

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**ANÁLISIS Y OPERACIÓN DEL SISTEMA
ELECTRICO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE
TUBO SISTEMAS AMANCO DEL PERU**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

**AMBROSIO CABELLO SOSA
PROMOCIÓN
1989- I**

**LIMA – PERU
2006**

**ANÁLISIS Y OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE
UNA PLANTA INDUSTRIAL DE TUBO SISTEMAS
AMANCO DEL PERÚ S.A.**

A mi madre que me formó con valores
sólidos para tener éxitos en la vida

A mi esposa julia maría que ilumina mi
tránsito por la vida

SUMARIO

En el presente informe se demuestra la operación no aceptable del sistema eléctrico actual, debido al continuo crecimiento de la planta por el aumento en su producción y en forma paralela el aumento de la potencia instalada de los equipos principalmente en motores eléctricos y equipos resistivos.

En el capítulo I se describe los procesos de producción y característica de las instalaciones eléctricas en media y baja tensión aspectos generales de los equipos, en el capítulo II se evalúa la máxima demanda de potencia mediante el uso de un analizador de red y se compara con la evaluación de máxima demanda mediante la evaluación de potencia instalada para realizar inferir la capacidad de una nueva unidad de transformación y la ampliación respectiva de la subestación actual.

En el capítulo III se realiza el análisis de flujo de carga y corto circuito mediante un software elaborado para este tipo de análisis porque todos la redes industriales son radiales y dentro de las premisas de calculo de corto circuito solo se a considerado falla trifásica

En el capítulo IV se detalla la alternativa de solución tomada ante este sobre demanda existente en la planta industrial que es de realizar un proyecto de ampliación de capacidad de transformación de la subestación existente y por recomendaciones de Luz del Sur ampliar el proyecto a un nivel de tensión de 22,9 kV.

2.3	Análisis de las mediciones en base a los resultados	30
2.3.1	Análisis de las mediciones en la salida de los transformadores	30
2.3.2	Análisis de las mediciones de demanda en las cargas	31
2.3.3	Resultado de las mediciones efectuadas	31

CAPITULO III

ANÁLISIS DE FLUJO DE POTENCIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO

3.1	Definición de la configuración del sistema	35
3.1.1.	Necesidad de estudio de flujo de carga en el sistema eléctrico	35
3.1.2.	Característica del sistema eléctrico	35
3.1.3.	Modelamiento del sistema	36
3.2	Análisis de flujo de carga	39
3.2.1.	Definición de la configuración del sistema	39
3.2.2	Premisas para el calculo de flujo de carga	39
3.2.3	Calculo de flujo de carga	39
3.2.4	Resultado de flujo de carga	40
3.3	Análisis de corto circuito	41
3.3.1	Introducción	41
3.3.2.	Modelamiento del sistema eléctrico	42
3.3.3	Metodología usada para el estudio de corto circuito	43
3.3.4	Cálculo de corto circuito	43
3.3.5	Resultado del cálculo de corto circuito.	44

3.4. Análisis de los resultados obtenidos	50
3.4.1. Análisis de los resultados de flujo de carga	50
3.4.2. Análisis de resultados de corto circuito	51

CAPITULO IV

ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PROYECTO DE AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN

ELÉCTRICA AMANCO DEL PERÚ S.A

4.1 Memoria Descriptiva	52
4.1.1 Generalidades	52
4.1.2. Ubicación	53
4.1.3 Alcance del Proyecto	53
4.1.4 Descripción del proyecto	53
4.1.5 Bases de calculo	54
4.2 Especificaciones técnicas	55
4.2.1 Subestación eléctrica	55
4.2.2 Equipamiento electromecánico de la subestación	55
4.2.3 Celda de llegada	56
4.2.4 Celda de transformación 5 MVA, (22.9 / 10) kV	57
4.2.5 Celda de salida	58
4.2.6 Sistema de tierra	60
4.2.7 Conductores	60
4.2.8 Terminal para el cable 22.9 kV	62
4.2.9 Barras colectoras	62
4.2.10 Aislador porta barras	62
4.2.11 Equipo de protección para maniobra en media tensión	62
4.3 Subestación 10 kV existente (3.6 MVA)	63

4.3.1	Equipamiento electromecánico de la subestación existente.	63
4.3.2	Celda de llegada existente	63
4.3.3	Celda de transformación I 1000 kVA, (10 / 0.460) kV. Existente	65
4.3.4	Celda de transformación II 1000 kVA, (10 7 0.460) kV, Existente	67
4.3.5	Celda de transformación III 1600 kVA, (10 /0.460) kV, Proyectada	69
4.3.6	Sistema de tierra	71
4.3.7	Conductores	72
4.3.8	Terminal para el cable 10 kV	73
4.3.9	Equipo de protección para maniobra en media tensión	73
4.4	Cálculos Justificativos	74
4.4.1	Calculo justificativo del conductor en 22.9 kV	74
4.5	Calculo justificativo de la subestación	80
4.5.1	Calculo de ventilación	80
4.5.2	Calculo de barras en 22.9 kV	82
4.5.3	Calculo por corriente nominal	82
4.5.4	Calculo por esfuerzos electrodinámicos	82
4.5.5	Calculo por efecto térmico	84
4.5.6	Calculo por frecuencia	85
4.5.7	Calculo de aisladores porta barras	85
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
	ANEXO A: Metrado y Tablas básicas	
	ANEXO B: Resultado de flujo de carga	
	ANEXO C: Resultado de cortocircuito	
	ANEXO D: Resultado de mediciones de demanda	
	ANEXO E: Planos eléctricos	
	ANEXO F: Información técnica	
	BIBLIOGRAFÍA	

PROLOGO

El objetivo del presente informe es Analizar la operación del Sistema eléctrico de una planta industrial de tubo sistemas, y inferir su alternativa de solución, mediante la determinación de máxima demanda y la aplicación de flujo de carga y corto circuito, para realizar las planificaciones futuras y mejorar el dimensionamiento de los equipos de protección en este caso de los interruptores ante una eventualidad de falla, para la operación segura y confiable del sistema eléctrico.

Se presta el especial interés en el flujo de carga y en las corrientes de falla que provienen de la máquinas rotativas conectadas a la barra fallada, y la influencia de cargas estáticas sobre el sistema bajo condiciones de falla y el efecto de los inversores estáticos sobre los niveles de cortocircuito del sistema, que involucran el dimensionamiento de equipos de protección en nuestro caso de los interruptores termo magnéticos ante una posibilidad de falla

Por otro lado la introducción de nuevas equipos con nueva tecnología en el sistema eléctrico actual ha implicado la necesidad de enfrentar nuevos problemas:

Calentamiento en los conductores, falla de tarjetas electrónicas, falsa aperturas de interruptores etc. Debido a la inyección de armónicos a través de los controladores de velocidad de corriente alterna

A todos estos problemas también se suma la existencia de cargas que necesitan condiciones específicas de operación tales como:

Arranque con periodos de 6 minutos del motor de 200 Hp del área de mezclas que incrementa las perturbaciones en las cargas sensibles tales como (computadoras,

equipos de laboratorio, PLC, etc) también otras cargas que requieren un alto grado de confiabilidad en el suministro de energía eléctrica.

También es importante mencionar de que los transformadores de media tensión son del tipo seco que no pueden operar con una sobrecarga mayor del 25% de la nominal por un periodo de 20 minutos porque acelera el deterioro de la capacidad de aislamiento de la resina trialumina denominado TRIHAL, así disminuir la vida útil del equipo casi en la mitad según los informes de fabricante.

Por todos estas problemas de operación se tomo como alternativa de solución es realizar el proyecto de ampliación de carga en la subestación existente y también elaborar proyecto de implementación de una subestación adicional en 22.9 kc. por recomendaciones de Luz del Sur. Debido a que los lineamientos de distribución en media tensión en Lima serán a este nivel de tensión.

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA INDUSTRIA

1.1 Planta Industrial Analizar

1.1.1 Tipo de planta

Es una empresa privada que se dedica a la producción y comercialización de tuberías y accesorios de PVC y tubería de polietileno de alta densidad (HDP) de diámetros diversos.

Para garantizar la calidad del producto la empresa cuenta con normas de certificación ISO9001, normas de protección del medio ambiente ISO14001, y norma de seguridad OSHAS 18001, la planta industrial ocupa un área de 40.000 m² incluyendo planta de producción y Administración, en esta planta se desarrolla el presente estudio.

1.1.2 Proceso Productivo

Esta industria, tienen un régimen de operación continuo, los procesos de transformación se realiza tal como se muestra en la fig. 1.3 organigrama funcional de secuencia de los procesos productivos, luego se explica brevemente como es la secuencia de proceso y de los equipos que cuenta cada área.

a) Sistema auxiliar del proceso

Esta área es denominado como casa de maquinas en el se encuentran los sistemas de Bombeo, aire comprimido y enfriamiento de agua, estos sistemas cumplen una función importante de suministrar agua, aire a temperaturas y presiones adecuadas para procesar el producto en optimas condiciones de calidad, para lograr la competitividad del producto.

b) Área de materia prima

Esta área cumple un rol importantes en el procesamiento de PVC está conformado por tres sectores básicas.

- **Almacenaje de Materia Prima:** Para el proceso de transformación se utiliza dos tipos de materia prima básicos, PVC (Polivinilo de cloruro) que es almacenado en silos de 114 TN y el Carbonato en silo de 35 TN.

- **Mezclado de Materia Prima:** Antes del proceso de transformación las materias primas PVC, Carbonato y otros aditivos químicos pasan por una etapa de pre-cocinado; por el método de mezclado a pesos equivalentes según las formulación realizada por el área de laboratorio, la etapa de pesado y cocinado es controlado por un sistema automático (PLC).

- **Sistema de Transporte neumático:** Es el proceso de transporte de material pre-procesada hacia los silos de almacenamiento mediante el sistema de soplado aire a presión generado por equipos especiales que es parte del sistema.

Luego de los silos de almacenaje de material pre-procesada es transportada mediante el método de succión por vacío; hacia los tolvas de alimentación de las máquina del área de extrusión e Inyección, este sistema opera en forma automática (controlado por PLC) de acuerdo a la eficiencia y velocidad de

producción de las máquinas involucradas en el proceso de producción de tubería de PVC.

c) Sistema de Extrusión e Inyección:

Este sistema está formado por dos áreas denominadas Extrusión e inyección donde en el área de extrusión que cuenta con dos procesos de PVC y Polietileno

1) Extrusión PVC: Todas las máquinas están emplazados en forma radial

Y cuenta con 8 líneas de producción y cada línea está conformado por los siguientes equipos,

Unidad de extrusión-enfriamiento- transporte-corte – embonado –embalaje: tal como se muestra en el diagrama de bloques del proceso de PVC fig. 1.4, también se presenta dos figuras: 1.1 y 1.2 de como está conformado una línea de producción para obtener un producto final que es la tubería.

La cantidad de producción diaria hasta diciembre del 2005 era de 25 toneladas y como promedio mensual de 750 toneladas como se incrementado más líneas de producción y optimizado el rendimiento de las máquinas la producción aumento a 40 toneladas diarias.

- Extrusión de Polietileno

Este sistema cuenta con tres líneas de producción y la cantidad de toneladas producidas era de 12.8 toneladas diarias, y mensual de 360 toneladas, se optimizó el control de producción y se realizó la repotenciación de las máquinas y la producción se aumento a 20 toneladas diarias.

2) Área de Inyección: Esta área cuenta con 5 máquinas de alta eficiencia para producción de accesorios; se mejoró el sistema de moldes y se incrementaron

dos unidades más que dio como resultado el incremento en la producción a 50 toneladas mensuales.

**MAQUINA DE EXTRUSIÓN DE PRODUCCION DE TUBERIA DE PVC
(PEQUEÑOS DIAMETROS)**



Figura: 1.1 Línea de producción completa de pequeños diámetros con extrusora de capacidad de producción de 350 Kg. / hora.

**MAQUINA EXTRUSORA DE PRODUCCION DE TUBERIAS DE PVC DE GRANDES
DIAMETROS**



Figura: 1.2 Línea de producción completa de tuberías de mayor diámetro con extrusora de capacidad de producción de 550Kg / hora.

d) Sistema de molienda

Este sistema cuenta con tres unidades de alta eficiencia:

-Molienda: con dos unidades de capacidad de trituración de 4 toneladas diarias cada unidad.

-Pulverizado. Esta unidad pulveriza material triturada para reprocesar y su capacidad es de 6 toneladas diarias.

e) Área de Novaloc

Esta área utiliza como materia prima perfiles de PVC ya procesado a partir de este perfil se fabrican tuberías de grandes diámetros que pueden llegar desde 400mm. Hasta 1200mm como máximo es un proceso altamente ecológico no existe contaminación del medio ambiente.

f) Área de control de calidad

Tuberías de PVC

Las tuberías en su etapa de proceso es controlado rigurosamente por el área de control de calidad y estas variables de control son diámetro, espesor, longitud, peso etc. Y el control como producto final es mediante pruebas en el laboratorio y estas pruebas son; Hidráulica, impacto, envejecimiento, gelación etc.

Accesorios de PVC y CPVC

También los accesorios de PVC y CPVC en su etapa de proceso pasan por control de calidad riguroso, los espesores son controlados por un equipo portátil registra los parámetros de control por método digital que recibe señal de un sensor de ultrasonido, y el peso también es controlado por balanzas electrónicas de precisión de 0.1.

DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE TUBO SISTEMAS AMANCO DEL PERU

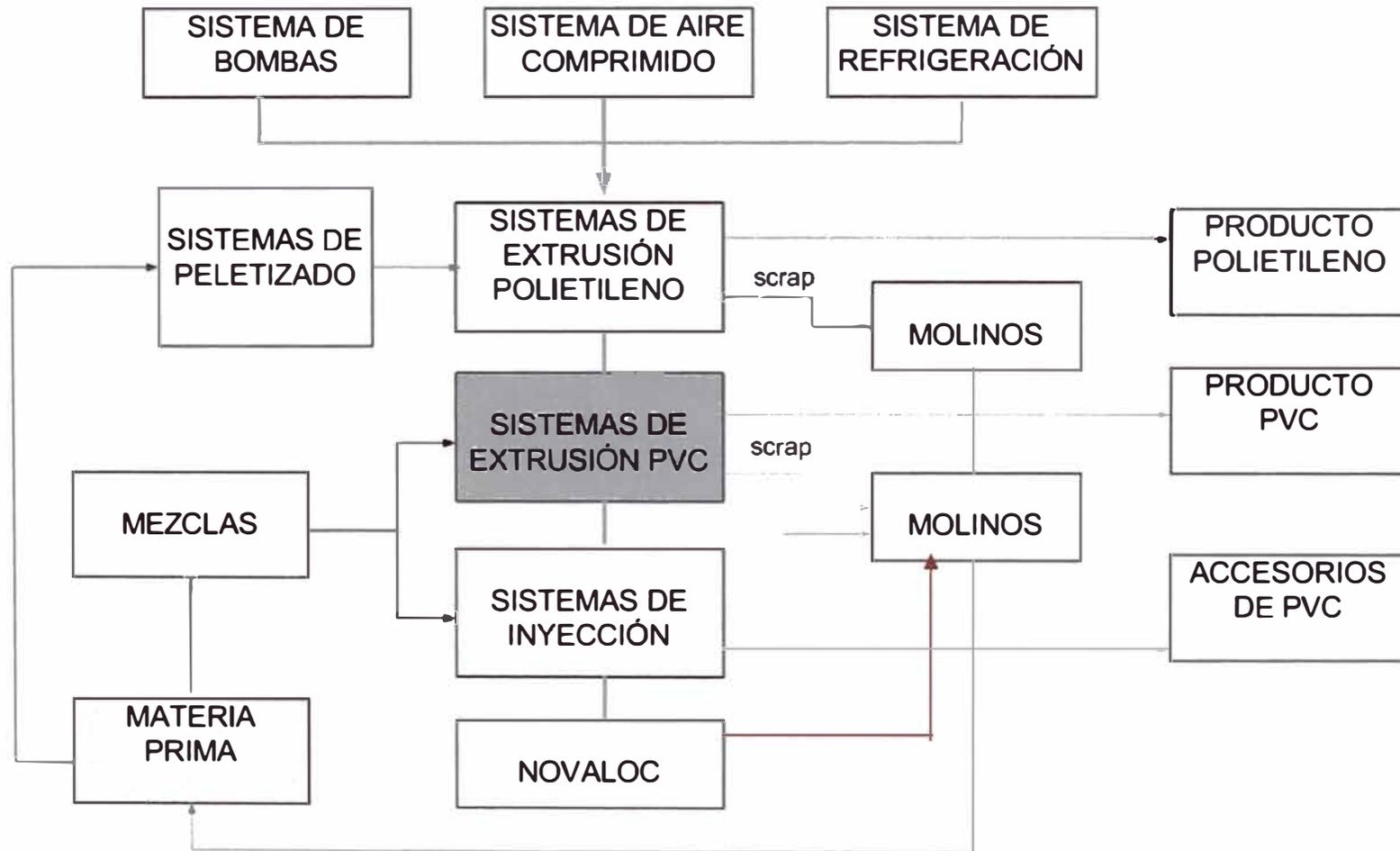


Figura: 1.3 Organigrama funcional de secuencia de procesos

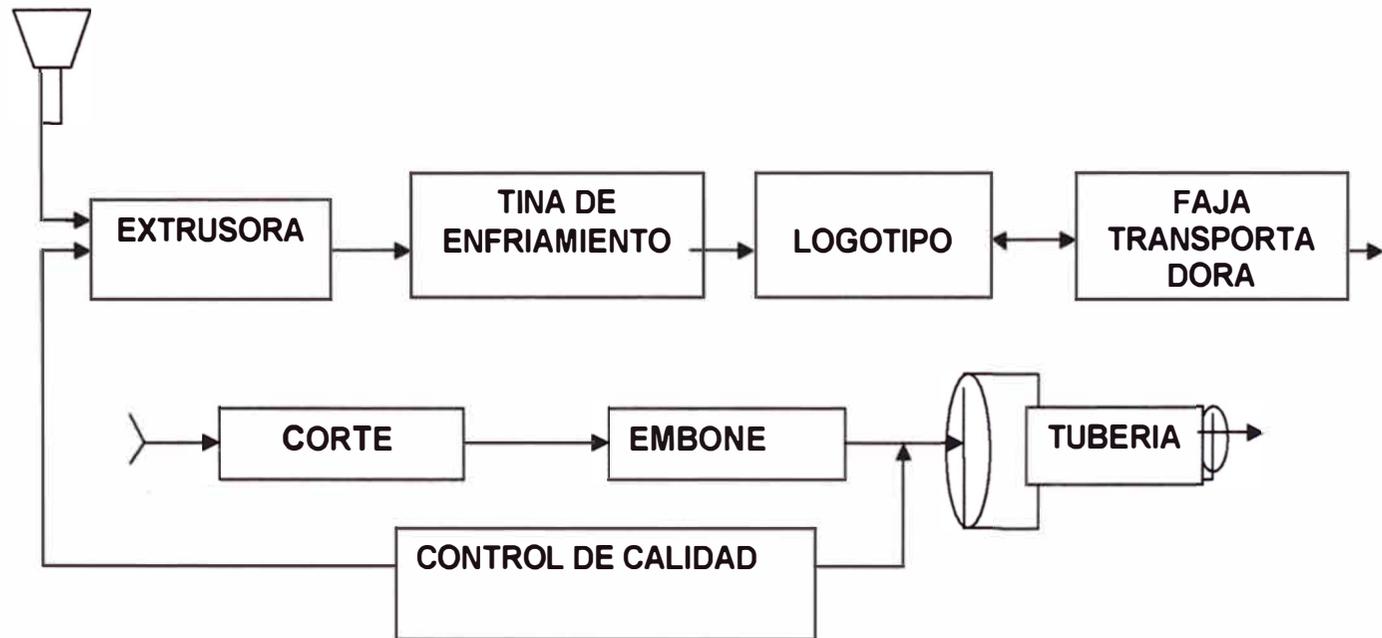


Figura: 1.4 Diagrama de bloques de una línea de producción área de Extrusión

1.2 Suministro Eléctrico:

1.2.1 Suministros de energía eléctrica.

La alimentación de energía eléctrica proviene de la S.E N° 878 propiedad de Luz del Sur.

Esta industria cuenta con un suministro de energía en 10 kV y posee una potencia contratada de 1500 kW.

El suministro de energía se realiza a través de un alimentador subterráneo que llega a una celda de llegada figura: 1.5 ubicado en la subestación; de esta celda se distribuye a dos transformadores secos de 1000 kVA de relación de transformación 10 / 0,460 kV.

En el diagrama unifilar Figura: 1.8 se muestra la distribución de la subestación eléctrica de la planta.

CELDA DE LLEGADA EN 10 kV

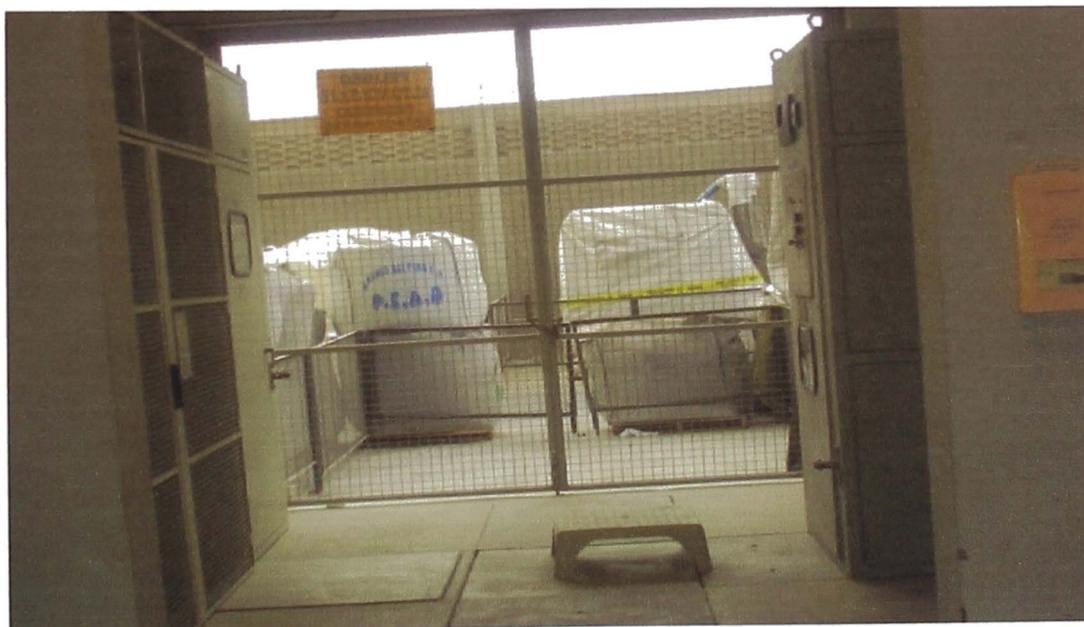


Figura: 1.5 Celda de llegada y una celda en proyecto

1.2.2 Suministro de Emergencia.

Para los casos de emergencia, cuando no existe suministro de energía del Concesionario, se cuenta con Grupo diesel Marca Penta Volvo de 150kW usado para cargas de alumbrado y servicios.

1.3 Descripción del sistema eléctrico

Desde la celda de llegada en 10 kV, es distribuido la energía a dos celdas de transformación a través de dos alimentadores, uno alimenta a la celda N° 2 mediante un interruptor de potencia SF-6 marca Merlin Gerin de 630A, poder ruptura de 16 kA.; y el segundo alimenta a la celda N° 1 mediante un Seccionador de potencia de 400A con fusibles de 100 A.

Cada celda de transformación cuenta con transformador de potencia del tipo seco Marca Trihal, cuyas características se describe en la tabla N° 1.1 ver figura: 1.6



Figura: 1.6 Transformador TRIHAL de 1000 kVA

TABLA N° 1.1 Característica de los transformadores de distribución marca Trihal tipo seco

TRANSFORMADOR	N° 1	N° 2
- Potencia nominal	1000 kVA	1000 kVA
- Tensión primaria	10,000 kV	10,000 kV
- Corriente primario	57.7A	57.7A
- Tensión secundaria	460 V	460 V
- Corriente secundaria	1255A	1255A
- Tensión de corto circuito	6%	6%
- Grupo de conexión	DYn 11	DYn11
- Refrigeración	ANAN	ANAN
- Marca	TRIHAL	TRIHAL
- Peso	2300 kg	2300 kg
- Tipo	SECO	SECO
- Instalación Interior	I	I
- Tipo (reductor: sd)	sd	sd
- Regulación sin tensión	+2.5 - 5%	+2.5 - 5%
- Tensión primaria de aislamiento	12 kV	12 kV
- Tensión impulso tipo rayo (1.2/ μ s)	75 kV	75 kV
- Perdidas en vacío	2000 W	2000 W
- Perdidas en carga a 120°C.	10,000 W	10,000 W
Condiciones de operación altura máxima sobre nivel del mar.	1000 m	1000 m
Temperatura ambiente máxima	40°C	40°C
Temperatura media diaria	30°C	30°C
Temperatura media anual	20°C	20°C

Desde la salida de la salida de estos transformadores se alimenta al tablero de distribución tipo Back.TO- Back este tablero está dividida en dos celdas Denominadas Celda de acometida N° 1 (Extrusoras e Inyectoras); Celda de acometida N° 2 (Mezclas, Molinos y Servicios) cada celda es alimentada por un interruptor automático tipo Masterpact de 2500 A; 75 kA de poder de ruptura, también estas celdas se enlazan en paralelo mediante un interruptor Masterpact de 1200 A; de 65 kA de poder de ruptura en caso de falla de uno de los transformadores ver Figura: 1.7 de tablero Back-to-Back

De cada uno de las celdas de distribución se alimenta a todas las cargas mencionadas, el sistema cuenta también con dos bancos de condensadores de 420 kVAR cada uno alimentado mediante un interruptor de 800 A para compensación reactiva centralizada conectada a cada celda, tal como se muestra en el diagrama unifilar plano N° IE-05 del sistema eléctrico



Figura: 1.7 Tablero de distribución tipo Back-to-Back

SUBESTACION (CELDA DE LLEGADA Y TRANSFORMACION) AMANCO DEL PERÚ

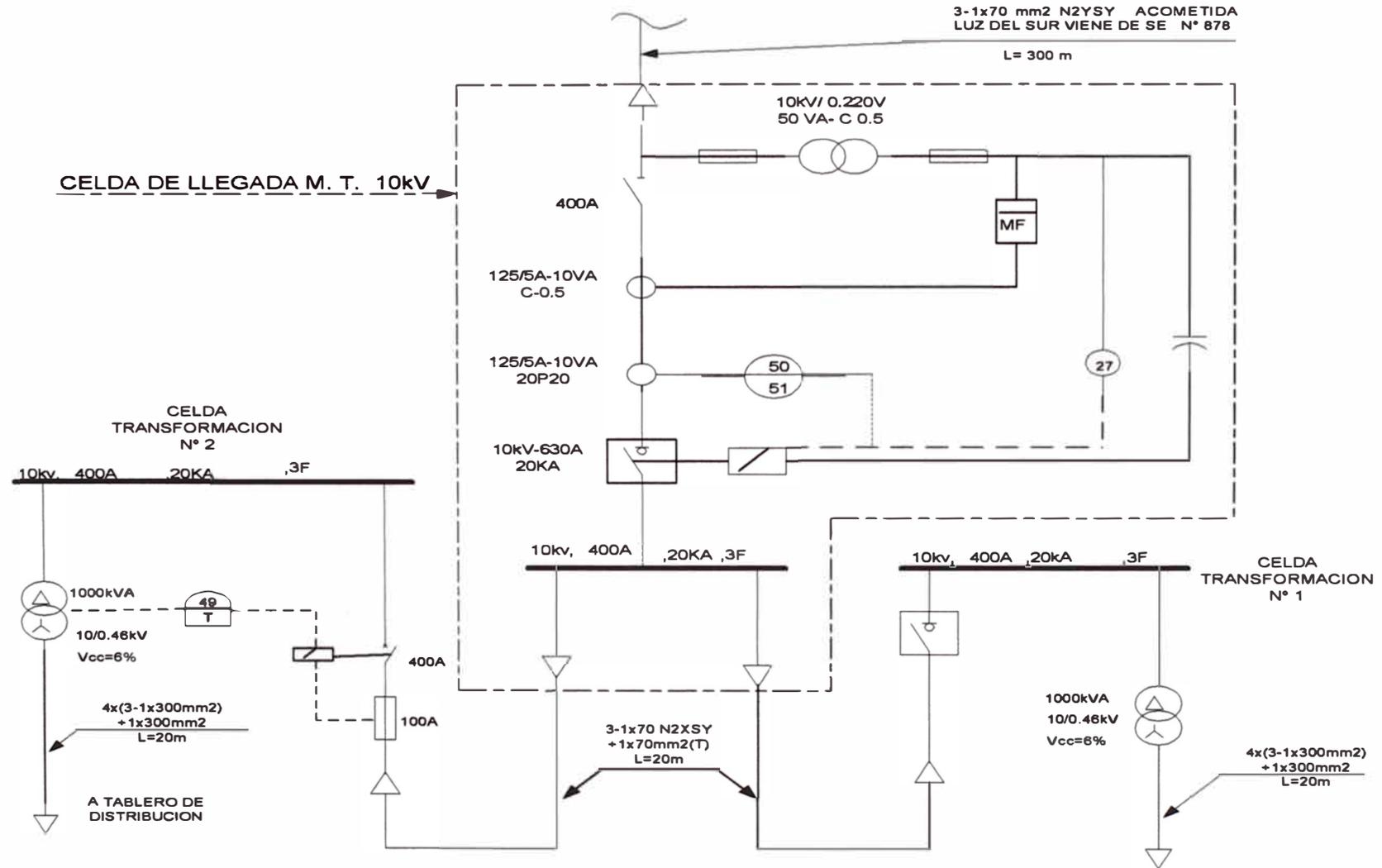


Figura: 1.8 diagrama unifilar de subestación de llegada

1.3.1 Descripción de las instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas están distribuidas tal como se muestra en el organigrama de la Figura: 1.9 en el se muestra que la distribución de cargas es en forma radial y cada cuadro representa al conjunto de cargas de cada área productiva, también esta distribución nos servirá para el análisis del flujo de carga.

