

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Eléctrica y
Electrónica



*Mejoramiento de la Operatividad
del Sistema Eléctrico de
Transmisión de Tacna ”*

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Victor Raúl Monzón Gonzales

Promoción 1982 - 1

LIMA - PERU - 1996

**A MIS QUERIDOS PADRES,
ESPOSA, HERMANOS E HIJOS
POR SU AMOR, CONFIANZA Y
APOYO BRINDADO**

SUMARIO

El suministro de energía a la ciudad de Tacna era atendida con el único centro de distribución que es la subestación tacna 66/10,5 Kv, lo que implicó que ante el incremento de la demanda de energía que se venía dando, la subestación se encontraba operando en las condiciones siguientes: transformadores de potencia sobrecargados, bajos niveles de tensión en los circuitos de salida de 10,5 kv, líneas de distribución bastantes largas, interrupción total del servicio para el mantenimiento del patio de llaves y mayores pérdidas en la transformación.

Para superar estos problemas se ejecutó las obras de la primera etapa del proyecto "Ramal 66 kv y Subestación Parque Industrial", con lo cual mejora la operatividad del sistema eléctrico de transmisión de tacna.

Obteniéndose los resultados siguientes :

Mejor nivel de tensión en los circuitos de salida 10,5 kv.

Disminución en la restricción del servicio por mantenimiento.

Disminución de las pérdidas en la transformación.

**" MEJORAMIENTO DE LA OPERATIVIDAD DEL SISTEMA ELECTRICO DE
TRANSMISION DE TACNA "**

EXTRACTO

" MEJORAMIENTO DE LA OPERATIVIDAD DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSMISION DE TACNA "

AUTOR : VICTOR RAUL MONZON GONZALES

GRADO : Ingeniero Electricista

FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y
ELECTRONICA

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AÑO : 1995

El trabajo a presentar contiene 5 capítulos, en los cuales se desarrolla el tema del mejoramiento de la operatividad del sistema eléctrico de transmisión de Tacna.

El suministro de energía a la ciudad de Tacna era atendida con la S.E. Tacna 66/10.5 kV., y ante el incremento de la demanda de energía esta subestacion se encontraba sobrecargada, con bajos niveles de tensión en las salidas de 10.5 Kv. y con excesivas pérdidas en las redes de distribución.

Por tal motivo, se ejecutó las obras de Ampliación del Patio de Llaves 66kV de la S.E. Tacna, L.T. 66 kV Tacna-

Parque Industrial y la S.E. Parque Industrial I Etapa 66/10.5 kV, mejorando de esta forma la operatividad del sistema eléctrico.

Capítulo I, comprende las generalidades que contiene: introducción, ubicación, descripción del sistema eléctrico, objetivos y alcances del presente trabajo.

Capítulo II, hace una descripción de los equipos de operación y maniobras que conforman la S.E. Tacna en su condición inicial, es decir cuando se encontraba sobrecargada y con bajos niveles de tensión.

Asimismo una descripción de los equipos utilizados en la Ampliación de la S.E. Tacna, en la S.E. Parque Industrial-I Etapa y en la L.T. Tacna - Parque Industrial.

Capítulo III, comprende las características técnicas principales de los equipos utilizados en la S.E. Tacna, S.E. Parque Industrial - I Etapa y en la L.T. Tacna - Parque Industrial.

Capítulo IV, trata de las mejoras en la operatividad con las S.E. Tacna y Parque Industrial.

El mejoramiento de la operatividad esta dada en:

- Una mejor redistribución de las cargas para obtener menores pérdidas y mejor nivel de tensión.
- Recuperación de reserva en la capacidad instalada de las subestaciones, para atender una mayor demanda de energía.
- Regulación de los niveles de tensión dentro de los límites permisibles, utilizando los bancos de condensadores en 10.5 kV. y la regulación automática y

fija de los Transformadores de Potencia.

- Posibilidad de atender, en situaciones de mantenimiento y/o emergencia, las cargas de redistribuidas desde cualquiera de las 2 Subestaciones Tacna o Parque Industrial.
- Ajustes en la Protección.

Capítulo V, Evaluación Técnico - Económico, como resultado de la comparación de las pérdidas y de la energía que se dejaba de suministrar para atender los mantenimientos, cuando se atendía la demanda solo con la S.E. Tacna y ahora que se atiende la demanda de manera compartida entre la S.E. Tacna y S.E. Parque Industrial.

INDICE

Pág.

CAPITULO I

GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Ubicación	3
1.3 Descripción del sistema eléctrico	4
1.4 Objetivos	5
1.5 Alcances	5

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS DE OPERACION Y MANIOBRAS . .	6
2.1 Subestación Tacna	6
2.1.1 Patio de llaves 66 kV	6
2.1.2 Transformadores de potencia	7
2.1.3 Celdas de 10,5 kV	7
2.1.3.1 Celdas del transformador NQ1	7
2.1.3.2 Celdas del transformador NQ2	9
2.1.3.3 Celdas del transformador NQ4	10
2.1.3.4 Celdas de enlace	11
2.2 Ampliación de la S.E. Tacna 66 kV	12
2.3 Línea de transmisión 60 kV	
Tacna - parque industrial	13
2.4 Subestación parque industrial	13
2.4.1 Patio de llaves 66 kV	14
2.4.2 Transformadores de potencia	14

2.4.3	Celdas de 10.5 kV.	15
2.4.3.1	Celda de llegada	15
2.4.3.2	Celda de servicios auxiliares	15
2.4.3.3	Celdas de salidas	16

CAPITULO III

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS 17

3.1	Transformadores de potencia	17
3.2	Interruptores de potencia	19
3.3	Seccionadores	27
3.4	Banco de condensadores	28
3.5	Relés de protección	28

CAPITULO IV

OPERACION DE LAS SUBESTACIONES TACNA Y PARQUE

INDUSTRIAL 39

4.1	Distribución de las cargas	39
4.1.1	Datos y ecuaciones	39
4.1.2	Atención de la demanda sin S.E. parque industrial	41
4.1.3	Atención de la demanda con S.E. parque industrial	42
4.2	Regulación de la tensión	44
4.2.1	Métodos disponibles en nuestro sistema	44
4.2.2	Condiciones normales de operación	46
4.3	Maniobras en caso de mantenimiento y/o emergencia	47
4.4	Ajuste de las protecciones	48
4.4.1	Calibración de relés de sobrecorriente	49
4.4.2	Calibración de relés de sobrevoltaje	

a tierra	53
CAPITULO V	
EVALUACION TECNICO - ECONOMICO	58
5.1 Aspecto técnico	58
5.2 Aspecto económico	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFIA	63
ANEXOS	64
PLANOS	88

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1 Introducción

La ciudad de Tacna, viene sufriendo un severo racionamiento en el suministro de energía eléctrica, que esta afectando seriamente el normal desarrollo cotidiano y; por consiguiente, frenando sus posibilidades de un mayor crecimiento tanto en lo Industrial como lo Comercial.

Las principales causas de este severo racionamiento son:

- a. Falta de capacidad de transmisión de energía eléctrica de la línea de transmisión Aricota-Tacna.
- b. Falta de capacidad de Transformación de 66 kV a 10,5 kV de la Subestación Tacna.

Esta subestación solo cuenta con 03 Transformadores de Potencia (15,75 MVA) y es el único centro de distribución para atender a la ciudad de Tacna.

- c. Por existir una sola subestación de 66/10,5 kV se crean, excesivas pérdidas en las redes primarias de 10 kV que también originan excesivas caídas de tensión que afectan la calidad del servicio.

Con respecto al punto a. es importante anotar que la actual línea de transmisión Aricota-Tacna 66 kV, presenta restricciones de capacidad de transporte de energía debido a la caída de tensión, que afecta no

solo a la ciudad de Tacna sino también a las zonas servidas por las Subestaciones Yarada, Tomasiri y Locumba; por lo que, para afrontar la evolución de la demanda prevista en el Departamento de Tacna, requiere de una renovación o de la ejecución de refuerzos y ampliaciones con niveles de inversión elevados, sin la certeza de que la estructura final del sistema satisfaga las necesidades de la región a corto plazo, debido a que no se cuenta con el estudio correspondiente.

ELECTROSUR S.A. como responsable del suministro de energía eléctrica en Tacna y con la finalidad de solucionar los puntos b. y c. antes referidos, tomó la decisión de actualizar el Estudio Definitivo del proyecto que denominó "Ramal 66 kV y Subestación Parque Industrial - Tacna", estudio que ha de permitir la convocatoria a licitación de la ejecución del equipamiento y obras que se requieran para ampliar la subestación Tacna, construir la línea de 66 kV entre la S.E. Tacna y la S.E. Parque Industrial; así como el equipamiento y construcción de esta última subestación.

Luego, considerando la falta de recursos financieros y teniendo presente la situación crítica en que se encontraba la subestación Tacna, con una sobrecarga de 20% en 02 de sus 03 Transformadores de Potencia y con bajos niveles de tensión en las salidas (9,8 kV en horas de máxima demanda), lo que implicaba mayores pérdidas en las redes de distribución y niveles de

tensión de 8.5 kV en el suministro de sus clientes principales: ELECTROSUR S.A. tomó la decisión de dividir el proyecto "Ramal 66 kV y Subestación Parque Industrial - Tacna" en 03 etapas.

Primera Etapa: Ampliación Patio de Llaves S.E. Tacna, línea de transmisión 66 Kv y enlace directo con la S.E. Parque Industrial. (ver plano TQ01-95).

Segunda Etapa: Implementación de equipamiento completo de la llegada de línea 66 kV en la S.E. Parque Industrial.

Tercera Etapa: Enlace de la S.E. Parque Industrial con línea 66 kV y C.T. Calana.

El presente tema trata del mejoramiento de la operatividad del sistema eléctrico de Tacna con la ejecución del proyecto en su primera etapa.

La primera etapa se ejecutó utilizando equipos de 66 kV y 10,5 kV que fueron transferidos por ELECTROPERU S.A. y con la adquisición de un Transformador de Potencia 8 MVA, cadenas de aisladores, postes de concreto y conductores.

1.2 Ubicación

El área de influencia del Sistema Eléctrico en estudio se localiza en la Ciudad de Tacna, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna, República del Perú.

El clima de la zona presenta las características climáticas típicas de la Costa Sur del Perú, con una temperatura ambiental media de 22 °C y a una altitud de 560 m.s.n.m.

1.3 Descripción del sistema eléctrico

La ejecución del proyecto en su primera etapa se encuentra dentro del Sistema Interconectado Sur (SIS), conformado actualmente por los sub-sistemas de las empresas EGASA, ETESUR y SEAL (Arequipa) y EGESUR y ELECTROSUR S.A. (Tacna y Moquegua) , debiendo integrarse al SIS en 1996 el sub-sistema de la empresa ELECTROSUR ESTE S.A. (Cuzco, Puno y Apurimac).

En la S.E. Tacna 66/10,5 kV existente se construyó un pórtico de salida para el ramal en 66 kV, con sus equipos de mando, protección y medición.

En la S.E. Parque Industrial ubicada en la zona que lleva la misma nominación, se construyó el pórtico de llegada para la respectiva línea de transmisión 66 kV, con áreas previstas para la ampliación de pórticos, como se muestra en planos; que permitirá una simple conexión a los transformadores de potencia que serán instalados en etapas, así como a la futura línea de interconexión en 66 kV con la S.E. Calana.

En la S.E. Parque Industrial la relación de transformación será de 60/10,5 kV y las salidas en 10,5 kV, para tomar las cargas que se transfieran de la S.E. Tacna, serán dos (02) en esta primera etapa.

La línea de transmisión esta diseñada a 66 kV para una capacidad de 25 MVA, de 7,2 km. de longitud, de una sola terna instalada con posteria de concreto armado centrifugado dentro de la ciudad y en estructura metálica en las afueras, realizándose la conducción de

la energía eléctrica mediante conductores de aleación de aluminio.

1.4 Objetivos

Los principales objetivos son:

Aliviar al más breve plazo la sobrecarga a que está sometida la S.E. Tacna, y al mismo tiempo disminuir las pérdidas en la red primaria en 10,5 kV, mediante la construcción de la S.E. Parque Industrial ubicada en el centro de carga de las industrias.

Lograr un abastecimiento más racional y uniforme de energía en la ciudad de Tacna, permitiendo afrontar el crecimiento de la demanda con niveles adecuados de calidad de servicio.

1.5 Alcances

El inicio de la ejecución del proyecto "Ramal 66 kV y S.E. Parque Industrial", adquiere singular importancia debido a que su mejor ubicación como centro de despacho de carga, mejorará la calidad del servicio, asegurará la atención de otros suministros, disminuirá las pérdidas de distribución y principalmente, su construcción posibilita la integración de nuevas fuentes de energía eléctrica al sistema de ELECTROSUR S.A., a través de su conexión con la futura Central Térmica de Calana 138/66/10,5 kV, la cual esta prevista como centro de interconexión con el Sistema de Aricota, previéndose finalmente la configuración de un sistema de anillo que dará confiabilidad al Sistema Eléctrico de la ciudad de Tacna.

CAPITULO II DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS DE OPERACION Y MANIOBRAS

2.1 Subestación Tacna

Para una mejor apreciación de la subestación Tacna ver el plano T002-95.

2.1.1 Patio de llaves 66 kV

Al patio de Llaves de S.E. Tacna llega una línea de 66 kV, que parte de las Centrales Hidroeléctricas Aricota hacia la ciudad de Tacna con un recorrido de 93,7 Km.

Dicha línea ingresa al patio de llaves con sus respectivos equipos de maniobras, que son : seccionadores de línea, interruptor de potencia, seccionadores de barras; desde este mismo punto se deriva una línea de transmisión de 27,3 Km. en 66 kV. hacia la S.E. Yarada, de igual modo con sus equipos de maniobras.

Asimismo se cuenta con equipos de medición (transformadores de tensión capacitivo, transformadores de corriente y protección tales como relé de sobrecorriente fase-fase, fase-tierra y pararrayos.

La conexión de los equipos es mediante barras huecas circulares, cables, conectores bimetálicos, aisladores portabarras del tipo pedestal.

También se dispone de un seccionador bypass que nos permite atender a la S.E. Yarada, en casos de mantenimiento y/o emergencia en el patio de llaves o en las celdas de 10,5 kV.

2.1.2 Transformadores de potencia

La S.E. Tacna cuenta con 04 transformadores de Potencia que hacen un total de 18,75 MVA y 66/10,5 kV.

Transformador Nº 1 : 6,000 kVA.

Transformador Nº 2 : 6,000 kVA.

Transformador Nº 3 : 3,750 kVA.

Transformador Nº 4 : 3,000 kVA.

Los Transformadores tienen como conexión el lado primario en estrella con neutro solidamente a tierra y el secundario en delta.

Los transformadores tienen como protección los relés buchholz y sobrettemperatura.

El Transformador Nº2 tiene regulación automática de tensión (19 posiciones) y los otros tres transformadores son de taps fijos (4 y posiciones).

2.1.3 Celdas de 10,5 kV

Cada transformador cuenta con un conjunto de celdas de llegada y salidas en el lado de 10,5 kV.

2.1.3.1 Celdas del transformador Nº1

Celda de llegada

La celda de llegada se conecta mediante barras.

a la salida en 10.5 kV del transformador de potencia, se conecta al sistema de barras generales que recorren las demás celdas, en esta celda se totaliza la energía que es distribuida a través de sus 02 celdas de salidas.

Esta celda cuenta con los equipos siguientes:

- Seccionadores
- Pararrayos
- Transformadores de tensión
- Transformadores de corriente
- Relé de sobretensión fase-fase
- Relé de sobretensión tierra
- Medición de energía
- Voltímetro
- Amperímetro
- Conmutadores

Con la finalidad de mejorar el nivel de tensión, se conecta a esta celda un banco de condensadores de 1,500 kVAR, que esta conformado por 9 unidades de capacitores de 167 kVAR.

CELDA DE SERVICIOS AUXILIARES

En esta celda se encuentra ubicado el transformador de servicios auxiliares 10,5/0,38-0,22 kV, 30 kVA; el cual se utiliza para el cargador de baterías, alumbrado del edificio, sala de compresoras y otros.

Asimismo cuenta con un seccionador que permite conectar en caso necesario la barra principal con

la celda de enlace.

CELDAS DE SALIDAS

Actualmente estas celdas de salidas atienden a las ternas de distribución "B" y "E".

Esta celda cuenta con los equipos siguientes:

- Seccionador de barra
- Transformadores de corriente
- Interruptor de Potencia
- Medición de energía
- Amperímetro
- Conmutadores

2.1.3.2 Celdas de transformador N02

Celda de llegada

La celda de llegada se conecta mediante barras a la salida en 10,5 kV del transformador de potencia.

Se conecta al sistema de barras generales que recorren las demás celdas, en esta celda se totaliza la energía que es distribuida a través de sus 02 celdas de salidas.

Esta celda cuenta con los equipos siguientes:

- Seccionadores
- Pararrayos
- Transformadores de tensión
- Transformadores de corriente
- Relé de sobretensión fase-fase
- Relé de sobretensión tierra

- Medición de energía
- Voltímetro
- Amperímetro
- Conmutadores

CELDA AUXILIAR

Con la finalidad de mejorar el nivel de tensión, se conecta a esta celda un banco de condensadores de 1,500 kVAR, que esta conformado por 9 unidades de capacitores de 167 kVAR.

Asimismo cuenta con un seccionador que permite conectar en caso necesario la barra principal con la celda de enlace.

CELDAS DE SALIDAS

Actualmente estas celdas de salidas atienden a las ternas de distribución "C" y "A".

Esta celda cuenta con los siguientes equipos siguientes:

- Seccionador de barra
- Transformadores de corriente
- Interruptor de Potencia
- Relé de sobrecorriente
- Medición de energía
- Amperímetro
- Conmutadores

2.1.3.3 Celdas del transformador Nº4

Celda de llegada y salida

Es una sola celda que se conecta mediante

cable seco subterráneo trifásico de 3x70 mm² a la salida en 10,5 kV del transformador de potencia.

Esta celda cuenta con los equipos siguientes:

- Seccionador
- Transformadores de tensión
- Interruptor de Potencia
- Relé de sobretensión fase-fase
- Relé de sobretensión tierra
- Medición de energía
- Voltímetro
- Amperímetro
- Conmutadores

Actualmente esta celda atiende a la terna de distribución "D".

2.1.3.4 Celdas de enlace

A esta celda le llega las derivaciones de las barras principales de los transformadores N01 y N02 a través de 02 juegos de seccionadores, los cuales no pueden estar cerrados al mismo tiempo porque no es posible que estos transformadores estén en paralelo, debido a los diferentes grupos de conexión y que uno de ellos tiene regulación automática y el otro no.

Del punto medio de las dos llegadas se deriva

Del punto medio de las dos llegadas se deriva una barra que conecta a un interruptor, el cual permite entrar en paralelo con uno de los dos transformadores, en situaciones de mantenimiento y/o emergencia en el Patio de Llaves o en los Transformadores.

2.2 Ampliación de la S.E. Tacna 66 kV

A fin de permitir la salida de la línea de Transmisión 66 kV a la subestación Parque Industrial, se amplió el Patio de Llaves 66 kV de la subestación Tacna. (ver plano T002-95).

