1.87	0.37	0.99	0.37	0.37	1.62	4.34	1.62	1.62	1.71	4.59	1.71	1.71
BUS4_60	60.00	1.87	5.01	1.87	0.37	0.99	0.37	0.37	1.62	4.34	1.62	1.62	1.71	4.59	1.71	1.71
BUS5_10	10.00	5.05	13.38	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	11.58	4.37	4.37	4.37	11.58	4.37	4.37
BUS6_10	10.00	4.25	10.41	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68	9.01	3.68	3.68	3.68	9.01	3.68	3.68
BUS7_22.9	22.90	1.72	4.49	1.72	0.14	0.38	0.14	0.14	1.49	3.89	1.49	1.49	1.53	3.98	1.53	1.53
BUS8_22.9	22.90	1.08	2.30	1.08	0.14	0.30	0.14	0.14	0.94	2.00	0.94	0.94	0.97	2.07	0.97	0.97
BUS9_0.48	0.48	36.53	81.64	36.53	0.00	0.01	0.00	0.00	31.64	70.70	31.64	31.64	31.64	70.71	31.64	31.64
BUS10	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS11_4.2	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72
BUS12_II	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS13_I	2.40	6.48	14.50	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	12.55	5.62	5.62	5.62	12.55	5.62	5.62
BUS14_N	4.20	4.29	9.62	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	8.33	3.72	3.72	3.72	8.33	3.72	3.72

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 0Ω

Study Case: **CC-Es Min_1**

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla línea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I"k	ip	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.59	3.63	1.59	2.09	4.76	2.09	2.09	1.38	3.15	1.38	1.38	2.10	4.79	2.10	2.10
BUS2_10	10.00	9.46	22.29	9.46	0.00	0.00	0.00	0.00	8.19	19.30	8.19	8.19	8.19	19.30	8.19	8.19
BUS3_60	60.00	1.70	4.44	1.70	2.32	6.09	2.32	2.32	1.47	3.85	1.47	1.47	2.38	6.24	2.38	2.38
BUS4_60	60.00	1.70	4.44	1.70	2.32	6.09	2.32	2.32	1.47	3.85	1.47	1.47	2.38	6.24	2.38	2.38
BUS5_10	10.00	4.83	12.65	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	4.18	10.95	4.18	4.18	4.18	10.95	4.18	4.18
BUS6_10	10.00	4.08	9.94	4.08	0.00	0.00	0.00	0.00	3.54	8.61	3.54	3.54	3.54	8.61	3.54	3.54
BUS7_22.9	22.90	1.66	4.29	1.66	2.28	5.88	2.28	2.28	1.44	3.72	1.44	1.44	2.33	6.02	2.33	2.33
BUS8_22.9	22.90	1.06	2.25	1.06	1.45	3.09	1.45	1.45	0.92	1.95	0.92	0.92	1.52	3.24	1.52	1.52
BUS9_0.48	0.48	35.87	80.09	35.87	48.11	107.40	25.48	109	31.06	69.36	31.06	31.06	49.39	110.29	49.39	49.39
BUS10	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS11_4.2	4.20	4.21	9.44	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65	8.17	3.65	3.65	3.65	8.17	3.65	3.65
BUS12_II	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS13_I	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS14_N	4.20	4.21	9.44	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65	8.17	3.65	3.65	3.65	8.17	3.65	3.65

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 10 Ω

Study Case: CC-Es Min_1

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla linea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I"k	ip	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik	I"k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.59	3.63	1.59	1.97	4.48	1.97	1.97	1.38	3.15	1.38	1.38	2.21	5.05	2.21	2.21
BUS2_10	10.00	9.46	22.29	9.46	0.00	0.00	0.00	0.00	8.19	19.30	8.19	8.19	8.19	19.30	8.19	8.19
BUS3_60	60.00	1.70	4.44	1.70	1.88	4.93	1.88	1.88	1.47	3.85	1.47	1.47	2.19	5.74	2.19	2.19
BUS4_60	60.00	1.70	4.44	1.70	1.88	4.93	1.88	1.88	1.47	3.85	1.47	1.47	2.19	5.74	2.19	2.19
BUS5_10	10.00	4.83	12.65	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	4.18	10.95	4.18	4.18	4.18	10.95	4.18	4.18
BUS6_10	10.00	4.08	9.94	4.08	0.00	0.00	0.00	0.00	3.54	8.61	3.54	3.54	3.54	8.61	3.54	3.54
BUS7_22.9	22.90	1.66	4.29	1.66	1.17	3.01	1.17	1.17	1.44	3.72	1.44	1.44	1.77	4.58	1.77	1.77
BUS8_22.9	22.90	1.06	2.25	1.06	0.91	1.94	0.91	0.91	0.92	1.95	0.92	0.92	1.20	2.56	1.20	1.20
BUS9_0.48	0.48	35.87	80.09	35.87	0.03	0.07	0.03	0.03	31.06	69.36	31.06	31.06	31.07	69.38	31.07	31.07
BUS10	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS11_4.2	4.20	4.21	9.44	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65	8.17	3.65	3.65	3.65	8.17	3.65	3.65
BUS12_II	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS13_I	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS14_N	4.20	4.21	9.44	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65	8.17	3.65	3.65	3.65	8.17	3.65	3.65

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 850TI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 50Ω

Study Case: CC-Es Min_1

Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla linea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I''k	ip	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.59	3.63	1.59	1.25	2.86	1.25	1.25	1.38	3.15	1.38	1.38	1.76	4.01	1.76	1.76
BUS2_10	10.00	9.46	22.29	9.46	0.00	0.00	0.00	0.00	8.19	19.30	8.19	8.19	8.19	19.30	8.19	8.19
BUS3_60	60.00	1.70	4.44	1.70	0.70	1.83	0.70	0.70	1.47	3.85	1.47	1.47	1.65	4.33	1.65	1.65
BUS4_60	60.00	1.70	4.44	1.70	0.70	1.83	0.70	0.70	1.47	3.85	1.47	1.47	1.65	4.33	1.65	1.65
BUS5_10	10.00	4.83	12.65	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	4.18	10.95	4.18	4.18	4.18	10.95	4.18	4.18
BUS6_10	10.00	4.08	9.94	4.08	0.00	0.00	0.00	0.00	3.54	8.61	3.54	3.54	3.54	8.61	3.54	3.54
BUS7_22.9	22.90	1.66	4.29	1.66	0.28	0.74	0.28	0.28	1.44	3.72	1.44	1.44	1.51	3.90	1.51	1.51
BUS8_22.9	22.90	1.06	2.25	1.06	0.27	0.58	0.27	0.27	0.92	1.95	0.92	0.92	0.98	2.09	0.98	0.98
BUS9_0.48	0.48	35.87	80.09	35.87	0.01	0.01	0.01	0.01	31.06	69.36	31.06	31.06	31.06	69.36	31.06	31.06
BUS10	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS11_4.2	4.20	4.21	9.44	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65	8.17	3.65	3.65	3.65	8.17	3.65	3.65
BUS12_II	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS13_I	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS14_N	4.20	4.21	9.44	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65	8.17	3.65	3.65	3.65	8.17	3.65	3.65

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

Proyecto: CEMENTO SUR S.A.
 Ubicación: CARACOTO

ETAP 5.0.3Z

Página: 1
 Fecha: 21/2/2010
 SN: 85OTI30125
 Revisió: Base
 Config.: Normal
 R falla: 100Ω