DISTRIBUCION DE CARGAS DE AMANCO DEL PERU

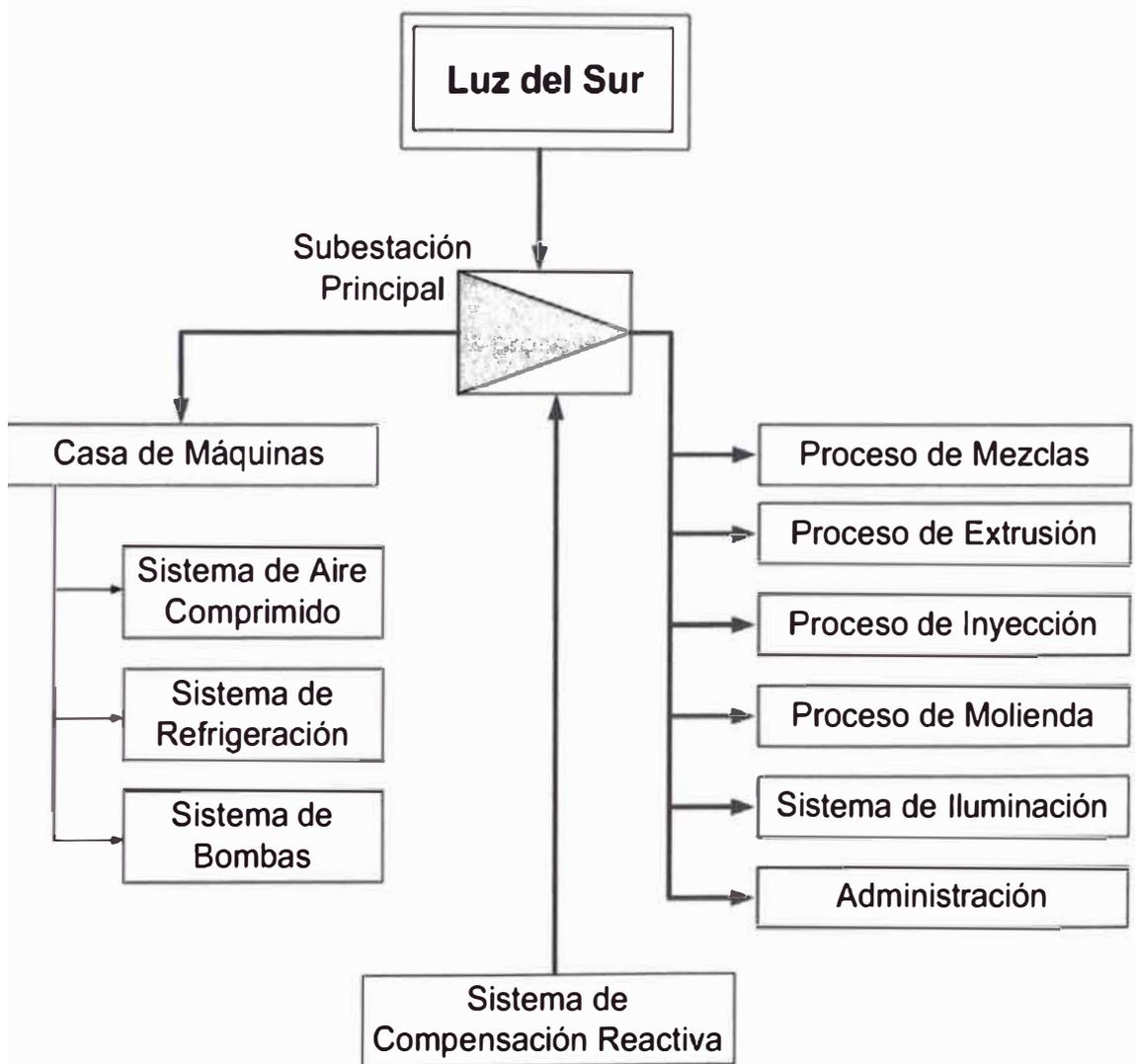


Figura: 1.9 Organigrama de distribución de cargas sistema eléctrico

1.3.2 Potencia Instalada, Máxima Demanda y Potencia contratada

La metodología usada para la evaluación de los parámetros eléctricos de PI, MD, PC , consiste en evaluar las instalaciones eléctricas existentes, se implemento un programa de recopilación de datos e información de planta observando la naturaleza de desempeño de las cargas y a partir de estos datos inferir las características de operación y factores predominantes de los cargas estudiados. En consecuencia el desarrollo de la metodología empleada involucra las siguientes fases.

Primera Fase: Recopilación de datos consistió en seguir los seguir los siguientes pasos

1. Planos, diagramas unifilares, y esquema de principio.
2. Relación de los equipos eléctricos por área y línea de producción
3. Diagrama de flujo del proceso (Flow Shet) de producción de cada línea productiva. Figura: 1.4
4. Revisión de los manuales de las máquinas y equipos instalados por línea de producción para su diagnostico de operación.

Segunda Fase: Trabajo de gabinete luego de recopilar datos y seleccionar la información se procedió a analizar la potencia instalada, calcular el factor de potencia y evaluar la máxima demanda de la planta, y inferir el factor de demanda de operación por cada línea de producción, además analizar la potencia contratada de la planta. Así mismo se ha actualizado el diagrama unifilar de de distribución de cargas actuales.

a. Potencia Instalada (PI)

En general cada área de proceso productivo esta conformados por equipos que involucran motores 3 ϕ de inducción, motores DC, resistencias de calefacción y

equipos auxiliares de control y regulación. La planta también cuenta con cargas auxiliares de sistemas de aire comprimido, enfriamiento, y sistema de bombeo todas estas cargas representa una potencia instalada el 22% del sistema productivo y además con cargas de alumbrado de planta y oficinas., tal como se muestra en el diagrama de distribución figura: 1.9 para el cálculo se consideró las siguientes relaciones.

Potencia instalada de línea de producción = P_{iL}

Potencia instalada del equipo = P_{iE}

$$P_{iE} = \sum \text{carga Inductiva} + \sum \text{cargas resistivo} \quad (1.1)$$

$$P_{iL} = \sum P_{iE} + \sum \text{Cargas Móviles.} \quad (1.2)$$

En la tabla N° 2 y 3 se da la relación de cargas por cada área, para todas las cargas se a tomado como factor de potencia 0,80; salvo en las cargas compuestas por resistencias para todas las extrusoras e inyectoras se ha calculado el factor de potencia ($\cos\emptyset$) equivalente tal como se muestra en la tabla N° 2,3 con la siguiente relación.

$$\cos \emptyset_e = \text{COS} \left(\text{TAN}' \left(\frac{Q}{P_{total}} \right) \right) \quad (1.3)$$

Donde: $\text{COS}\emptyset_e$ = factor de potencia equivalente de la carga,

P_{total} = Potencia total de la carga.

TAN' = tangente inversa.

Q = Potencia reactiva de la parte inductiva de la carga

La potencia instalada de la planta en total resultó $3.836,98 = 3.837 \text{ kW}$ en el calculo de potencia instalada actual no se consideró las cargas que se aumentarán en el futuro que es de 920 kW.

Tabla N° 1.2 Potencia instalada y factor de potencia de cargas conectadas al transformador N° 2

DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA kW	FACTOR DE POTENCIA COSØ
MOLINOS		
GRANULADOR N° 1	49,66	0,80
GRANULADOR N° 2	49,66	0,80
PULVERIZADOR	70,88	0,80
TOTAL A	170,2	
CASA DE MAQUINAS		
COMPRESOR 1	54,00	0,80
COMPRESOR 2	54,00	0,80
COMPRESOR 3	54,00	0,80
CHILLER 1	95,00	0,80
CHILLER 2	95,00	0,80
CHILLER 3	95,00	0,80
CHILLER COREMA	35,00	0,80
BOMBAS	129,82	0,80
TORRE DE ENFRIAMIENTO	25,00	0,80
TOTAL B	636,82	
MEZCLAS		
MEZCLADOR ENFRIADOR	194,24	0,80
SISTEMA DE CARGA A SILOS	38,00	0,80
SISTEMA DE MEZCLADO	67,00	0,80
SISTEMA DE EXTRUSIÓN	22,00	0,80
SISTEMA DE INYECCIÓN	3,70	0,80
ASCENSOR	7,47	0,80
TOTAL C	332,41	
ADMINISTRACIÓN		
TA-ALUMBRADO PLANTA	90,00	0,80
TA – ALUMBRADO OFICINAS Y SERVICIOS	160,00	0,80
CHILLER AIRE CONDICIONADO	33,50	0,80
BOMBA CONTRA INCENDIO	52,00	0,80
SISTEMA DE FUEZA	2,00	0,80
CARGADOR DE BATERIA	10,00	0,80
TOTAL D	347,50	
NOVALOC	77,40	0,97
LINE 5 EXTRUSORA AMUT	151,98	0,91
TOTAL E	229,38	
POTENCIA TOTAL P_{IN}	1716,31	

Tabla N°1.3 Potencia instalada y factor de potencia de cargas conectadas al Transformador N° 1

DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA kW	FACTOR DE POTENCIA COSØ
EXTRUSION		
LINEA 1 EXTRUSORA KMD2-110	224,19	0,923
LINEA 2 EXTRUSORA B65	110,84	0,898
LINEA 2.5 EXTRUSORA BAUSANO 66	57,69	0,922
LINEA 3 EXTRUSOPRA KMD2-90	132,23	0,91
LINEA 4 EXTRUSORA KMD2-60	115,29	0,90
LINEA 6 EXTRUSORA B110	303,74	0,93
LINEA 7 EXTRUSORA KME- 90	540,12	0,95
MARIS 8 EXTRUSORA 150 PELETS	242,9	0,88
LINEA 10 EXTRUSORA HENCHEL 120	98,87	0,85
TOTAL A	1825,87	
INYECCION		
INYECTORA ENGEL 100	33	0,86
INYECTORA ENGEL 100- 2	38,94	0,90
INYECTORA ENGEL 150	56,02	0,89
INYECTORA ENGEL 300	68,15	0,89
INYECTORA REED 300	65,21	0,89
INYECTORA ENGEL 100- 3	33,48	0,86
TOTAL B	294,8	
POTENCIA TOTAL PI_N	2120,67	

b. Máxima Demanda:

Para la evaluación de Máxima Demanda se ha tomado en cuenta la forma de operación de cada equipo en cada área productiva. Como se sabe que este factor es un porcentaje de la potencia instalada, ver tabla 1.4; 1.5

$$Fd = \frac{MD}{PI} \% \quad (1.4)$$

Para asignar el factor de demanda en las cargas se tomo en cuenta la máxima demanda de cada uno de ellos, en cambio en el cado de las líneas de producción

se tomo la máxima demanda de todo el conjunto de cargas que compone cada línea de producción. Ver diagrama de bloques. Figura: 1.4

La máxima demanda ha sido evaluada para cada línea de producción en caso de extrusión y en otras áreas se tomo las medidas en cada máquina con un analizador de red durante 24 horas; en algunos casos y en otros de mayor potencia y eficiencia se ha programado periodos de medición de 3 días típicos y tomar la data en forma confiable.

Tabla N°1.4 Máxima demanda y factor de demanda calculada para las cargas conectadas Transformador N° 1

DESCRIPCION	MAXIMA DEMANDA EN kW	FACTOR DE DEMANDA fd
EXTRUSION		
LINEA 1 EXTRUSORA KMD2-110	156,93	0,70
LINEA 2 EXTRUSORA B65	68,72	0,62
LINEA 2.5 EXTRUSORA BAUSANO 66	31,73	0,55
LINEA 3 EXTRUSORA KMD2-90	92,56	0,70
LINEA 4 EXTRUSORA KMD2-60	80,70	0,70
LINEA 6 EXTRUSORA B110	188,32	0,62
LINEA 7 EXTRUSORA KME- 90	378,08	0,70
MARIS 8 EXTRUSORA 150 PELETS	150,60	0,62
LINEA 10 EXTRUSORA HENCHEL 120	72,18	0,73
TOTAL A	1219,82	
INYECCION		
INYECTORA ENGEL 100	14,85	0,45
INYECTORA ENGEL 100- 2	15,19	0,39
INYECTORA ENGEL 150	19,61	0,35
INYECTORA ENGEL 300	34,08	0,50
INYECTORA REED 300	35,21	0,54
INYECTORA ENGEL 100- 3	15,07	0,45
TOTAL B	134,00	
MAXIMA DEMANDA TOTAL	1353,82	

Tabla n°1. 5 Cuadro de Máxima Demanda y factor de Demanda de cargas conectadas al Transformador n° 2

DESCRIPCION	MÁXIMA DEMANDA EN kW	FACTOR DE DEMANDA fd
MOLINOS		
GRANULADOR N° 1	29,80	0,60
GRANULADOR N° 2	29,80	0,60
PULVERIZADOR	53,87	0,76
TOTAL A	113,46	
CASA DE MAQUINAS		
COMPRESOR 1	47,52	0,88
COMPRESOR 2	47,52	0,88
COMPRESOR 3	47,52	0,88
CHILLER 1	78,85	0,83
CHILLER 2	80,75	0,85
CHILLER 3	80,75	0,85
CHILLER COREMA	26,95	0,77
BOMBAS	61,02	0,47
TORRE DE ENFRIAMIENTO	17,50	0,70
TOTAL B	488,38	
MEZCLAS		
MEZCLADOR ENFRIADOR	120,43	0,62
SISTEMA DE CARGA A SILOS	30,02	0,79
SISTEMA DE MEZCLADO	34,84	0,52
SISTEMA DE EXTRUSIÓN	14,96	0,68
SISTEMA DE INYECCIÓN	2,22	0,60
ASCENSOR	4,48	0,60
TOTAL C	206,95	
ADMINISTRACIÓN		
TA-ALUMBRADO PLANTA	60,30	0,67
TA – ALUMBRADO OFICINAS Y SERVICIOS	108,80	0,68
CHILLER AIRE CONDICIONADO	25,13	0,75
BOMBA CONTRA INCENDIO	31,20	0,60
SISTEMA DE FUERZA	1,40	0,70
CARGADOR DE BATERIA	7,50	0,75
TOTAL D	234,33	
NOVALOC		
NOVALOC	54,06	0,53
LÍNEA 5 EXTRUSORA AMUT	98,79	0,65
TOTAL E	152,85	
MÁXIMA DEMANDA TOTAL	1195,96	

Tabla N°1. 6 Cuadro De Resumen de Potencia Instalada Y Máxima Demanda

DESCRIPCIÓN	POTENCIA INSTALADLA KW	MÁXIMA DEMANDA KW	Máxima demanda KVA
TRANSFORMADOR N° 1	1716.31	1353,82	1481.68
TRANSFORMADOR N° 2	2120.67	1195,96	1460.98
total	3837	2549	2943

c. Potencia Contratada

La empresa para su planta de producción y sistemas auxiliares, por decisión de la Gerencia General por razones de máxima demanda ingresa al mercado eléctrico no regulado que está definido como:

“La cantidad máxima de energía que la empresa suministradora se obliga a entregar mensualmente al cliente; y este tiene derecho a retirar en el punto de entrega la cantidad de energía en kW. que resulta de multiplicar la potencia contratada por el número de horas de cada mes calendario”

Dentro del marco legal según ley de convenciones eléctricas: como la Máxima Demanda es variable y supera los 1000 kW; se ha estimado una potencia contratada en horas punta de 1500 kW. Y una potencia conectada de 1800 kW

Este sistema tarifario es conveniente cuando la máxima demanda es variable evita las penalizaciones por exceso de potencia demanda y energía eléctrica.

Dentro del marco de calidad de energía la empresa suministradora está comprometida en informar al cliente cuando lo solicite la calidad de energía suministrada.

La Empresa Luz del Sur realizo mediciones de calidad de elegía en la subestación 878 por un periodo de 7 días calendarios continuos, cuyo informe manifiesta:

$\Delta V < 5\%$; % THD = 3.9% < de 5% menores que las que indica NTCE.

1.3.3 Parámetros de los electroductos y máquinas eléctricas

Para realizar el análisis del sistema eléctrico es necesario desarrollar un modelo matemático del sistema eléctrico en base a los parámetros de todos los electroductos y máquinas eléctricas; con los datos existentes se determinaron los parámetros eléctricos de los electroductos, transformadores, los cuales figuran en el plano N° IE-05

-Los Parámetros eléctricos de los electroductos, se obtuvieron de los documentos técnicos existentes que figuran en los planos. Y de los catálogos de proveedores de conductores eléctricos. Los parámetros eléctricos de los transformadores, se obtuvieron de los documentos técnicos y de las placas de características de los mismos.

Los conductores alimentadores instalados en su totalidad son del tipo NYY con un nivel de aislamiento de 1KV del tipo triplex sus parámetros de resistencias y reactancias se obtuvieron a partir de los manuales, para condiciones de temperatura inicial de 20°C y para una frecuencia de 60Hz , para los caso de la temperatura supere los 30°C se usará un factor de corrección por temperatura con la siguiente relación:

$$R_T = \frac{l}{A} \times R_{20^\circ C} [1 + \alpha(T - 20)] \quad (1.5)$$

Donde: R_T = Resistencia a una temperatura T

$R_{20^\circ C}$ = Temperatura ambiente promedio

l = Longitud del conductor en Kilómetros

A = Sección del conductor

α = Coeficiente de dilatación lineal en del cobre

T = Temperatura de operación del conductor

Tabla N°1.7 Cuadro de Parámetros eléctricos de electroductos que alimenta a las cargas conectadas al Transformador N° 1

DESCRIPCION	CONDUCTOR		
	SECCION	LONGITUD	TIPO
EXTRUSION	mm ²	m.	
LINEA 1 EXTRUSORA KMD2-110	2 (3 - 1 x 120)	17	NYY
LINEA 2 EXTRUSORA B 65	3 - 1 x 120	15	NYY
LINEA 2.5 EXTRUSORA BAUSANO 66	3 - 1 x 120	15	NYY
LINEA 3 EXTRUSORA KMD2-90	3 - 1 x 120	12	NYY
LINEA 4 EXTRUSORA KMD2-60	3 - 1 x 95	12	NYY
LINEA 6 EXTRUSORA B 110	3 - 1 x 120	30	NYY
	3 - 1 x 70	30	NYY
LINEA 7 EXTRUSORA KME- 90	2 (3 - 1 x 120)	30	NYY
MARIS EXTRUSORA 150 PELETS	3 (3 - 1 x 120)	40	NYY
LINEA 10 EXTRUSORA HENCHEL 120	3 - 1 x 70	40	NYY
INYECCION			
INYECTORA ENGEL 100	3 - 1 x 120	120	NYY
INYECTORA ENGEL 100- 2	3 - 1 x 120	100	NYY
INYECTORA ENGEL 150	3 - 1 x 120	100	NYY
INYECTORA ENGEL 300	3 - 1 x 120	126	NYY
INYACTORA REED 300	3 - 1 x 120	100	NYY
INYECTORA ENGEL 100- 3	3 - 1 x 120	126	NYY

Tabla N°1.8 Parámetros eléctricos de electroductos que alimentan a las cargas conectadas al Transformador N° 2

DESCRIPCION	CONDUCTOR		
	SECCION	METRAJE	TIPO
	MM ²	mts.	
MOLINOS			
GRANULADOR PVC	3 - 1 x 50	80	NYY
GRANULADOR PE	3 - 1 x 50	80	NYY
PULVERIZADOR	3 - 1 x 120	80	NYY
CASA DE MAQUINAS			
COMPRESOR 1	4 (3 - 1 x 120)	120	NYY
COMPRESOR 2			
COMPRESOR 3			
CHILLER 1			
CHILLER 2			
CHILLER 3			
CHILLER COREMA			
BOMBAS	2 (3 - 1 x 120)	100	NYY
TORRE DE ENFRIAMIENTO	3 - 1 x 35	75	NYY
MEZCLAS			
MEZCLADOR ENFRIADOR	2 (3 - 1 x 120)	66	NYY
SISTEMA DE CARGA A SILOS	3 - 1 x 50	55	NYY
SISTEMA DE MEZCLADO	2 (3 - 1 x 120)	66	NYY
SISTEMA DE EXTRUSIÓN	3 - 1 x 50	15	NYY
SISTEMA DE INYECCIÓN	3 - 1 x 70	45	NYY
ASENSOR	3 - 1 x 35	25	NYY
ADMINISTRACIÓN			
TA-ALUMBRADO PLANTA	3 - 1 x 70	13	NYY
TA-ALUMB. OFICINAS Y SERVICIOS	3 - 1 x 120	10	NYY
CHILLER AIRE CONDICONADO	3 - 1 x 70	100	NYY
BOMBA CONTRA INCENDIO	3 - 1 x 50	85	NYY
SISTEMA DE FUEZA	3 - 1 x 50	85	NYY
CARGADOR DE BATERIA	3 - 1 x 35	25	NYY
NOVALOC	3 - 1 x 120	100	NYY
LINE 5 EXTRUSORA AMUT	3 - 1 x 120	15	NYY
	3 - 1 x 70	25	NYY

Tabla N°1. 9 Características de los Transformadores Tipo seco del sistema eléctrico

REDUCTOR	MARCA	POTENCIA	VOLTAJE / VOLTIOS		CORRIENTE		T _{cc}	CONEXIÓN
CARGAS		KVA	TAPS = 460+- 2,5%		AMPERIOS			
			PRIMARIO	SECUNDARIO	PRIMARIO	SECUNDARIO		
TRIHAL 1	FRANCE TRAFO	1000	10000	460	57.7	1255	6.0%	Dyn 11
TRIHAL 2	FRANCE TRAFO	1000	10000	460	57.7	1255	6.0%	Dyn 11
ALUMBRADO DE OFICINAS	FRANCE TRAFO	200	460	230	251	502	3,80%	Dyn 11
ALUMBRADO PLANTA	FRANCE TRAFO	100	460	230	125,5	251	3,80%	Dyn 11
EXTRUSORA BAUSANO L2,5	CEA	400	460	230	502,06	1004,12	4,96%	YD 11
EXTRUSORA Bandera 110 L6								
EXTRUSORA Bandera 110 PERISFERICOS								
EXTRUSORA HENCHELL L10 (CALEFACCION)								
EXTRUSORA KME-90 L7 (CALEFACCION)								
TALLERES Y PERISFERICOS								
EXTRUSORA MARIS	CEA	400	460	230	502,04	1004,09	5,18%	YD11
EXTRUSORA BANDERA B65 L2	CEA	93	460	230	117	234	4,01%	Dyn5
EXTRUSORA AMUT L5	CEA	90	460	230	112,96	225,96	3,35%	Dy5

CAPITULO II

MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SISTEMA ELÉCTRICO

2.1 Configuración del sistema de medición empleada

2.1.1 Identificación del problema

El objetivo principal de realizar las mediciones en el sistema eléctrico es debido al incremento de carga que se origino sin planificación y como resultado de este incremento es que se produce problemas de inestabilidad en el sistema, por los constantes aperturas del interruptor SF-6 de protección del transformador N°1 de 1000 KVA regulados a 1200 ampere para un tiempo de tres segundos, la regulación está en lado de alta en este caso de 55.20 ampere y la actuación de los PT100 de protección de sobre temperatura regulados como pre alarma a 120°C y como disparo a 150°C debido al exceso de temperatura de bobina de baja tensión del transformador N° 2.

2.1.2 Diagnostico del problema.

Con el fin de determinar el problema se realizaron mediciones de demanda de potencia y parámetros eléctricos a la salida de cada transformador y mediciones de demanda de potencia en los alimentadores principales de las cargas.

-En las mediciones de parámetros eléctricos Tensión (V), Corriente (I), potencia (P), Factor de Potencia ($\text{Cos}\varnothing = \text{fp}$), se programo con el analizador de red portátil CODAM BASIC MEMOBOX durante una semana en el transformador N° 2

Para medir la distorsión armónica total de tensión (THD_V), Distorsión armónica se instalò a la salida del transformador N°2 se utilizó analizador de red con precisión de 0.4% marca RPM. Se programo como periodo de medición un minuto durante 24 horas

-Para mediciones de demanda en las cargas, se utilizaron analizador de red CODAM BASIC MEMOBOX 302, programado como periodo de un minuto el tiempo de medición se estimo de acuerdo a las características de cada carga

2.2 Desarrollo de las mediciones.

2.2.1 Desarrollo de las mediciones en la salida de los transformadores

Se registraron los consumos de demanda y los valores de parámetros eléctricos en la salida de cada transformador, con la finalidad de obtener la base de datos de flujo de potencia. Los resultados se presenta en tablas y graficas anexo B

Los registros efectuados corresponden a condiciones de operación de un día típico considerando compensación reactiva.

2.2.2 Desarrollo de las mediciones de demanda en las cargas.

Se registraron los consumos de Demanda a la salida de cada interruptor que alimenta a cada carga; de todas las áreas productivas y administrativas con la finalidad de obtener la máxima demanda de consumo de energía eléctrica.

Los registros corresponden a condiciones de operación a carga máxima, de todas las cargas productivas sin considerar compensación reactiva.

Los registros de consumo de áreas administrativas se a realizaron en el periodo de consumo máximo en horas punta sin considerar compensación reactiva.

Los resultados se muestran en las tablas 2.2; 2.3

2.3 Análisis de las mediciones en base de los resultados.

2.3.1 Análisis de las mediciones en la salidas de los transformadores

- Transformador N° 1

De acuerdo a los gráficos del anexo B se observa los siguientes; a la Salida del transformador N°1 (celda de extrusoras e inyectoras) que el perfil de demanda es continuo, la máxima demanda es de 937 KVA que corresponde al 94% de plena carga del transformador

En cuanto a las corrientes el máximo es de 1244 amperes y no supera la capacidad del transformador que es de 1255 amperes

Las corriente y tensiones presentan des balances de 2% y estos valores se encuentran dentro de las tolerancias permitidas.

- Transformador N°2

Según el cuadro de mediciones y las graficas se observa que la demanda sigue una curva continua con picos en horas punta, la máxima se a evaluado en un periodo de 15 minutos que resulta de 1084 kVA que representa una sobrecarga de (8.4%) de corta duración de 6 minutos y una potencia media de 1027 kVA.