Parte de la energía que era distribuida desde las barras de 10,5 kV de la subestación Tacna, es ahora transmitida en 66 kV por la ampliación del patio de llaves hacia la subestación parque industrial, y de ahí distribuida a los centros de carga.

La conexión de los equipos es mediante barras huecas circulares, cables, conectores bimetálicos, aisladores portabarras del tipo pedestal.

El Seccionador by-pass nos permite atender a la S.E. Parque Industrial, en casos de mantenimiento y/o emergencia en el patio de llaves o en las celdas de 10,5 kV.

Asimismo se cuenta con equipos tales como:

- 01 Seccionador de línea 66 kV.
- 01 Seccionador de barra 66 kV.
- 01 Seccionador by-pass 66 kV.
- 01 Interruptor de Potencia 66 kV.

- Sistema de protección (relés 51, 51N).
- Sistema de puesta a tierra.
- Estructuras metálicas para soporte de equipos y barras de 66 kV.

El Seccionador by-pass nos permite atender a la S.E. Parque Industrial, en casos de mantenimiento y/o emergencia en el patio de llaves o en las celdas de 10,5 kV.

2.3 Línea de transmisión 60 kV Tacna - parque industrial

La línea de transmisión a 66 kV, comprende la instalación de 7,2 km de línea aérea de simple circuito, desde la subestación Tacna 66/10,5 kV existente hasta la subestación Parque Industrial 60/10,5 kV. (ver plano T001-95).

La salida e ingreso de la línea a las respectivas subestaciones, es también en forma aérea mediante conexión de la línea desde las estructuras de los extremos, al pórtico de las mismas, donde se han previsto las respectivas celdas de salida y llegada de la línea.

El conductor empleado es de aleación de aluminio de 127 mm² y los soportes son del tipo torres metálicas en perfiles angulares y poste de concreto armado centrifugado.

2.4 Subestación parque industrial

Para una mejor apreciación de la subestación Parque Industrial ver el plano T004-95.

2.4.1 Patio de llaves 66 kV

2.4.1 Patio de llaves 66 kV

Al Patio de Llaves de la S.E. Parque Industrial llega la línea de 66 kV, que parte de la Subestación Tacna hacia la zona industrial con un recorrido de 7,2 km.

La línea ingresa al patio de llaves tal como fue considerada en su primera etapa, es decir la línea llega a un pórtico donde se encuentra un seccionador fusible de 66 kV y de esta a un sistema de barras que se conecta directamente al Transformador de Potencia de 8 MVA.

La conexión directa es mediante barras huecas circulares, cables, conectores bimetálicos, aisladores portabarras del tipo pedestal.

2.4.2 Transformadores de potencia

La S.E. Parque Industrial cuenta con 01 Transformador de Potencia de 6,0 MVA ONAN y 8,0 MVA ONAF, 60/10,5 kV.

El Transformador tiene como conexión el lado primario en estrella con neutro solidamente a tierra y el secundario en delta.

El Transformador tiene su protección de relé butchholz y sobrettemperatura en condición de alarma, por que no cuenta con interruptor en el lado de alta tensión.

El Transformador tiene regulación automática de tensión bajo carga de 21 posiciones.

2.4.3 Celdas de 10,5 kV.

El transformador cuenta con un conjunto de celdas de llegada y salidas en el lado de 10,5 kV.

2.4.3.1 Celda de llegada

La celda de llegada se conecta mediante barras a la salida en 10,5 kV. del transformador de potencia, se conecta al sistema de barras generales que recorren las demás celdas, en esta celda se totaliza la energía que es distribuida a través de sus 02 celdas de salidas.

Esta celda cuenta con los equipos siguientes:

Seccionadores

Pararrayos

Transformadores de tensión

Transformadores de corriente

Relé de sobretensión fase-fase

Relé de sobretensión tierra

Medición de energía

Voltímetro

Amperímetro

Conmutadores

2.4.3.2 Celda de servicios auxiliares

En esta celda se encuentra ubicado el transformador de servicios auxiliares 10,5/0,38-0,22 kV, 30 kVA.

El transformador de servicios auxiliares se utiliza para el cargador de baterías de 110 Vdc

y 24 Vdc, alumbrado del edificio y otros.

2.4.3.3 Celdas de salidas

Actualmente estas celdas de salidas atienden a las ternas de distribución "F" y "G".

Las ternas "A" y "B" que eran las de mayor carga y de mayor longitud de línea de 10,5 kV, se han dividido en dos transfiriendo parte de sus cargas a las ternas "F" y "G".

Esta celda cuenta con los equipos siguientes:

Seccionador en barra

Transformadores de corriente

Interruptor de Potencia

Relé de sobrecorriente

Medición de energía

Amperímetro

Conmutadores

CAPITULO III
CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

3.1 Transformadores de potencia

1.	Código	: T1
	Ubicación	: S.E. Tacna
	Marca	: Toshiba
	Capacidad	: 6,0 MVA
	Relación Nominal	: 66 / 10,5 kV
	Frecuencia	: 60 Hz
	Taps	: 66-63-60-57
	Tap Actual	: 60
	Grupo de conexión	: YNd5
	Corriente	: 330 Amp
	Impedancia	: 7,52 %
	Año	: 1965
2.	Código	: T2
	Ubicación	: S.E. Tacna
	Marca	: Delcrosa
	Capacidad	: 6,0 MVA
	Relación Nominal	: 61,9 / 10,5 kV
	Frecuencia	: 60 Hz
	Taps	: 19 (Regulador bajo carga)
	Grupo de conexión	: YNd11
	Corriente	: 330 Amp
	Impedancia	: 9,48 %

Año : 1979

3. Código : T3

Ubicación : S.E. Tacna

Marca : Canepa Tabini

Capacidad : 3,75 MVA

Relación Nominal : 60 / 10,675 kV

Frecuencia : 60 Hz

Taps : 63-60-57

Taps Actual : 60

Grupo de conexión : Dy5

Corriente : 203 Amp

Impedancia : 9,9 %

Año : 1972

4. Código : T4

Ubicación : S.E. Tacna

Marca : Toshiba

Capacidad : 3,0 MVA

Relación Nominal : 66 / 10,5 kV

Frecuencia : 60 Hz

Taps : 66-63-60-57

Tap Actual : 60

Grupo de conexión : YNd5

Corriente : 165 Amp

Impedancia : 7,39 %

Año : 1965

5. Código	: T
Ubicación	: S.E. Parque Industrial
Marca	: Delcrosa
Capacidad	: 6,0 / 8,0 MVA (ONAN/ONAF)
Relación Nominal	: 60 / 10,5 kV
Frecuencia	: 60 Hz
Taps	: 21 (Regulador bajo carga)
Grupo de conexión	: YNd11
Corriente	: 330 Amp
Impedancia	: 7,92 %
Año	: 1993

3.2 Interruptores de potencia

1. Código	: O-41
Ubicación	: S.E. Tacna
Marca	: Toshiba
Mando	: Aire Comprimido
Presión de trabajo	: 15 kg/cm ²
Tensión Nominal	: 84 KV
Corriente Nominal	: 800 Amp
Corr. Lim. Cierre	: 18,8 KA
Corr. Tiempo Corto	: 6,9 KA
Potencia de Ruptura	: 1,000 MVA
Frecuencia	: 60 Hz
Tiempo de Apertura	: 0,05 seg.
Tiempo de Ruptura	: 4 mseg.
Tiempo de Cierre	: 0,1 seg.
Tensión de Control	: 110 Vdc.
Año	: 1965

2. Código : 0-42
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Toshiba
Mando : Aire Comprimido
Presión de trabajo : 15 kg/cm²
Tensión Nominal : 84 KV
Corriente Nominal : 800 Amp
Corr. Lim. Cierre : 18,8 KA
Corr. Tiempo Corto : 6,9 KA
Potencia de Ruptura: 1,000 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,05 seg.
Tiempo de Ruptura : 4 mseg.
Tiempo de Cierre : 0,1 seg.
Tensión de Control : 110 Vdc.
: 1965

3. Código : 0-43
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Toshiba
Mando : Aire Comprimido
Presión de trabajo : 15 kg/cm²
Tensión Nominal : 84 KV
Corriente Nominal : 800 Amp
Corr. Lim. Cierre : 18,8 KA
Corr. Tiempo Corto : 6,9 KA
Potencia de Ruptura: 1,000 MVA
Frecuencia : 60 Hz

Tiempo de Apertura : 0,05 seg.
Tiempo de Ruptura : 4 mseg.
Tiempo de Cierre : 0,1 seg.
Tensión de Control : 110 Vdc.
Año : 1965

4. Código : 0-240
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Sprecher-Schum Brasil
Mando : Motorizado
Tensión Nominal : 16 KV
Corriente Nominal : 800 Amp
Corr. Tiempo Corto : 18,0 KA
Potencia de Ruptura: 500 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,06 seg.
Tiempo de Cierre : 0,3 seg.
Tensión de Control : 110 Vdc.
Año : 1984

5. Código : 0-241
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Toshiba
Tensión Nominal : 12 KV
Corriente Nominal : 600 Amp
Corr. Lim. Cierre : 32,8 KA
Corr. Tiempo Corto : 12 KA
Potencia de Ruptura: 250 MVA

Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,07 seg.
Tiempo de Ruptura : 27 mseg.
Tiempo de Cierre : 0,4 seg.
Tensión de Control : 110 Vdc.
Tensión de operación: 110 Vdc.
Año : 1965

6. Código : 0-242
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Toshiba
Tensión Nominal : 12 KV
Corriente Nominal : 600 Amp
Corr. Lim. Cierre : 32,8 KA
Corr. Tiempo Corto : 12 KA
Potencia de Ruptura: 250 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,07 seg.
Tiempo de Ruptura : 27 mseg.
Tiempo de Cierre : 0,4 seg.
Tensión de Control : 110 Vdc.
Tension de operación: 110 Vdc.
Año : 1965

7. Código : 0-340
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Sprecher-Schum Brasil
Mando : Motorizado

Tensión Nominal : 16 KV
Corriente Nominal : 800 Amp
Corr. Tiempo Corto : 18,0 KA
Potencia de Ruptura: 500 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,06 seg.
Tiempo de Cierre : 0,3 seg.
Tensión de Control : 110 Vdc.
Año : 1984

8. Código : 0-342
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Sace
Mando : Motorizado
Tensión Nominal : 12 KV
Corriente Nominal : 400 Amp
Corr. Tiempo Corto : 12,5 KA
Potencia de Ruptura: 250 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,05 seg.
Tiempo de Cierre : 0,07 seg
Tensión de auxiliar: 110 Vdc.
Año : 1979

9. Código : 0-343
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Sace
Mando : Motorizado

Tensión Nominal : 12 KV
Corriente Nominal : 400 Amp
Corr. Tiempo Corto : 12,5 KA
Potencia de Ruptura: 250 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,05 seg.
Tiempo de Cierre : 0,07 seg.
Tensión de auxiliar: 110 Vdc.
Año : 1979

10. Código : 0-541
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Toshiba
Tensión Nominal : 12 KV
Corriente Nominal : 600 Amp
Corr. Lim. Cierre : 32,8 KA
Corr. Tiempo Corto : 12 KA
Potencia de Ruptura: 250 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,07 seg.
Tiempo de Ruptura : 27 mseg
Tiempo de Cierre : 0,4 seg.
Tensión de Control : 110 Vdc.
Tension de operación: 110 Vdc.
Año : 1965

11. Código : 0-440
Ubicación : S.E. Tacna

Marca : Sprecher-Schum Brasil
Mando : Motorizado
Tensión Nominal : 16 KV
Corriente Nominal : 800 Amp
Corr. Tiempo Corto : 18,0 KA
Potencia de Ruptura: 500 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,06 seg
Tiempo de Cierre : 0,3 seg.
Tensión de Control : 110 Vdc.
Año : 1984

12. Código : 0-14
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Sace
Mando : Motorizado
Tensión Nominal : 12 KV
Corriente Nominal : 400 Amp
Corr. Tiempo Corto : 12,5 KA
Potencia de Ruptura: 250 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,05 seg.
Tiempo de Cierre : 0,07 seg.
Tensión de auxiliar: 110 Vdc.
Año : 1979

13. Código : 0-281
Ubicación : S.E. Parque Industrial

Marca : Toshiba
Tensión Nominal : 12 KV
Corriente Nominal : 600 Amp
Corr. Lim. Cierre : 32,8 KA
Corr. Tiempo Corto : 12 KA
Potencia de Ruptura: 250 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,07 seg.
Tiempo de Ruptura : 27 mseg.
Tiempo de Cierre : 0,4 seg
Tensión de Control : 110 Vdc.
Tensión de operación: 110 Vdc.
Año : 1965

14. Código : 0-282
Ubicación : S.E. Parque Industrial
Marca : Toshiba
Tensión Nominal : 12 KV
Corriente Nominal : 600 Amp
Corr. Lim. Cierre : 32,8 KA
Corr. Tiempo Corto : 12 KA
Potencia de Ruptura: 250 MVA
Frecuencia : 60 Hz
Tiempo de Apertura : 0,07 seg.
Tiempo de Ruptura : 27 mseg
Tiempo de Cierre : 0,4 seg.
Tensión de Control : 110 Vdc.
Tensión de operación: 110 Vdc.

Año : 1965

3.3 Seccionadores

1. Códigos : Y-41, Y-42, Y-43
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Toshiba
Mando : Manual
Tensión Nominal : 69 KV
Corriente Nominal : 800 Amp
Corr. Instantánea : 20 KA
Tensión de Impulso : 385 KV

2. Códigos : X-41, X-42, X-43
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Toshiba
Mando : Manual
Tensión Nominal : 69 KV
Corriente Nominal : 800 Amp
Corr. Instantánea : 20 KA
Tensión de Impulso : 385 KV

3. Código : T-41, T-42
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : Toshiba
Mando : Manual
Tensión Nominal : 69 KV
Corriente Nominal : 800 Amp
Corr. Instantánea : 20 KA
Tensión de Impulso : 385 KV

3.4 Banco de condensadores

1. Código : BC-1, BC-2
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : ICAR
Tipo : BR1
Tensión Nominal : 6,06 KV
Potencia : 167 KVAR
Capacitancia a
20 °C : 12,09 uF
Frecuencia : 60 Hz
Cantidad : 18
Potencia Total : 3,000 KVAR

2. Código : BC-3
Ubicación : S.E. Tacna
Marca : ICAR
Tipo : BR1
Tensión Nominal : 6,06 KV
Potencia : 125 KVAR
Capacitancia a
20 °C : 9,49 uF
Frecuencia : 60 Hz
Cantidad : 06
Potencia Total : 750 KVAR

3.5 Relés de protección

1. Nombre : Sobrecorriente
Codigo : 51
Ubicación : S.E. Tacna-66KV Aricota

Marca	: Toshiba
Tipo	: IC01D-AT1
Corriente	: 5 Amp
Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 03
Rango de ajuste	: Taps 4,5,6,8,10,12,16
Ajuste	: Tap 4, TD 2.5
TC	: 300/5 Amp
2. Nombre	: Sobrecorriente a Tierra
Codigo	: 51G
Ubicación	: S.E. Tacna-66KV Aricota
Marca	: Toshiba
Tipo	: IOD1-AT3
Corriente	: 5 Amp
Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 01
Rango de ajuste	: Taps 4,5,6,7,8,10,12
Ajuste	: Tap 4, TD 1.0
TC	: 300/5 Amp
3. Nombre	: Sobrecorriente
Codigo	: 51
Ubicación	: S.E. Tacna-66KV Yarada
Marca	: Toshiba
Tipo	: IC01D-AT1
Corriente	: 5 Amp
Frecuencia	: 60 Hz

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| Cantidad | : 03 |
| Rango de ajuste | : Taps 4,5,6,8,10,12,16 |
| Ajuste | : Tap 5, TD 2.0 |
| TC | : 60/5 Amp. |
- 4.
- | | |
|-----------------|---------------------------|
| Nombre | : Sobrecorriente a Tierra |
| Código | : 51G |
| Ubicación | : S.E. Tacna 66 KV Yarada |
| Marca | : Toshiba |
| Tipo | : IOD1-AT3 |
| Corriente | : 5 Amp |
| Frecuencia | : 60 Hz |
| Cantidad | : 01 |
| Rango de ajuste | : Taps 4,5,6,7,8,10,12 |
| Ajuste | : Tap 4, TD 1.0 |
| TC | : 60/5 Amp. |
- 5.
- | | |
|-----------------|------------------------------|
| Nombre | : Sobrecorriente |
| Código | : 51 |
| Ubicación | : S.E. Tacna - 66 KV P. Ind. |
| Marca | : Toshiba |
| Tipo | : IC01D-AT1 |
| Corriente | : 5 Amp |
| Frecuencia | : 60 Hz |
| Cantidad | : 03 |
| Rango de ajuste | : Taps 4,5,6,8,10,12,16 |
| Ajuste | : Tap 5, TD 2.0 |
| TC | : 120/5 Amp. |

Nombre	: Sobrecorriente a Tierra
Codigo	: 516
Ubicación	: S.E. Tacna-66KV P Ind.
Marca	: Toshiba
Tipo	: IOD1-AT3
Corriente	: 5 Amp
Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 01
Rango de ajuste	: Taps 4,5,6,7,8,10,12
Ajuste	: Tap 4, TD 1.0
TC	120/5 Amp.

7. Nombre : Sobrevoltaje Tierra

Codigo	: 64
Ubicación	: S.E. Tacna - Tr. N01 Barras 10.5 KV
Marca	: Toshiba
Tipo	: IGD2-BG1M
Voltios	: 110 Volt.
Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 01
Rango de ajuste	: 20 a 30 Volt.
Ajuste	: 25 V, 4 seg.
TP	: $11000/\sqrt{3}$: $110/\sqrt{3}$: $110/3$ V,

8. Nombre : Sobrevoltaje Línea

Codigo	: 59
Ubicación	: S.E. Tacna - Tr. N01

Barras 10.5 KV

Marca : Toshiba

Tipo : IED2-BG1

Voltios : 110 Volt.

Frecuencia : 60 Hz

Cantidad : 01

Rango de ajuste : 134 a 150 Volt.

Ajuste : 134 V.

TP : 11000/√3:110/√3:110/3 V.

9. Nombre : Sobrecorriente

Codigo : 51

Ubicación : S.E. Tacna - Tr. N°1
0-241 Terna B

Marca : Toshiba

Tipo : IC01D-AT1

Corriente : 5 Amp.

Frecuencia : 60 Hz

Cantidad : 02

Rango de ajuste : Taps 4,5,6,8,10,12,16

Ajuste : Tap 4, TD 1.0

TC : 300/5 Amp.

10. Nombre : Sobrecorriente

Codigo : 51

Ubicación : S.E. Tacna - Tr. N°1
0-242 Terna E

Marca : Toshiba

Tipo	: ICO1D-AT1
Corriente	: 5 Amp.
Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 02
Rango de ajuste	: Taps 4,5,6,8,10,12,16
Ajuste	: Tap 4, TD 1.0
TC	: 150/5 Amp.
11. Nombre	: Sobrecorriente Tierra
Codigo	: 64
Ubicación	: S.E. Tacna - Tr. N02 Barras 10.5 KV
Marca	: BBC
Tipo	UM3X
Voltios	: 60 Volt.
Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 01
Rango de ajuste	: 1 a 2 Vn.
Ajuste	: 60 V, 4 seg.
TP	: 11000/√3:110/√3:110/3 V.
12. Nombre	: Sobrevoltaje Línea
Codigo	: 59
Ubicación	: S.E. Tacna - Tr. N02 Barras 10.5 KV
Marca	: BBC
Tipo	: USM 21
Voltios	: 110 Volt.

Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 01
Rango de ajuste	: 100 a 160 Volt.
Ajuste	: 120 V.
TP	: $11000/\sqrt{3}$: $110/\sqrt{3}$: $110/3$ V.
13. Nombre	: Sobrecorriente
Codigo	: 51
Ubicación	: S.E. Tacna - Tr. N92 0-342 Terna C
Marca	: BBC
Tipo	: ISM 21
Corriente	: 5 Amp.
Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 02
Temporizado	: 1 - 2 In.
Ajuste Temp.	: 1.6 In., 3 seg
Instantáneo	: 3 ω In.
Ajuste Inst.	: 4 In.
TC	: 150.5 Amp.
14. Nombre	: Sobrecorriente
Codigo	: 51
Ubicación	: S.E. Tacna - Tr. N92 0-343 Terna A
Marca	: BBC
Tipo	: ISM 21
Corriente	: 5 Amp.

Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 02
Temporizado	: 1 - 2 In.
Ajuste Temp.	: 1.2 In., 3 seg.
Instantáneo	: 3 " In.
Ajuste Inst.	: 4 In.
TC	: 150.5 Amp.
15. Nombre	: Sobrevoltaje Tierra
Codigo	: 64
Ubicación	: S.E. Tacna - Tr. Nº4 Barras 10.5 KV
Marca	: Toshiba
Tipo	: IVG1D-BG1
Voltios	: 110 Volt.
Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 01
Rango de ajuste	: 20 a 60 Volt.
Ajuste	: 35 V, TD 1
TP	: $11000/\sqrt{3}:110/\sqrt{3}:110/3$ V.
16. Nombre	: Sobrecorriente
Codigo	: 51
Ubicación	: S.E. Tacna - Tr. Nº4 O-541 Terna D
Marca	: Toshiba
Tipo	: IC01D-AT1
Corriente	: 5 Amp.

Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 02
Rango de ajuste	: Taps 4,5,6,8,10,12,14
Ajuste	Tap 4, TD 1.0
TC	: 200/5 Amp.
17. Nombre	: Sobrevoltaje Tierra
Codigo	: 64
Ubicación	: S.E. P. Ind. - Tr. N01 Barras 10.5 KV
Marca	: Toshiba
Tipo	: IVG1D-BG1
Voltios	: 110 Volt.
Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 01
Rango de ajuste	: 20 a 60 Volt.
Ajuste	: 30 V, TD 0.5
TP	: 11000/√3:110/√3:110/3 V.
18. Nombre	: Sobrevoltaje Línea
Codigo	: 59
Ubicación	: S.E. P. Ind. - Tr. N01 Barras 10.5 KV
Marca	: Toshiba
Tipo	: IED2-BG1
Voltios	: 110 Volt.
Frecuencia	: 60 Hz
Cantidad	: 01

Rango de ajuste : 134 a 150 Volt.
Ajuste : 134 V.
TP : $11000/\sqrt{3}:110/\sqrt{3}:110/3$ V.

19. Nombre : Sobrecorriente
Codigo : 51
Ubicación : S.E. P. Ind Tr. N01
0-281 Terna G
Marca : Toshiba
Tipo : IC01D-AT1
Corriente : 5 Amp.
Frecuencia : 60 Hz
Cantidad : 02
Rango de ajuste : Taps 4,5,6,8,10,12,16
Ajuste : Tap 6, TD 1
TC : 200/5 Amp.

20. Nombre : Sobrecorriente
Codigo : 51
Ubicación : S.E. P. Ind Tr. N01
0-282 Terna F
Marca : Toshiba
Tipo : IC01D-AT1
Corriente : 5 Amp.
Frecuencia : 60 Hz
Cantidad : 02
Rango de ajuste : Taps 4,5,6,8,10,12,16
Ajuste : Tap 5, TD 1
TC : 300/5 Amp.

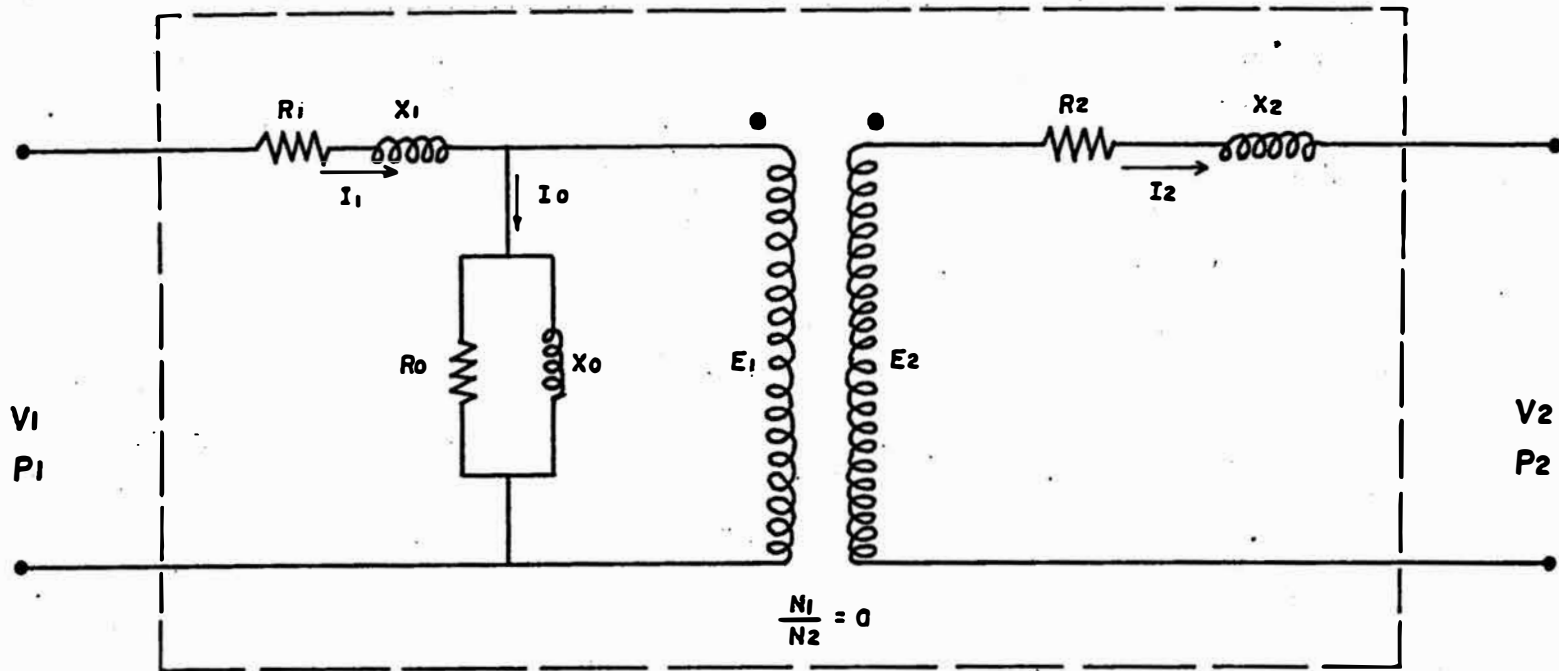


Fig. 1 Circuito equivalente del Transformador de Potencia

CAPITULO IV OPERACION DE LAS SUBESTACIONES TACNA Y PARQUE INDUSTRIAL

4.1 Distribución de las cargas

La S.E. Tacna inicialmente atendía a la ciudad de Tacna a través de 05 circuitos de salidas, a los cuales se les denomina ternas A, B, C, D y E.

Con la puesta en servicio de la S.E. Parque Industrial las ternas A y B se dividieron en 02 cada terna, quedando con esto la S.E. Tacna con el 58,5% y la S.E. Parque Industrial con el 41,5% de la carga total de Tacna.

4.1.1 Datos y ecuaciones

transformadores de potencia (ver fig. N01)

Para analizar la forma como venimos operando los Transformadores de Potencia de las subestaciones Tacna y Parque Industrial, se ha elaborado los cuadros del 1 al 14, empleando los datos y ecuaciones siguientes:

Tensiones (V_2) : dato de registros horarios
Corriente (I_2) : dato de registros horarios
Potencia (P_2) : dato de registros horarios
Pérdidas ($P_{r\phi}$) : dato del fabricante
Pérdidas ($P_{e\mu}$) : dato del fabricante

$$\cos \phi = P_2 / (\sqrt{3} \cdot V_2 \cdot I_2)$$

$$\eta = P_2 / P_1 = P_2 / (P_2 + P_{r\phi} + P_{e\mu})$$

$$K = I_2 / I_{2N} \approx I_1 / I_{1N}, I_1 \gg I_0$$

$$P_{fe} = \text{constante}$$

$$P_{cu} = R_1 \cdot I_1^2 + R_2 \cdot I_2^2$$

$$P_{cu} = R_1 \cdot I_1^2 + a^2 \cdot R_2 \cdot I_1^2$$

$$P_{cu} = R_{eq} \cdot I_1^2$$

$$P_{cun} = R_{eq} \cdot I_{1N}^2$$

$$K^2 = P_{cu} / P_{cun}, P_{cu} = K^2 \cdot P_{cun}$$

$$n = P_2 / (P_2 + P_{fe} + K^2 \cdot P_{cun})$$

Siendo:

P_1 : Potencia absorbida por el primario

P_2 : Potencia cedida por el secundario

n : Rendimiento

I_1, I_2 : Intensidades a un regimen de carga

I_{1N}, I_{2N} : Intensidades nominales

P_{fe} : Pérdidas en el fierro

P_{cu} : Pérdidas del cobre a un regimen de carga.

$\cos \phi$: Factor de Potencia

K : Indice de carga

L.T. TACNA - PARQUE INDUSTRIAL

Para evaluar las pérdidas de la línea de transmisión tacna - Parque Industrial, se ha elaborado los cuadros del 15 y 16, empleando los datos y ecuaciones siguientes:

Tensiones (V_2) : dato de registros horarios

Corriente (I_2) : dato de registros horarios

Potencia (P_2) : dato de registros horarios

Resistencia (R) : dato de pruebas efectuadas

Impedancia (Z) : dato de pruebas efectuadas

$$P = 3 \cdot I^2 \cdot R$$

$$P_1 = P_2 + P$$

$$\bar{V}_1 - \bar{V}_2 = \sqrt{3} \cdot I \cdot Z$$

Siendo :

P_1 : Potencia de envío

P_2 : Potencia de recepción

V_1 : Tensión en el envío

V_2 : Tensión en la recepción

P : Pérdidas en la L.T.

R : Resistencia de la L.T.

Z : Impedancia de la L.T.

4.1.2 Atención de la demanda sin S.E. parque industrial

La demanda total de la ciudad de Tacna solo era atendida desde la S.E. Tacna.

Distribución de los circuitos de salida.

Transformador N°1 : Ternas B y D

Transformador N°2 : Ternas A y E

Transformador N°3 : Terna C

El sistema de distribución es radial y sin la posibilidad de transferir carga de una terna a otra en situaciones de falla o mantenimiento.

Cada uno de los transformadores de potencia de la S.E. Tacna operaban de la manera siguiente:

- Transformador N°1 : - Caída de tensión 4,76%
- Pérdida de potencia 1,39%
- Sobrecarga 19%
- Transformador N°2 : - Caída de tensión 4,76%

Pérdida de potencia 1,80%
Sobrecarga 20%
Transformador N°3 : Caída de tensión 4,76%
Pérdida de potencia 1,70%
Sobrecarga no hay

Valores máximos obtenidos de los cuadros del 1 al 6 para los días de máxima y mínima demanda.

4.1.3 Atención de la demanda con S.E. parque industrial

Como se mencionó al inicio , ahora la demanda de la ciudad de Tacna es atendida desde las S.E. Tacna con el 58,5 % y la S.E. Parque Industrial con el 41,5 % de la carga total.

Distribución de los circuitos de salida.

S.E. TACNA

Transformador N°1 : Ternas B y E

Transformador N°2 : Ternas A y C

Transformador N°4 : Terna D

S.E. PARQUE INDUSTRIAL

Transformador N°1 : Ternas F y G

El transformador N°3 de la S.E. Tacna salió de servicio por trabajos de mantenimiento preventivo, entrando en su reemplazo el transformador N°4.

El sistema de distribución sigue siendo radial, pero ahora las ternas A y B que eran las de mayor demanda y longitud se han dividido en 02, conformando las ternas F y G que salen de la S.E. Parque Industrial.

Estas nuevas salidas permiten de asumir la carga parcial y total entre las ternas A con F y B con G , en situaciones de falla o mantenimiento.

La línea de transmisión y los transformadores de potencia de la S.E. Tacna y S.E. Parque Industrial, vienen operando de la manera siguiente :

S.E. TACNA

Transformador N^o1 : - Caída de tensión 0%
- Pérdida de potencia 0,98%
- Sobrecarga no hay

Transformador N^o2 : - Caída de tensión 0%
- Pérdida de potencia 1,02%
- Sobrecarga no hay

Transformador N^o4 : - Caída de tensión 0,95%
- Pérdida de potencia 1,05%
- Sobrecarga no hay

S.E. PARQUE INDUSTRIAL

Transformador N^o1 : - Caída de tensión 0%
- Pérdida de potencia 0,59%
- Sobrecarga no hay

LINEA DE TRANSMISION

- Caída de tensión 0,89%
- Pérdida de potencia 0,65%

Valores máximos obtenidos de los cuadros del 7 al 16 para los días de máxima y mínima demanda.

4.2 Regulación de la tensión

Las tensiones de servicio en todo sistema eléctrico de potencia no permanece constante sino que varían de acuerdo con las condiciones de funcionamiento de la red. Por otro lado, estas variaciones de tensión deben mantenerse dentro de los límites establecidos según las características de los equipos, para evitar que se produzcan defectos de aislamiento.

4.2.1 Métodos disponibles en nuestro sistema

Los métodos con que contamos para regular la tensión en las subestaciones de Tacna y Parque Industrial son los siguientes :

- Variación sin carga de los taps fijos del lado de alta tensión de los transformadores.
- Operación bajo carga de los cambiadores de taps de los Transformadores.
- Conexión y desconexión de capacitores.

VARIACION DE TAPS SIN CARGA

En la subestación tacna se tiene los transformadores N01 y N04 con variadores de tap sin carga en el lado de alta. Estos taps tienen un rango de -4.5% y tiene cuatro posiciones. El cambio de los taps se realiza desconectando el transformador y generalmente esto se efectúa cuando varía la topología de la red, por la inclusión de nuevos generadores, nuevas líneas y cargas importantes, que justifiquen el cambio de la posición de estos taps.

VARIACION DE LOS TAPS BAJO CARGA

En las subestaciones Tacna y Parque Industrial se tiene 2 transformadores, uno en cada subestación, con reguladores de tensión bajo carga que nos permiten variar la relación de transformación sin interrumpir el suministro eléctrico.

La operación se realiza mediante un sistema electromecánico comandado en forma manual o por elementos de control automático, que permite seleccionar uno de los 19 taps (21 taps en el caso del transformador del parque industrial) para mantener el voltaje de entrega 10,5 Kv a la red de distribución dentro de los rangos pre-establecidos. El control puede efectuarse en forma remota, desde el tablero de la sala de control de la subestación o local en el gabinete del transformador. Desde ambas posiciones puede darse la orden de "subir" o "bajar" el tap en servicio, el que se ejecuta uno por cada orden.

En la posición remota se puede optar por "manual" o "automatico". Para este último caso el regulador de tensión no produce orden de regulación en tanto la tensión a regular (valor real) coincide, dentro de los límites preestablecidos, con el valor nominal ajustado. En cuanto la diferencia entre el valor real y el

nominal sobrepasa la sensibilidad ajustada y perdura más que durante el tiempo de retardo ajustado, es entregada una orden de regulación al control del conmutador escalonado en dirección a "subir" o "bajar".

CONEXION Y DESCONEXION DE CAPACITORES

La operación de los bancos de condensadores depende de las condiciones de la red y son comandados en forma manual para su conexión y desconexión.

Los bancos están ubicados en el lado de 10,5 Kv de los transformadores de potencia N01 y N02, cada banco es de 1500 Kvar.

Actualmente se viene trabajando para que los bancos sean comandados con relés de mínima y máxima tensión, para su conexión y desconexión.

4.2.2 Condiciones normales de operación

El objetivo es mantener para todos los requerimientos de la carga una tensión de 10,5 Kv que no salga del rango $\pm 3\%$ en barras de salida de cada uno de los transformadores, para lo cual el operador de turno controla el voltaje de barra y toma la decisión de conectar y desconectar los bancos de condensadores.

Cuando no se contaba con la S.E. Parque Industrial la caída de tensión era del 4,76% en la S.E. tacna en barras de 10,5 Kv con los bancos conectados (15 horas diarias) y con los

transformadores en su última posición de tap (los fijos y los bajo carga).

Ahora con la S.E. Parque Industrial la caída de tensión en barras de 10,5 Kv prácticamente se han eliminado, los bancos de condensadores solo lo utilizamos durante las horas de punta (04 horas) y con reserva de taps en los fijos y bajo carga de los transformadores.

4.3 Maniobras en caso de mantenimiento y/o emergencia

Anteriormente cuando se efectuaba trabajos de mantenimiento o se presentaba emergencias en la subestación tacna , nos veíamos obligados a cortar la **energía en forma total.**

Ahora con la puesta en servicio de la subestación parque industrial (ver plano T005-95) solo se restringe el servicio en un 26 % de la carga total de tacna cuando se efectúa algún mantenimiento fuera de la hora punta, para lo cual efectuamos las maniobras siguiente :

MANTENIMIENTO S.E. TACNA

- Abrir OCB : O-241(B) , O-343(A)
- Abrir DS : Y-241 , Y-343
- Cerrar DS : SA , SF , SB , SG
- Cerrar OCB : I1 , I2
- Abrir OCB : O-242(E) , O-342(C) , O-541(D)
- Abrir ABB : O-42 , O-43 , O-41
- Abrir DS : Y-41 , Y-42 , Y-43
- Abrir DS : X-41 , X-42

- Procedemos al mantenimiento.

MANTENIMIENTO S.E. PARQUE INDUSTRIAL

- Abrir OCB : O-281(G) , O-282(F)

- Abrir DS : Y-281 , Y-282

- Cerrar DS : SA , SF , SB , SG

- Cerrar OCB : I1 , I2

- Abrir ABB : O-43

- Abrir DS : Y-43

- Procedemos al mantenimiento.

4.4 Ajuste de las protecciones

La línea de transmisión Tacna - Parque Industrial y el transformador de potencia de la S.E. Parque Industrial están protegidos por los relés de sobrecorriente 51 y 51G; y las salidas en 10,5 Kv de la S.E. Parque Industrial por los relés de sobrecorriente 51 y el relé de sobretensión tierra 64.