Study Case: CC-Es Min_1

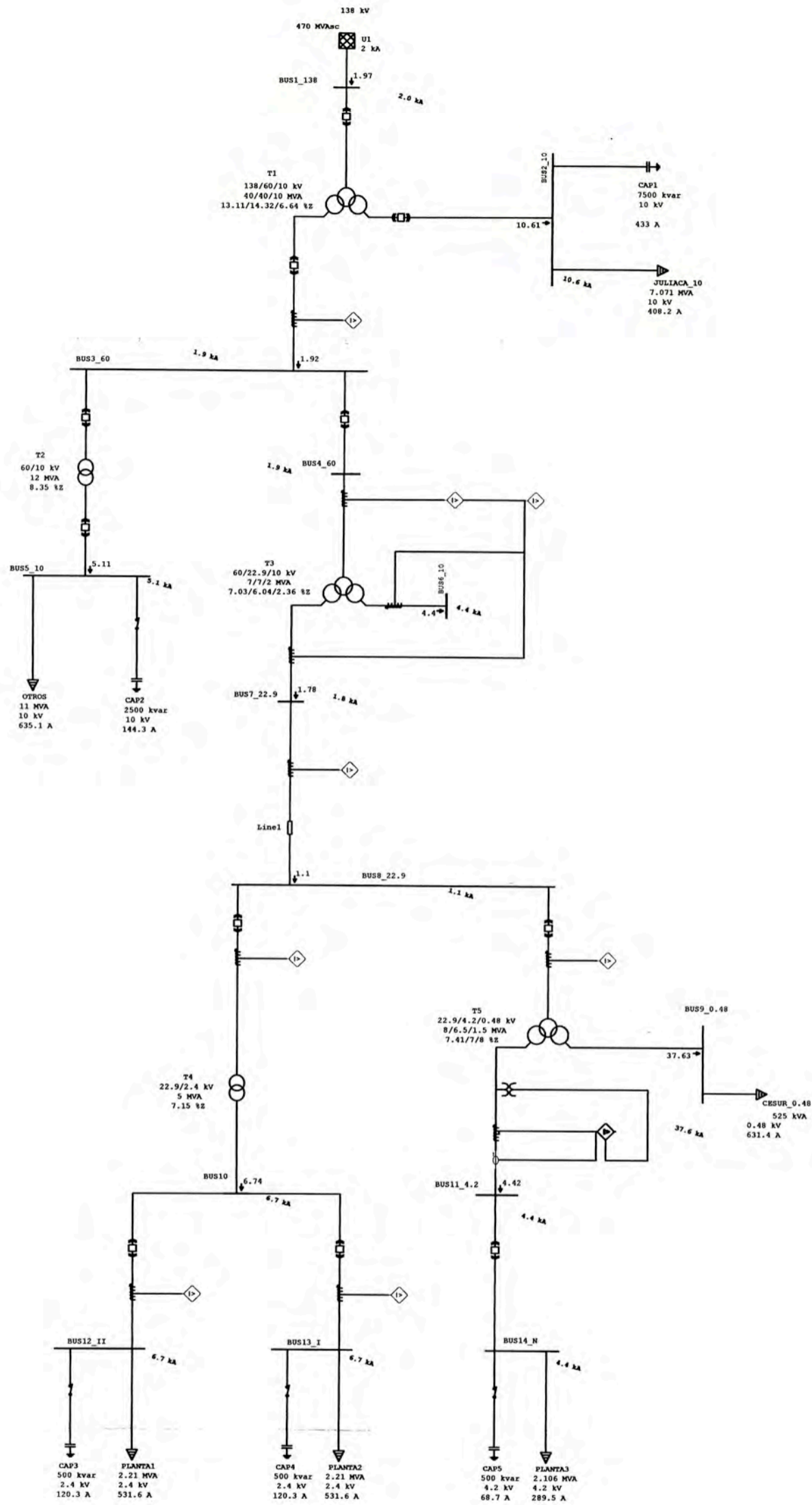
Archivo: CEMENTOSUR_10-0209

Reporte de corto circuito

Barra		Falla trifásica			Falla linea- tierra				Falla bifásica				*Falla bifásica-tierra			
ID	kV	I''k	ip	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik	I''k	ip	Ib	Ik
BUS1_138	138.00	1.59	3.63	1.59	0.77	1.75	0.77	0.77	1.38	3.15	1.38	1.38	1.59	3.61	1.59	1.59
BUS2_10	10.00	9.46	22.29	9.46	0.00	0.00	0.00	0.00	8.19	19.30	8.19	8.19	8.19	19.30	8.19	8.19
BUS3_60	60.00	1.70	4.44	1.70	0.37	0.97	0.37	0.37	1.47	3.85	1.47	1.47	1.56	4.09	1.56	1.56
BUS4_60	60.00	1.70	4.44	1.70	0.37	0.97	0.37	0.37	1.47	3.85	1.47	1.47	1.56	4.09	1.56	1.56
BUS5_10	10.00	4.83	12.65	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	4.18	10.95	4.18	4.18	4.18	10.95	4.18	4.18
BUS6_10	10.00	4.08	9.94	4.08	0.00	0.00	0.00	0.00	3.54	8.61	3.54	3.54	3.54	8.61	3.54	3.54
BUS7_22.9	22.90	1.66	4.29	1.66	0.14	0.37	0.14	0.14	1.44	3.72	1.44	1.44	1.47	3.81	1.47	1.47
BUS8_22.9	22.90	1.06	2.25	1.06	0.14	0.30	0.14	0.14	0.92	1.95	0.92	0.92	0.95	2.02	0.95	0.95
BUS9_0.48	0.48	35.87	80.09	35.87	0.00	0.01	0.00	0.00	31.06	69.36	31.06	31.06	31.06	69.36	31.06	31.06
BUS10	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS11_4.2	4.20	4.21	9.44	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65	8.17	3.65	3.65	3.65	8.17	3.65	3.65
BUS12_II	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS13_I	2.40	6.38	14.26	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	12.35	5.53	5.53	5.53	12.35	5.53	5.53
BUS14_N	4.20	4.21	9.44	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65	8.17	3.65	3.65	3.65	8.17	3.65	3.65

Todas las corrientes de falla son rms kA. La corriente ip es calculado usando el Método C.

*Se presentan los valores de las fallas bifásicas mayores entre líneas.

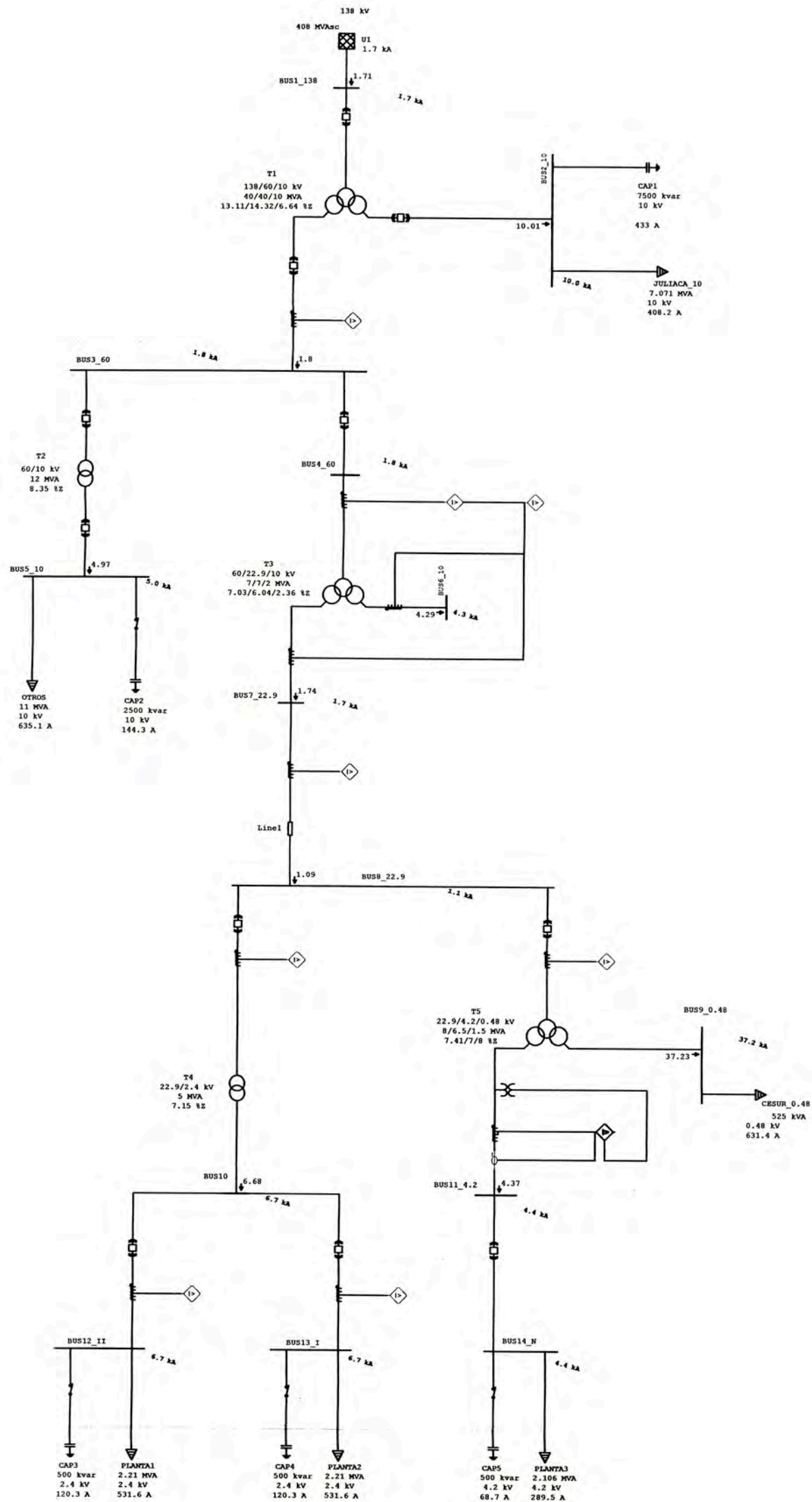


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR

TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO TRIFÁSICO AVENIDA MÁXIMA (R=0) PLANO N°: ECC-00-01

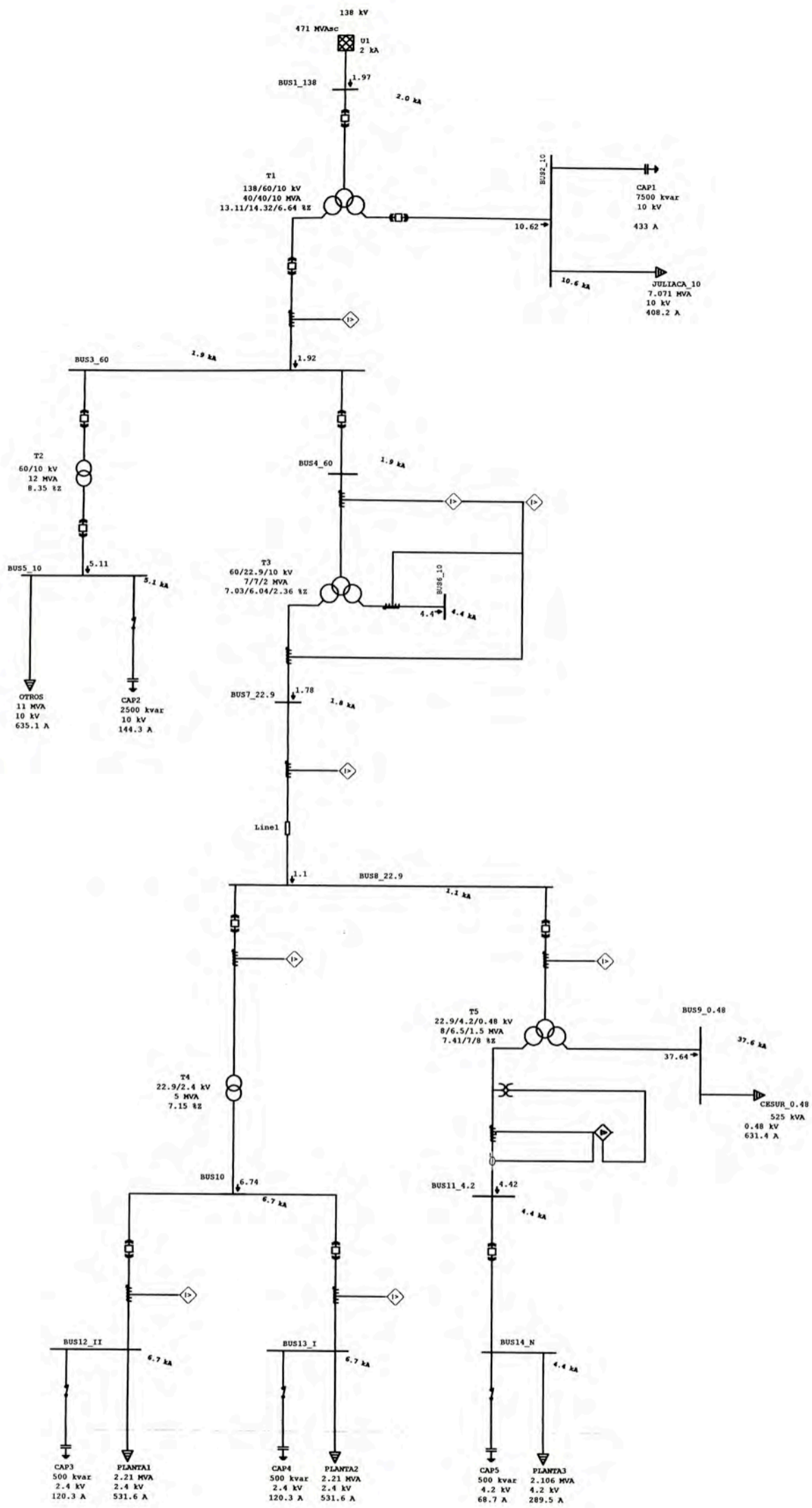
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO



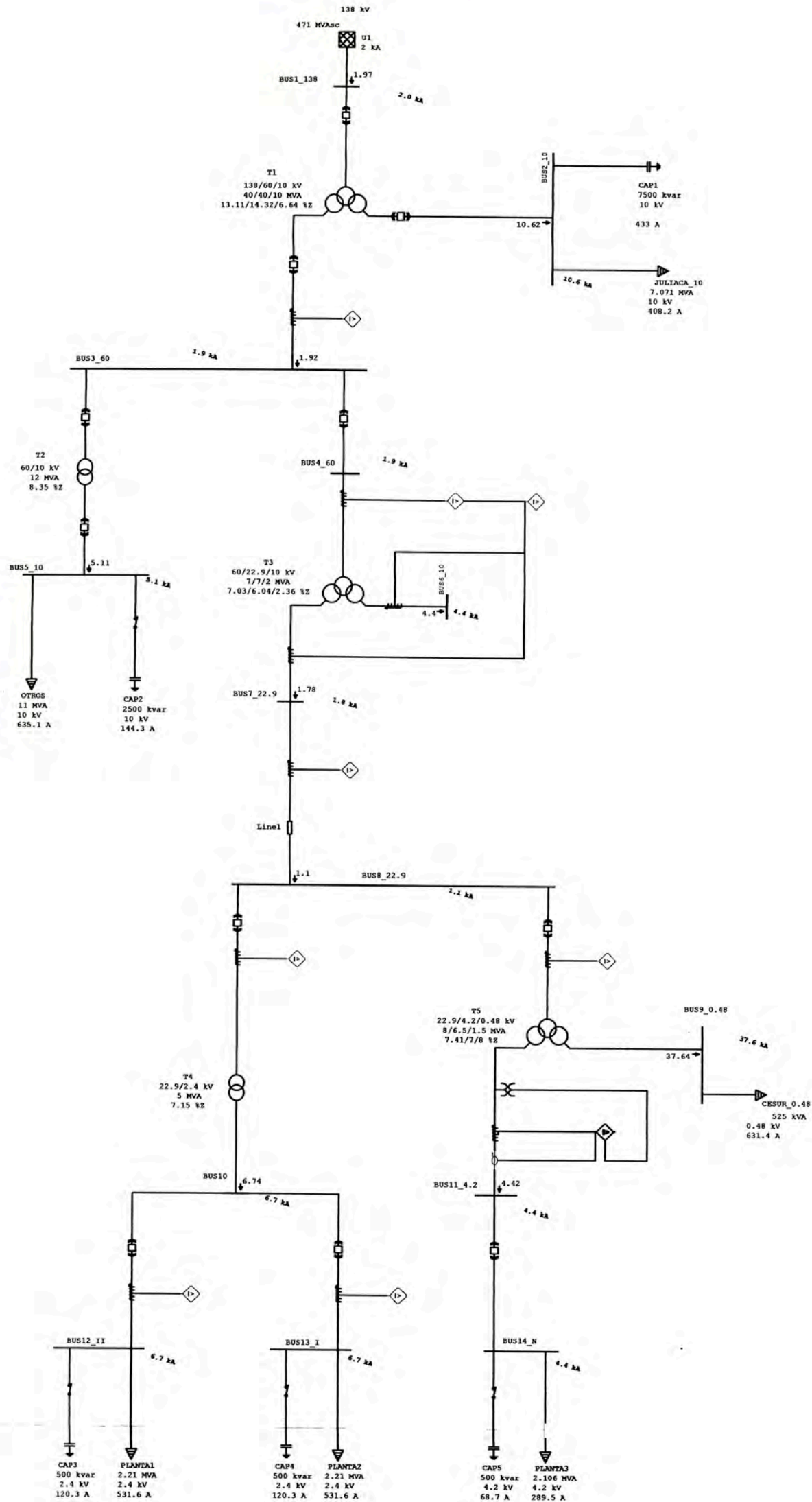


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

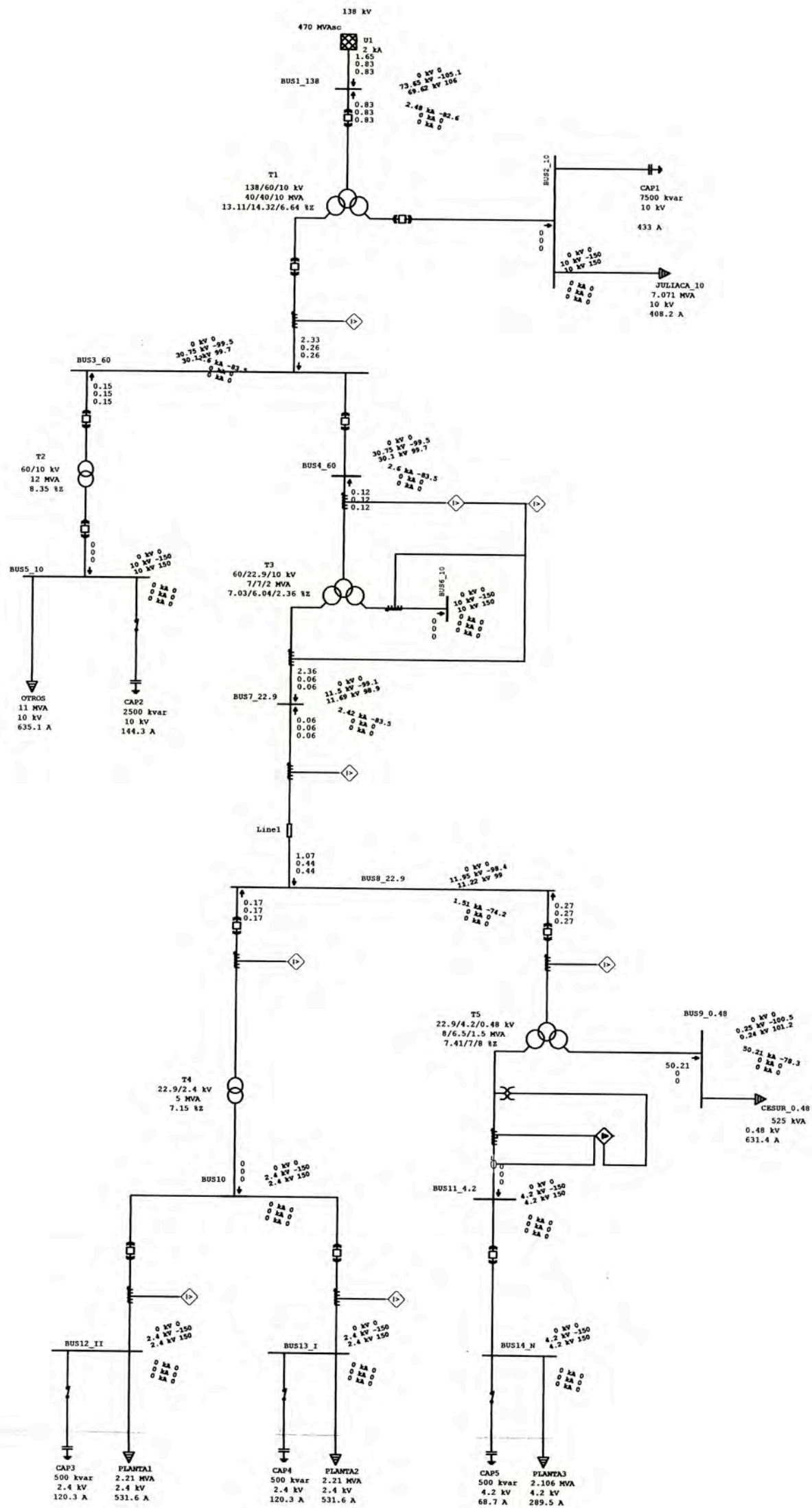
PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO TRIFÁSICO AVENIDA MÍNIMO (R=0)		PLANO N°: ECC-00-02
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO TRIFÁSICO ESTIAJE MÁXIMA (R=0)		PLANO N°: ECC-00-03
DISERO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN		DEPARTAMENTO: PUNO