Las corrientes para esta demanda también se encuentran superiores a la nominal según las graficas se puede observar que la fase S está muy sobrecargado con 1447 amperes que representa una sobrecarga de 192 amperios durante un periodo de 6 minutos.

En cuanto a las tensiones se observa una sobre tensión de 5 voltios debido a la disminución de velocidad de una carga de gran potencia porque el banco de condensadores no se desconecta al mismo tiempo que el motor.

También se puede observar en la grafica de los 7 días de medición existe picos de potencia por la entrada y salida de esta carga que trabaja con velocidad variable. En la grafica se presenta la demanda que corresponde a un registro de

7 días y en la grafica de la tabla 2.4 y 2.5 se observa la grafico de corriente considerando compensación reactiva.

Con respecto del porcentaje de THDv según el cuadro se puede observar que el armónico de orden 5 tiene un THDv en la fase s de 4.1% y el de orden 7 tiene en la fase S un THD de 2.1% que esta dentro de los valores permitidos por las normas NTCE que menciona como limite de tolerancia de 5% de THDv. Ver tabla 2.9 y 2.10 del anexo B

2.3.2 Análisis de las mediciones de demanda en las cargas

Las mediciones se realizaron por área y por línea de producción en caso de área de extrusión; en esta área las extrusoras cuentan con cargas resistivas que en capacidad pueden llegar en valor a 50% de cargas inductivas que el factor de potencia real es cercano 0.90 .

Para todas las cargas del área de extrusión los valores las mediciones se realizaron tomando en cuenta que las máquinas esta operando a plena carga.

2.3.3 Resultado de las mediciones efectuadas

1. Resultado de las mediciones a la salida de los transformadores

Los valores de demanda en el transformador N° 1 está al 84% de plena carga del transformador y la corriente máxima en promedio está en 97% de la nominal.

Nominal.

El factor de potencia tiene un valor de 0.97% que indica que los condensadores están operativos en un 80%

Según las graficas podríamos afirmar que el transformador se sobrecarga al entrar en funcionamiento todas las cargas.

Tabla N° 2.1 Resumen de los resultados de demanda

Descripción	Transformador 1	Transformador 2	Total
Potencia Media (KW)	778	997	1775
Potencia máxima (KW)	864	1051	1915
potencia media (KVA)	855	1084	1939
Potencia Máxima (KVA)	937	1027	1964

Los resultados de demanda no coinciden con el resultado de cálculo usando la potencia instalada, esto es debido a que las máquinas en el área de extrusión no todos trabajan a la vez es necesario aplicarle un factor de simultaneidad de 0.80 En cambio en el transformador N°2 también son variables esto es debido a que las máquinas trabajan con carga variable el factor de es de 0.93%

2. Resultado de mediciones de demanda en las cargas

En las tablas N° 2.2, 2.3 se presentan los valores demanda de potencia de todas las cargas existentes en la planta de tubo sistemas.

Como las cargas en el área de extrusión están conformados por varias máquinas y tienen funcionamiento aleatorio por esta razón sea tomado los valores máximos y no las promedias.

Porque tienen operación no sincronizada y trabajan en forma fluctuante que depende mucho de la carga mecánica conectada (moldes, de distinta forma y configuración) es por esta razón no hay concordancia entre la máxima demanda total calculada y la medida se tiene que aplicar un factor de carga total de 0.8 %.

Tabla N° 2.2 Máxima Demanda mediad de las cargas conectadas al transformador N° 1

DESCRIPCION		MAXIMA DEMANDA MEDIDA
EXTRUSION		
LINEA 1	EXTRUSORA KMD2-110	130
LINEA 2	EXTRUSORA B65	66
LINEA 2.5	EXTRUSORA BAUSANO 66	35
LINEA 3	EXTRUSORA KMD2-90	67
LINEA 4	EXTRUSORA KMD2-60	35
LINEA 6	EXTRUSORA B110	143
LINEA 7	EXTRUSORA KME- 90	255
MARIS 8	EXTRUSORA 150 PELETS	151
LINEA 10	EXTRUSORA HENCHEL 120	72
TOTAL A		954
INYECCION		
INYECTORA ENGEL 100		14
INYECTORA ENGEL 100- 2		14
INYECTORA ENGEL 150		16
INYECTORA ENGEL 300		28
INYECTORA REED 300		32
INYECTORA ENGEL 100- 3		14
TOTAL B		118
MAXIMA DEMANDA TOTAL TRANSFORMADOR N° 1		1072
MAXIMA DEMANDA TOTAL TRANSFORMADOR N°2		1128
DEMANDA TOTAL DE PLANTA		2200

Tabla N° 2.3 Máxima Demanda mediad de las cargas conectadas al transformador N° 2

DESCRIPCION	MAXIMA DEMANDA MEDIDA KW
MOLINOS	
GRANULADOR N° 1	28,00
GRANULADOR N° 2	28,00
PULVERIZADOR	37,00
TOTAL A	93,00
CASA DE MAQUINAS	
COMPRESOR 1	50,00
COMPRESOR 2	50,00
COMPRESOR 3	50,00
CHILLER 1	80,00
CHILLER 2	80,00
CHILLER 3	80,00
CHILLER COREMA	24,00
BOMBAS	60,00
TORRE DE ENFRIAMIENTO	17,50
TOTAL B	491,50
MEZCLAS	
MEZCLADOR ENFRIADOR	120,00
SISTEMA DE CARGA A SILOS	30,00
SISTEMA DE MEZCLADO	35,00
SISTEMA DE EXTRUSIÓN	15,00
SISTEMA DE INYECCIÓN	2,50
ASENSOR	4,00
TOTAL C	206,50
ADMINISTRACIÓN	
TA-ALUMBRADO PLANTA	60,00
TA – ALUMBRADO OFICINAS Y SERVICIOS	100,00
CHILLER AIRE CONDICONADO	24,00
BOMBA CONTRA INCENDIO	27,00
SISTEMA DE FUEZA	1,20
CARGADOR DE BATERIA	8,00
TOTAL D	220,20
NOVALOC	50,00
LINE 5 EXTRUSORA AMUT	67,00
TOTAL E	117,00
TOTAL MAXIMA DEMANDA MD.	1128,20

CAPITULO III

ANÁLISIS DE FLUJO DE CARGA Y CORTOCIRCUITO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

3.1 Introducción

3.1.1. Necesidad de estudio de flujo de carga en el sistema eléctrico

El continuo crecimiento de la planta por aumento de su producción y en forma paralela el aumento de la potencia instalada, principalmente en motores eléctricos

Un sistema eléctrico industrial moderno requiere tener características técnicas de funcionamiento aceptable, en regulación de voltaje, confiabilidad y en calidad de energía.

Esta situación requiere realizar estudios en la etapa de planificación. Como en la operación, ampliación y mantenimiento.

3.1.2 Característica del sistema eléctrico

La red presenta características muy particular tales como:

Topología radial

Múltiples conexiones (trifásicos, monofásicos y bifásicos)

Cargas de distinta naturaleza

Líneas de resistencia comparable a la reactancia

El sistema es radial es decir que el flujo de carga nace de un punto denominado nodo; a este punto se llama como S.E. 878 Luz del Sur de aquí se alimenta a la subestación de donde se distribuye a todas las cargas.

Las cargas desde el tablero de distribución es alimentado en forma radial.

3.1.3 Modelamiento del sistema

Un sistema eléctrico industrial típico tiene los siguientes componentes

Fuente de suministro, transformadores, líneas y cargas

Suministro

S.E. 878 luz del sur tensión y ángulo constante.

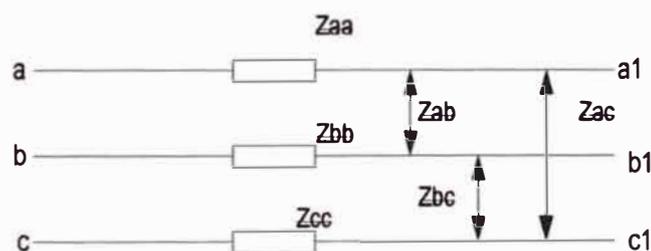
- Cables y líneas

Los equipos son interconectados a través de conductores alimentados o líneas según las normas

$$Z \equiv R + jX \quad (3.1)$$

En la tabla N° 2.8 se presenta los valores de resistencia y reactancia de los cables anexo A

Modelo de una línea



El modelo matricial es:

$$[V] = [Z][I] \quad (3.2)$$

La matriz $[Z]$ es del orden 3x3 cuyo cálculo se detalla en el anexo B

- Carga

Como las cargas están compuestas por diversas formas de consumo de energía tales como (motores, alumbrado, otros tipos de equipos) que requieren potencia activa (P) , potencia reactiva (Q) y se mide a través del factor de potencia , además dependen de tensión , temperatura, torque

También es importante denotar que las variaciones de consumo en el tiempo debido a la conexión y desconexión de cargas en una forma aleatoria .

Como el objetivo del informe es determinar la capacidad de carga de los transformadores de la subestación a sido necesario realizar mediciones de demanda de potencia en cada una de las cargas par asegurar la real capacidad de la subestación en un determinado tiempo.

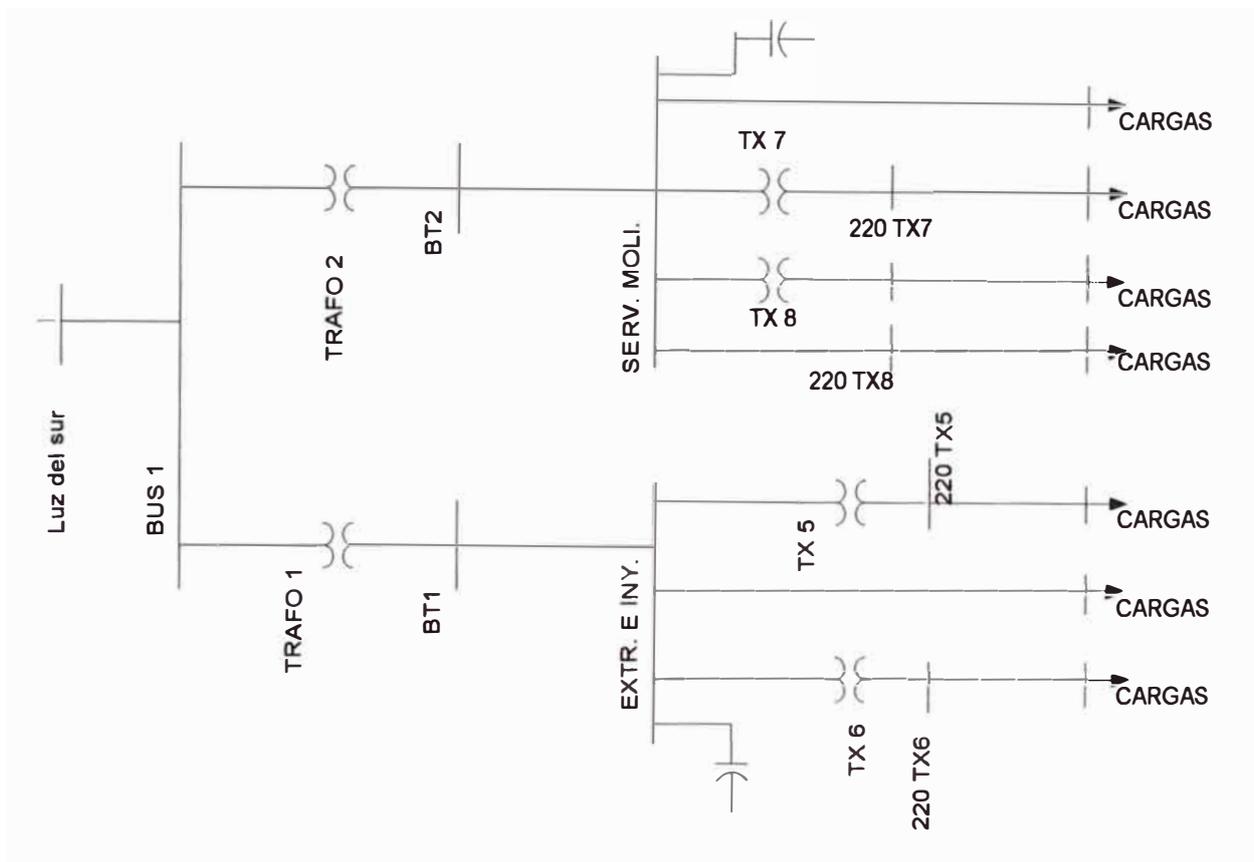


Figura: 3.2 Diagrama unifilar simplificado del sistema eléctrico

- Transformador :

Es necesario representar un modelo para los transformadores porque su contribución significa las pérdidas reactivas un porcentaje considerable en nuestro caso el 4.75% del total del sistema.

Un transformador trifásico se puede representar como tres transformadores monofásicos equivalentes. Por su resistencia más reactancia de pérdidas en el hierro y en el cobre.

Es necesario representar un modelo para los transformadores porque su contribución significa las pérdidas reactivas un porcentaje considerable en nuestro caso el 4.75% del total del sistema.

Un transformador trifásico se puede representar como tres transformadores monofásicos equivalentes. Por su resistencia más reactancia de pérdidas en el hierro y en el cobre.

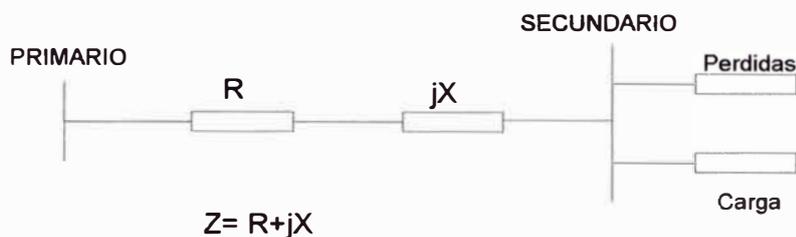


Figura: 3.3 Modelo circuital de un transformador trifásico
Por fase

- Banco de condensadores

Los bancos de condensadores son conectados en una red por los siguientes propósitos.

Aumentar los niveles de tensión

Disminuir las corrientes en cada rama

Disminuir las pérdidas de potencia activa y reactiva

Mejorar el factor de potencia .

En nuestro caso se considera como inyección constante de Kva. De acuerdo a la necesidad de carga la conexión y desconexión en forma automática.

Los condensadores shunt se puede representar como una admitancia constante por fase (en una conexión triangulo)

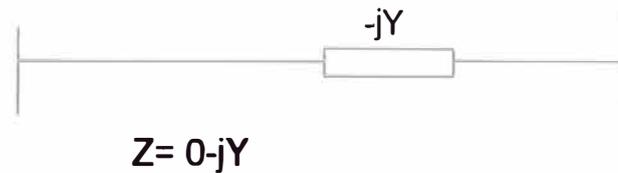


Figura : 3.4 modelo de un condensador como admitancia constante

3.2 Análisis de flujo de carga

3.2.1 Definición de la configuración del sistema

Se ha tomado datos reales de los parámetros eléctricos de los equipos y de los cables de línea de cada carga, transformadores, condensadores.

En base a la información antes descrita y usando el diagrama unifilar completa mostrado en la figura N° 3.1 a partir de esta configuración y considerando la máxima demanda de cada carga se realiza el cálculo de flujo de carga y corto circuito con un software EasyPower se usó este software por su velocidad de respuesta y alta precisión para este tipo de estudios de sistemas eléctricos industriales.

3.2.2 Premisas para el cálculo de flujo de carga

Barras equivalentes: S.E. Luz del sur – S.E. amanco – Distribución – cargas

Capacidad máxima 1800 KW

Limites de tensión 4-5%

Factor de potencia 0.80 en la carga

3.2.3 Cálculo de flujo de carga

Con la información del sistema eléctrico mostrado con el diagrama unifilar de la figura N° 3.1 se observa la ubicación y tamaño de carga, barras equivalentes,

condensadores se obtiene los datos de entrada para el Software para el cálculo de flujo de carga para los dos casos de la configuración del sistema

- a) Con la configuración completa inicial
- b) Con la configuración completa modificada. Se instalara un nuevo transformador de una capacidad de 1600kVA par incremento de carga futura

Caso a Datos del sistema

Se requiere establecer potencia y tensión base que a partir de ella se define la impedancia y corriente de base.

Potencia base: 1000 KVA

Tensión Base: 10KV alimentación

Tensión base : 0.460 kV para las cargas de 460 voltios

Tensión base : 0.230 kV para las cargas de 230 voltios.

Caso b

Datos del sistema con ampliación considerando un transformador de 1600 kVA y un banco de compensación de 600 kVAR

Se requiere establecer potencia y tensión que a partir de ella se define impedancias y corrientes.

Potencia base: 1000 KVA

Tensión Base: 10KV alimentación

Tensión Base: 0.460 kV para las cargas d e 460 voltios

Tensión base 0.230 KV para las cargas en 230 voltios

3.2.4. Resultado de flujo de carga

Caso a

- a) Tensiones, ángulos, potencias, factor de potencia en las barras

b) Sobrecargan en los transformadores

c) 3 Sobrecarga en los cables de alimentación

Los resultados se muestran en las tablas N° 3.1; 3.2; 3.3

Caso b

Los resultados se indica en la tabla N° 3.4

3.3. Análisis de corto circuito

3.3.1. Introducción

La determinación de corrientes de cortocircuito en sistemas de distribución de energía eléctrica es muy importante para la selección de interruptores, fusibles, arrancadores de motor, los cuales deben tener una adecuada capacidad de interrupción

Previa al cálculo de falla es necesario representar el sistema eléctrico industrial a través de sus principales componentes y construir el diagrama de impedancias respectivas de la red.

Objetivo

Debido a la importancia que adquiere el estudio de corto circuito en sistemas eléctricos industriales el presente informe persigue el siguiente.

- 1) Contribuir en la verificación de capacidad de interrupción ante una falla por cortocircuito de los interruptores de protección existentes.
- 2) Mejorar la protección del sistema eléctrico con la adecuada selección de los interruptores.
- 3) Mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico desde el punto de vista de protección ante una falla eléctrica.

3.3.2 Modelamiento del sistema eléctrico

Un sistema eléctrico industrial tiene los componentes descritos en 3.1 fuente de alimentación, líneas, transformadores, condensadores y cargas.

-Fuente de alimentación

Una fuente de alimentación se considera como una barra infinita, La empresa suministradora en nuestro caso Luz del sur nos proporciona la potencia de cortocircuito en las barras de la S.E 878, la reactancia equivalente del sistema se determina con la siguiente relación

$$X = \frac{\text{Potencia Base MVA}}{\text{Potencia de cortocircuito trifasico MVA}} \quad (3.3)$$

-Transformadores

El transformador se modela como una impedancia serie de secuencia positiva, negativa o cero, en nuestro caso los transformadores tienen un tap fijo. Y una tensión de cortocircuito.

- Líneas

Los equipos se conectados con cables aislados de acuerdo a una norma, el modelo que los representa es una impedancia serie compuesta por resistencia R y una reactancias X los valores se muestra en la tabla N° 2.8

-Cargas

Las cargas están compuestas por motores de inducción, resistencias, motores de corriente continua, computadoras, drive de velocidad de potencias medianos y otros equipos donde cada uno de ellos contribuye en una falla trifásica y las cargas de alumbrado su contribución son muy pequeños y no se toma en cuenta.

Un motor de inducción podemos representar como un modelo similar a una máquina sincrónica simplificada a través de una fuente e impedancia en serie.

3.3.3 Metodología usada para el cálculo de corto circuito

Con el diagrama unificar del sistema eléctrico y los datos de los componentes se simula el cortocircuito para el tipo de falla.

Simulación para cada barra, real ò ficticia para todas estas barras se indica los aportes de corriente de cortocircuito de cada alimentador.

Consideraciones en la metodología.

- 1) Todas las cargas están compuesto por máquinas las cuales se representa por una fuente de tensión constante y una reactancia variable en el tiempo (transitoria ò subtransitoria)
- 2) Se desprecian las capacidades en el modelote las líneas y transformadores.
- 3) Se usa la técnica de análisis de circuitos sinusoidales.

Información requerida del sistema.

- Representar el sistema con su diagrama unificar
- Nombre de cada subestación
- Nombre y numero de barras
- Valores de de impedancia de las alimentadores (R, X,), y tensión de cortocircuito de los transformadores, para el calculo de matriz de impedancias

3.3.4 Calculo de cortocircuito

Considerando las siguientes premisas de cálculo:

- Potencia de cortocircuito Luz del sur 320 MVA
- Relación de X/R en la subestación de Luz del sur 15
- Método del software para falla trifásica explicación apéndice....
- Norma usada, protocolo de simulación usada para los interruptores de alto voltaje y bajo voltaje.

- ANSI / IEE C37.010 -1979, C37.5-1979 establece métodos de corriente de cortocircuito en base a corriente simétrica y asimétrica par interruptores de alta tensión
- ANSI / IEE Aplicado para interruptores de bajo voltaje hasta 600 Voltios
Además de los datos anteriores se requiere de una potencia y tensión base y potencia base para el ingreso de datos al software.

- Potencia base 100 MVA

- Tensión Base 10.00 kV

3.3.5 Resultado de cálculos de corriente de cortocircuito

-Corriente y potencia de cortocircuito en las barras de la subestación de Amanco del Perú para el caso a de flujo de carga instalación existente

Tabla N° 3.5 Corriente y potencia de cortocircuito en las barras de 10kV

Para una falla trifásica instalación existente.

BARRAS	CORRIENTE SIMETRICA AMPERE	RELACION DE X / R	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO MVA
LUZ DEL SUR	18,475	15.03	320
BUS -1(Amanco)	15,765	4.08	273

En el cuadro se observa que la relación X / R en las barras de llegada a disminuido en un 27% respecto de del valor en la SE 878 Luz del Sur.

La corriente de cortocircuito en esta barra es 15,765 A se elegirá una interruptor de capacidad de ruptura de 25kA.

Tabla N° 3.6 Corriente de cortocircuito en las Cargas (Celda de Servicios y Molinos) Instalación existente

CARGAS	Icc simétrico Amperes	Relación de X / R	Factor de Multiplicación	Icc Asimétrica Ampere.
Barra SERVICIOS	18.268	4,61	1,23	22.467
AMUT 90	15.763	2,95	1,11	17.538
CASAMAQ	13.791	2,30	1,06	14.662
MEZC. Frio Caliente	13.367	2,20	1,06	14.111
PULVERIZADOR	9.394	1,52	1,02	9.541
GRANUL 1	6.277	0,70	1,00	6.277
GRANUL.2	6.277	0,70	1,00	6.277
BOMBA	11.639	1,85	1,03	12.020
CHILL. AIR CON	6.646	0,87	1,00	6.652
BOM.CON. INC.	6.003	0,68	1,00	6.003
ALUMPLAN	4.967	1,57	1,02	5.056
ALUMOF	8.670	2,31	1,06	9.222
SISTEXTRU	14.434	1,79	1,03	14.858
SISTMEZ	13.367	2,20	1,06	14.111
SISTINYEC	10.668	1,29	1,01	10.749
SISTMP	8.180	0,85	1,00	8.185
AREANOVAL	8.316	139	1,01	8.405
BATERIA	11.104	1,06	1,00	11.133

La relación X / R a disminuido para todas las cargas debido a la predominancia de la parte resistiva del conductor y la distancia de ubicación de la carga.

También se observa que el efecto del corto circuito depende mucho de la capacidad de la carga y la distancia de ubicación y va bajando de acuerdo a la distancia de ubicación de la carga.

Tabla N° 3.7 Corriente de corto circuito en las cargas (celda Extr. e Iny.)

Instalación existente

Carga	Icc Simétrico Ampere	Relación de X / R	Factor de Multiplicación	Icc Asimétrico Ampere
Barra EXTRUINYE	18.268	4,61	1,23	22.467
MARIS	5.665	3,11	1,13	6.374
KMD2-110	16.773	3,45	1,15	19.296
KMD2-90	16.232	3,16	1,13	18.324
KMD2-60	16.070	2,88	1,11	17.793
B110	10.214	2,05	1,05	10.680
BAUSANO	10.526	2,30	1,06	12.020
KME-90-2	10.504	2,29	1,06	11.163
HENCHELL12	7.800	1,63	1,02	7.962
B65	21.628	1,71	1,03	22.171
KME-90-1	15.763	2,95	1,11	17.538
HENCHELL1202	11.276	1,37	1,01	11.392
ENGEL100	7.439	1,30	1,01	7.498
ENGEL 1002	8.316	1,39	1,01	8.405
ENGEL 1003	7.219	1,28	1,01	7.271
ENGEL 150	8.316	1,39	1,01	7.405
ENGEL300	7.219	1,28	1,01	7.271
REED 300	8.316	1,39	1,01	9.541

Los resultados se detallan en el Anexo C

Tabla N°3.1 Cuadro de resultado de flujo de carga en las barras instalación existente

BARRAS	Tensiones		Potencias			Factor	Observaciones
	kV	ángulo	kW	kVA	kVAR	cosΦ	
UTIL -1 Luz del Sur	10.000	0.00	2278	2556	1169	0.891	Ampliar subestación
Bus 1	9.9977	0.00	2,274	2556	1167	0.890	Capacidad de los bancos insuficiente
BT1	0.439	3.60	1091	1204	464	0.920	
BT2	0.437	3.80	1147	1257	509	0.910	Los valores de BT1 y BT2 referidos en lado de baja tensión
Extra inyector	0.437	3.80	1087	1179	457	0.920	
Servicios	0.435	4.00	1143	1248	501	0.916	

Tabla N° 3.2 Cuadro de resultado en los transformadores instalación existente

Transformador	Potencias		Carga de Operación	Sobrecarga	Comentario de alarma
	kVA Real	kVA Nominal	%	%	
BUS 1-BT2 Transf. 2	1307	1000	130.7	30.7	violación
BUS1.BT1 Transf. 1	1238	1000	123.9	23.9	violación
BUS 54 - TX-5	453	400	113.3	13.3	violación
BUS 57 - TX-6	190.2	400	47.5	52.5	Normal
BUS 58 - TX-7	128.7	200	64	35.6	Normal
BUS 59 - TX-8	77.9	100	77.9	22.10	Normal

Tabla N° 3.3. Cuadro de Resultados de sobrecarga en los cables instalación existente

Descripción	Corrientes		Carga %	Sobrecarga %	Comentario
	Carga Amperes	Nominal Amperes			
BT2460-servicios	411	450	91.3	8.7	Esta al limite de su capacidad Necesita adicionar una terna más para disminuir las perdidas por I ² t que produce calentamiento
B110- Bus -54	307	270	113.6	13.6	
ALUMOF –Bus -58	341	270	126.4	26.4	
AIUMPLAN	206	200	103.2	3.2	

**Tabla N° 3.4 Cuadro de resultados en la barras con nuevo transformador de 1600kVA
Y con un Banco de 600kVAR**

Barras	Tensión		Potencias			Factor	Observaciones
	kV.	Angulo	kW	kVA	kVAR	cos Φ	
UTIL -1 Luz del Sur	10,000	0,00	2.252	2.301	474	0,97	Se mejoro el factor de potencia Se bajaron las perdidas en los conductores y transformadores
Bus 1	9,982	0,00	2.249	2.298	472	0,98	
BT1	0,454	1,90	904	911	116	0,99	
BT2	0,448	2,80	827	857	226	0,96	
BT3	0,455	1,70	501	502	37	0,99	
Extra inyector	0,453	2,20	902	909	112	0,99	
Servicios	0,447	3,00	825	854	222	0,96	
Ampliación	0,455	1,80	500	501	36	0,99	

3.4 Análisis de los resultados obtenidos

3.4.1 Análisis de los resultados de flujo de carga

El cálculo de flujo de carga se realizó para dos casos:

Caso a: Considerando la instalación actual existente.

Caso b: Con la instalación de un transformador de 1600 kVA y un banco de compensación reactiva de 600 kVAR.

Los resultados del flujo de carga en el (caso a) podemos resaltar lo siguiente. El transformador N°2 está operando con 30.7% de sobrecarga que muestra cualquier incremento de carga no es posible, además el factor de potencia de las cargas en el secundario es de 0.91 que significa una corriente de 1804 amperios, que no indica los bancos de compensación existentes ya son insuficientes es necesario incrementar su capacidad.