Los relés buchholz y sobrettemperatura del transformador de potencia solo son alarmas en esta primera etapa del proyecto.

De estudios anteriores, se han tomado como dato las corrientes de cortocircuito para generación mínima y máxima en la barra de 66 Kv de la central hidroeléctrica Aricota 2 y para los casos de falla trifásica y falla monofásica. En base a estos datos se han efectuado los cálculos de corrientes de cortocircuito en las barras de 66 Kv y 10,5 Kv de la línea y de la S.E. Parque Industrial.

4.4.1 Calibración de relés de sobrecorriente

En base a los valores mostrados en la figura N02 efectuaremos el ajuste de los relés de sobrecorriente, bajo los criterios siguientes:

1. Los relés de fase 51 se ajustarán según valores de cortocircuito trifásico.
2. Los relés de tierra 51G se ajustarán según valores de cortocircuito monofásico.
3. Se mantendrá el ajuste de los relés que aperturan el interruptor 0-41 debido a que estos están coordinados con el resto del sistema eléctrico.
4. Puesto que la red eléctrica es de configuración radial, el relé más alejado de la fuente generadora se ajustará para un tiempo de actuación mínimo.
5. Todos los relés son de la misma marca y tipo.
6. Relaciones a emplearse :

$$PSM = I_F / I_n \cdot TC$$

donde

PSM : Múltiplo de la corriente de operación

I_F : Corriente de falla o cortocircuito

I_n : Tap de corriente del relé

TD : Dial de tiempo

TC : Relación de transformación de corriente.

DIAGRAMA DE REACTANCIAS

CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO

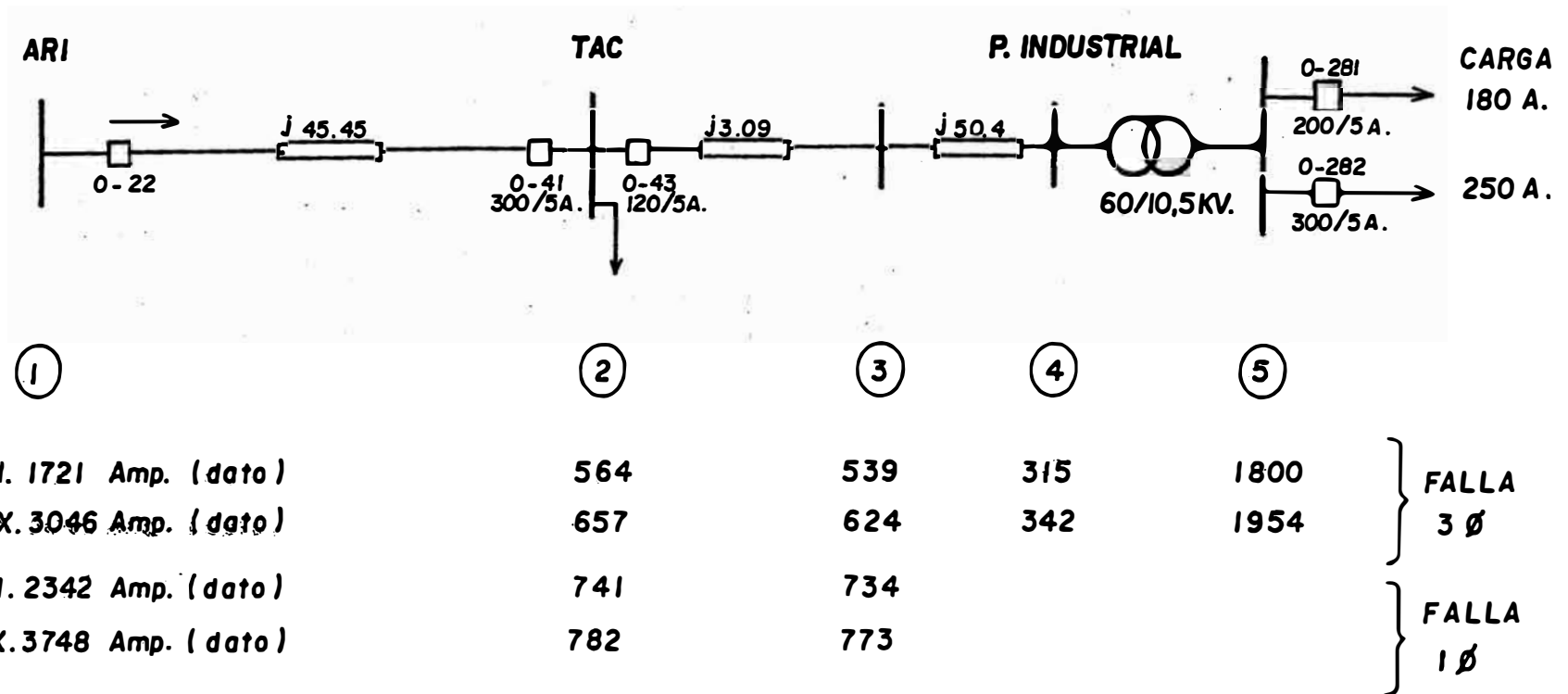
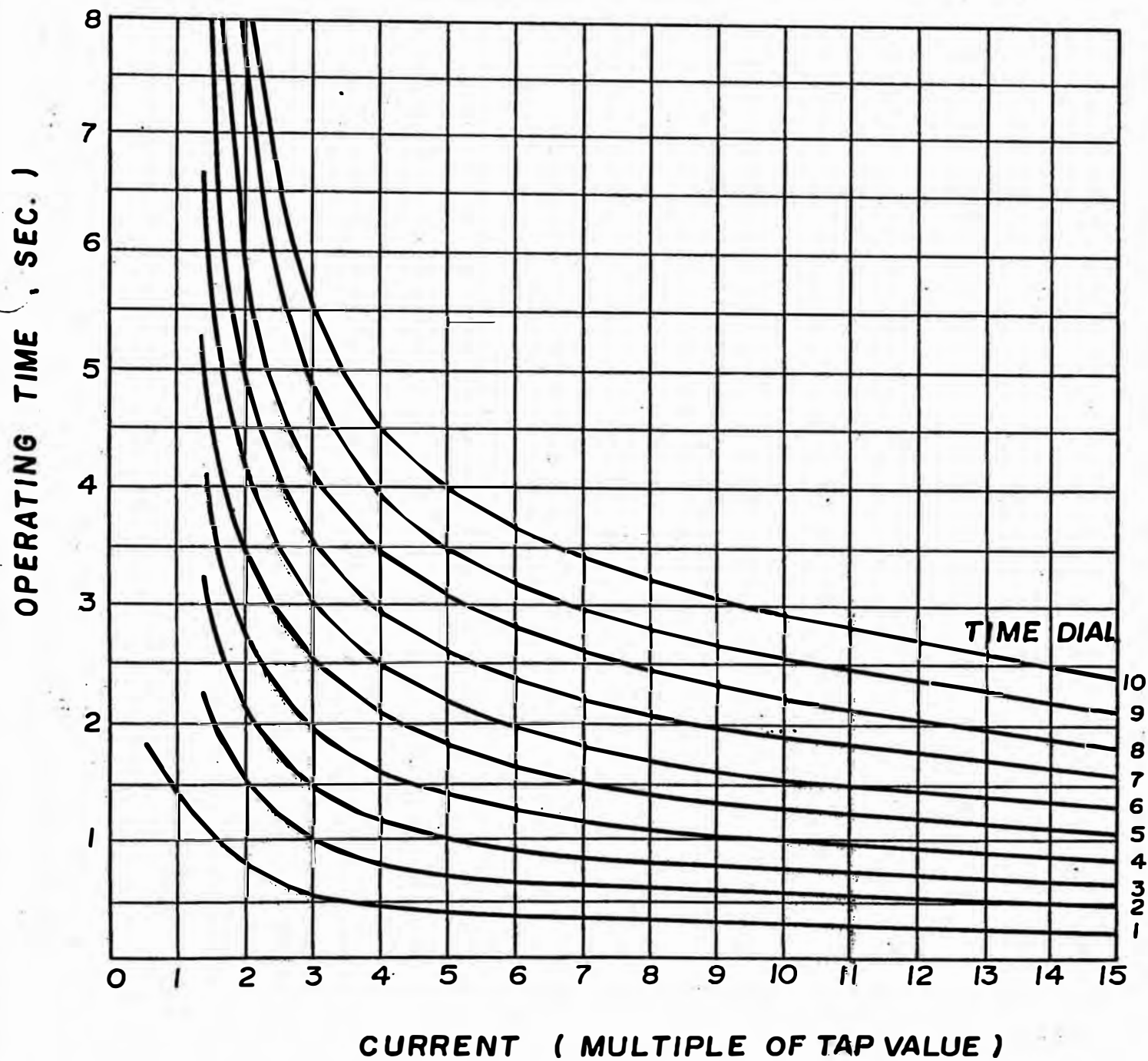
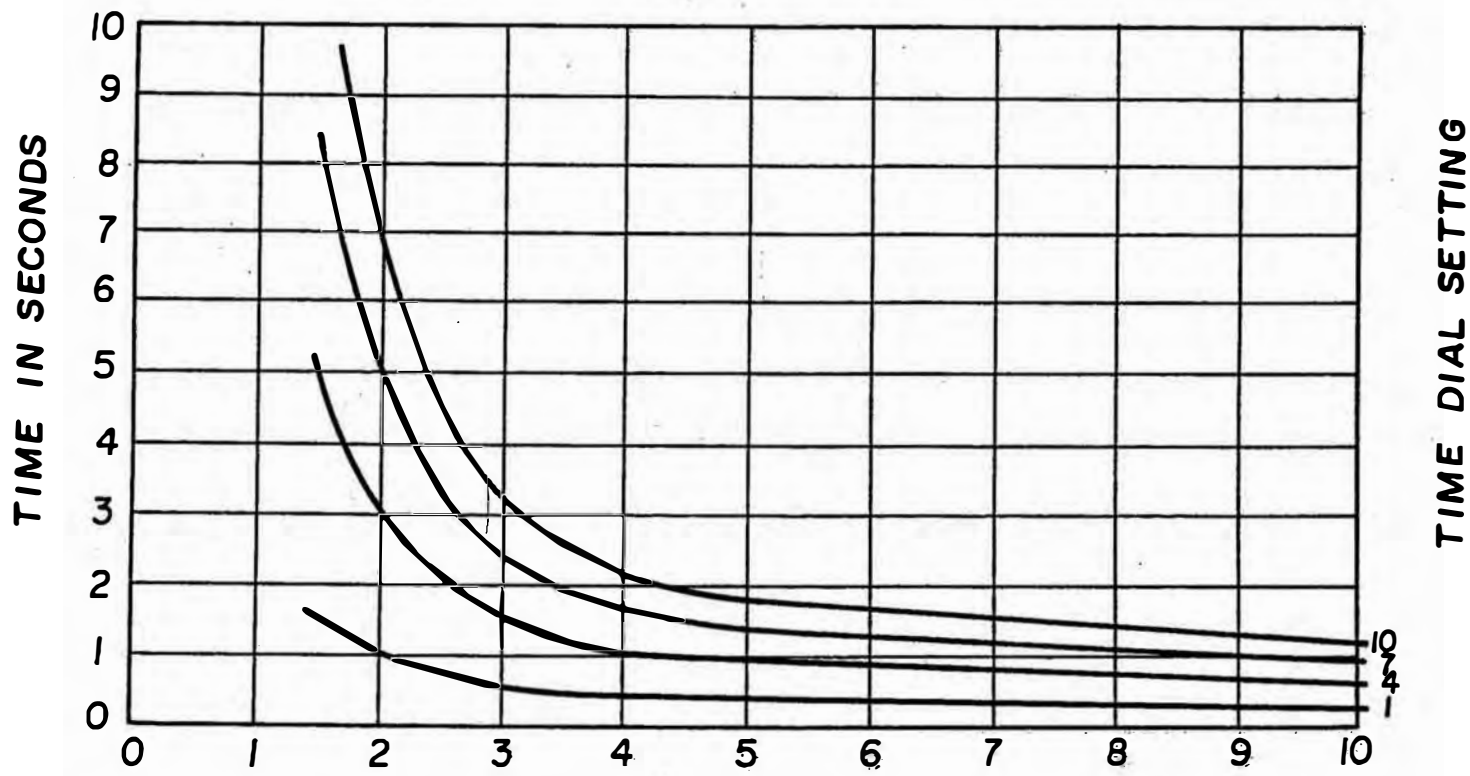


Fig. 2



**Fig. 3 CURVAS DE OPERACION TIEMPO - CORRIENTE
RELE DE SOBRE CORRIENTE TIPO IC01D**



MULTIPLES OF MINIMUM CLOSING CURRENT

Fig. 4 CURVAS DE OPERACION TIEMPO - CORRIENTE
RELE DE SOBRE CORRIENTE A TIERRA TIPO IOD1

RELE DE SOBRECORRIENTE FASE (51)

Con las consideraciones indicadas y con las curvas mostradas en la figura N^o3, hemos obtenido los ajustes que se muestran en el cuadro N^o19.

RELE DE SOBRECORRIENTE TIERRA (51G)

Con las consideraciones indicadas y con las curvas mostradas en la figura N^o4, hemos obtenido los ajustes que se muestran en el cuadro N^o20.

4.4.2 Calibración de relés de sobrevoltaje a tierra

Nuestro sistema de distribución es sin puesta a tierra, el cual nos brinda la gran ventaja de seguir operando con una falla a tierra no franca en una de las fases, eliminando la necesidad de una apertura inmediata.

Una vez localizada la falla, el circuito deficiente es puesto fuera de servicio y la falla puede ser reparada en el momento más conveniente, lo que acorta el tiempo de salida de servicio.

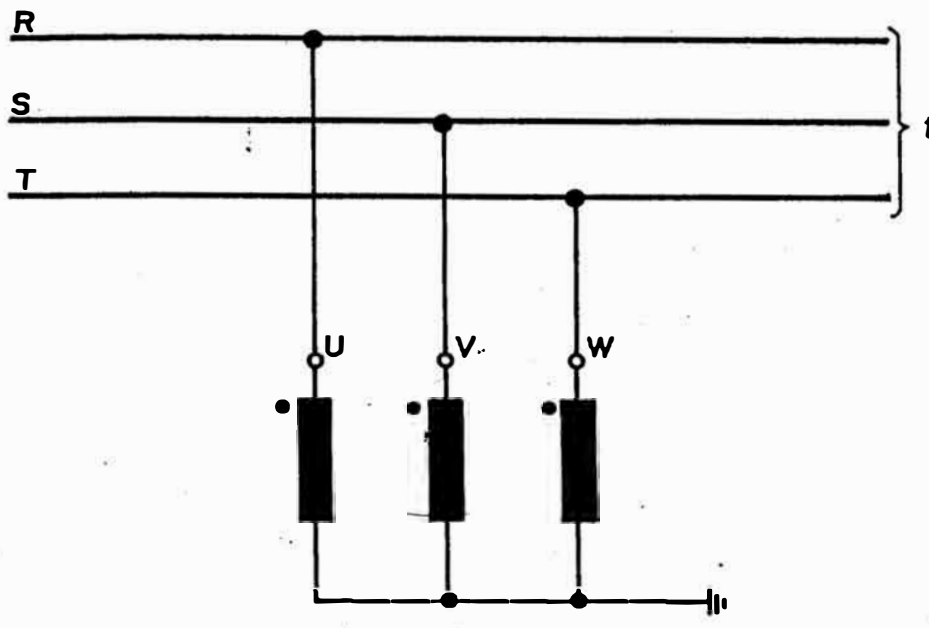
Sin embargo, existen problemas importantes relacionados con la operación de un sistema sin puesta a tierra, tales como la sobretensión que es capaz de perforar la aislación de los equipos y la ubicación donde se produjo la falla a tierra.

Como se sabe, cuando se presenta una falla a

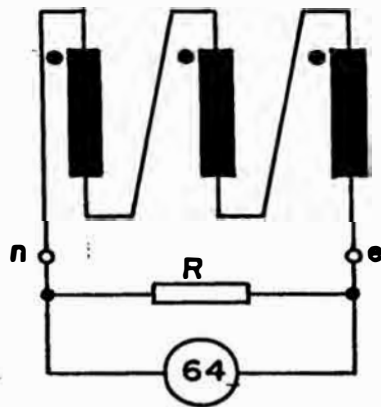
tierra las tensiones de fase se desbalancean, llegando a su punto máximo cuando la falla a tierra es franca y originando que las tensiones con respecto a tierra de las fases no averiadas pasen del valor simple "E" a la tensión compuesta " $\sqrt{3}$.E". Asimismo en las proximidades de la línea caída se presenta una diferencia de potencial entre dos puntos del suelo, separados por la distancia de un paso, representa un peligro para las persona y los animales.

Por las razones indicadas y por las características de nuestra red de distribución, contamos con los relés de sobrevoltaje tierra (64) que se conecta a los bornes del delta abierto del terciario del transformador de tensión; el primario del transformador de tensión en conexión estrella con neutro a tierra esta conectado a las barras de 10,5 Kv (ver figura N05).

En el momento de la falla a tierra en la red de distribución, la tensión en la fase con falla se anula y aparece en los bornes del delta abierto una tensión que es igual a tres veces la tensión homopolar, el cual alcanza un valor máximo de 105 voltios para una falla franca en la línea de 10,5 Kv (ver figura N06).



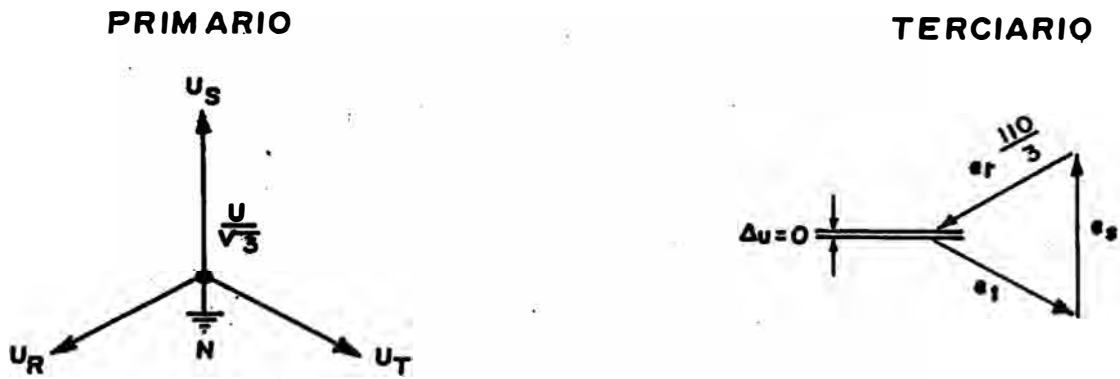
2



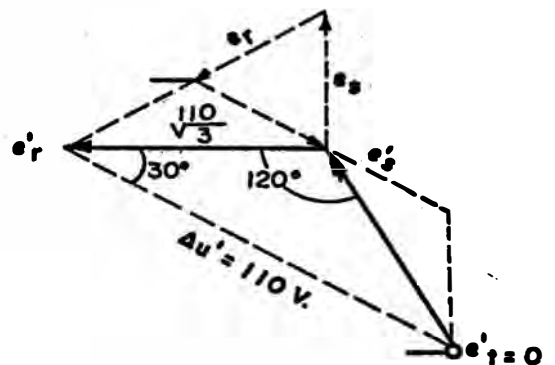
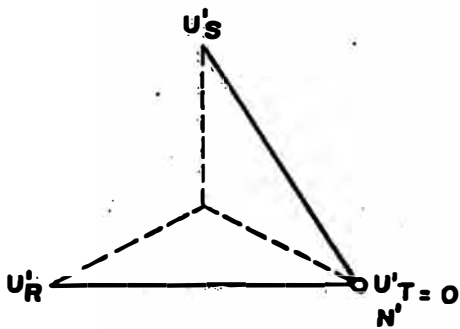
- 1 — Barras colectoras (Sistema con neutro aislado)
- 2 — Transformador de tensión
- R — Resistencia de disipación
- 64 — Relé de sobretensión tierra

Señalización de fallas a tierra en sistema con neutro aislado.