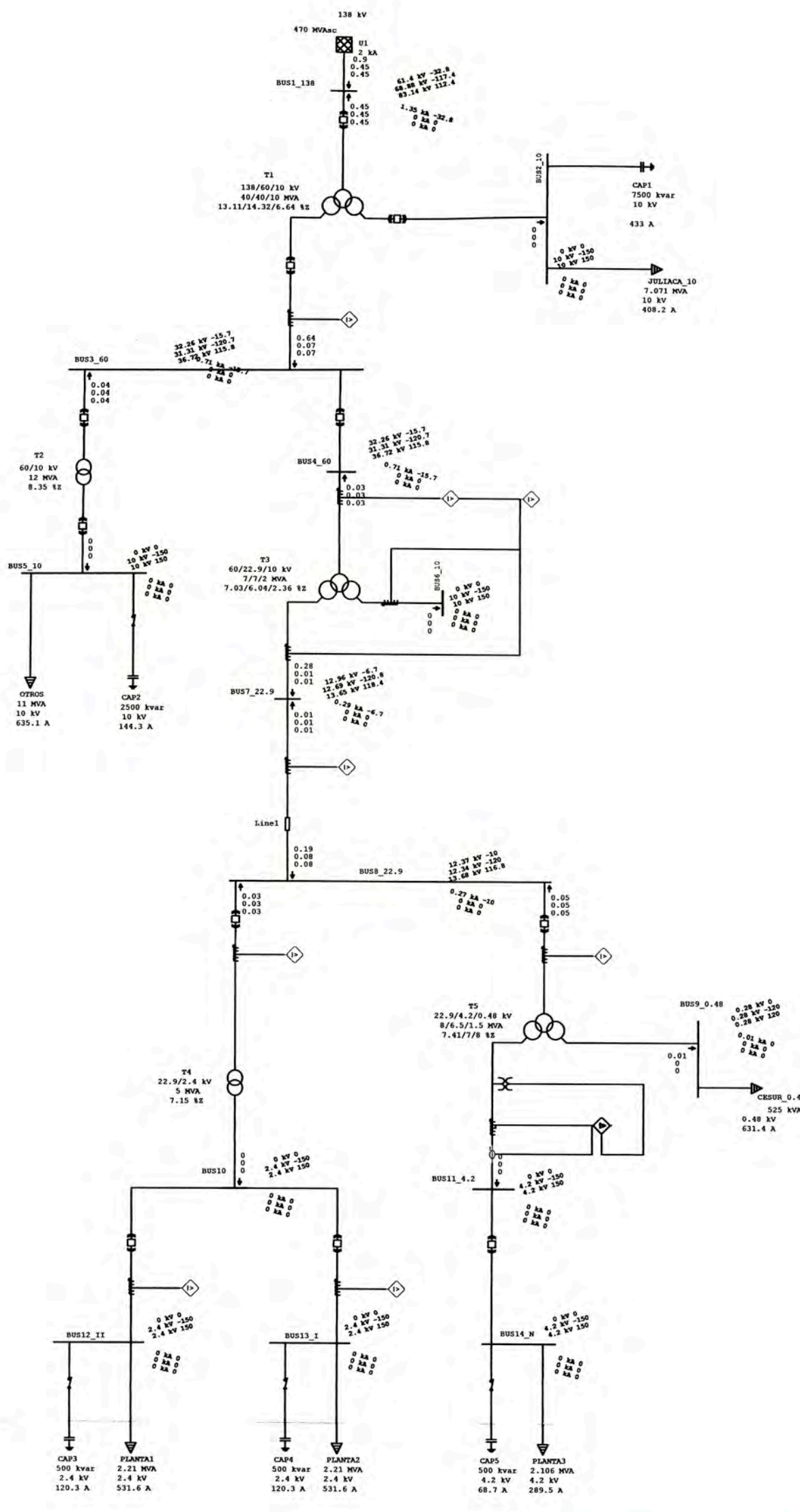
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO TRIFÁSICO ESTIAJE MÍNIMO (R=0)		PLANO N°: ECC-00-04
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA AVENIDA MÁXIMA (R=0) **PLANO N°:** ECC-00-05

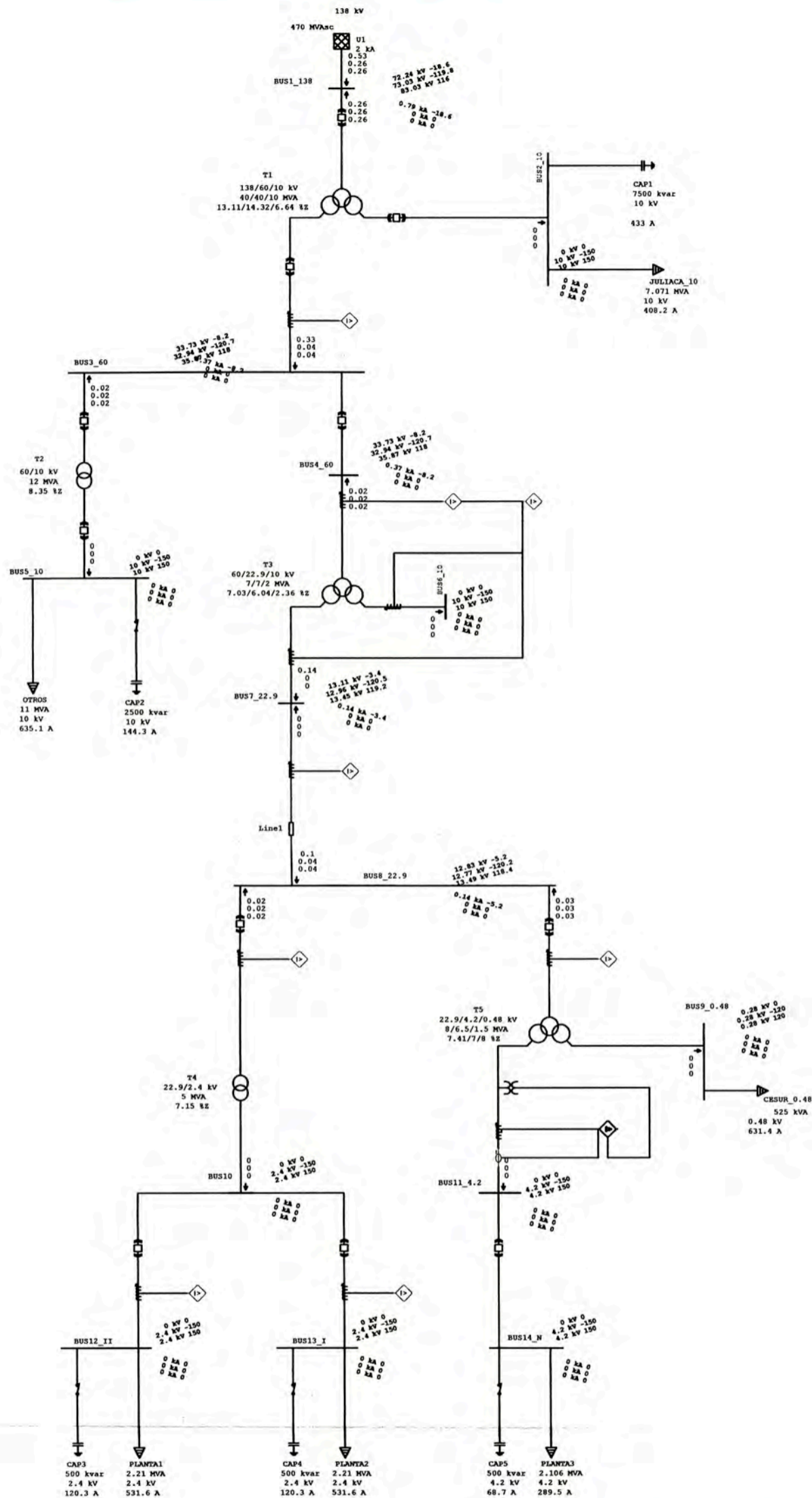
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES--CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA AVENIDA MÁXIMA (R=50)		PLANO N°: ECC-00-06
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO



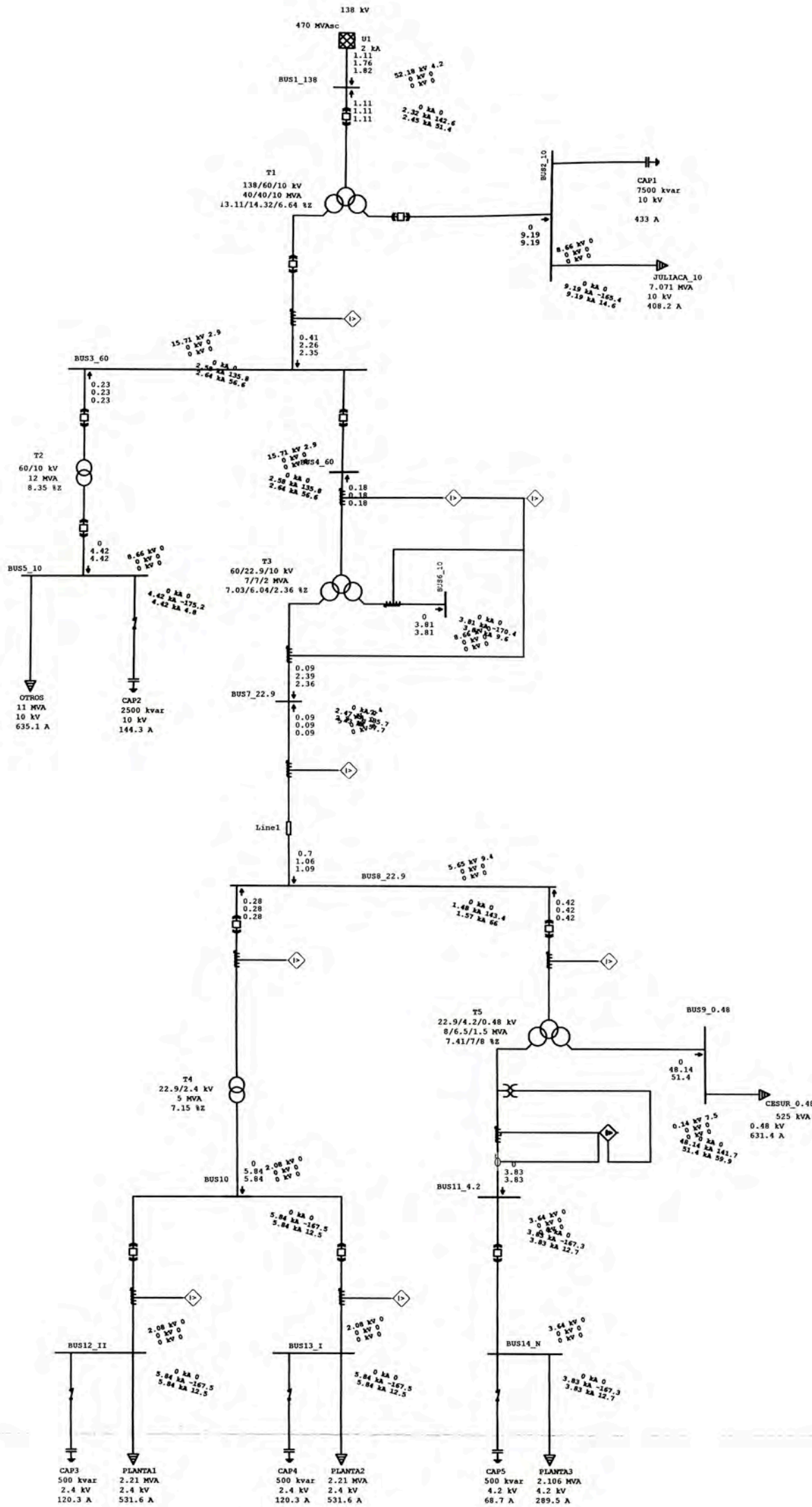
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR

TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO
MONOFÁSICO AVENIDA MÁXIMA (R=100)