Los conductores que alimentan a las barras EXTRUINYEC están trabajando al límite de sobrecarga que es necesario redimensionar para evitar cualquier falla por recalentamiento de los conductores, además los conductores que alimentan a las cargas de alumbrado de planta y oficina (ALUMOF y ALUMPLAN) se encuentran sobrecargados es prioritario su cambio o instalar una terna más de conductores de alimentación para evitar fallas severas.

También se observa la caída de tensión en las cargas alejadas respecto del tablero de distribución es de 428 voltios que es mayor de 4% de tolerancia.

Esto implica mejorar la capacidad del banco de condensadores.

El transformador N° 1 también se encuentra sobrecargado en 23.9% tampoco existe la posibilidad de incremento de carga,

Es urgente ampliar la capacidad de la subestación.

- Con los resultados de flujo de carga (caso b) se tomó la decisión de ampliar la capacidad de la subestación en 3600KVA y se realizó la redistribución de las

cargas existentes y por ende el incremento de la capacidad productiva de la empresa.

Los resultados de flujo de carga del sistema eléctrico ampliado en su capacidad podemos demostrar que los transformadores existentes están trabajando por debajo de su capacidad nominal, existe una reserva de 1300 KVA para cualquier incremento de carga futura. Ver diagrama de flujo de carga ampliado.

3.4.2 Análisis de resultados de corto circuito.

La potencia de corto circuito en la barra de llegada en 10kV es de 273 MVA y las corrientes de cortocircuito en la barra de distribución es de 18.268 amperes y una potencia de cortocircuito de 14,53 MVA

Con el resultado de corriente de cortocircuito en las cargas se mejoran la coordinación de protección en los interruptores de protección con los otros interruptores ubicados en la celda de distribución.

Con los resultados de corriente de cortocircuito se ha mejorado sustancialmente la elección de los interruptores de protección de las cargas.

Con el transformador adicional de 1600 kVA , las corrientes de cortocircuito no se a modificado porque el transformador 6.00% de tensión de cortocircuito.

CAPITULO IV

ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACION ELÉCTRICA DE AMANCO DEL PERÙ

4.1 Memoria descriptiva

4.1.1 Generalidades

La presente memoria descriptiva se refiere a la ampliación de capacidad de transformación de la subestación existente por el problema de sobrecarga de los transformadores actuales y el aumento de capacidad productiva de la empresa, para efectuar la ampliación de la subestación se realizó los tramites correspondientes a la empresa suministradora LUZ del SUR quien otorga los permisos correspondiente; Nuestra propuesta es para conectar una carga de 3000kW en un nivel de tensión actual de 10 kV. La empresa suministradora mediante una carta sugiere realizar el proyecto para un nivel de tensión de 22,9kV considerando que es el nivel de tensión de distribución en el futuro.

Mediante la evaluación técnico económico se llego a determinar que lo más apropiada es realizar la implementación de una subestación en (22,9/10) kV cerca de la SE. 878 de LUZ del SUR, para conservar las instalaciones existentes en nivel de tensión de 10kV se procedió a realizar el proyecto de subestación en 22,9kV a 10,00kV el cual será ubicado en el área de almacenes de producto terminado y a una distancia de 80 metros aproximadamente.

La potencia de cortocircuito (Pcc) a considerar para 22,9kV será de 418 MVA, otorgado por Luz del Sur.

4.1.2 Ubicación :

La planta de tubo sistemas de Amanco del Perú esta ubicado en la Urbanización el Puente en el distrito del Agustino en la Av. Nugget N° 555 ver mapa de ubicación de la Empresa Amanco del Perú (Flg. 4.1. Apéndice A).

4.1.3 Alcances del proyecto.

El presente proyecto de ampliación de carga en 22,9kV comprende básicamente los siguientes aspectos

- a) Selección del cable de alimentación para un nivel de servicio de 22,9kV (inicialmente en 10kV). El cable seleccionado servirá para la interconexión del punto de alimentación de la subestación de distribución de Luz del Sur N° 878 con la nueva subestación proyectada.
- b) Diseño de la subestación en 22,9kV (operación inicial de 10kV)
- c) diseño de la tercera celda de transformación (10/0,460) kV en Subestación existente cuya máxima demanda actual es de 2500 kVA
- d) Verificación de alimentador de 10kV, para la nueva carga incrementada de (3,6MVA)

4.1.4 Descripción del proyecto

La energía requerida, por Amanco del Perú S.A. es proporcionada por Luz DEL SUR S.A.A en las condiciones siguientes:

Tensión de servicio inicial	10.000 voltios
Tensión de servicio final	22.900 voltios
Fases	3
Frecuencia	60 Hz
Carga contratada:	3. 000 kW

Desde el punto de alimentación fijado por fijado por Luz DEL SUR S.A.A se instalara el cable de alimentación de 22,9 kV (inicialmente funcionara en 10 kV) hasta la S.E de transformación proyectada, en una longitud aproximada de 80 metros el cable será seleccionado para 22,9 kV.

La subestación de transformación proyectada contempla el siguiente equipamiento.

Celda de llegada en de la línea de alimentación en 22,9kV (inicialmente en 10kV), con interruptor automático de 34kV, 630 amperes, 30 kA y en SF-6.

Celda para transformador 5000 kVA , (22,9 / 10) kV

Celda de salida 10 kV, para alimentar S.E. existente en 10kV 3,6 MVA

4.1.5 Bases de Calculo

El diseño eléctrico se ha efectuado, de conformidad con las prescripciones de.

Código Nacional de Electricidad.

Norma de Procedimiento para la Elaboración de proyectos y Ejecución de Obras en Sistema de Distribución y Sistema de Utilización en Media Tensión en zonas de Concesión de Distribución. Del Ministerio de Energía y Minas, aprobada por Resolución Directoral N° 018-2002- EM / DGE.

Ley de Concesiones Eléctricas D.L. 25844

Reglamento de la Ley de Concesiones D.S. 009-93-EM

De acuerdo con los requerimientos de potencia proyectada, las principales bases y parámetros de cálculo serán los siguientes:

- ▶ Máxima Demanda : 3000 kW
- ▶ Factor de Potencia de diseño 0,895 atraso
- ▶ Longitud de línea de acometida 80 metros
- ▶ Potencia de cortocircuito 290 MVA para 10 kV
418 MVA, para 22,9 kV

▶ Tipo de cable de alimentación	N2XSY
▶ Tiempo de Apertura	0,2 seg (para ambas tensiones)
▶ Sección de cable alimentador	70 mm ²
▶ Altura de trabajo	1000 m.s.n.m
▶ Caída de tensión máxima de	3,5%

4.2 Especificaciones técnicas

4.2.1 Subestación Eléctrica.

La subestación actual proyectada es del tipo convencional y estará compuesta por celdas equipadas con estructura metálica envolvente y aparatos de corte y seccionamiento.

4.2.2 Equipamiento electromecánico de la subestación

La Subestación proyectada tendrá las siguientes características:

- ▶ Celda de llegada preparada para 22,9 kV, (inicialmente trabajara en 10kV) donde se ubica los terminales termocontraibles al cable N2XSY (18 / 30) kV, los Seccionadores unipolares de accionamiento sin carga y el Interruptor Automático en SF-6: 24 kV, 630 A. Y 20 kA.
- ▶ Celda de transformación de 5 MVA, con transformador 5000 KVA, (22,9 / 10) kV
- ▶ Celda de Salida en 10 kV, para alimentar a la Subestación existente que incrementara su carga.
- ▶ Donde se ubicara los seccionadores unipolares de accionamiento sin carga y el Interruptor Automático en SF-6, 17 kV, 630 A. Y 30 KA

4.2.3 Celda de llegada

Constituida por una estructura existente de fierro angular de 2" x 2" x 3/16", provista de puerta y cubierta frontal, protección lateral e intermedia, ejecutada en plancha de 2 mm de espesor, pintada con dos capas de pintura anticorrosiva y de dios de acabad, la puerta será metálica y tiene las siguientes dimensiones aproximadas:

- Ancho	1500 mm.
- Profundidad	1500 mm.
- Altura	3200 mm.

Comprendiendo los siguientes:

Un juego de terminales termocontraibles al cable unipolar 70 mm² N2XSY (18 / 30) kV. Que será instalado a la llegada de la acometida por Luz del Sur

Seccionadores unipolares 24 kV

Interruptor automático en SF-6: 24 kV – 630 A, 25 kA

Sistema de barras (40x50) mm

Sistema de barras de puesta a tierra (30x3)mm

La celda llevara un rótulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda "ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE "con letras negras y fondo amarillo.

- a) Interruptor Automático en SF-6 fabricado según normas (CEI 60255, 60695, 61000, Y EN 50082 , 60529) para montaje interior:

Voltaje nominal	: 24 kV
Intensidad nominal	: 630 A.
Capacidad de corto circuito máxima	: 25 kA
Corriente de cortocircuito 1 seg.	: 25 kA
Corriente de corto circuito 2 seg.	: 20 kA
Voltaje de impulso 1,2 / 50 μ s	: 75 kV

Máximo torque de operación	: 80 – 100 Nm
Distancia entre polos	: 250 – 350 mm

Mecanismo independiente de la fuerza del operador.

b) Unidad de control

- Rèle electrónico con protección VIP-300
- Disparador Mitop
- Sensor de corriente.

c) Seccionador unipolar 24 kV

Seccionador unipolar Felmec, fabricado con licencia de Electromecánica DUE ESTELLE s.p.a de Italia y W.W.G de Alemania, para accionamiento sin carga y para montaje interior.

- Voltaje Nominal : 24 kV
- Intensidad nominal : 400 A.

4.2.4 Celda de transformación 5 MVA, (22.9 / 10) kV

Constituida por una estructura de fierro de 2" x 2" x 3 /16", provista de puerta frontal, protección intermedia, ejecutada con malla de F"G" de 1" acodada, pintada con dos capas de pintura anticorrosivo y dos de acabado, de las siguientes dimensiones:

- Ancho 3400 mm
- Profundidad 3200 mm
- Altura 3200 mm

Comprende los siguientes.

transformador de potencia 5 MVA

Sistema de puestas a tierra, Neutro solidamente puesta a tierra.

La celda deberá llevar un rotulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda "ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE "con letra negras y fondo amarillo.

a) Transformador de potencia

Es un transformador seco marca TRIHAL con aislamiento de resina de epoxi trialumina tratada al vacío, con enfriamiento ONAN y clase térmica de A0, con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío:

- Norma de ejecución : IEC 76
- Potencia Nominal de : 5000 kVA
- Altitud de servicio : 1000 m.s.n.m
- Relación de transformación en
En vacío : $(22.9 \pm 2 \times 2,5\% / 10)$ kV
- Esquema lado de A.T. : Estrella con 4 tomas suplementarios
Conmutables en vacío
- Esquema lado BT : Triangulo
- Grupo de conexión : Ynd11
- refrigeración : ONAN
- Nº de aisladores A.T. / B.T : 4 / 3
- Accesorios

4.2.5 Celda de salida

Constituida por una estructura existente de fierro angular de 2" x 2" x 3/16" provista de puerta y cubierta frontal, protección lateral e intermedia, ejecutada en plancha de 2 mm de espesor, pintada con dos capas de pintura anticorrosivo y de dos de acabado, la puerta será metálica y tiene las siguientes dimensiones aproximadas:

- Ancho : 1100 mm
- Profundidad : 1500 mm
- altura : 3200 mm

Comprende los siguientes

Dos juegos de terminales termocontraibles al cable unipolar 70 mm² N2XSY (8,7 / 15) kV. Que será instalada a la llegada de la subestación Particular existente de 3.6 MVA de Amanco del Perú

Seccionadores unipolares 17 kV

Interruptor automático en SF-6: 17 kV – 630 A, 25 kA

Sistemas de barras (40x5) mm

Sistema de barras de tierra (30x3)mm

La celda llevara un rotulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda “ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE” con letras negras y fondo amarillo.

- a) Interruptor Automático en SF-6, Fabricado según las normas CEI 60255, CEI60695,CEI 61000, EN 50082 y EN 60529, para montaje interior.

- Voltaje nominal : 17 kV
- Intensidad nominal : 630 A.
- Capacidad de cortocircuito máxima : 25 kA
- Corriente de cortocircuito 1 seg. : 25 kA rms
- Corriente de cortocircuito 2 seg. : 20 kA rms
- Voltaje de impulso 1,2/50μ s : 75 kV
- Máximo torque de operación : 80 – 100 Nm
- Distancia entre polos : 150 – 200 mm

Mecanismo independiente de la fuerza del operador

- b) Unidad de control

Rele Electrónico con protección VIP – 300

Disparador Mitop

Sensores de corriente.

c) Seccionador Unipolar 12 kV

Seccionador unipolar Felmec, fabricado con licencia de Electromecánica DUE ESTELLE s.p.a de Italia y W.W.G de Alemania, para accionamiento sin carga y para montaje interior.

Voltaje nominal : 12 kV

Intensidad nominal : 400 A.

4.2.6 Sistema de tierra

El sistema de tierra previsto para la S.E consta de cuatro pozos de tierra (tres pozos y malla para M.T: (22,9 kV) y uno para M.T. (10 kV)

Cada pozo de tierra será de 0.80 x 0.80 x 2.80 m. De profundidad ejecutado con tierra vegetal y aditivo de Bentonita sódica + sal industrial.

En el centro se instalará una varilla de cobre \varnothing de 15 mm. x 2.40 m, de largo En el extremo superior se conectará el cable troncal de tierra que será para cada de calibre 70 mm², según la curva de densidad admisible de corriente de cortocircuito

Se cumplirá con lo que recomienda el Código Nacional de Electricidad, que para el pozo de M.T una resistencia no mayor de 25 Ω y para el pozo BT. Una resistencia no mayor de 15 Ω .

4.2.7 Conductores

El conductor para el sistema de utilización en media tensión 22,9 kV., es con cable unipolar de 70 mm²- N2XSY - (18 / 30) kV, con conductor de cobre electrolítico recocido, tiene una pantalla interna de material semiconductor con aislamiento de polietileno reticulado XLPE, con pantalla externa conformada con

capa semiconductor y malla o cinta de cobre; presenta una cubierta exterior de poli cloruro de vinilo (PVC), color rojo directamente enterrado.

- Tensión nominal de trabajo:	22,9 kV
- Tensión máxima de trabajo:	30 kV.
- Sección:	70 mm ²
- Tipo	seco
- Norma de fabricación	IEC502
- Operación	90 °C
- Corriente nominal	311 A
- Diámetro exterior	29,5 mm
- Resistencia a 90°C	0,2680 Ω /km
- Reactancia a 60 Hz	0,2270 Ω / Km

El tendido del cable entre el Punto de alimentación LUZ del Sur (S.E. N° 878) y la celda de llegada en la Subestación particular proyectada de Amanco del Perú, será en un solo tramo sin empalmes.

El cable esta instalado directamente enterrado en zanja de 0,6 m x 1,30 m de profundidad con un solado de tierra cementada de 10 cm de alto, cubierta con una capa de de tierra cementada de 15 cm de alto, protegido con una hilera de ladrillos y a 20 cm. La cinta de señalización de color rojo, resistente a la humedad, ácidos y álcalis para alta tensión.

En los cruces de pistas y/o entrada a garajes

El cable se instalará en ductos de concreto de dos vías de 3" c / u.

Todas las capas de tierra que cubren al cable serán debidamente compactadas.

La interconexión entre el interruptor Automático (celda de llegada) y el transformador de 5 MVA, (22,9 / 10) kV, se realizaran con cable N2XSY (18 / 30)kV y la interconexión entre el interruptor Automático (celda de salida) y el transformador de 5 MVA, (22,9 / 10) kV , se realizará con cable N2XSY

(8,7/15)kV, ambas con sus respectivos terminales y acondicionado convenientemente en todo su recorrido.

4.2.8 Terminal para el cable 22,9 kV

Es del tipo termocontraible a cable de uso interior para el cable seco tipo N2XSY (18 / 30) kV de 70 mm²

La terminación queda provista de conductor de conductor de línea a tierra e instalado con su respectiva abrazadera o soporte metálico.

4.2.9 Barras colectoras

Las barras colectoras son de cobre y de dimensiones. 40mm x5mm. debidamente pintadas, con la mayor dimensión en posición horizontal y la distancia entre barras será de 0,35 m (entre ejes).

4.2.10 Aisladores porta barras

Los aisladores porta barras serán del tipo CE 24 / 750 para 24 kV cuyos esfuerzos mínimos de ruptura en la cabeza es de 750 Kg. Cumplen la norma IEC 100-60. La armadura de la cabeza de los aisladores llevara rosca para la fijación de las barras (40 x 5) mm. En el montaje la distancia lateral de los aisladores será de 0,35 m entre ejes.

4.2.11 Equipo de protección para maniobra en media tensión

En la subestación proyectada y en lugar visible estarán colocados los siguientes equipos de protección para maniobra en M. T. (inicialmente en 10 kV):

Pértigas aisladas para 30 kV.

Banqueta de maniobra con aisladores de 30 kV

Guantes de seguridad clase 3 (24 kV).

Placa de señalización “ Peligro de Muerte – Alta Tensión “ en letras de color rojo con fondo amarillo

Revelador de Tensión Audible y Visual, mínimo 24 kV.

Casco (dieléctrico) de seguridad clase E tipo II.

Zapatos de seguridad con planta dieléctrica 30 kV

4.3 Subestación 10 kV existente (3.6 MVA)

La subestación existente es del tipo convencional y está compuesta por celdas equipadas con estructura metálica envolvente y aparatos de corte y seccionamiento.

4.3.1 Equipamiento electromecánico de la subestación existente.

La subestación existente tiene las siguientes características.

Celda de llega preparada para 10 kV, donde se ubica los terminales termocontraíbles al Cable N2XS_Y. Los seccionadores unipolares de accionamiento sin carga y el interruptor Automático Merlin Gerin: 17 kV, 630 A Y 20 kA. Con protección de sobrecarga, protección homopolar y otros.

Celda de transformación I, con transformador 1000 kVA. (10 / 0,460) kV existente

Celda de transformación II, con transformador 1000 kV , (10 7 0,460) kV, existente

Celda de transformación tres III, con transformador 1600 kVA, (10 / 0,460) proyectada.

4.3.2 Celda de llegada existente.

Constituida por una estructura existente de fierro angular de 2” x 2” x 3/16” provista de puerta y cubierta frontal, protección lateral e intermedia, ejecutada en

plancha de 2 mm de espesor, pintada con dos capas de pintura anticorrosivo y de dos de acabado, la puerta será metálica y tiene las siguientes dimensiones aproximadas:

- Ancho : 1100 mm
- Profundidad : 1500 mm
- altura : 2800 mm

Comprendiendo lo siguiente:

Un juegos de terminales termocontraibles al cable unipolar 70 mm² N2XSY (8,7 / 15) kV. Que actualmente esta instalada a la llegada de la acometida de la celda existente; de donde se instalarà la Salida de la Nueva Subestación.

Seccionadores unipolares 12 kV

Interruptor automático en SF-6: 17 kV – 630 A, 20 kA

Sistemas de barras (60x10) mm

Sistema de barras de tierra (50x3)mm

La celda llevará un rótulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda “ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE” con letras negras y fondo amarillo.

- a) Interruptor Automático en SF-6, Merlin Gerin, Fabricado según las normas CEI 60255, CEI60695,CEI 61000, EN 50082 y EN 60529, para montaje interior.

Voltaje nominal	: 17 kV
Intensidad nominal	: 630 A.
Capacidad de cortocircuito máxima	: 20 kA
Corriente de cortocircuito 1 seg.	: 20 kA rms
Corriente de cortocircuito 2 seg.	: 17 kA rms
Voltaje de impulso 1,2/50µ s	: 75 kV
Máximo torque de operación	: 80 – 100 Nm

Distancia entre polos : 150 – 200 mm

Mecanismo independiente de la fuerza del operador

b) Unidad de control

Rele Electrónico con protección VIP – 300

Disparador Mitop

Sensores de corriente.

c) Seccionador Unipolar 12 kV

Seccionador unipolar Felmec, fabricado con licencia de Electromecánica DUE ESTELLE s.p.a de Italia y W.W.G de Alemania, para accionamiento sin carga y para montaje interior.

Voltaje nominal : 12 kV

Intensidad nominal : 400 A.

4.3.3 Celda de transformación I 1000 kVA, (10 / 0,460) kv, existente.

Constituida por una estructura existente de fierro angular de 2" x 2" x 3/16" , provista de puerta y cubierta frontal, protección lateral e intermedia, ejecutada en plancha de 2 mm de espesor, pintada con dos capas de pintura anticorrosivo y de dos de acabado, la puerta será metálica y tiene las siguientes dimensiones aproximadas:

- Celda de protección y maniobra para el transformador

- Ancho : 1500 mm

- Profundidad : 1500 mm

- altura : 2600 mm.

Comprende lo siguiente:

Interruptor Automático en SF-6, Merlin Gerin, 17 kV, 400 A, 20 kA

Tres seccionadores unipolares para accionamiento sin carga 12 kV, 400 Amp.

Sistema de barras (60 x 10) mm

Sistema de barras de puesta a tierra (50 x 5) mm

La celda deberá llevar u rotulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda "ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE "con letra negras y fondo amarillo.

Celda para transformador

Ancho	: 2300 mm
Profundidad	: 1500 mm
altura	: 2600 mm

Comprende lo siguiente:

transformador de Potencia seco 1000 kVA

Sistema de barras (60 x 10) mm

Sistema de barras de puesta a tierra (50 x 5) mm

La celda deberá llevar u rotulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda "ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE "con letra negras y fondo amarillo.

a) Transformador de potencia existente

Es transformador seco marca TRIHAL tipo encapsulado con aislamiento compuesto de una mezcla de (20% de resina epoxi. + 20 de endurecedor anhidro modificado por un flexibilizador, + 60% de ignifugante, en forma de polvo compuesto por sílice y alumina trihidratada) los tres componentes son mezclados en vacío para lograr un encapsulado perfecto y homogéneo, el transformador trihal es con enfriamiento ONAN y clase térmica de A0, con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío:

- Norma de ejecución : IEC 76
- Potencia Nominal de : 1000 kVA
- Altitud de servicio : 1000 m.s.n.m
- Relación de transformación en

En vacío	: (10 ± 2 x 2,5% / 0,460) kV
- Esquema lado de A.T.	: Delta con 4 tomas suplementarios Conmutables en vacío
- Esquema lado VT	: Estrella
- Grupo de conexión	: Dyn 11
- refrigeración	: ONAN
- Temperatura ambiente máximo de	: 40°C
- Calentamiento de devanados	: 100 °K
- Nº de aisladores A.T. / B.T	: 3 / 4
- Accesorios	

La interconexión entre el transformador seco y interruptor (celda de protección), es mediante barras de cobre de 8 50 x 10) mm.

4.3.4 Celda de transformación II 1000 kA, (10 / 0,460) kv, existente

Constituida por una estructura existente de fierro angular de 2" x 2" x 3/16" , provista de puerta y cubierta frontal, protección lateral e intermedia, ejecutada en plancha de 2 mm de espesor, pintada con dos capas de pintura anticorrosivo y de dos de acabado, la puerta será metálica y tiene las siguientes dimensiones aproximadas:

- Celda de protección y maniobra para el transformador

- Ancho	: 1500 mm
- Profundidad	: 1500 mm
- altura	: 2600 mm.

Comprende lo siguiente:

Interruptor Automático en SF-6, Merlin Gerin, 17 kV, 400 A, 20 kA

Tres seccionadores unipolares para accionamiento sin carga 12 kV, 400 A.

Sistema de barras (60 x 10) mm

Sistema de barras de puesta a tierra (50 x 5) mm

La celda deberá llevar u rotulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda "ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE "con letra negras y fondo amarillo.

Celda para transformador

Ancho : 2300 mm

Profundidad : 1500 mm

altura : 2600 mm

Comprende lo siguiente:

transformador de Potencia seco 1000 kVA

Sistema de barras (60 x 10) mm

Sistema de barras de puesta a tierra (50 x 5) mm

La celda deberá llevar u rotulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda "ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE "con letra negras y fondo amarillo.

a) Transformador de potencia existente

Es transformador seco marca TRIHAL tipo encapsulado con aislamiento compuesto de una mezcla de (20% de resina epoxi. + 20 de endurecedor anhidro modificado por un flexibilizador, + 60% de ignifugante, en forma de polvo compuesto por sílice y alumina trihidratada) los tres componentes son mezclados en vacío para lograr un encapsulado perfecto y homogéneo, el transformador trihal es con enfriamiento ONAN y clase térmica de A0, con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío:

- Norma de ejecución : IEC 76
- Potencia Nominal de : 1000 kVA
- Altitud de servicio : 1000 m.s.n.m

- Relación de transformación en
En vacío : (10 ± 2 x 2.5% / 0.460) kV
- Esquema lado de A.T. : Delta con 4 tomas suplementarios
Conmutables en vacío
- Esquema lado VT : Estrella
- Grupo de conexión : Dyn 11
- refrigeración : ONAN
- N° de aisladores A.T. / B.T : 3 / 4
- Accesorios

La interconexión entre el transformador seco y interruptor (celda de protección), es mediante barras de cobre de (50 x 10) mm.

4.3.5. Celda de transformación III 1600 kVA, (10 / 0,460) Proyectada.

Constituida por una estructura existente de fierro angular de 2" x 2" x 3/16" , provista de puerta y cubierta frontal, protección lateral e intermedia, ejecutada en plancha de 2 mm de espesor, pintada con dos capas de pintura anticorrosivo y de dos de acabado, la puerta será metálica y tiene las siguientes dimensiones aproximadas:

- Celda de protección y maniobra para transformador proyectada

- Ancho : 1500 mm
- Profundidad : 1500 mm
- altura : 2600 mm.

Comprende lo siguiente:

Interruptor Automático en SF-6, Merlin Gerin, 17 kV, 400 A, 20 kA

Tres seccionadores unipolares para accionamiento sin carga 12 kV, 400 A.

Sistema de barras (60 x 10) mm

Sistema de barras de puesta a tierra (50 x 5) mm

La celda deberá llevar u rotulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda "ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE "con letra negras y fondo amarillo.

Celda para transformador, proyectada

Ancho	: 2300 mm
Profundidad	: 1500 mm
altura	: 2600 mm

Comprende lo siguiente:

transformador de Potencia seco 1600 kVA

Sistema de barras (60 x 10) mm

Sistema de barras de puesta a tierra (50 x 5) mm

La celda deberá llevar u rotulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda "ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE "con letra negras y fondo amarillo.

a) Transformador de potencia proyectado

Es transformador seco marca TRIHAL tipo encapsulado con aislamiento compuesto de una mezcla de (20% de resina epoxi. + 20 de endurecedor anhidro modificado por un flexibilizador, + 60% de ignifugante, en forma de polvo compuesto por sílice y alumina trihidratada) los tres componentes son mezclados en vacío para lograr un encapsulado perfecto y homogéneo, el transformador trihal es con enfriamiento ONAN y clase térmica de A0, con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío:

- Norma de ejecución : IEC 76
- Potencia Nominal de : 1600 kVA
- Altitud de servicio : 1000 m.s.n.m
- Relación de transformación en

En vacío : $(10 \pm 2 \times 2,5\% / 0,460)$ kV
 - Esquema lado de A.T. : Delta con 4 tomas suplementarios

Conmutables en vacío

- Esquema lado VT : Estrella
 - Grupo de conexión : Dyn 11
 - refrigeración : ONAN
 - Nº de aisladores A.T. / B.T : 3 / 4
 - Accesorios

La interconexión entre el transformador seco y interruptor (celda de protección), es mediante barras de cobre de (60 x 10) mm.

4.3.6. Sistema de tierra

El sistema de tierra previsto para la S.E existente consta de cuatro pozos de tierra (04 pozos tierra en malla para M.T: (10,0 kV) y (03) pozos para B.T. Neutro aterrado

Cada pozo de tierra será de 0,80 x 0,80 x 2,80 m. De profundidad ejecutado con tierra vegetal y aditivos.