Fig.5



a) Condiciones de operación normal



b) Condiciones de falla a tierra en la fase T

Diagrama fasorial de tensiones de tres transformadores de tensión monofásicos en conexión Estrella Delta Abierto con punto neutro del lado primario conectado a tierra en una red con neutro aislado

Fig. 6

De acuerdo a nuestros reportes hemos podido observar que los niveles de tensión en los bornes del delta abierto alcanzan los valores siguientes:

- Red normal 0 - 2 vot.
- Aisladores sucios 2 - 25 vot.
- Por roce de arboles
aisladores rotos 25 - 60 vot.
- Líneas caídas con
resistencia a tierra 60 - 80 vot.

Por lo mencionado, generalmente nuestros relés 64 están ajustados a los valores entre 25 y 60 voltios, con orden de apertura a los circuitos de salida de cada transformador de potencia.

CAPITULO V
EVALUACION TECNICO ECONOMICO

5.1 Aspecto técnico

Con la ejecución de la primera etapa del proyecto "Ramal 66 Kv y S.E. Parque Industrial", se ha logrado mejorar la operatividad del sistema eléctrico de Tacna en lo siguiente :

1. Se mejoró la caída de tensión en los circuitos de salida en la S.E. Tacna, de 4.76% a 0%.
2. Con la redistribución de cargas, la S.E. Tacna asume el 58,5% y la S.E. Parque Industrial el 41,5% de la carga total de tacna (ver cuadro N°18 y fig.N°7).
3. Disminución de las pérdidas por transformación de 96 414 kwh/año , lo que representa el 11,1% de ahorro del total de pérdidas (ver fig. n°8 y 9).
4. Con la puesta en servicio de la S.E. Parque Industrial , solo se restringe el servicio en un 26% de la carga total de tacna cuando se efectúen trabajos de mantenimiento en la S.E. Tacna anteriormente el corte de energía tenía que ser total.
5. La actual reserva de la capacidad instalada en la S.E. tacna, nos permite afrontar el crecimiento de la demanda con niveles adecuados de calidad de servicio.

5.2 Aspecto económico

En el aspecto económico, indicaremos el ahorro por pérdidas de energía en la transformación más los ingresos por la disminución (74%) en la restricción del servicio por razones de mantenimiento en la S.E. Tacna, como consecuencia del mejoramiento de la operatividad del sistema eléctrico de transmisión de Tacna.

Los trabajos de mantenimiento programado y otros, con corte de energía en la S.E. Tacna se efectúan en promedio 6 veces al año y por 5 horas continuadas de 06:00 a 11:00 hrs, generalmente los días domingos.

Por esta razón ahora se transfiere la carga de las ternas A y B a la S.E. Parque Industrial, siendo afectadas con el corte de energía solo las ternas C, D y E que representan el 26% de la carga total de Tacna.

- Ahorro pérdidas de energía en transformación:

$$96\ 414\ \text{Kwh/año} \times 0,086\ \text{S/./Kwh.} = \text{S/}.\ 8\ 291,60$$

- Ingreso anual por disminución (74%) en la restricción del servicio por mantenimiento:

$$\text{Energía} = \text{Pot. Media}(6-11) \cdot 5\text{hrs/vez} \cdot 6\text{veces/año}$$

$$\text{Energía} = 7\ 361\ \text{Kw} \cdot 5\ \text{hrs/vez} \cdot 6\ \text{veces/año}$$

$$\text{Restricción } 100\% = 220\ 830\ \text{Kwh.}$$

$$\text{Restricción } 26\% = 57\ 416\ \text{Kwh.}$$

$$\text{Disminución de restricción } 74\% = 163\ 414\ \text{Kwh.}$$

$$I = (E - E_2) t_2 - (E + E_1) t_1$$

donde :

I : ingresos

E : disminución de energía 74%

E₁ : pérdidas de energía por transformación 0,5%

E₂ : pérdidas de energía redes distribución 15%

t₁ : tarifa promedio de compra 0,086 S/./Kwh

t₂ : tarifa promedio de venta 0,216 S/./Kwh

luego :

$$I = (E - 0,15 \cdot E) \cdot 0,216 - (E + 0,005 \cdot E / 0,995) \cdot 0,086$$

$$I = 0,85 \cdot E \cdot 0,216 - 1,005 \cdot E \cdot 0,086$$

$$I = \text{S/} \cdot 15 \ 878,94$$

- Total recupero S/. 24 170,54

Como se puede apreciar el mejoramiento de la operatividad del sistema eléctrico de transmisión tacna, nos a permitido principalmente brindar un mejor servicio y obtener un recupero aproximado anual de S/. 24 170,54.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los sistemas energéticos están obligados por dispositivos legales a producir y entregar energía eléctrica en condiciones de calidad adecuada, las cuales se encuentran graficadas mediante los parámetros :
 - Tensión y frecuencia apropiados de acuerdo a diseño.
 - Continuidad de servicio garantizada, es decir apoyada por un adecuado programa de mantenimiento que minimice los lapsos de parada.
2. Con el mejoramiento de la operatividad, básicamente nos ha permitido mejorar la calidad del servicio y disminuir las pérdidas por transformación.
Asimismo disminuir la restricción del servicio en 74%, cuando se efectúan los trabajos de mantenimiento en la subestación tacna.
3. Se ha recuperado reserva en la capacidad instalada de la S.E. Tacna, que nos permite afrontar el crecimiento de la demanda de energía.
4. Implementar la automatización de la conexión y desconexión de los bancos de condensadores, para evitar así errores humanos en las maniobras de operación, que pudiesen ocasionar deterioro de los equipos por sobretensiones.
5. Efectuar las pruebas de vacío y de cortocircuito a los transformadores de potencia, para verificar las pérdidas

en el fierro y en el cobre.

6. Instalación de medidores de energía y contrastación de los mismos, para llevar un mejor control de las pérdidas en la línea y transformadores.

7. Pronto entrará en servicio la línea de transmisión Parque Industrial - Calana y la Central Térmica Calana, para lo cual será necesario que la subestación parque industrial cuente con el equipamiento completo en el patio de llaves 66 Kv.

El equipamiento principal consistiría en dos interruptores de potencia, a la llegada de la línea de la S.E. Tacna y a la salida hacia la central térmica calana, con sus respectivos equipos de medición y protección.

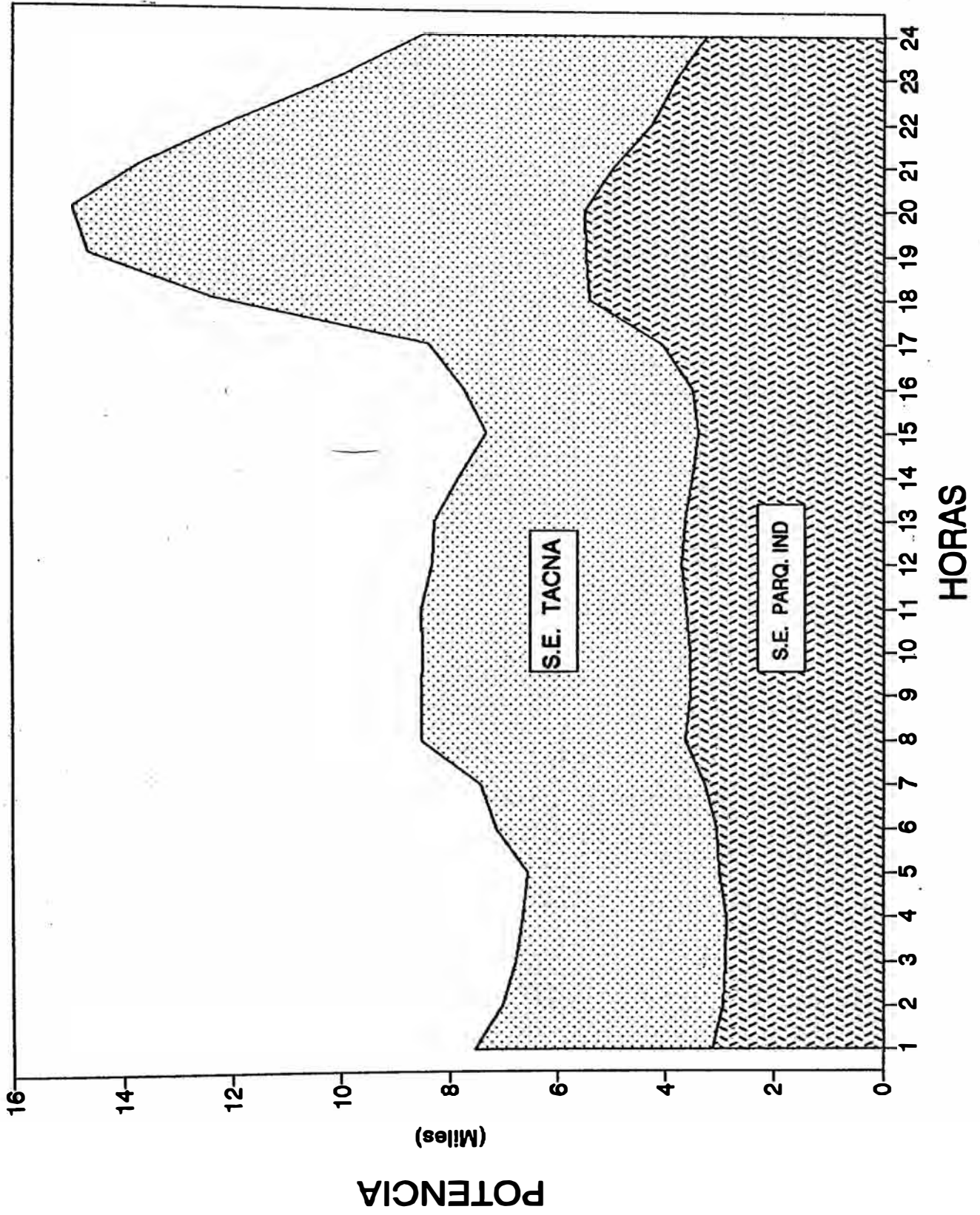
8. Antes del ingreso de la central térmica calana, es necesario actualizar los estudios de cortocircuito y flujo de potencia, para definir el ajuste de los relés de protección y definir la posición de los taps de los transformadores de potencia.

9. Es necesario efectuar una evaluación del ahorro de las pérdidas en las redes de distribución, ahora que el nivel de tensión en las barras de salida han mejorado y además, que las ternas A y B que eran las mas largas y de mayor carga se han dividido en dos cada una.

BIBLIOGRAFIA

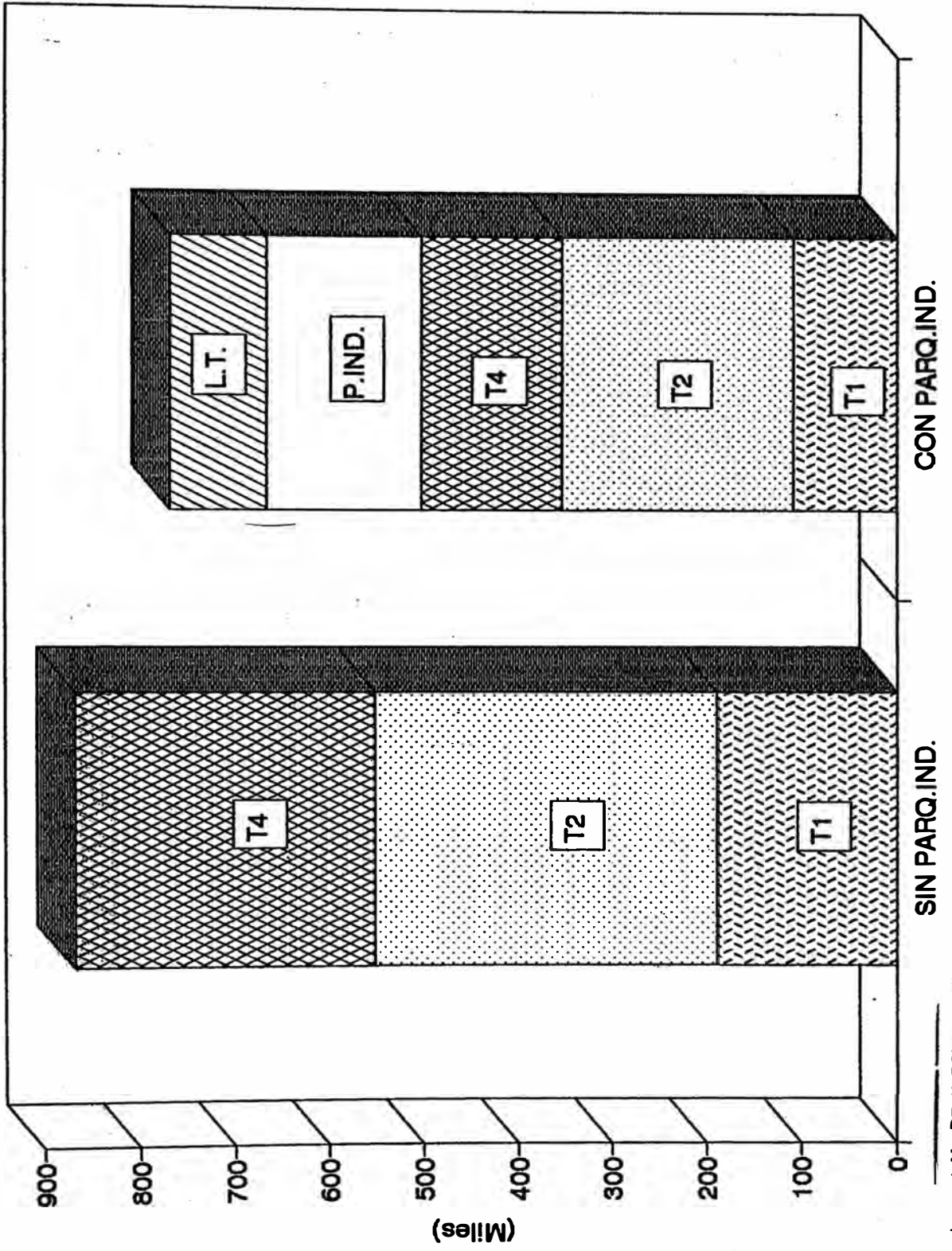
- Estaciones transformadoras (Gaudencio Zoppetti)
- Manuales de capacitores de potencia.
- Manuales de operación de la subestación.
- Manuales del fabricante de los transformadores.
- Catálogos del fabricante de los relés.
- Transformadores de potencia y medida (Enrique Ras)

DIAGRAMA DE CARGA (K)
Fig N°7



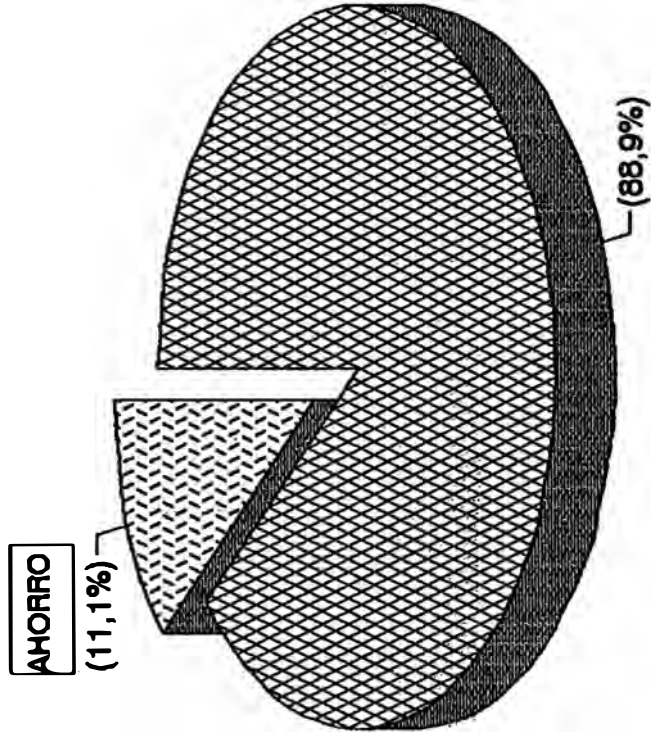
PERDIDAS DE ENERGIA (KWH)

Fig N°8



PERDIDA DE ENERGIA ANUAL (KWH)

Fig N°9



**PERDIDAS EN DIA DE MINIMA DEMANDA
SIN PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°1

TRANSFORMADOR N°1 (TOSHIBA)							
Potencia Nominal :		6000 KVA.					
Corriente Nominal :		330 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		41 Kw.					
Pérdidas del Hierro - Pfe :		14 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	10,8	188	3280	0,93	0,57	13,31	0,9917
2	10,8	177	2930	0,88	0,54	11,80	0,9913
3	10,8	168	2830	0,90	0,51	10,63	0,9914
4	10,7	166	2630	0,85	0,50	10,37	0,9908
5	10,7	164	2650	0,87	0,50	10,13	0,9910
6	10,7	158	2780	0,95	0,48	9,40	0,9917
7	10,6	174	2370	0,74	0,53	11,40	0,9894
8	10,5	212	3050	0,79	0,64	16,92	0,9900
9	10,5	205	3540	0,95	0,62	15,82	0,9916
10	10,5	205	3350	0,90	0,62	15,82	0,9912
11	10,4	210	3480	0,92	0,64	16,60	0,9913
12	10,4	214	3500	0,91	0,65	17,24	0,9912
13	10,4	208	3450	0,92	0,63	16,29	0,9913
14	10,6	193	3120	0,88	0,58	14,02	0,9911
15	10,7	182	3040	0,90	0,55	12,47	0,9914
16	10,6	184	2800	0,83	0,56	12,75	0,9905
17	10,8	202	2940	0,78	0,61	15,36	0,9901
18	10,3	350	4260	0,68	1,06	46,12	0,9861
19	10,3	392	6640	0,95	1,19	57,85	0,9893
20	10,5	380	6740	0,98	1,15	54,37	0,9900
21	10,6	340	6250	1,00	1,03	43,52	0,9909
22	10,5	300	5300	0,97	0,91	33,88	0,9910
23	10,7	250	4470	0,96	0,76	23,53	0,9917
24	10,7	215	3830	0,96	0,65	17,40	0,9919
PROM.	10,6	237	3718	0,86	0,72	21,13	0,9906