PLANO N°:
ECC-00-07

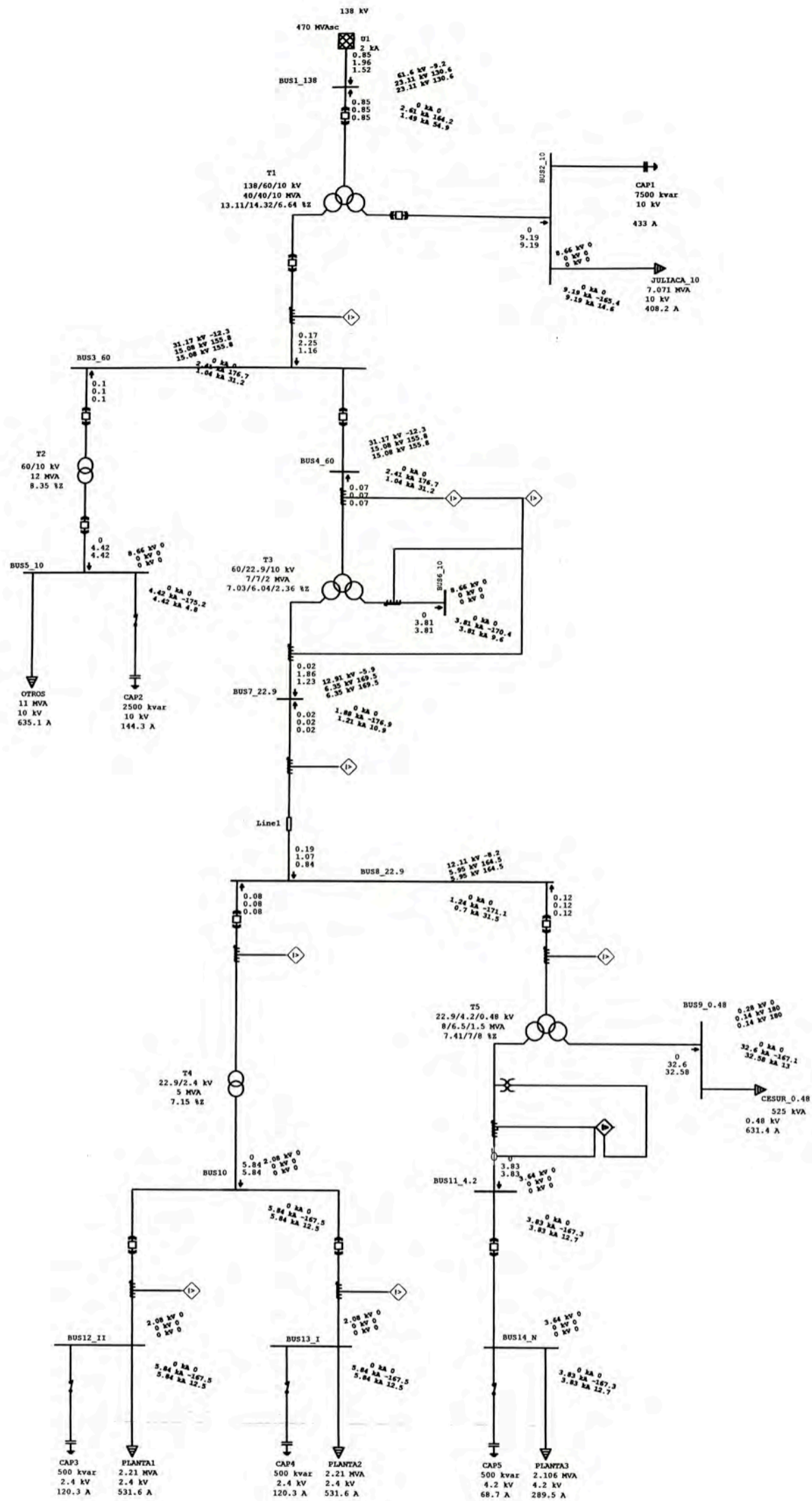
DISERNO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARAGOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA AVENIDA MÁXIMA (R=0)		PLANO N°: ECC-00-08
DISERNO: ERICK TUNE RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUNE RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUÑO





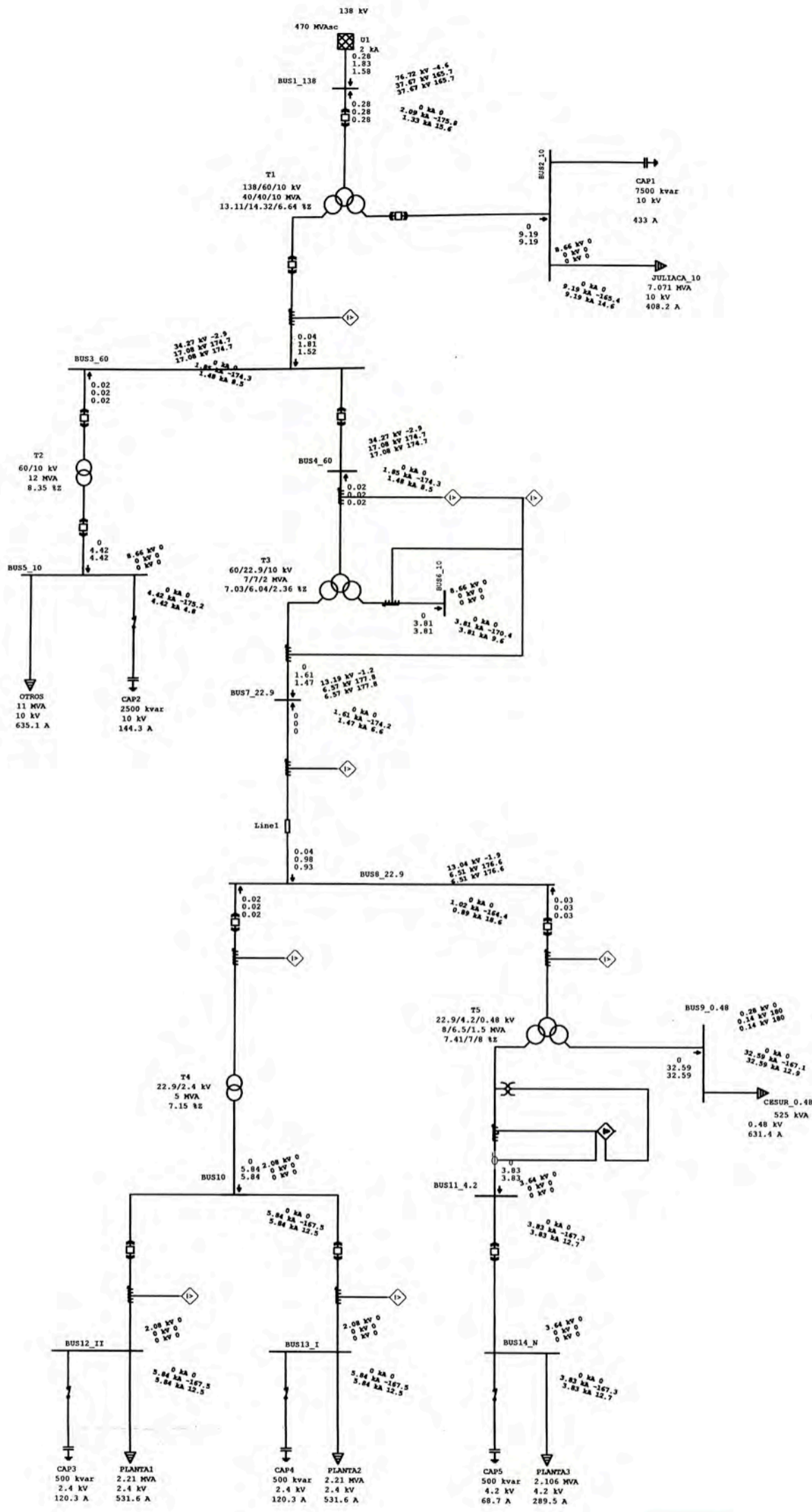
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR

TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO

PLANO N°: ECC-00-09

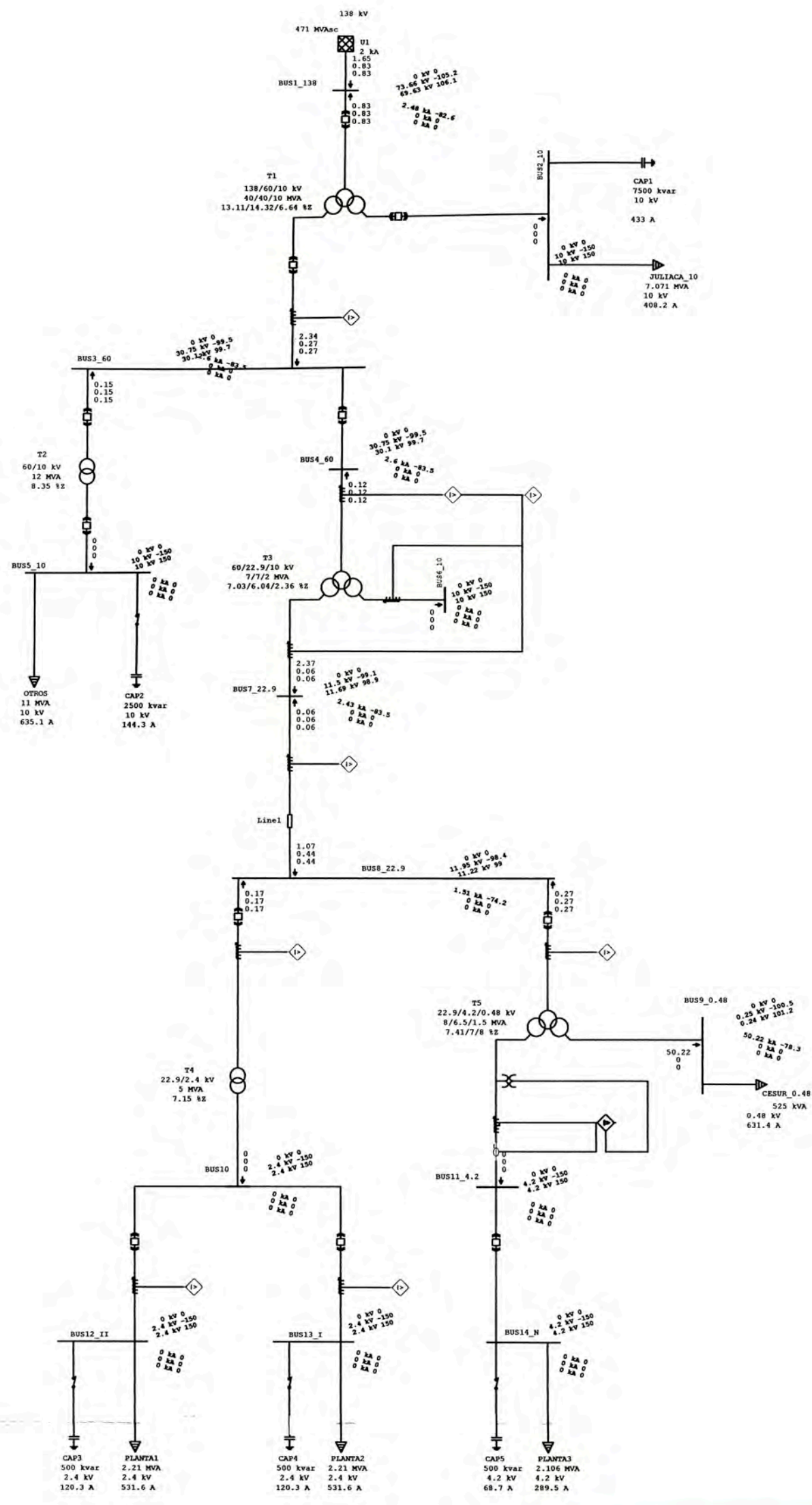
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA AVENIDA MÁXIMA (R=50)		PLANO N°: ECC-00-10
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO



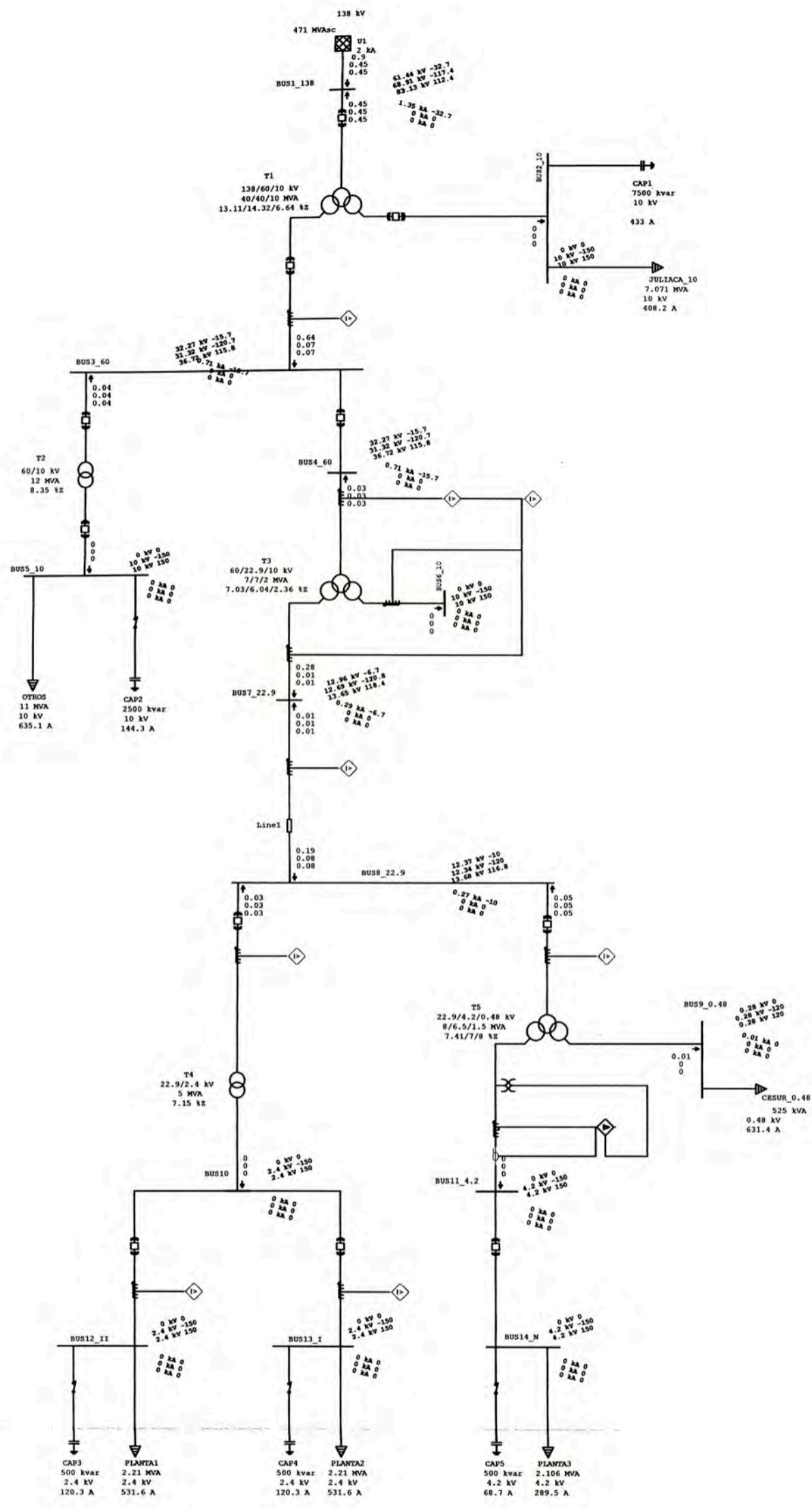


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES--CEMENTO SUR

TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO MONOFASICO A TIERRA ESTIAJE MÁXIMO (R=0) **PLANO N°:** ECC-00-11

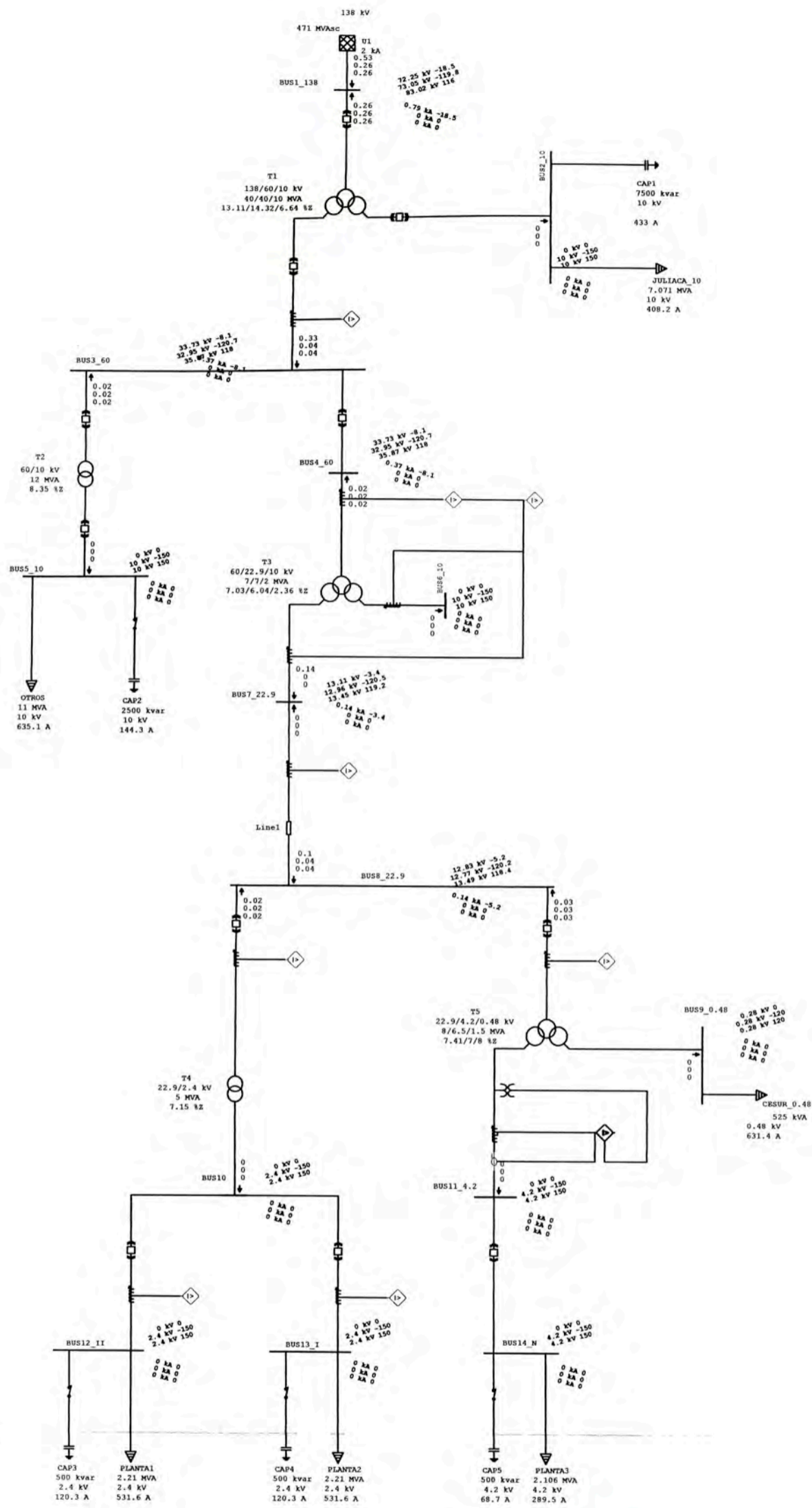
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO






UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

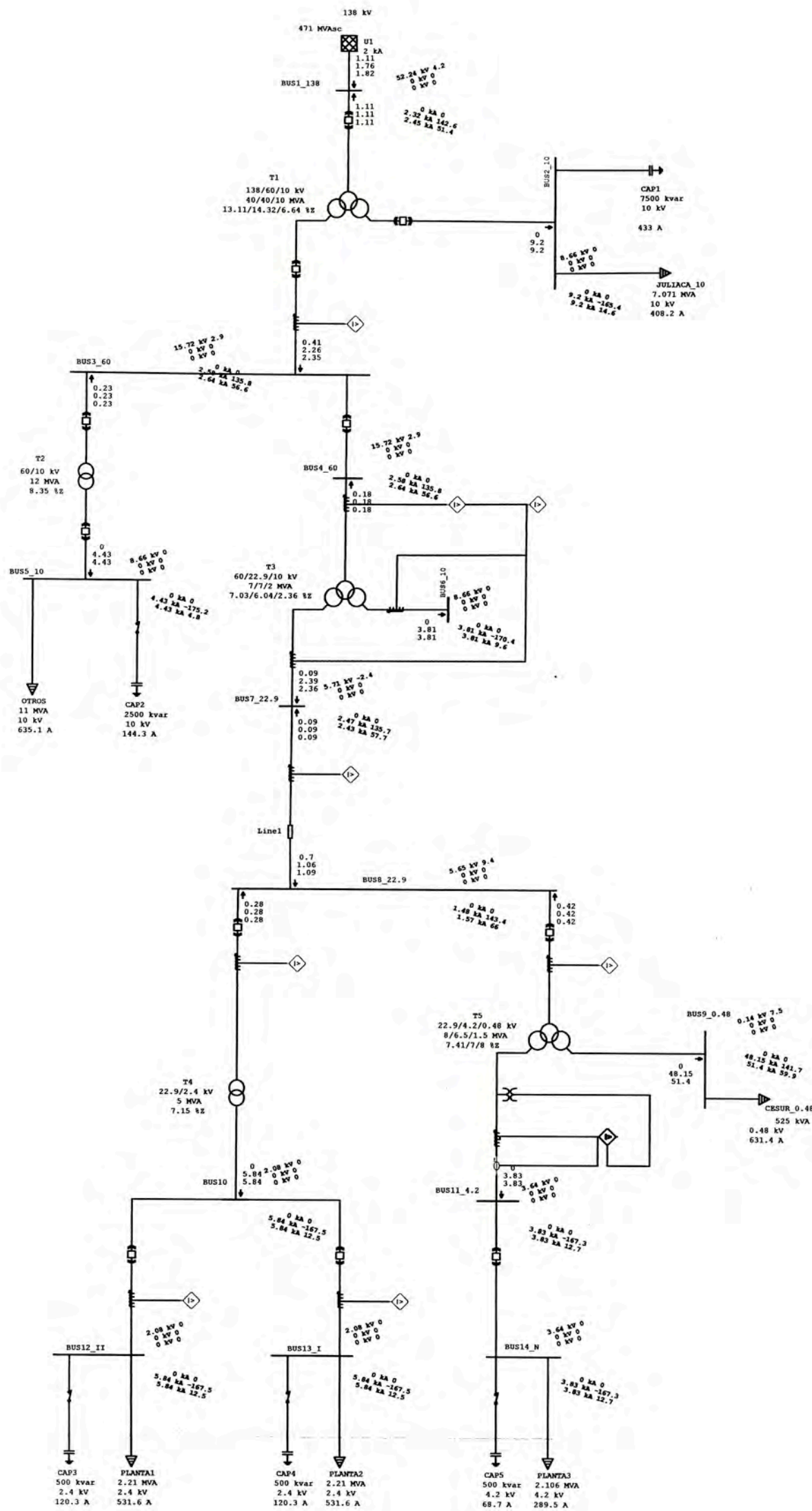
PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA ESTIAJE MÁXIMO (R=50)		PLANO N°: ECC-00-12
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA ESTIAJE MÁXIMO (R=100) **PLANO N°:** ECC-00-13

DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO



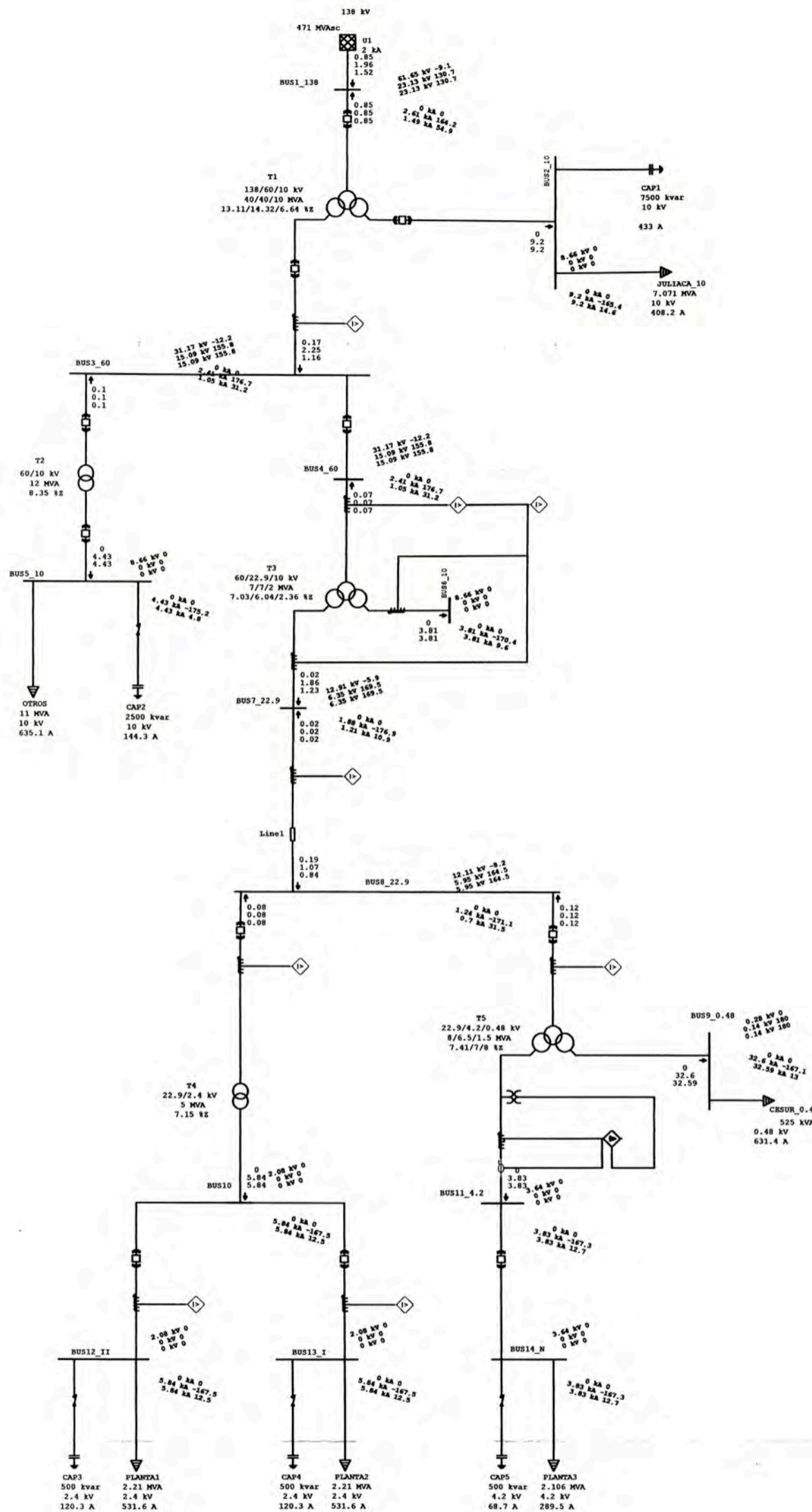
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR

TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA ESTIAJE MÁXIMO (R=0)

PLANO N°: ECC-00-14

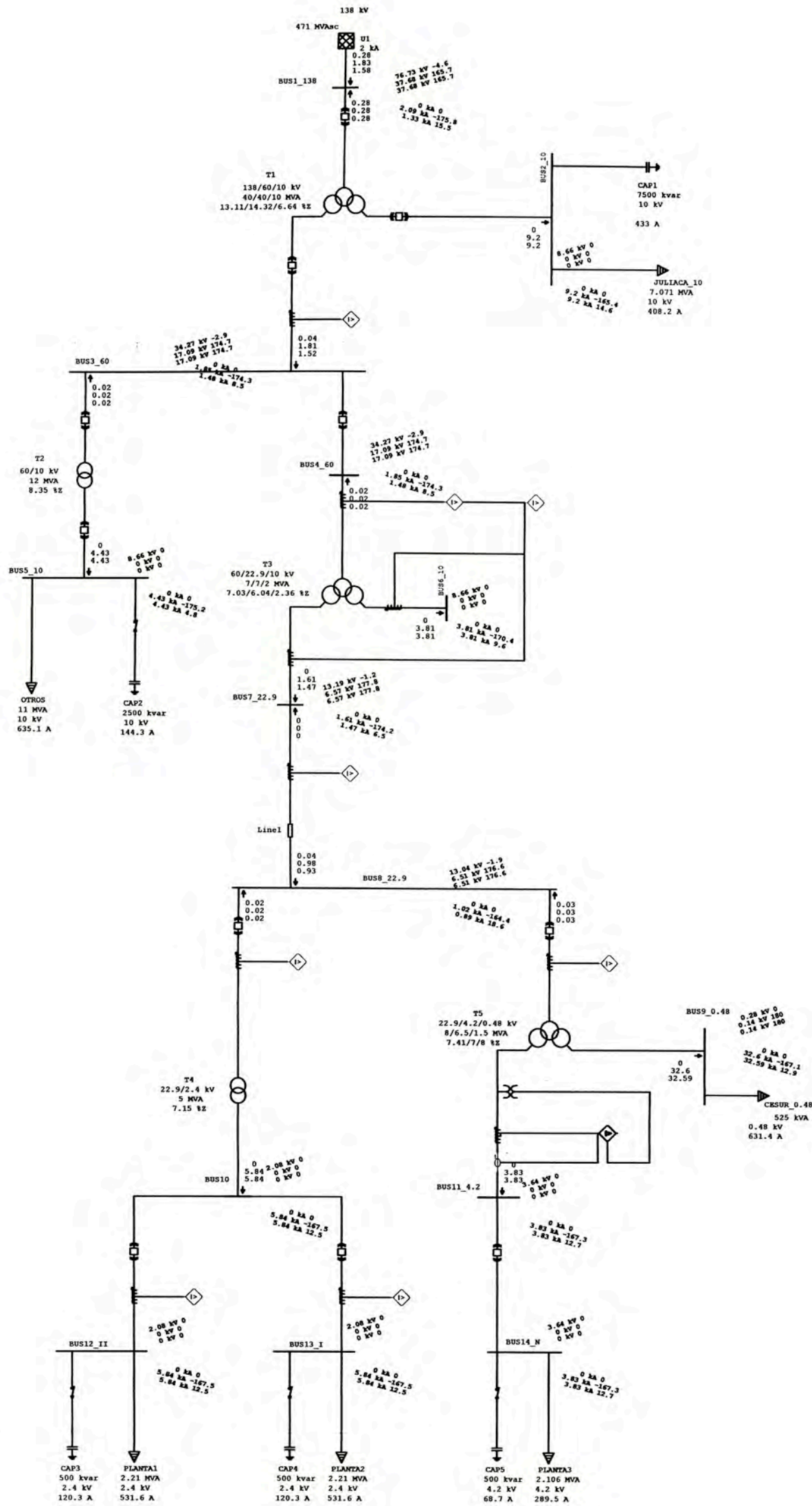
DISENYO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MAHUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUÑO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA ESTIAJE MÁXIMO (R=10)		PLANO N°: ECC-00-15
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DIBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO

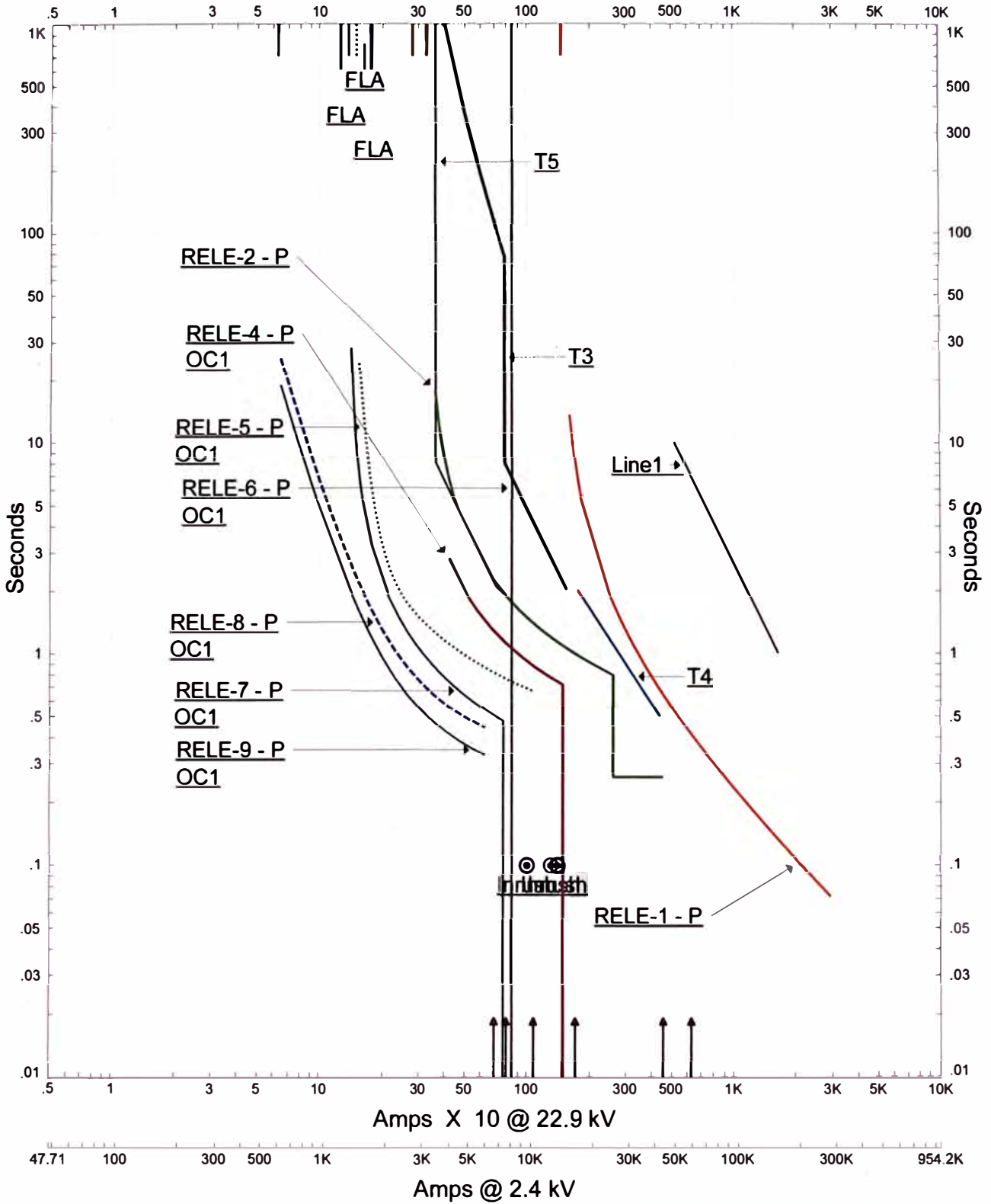


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES-CEMENTO SUR		
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA ESTIAJE MÁXIMO (R=50)		PLANO N°: ECC-00-16
DISEÑO: ERICK TUME RENDÓN	FECHA: MARZO 2010	DISTRITO: CARACOTO
ASESOR: ING. MANUEL CARRANZA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: SAN RAMÓN
	DEBUJADO: ERICK TUME RENDÓN	DEPARTAMENTO: PUNO

ANEXO C
CURVAS DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

Amps X 10 @ 22.9 kV



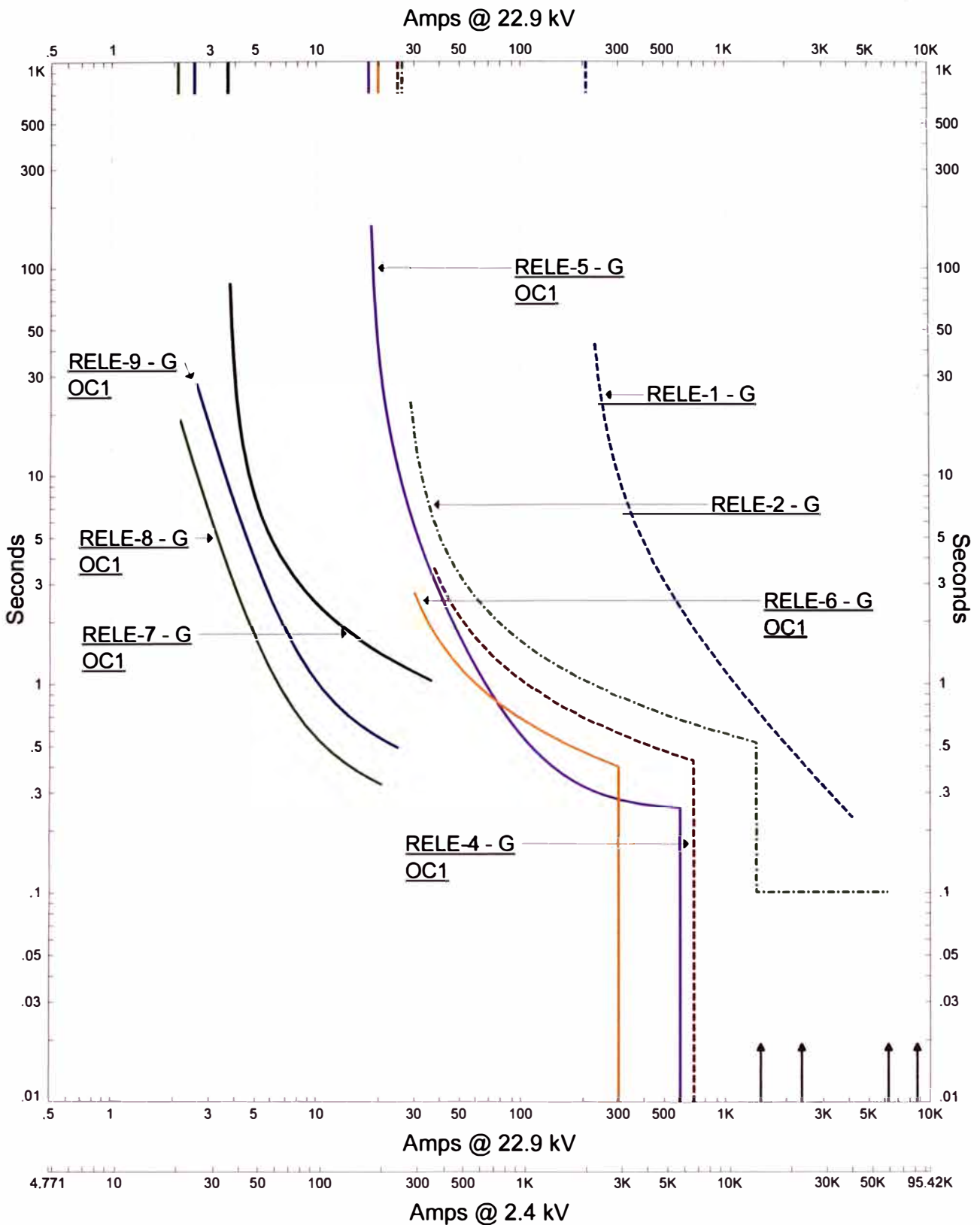
ETAP STAR 5.0.32

Star3

FALLAS ENTRE FASES:
TRIFÁSICAS, BIFÁSICAS

Project: CEMENTO SUR S.A.
Location: CARACOTO
Contract:
Engineer:
Filename: D:\Archivos ETAP2010\CEMENTOSUR_10-0209\CEMENTOSUR_1

Date: 15-02-2010
SN: 850TI30125
Rev: Base
Fault: Phase



	Star3	FALLAS A TIERRA: MONOFÁSICA, BIFÁSICA
Project: CEMENTO SUR S.A.	Date: 15-02-2010	
Location: CARACOTO	SN: 850TI30125	
Contract:	Rev: Base	
Engineer:	Fault: Ground	
Filename: D:\Archivos ETAP2010\CEMENTOSUR_10-0209\CEMENTOSUR_1		

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Paulino Montané Sangra, “Protección en las instalaciones eléctricas”, Marcombo-Barcelona España, 1988.
- [2] BBC, “Manual de las instalaciones de distribución de energía eléctrica”, URMO-Bilbao España, 1983.
- [3] Norma IEC 60909-0, “Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 0: Calculation of currents”, 2001.
- [4] Norma IEC 60909-4, “Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Examples for the calculation of currents”, 2000.
- [5] IEEE STD 242, “Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems”, 2001.
- [6] IEEE C57.91, “IEEE Guide for Loading Mineral-Oil-Immersed Transformers”, 1995.
- [7] Ministerio de Energía y Minas, “D.S N° 020-97-EM.- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, 1997.
- [8] COES-SINAC, Criterios de ajuste y coordinación de los sistemas de protección del SEIN”, 2005.
- [9] Alstom, “KBCH 120, 130, 140 Protección diferencial de transformador- Manual de servicio”.