En el centro se instalará una varilla de cobre \varnothing de 15 mm x 2,40 m, de largo En el extremo superior se conectará el cable troncal de tierra que será para cada de calibre 70 mm², según la curva de densidad admisible de corriente de cortocircuito

Se cumplirá con lo que recomienda el Código Nacional de Electricidad, que para el pozo de M.T una resistencia no mayor de 25 Ω y para el pozo B.T. una resistencia no mayor de 15 Ω .

4.3.7. Conductores

El conductor Existente para la red del sistema de utilización en media tensión 10 kV, es con cable el cual es enterrado. Este es unipolar de 70 mm²- N2XSY - (8,7 / 15) kV, con conductor de cobre electrolítico recosido, tiene una pantalla interna de material semiconductor con aislamiento de polietileno reticulado XLPE, con pantalla externa conformada con capa semiconductor y malla o cinta de cobre; presenta una cubierta exterior de policloruro de vinilo (PVC), color rojo.

- Tensión nominal de trabajo:	10 kV
- Tensión máxima de trabajo:	15 kV
- Sección:	70 mm ²
- Tipo	seco
- Norma de fabricación	IEC502
- Operación	90 °C
- Corriente nominal	244 A
- Diámetro exterior	34,1 mm
- Resistencia a 90°C	0,3417 Ω / km
- Reactancia a 60 Hz	0.1541 Ω / Km

La alimentación subterránea es trifásica dentro de los límites de la Planta, es desde la celda de salida de la subestación de (22,9 / 10) kV proyectada, hasta la celda de llegada de la subestación de transformación existente 10 kV, con tres conductores unipolares (8,7 / 15) kV N2XSY – 70 mm², la cual será subterránea durante su recorrido, con ducto de PVC de 100 mm Ø.

El tendido del cable entre la celda de salida de la nueva subestación proyectadas la celda de llegada en la subestación existente, deberá ejecutarse en un solo tramo sin empalmes.

Los cable serán enterrados en zanja de 0,6 m x 1,10 m de profundidad con un solado de concreto de 10 cm De alto, cubierta con una capa de tierra cernida de

15 cm. de alto, protegido con una hilera de ladrillos y a 20 cm. La cinta de señalización de color rojo, resistente a la humedad, ácidos y álcalis para alta tensión, la cinta llevará impreso con letras negras "PELIGRO CABLE DE ALTA TENSION".

Todas las capas de tierra que cubren a los cables, las cuales son embutidos en tubería de PVC-P de 110 mm de diámetro, será debidamente compactada.

La interconexión entre la salida de las celdas de llegada existente en media tensión 10 kV y el transformador nuevo de 1600 kVA, (10 / 0,460) kV, se realiza con cable de 3-1x70 mm² del tipo N2XSY, (8,7 / 15) kV.

4.3.8. Terminal para el cable 10 kV

Es del tipo termocontraible al cable de uso interior para el cable seco tipo N2XSY (8,7 / 15) kV de 70 mm².

La terminación queda provista de conductor de línea a tierra e instalado con su respectiva abrazadera o soporte metálico.

4.3.9 Equipo de protección para maniobras en media tensión

En la subestación existente y en un lugar visible se ha colocado los siguientes equipos de protección para maniobra en media tensión M.T:

En la subestación proyectada y en lugar visible estarán colocados los siguientes equipos de protección para maniobra en M. T. (inicialmente en 10 kV):

Pértigas aisladas para 24 kV.

Banqueta de maniobra con aisladores de 30 kV

Guantes de seguridad clase 3 (24 kV).

Placa de señalización " Peligro de Muerte – Alta Tension " en letras de color rojo con fondo amarillo

Revelador de Tension Audible y Visual, mínimo 24 kV.

Casco (dieléctrico) de seguridad clase E tipo II.

Zapatos de seguridad con planta dieléctrica 30 kV

Extintidor con polvo químico

4.4. Cálculos justificativos

4.4.1. Cálculo Justificativo del conductor en 22,9 kV

a. Selección del cable por corriente de cortocircuito (I_{cc})

En el punto de Alimentación, (subestación de LUZ del Sur), la impedancia de entrada teniendo en cuenta la Potencia de corto circuito $P_{cc} = 418$ MVA es:

$$Z = j 1.2545 \quad (4.1)$$

Tomando en consideración los parámetros del cable y la impedancia de la fuente, se ha calculado la impedancia Equivalente y la P_{cc} en la subestación proyectada:

$$Z_{eq} = 0,027336 + j 1,26682 \quad (4.2)$$

$$P_{cc} = 413,86 \text{ MVA}$$

La corriente de cortocircuito viene dada por la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{V_x \sqrt{3}} \quad (kA) \quad (4.3)$$

Donde: I_{cc} = Corriente de cortocircuito

P_{cc} = Potencia de cortocircuito

V = Tensión nominal de servicio

1) En al subestación Proyectada.

Potencia de cortocircuito del sistema : $P_{cc} = 413.86$ MVA

Tensión nominal de servicio : $V_{cc} = 22.9$ kV

Duración del cortocircuito : $t = 0.2$ seg.

Sección del conductor : S

Corriente de cortocircuito permanente : I_{cc}

Luego:

$$I_{cc} = 10.43 \text{ kA}$$

2) En el punto de entrega la S. E. N° 878 de Luz del Sur S.A

Potencia de cortocircuito del sistema : $P_{cc} = 418 \text{ MVA}$

Tensión nominal de servicio : $V_{cc} = 22,9 \text{ kv}$

Duración del cortocircuito : $t = 0,2 \text{ seg.}$

Sección del conductor . S

Corriente de cortocircuito permanente : I_{cc}

$$I_{cc} \text{ S.E 878} = 10,53 \text{ kA}$$

Bajo condiciones de cortocircuito, se incrementa con rapidez la temperatura de los elementos metálicos de los cables de energía (conductor y pantalla o cubierta metálica).

Cuando se trata de analizar el comportamiento en condiciones de corto circuito con parámetros perfectamente definidos, la fórmula para calcular la sección mínima del cable que pueda soportar la corriente de cortocircuito en un tiempo determinado es:

$$S_{\min} = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{143} \times 1000 \text{ (mm}^2\text{)} \quad (4.5)$$

Donde:

I_{cc} = Corriente de cortocircuito que soportará el cable en kA

S_{\min} = Sección transversal mínima del cable en mm²

t = Tiempo de apertura del sistema de protección (0,2 seg.)

Luego: por la relación (4.5) se tiene.

$$S = \frac{10,53 \times \sqrt{0,2}}{143} \times 1000$$

$$S_{\min} = 12,95 \text{ mm}^2$$

Luego el cable de 1x70mm² N2XSY (18 / 30) kV, podrá soportar la corriente de cortocircuito.

b) Calculo en 22,9 kV

Condiciones

- a) Potencia aparente nominal a transmitir (kVA) : 5000
- b) Tensión nominal (kV) : 22,9
- c) Potencia de cortocircuito Pcc (MVA) : 418

c) Selección de cable por capacidad de corriente

Cálculo por corriente nominal:

$$I_n = \frac{Max.Demanda}{\sqrt{3}xV} = 126,05 \text{ A} \quad (4.6)$$

Donde: I_n = Corriente nominal

V = voltaje de operación

Cálculo Por corriente de diseño

$$I_d = \frac{MaxDemanda x F_s}{\sqrt{3}xV} = 157,17 \text{ A} \quad (4.7)$$

Donde : I_d = Corriente de diseño

V = Voltaje de operación

F_s = Factor de seguridad .

Según el fabricante la capacidad máxima del cable N2XSY (18/ 30) kV, 1x70 mm² es de 311 A. Directamente enterrado.

Esta capacidad del cable es afectada por el factor de corrección f_c :

Condiciones de instalación del cable tipo N2XSY, considerandos como normales:

Resistividad del terreno	200 °C- cm / w
Temperatura del terreno	30 °C
Profundidad de la instalación	1,3 m
Capacidad del cable bajo las Condiciones indicadas con un factor de Carga de	0,75

Calculo por corriente de carga:

Factores de corrección por condiciones de instalación

Resistividad del terreno	0,73
Profundidad de tendido del cable	0,95
Temperatura de instalación	0,91
Proximidad de cables	0,82
Feq = 0,78 x 0,95 x 0,91 x 0,82 =	0,64

La corriente por (4.6) es:
$$I_n = \frac{MD}{\sqrt{3} \times 22,9} = 126,05 \text{ A}$$

Corriente de diseño : Por capacidad de corriente

$$I_d = I_n / F_{eq} \quad 196.95 \text{ A} \quad (4.8)$$

Donde: I_d = Corriente de diseño

I_n = Corriente nominal

F_{eq} = Factor de corrección por instalación.

Según el fabricante la capacidad máxima del cable N2XSY (18 / 30) kV, 1x70 mm² es de 255 A, instalado en ductos

El cable esta bien diseñado según su capacidad de conducción.

d. Selección del cable por caída de tensión

El cable a instalarse es del tipo N2XSY (18 / 30) kV y de sección 70 mm², para trabajo a tensión nominal de 22,9 kV.

La longitud del cable entre el punto de alimentación y la Subestación existente es de aproximadamente de 80 metros

Según el fabricante Los parámetros eléctricos son los siguientes:

Resistencia 0,3417 Ω / Km.

Reactancia 0,1541 Ω / km.

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I_n \times L \cdot (R \cos \phi + X \sin \phi) \quad (4.9)$$

Donde: ΔV = Variación de tensión ò caída de tensión

I_n = Corriente Nominal

L = Longitud del conductor en km.

R = resistencia del conductor (ohm/ km)

X = reactancia del conductor (ohm/ km)

ϕ = Angulo del factor de potencia

Reemplazando valores se tiene:

$$\Delta V = \frac{1,73205 \times 60 \times 146,29 (0,2680 \times 0,85 + 0,2270 \times 0,5717)}{1000}$$

$$\Delta V = 9,71 \text{ V} \quad 0,007\% \text{ de } 22,9 \text{ kV}$$

Por lo tanto se cumple que $\Delta V \ll 3,5\%$ de 22,9 kV

Luego el cable esta bien seleccionado, por caída de tensión.

e. Calculo por Corriente de cortocircuito Térmicamente Admisible en el cable (I k m).

Para calcular la corriente de cortocircuito térmicamente admisible se emplea la relación conocida Ikm en función del tiempo de desconexión ante un cortocircuito y la sección del conductor, relación (4.10).

$$I_{km} = \frac{0,143 \times S}{\sqrt{t}} \quad (4.10)$$

Donde: Ikm = Corriente de cortocircuito térmicamente admisible.

S = Sección del conductor

t = Tiempo de desconexión del rele de protección

Reemplasando en (4.10) $I_{km} = \frac{0,143 \times 70}{\sqrt{0,2}}$

$$I_{km} = 22,38 \text{ kA}$$

Se calculo Icc 10.53 kA en el sistema

Como Ikm > Icc la selección del cable de 70 mm² es correcta.

Conclusión

El cable seleccionado es de 70 mm² N2XSY (18 / 30) kV por cumplir las condiciones de

- Por corriente de cortocircuito: Icc ,cable =22,38 kA

$$I_{cc, \text{ red}} = 10,53 \text{ kA}$$

- ▶ Luego: Icc cable > Icc red OK

- Por Capacidad de corriente In a MD red = 196,98

$$I_n \text{ cable} = 311 \text{ A}$$

- ▶ Luego: In cable > In a MD red OK

- Por Caída de tension: ΔV cable = 9,71 volt.

ΔV norma a 3,5 % de $V_n = 801,5$ volt

Luego: ΔV cable > ΔV norma a 3,5 % OK .

4.5. Calculo justificativo de la subestación

4.5.1 Calculo de ventilación

La ventilación de la Subestación proyectada será natural

Para este calculo consideramos en primer lugar el caudal de aire necesario que haga posible la evacuación del calor producido por las perdidas en el cobre y el hierro al operar el transformador y luego determinamos las dimensiones del orificio de ventilación y la sección de la ventana.

Determinación del caudal de aire:

Según las normas CNE, la temperatura media diaria de 30°C y una temperatura anual de de 20 °C.

Si consideramos la temperatura máxima admisible o temperatura de salida de aire de la cabina t_2 es de 40°C y que la temperatura media diaria t_1 es de 30°C tendremos.

$$\Delta T = T_2 - t_1 = 40^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C} \quad (4.11)$$

Para el cálculo del caudal de aire necesario para la ventilación se asume que en las peores condiciones, el aire seco es el que tiene menos cualidades de ventilación por lo tanto como medida de seguridad podemos asumir, que se ventilará la subestación con aire seco, por lo que el peso del aire seco se puede expresar por.

$$G = 342 P / T \text{ kg / cm}^3 \quad (4.12)$$

Donde:

G = Peso de aire seco.

P = Presión de aire en atmósferas.

T = Temperatura absoluta en °K

La cantidad de aire necesario para el transporte de calorías a una diferencia de temperatura de $(t_2 - t_1)$, calculamos aplicando la expresión: (4.13)

$$Q = 866 * T / (0,238(t_2 - t_1)*342 P) \quad (4.13)$$

$T_2 = 40^\circ\text{C}$ (temperatura a la cual el aire sale de la cabina)

$T_1 = 30^\circ\text{C}$ (temperatura a la cual el aire entra a la cabina)

$T = 30 + 273 \text{ }^\circ\text{K}$

$P = 0,8$ atmósfera.

Reemplazando valores: en (4.13)

$Q = 403 \text{ m}^3 / \text{kWh}$

Considerando un transformador de 5000 kVA y que las pérdidas totales son de 150 kW, (no superan el 3% a plena carga), por lo que el caudal necesario será:

$$Q_n = Q * 150 / 3600 \quad (4.14)$$

Reemplazando en (4.14) se tiene:

$Q_n = 16,79 \text{ m}^3 / \text{seg}$

El volumen de salida de la cabina será:

$T = 40 + 273 = 313 \text{ }^\circ\text{K}$

$(t_2 - t_1) = 10^\circ\text{C}$

$Q_m = 866 * 313 * 150 / (0,238*10*342*2880)$

$Q_m = 17,34 \text{ m}^3 / \text{seg}.$

Luego $Q_m > Q_n$

El canal de entrada es de 1 m x 1m: $A = 1 \text{ m}^2$

El canal de salida es de 1.2m x 0.85 m: $A = 1.02 \text{ m}^2$

Como se conoce el caudal de entrada 16.79 m³/seg la velocidad de entrada del aire es:

$V_e = 16,79 \text{ m} / \text{seg}.$

Como el caudal de salida de aire es mayor que el caudal de entrada no será necesario utilizar ventilación forzada, basta con la ventilación natural.

4.5.2. Cálculo de barras en 22.9 kV

Condiciones:

- a) Potencia aparente nominal a transmitir (kVA) : 5000
- b) Tensión nominal (kV) : 22,9
- c) Potencia de cortocircuito de entrada (MVA) : 418
- d) Factor de seguridad (Fs) : 1,25

4.5.3. Cálculo por corriente nominal

$$I_n = \frac{kVA \times F_s}{1,73 \times V} = 157,57 \text{ A.} \quad (4.15)$$

Se elige platinas de cobre de (100x10) mm, en disposición horizontal.

4.5.4. Cálculo por Esfuerzos Electrodinámicos

Parámetros:

- I_{cc} : Corriente de corto circuito permanente
- I_{ccm} : Corriente de cortocircuito máxima o de choque
- F : Esfuerzo entre dos barras (en cortocircuito)
- M_b : Momento máximo entre barras
- W_b : Momento resultante
- K_b : Esfuerzo máximo admisible del cobre 1000 a 1200 Kg / cm²
- W : momento propio de las barras de cobre
- L : Longitud entre apoyos = 0,60 m
- D : Distancia entre barras (entre ejes) = 0,35 m

$$I_{cc} = \frac{V}{1,73 \times (R_t + X_t)} \quad (4.16)$$

donde: I_{cc} = Corriente de corto circuito permanente, en la barra

V = Voltaje nominal en kV

X_T = Reactancia total equivalente en $\left(\frac{\Omega}{km}\right)$

R_T = Resistencia equivalente en $\left(\frac{\Omega}{km}\right)$

$$X_t = X_{entrada} + X_{cable} \quad (4.17)$$

$$X_{entrada} = \frac{V^2}{MVA} = 1,2545 \quad (4.18)$$

$$X_{cable} = \frac{0,2270 \times 80}{1000} = 0,01846$$

$$R = \frac{0,2680 \times 80}{1000} = 0,02144$$

$$I_{cc} = 10.3848 \text{ kA}$$

$$I_{ccm} = \sqrt{2} \times 1.8 \times I_{cc} \quad (4.19)$$

En consecuencia:

$$I_{ccm} = 1,8 \times 1,41 \times 10,3848 = 26,18 \text{ kA}$$

$$F = \frac{2.04 \times I_{ccm}^2 \times L \times 10^2}{d} = 39.94 \text{ kg} \quad (4.20)$$

Donde: F = Esfuerzo entre barras (kg)

I_{ccm} = Corriente de cortocircuito de choque (kA)

L = Longitud entre apoyos (m)

D = distancia entre barras.

$$M_b = \frac{F \times L}{8} = 499.25 \text{ Kg-cm} \quad (4.21)$$

Asumiendo:

$$K_b = 1000 \text{ kg / cm}^2$$

$$W_b = \frac{M_b}{K_b} = 0.49925 \text{ m}^3 \quad (4.22)$$

Como barra de cobre es de (100x10) mm

$$W = \frac{b^2 \times h}{6} = 16.6 \text{ cm}^3 \quad (4.23)$$

Conclusión

Se cumple que: $W > W_b$, significa que no existirá pandeo por acción de cortocircuito.

4.5.5. Cálculos por Efectos Térmicos

α : Sobre elevación de temperatura en °C (Máximo 200 °C)

K : Constante del material : 0,0058

Q : Sección de la barra : 1000 mm²

I_{cc} : Corriente de cortocircuito permanente en A.

I_{ccm} : Corriente de cortocircuito máximo o de choque en A.

t : Tiempo de apertura del dispositivo de protección 0,2 seg.

T : Valor para cortocircuito bipolar: 0,2

$$\delta t = \left[\frac{I_{ccm}}{I_{cc}} \right]^2 \times T = 4,32 \text{ seg.} \quad (4.24)$$

$$\nabla(\alpha) = \frac{K}{q^2} \times I_{cc}^2 \times (t + \alpha t) = 0,636 \text{ °C} \quad (4.25)$$

$$\alpha = \alpha_a + \Delta(\alpha) = 60 + 0.636 = 60,636 \text{ }^\circ\text{C} < 200 \text{ }^\circ\text{C}$$

$\alpha = 60.636 \text{ }^\circ\text{C}$ no cae en ningún intervalo.

4.5.6. Cálculo por frecuencia

La frecuencia natural de oscilación de la barra debe coincidir con la frecuencia de la red y esta dada por.

$$F = 112 \times \sqrt{\frac{(E \times J)}{(G \times L^4)}} \quad (4.26)$$

E	: Modulo de elasticidad	:	1,25 x x10 ⁶ kg / cm ²
J	: Momento de inercia	:	2,66 cm ⁴
G	. Peso de la platina en kg / cm	:	0,0889
L	: Longitud libre en cm	.	90

Debe cumplirse que.

$$54 \text{ Hz} > F > 60 \text{ Hz}$$

$$108 \text{ Hz} > F > 132 \text{ Hz}$$

F : 190.26 Hz no se encuentra en ningún rango.

4.5.7. Cálculo de aisladores porta barras

Esfuerzo en la punta de aisladores	:	F = 39,94 Kg.
Para el aislador del centro	:	2 x F = 79,88 kg.
Factor de seguridad	:	$C_s = \frac{750}{79.88} = 9.3$

Coordinación de protección

La celda de llegada tiene un interruptor automático con las siguientes características:

Corriente Nominal : 630 A

Tensión nominal : 24 kV

Capacidad de ruptura : 20 kA

Si consideramos la corriente de falla (cortocircuito trifasico) de 10,53 kA, el interruptor debe actuar:

Instantáneamente, con un tiempo de actuación menor que 0,12 seg. (Regulable)

El tiempo de actuación de la protección de los reles de Luz del Sur es de 0,2 seg., con lo que podemos afirmar que la protección de Luz del Sur y la de Amanco del Perú están coordinados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La operación del sistema eléctrico tiene problemas de sobrecargas en los transformadores 1 y 2 cuando entran en funcionamiento el 85% de los equipos que representan la carga productiva, dando lugar al disparo de los interruptores principales en las celdas de distribución
- 2.- La distribución de los corrientes de corto circuito que circulan por los alimentadores dependen de las cargas.
- 3.- En los cálculos de corto circuito no se ha considerado fallas de tierra, solo se tomo en cuenta falla trifásica porque la topología es del tipo radial
- 4.- Los conductores alimentadores tienen relación X / R muy variable esto hace que su convergencia en el programa no es rápido.
- 5.- Debido al efecto de capacidad de ruptura de algunos interruptores que protegen a algunas cargas sus contactos se fusione, esto genera una falla trifásica
- 6.- Los interruptores de las celdas de distribución tienen capacidad de ruptura muy altos que demuestra cualquier falla de corto circuito inferior a el va producir su disparo.
- 7.- Según el flujo de carga los conductores que alimentan a cargas en 230 voltios tienen problema de sobrecarga que pueden generar cortocircuitos peligrosos.
- 8.- Los transformadores existente están trabajando sobrecargado esto implica que el estado de los aislamiento a disminuido su vida útil por esfuerzos electrodinámicos provocado por corrientes y tensiones impulsionales y además la disminución de la vida útil del transformador en un promedio de la mitad

- 9.- En estas condiciones de operación de los transformadores ante cualquier caída de tensión causada por la red ò por la salida repentina de una gran carga puede provocar colapso del equipo por falla de aislamiento.
- 10.- Es de suma importancia los estudios de planificación del sistema para conocer la proyección de demanda, para garantizar la operación correcta y confiable ante cualquier incremento de carga en el sistema productivo.

Recomendaciones.

- 1.- Es de suma Urgencia dar solución a los alimentadores sobrecargados para evitar paradas innecesarias y por fallas de aislamiento de estos alimentadores.
- 2.- También es necesario evacuar cargas del transformador N° 2
- 3.- El Sepan 2000 instalado en la celda de llegada es necesario realizar coordinación de protección con los reles de Luz del Sur.
- 4.- Es de suma urgencia realizar la instalación del nuevo transformador de 1600 kVA para poder garantizar la confiabilidad del sistema.
- 5.- El proyecto se ha desarrollado en dos niveles de tensión por las recomendaciones de la empresa concesionaria una etapa en 10 kV y la otra etapa futura en 22,9 kV
- 6.- Para la implementación de la subestación de 22,9 kV es necesario adquirir un transformador de 5000 kVA para ampliaciones futuras.

**ANEXO A: Metrado, Tablas y Esquema
de Ubicación**

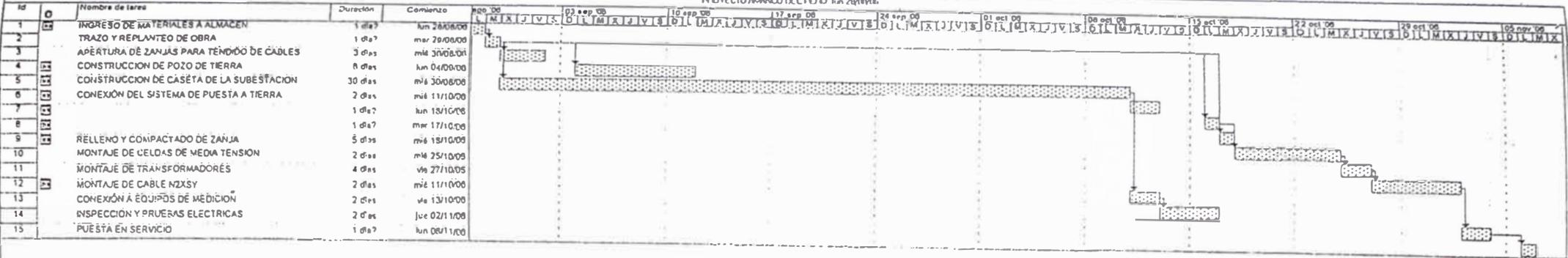
PLANILLA DE METRADO PROYECTO SUBESTACIÓN ELECTRICA AMANCO DEL PERU

ITEM	DESCRIPCION	METRADO	
		UNID.	CANT.
04.00.00.00	PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE S.E. EN 22,9 Kv		
04.02.01.00	Obra Civil Subestación Nueva 5MVA, (22,9)kV; según plano de construcción de construcción	Gbl	1
04.02.02.00	Suministro e Instalación en Subestación Nueva (Celda), Incluye: 01 Celda de Transformación 3 MVA, y 01 Celda de Salida de 10 kV, Según especificaciones con accesorios para montaje.	UND.	1
04.02.03.01	Kit de Terminales para cables unipolares N2XSY de 70 mm ² de (18 / 30) kV, para interior Similar a 3M ò Raychim.	UND.	1
04.02.03.02	Interruptor Automatico en SF-6, con Protección y Medición 24kV, 630A,y 25 kA	UND.	1
04.02.03.03	Seccionador unipolar para apertura sin carga, 24kV,400A, similar a FELMEC	UND.	3
04.02.04.00	Transformador de Potencia Seco TRIHAL 5MVA,(22,9/10)kV,YnD11. Montaje interior.	UND.	1
04.02.05.01	Kit de Terminales para cables unipolares N2XSY de 70 mm ² de (8,7 / 15) kv, para interior Similar a 3M ò Raychim.	UND.	2
04.02.05.02	Interruptor Automatico en SF-6, con Protección y Medición 17kV, 630A,y 20 kA	UND.	1
04.03.01.00	Suministro e Instalación en Subestación (Celda), Incluye: 01 Celda de Protección y Maniobras de Transformador 1600kVA, 10 kV, y 01 Celda de transformación, según especificaciones preparados para 10kV,con sus respectivos accesorios para montaje .	UND	1
04.03.05.01	Kit de Terminales para cables unipolares N2XSY de 70 mm ² de (8,7 / 15) kv, para interior Similar a 3M ò Raychim.	UND.	2
04.03.05.02	Interruptor Automatico en SF-6, con Protección y Medición 17kV, 630A,y 20 kA	UND	1
04.03.05.03	Seccionador unipolar para apertura sin carga, 12kV,400A, similar a FELMEC	UND.	3
04.03.05.04	Transformador de Potencia Seco TRIHAL 1600kVA, (10/0.460)kV, Dyn5. Montaje interior.		