**PERDIDAS EN DIA DE MAXIMA DEMANDA
SIN PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°2

TRANSFORMADOR N°1 (TOSHIBA)							
Potencia Nominal :		6000 KVA.					
Corriente Nominal :		330 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		41 Kw.					
Pérdidas del Hierro - Pfe :		14 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	10,7	175	3120	0,96	0,53	11,53	0,9919
2	10,7	162	2650	0,88	0,49	9,88	0,9911
3	10,7	156	2530	0,88	0,47	9,16	0,9909
4	10,7	156	2600	0,90	0,47	9,16	0,9912
5	10,6	163	2600	0,87	0,49	10,00	0,9909
6	10,4	192	2510	0,73	0,58	13,88	0,9890
7	10,4	250	3520	0,78	0,76	23,53	0,9895
8	10,4	240	4000	0,93	0,73	21,69	0,9912
9	10,4	232	3880	0,93	0,70	20,26	0,9912
10	10,4	218	3820	0,97	0,66	17,89	0,9917
11	10,4	212	3750	0,98	0,64	16,92	0,9918
12	10,5	208	3660	0,97	0,63	16,29	0,9918
13	10,6	190	3300	0,95	0,58	13,59	0,9917
14	10,8	182	3250	0,95	0,55	12,47	0,9919
15	10,4	192	3020	0,87	0,58	13,88	0,9909
16	10,5	200	3160	0,87	0,61	15,06	0,9909
17	10,5	221	3160	0,79	0,67	18,39	0,9899
18	10,0	342	4460	0,75	1,04	44,04	0,9872
19	10,0	412	6950	0,97	1,25	63,91	0,9889
20	10,1	400	6510	0,93	1,21	60,24	0,9887
21	10,4	375	6650	0,98	1,14	52,94	0,9900
22	10,7	320	5830	0,98	0,97	38,55	0,9911
23	10,7	280	5150	0,99	0,85	29,52	0,9916
24	10,7	212	3890	0,99	0,64	16,92	0,9921
PROM.	10,5	249	3915	0,87	0,75	23,32	0,9906

	MAX.	MIN.	PROM/DI	AÑO
PERDIDAS DEL COBRE	559,71	507,01	533,36	194676
PERDIDAS DEL FIERRO	336,00	336,00	336,00	122640
TOTAL	895,71	843,01	869,36	317316

**PERDIDAS EN DIA DE MINIMA DEMANDA
SIN PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°3

TRANSFORMADOR N°2 (DELCROSA)							
Potencia Nominal :		6000 KVA.					
Corriente Nominal :		330 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		49 Kw.					
Pérdidas del Fierro - Pfe :		13 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	10,7	200	3120	0,84	0,61	18,00	0,9902
2	10,7	192	3120	0,88	0,58	16,59	0,9906
3	10,7	180	3200	0,96	0,55	14,58	0,9915
4	10,6	182	3040	0,91	0,55	14,90	0,9909
5	10,6	190	2960	0,85	0,58	16,24	0,9902
6	10,6	172	2960	0,94	0,52	13,31	0,9912
7	10,5	182	2480	0,75	0,55	14,90	0,9889
8	10,4	196	2720	0,77	0,59	17,29	0,9890
9	10,4	177	2720	0,85	0,54	14,10	0,9901
10	10,4	167	2720	0,90	0,51	12,55	0,9907
11	10,4	172	2560	0,83	0,52	13,31	0,9898
12	10,4	183	2800	0,85	0,55	15,07	0,9901
13	10,4	172	2640	0,85	0,52	13,31	0,9901
14	10,5	156	2560	0,90	0,47	10,95	0,9907
15	10,6	168	2720	0,88	0,51	12,70	0,9906
16	10,5	172	2800	0,90	0,52	13,31	0,9907
17	10,9	202	2960	0,78	0,61	18,36	0,9895
18	10,2	352	3760	0,60	1,07	55,75	0,9820
19	10,2	388	5040	0,74	1,18	67,74	0,9842
20	10,3	370	5120	0,78	1,12	61,60	0,9856
21	10,5	334	4800	0,79	1,01	50,20	0,9870
22	10,4	265	4720	0,99	0,80	31,60	0,9906
23	10,5	233	3600	0,85	0,71	24,43	0,9897
24	10,6	210	3520	0,91	0,64	19,84	0,9908
PROM.	10,5	228	3277	0,79	0,69	23,36	0,9890

**PERDIDAS EN DIA DE MAXIMA DEMANDA
SIN PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°4

TRANSFORMADOR N°2 (DELCROSA)							
Potencia Nominal :		6000 KVA.					
Corriente Nominal :		330 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		49 Kw.					
Pérdidas del Fierro - Pfe :		13 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	10,6	205	3360	0,89	0,62	18,91	0,9906
2	10,6	193	3200	0,90	0,58	16,76	0,9908
3	10,6	196	3120	0,87	0,59	17,29	0,9904
4	10,6	193	3120	0,88	0,58	16,76	0,9906
5	10,4	201	3120	0,86	0,61	18,18	0,9901
6	10,4	212	3200	0,84	0,64	20,22	0,9897
7	10,3	268	3680	0,77	0,81	32,32	0,9878
8	10,3	276	4160	0,84	0,84	34,28	0,9888
9	10,3	260	4000	0,86	0,79	30,42	0,9893
10	10,3	266	4080	0,86	0,81	31,84	0,9891
11	10,3	264	4160	0,88	0,80	31,36	0,9894
12	10,4	246	3920	0,88	0,75	27,23	0,9898
13	10,5	230	3760	0,90	0,70	23,80	0,9903
14	10,7	220	3440	0,84	0,67	21,78	0,9900
15	10,4	220	3680	0,93	0,67	21,78	0,9906
16	10,6	231	3760	0,89	0,70	24,01	0,9903
17	10,6	236	3680	0,85	0,72	25,06	0,9898
18	10,0	343	4240	0,71	1,04	52,94	0,9847
19	10,0	415	5380	0,75	1,26	77,49	0,9835
20	10,0	415	5220	0,73	1,26	77,49	0,9830
21	10,2	388	5200	0,76	1,18	67,74	0,9847
22	10,6	328	4960	0,82	0,99	48,41	0,9878
23	10,7	282	4640	0,89	0,85	35,78	0,9896
24	10,5	228	3920	0,85	0,69	23,39	0,9908
PROM.	10,4	271	3958	0,81	0,82	33,13	0,9885

	MAX.	MIN.	PROM/DI	AÑO
PERDIDAS DEL COBRE	795,22	560,62	677,92	247442
PERDIDAS DEL FIERRO	312,00	312,00	312,00	113880
TOTAL	1107,22	872,62	989,92	361322

**PERDIDAS EN DIA DE MINIMA DEMANDA
SIN PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°5

TRANSFORMADOR N°3 (CANEPA)							
Potencia Nominal :		3750 KVA.					
Corriente Nominal :		203 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		35 Kw.					
Pérdidas del Fierro - Pfe :		12 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	11,0	81	1360	0,88	0,40	5,57	0,9872
2	11,1	75	1200	0,83	0,37	4,78	0,9862
3	11,1	72	1160	0,84	0,35	4,40	0,9861
4	11,0	72	1040	0,76	0,35	4,40	0,9845
5	11,0	70	1100	0,82	0,34	4,16	0,9855
6	11,0	69	1160	0,88	0,34	4,04	0,9864
7	10,9	78	980	0,67	0,38	5,17	0,9828
8	10,9	88	1280	0,77	0,43	6,58	0,9857
9	10,8	92	1464	0,85	0,45	7,19	0,9871
10	10,8	92	1516	0,88	0,45	7,19	0,9875
11	10,8	90	1460	0,87	0,44	6,88	0,9872
12	10,7	94	1528	0,88	0,46	7,50	0,9874
13	10,8	92	1492	0,87	0,45	7,19	0,9873
14	10,8	83	1332	0,86	0,41	5,85	0,9868
15	10,9	75	1288	0,91	0,37	4,78	0,9871
16	10,9	80	1160	0,77	0,39	5,44	0,9852
17	11,0	85	1220	0,75	0,42	6,14	0,9854
18	10,4	143	1720	0,67	0,70	17,37	0,9832
19	10,4	154	2520	0,91	0,76	20,14	0,9874
20	10,5	150	2720	1,00	0,74	19,11	0,9887
21	10,7	141	2420	0,93	0,69	16,89	0,9882
22	10,8	130	2312	0,95	0,64	14,35	0,9887
23	10,9	105	1828	0,92	0,52	9,36	0,9884
24	11,0	88	1572	0,94	0,43	6,58	0,9883
PROM.	10,8	99	1535	0,82	0,49	8,38	0,9869

**PERDIDAS EN DIA DE MAXIMA DEMANDA
SIN PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°6

TRANSFORMADOR N°3 (CANEPA)							
Potencia Nominal :		3750 KVA.					
Corriente Nominal :		203 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		35 Kw.					
Pérdidas del Hierro - Pfe :		12 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	11,0	75	1260	0,88	0,37	4,78	0,9869
2	11,0	70	1072	0,80	0,34	4,16	0,9851
3	11,0	69	1028	0,78	0,34	4,04	0,9846
4	11,0	69	1040	0,79	0,34	4,04	0,9848
5	10,8	70	1000	0,76	0,34	4,16	0,9841
6	10,7	77	1052	0,74	0,38	5,04	0,9841
7	10,7	110	1428	0,70	0,54	10,28	0,9846
8	10,5	118	2028	0,95	0,58	11,83	0,9884
9	10,5	118	1912	0,89	0,58	11,83	0,9877
10	10,5	122	1880	0,85	0,60	12,64	0,9871
11	10,4	120	1940	0,90	0,59	12,23	0,9877
12	10,6	116	1840	0,86	0,57	11,43	0,9874
13	10,7	102	1660	0,88	0,50	8,84	0,9876
14	10,9	97	1480	0,81	0,48	7,99	0,9867
15	10,6	87	1340	0,84	0,43	6,43	0,9864
16	10,8	95	1412	0,79	0,47	7,67	0,9863
17	10,8	105	1448	0,74	0,52	9,36	0,9855
18	10,1	155	1872	0,69	0,76	20,41	0,9830
19	10,0	175	2840	0,94	0,86	26,01	0,9868
20	10,1	168	2656	0,90	0,83	23,97	0,9866
21	10,4	150	2692	1,00	0,74	19,11	0,9886
22	10,8	130	2360	0,97	0,64	14,35	0,9890
23	11,0	112	2060	0,97	0,55	10,65	0,9891
24	11,0	86	1540	0,94	0,42	6,28	0,9883
PROM.	10,7	112	1702	0,82	0,55	10,73	0,9868

	MAX.	MIN.	PROM/DI	AÑO
PERDIDAS DEL COBRE	257,53	201,06	229,29	83691
PERDIDAS DEL FIERRO	288,00	288,00	288,00	105120
TOTAL	545,53	489,06	517,29	188811

**PERDIDAS EN DIA DE MINIMA DEMANDA
CON PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°7

TRANSFORMADOR N°1 (TOSHIBA)							
Potencia Nominal :		6000 KVA.					
Corriente Nominal :		330 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		41 Kw.					
Pérdidas del Hierro - Pfe :		14 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	11,1	75	1350	0,94	0,23	2,12	0,9882
2	11,1	67	1210	0,94	0,20	1,69	0,9872
3	11,1	65	1120	0,90	0,20	1,59	0,9863
4	11,1	62	1100	0,92	0,19	1,45	0,9862
5	11,0	65	1070	0,86	0,20	1,59	0,9856
6	11,0	65	1080	0,87	0,20	1,59	0,9858
7	11,0	62	1000	0,85	0,19	1,45	0,9848
8	10,8	70	1250	0,95	0,21	1,84	0,9875
9	10,8	80	1470	0,98	0,24	2,41	0,9890
10	10,7	83	1510	0,98	0,25	2,59	0,9891
11	10,7	77	1380	0,97	0,23	2,23	0,9884
12	10,7	75	1390	1,00	0,23	2,12	0,9885
13	10,7	72	1300	0,97	0,22	1,95	0,9879
14	10,8	65	1200	0,99	0,20	1,59	0,9872
15	10,8	60	1120	1,00	0,18	1,36	0,9865
16	10,8	64	1160	0,97	0,19	1,54	0,9868
17	10,8	72	1160	0,86	0,22	1,95	0,9864
18	10,7	115	1660	0,78	0,35	4,98	0,9887
19	10,7	125	2250	0,97	0,38	5,88	0,9912
20	10,7	120	2200	0,99	0,36	5,42	0,9912
21	10,7	115	2130	1,00	0,35	4,98	0,9912
22	10,7	100	1820	0,98	0,30	3,76	0,9903
23	11,0	90	1660	0,97	0,27	3,05	0,9898
24	11,1	80	1420	0,92	0,24	2,41	0,9886
PROM.	10,9	83	1417	0,91	0,25	2,56	0,9884

**PERDIDAS EN DIA DE MAXIMA DEMANDA
CON PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°8

TRANSFORMADOR N°1 (TOSHIBA)							
Potencia Nominal :		6000 KVA.					
Corriente Nominal :		330 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		41 Kw.					
Pérdidas del Hierro - Pfe :		14 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	11,0	63	1160	0,97	0,19	1,49	0,9868
2	11,0	60	1140	1,00	0,18	1,36	0,9867
3	11,0	55	1040	0,99	0,17	1,14	0,9857
4	11,0	53	1010	1,00	0,16	1,06	0,9853
5	11,0	54	1000	0,97	0,16	1,10	0,9851
6	10,7	66	1200	0,98	0,20	1,64	0,9871
7	10,4	94	1500	0,89	0,28	3,33	0,9886
8	10,4	102	1810	0,99	0,31	3,92	0,9902
9	10,4	104	1750	0,93	0,32	4,07	0,9898
10	10,3	104	1710	0,92	0,32	4,07	0,9895
11	10,3	104	1810	0,98	0,32	4,07	0,9901
12	10,4	98	1660	0,94	0,30	3,62	0,9895
13	10,5	92	1600	0,96	0,28	3,19	0,9894
14	10,6	82	1450	0,96	0,25	2,53	0,9887
15	10,6	84	1400	0,91	0,25	2,66	0,9882
16	10,6	84	1400	0,91	0,25	2,66	0,9882
17	10,5	105	1550	0,81	0,32	4,15	0,9884
18	10,5	144	2200	0,84	0,44	7,81	0,9902
19	10,5	145	2550	0,97	0,44	7,92	0,9915
20	10,6	143	2600	0,99	0,43	7,70	0,9917
21	10,7	135	2500	1,00	0,41	6,86	0,9917
22	10,8	120	2240	1,00	0,36	5,42	0,9914
23	10,9	90	1640	0,97	0,27	3,05	0,9897
24	11,0	82	1510	0,97	0,25	2,53	0,9892
PROM.	10,7	98	1643	0,91	0,30	3,64	0,9894

	MAX.	MIN.	PROM/DI	AÑO
PERDIDAS DEL COBRE	87,33	61,55	74,44	27170
PERDIDAS DEL FIERRO	336,00	336,00	336,00	122640
TOTAL	423,33	397,55	410,44	149810

**PERDIDAS EN DIA DE MINIMA DEMANDA
CON PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°9

TRANSFORMADOR N°2 (DELCROSA)							
Potencia Nominal :		6000 KVA.					
Corriente Nominal :		330 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		49 Kw.					
Pérdidas del Fierro - Pfe :		13 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	10,5	141	2400	0,94	0,43	8,95	0,9909
2	10,5	132	2160	0,90	0,40	7,84	0,9904
3	10,5	114	2000	0,96	0,35	5,85	0,9907
4	10,5	112	1840	0,90	0,34	5,64	0,9900
5	10,5	118	1840	0,86	0,36	6,27	0,9896
6	10,5	123	2000	0,89	0,37	6,81	0,9902
7	10,5	115	1840	0,88	0,35	5,95	0,9898
8	10,5	138	2160	0,86	0,42	8,57	0,9901
9	10,5	148	2400	0,89	0,45	9,86	0,9906
10	10,5	148	2640	0,98	0,45	9,86	0,9914
11	10,5	142	2560	0,99	0,43	9,07	0,9915
12	10,5	148	2240	0,83	0,45	9,86	0,9899
13	10,5	140	2480	0,97	0,42	8,82	0,9913
14	10,5	132	2320	0,97	0,40	7,84	0,9911
15	10,5	125	2080	0,91	0,38	7,03	0,9905
16	10,5	125	2240	0,99	0,38	7,03	0,9911
17	10,5	164	2240	0,75	0,50	12,10	0,9889
18	10,4	271	3680	0,75	0,82	33,05	0,9876
19	10,5	295	5120	0,95	0,89	39,16	0,9899
20	10,5	286	5040	0,97	0,87	36,80	0,9902
21	10,5	255	4400	0,95	0,77	29,26	0,9905
22	10,5	235	4220	0,99	0,71	24,85	0,9911
23	10,5	185	3280	0,97	0,56	15,40	0,9914
24	10,5	150	2720	1,00	0,45	10,12	0,9916
PROM.	10,5	174	2746	0,87	0,53	13,58	0,9904

**PERDIDAS EN DIA DE MAXIMA DEMANDA
CON PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°10

TRANSFORMADOR N°2 (DELCROSA)							
Potencia Nominal :		6000 KVA.					
Corriente Nominal :		330 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		49 Kw.					
Pérdidas del Hierro - Pfe :		13 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	10,5	119	2080	0,96	0,36	6,37	0,9908
2	10,5	115	2000	0,96	0,35	5,95	0,9906
3	10,5	112	2000	0,98	0,34	5,64	0,9908
4	10,5	110	1920	0,96	0,33	5,44	0,9905
5	10,5	110	1600	0,80	0,33	5,44	0,9886
6	10,5	136	2240	0,91	0,41	8,32	0,9906
7	10,5	170	2560	0,83	0,52	13,00	0,9899
8	10,6	180	3200	0,97	0,55	14,58	0,9915
9	10,6	172	2960	0,94	0,52	13,31	0,9912
10	10,5	172	2640	0,84	0,52	13,31	0,9901
11	10,5	170	2720	0,88	0,52	13,00	0,9905
12	10,6	168	2640	0,86	0,51	12,70	0,9904
13	10,5	152	2560	0,93	0,46	10,40	0,9909
14	10,5	140	2400	0,94	0,42	8,82	0,9910
15	10,5	130	2080	0,88	0,39	7,60	0,9902
16	10,5	140	2400	0,94	0,42	8,82	0,9910
17	10,5	180	2400	0,73	0,55	14,58	0,9886
18	10,5	318	4000	0,69	0,96	45,50	0,9856
19	10,5	320	5200	0,89	0,97	46,08	0,9888
20	10,5	315	5600	0,98	0,95	44,65	0,9898
21	10,5	285	5200	1,00	0,86	36,55	0,9906
22	10,5	250	4400	0,97	0,76	28,12	0,9907
23	10,5	200	3600	0,99	0,61	18,00	0,9915
24	10,5	162	2880	0,98	0,49	11,81	0,9915
PROM.	10,5	192	2970	0,85	0,58	16,58	0,9901