04.03.06.00	Sistema de puesta a Tierra		
04.03.06.01	Suministro e Instalaciòn de pozo de puesta a tierra para M.T. Rt< 25 ohm, incluye varilla de cobre 15mm x 2,40m,02 conector AB, aditivo compuesto de Ventonita Sodica màs Sal industrial con tierra vegetal y base con tapa de cemento.	UND	4
04.03.06.02	Suministro e Instalaciòn de pozo de puesta a tierra para M.T. Rt< 15ohm, incluye varilla de cobre 15mm x 2,40m,02 conector AB, aditivo compuesto de Ventonita Sodica màs Sal industrial con tierra vegetal y base con tapa de cemento.	UND	2
04.03.07.00	Suministro e Instalaciòn de Conductores		
04.03.01.00	Cable unipolar tipo N2XSY (18 / 30)kV, de 70 mm2, similar a indeco	ML	248
04.03.02.00	Cable unipolar tipo N2XSY (8,7 / 15)kV, de 70 mm2, similar a indeco	ML	48
04.03.03.00	Cable de cobre desnudo temple balndo de 70mm2	ML	42
04.03.08.00	Equipo de Protecciòn para Maniobra en Media Tensiòn		
04.03.08.01	Pertiga aislada mìnimo 2m de longitud para 30 kV	UND	1
04.03.08.02	Banqueta de maniobra con aislador de 30 kV	UND	1
04.03.08.03	Guantes de seguridad de goma, clase 3 (30) kV	UND	1
04.03.08.04	Placa de señalizaciòn, Con letras de color rojo y fondo amarillo	UND	1
04.03.08.05	Revelador de tensiòn audible y visual hasta (30)kV. Similar a Ritz (Brasil)	UND	1
04.03.08.06	Casco 8dielectrico)de seguridad clase E tipo II	UND	1
04.03.08.07	Zapatos de seguridad con planta aislado para (30) kV	UND	1
04.03.09.00	Movimiento de tierra		
04.03.09.01	Corte de vereda ambos lados, ancho de 0,6 m	ML	80
04.03.09.02	Excavaciòn manual en tierra natural h= 1,10m y 0,6 de ancho	M3	72
04.03.09.03	Relleno y compactaciòn con material propio cernido	M3	60
04.03.09.04	Rotura de vereda 0,7m de ancho	ML	65
04.03.09.05	Reparaciòn de vereda, losa de concreto , semi pulido	M2	
04.03.10.00	Pruebas		
04.03.10.01	Prueba de cable media tensiòn y polaridad Y Puesta en servicio de los sistemas en 22,9kv y 10kV dentro de la empresa Amanco del Perú	UND	1

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

PROYECTO AMANCO DEL FEDEJ km 28/19/16



Proyecto M/SISTEM
Fecha: mié 18/08/0

Tarea
División

Progreso
Hecho

Resumen
Resumen del Proyecto

Tareas externas
Fuera externo

Fecha final

**Tabla Nº 2.7 CARACTERISTICAS ELECTRICAS : CABLE TRIPLEX NYY 0.6/1 kV
(3 x 1 x)**

Sección Nominal (mm ²)	Resistencia (Ohm/km) CAa 20° C	Reactancia Ohm/km a 60 Hz	Capacidad de corriente					
			Unipolares			tripolares		
			Aire	Ducto	Enterr.	Aire	Ducto	Enterr.
1.5	4.9656	0.1932	27	23	31	19	22	28
2.5	4.2513	0.1814	38	35	45	26	33	37
4	3.7750	0.1735	50	44	58	36	42	48
6	3.1400	0.1630	66	56	76	46	51	60
10	1.8700	0.1420	91	83	99	63	62	79
16	1.1700	0.1380	125	110	125	85	82	102
25	0.7410	0.1390	165	143	160	111	108	135
35	0.5340	0.1270	200	176	195	137	134	160
50	0.3950	0.1240	245	217	230	165	160	190
70	0.2700	0.1210	295	255	285	210	200	235
95	0.1970	0.1180	355	305	335	260	240	280
120	0.1560	0.1170	405	345	380	300	270	320
150	0.1260	0.1160	465	395	430	340	310	360
185	0.1010	0.1140	530	440	485	390	350	405
240	0.0769	0.1130	620	505	560	465	405	470
300	0.0613	0.1120	700	575	635	525	450	530
400	0.0479	0.1110	860	665	715	605	520	605
500	0.0373	0.1100	975	750	800	705	595	685

Tabla N° 10 Porecentaje de THDv celda (servicios y molinos)

Armónicos	% VOLTAJE	THD _v						
		8	4.12	4.26	4.14	3.87	3.85	3.88
THD	% Un	8	4.12	4.26	4.14	3.87	3.85	3.88
2. Harm.	% Un	2	-	-	-	-	-	-
3. Harm.	% Un	5	0	0	0	0	0	0
4. Harm.	% Un	1	-	-	-	-	-	-
5. Harm.	% Un	6	3.9	4.1	4	3.7	3.7	3.7
6. Harm.	% Un	0.5	-	-	-	-	-	-
7. Harm.	% Un	5	1.6	2.1	1.3	1.4	2	1.1
8. Harm.	% Un	0.5	-	-	-	-	-	-
9. Harm.	% Un	1.5	0	0	0	0	0	0
10. Harm.	% Un	0.5	-	-	-	-	-	-
11. Harm.	% Un	3.5	0	0	0	0	0	0
12. Harm.	% Un	0.5	-	-	-	-	-	-
13. Harm.	% Un	3	0	0	0	0	0	0
15. Harm.	% Un	0.5	0	0	0	0	0	0
17. Harm.	% Un	2	0	0	0	0	0	0
19. Harm.	% Un	1.5	0	0	0	0	0	0
21. Harm.	% Un	0.5	0	0	0	0	0	0

Tabla N° 2.9 CONTENIDO DE THDv (celda de extrusoras e inyectoras)

Armónicos	% voltaje	THD _v						
		8	9.91	9.37	10.22	9.54	8.87	9.81
THD	% Un	8	9.91	9.37	10.22	9.54	8.87	9.81
2. Harm.	% Un	2	-	-	-	-	-	-
3. Harm.	% Un	5	0.1	0.3	0.3	0	0	0
4. Harm.	% Un	1	-	-	-	-	-	-
5. Harm.	% Un	6	9.6	8.5	9.9	9.1	8	9.4
6. Harm.	% Un	0.5	-	-	-	-	-	-
7. Harm.	% Un	5	3.4	5.8	4.5	2.7	4.8	4.1
8. Harm.	% Un	0.5	-	-	-	-	-	-
9. Harm.	% Un	1.5	0.2	0.3	0.2	0.1	0	0.1
10. Harm.	% Un	0.5	-	-	-	-	-	-
11. Harm.	% Un	3.5	0.7	0.6	0.3	0.2	0.3	0.1
12. Harm.	% Un	0.5	-	-	-	-	-	-
13. Harm.	% Un	3	0	0	0	0	0	0
15. Harm.	% Un	0.5	0	0	0	0	0	0
17. Harm.	% Un	2	0	0	0	0	0	0
19. Harm.	% Un	1.5	0	0	0	0	0	0
21. Harm.	% Un	0.5	0	0	0	0	0	0

protocolo de ensayos n° 625072-02



tél. : 03 87 70 57 57
 fax : 03 87 51 10 16
 télex : 860 418 FRAFO

adresse postale :
 B.P. 10140
 F 57281 Maizières-lès-Metz cedex

Materia: Transformador en capsulado	Potencia asignada : 1000	kVA
Tipo: Reductor - Interior - Trifásico	Frecuencia asignada : 60	Hz
Norma: IEC 726	Peso total : 2300	kg
Dieléctrico: Tihhal	Clase (HD464 S1)	: C2 E2 F1
Modo de enfriamiento: AN	Año	: 1996

Ambiente máximo según IEC.76 : 40 °C	Altitud de funcionamiento : X < 1000 m
Calentamiento medio máximo arrollamientos : 100 °C	Descargas parciales : < 10 pC con 1.10 Um

Tensión asignada : AT 10000 V	Corriente : 57.74 A
Toma : AT 10500 V - 10250 V - 9750 V - 9500 V	

Aislamiento : 12 kV(75/28)	Tensión aplicada : 28 kV	Duración : 60 s
----------------------------	--------------------------	-----------------

Tensión asignada : BT 460 V	Corriente : 1255.1 A
-----------------------------	----------------------

Aislamiento : 1.1 kV(0/10)	Tensión aplicada : 10 kV	Duración : 60 s
----------------------------	--------------------------	-----------------

Conexion : Dyn11	Tensión inducida : 20000 V	Duración : 26 s	Frecuencia : 270 Hz
------------------	----------------------------	-----------------	---------------------

Observación : Clase termica F
 Procedimiento de ensayo n° MOD/IG/ESS007 y MOD/IG/ESS008.
 Medición de las descargas parciales, criterio de aceptación, salvo acuerdo especial entre FT y el comprador:
 < 10 pC con 1.10 Um / < 10 pC garantizado con 1.375 Un si Um > 1.25 Un
 Este transformadores fue sometido a las medidas de descargas parciales. Por consiguiente, garantizamos un nivel inferior a 10 pC.



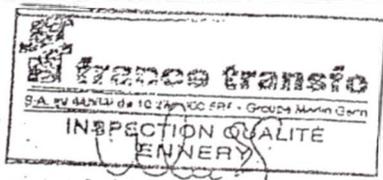
	PV	IV/IN	PCC a 120 °C	UCC 120 °C	PV+PCC a 120 °C	Relación de transformación Toma principal	Circ
Garantiza	2000 W	1.20 %	10000 W	6.00 %	12000 W	±0.5 %	±1

Relación de transformación asignada		Resistencia a 20.0 °C	
AT / BT		AT : 0.722 Ω	BT : 0.000996 Ω
1 - 22.82		0.721 Ω	0.00101 Ω
2 - 22.30		0.721 Ω	0.000977 Ω
3 - 21.77		Medias : 0.721 Ω	0.000990 Ω
4 - 21.22		ΣRP : 3606 W	2340 W
5 - 20.69		ΣRP 120 °C : 5021 W	3257 W

Medida de pérdidas en vacío										Resultados			
Hz	U(V)	I1(A)	I2(A)	I3(A)	IV(A)	dW1±dW2	cte	k	FV	ΔPV	IV/IN	ΔIV/IN	
50	460	6.59	4.74	8.12	5.82	2277	1		2277 W	13.85 %	0.463 %	-61.39 %	

Medida de las pérdidas debidas a la carga a 20.0 °C (AT/BT)										Resultados a 120 °C			
U(V)	I1(A)	I2(A)	I3(A)	cte	dW1±dW2	cte	k	Pmas.	PCC	ΔPCC	UCC	ΔUCC	
508.6	57.74	57.74	57.74	1	6647	1		6647	5004 W	-9.96 %	6.12 %	1.95 %	
508.6								6647					

Emitido el 20-12-1996	PV+PCC	11281 W	ΔPV+PCC	-5.99 %
Responsable de los ensayos M. WALTER	Rendimiento	Caída de tensión		
	cos φ 0.8 : 98.609 %	cos φ 0.8 : 4.443 %		
	cos φ 1.0 : 98.884 %	cos φ 1.0 : 1.083 %		



PUNCESS 21

Carga continua de barras de cobre (DIN 43671)

Barras de cobre con sección rectangular en instalaciones interiores, temperatura ambiente 35 °C, temperatura del embarrado 65 °C, disposición vertical del ancho de la barra, luz entre barras igual al espesor de barras, en c.a. luz entre fases > 0,8 x distancia entre ejes de las fases

Ancho x grosor	Sección	Peso ¹⁾	Material ²⁾	Intensidad continua en A c.a. hasta 60 Hz								Intensidad continua en A c.c. y c.a. hasta 16 2/3 Hz							
				pintado				desnudo				pintado				desnudo			
				N.º de barras				N.º de barras				N.º de barras				N.º de barras			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
mm	mm ²	kg/m		I	II	III	III	I	II	III	III	I	II	III	III	I	II	III	III
							50°				50°								
12 x 2	23,5	0,209	E-Cu F 37	123	202	228		108	182	216		123	202	233		108	182	220	
15 x 2	29,5	0,262	E-Cu F 37	148	240	261		128	212	247		148	240	267		123	212	252	
15 x 3	44,5	0,396	E-Cu F 37	187	316	381		182	282	361		187	316	387		162	282	365	
20 x 2	39,5	0,351	E-Cu F 37	189	302	313		162	264	298		189	302	321		162	266	303	
20 x 3	59,5	0,529	E-Cu F 37	237	394	454		204	348	431		237	394	463		204	348	437	
20 x 5	99,1	0,882	E-Cu F 37	319	560	728		274	500	690		320	562	729		274	502	687	
20 x 10	199	1,77	E-Cu F 30	497	924	1320		427	825	1180		499	932	1300		428	832	1210	
25 x 3	74,5	0,663	E-Cu F 37	287	470	525		245	412	498		287	470	538		245	414	506	
25 x 5	124	1,11	E-Cu F 37	384	662	839		327	586	795		384	664	841		327	590	794	
30 x 3	89,5	0,796	E-Cu F 37	337	544	593		285	478	564		337	546	608		286	478	575	
30 x 5	149	1,33	E-Cu F 37	447	760	944		379	672	896		448	766	950		380	676	897	
30 x 10	299	2,66	E-Cu F 30	676	1200	1670		573	1060	1480		683	1230	1630		579	1080	1520	
40 x 3	119	1,05	E-Cu F 37	435	692	725		366	600	690		436	696	748		367	604	708	
40 x 5	199	1,77	E-Cu F 37	573	952	1140		482	838	1090		576	966	1160		484	848	1100	
40 x 10	399	3,55	E-Cu F 30	850	1470	2000	2580	715	1290	1770	2280	865	1530	2000		728	1350	1880	

IMECO S.A. INGENIEROS

(continuación)

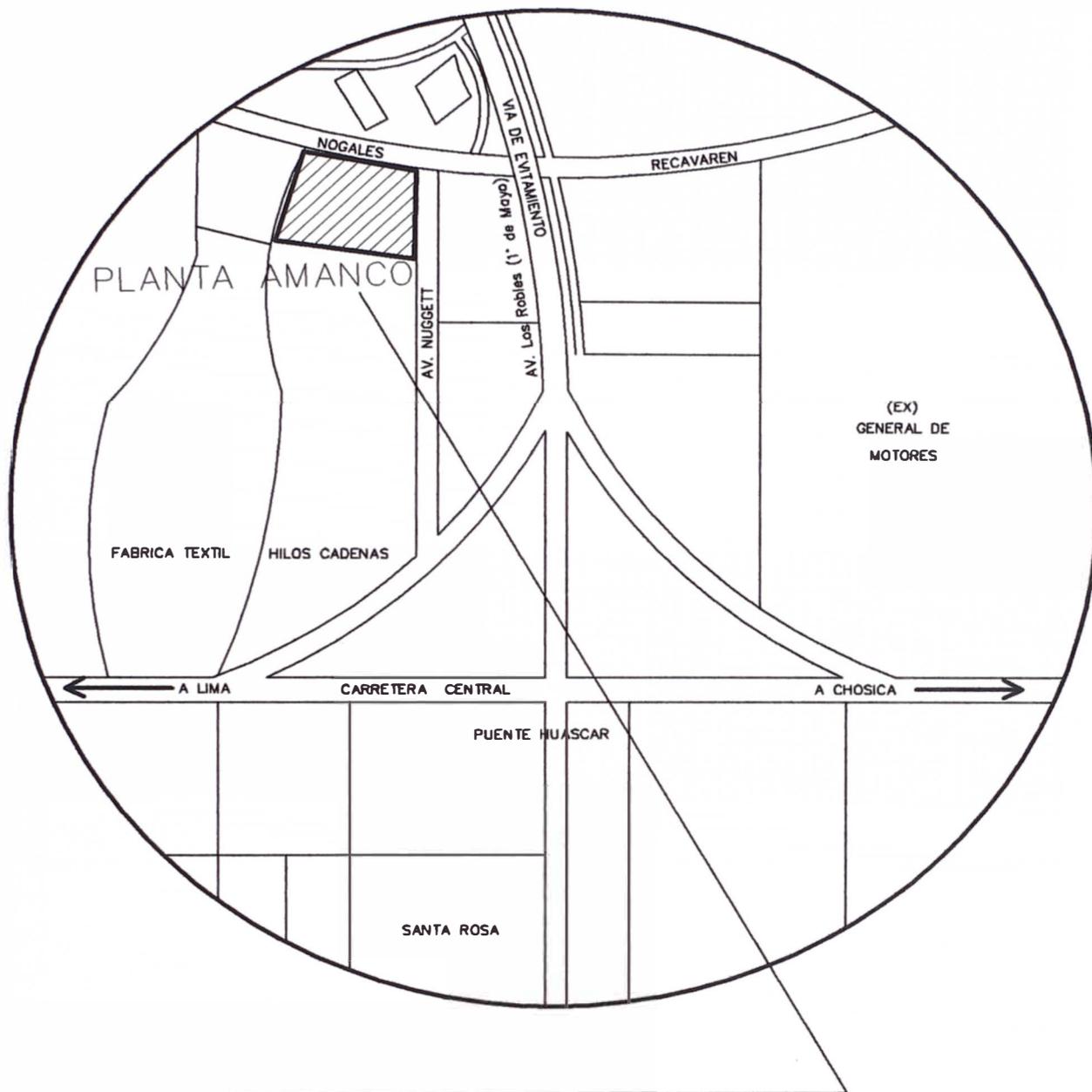
Ancho x grosor	Sección	Peso ¹⁾	Material ²⁾	Intensidad continua en A c.a. hasta 60 Hz								Intensidad continua en A c.c. y c.a. hasta 16 2/3 Hz							
				pintado				desnudo				pintado				desnudo			
				N.º de barras				N.º de barras				N.º de barras				N.º de barras			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
mm	mm ²	kg/m		I	II	III	III	I	II	III	III	I	II	III	III	I	II	III	III
							50°				50°								
50 x 5	249	2,22	E-Cu F 37	697	1140	1330	2010	583	994	1260	1920	703	1170	1370		588	1020	1300	
50 x 10	499	4,44	E-Cu F 30	1020	1720	2320	2950	852	1510	2040	2600	1050	1830	2360		875	1610	2220	
60 x 5	299	2,66	E-Cu F 30	826	1330	1510	2310	688	1150	1440	2210	836	1370	1580	2060	696	1190	1500	1970
60 x 10	599	5,33	E-Cu F 30	1180	1960	2610	3290	985	1720	2300	2900	1230	2130	2720	3580	1020	1870	2570	3390
80 x 5	399	3,55	E-Cu F 30	1070	1680	1830	2830	885	1450	1750	2720	1090	1770	1990	2570	902	1530	1890	2460
80 x 10	799	7,11	E-Cu F 30	1500	2410	3170	3930	1240	2110	2790	3450	1590	2730	3420	4490	1310	2380	3240	4280
100 x 5	499	4,44	E-Cu F 30	1300	2010	2150	3300	1080	1730	2050	3190	1340	2160	2380	3080	1110	1810	2270	2960
100 x 10	988	8,89	E-Cu F 30	1810	2850	3720	4530	1490	2480	3260	3980	1940	3310	4100	5310	1600	2890	3900	5150
120 x 10	1200	10,7	E-Cu F 30	2110	3280	4270	5130	1740	2860	3740	4500	2300	3900	4780	6260	1890	3390	4560	6010
160 x 10	1600	14,2	E-Cu F 30	2700	4130	5360	6320	2220	3590	4680	5530	3010	5060	6130	8010	2470	4400	5860	7710
200 x 10	2000	17,8	E-Cu F 30	3290	4970	6430	7490	2690	4310	5610	6540	3720	6220	7460	9730	3040	5390	7150	9390

IMECO S.A. INGENIEROS

¹⁾ Calculado con una densidad de 8,9 kg/dm³.

²⁾ Luz mínima.

³⁾ Material: E-Cu u otros materiales, según DIN 40 500, hoja 3, semiproducto preferente: barras planas con redondeo de aristas según DIN 46 433, hoja de selección 3.



PLANO DE UBICACION

Figura : 4.1 Plano de Ubicación de la Planta Amanco del Perú S.A

ANEXO B : Flujo de Potencia

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
Prinex (Serial #0032955)
Project Name:

Power Flow Mismatch Report				
Iteration	MW	Mismatch	MVAR	Mismatch
Number	Bus Name	(P.U.)	Bus Name	(P.U.)
1	MARIS150	0.00968	MARIS150	0.01333
2	MARIS150	0.00066	MARIS150	0.00037
3	MARIS150	0.00004	MARIS150	0.00005
4	CASAMAQ	0.00000	MARIS150	0.00000
5	B110	0.00000	B110	0.00000

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
Prinex (Serial #0032955)
Project Name:

Page 2

GENERATOR SUMMARY REPORT

Name	Type	Scheduled			Limits		Solutions			V(p	
		kW	kVAR	V(pu)	Qmin	Qmax	kW	kVAR	kVA		Pf
UTIL-1	3	0.0	0.0	1.000	-100000000	100000000	2278.0	1148.8	2551.3	0.89	1.0

Prinex (Serial #0032955)

Project Name:

LOAD SUMMARY REPORT

Name	Base kV	Solution		Scheduled Load			Angle	Pf
		kV	(pu)	kW	kVAR	kVA		
ALUMOF	0.230	0.211	0.919	-100.0	-75.0	125.0	-4.82	0.80
ALUMPLAN	0.230	0.210	0.912	-60.0	-45.0	75.0	-4.68	0.80
AMUT90	0.460	0.435	0.945	-67.0	-50.2	83.7	-4.02	0.80
AREANOVAL	0.460	0.433	0.940	-50.0	-37.5	62.5	-4.02	0.80
B110	0.230	0.204	0.888	-143.0	-107.3	178.8	-5.83	0.80
B65	0.230	0.217	0.945	-66.0	-49.5	82.5	-3.81	0.80
BATERIA	0.460	0.435	0.946	-13.2	-9.9	16.5	-3.99	0.80
BAUSANO	0.230	0.206	0.897	-55.0	-41.2	68.7	-5.91	0.80
BOMBAS	0.460	0.434	0.943	-60.0	-45.0	75.0	-4.02	0.80
BOMCI	0.460	0.433	0.941	-27.0	-20.2	33.7	-3.89	0.80
BT1460V	0.460	0.439	0.955	0.0	0.0	0.0	-3.57	0.00
BT2460V	0.460	0.438	0.952	0.0	0.0	0.0	-3.75	0.00
BUS-1	10.000	9.979	0.998	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
BUS-54	0.230	0.207	0.901	0.0	0.0	0.0	-5.91	0.00
BUS-57	0.230	0.434	1.889	0.0	0.0	0.0	-4.03	0.00
BUS-58	0.230	0.213	0.924	0.0	0.0	0.0	-4.82	0.00
BUS-59	0.230	0.211	0.918	0.0	0.0	0.0	-4.76	0.00
CASAMAQ	0.460	0.428	0.931	-431.0	-323.0	538.6	-4.02	0.80
CHILLAC	0.460	0.433	0.942	-24.0	-18.0	30.0	-3.95	0.80
ENGEL100	0.460	0.436	0.947	-14.0	-10.5	17.5	-3.81	0.80
ENGEL1002	0.460	0.436	0.948	-14.0	-10.5	17.5	-3.81	0.80
ENGEL1003	0.460	0.436	0.947	-14.0	-10.5	17.5	-3.81	0.80
ENGEL150	0.460	0.436	0.948	-16.0	-12.0	20.0	-3.81	0.80
ENGEL300	0.460	0.435	0.945	-28.0	-21.0	35.0	-3.81	0.80
EXTRUINYECTO	0.460	0.437	0.950	0.0	378.7	378.7	-3.81	0.00
GRANUPE	0.460	0.433	0.941	-28.0	-21.0	35.0	-3.89	0.80
GRANUPVC	0.460	0.433	0.941	-28.0	-21.0	35.0	-3.89	0.80
HENCHELL1202	0.460	0.435	0.947	-40.0	-30.0	50.0	-3.77	0.80
HENCHELL12	0.230	0.207	0.899	-12.0	-9.0	15.0	-5.91	0.80
KMD2110	0.460	0.436	0.948	-130.0	-97.5	162.5	-3.81	0.80
KMD260	0.460	0.437	0.949	-35.0	-26.2	43.7	-3.81	0.80
KMD290	0.460	0.436	0.949	-67.0	-50.2	83.7	-3.81	0.80
KME901	0.460	0.436	0.947	-125.0	-93.0	155.8	-3.81	0.80
KME902	0.230	0.205	0.891	-130.0	-97.5	162.5	-5.91	0.80
LUZ DEL SUR	10.000	10.000	1.000	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
Prinex (Serial #0032955)
Project Name:

LOAD SUMMARY REPORT

Name	Base kV	Solution		Scheduled Load			Angle	Pf
		kV	(pu)	kW	kVAR	kVA		
MARIS150	0.230	0.433	1.884	-151.0	-113.0	188.6	-4.03	0.80
MEZCFC	0.460	0.433	0.942	-120.0	-90.0	150.0	-4.02	0.80
PULVERI	0.460	0.434	0.943	-38.0	-28.5	47.5	-4.02	0.80
REED300	0.460	0.435	0.946	-32.0	-24.0	40.0	-3.81	0.80
SERVICIOS	0.460	0.435	0.947	0.0	376.4	376.4	-4.02	0.00
SISTEXTR	0.460	0.435	0.946	-15.0	-11.0	18.6	-4.00	0.81
SISTINyec	0.460	0.435	0.946	-3.0	-2.2	3.7	-4.00	0.81
SISTMEZ	0.460	0.435	0.945	-35.0	-26.0	43.6	-4.02	0.80
SISTMP	0.460	0.434	0.943	-30.0	-22.0	37.2	-3.93	0.81

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
Prinex (Serial #0032955)
Project Name:

_____ System Summary Reports _____

Total Generation In System	=	2278.0 kW,	1148.8 kVAR
	=	2551.3 kVA,	0.9 (Pf)
Total Load In System	=	-2201.2 kW,	-1648.6 kVAR
	=	2750.2 kVA,	0.8 (Pf)
Total Shunt Load In System	=	0.0 kW,	755.0 kVAR
Total Losses In System	=	-76.8 kW,	-255.2 kVAR
Check of Balance In System	=	0.0 kW,	-0.0 kVAR

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
Prinex (Serial #0032955)
Project Name:

Overload Threshold (10 %)

Transformer Overload Reports

From Name	To Name	Branch	Winding kVA	Rated	Loaded	Overloaded	Comment
BUS-1	BT2460V	TRAFO 2	1307.3	1000.0	130.7 %	30.7 %	VIOLATION
BUS-1	BT1460V	TRAFO 1	1238.7	1000.0	123.9 %	23.9 %	VIOLATION
EXTRUINYECTO	BUS-54	TX-5	453.1	400.0	113.3 %	13.3 %	VIOLATION
EXTRUINYECTO	BUS-57	TX-6	190.2	400.0	47.5 %	-52.5 %	
SERVICIOS	BUS-58	TX-7	128.7	200.0	64.4 %	-35.6 %	
SERVICIOS	BUS-59	TX-8	77.9	100.0	77.9 %	-22.1 %	

Prinex (Serial #0032955)

Project Name:

Voltage Violation Report

Limits (MAX: 1.05, Min: 0.95)

Name	Base kV	Area	Zone	pu	Voltage kV
ALUMOF	0.230	1	1	0.919	0.211
ALUMPLAN	0.230	1	1	0.912	0.210
AMUT90	0.460	1	1	0.945	0.435
AREANOVAL	0.460	1	1	0.940	0.433
B110	0.230	1	1	0.888	0.204
B65	0.230	1	1	0.945	0.217
BATERIA	0.460	1	1	0.946	0.435
BAUSANO	0.230	1	1	0.897	0.206
BOMBAS	0.460	1	1	0.943	0.434
BOMCI	0.460	1	1	0.941	0.433
BUS-54	0.230	1	1	0.901	0.207
BUS-57	0.230	1	1	1.889	0.434
BUS-58	0.230	1	1	0.924	0.213
BUS-59	0.230	1	1	0.918	0.211
CASAMAQ	0.460	1	1	0.931	0.428
CHILLAC	0.460	1	1	0.942	0.433
ENGEL100	0.460	1	1	0.947	0.436
ENGEL1002	0.460	1	1	0.948	0.436
ENGEL1003	0.460	1	1	0.947	0.436
ENGEL150	0.460	1	1	0.948	0.436
ENGEL300	0.460	1	1	0.945	0.435
EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.950	0.437
GRANUPE	0.460	1	1	0.941	0.433
GRANUPVC	0.460	1	1	0.941	0.433
HENCHEL1202	0.460	1	1	0.947	0.435
HENCHELL12	0.230	1	1	0.899	0.207
KMD2110	0.460	1	1	0.948	0.436
KMD260	0.460	1	1	0.949	0.437
KMD290	0.460	1	1	0.949	0.436
KME901	0.460	1	1	0.947	0.436
KME902	0.230	1	1	0.891	0.205
MARIS150	0.230	1	1	1.884	0.433
MEZCFC	0.460	1	1	0.942	0.433
PULVERI	0.460	1	1	0.943	0.434

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
Prinex (Serial #0032955)
Project Name:

Voltage Violation Report
Limits (MAX: 1.05, Min: 0.95)

Name	Base kV	Area	Zone	pu	Voltage kV
REED300	0.460	1	1	0.946	0.435
SERVICIOS	0.460	1	1	0.947	0.435
SISTEXTR	0.460	1	1	0.946	0.435
SISTINYEC	0.460	1	1	0.946	0.435
SISTMEZ	0.460	1	1	0.945	0.435
SISTMP	0.460	1	1	0.943	0.434

Prinex (Serial #0032955)

Project Name:

Overload Threshold (10 %)

Line Overload Reports

From Name	To Name	Branch	Amperes	Rated	Loaded	Overloaded	Comment
EXTRUINYEcto	BT1460V	C-1	389	450	86.6 %	-13.4 %	
EXTRUINYEcto	BT1460V	C-2	389	450	86.6 %	-13.4 %	
EXTRUINYEcto	BT1460V	C-3	389	450	86.6 %	-13.4 %	
EXTRUINYEcto	BT1460V	C-4	389	450	86.6 %	-13.4 %	
SERVICIOS	BT2460V	C-5	411	450	91.3 %	-8.7 %	Warning
SERVICIOS	BT2460V	C-6	411	450	91.3 %	-8.7 %	Warning
SERVICIOS	BT2460V	C-7	411	450	91.3 %	-8.7 %	Warning
SERVICIOS	BT2460V	C-8	411	450	91.3 %	-8.7 %	Warning
BUS-1	LUZ DEL SUR	C-19	147	255	57.8 %	-42.2 %	
KMD2110	EXTRUINYEcto	C-21	108	270	39.8 %	-60.2 %	
BAUSANO	BUS-54	C-22	192	270	71.3 %	-28.7 %	
KMD290	EXTRUINYEcto	C-23	111	270	41.0 %	-59.0 %	
AMUT90	SERVICIOS	C-24	111	270	41.2 %	-58.8 %	
KME901	EXTRUINYEcto	C-25	103	270	38.2 %	-61.8 %	
MARIS150	BUS-57	C-26	84	270	31.0 %	-69.0 %	
ENGEL100	EXTRUINYEcto	C-27	23	270	8.6 %	-91.4 %	
HENCHEL1202	EXTRUINYEcto	C-28	66	200	33.1 %	-66.9 %	
B110	BUS-54	C-29	307	270	113.6 %	13.6 %	VIOLATION
KMD260	EXTRUINYEcto	C-30	58	240	24.1 %	-75.9 %	
ENGEL1002	EXTRUINYEcto	C-32	23	270	8.6 %	-91.4 %	
KMD2110	EXTRUINYEcto	C-34	108	270	39.8 %	-60.2 %	
GRANUPVC	SERVICIOS	C-35	47	160	29.2 %	-70.8 %	
PULVERI	SERVICIOS	C-36	63	270	23.4 %	-76.6 %	
CASAMAQ	SERVICIOS	C-38	182	270	67.2 %	-32.8 %	
GRANUPE	SERVICIOS	C-45	47	160	29.2 %	-70.8 %	
B110	BUS-54	C-47	202	200	101.0 %	1.0 %	VIOLATION
KME901	EXTRUINYEcto	C-48	103	270	38.2 %	-61.8 %	
MARIS150	BUS-57	C-49	84	270	31.0 %	-69.0 %	
MARIS150	BUS-57	C-50	84	270	31.0 %	-69.0 %	
ENGEL150	EXTRUINYEcto	C-51	26	270	9.8 %	-90.2 %	
ENGEL300	EXTRUINYEcto	C-52	46	270	17.2 %	-82.8 %	
REED300	EXTRUINYEcto	C-53	53	270	19.7 %	-80.3 %	
ENGEL1003	EXTRUINYEcto	C-54	23	270	8.6 %	-91.4 %	

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Overload Threshold (10 %)

Line Overload Reports

From Name	To Name	Branch	Amperes	Rated	Loaded	Overloaded	Comment
BOMBAS	SERVICIOS	C-55	50	270	18.5 %	-81.5 %	
BOMCI	SERVICIOS	C-56	45	160	28.1 %	-71.9 %	
ALUMOF	BUS-58	C-57	341	270	126.4 %	26.4 %	VIOLATION
MEZCFC	SERVICIOS	C-58	100	270	37.0 %	-63.0 %	
CHILLAC	SERVICIOS	C-60	40	200	20.0 %	-80.0 %	
ALUMPLAN	BUS-59	C-61	206	200	103.2 %	3.2 %	VIOLATION
BATERIA	SERVICIOS	C-63	22	134	16.3 %	-83.7 %	
SISTMP	SERVICIOS	C-64	50	160	31.0 %	-69.0 %	
SISTMEZ	SERVICIOS	C-65	29	270	10.7 %	-89.3 %	
SISTEXTR	SERVICIOS	C-66	25	160	15.4 %	-84.6 %	
SISTINYEC	SERVICIOS	C-67	5	200	2.5 %	-97.5 %	
AREANOVAL	SERVICIOS	C-68	83	270	30.9 %	-69.1 %	
BOMBAS	SERVICIOS	C-69	50	270	18.5 %	-81.5 %	
MEZCFC	SERVICIOS	C-71	100	270	37.0 %	-63.0 %	
SISTMEZ	SERVICIOS	C-72	29	270	10.7 %	-89.3 %	
KME902	BUS-54	C-75	229	270	84.8 %	-15.2 %	
B65	EXTRUINYECTO	C-76	219	270	81.2 %	-18.8 %	
KME902	BUS-54	C-77	229	270	84.8 %	-15.2 %	
CASAMAQ	SERVICIOS	C-78	182	270	67.2 %	-32.8 %	
CASAMAQ	SERVICIOS	C-79	182	270	67.2 %	-32.8 %	
CASAMAQ	SERVICIOS	C-80	182	270	67.2 %	-32.8 %	
HENCHELL12	BUS-54	C-81	42	270	15.5 %	-84.5 %	

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

VOLTAGE DROP REPORT

From Bus Name	Base kV	Area	Zone	To Bus Name	Base kV	Area	Zone	Voltage Drop(%)
BUS-1	10.00	1	1	BT2460V	0.460	1	1	4.59%
BUS-1	10.00	1	1	BT1460V	0.460	1	1	4.33%
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BUS-54	0.230	1	1	4.85%
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BUS-57	0.230	1	1	-93.90%
SERVICIOS	0.46	1	1	BUS-58	0.230	1	1	2.22%
SERVICIOS	0.46	1	1	BUS-59	0.230	1	1	2.88%
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BT1460V	0.460	1	1	-0.51%
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BT1460V	0.460	1	1	-0.51%
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BT1460V	0.460	1	1	-0.51%
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BT1460V	0.460	1	1	-0.51%
SERVICIOS	0.46	1	1	BT2460V	0.460	1	1	-0.54%
SERVICIOS	0.46	1	1	BT2460V	0.460	1	1	-0.54%
SERVICIOS	0.46	1	1	BT2460V	0.460	1	1	-0.54%
SERVICIOS	0.46	1	1	BT2460V	0.460	1	1	-0.54%
BUS-1	10.00	1	1	LUZ DEL SUR	10.000	1	1	-0.21%
KMD2110	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.13%
BAUSANO	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	-0.42%
KMD290	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.10%
AMUT90	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.12%
KME901	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.23%
MARIS150	0.23	1	1	BUS-57	0.230	1	1	-0.49%
ENGEL100	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.20%
HENCHEL1202	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.29%
B110	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	-1.34%
KMD260	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.06%
ENGEL1002	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.17%
KMD2110	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.13%
GRANUPVC	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.55%
PULVERI	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.37%
CASAMAQ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-1.57%
GRANUPE	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.55%
B110	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	-1.34%
KME901	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.23%
MARIS150	0.23	1	1	BUS-57	0.230	1	1	-0.49%
MARIS150	0.23	1	1	BUS-57	0.230	1	1	-0.49%

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
Prinex (Serial #0032955)
Project Name:

Overload Threshold (10 %)

Transformer Overload Reports

From Name	To Name	Branch	Winding kVA	Rated	Loaded	Overloaded	Comment
BUS-1	BT2460V	TRAFO 2	1307.3	1000.0	130.7 %	30.7 %	VIOLATION
BUS-1	BT1460V	TRAFO 1	1238.7	1000.0	123.9 %	23.9 %	VIOLATION
EXTRUINYECTO	BUS-54	TX-5	453.1	400.0	113.3 %	13.3 %	VIOLATION
EXTRUINYECTO	BUS-57	TX-6	190.2	400.0	47.5 %	-52.5 %	
SERVICIOS	BUS-58	TX-7	128.7	200.0	64.4 %	-35.6 %	
SERVICIOS	BUS-59	TX-8	77.9	100.0	77.9 %	-22.1 %	

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

VOLTAGE DROP REPORT

From Bus Name	Base kV	Area	Zone	To Bus Name	Base kV	Area	Zone	Voltage Drop(%)
ENGEL150	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.19%
ENGEL300	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.43%
REED300	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.39%
ENGEL1003	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.21%
BOMBAS	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.37%
BOMCI	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.56%
ALUMOF	0.23	1	1	BUS-58	0.230	1	1	-0.50%
MEZCFC	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.49%
CHILLAC	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.43%
ALUMPLAN	0.23	1	1	BUS-59	0.230	1	1	-0.59%
BATERIA	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.10%
SISTMP	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.40%
SISTMEZ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.14%
SISTEXTR	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.05%
SISTINYEC	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.02%
AREANOVAL	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.61%
BOMBAS	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.37%
MEZCFC	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.49%
SISTMEZ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-0.14%
KME902	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	-1.01%
B65	0.23	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	-0.48%
KME902	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	-1.01%
CASAMAQ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-1.57%
CASAMAQ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-1.57%
CASAMAQ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	-1.57%
HENCHELL12	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	-0.25%

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

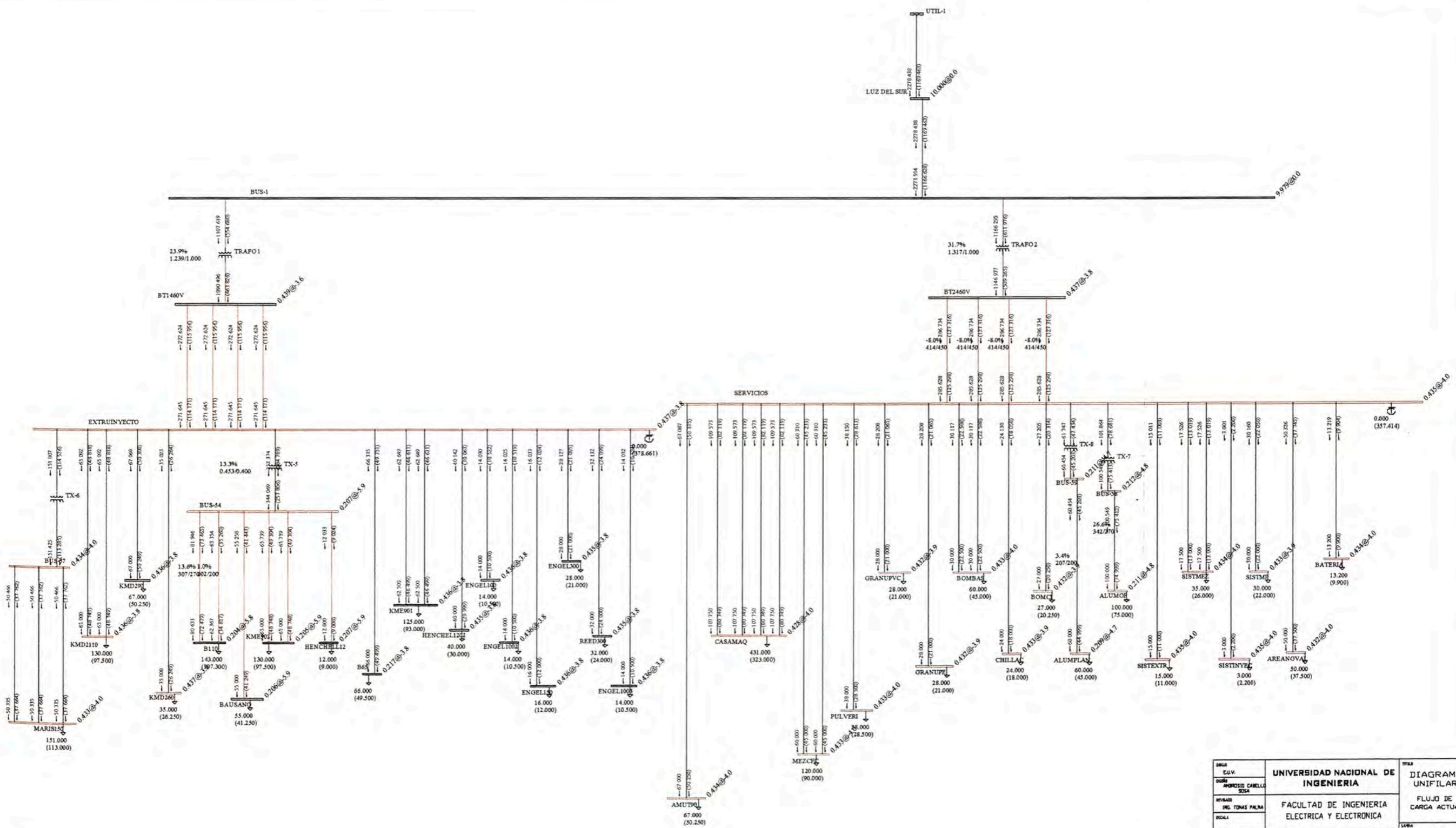
BRANCH LOSSES REPORT

From Bus Name	Base kV	Area	Zone	To Bus Name	Base kV	Area	Zone	Losses	
								kW	kVAR
BUS-1	10.00	1	1	BT2460V	0.460	1	1	19.1	101.2
BUS-1	10.00	1	1	BT1460V	0.460	1	1	17.1	90.9
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BUS-54	0.230	1	1	8.3	27.0
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BUS-57	0.230	1	1	0.4	1.2
SERVICIOS	0.46	1	1	BUS-58	0.230	1	1	1.3	3.3
SERVICIOS	0.46	1	1	BUS-59	0.230	1	1	1.3	2.2
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BT1460V	0.460	1	1	1.0	1.8
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BT1460V	0.460	1	1	1.0	1.8
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BT1460V	0.460	1	1	1.0	1.8
EXTRUINYECTO	0.46	1	1	BT1460V	0.460	1	1	1.0	1.8
SERVICIOS	0.46	1	1	BT2460V	0.460	1	1	1.1	2.0
SERVICIOS	0.46	1	1	BT2460V	0.460	1	1	1.1	2.0
SERVICIOS	0.46	1	1	BT2460V	0.460	1	1	1.1	2.0
SERVICIOS	0.46	1	1	BT2460V	0.460	1	1	1.1	2.0
BUS-1	10.00	1	1	LUZ DEL SUR	10.000	1	1	4.5	2.8
KMD2110	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.1	0.1
BAUSANO	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	0.3	0.2
KMD290	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.1	0.1
AMUT90	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.1	0.1
KME901	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.1	0.1
MARIS150	0.23	1	1	BUS-57	0.230	1	1	0.1	0.1
ENGEL100	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.0	0.0
HENCHEL1202	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.1	0.1
B110	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	1.3	1.0
KMD260	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.0	0.0
ENGEL1002	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.0	0.0
KMD2110	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.1	0.1
GRANUPVC	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.2	0.1
PULVERI	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.1	0.1
CASAMAQ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	1.8	1.4
GRANUPE	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.2	0.1
B110	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	1.0	0.4
KME901	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.1	0.1
MARIS150	0.23	1	1	BUS-57	0.230	1	1	0.1	0.1
MARIS150	0.23	1	1	BUS-57	0.230	1	1	0.1	0.1

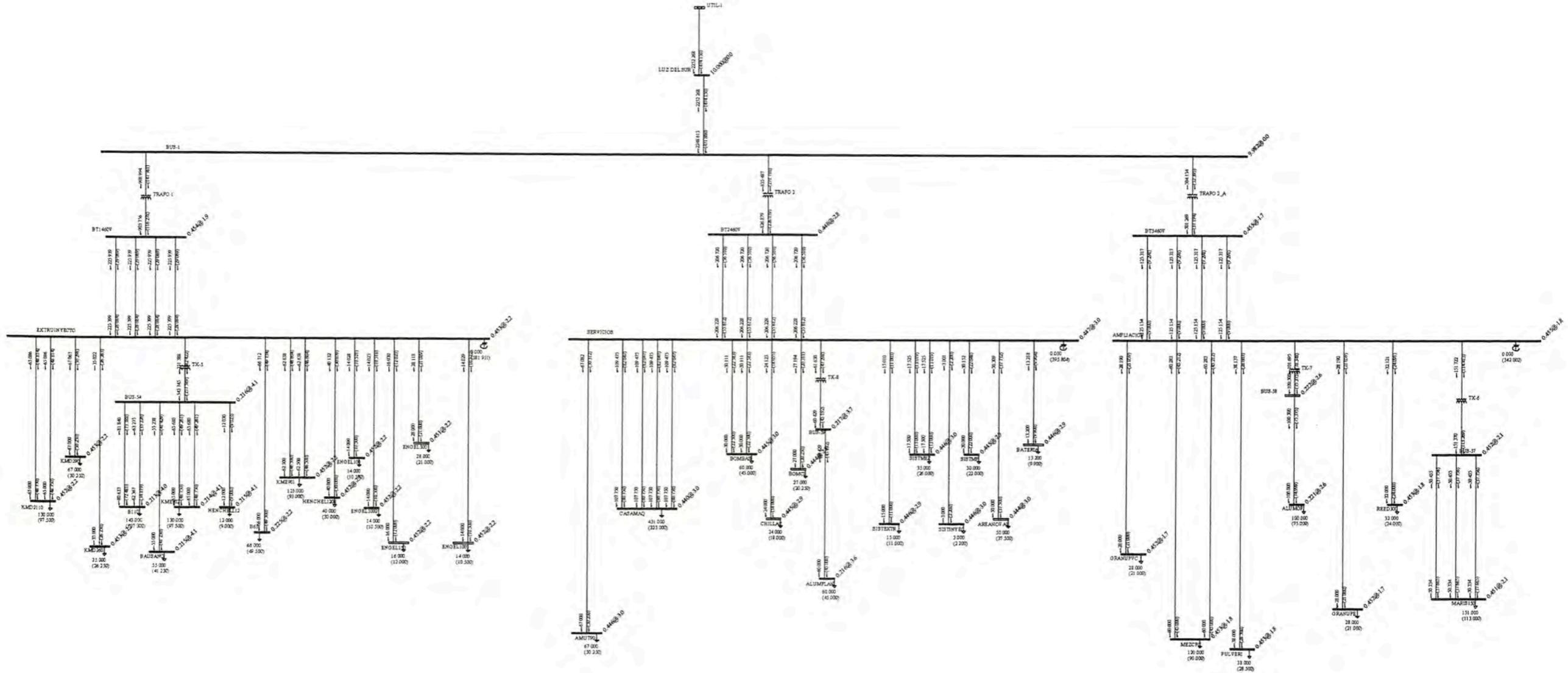
EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:39:02 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

BRANCH LOSSES REPORT

From Bus Name	Base kV	Area	Zone	To Bus Name	Base kV	Area	Zone	Losses	
								kW	kVAR
ENGEL150	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.0	0.0
ENGEL300	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.1	0.1
REED300	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.1	0.1
ENGEL1003	0.46	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.0	0.0
BOMBAS	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.1	0.1
BOMCI	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.2	0.1
ALUMOF	0.23	1	1	BUS-58	0.230	1	1	0.5	0.4
MEZCFC	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.3	0.2
CHILLAC	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.1	0.1
ALUMPLAN	0.23	1	1	BUS-59	0.230	1	1	0.5	0.2
BATERIA	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.0	0.0
SISTMP	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.2	0.1
SISTMEZ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.0	0.0
SISTEXTR	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.0	0.0
SISTINYEC	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.0	0.0
AREANOVAL	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.3	0.2
BOMBAS	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.1	0.1
MEZCFC	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.3	0.2
SISTMEZ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	0.0	0.0
KME902	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	0.7	0.6
B65	0.23	1	1	EXTRUINYECTO	0.460	1	1	0.3	0.3
KME902	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	0.7	0.6
CASAMAQ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	1.8	1.4
CASAMAQ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	1.8	1.4
CASAMAQ	0.46	1	1	SERVICIOS	0.460	1	1	1.8	1.4
HENCHELL12	0.23	1	1	BUS-54	0.230	1	1	0.0	0.0
Total System Losses:								76.8	255.2



DISEÑADOR ECUV. DISEÑO ANDRÉS CABRERO ESCALA REVISADO ING. TOMÁS PALMA FECHA SEPTIEMBRE 2006	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD INGENIERIA ELECTRICA	TÍTULO DIAGRAMA UNIFILAR FLUJO DE CARGA ACTUAL LÍNEA N° 1
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------



AREA E.L.V.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	TITULO DIAGRAMA UNIFILAR
PROFESOR ANDRÉS CABELLO ROSA	FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRIC Y ELECTRONICA	FLUJO DE CARGAS AMPLIADO
ENCARGADO ING. TOMAS PALMA	INGENIERIA ELECTRICA	LAMA N° 2
FECHA SEPTIEMBRE 2004	CONVENIO	

ANEXO C : Corto Circuito

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:50 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Momentary (First Cycle) High Voltage Currents Using Momentary Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

3 PHASE Fault On		Total Fault			Duties	
Name	Bus kV	Symmetrical Amps	X/R Ratio	Mult Factor	Asymmetrical Amps	ANSI Duty Amps
BUS-1	10.00	15765.6	3.96	1.21	19043.7	25225.0
LUZ DEL SUR	10.00	18475.2	15.00	1.53	28185.4	29560.3

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:50 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Interrupting High Voltage Currents Using Interrupting Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

3 PHASE Fault On					Total	Fault	Duties			
Name	Bus kV	Symmetrical Amps	X/R Ratio	NACD	Bkr Typ	Int Time Cyc	Part Time Cyc	Adj Fact	Breaker Amps	Duty MVA
BUS-1	10.00	15765.6	4.08	1.000	Sym	5	3	1.00	15765.6	273
LUZ DEL SUR	10.00	18475.2	15.03	1.000	Sym	5	3	1.00	18475.2	320

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:51 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Interrupting Low Voltage Currents Using Interrupting Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

<u>3 PHASE Fault On</u> Name	<u>Bus kV</u>	<u>Symmetrical</u> Amps	<u>Total Fault</u> X/R Ratio	<u>Duties</u> Mult Factor	<u>Asymmetrical</u> Amps
ALUMOF	0.23	8669.6	2.52	1.00	8669.6
ALUMPLAN	0.23	4967.2	1.86	1.00	4967.2
AMUT90	0.46	15763.1	3.12	1.00	15763.1
AREANOVAL	0.46	8316.2	1.71	1.00	8316.2
B110	0.23	10214.0	2.30	1.00	10214.0
B65	0.23	21628.0	1.98	1.00	21628.0
BATERIA	0.46	11104.4	1.46	1.00	11104.4
BAUSANO	0.23	10526.1	2.51	1.00	10526.1
BOMBAS	0.46	11639.2	2.10	1.00	11639.2
BOMCI	0.46	6002.7	1.21	1.00	6002.7
BT1460V	0.46	19717.2	5.30	1.00	19717.3
BT2460V	0.46	19717.2	5.30	1.00	19717.3
BUS-54	0.23	13037.1	3.77	1.00	13037.1
BUS-57	0.23	6213.5	4.20	1.00	6213.5
BUS-58	0.23	9730.1	3.02	1.00	9730.1
BUS-59	0.23	5629.8	2.17	1.00	5629.8
CASAMAQ	0.46	13791.2	2.51	1.00	13791.2

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:51 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Momentary (First Cycle) Low Voltage Currents Using Momentary Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

Name	3 PHASE Fault On Bus kV	Total Fault Duties				
		Symmetrical Amps	Bkr Duty Amps	X/R Ratio	Mult Factor	Asymmetrical Amps
BAUSANO	0.23	10526.1	10526.1	2.30	1.06	11191.8
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 10526.1						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 10526.1						
BOMBAS	0.46	11639.2	11639.2	1.85	1.03	12020.0
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 11639.2						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 11639.2						
BOMCI	0.46	6002.7	6002.7	0.68	1.00	6003.2
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 6002.7						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 6002.7						
BT1460V	0.46	19717.2	19717.2	5.21	1.26	24925.7
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 19978.6						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 22224.8						
BT2460V	0.46	19717.2	19717.2	5.21	1.26	24925.7
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 19978.6						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 22224.8						
BUS-54	0.23	13037.1	13037.1	3.64	1.16	15179.8
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 13037.1						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 13506.4						
BUS-57	0.23	6213.5	6213.5	4.07	1.19	7424.7
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 6213.5						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 6621.9						

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:51 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Momentary (First Cycle) Low Voltage Currents Using Momentary Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

Name	3 PHASE Fault On Bus kV	Total Fault Duties				
		Symmetrical Amps	Bkr Duty Amps	X/R Ratio	Mult Factor	Asymmetrical Amps
BUS-58	0.23	9730.1	9730.1	2.85	1.10	10749.2
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			9730.1			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			9730.1			
BUS-59	0.23	5629.8	5629.8	1.93	1.04	5842.6
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			5629.8			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			5629.8			
CASAMAQ	0.46	13791.2	13791.2	2.30	1.06	14662.9
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			13791.2			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			13791.2			
CHILLAC	0.46	6646.4	6646.4	0.87	1.00	6651.5
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			6646.4			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			6646.4			
ENGEL100	0.46	7439.6	7439.6	1.30	1.01	7498.0
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			7439.6			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			7439.6			
ENGEL1002	0.46	8316.2	8316.2	1.39	1.01	8405.9
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			8316.2			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			8316.2			
ENGEL1003	0.46	7219.3	7219.3	1.28	1.01	7271.5
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			7219.3			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			7219.3			

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:51 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Momentary (First Cycle) Low Voltage Currents Using Momentary Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

Name	3 PHASE Fault On Bus kV	Total Fault Duties		X/R Ratio	Mult Factor	Asymmetrical Amps
		Symmetrical Amps	Bkr Duty Amps			
ENGEL150	0.46	8316.2	8316.2	1.39	1.01	8405.9
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			8316.2			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			8316.2			
ENGEL300	0.46	7219.3	7219.3	1.28	1.01	7271.5
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			7219.3			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			7219.3			
EXTRUINYECTO	0.46	18268.4	18268.4	4.61	1.23	22467.1
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			18268.4			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			20050.6			
GRANUPE	0.46	6276.7	6276.7	0.70	1.00	6277.4
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			6276.7			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			6276.7			
GRANUPVC	0.46	6276.7	6276.7	0.70	1.00	6277.4
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			6276.7			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			6276.7			
HENCHEL1202	0.46	11276.3	11276.3	1.37	1.01	11392.2
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			11276.3			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			11276.3			
HENCHELL12	0.23	7800.5	7800.5	1.63	1.02	7962.1
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:			7800.5			
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:			7800.5			

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:51 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Momentary (First Cycle) Low Voltage Currents Using Momentary Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

Name	3 PHASE Fault On Bus kV	Total		Fault Duties		
		Symmetrical Amps	Bkr Duty Amps	X/R Ratio	Mult Factor	Asymmetrical Amps
KMD2110	0.46	16773.1	16773.1	3.45	1.15	19296.5
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 16773.1						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 17138.2						
KMD260	0.46	16070.8	16070.8	2.88	1.11	17793.5
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 16070.8						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 16070.8						
KMD290	0.46	16232.4	16232.4	3.16	1.13	18324.9
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 16232.4						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 16232.4						
KME901	0.46	15763.1	15763.1	2.95	1.11	17538.6
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 15763.1						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 15763.1						
KME902	0.23	10504.5	10504.5	2.29	1.06	11163.3
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 10504.5						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 10504.5						
MARIS150	0.23	5665.7	5665.7	3.11	1.13	6374.3
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 5665.7						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 5665.7						
MEZCFC	0.46	13367.7	13367.7	2.20	1.06	14111.9
Molded Case Breakers Rated > 20Ka: 13367.7						
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka: 13367.7						

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:51 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Momentary (First Cycle) Low Voltage Currents Using Momentary Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

Name	3 PHASE Fault On Bus kV	Total Fault Duties				
		Symmetrical Amps	Bkr Duty Amps	X/R Ratio	Mult Factor	Asymmetrical Amps
PULVERI	0.46	9393.9	9393.9	1.52	1.02	9541.4
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		9393.9				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		9393.9				
REED300	0.46	8316.2	8316.2	1.39	1.01	8405.9
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		8316.2				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		8316.2				
SERVICIOS	0.46	18268.4	18268.4	4.61	1.23	22467.1
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		18268.4				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		20050.6				
SISTEXTR	0.46	14434.1	14434.1	1.79	1.03	14858.3
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		14434.1				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		14434.1				
SISTINYEC	0.46	10668.4	10668.4	1.29	1.01	10749.6
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		10668.4				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		10668.4				
SISTMEZ	0.46	13367.7	13367.7	2.20	1.06	14111.9
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		13367.7				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		13367.7				
SISTMP	0.46	8180.0	8180.0	0.85	1.00	8185.0
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		8180.0				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		8180.0				