	MAX.	MIN.	PROM/DI	AÑO
PERDIDAS DEL COBRE	398,00	325,97	361,99	132125
PERDIDAS DEL FIERRO	312,00	312,00	312,00	113880
TOTAL	710,00	637,97	673,99	246005

**PERDIDAS EN DIA DE MINIMA DEMANDA
CON PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°11

TRANSFORMADOR N°4 (TOSHIBA)							
Potencia Nominal :		3000 KVA.					
Corriente Nominal :		165 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		25 Kw.					
Pérdidas del Fierro - Pfe :		9 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	11,0	54	880	0,86	0,33	2,68	0,9869
2	11,0	52	851	0,86	0,32	2,48	0,9867
3	11,0	52	836	0,84	0,32	2,48	0,9865
4	11,0	50	836	0,88	0,30	2,30	0,9867
5	11,0	50	777	0,82	0,30	2,30	0,9857
6	10,7	52	880	0,91	0,32	2,48	0,9871
7	10,4	50	807	0,90	0,30	2,30	0,9862
8	10,5	45	733	0,90	0,27	1,86	0,9854
9	10,5	44	660	0,82	0,27	1,78	0,9839
10	10,4	43	601	0,78	0,26	1,70	0,9825
11	10,5	43	645	0,83	0,26	1,70	0,9837
12	10,6	44	631	0,78	0,27	1,78	0,9832
13	10,7	43	601	0,75	0,26	1,70	0,9825
14	10,6	44	601	0,74	0,27	1,78	0,9824
15	10,6	44	587	0,73	0,27	1,78	0,9820
16	10,6	44	587	0,73	0,27	1,78	0,9820
17	10,5	50	587	0,65	0,30	2,30	0,9811
18	10,3	95	1173	0,69	0,58	8,29	0,9855
19	10,3	97	1555	0,90	0,59	8,64	0,9868
20	10,4	95	1672	0,98	0,58	8,29	0,9898
21	10,5	90	1599	0,98	0,55	7,44	0,9898
22	10,6	78	1379	0,96	0,47	5,59	0,9895
23	10,9	64	1129	0,93	0,39	3,76	0,9888
24	11,0	56	939	0,88	0,34	2,88	0,9875
PROM.	10,7	60	898	0,81	0,37	3,33	0,9864

**PERDIDAS EN DIA DE MAXIMA DEMANDA
CON PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION TACNA

CUADRO N°12

TRANSFORMADOR N°4 (TOSHIBA)							
Potencia Nominal :		3000 KVA.					
Corriente Nominal :		165 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		25 Kw.					
Pérdidas del Fierro - Pfe :		9 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	11,0	55	924	0,88	0,33	2,78	0,9874
2	11,0	53	821	0,81	0,32	2,58	0,9861
3	11,0	52	763	0,77	0,32	2,48	0,9852
4	11,0	52	777	0,78	0,32	2,48	0,9854
5	10,9	52	763	0,78	0,32	2,48	0,9852
6	10,9	51	777	0,81	0,31	2,39	0,9856
7	10,9	40	572	0,76	0,24	1,47	0,9820
8	10,7	44	601	0,74	0,27	1,78	0,9824
9	10,7	45	689	0,83	0,27	1,86	0,9845
10	10,6	46	748	0,89	0,28	1,94	0,9856
11	10,7	47	689	0,79	0,28	2,03	0,9843
12	10,7	47	675	0,77	0,28	2,03	0,9839
13	10,7	47	719	0,83	0,28	2,03	0,9849
14	10,7	46	660	0,77	0,28	1,94	0,9837
15	10,8	46	601	0,70	0,28	1,94	0,9821
16	10,8	45	660	0,78	0,27	1,86	0,9838
17	10,7	57	689	0,65	0,35	2,98	0,9829
18	10,4	93	1159	0,69	0,56	7,94	0,9856
19	10,4	102	1657	0,90	0,62	9,55	0,9869
20	10,5	98	1687	0,95	0,59	8,82	0,9895
21	10,4	88	1584	1,00	0,53	7,11	0,9899
22	10,7	75	1364	0,98	0,45	5,17	0,9897
23	10,8	62	1144	0,99	0,38	3,53	0,9892
24	11,0	57	1012	0,93	0,35	2,98	0,9883
PROM.	10,8	61	906	0,80	0,37	3,42	0,9865

	MAX.	MIN.	PROM/DI	AÑO
PERDIDAS DEL COBRE	82,16	80,03	81,10	29601
PERDIDAS DEL FIERRO	216,00	216,00	216,00	78840
TOTAL	298,16	296,03	297,10	108441

**PERDIDAS EN DIA DE MINIMA DEMANDA
CON PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION PARQUE IND.

CUADRO N°13

TRANSFORMADOR N°1 (DELCROSA)							
Potencia Nominal :		8000 KVA.					
Corriente Nominal :		440 Amp.					
Pérdidas del Cobre - Pcu :		32,5 Kw.					
Pérdidas del Fierro - Pfe :		8,6 Kw.					
HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	10,5	185	3050	0,91	0,42	5,75	0,9953
2	10,5	175	2800	0,88	0,40	5,14	0,9951
3	10,5	170	2800	0,91	0,39	4,85	0,9952
4	10,5	174	2850	0,90	0,40	5,08	0,9952
5	10,5	172	2850	0,91	0,39	4,97	0,9953
6	10,5	170	2800	0,91	0,39	4,85	0,9952
7	10,5	165	2750	0,92	0,38	4,57	0,9952
8	10,5	182	3000	0,91	0,41	5,56	0,9953
9	10,5	184	3100	0,93	0,42	5,68	0,9954
10	10,5	182	3100	0,94	0,41	5,56	0,9955
11	10,5	186	3200	0,95	0,42	5,81	0,9955
12	10,5	182	3200	0,97	0,41	5,56	0,9956
13	10,5	185	3300	0,98	0,42	5,75	0,9957
14	10,5	180	3100	0,95	0,41	5,44	0,9955
15	10,5	172	2800	0,90	0,39	4,97	0,9952
16	10,5	170	3000	0,97	0,39	4,85	0,9955
17	10,5	187	3100	0,91	0,43	5,87	0,9954
18	10,5	320	4800	0,82	0,73	17,19	0,9947
19	10,5	350	5050	0,79	0,80	20,56	0,9943
20	10,5	335	5000	0,82	0,76	18,84	0,9945
21	10,5	296	4500	0,84	0,67	14,71	0,9948
22	10,5	252	4000	0,87	0,57	10,66	0,9952
23	10,5	220	3520	0,88	0,50	8,13	0,9953
24	10,5	195	3120	0,88	0,44	6,38	0,9952
PROM.	10,5	215	3366	0,86	0,49	7,78	0,9952

**PERDIDAS EN DIA DE MAXIMA DEMANDA
CON PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

SUBESTACION PARQUE IND.

CUADRO Nº14

TRANSFORMADOR Nº1 (DELCROSA)

Potencia Nominal : 8000 KVA.

Corriente Nominal : 440 Amp.

Pérdidas del Cobre - Pcu : 32,5 Kw.

Pérdidas del Fierro - Pfe : 8,6 Kw.

HORA	KV.	Amp.	KW.	FAC.POT.	K	Pcu (KW)	REND.
1	10,5	192	3200	0,92	0,44	6,19	0,9954
2	10,5	180	3100	0,95	0,41	5,44	0,9955
3	10,5	178	3000	0,93	0,40	5,32	0,9954
4	10,5	175	2900	0,91	0,40	5,14	0,9953
5	10,5	190	3200	0,93	0,43	6,06	0,9954
6	10,5	208	3300	0,87	0,47	7,26	0,9952
7	10,5	253	3800	0,83	0,58	10,75	0,9949
8	10,5	278	4300	0,85	0,63	12,97	0,9950
9	10,5	250	4000	0,88	0,57	10,49	0,9952
10	10,5	248	4020	0,89	0,56	10,32	0,9953
11	10,5	240	4020	0,92	0,55	9,67	0,9955
12	10,5	250	4200	0,92	0,57	10,49	0,9955
13	10,5	230	4000	0,96	0,52	8,88	0,9956
14	10,5	228	3900	0,94	0,52	8,73	0,9956
15	10,5	242	4000	0,91	0,55	9,83	0,9954
16	10,5	242	4000	0,91	0,55	9,83	0,9954
17	10,5	290	5000	0,95	0,66	14,12	0,9955
18	10,5	420	6000	0,79	0,95	29,61	0,9937
19	10,5	430	5900	0,75	0,98	31,04	0,9933
20	10,5	400	6000	0,82	0,91	26,86	0,9941
21	10,5	370	5400	0,80	0,84	22,98	0,9942
22	10,5	310	4500	0,80	0,70	16,13	0,9945
23	10,5	261	4100	0,86	0,59	11,44	0,9951
24	10,5	210	3400	0,89	0,48	7,40	0,9953
PROM.	10,5	271	4135	0,84	0,62	12,37	0,9950

	MAX.	MIN.	PROM/DI	AÑO
PERDIDAS DEL COBRE	296,96	186,73	241,84	88273
PERDIDAS DEL FIERRO	206,40	206,40	206,40	75336
TOTAL	503,36	393,13	448,24	163609

**PERDIDAS EN DIA DE MINIMA DEMANDA
L.T. TACNA - PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

CUADRO N°15

L.T. TACNA - PARQUE INDUSTRIAL							
Potencia Nominal :		25 MVA					
Corriente Nominal :		240 Amp.					
Resistencia :		2,063 Ohm.					
Impedancia :		3,712 Ohm.					
HORA	V2 KV	I2 Amp.	P2 KW	3.I.I.R KW	DV KV	P1 KW	V1 KV
1	62,5	31	3064	5,98	0,20	3070	62,7
2	63,5	29	2814	5,18	0,19	2819	63,7
3	63,0	28	2813	4,97	0,18	2818	63,2
4	63,0	29	2864	5,20	0,19	2869	63,2
5	61,5	29	2864	5,34	0,19	2869	61,7
6	61,5	29	2813	5,21	0,19	2819	61,7
7	61,0	28	2763	4,99	0,18	2768	61,2
8	60,5	32	3014	6,17	0,20	3020	60,7
9	59,5	32	3114	6,53	0,21	3121	59,7
10	59,5	32	3114	6,38	0,21	3121	59,7
11	59,5	33	3214	6,67	0,21	3221	59,7
12	59,5	32	3214	6,38	0,21	3221	59,7
13	59,5	33	3314	6,60	0,21	3321	59,6
14	60,5	31	3114	6,04	0,20	3120	60,7
15	61,5	29	2814	5,34	0,19	2819	61,7
16	61,5	29	3013	5,21	0,19	3019	61,6
17	61,5	32	3114	6,31	0,21	3121	61,7
18	57,0	59	4826	21,51	0,38	4847	57,4
19	57,5	64	5079	25,28	0,41	5104	57,9
20	58,5	60	5027	22,38	0,39	5050	58,9
21	58,5	53	4523	17,47	0,34	4541	58,8
22	60,0	44	4019	12,04	0,28	4031	60,3
23	62,5	37	3537	8,45	0,24	3545	62,7
24	63,5	32	3135	6,43	0,21	3141	63,7
PROM.	60,7	38	3383	8,84	0,24	3391	60,9

**PERDIDAS EN DIA DE MAXIMA DEMANDA
L.T. TACNA - PARQUE INDUSTRIAL
(KWH)**

CUADRO N°16

L.T. TACNA - PARQUE INDUSTRIAL							
Potencia Nominal :		25 MVA					
Corriente Nominal :		240 Amp.					
Resistencia :		2,063 Ohm.					
Impedancia :		3,712 Ohm.					
HORA	V2 KV	I2 Amp.	P2 KW	3.I.I.R KW	DV KV	P1 KW	V1 KV
1	63,0	32	3215	6,34	0,21	3221	63,2
2	63,5	30	3114	5,48	0,19	3120	63,7
3	63,5	29	3014	5,36	0,19	3019	63,7
4	63,5	29	2914	5,18	0,19	2919	63,7
5	63,0	32	3215	6,21	0,20	3221	63,2
6	61,5	36	3316	7,81	0,23	3324	61,7
7	58,0	46	3819	12,98	0,29	3832	58,3
8	57,5	51	4322	15,95	0,33	4338	57,8
9	58,0	45	4019	12,68	0,29	4032	58,3
10	58,0	45	4039	12,48	0,29	4051	58,3
11	57,5	44	4038	11,89	0,28	4050	57,7
12	57,5	46	4219	12,90	0,29	4232	57,7
13	58,5	41	4017	10,55	0,27	4028	58,7
14	59,5	40	3917	10,02	0,26	3927	59,7
15	59,5	43	4018	11,29	0,27	4030	59,7
16	59,5	43	4018	11,29	0,27	4030	59,7
17	57,5	53	5023	17,36	0,34	5040	57,8
18	56,0	79	6038	38,38	0,51	6077	56,5
19	57,0	79	5940	38,83	0,51	5978	57,5
20	57,0	74	6035	33,60	0,47	6069	57,4
21	58,0	67	5432	27,77	0,43	5459	58,4
22	59,0	55	4525	18,84	0,35	4544	59,3
23	61,0	45	4120	12,49	0,29	4133	61,3
24	63,0	35	3416	7,58	0,23	3424	63,2
PROM.	59,6	49	4156	14,72	0,31	4171	59,9

	MAX.	MIN.	PROM/DI	AÑO
PERDIDAS (KWH)	353,24	212,07	282,66	103170

**RESUMEN DE PERDIDAS ANUALES
(KWH)**

CUADRO N°17

	Pfe.	Pcu.	TOTAL
SIN PARQUE IND. -----			
T1 - S.E. TACNA	122640	194676	317316
T2 - S.E. TACNA	113880	247442	361322
T3 - S.E. TACNA	105120	83691	188811
SUB-TOTAL	341640	525809	867449
CON PARQUE IND. -----			
T1 - S.E. TACNA	122640	27170	149810
T2 - S.E. TACNA	113880	132125	246005
T4 - S.E. TACNA	78840	29601	108441
T1 - S.E. PARQUE INDUSTRIAL	75336	88273	163609
L.T. TACNA - PARQ.IND.		103170	103170
SUB-TOTAL	390696	380338	771034
AHORRO DE PERDIDAS	-49056	145470	96414

**DIAGRAMA DE CARGA
TACNA
(KW)**

CUADRO N°18

HORA	S.E. TACNA				S.E. PAR.IND.	TOTAL (KW)
	T1	T2	T4	TOTAL		
1	1255	2240	902	4397	3125	7522
2	1175	2080	836	4091	2950	7041
3	1080	2000	799	3879	2900	6779
4	1055	1880	807	3742	2875	6617
5	1035	1720	770	3525	3025	6550
6	1140	2120	829	4089	3050	7139
7	1250	2200	689	4139	3275	7414
8	1530	2680	667	4877	3650	8527
9	1610	2680	675	4965	3550	8515
10	1610	2640	675	4925	3560	8485
11	1595	2640	667	4902	3610	8512
12	1525	2440	653	4618	3700	8318
13	1450	2520	660	4630	3650	8280
14	1325	2360	631	4316	3500	7816
15	1260	2080	594	3934	3400	7334
16	1280	2320	623	4223	3500	7723
17	1355	2320	638	4313	4050	8363
18	1930	3840	1166	6936	5400	12336
19	2400	5160	1606	9166	5475	14641
20	2400	5320	1679	9399	5500	14899
21	2315	4800	1591	8706	4950	13656
22	2030	4310	1371	7711	4250	11961
23	1650	3440	1137	6227	3810	10037
24	1465	2800	975	5240	3260	8500
PROM.	1530	2858	902	5290	3751	9040

**AJUSTES Y TIEMPO DE ACTUACION DE LOS
RELES DE SOBRECORRIENTE (51)
CUADRO N°19**

GEN.MINIMA		O-281				O-282				O-43				O-41			
Pto	Corr.Falla	TAP	PSM	TD	t(seg)	TAP	PSM	TD	t(seg)	TAP	PSM	TD	t(seg)	TAP	PSM	TD	t(seg)
5	1800	6	7,5	1	0,35	5	6	1	0,40	5	2,63	2	1,20	4	1,31	2,5	2,75
3	539	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4,50	2	0,80	4	2,25	2,5	1,70
2	564	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4,70	2	0,75	4	2,35	2,5	1,60

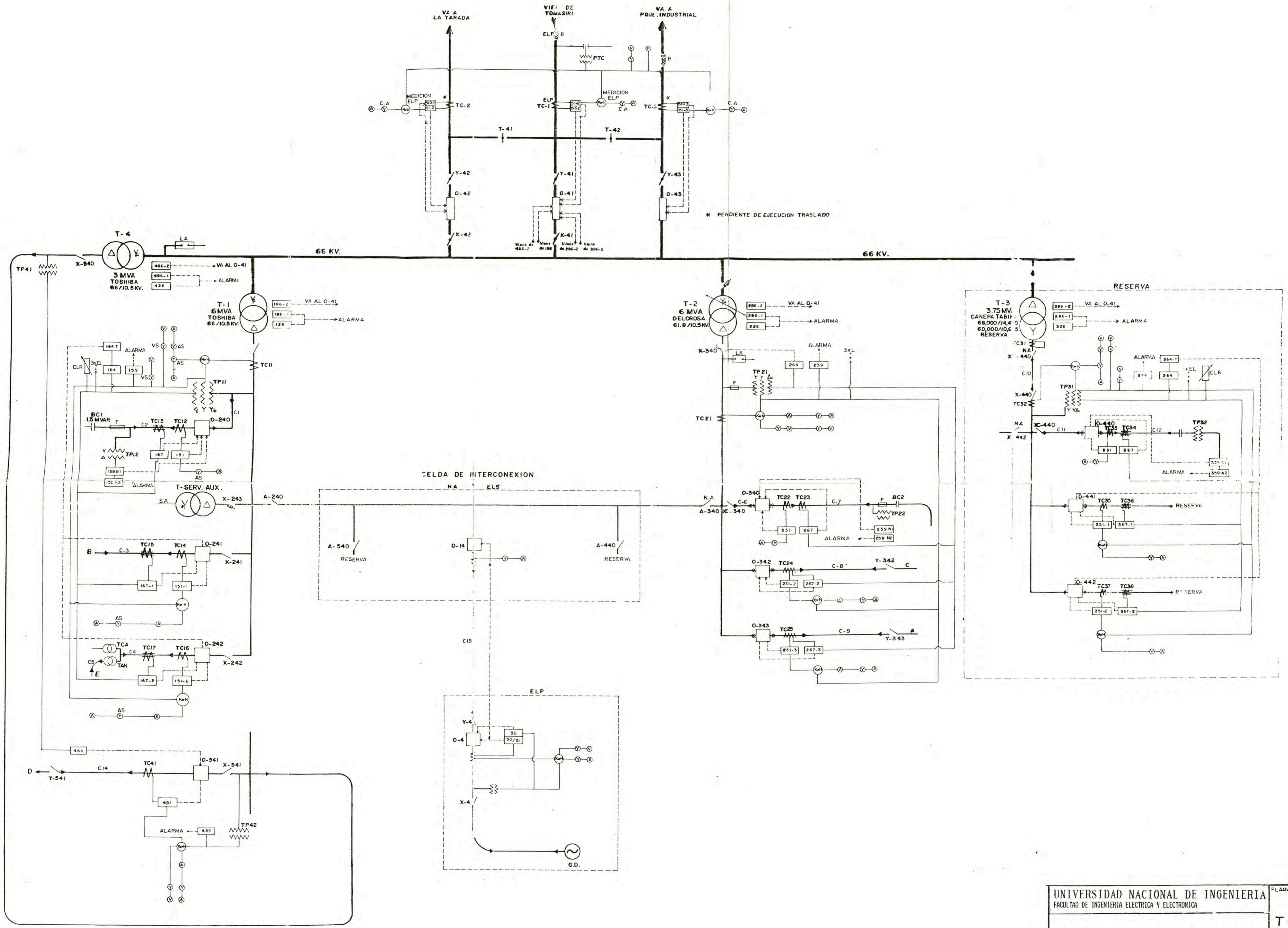
GEN.MAXIMA		O-281				O-282				O-43				O-41			
Pto	Corr.Falla	TAP	PSM	TD	t(seg)	TAP	PSM	TD	t(seg)	TAP	PSM	TD	t(seg)	TAP	PSM	TD	t(seg)
5	1954	6	8,14	1	0,33	5	6,51	1	0,38	5	2,85	2	1,08	4	1,43	2,5	2,50
3	624	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5,20	2	0,73	4	2,60	2,5	1,40
2	657	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5,48	2	0,70	4	2,74	2,5	1,32

**AJUSTES Y TIEMPO DE ACTUACION DE LOS
RELES DE SOBRECORRIENTE TIERRA (51G)**

CUADRO N°20

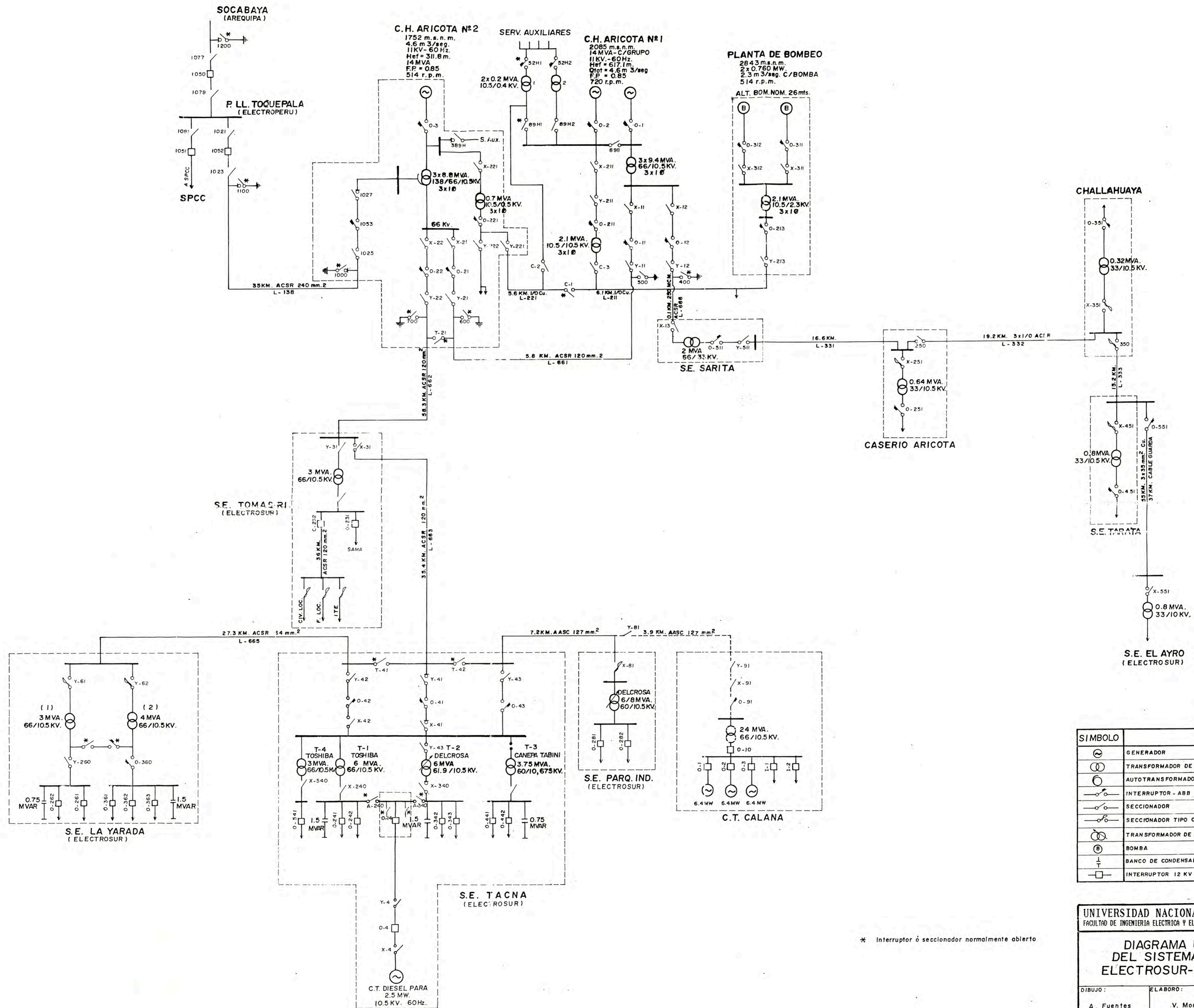
GEN.MINIMA		O-43				O-41			
Pto	Corr.Falla	TAP	PSM	TD	t(seg)	TAP	PSM	TD	t(seg)
3	734	4	7,65	1	0,28	4	3,06	1	0,50
2	741	4	7,72	1	0,27	4	3,09	1	0,44

GEN.MAXIMA		O-43				O-41			
Pto	Corr.Falla	TAP	PSM	TD	t(seg)	TAP	PSM	TD	t(seg)
3	773	4	8,05	1	0,22	4	3,22	1	0,39
2	782	4	8,15	1	0,20	4	3,26	1	0,33



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			PLANO N°
DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTECCION Y MEDICION 66 KV. Y 10.5 KV. S.E. TACNA			T 002-95
DIBUJO: A. Fuentes	ELABORO: V. Monzon	APROBO:	FECHA: AGOSTO, 95
			Formato: A I

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 OFICINA CENTRAL DE BIBLIOTECA
 UNIDAD DE BOC

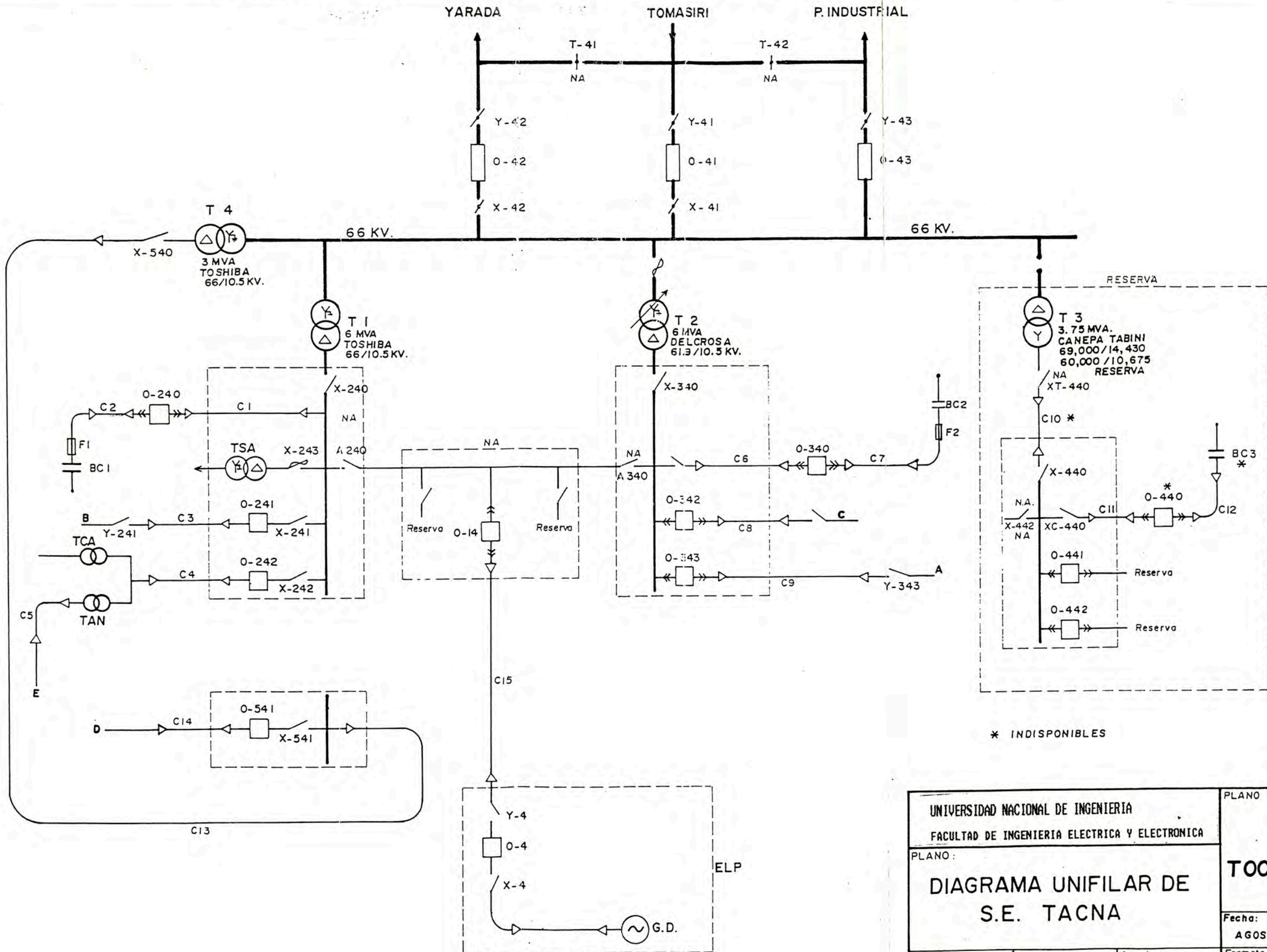


LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	GENERADOR
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	AUTO TRANSFORMADOR
	INTERRUPTOR - ABB
	SECCIONADOR
	SECCIONADOR TIPO CUT OUT
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA CON AUTOREGULACION
	BOMBA
	BANCO DE CONDENSADORES
	INTERRUPTOR 12 KV - OCB

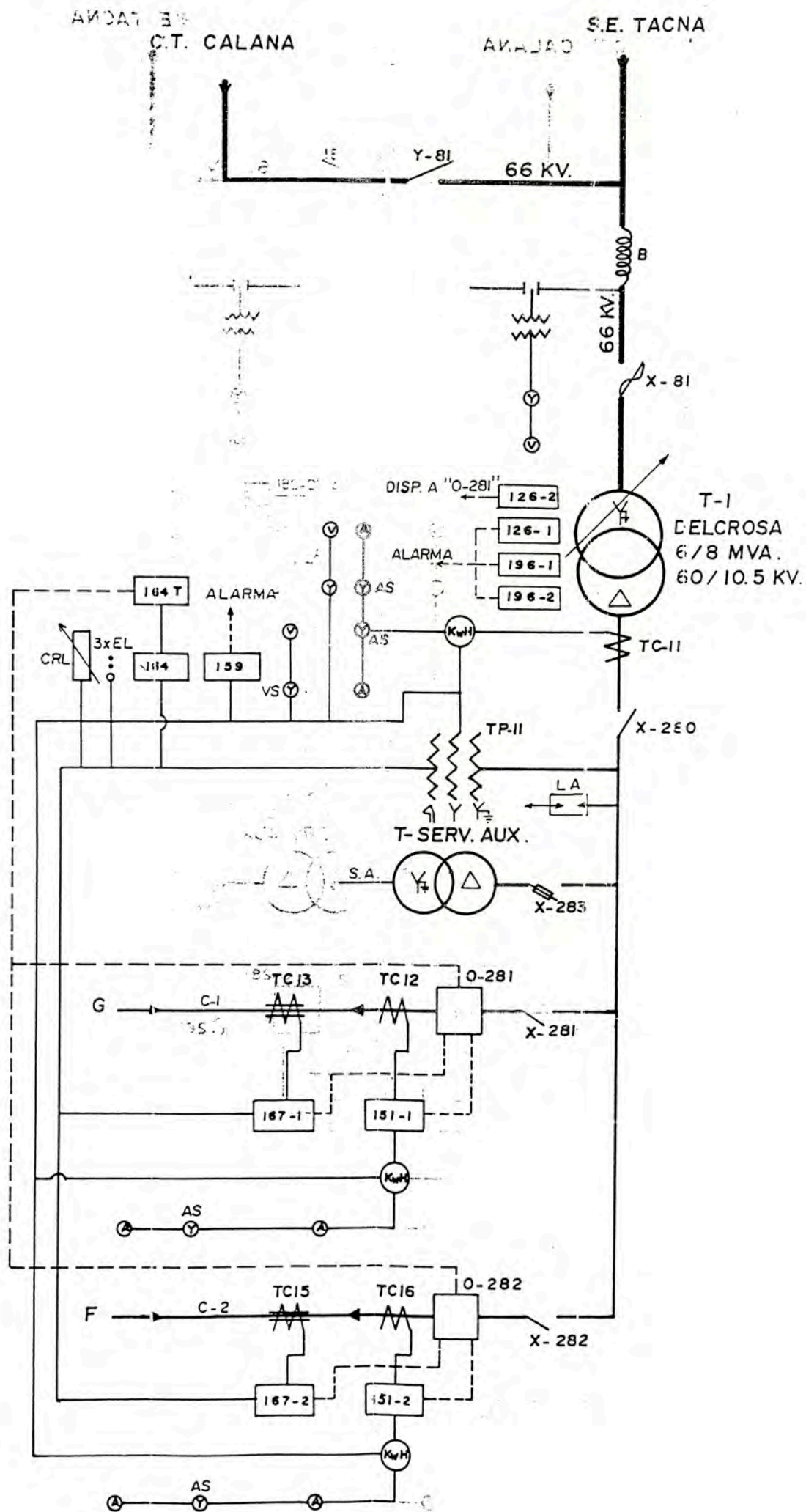
* Interruptor ó seccionador normalmente abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		PLANO Nº
DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTICO ELECTROSUR-ELECTROPERU		TOOI-95
		FECHA: AGOSTO, 95
DIBUJO: A. Fuentes	ELABORO: V. Monzon	APROBO:
		Formato: AI

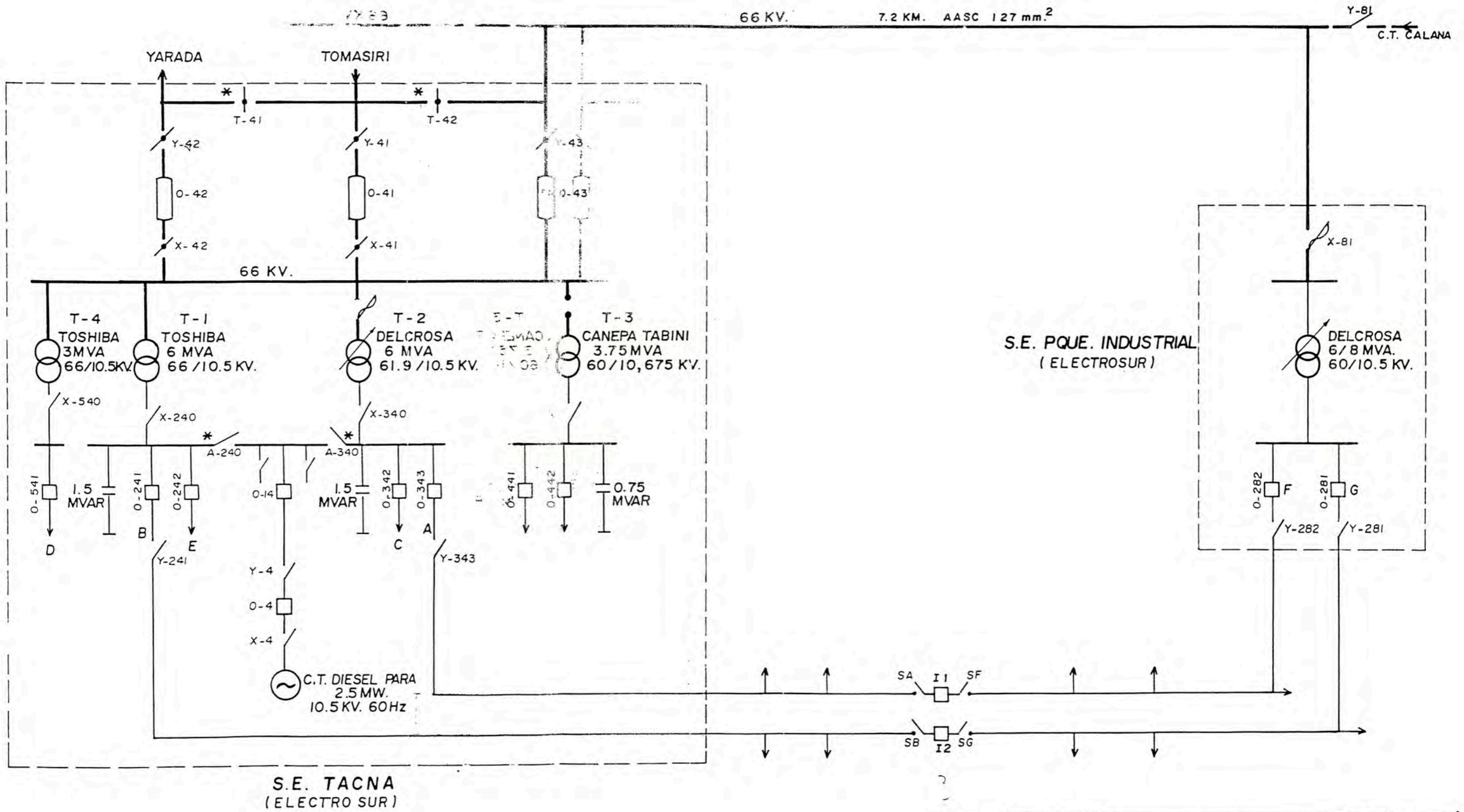


* INDISPONIBLES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		PLANO N°	
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		T003-95	
PLANO:		Fecha:	
DIAGRAMA UNIFILAR DE		AGOSTO, 95	
S.E. TACNA		Formato:	
Dibujo:		A 3	
A. Fuentes	Elabora:	Aprobo:	
	V. Monzon	Ing° F. Anaya P.	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			PLANO N°
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			T004-95
PLANO: DIAGRAMA UNIFILAR PROTECCION Y MEDICION 10.5 KV. S.E. PQUE. INDUSTRIAL			
Fecha:			AGOSTO, 95
Dibujo:	Elaboro:	Aprobo:	Formato:
A. Fuentes	V. Monzon		A 3



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		PLANO N°	
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		T005-95	
PLANO:		Fecha:	
DIAGRAMA UNIFILAR		AGOSTO, 95	
S.E. TACNA-S.E. PQUE. INDUSTRIAL		Formato:	
Dibujo:	Elaboro:	Aprobo:	A3
A. Fuentes	V. Monzon		