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:51 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Momentary (First Cycle) Low Voltage Currents Using Momentary Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

Name	3 PHASE Fault On Bus kV	Total Fault Duties				
		Symmetrical Amps	Bkr Duty Amps	X/R Ratio	Mult Factor	Asymmetrical Amps
ALUMOF	0.23	8669.6	8669.6	2.31	1.06	9222.4
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		8669.6				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		8669.6				
ALUMPLAN	0.23	4967.2	4967.2	1.57	1.02	5056.1
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		4967.2				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		4967.2				
AMUT90	0.46	15763.1	15763.1	2.95	1.11	17538.6
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		15763.1				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		15763.1				
AREANOVAL	0.46	8316.2	8316.2	1.39	1.01	8405.9
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		8316.2				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		8316.2				
B110	0.23	10214.0	10214.0	2.05	1.05	10680.3
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		10214.0				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		10214.0				
B65	0.23	21628.0	21628.0	1.71	1.03	22171.7
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		21628.0				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		21628.0				
BATERIA	0.46	11104.4	11104.4	1.06	1.00	11133.6
Molded Case Breakers Rated > 20Ka:		11104.4				
Molded Case Breakers Rated 10-20Ka:		11104.4				

EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:51 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

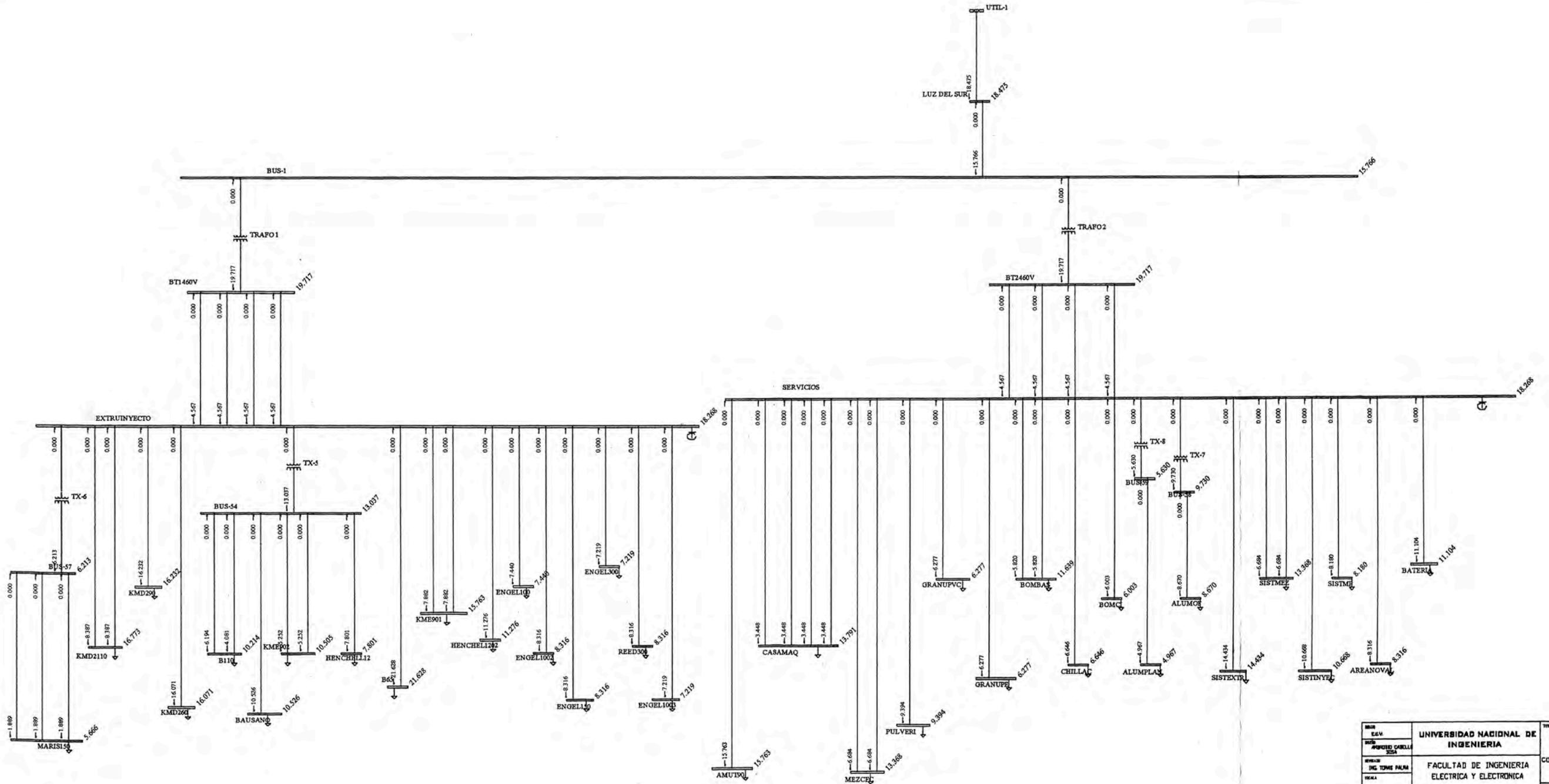
Interrupting Low Voltage Currents Using Interrupting Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

Name	3 PHASE Fault On Bus kV	Total Fault Duties		Mult Factor	Asymmetrical Amps
		Symmetrical Amps	X/R Ratio		
CHILLAC	0.46	6646.4	1.33	1.00	6646.4
ENGEL100	0.46	7439.6	1.64	1.00	7439.6
ENGEL1002	0.46	8316.2	1.71	1.00	8316.2
ENGEL1003	0.46	7219.3	1.62	1.00	7219.3
ENGEL150	0.46	8316.2	1.71	1.00	8316.2
ENGEL300	0.46	7219.3	1.62	1.00	7219.3
EXTRUINYECTO	0.46	18268.4	4.72	1.00	18268.4
GRANUPE	0.46	6276.7	1.22	1.00	6276.7
GRANUPVC	0.46	6276.7	1.22	1.00	6276.7
HENCHEL1202	0.46	11276.3	1.70	1.00	11276.3
HENCHELL12	0.23	7800.5	1.91	1.00	7800.5
KMD2110	0.46	16773.1	3.59	1.00	16773.1
KMD260	0.46	16070.8	3.05	1.00	16070.8
KMD290	0.46	16232.4	3.32	1.00	16232.4
KME901	0.46	15763.1	3.12	1.00	15763.1
KME902	0.23	10504.5	2.50	1.00	10504.5
MARIS150	0.23	5665.7	3.27	1.00	5665.7

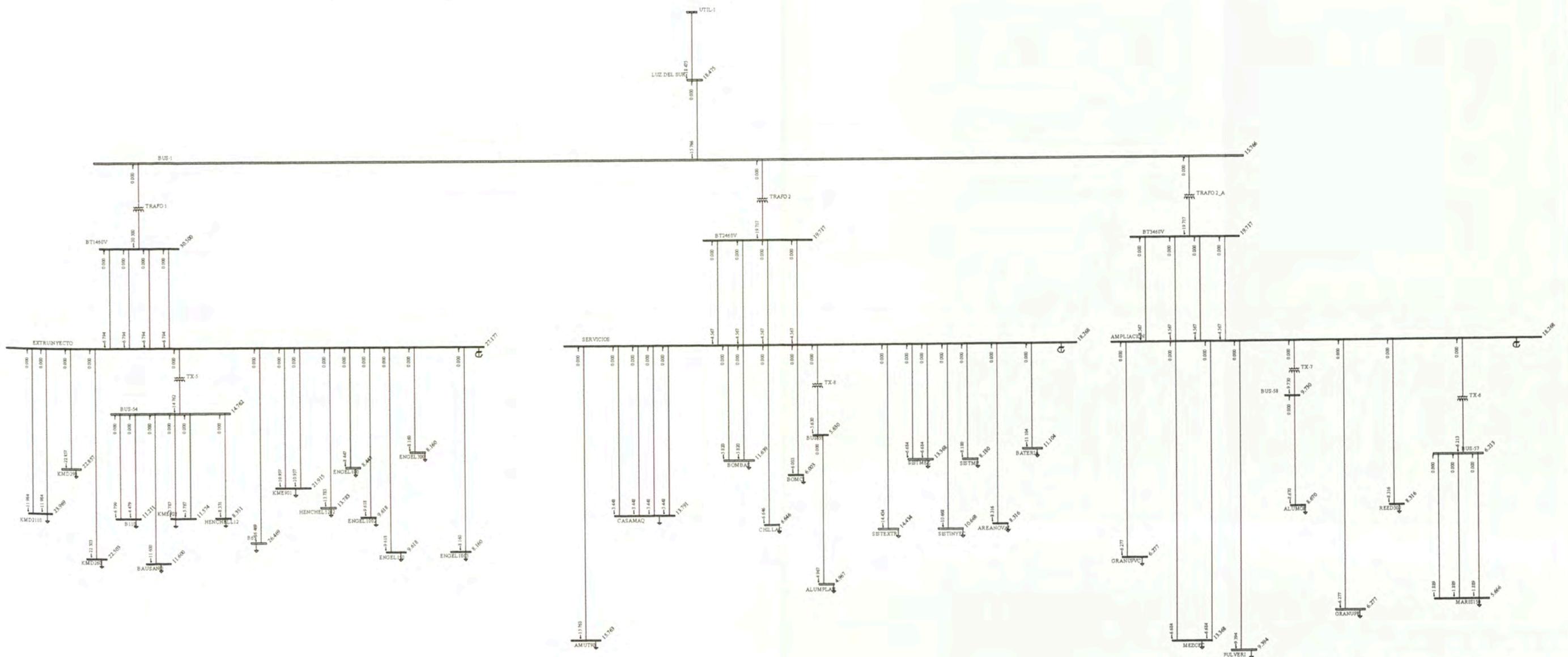
EasyPower LT v2.2.064 09/20/06 10:43:51 C:\EZPOWER\SAMPLES\AMANCO4
 Prinex (Serial #0032955)
 Project Name:

Interrupting Low Voltage Currents Using Interrupting Impedance Circuit
 Driving Point Voltage (P.U.) = 1.00000

3 PHASE Fault On Name	Bus kV	Symmetrical Amps	Total Fault X/R Ratio	Duties Mult Factor	Asymmetrical Amps
MEZCFC	0.46	13367.7	2.41	1.00	13367.7
PULVERI	0.46	9393.9	1.82	1.00	9393.9
REED300	0.46	8316.2	1.71	1.00	8316.2
SERVICIOS	0.46	18268.4	4.72	1.00	18268.4
SISTEXTR	0.46	14434.1	2.05	1.00	14434.1
SISTINYEC	0.46	10668.4	1.63	1.00	10668.4
SISTMEZ	0.46	13367.7	2.41	1.00	13367.7
SISTMP	0.46	8180.0	1.31	1.00	8180.0



NOMBRE: ESCRIBIÓ: DISEÑÓ: REVISÓ: FECHA:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR CORTO CIRCUITO LAMINA: Nº 3
------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------



INSTITUCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	TITULO DIAGRAMA UNIFILAR
DEPARTAMENTO FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	TIPO DE DISEÑO CORTO CIRCUITO
ESPECIALIDAD INGENIERIA ELECTRICA	N° N° 4

ANEXO D : Medición de Demanda

Tabla N° 2.4 CUADRO DE MÁXIMA DEMANDA MEDIDOS EN LA CELDA N°2 (MEZCLAS Y SERVICIOS)

ANALIZADOR DE RED: CODAM BASIC

MODELO: MEMOBOX 302

PUNTO DE MEDICION. CELDA N°2

FECHA DE MEDICION: 01/12/705

Hora	POTENCIAS				Factor de
	ACTIVA	REACTIVA	APARENTE	Aparente Nom.	Potencia
	Kw	Kvar	Kva	S Nominal	fp
15:29	957	241	987	1000	0.970
15:30	962	247	993	1000	0.969
15:31	982	257	1015	1000	0.967
15:32	985	249	1016	1000	0.970
15:33	853	199	876	1000	0.974
15:34	782	180	802	1000	0.974
15:35	785	196	809	1000	0.970
15:36	788	196	812	1000	0.970
15:37	798	190	820	1000	0.973
15:38	863	205	887	1000	0.973
15:39	916	224	943	1000	0.972
15:40	923	230	951	1000	0.970
15:41	925	233	954	1000	0.970
15:42	964	248	996	1000	0.969
15:43	962	252	995	1000	0.967
15:44	967	249	999	1000	0.968
15:45	853	221	881	1000	0.968
15:46	847	220	875	1000	0.968
15:47	889	227	918	1000	0.969
15:48	867	207	892	1000	0.973
15:49	818	178	837	1000	0.977
15:50	797	177	816	1000	0.976
15:51	784	173	803	1000	0.977
15:52	757	172	776	1000	0.975
15:53	765	165	783	1000	0.978
15:54	792	180	812	1000	0.975
15:55	812	196	835	1000	0.972
15:56	835	213	861	1000	0.969
15:57	851	212	877	1000	0.971
15:58	945	234	974	1000	0.971
15:59	933	222	959	1000	0.973
16:00	915	221	941	1000	0.972
16:01	929	214	953	1000	0.975
16:02	922	222	949	1000	0.972
16:03	903	210	927	1000	0.974
16:04	907	212	932	1000	0.974
16:05	866	201	889	1000	0.974
16:06	820	194	842	1000	0.973
16:07	787	198	812	1000	0.970
16:08	785	195	809	1000	0.971
16:09	804	195	828	1000	0.972
16:10	807	190	830	1000	0.974
16:11	821	211	847	1000	0.969
16:12	871	223	899	1000	0.969
16:13	961	251	993	1000	0.967
16:14	965	253	998	1000	0.967
16:15	957	250	989	1000	0.967
16:16	931	233	960	1000	0.970
16:17	933	230	961	1000	0.971
16:18	929	234	958	1000	0.970
16:19	930	221	956	1000	0.973
16:20	895	211	920	1000	0.974
16:21	837	209	862	1000	0.970
16:22	826	203	850	1000	0.971
16:23	799	191	821	1000	0.973
16:24	803	186	824	1000	0.974
16:25	817	193	840	1000	0.973
16:26	838	210	863	1000	0.970
16:27	834	209	860	1000	0.970
16:28	889	220	915	1000	0.971
16:29	931	242	962	1000	0.968
16:30	937	241	968	1000	0.969
16:31	946	239	976	1000	0.970
16:32	956	244	987	1000	0.969
16:33	951	238	980	1000	0.970
16:34	941	227	968	1000	0.972
16:35	937	227	964	1000	0.972

16:36	846	201	869	1000	0.973
16:37	824	194	846	1000	0.974
16:38	909	215	934	1000	0.973
16:39	940	224	967	1000	0.973
16:40	886	182	904	1000	0.975
16:41	927	226	954	1000	0.969
16:42	978	247	1009	1000	0.970
16:43	984	245	1014	1000	0.970
16:44	981	256	1014	1000	0.965
16:45	880	221	907	1000	0.970
16:46	855	210	881	1000	0.971
16:47	863	219	890	1000	0.969
16:48	849	217	876	1000	0.969
16:49	843	214	869	1000	0.970
16:50	856	208	881	1000	0.972
16:51	848	186	868	1000	0.977
16:52	853	190	874	1000	0.975
16:53	863	197	886	1000	0.975
16:54	855	194	877	1000	0.975
16:55	850	188	871	1000	0.977
16:56	857	196	879	1000	0.975
16:57	897	209	921	1000	0.974
16:58	914	226	942	1000	0.971
16:59	970	257	1003	1000	0.967
17:00	963	255	996	1000	0.967
17:01	957	242	988	1000	0.970
17:02	965	248	996	1000	0.969
17:03	975	255	1008	1000	0.967
17:04	934	239	964	1000	0.965
17:05	825	210	851	1000	0.959
17:06	834	214	861	1000	0.959
17:07	818	204	843	1000	0.970
17:08	823	200	847	1000	0.972
17:09	828	199	852	1000	0.972
17:10	819	196	842	1000	0.973
17:11	812	188	833	1000	0.974
17:12	791	188	813	1000	0.973
17:13	787	186	808	1000	0.973
17:14	798	200	823	1000	0.970
17:15	834	218	862	1000	0.967
17:16	833	220	861	1000	0.967
17:17	838	221	866	1000	0.967
17:18	861	218	888	1000	0.970
17:19	864	223	892	1000	0.968
17:20	844	215	871	1000	0.969
17:21	828	208	853	1000	0.970
17:22	837	203	862	1000	0.972
17:23	883	212	908	1000	0.973
17:24	915	226	943	1000	0.971
17:25	834	206	859	1000	0.971
17:26	831	200	855	1000	0.972
17:27	814	201	839	1000	0.971
17:28	814	205	839	1000	0.970
17:29	827	219	855	1000	0.967
17:30	836	223	865	1000	0.966
17:31	844	228	874	1000	0.965
17:32	884	224	912	1000	0.969
17:33	973	249	1004	1000	0.969
17:34	995	252	1026	1000	0.969
17:35	968	235	997	1000	0.972
17:36	956	227	982	1000	0.973
17:37	984	244	1014	1000	0.971
17:38	934	231	962	1000	0.971
17:39	837	203	861	1000	0.972
17:40	829	196	852	1000	0.973
17:41	822	193	844	1000	0.974
17:42	811	192	833	1000	0.973
17:43	838	204	862	1000	0.972
17:44	857	210	882	1000	0.971
17:45	858	210	884	1000	0.971
17:46	839	199	863	1000	0.973
17:47	908	222	935	1000	0.971
17:48	938	237	968	1000	0.970
17:49	959	240	989	1000	0.970
17:50	955	235	983	1000	0.971
17:51	980	239	1009	1000	0.971
17:52	971	244	1001	1000	0.970
17:53	842	202	866	1000	0.972
17:54	849	231	879	1000	0.965

17:55	871	217	898	1000	0.970
17:56	924	215	948	1000	0.974
17:57	998	252	1029	1000	0.970
17:58	1009	256	1041	1000	0.969
17:59	1030	269	1085	1000	0.968
18:00	1048	261	1080	1000	0.970
18:01	1051	266	1084	1000	0.969
18:02	1018	259	1050	1000	0.969
18:03	870	222	898	1000	0.969
18:04	864	219	891	1000	0.969
18:05	840	198	863	1000	0.973
18:06	905	209	928	1000	0.974
18:07	1007	238	1035	1000	0.973
18:08	1003	234	1030	1000	0.974
18:09	996	236	1023	1000	0.973
18:10	995	238	1024	1000	0.973
18:11	990	244	1020	1000	0.971
18:12	882	220	909	1000	0.970
18:13	869	229	899	1000	0.967
18:14	888	235	919	1000	0.967
18:15	887	225	915	1000	0.969
18:16	924	229	952	1000	0.971
18:17	918	226	946	1000	0.971
18:18	902	216	927	1000	0.973
18:19	892	218	918	1000	0.971
18:20	965	229	992	1000	0.973
18:21	981	231	1008	1000	0.973
18:22	1009	253	1040	1000	0.970
18:23	1026	256	1058	1000	0.970
18:24	1039	254	1069	1000	0.971
18:25	950	221	975	1000	0.974
18:26	878	210	902	1000	0.973
18:27	862	207	887	1000	0.972
18:28	860	146	873	1000	0.985
18:29	888	137	898	1000	0.988
18:30	898	179	916	1000	0.980
18:31	914	203	935	1000	0.976
18:32	916	206	939	1000	0.975
18:33	913	212	938	1000	0.974
18:34	888	197	910	1000	0.976
18:35	856	176	874	1000	0.980
18:36	840	167	856	1000	0.981
18:37	887	210	912	1000	0.967
18:38	874	162	888	1000	0.983
18:39	868	159	882	1000	0.984
18:40	880	201	902	1000	0.971
18:41	867	153	880	1000	0.984
18:42	855	151	868	1000	0.985
18:43	865	158	879	1000	0.984
18:44	884	165	899	1000	0.983
18:45	895	175	912	1000	0.982
18:46	901	171	917	1000	0.983
18:47	883	165	899	1000	0.983
18:48	877	162	892	1000	0.983
18:49	882	163	896	1000	0.983
18:50	856	144	868	1000	0.986
18:51	855	144	867	1000	0.986
18:52	869	157	883	1000	0.984
18:53	876	158	890	1000	0.984
18:54	877	162	891	1000	0.983
18:55	855	149	868	1000	0.985
18:56	851	147	864	1000	0.985
18:57	849	138	860	1000	0.987
18:58	843	131	853	1000	0.988
18:59	869	150	882	1000	0.985
19:00	882	152	895	1000	0.986
19:01	886	158	900	1000	0.984
19:02	859	150	873	1000	0.985
19:03	859	154	873	1000	0.984
19:04	849	146	862	1000	0.986
19:05	814	126	823	1000	0.988
19:06	829	133	840	1000	0.987
19:07	809	130	819	1000	0.988
19:08	824	132	834	1000	0.987
19:09	808	124	817	1000	0.989
19:10	821	124	830	1000	0.989
19:11	809	118	818	1000	0.990
19:12	792	117	801	1000	0.989
19:13	784	123	793	1000	0.988

19:14	809	140	821	1000	0.986
19:15	832	145	845	1000	0.985
19:16	842	166	859	1000	0.981
19:17	815	151	829	1000	0.983
19:18	805	135	816	1000	0.986
19:19	783	116	791	1000	0.989
19:20	767	140	780	1000	0.984
19:21	766	136	778	1000	0.985
19:22	772	145	786	1000	0.983
19:23	770	146	783	1000	0.982
19:24	773	148	787	1000	0.982
19:25	781	149	795	1000	0.982
19:26	783	149	797	1000	0.982
19:27	795	157	810	1000	0.981
19:28	805	174	824	1000	0.977
19:29	818	183	838	1000	0.976
19:30	823	183	843	1000	0.976
19:31	826	188	847	1000	0.975
19:32	814	179	833	1000	0.977
19:33	805	177	824	1000	0.977
19:34	779	161	796	1000	0.979
19:35	778	158	794	1000	0.980
19:36	788	160	805	1000	0.980
19:37	787	155	802	1000	0.981
19:38	781	154	796	1000	0.981
19:39	793	157	809	1000	0.981
19:40	800	159	815	1000	0.981
19:41	801	167	819	1000	0.979
19:42	796	162	812	1000	0.980
19:43	805	175	824	1000	0.977
19:44	808	173	827	1000	0.978
19:45	806	173	824	1000	0.978
19:46	810	172	828	1000	0.978
19:47	825	175	844	1000	0.978
19:48	820	170	838	1000	0.979
19:49	795	160	811	1000	0.980
19:50	785	155	800	1000	0.981
19:51	781	153	795	1000	0.982
19:52	785	167	802	1000	0.977
19:53	786	167	804	1000	0.978
19:54	790	168	807	1000	0.978
19:55	798	169	816	1000	0.978
19:56	798	176	818	1000	0.977
19:57	806	186	828	1000	0.975
19:58	815	199	839	1000	0.972
19:59	822	202	847	1000	0.971
20:00	819	203	844	1000	0.971
20:01	828	197	849	1000	0.973
20:02	818	196	841	1000	0.973
20:03	799	192	822	1000	0.973
20:04	773	177	793	1000	0.975
20:05	777	178	797	1000	0.975
20:06	780	179	800	1000	0.975
20:07	778	178	798	1000	0.975
20:08	780	181	801	1000	0.974
20:09	779	186	801	1000	0.973
20:10	777	186	799	1000	0.973
20:11	774	179	794	1000	0.974
20:12	775	177	795	1000	0.975
20:13	767	174	787	1000	0.975
20:14	760	173	780	1000	0.975
20:15	754	169	773	1000	0.976
20:16	767	173	786	1000	0.975
20:17	768	172	787	1000	0.976
20:18	769	163	786	1000	0.978
20:19	762	159	778	1000	0.979
20:20	771	158	787	1000	0.980
20:21	777	158	793	1000	0.980
20:22	780	159	796	1000	0.980
20:23	768	158	784	1000	0.980
20:24	769	158	785	1000	0.980
20:25	764	153	779	1000	0.980
20:26	756	148	770	1000	0.982
20:27	763	148	777	1000	0.982
20:28	765	152	779	1000	0.981
20:29	767	151	782	1000	0.981
20:30	762	151	777	1000	0.981
20:31	757	147	772	1000	0.982
20:32	772	152	787	1000	0.981

20:33	784	153	759	1000	0.982
20:34	769	148	783	1000	0.982
20:35	756	149	771	1000	0.981
20:36	752	145	766	1000	0.982
20:37	754	145	768	1000	0.982
20:38	760	147	774	1000	0.982
20:39	760	150	775	1000	0.981
20:40	761	154	776	1000	0.980
20:41	760	155	776	1000	0.980
20:42	764	154	779	1000	0.981
20:43	770	158	786	1000	0.980
20:44	765	154	781	1000	0.980
20:45	747	139	760	1000	0.983
20:46	742	136	755	1000	0.984
20:47	750	142	763	1000	0.983
20:48	752	144	766	1000	0.983
20:49	754	143	767	1000	0.983
20:50	753	151	768	1000	0.981
20:51	743	149	758	1000	0.981
20:52	742	147	756	1000	0.981
20:53	752	149	767	1000	0.981
20:54	750	148	764	1000	0.981
20:55	749	149	764	1000	0.981
20:56	750	147	764	1000	0.981
20:57	753	150	768	1000	0.981
20:58	750	146	764	1000	0.982
20:59	750	146	765	1000	0.981
21:00	745	138	758	1000	0.983
21:01	736	128	747	1000	0.985
21:02	735	130	746	1000	0.985
21:03	738	128	750	1000	0.986
21:04	737	123	747	1000	0.986
21:05	731	121	741	1000	0.987
21:06	724	116	733	1000	0.988
21:07	741	121	750	1000	0.987
21:08	742	123	752	1000	0.987
21:09	737	121	747	1000	0.987
21:10	738	124	748	1000	0.986
21:11	735	123	746	1000	0.986
21:12	732	122	742	1000	0.986
21:13	734	117	744	1000	0.988
21:14	730	118	740	1000	0.987
21:15	730	117	739	1000	0.988
21:16	726	120	736	1000	0.987
21:17	726	120	736	1000	0.987
21:18	724	121	734	1000	0.987
21:19	738	124	748	1000	0.986
21:20	727	119	737	1000	0.987
21:21	736	128	747	1000	0.985
21:22	730	122	740	1000	0.986
21:23	726	117	735	1000	0.987
21:24	727	118	737	1000	0.987
21:25	728	114	736	1000	0.988
21:26	724	107	732	1000	0.989
21:27	722	104	730	1000	0.990
21:28	726	110	734	1000	0.989
21:29	724	105	731	1000	0.990
21:30	718	99	725	1000	0.991
21:31	720	101	727	1000	0.990
21:32	723	104	730	1000	0.990
21:33	723	104	730	1000	0.990
21:34	726	102	733	1000	0.990
21:35	733	107	741	1000	0.989
21:36	734	106	742	1000	0.990
21:37	723	103	731	1000	0.990
21:38	720	107	728	1000	0.989
21:39	722	105	730	1000	0.990
21:40	721	101	728	1000	0.990
21:41	716	97	722	1000	0.991
21:42	714	99	721	1000	0.991
21:43	719	107	727	1000	0.989
21:44	720	105	728	1000	0.990
21:45	726	106	733	1000	0.990
21:46	723	104	730	1000	0.990
21:47	722	112	731	1000	0.987
21:48	701	106	708	1000	0.989
21:49	709	119	719	1000	0.986
21:50	715	120	725	1000	0.986
21:51	723	131	735	1000	0.983

21:52	707	118	717	1000	0.986
21:53	707	126	718	1000	0.985
21:54	708	125	719	1000	0.985
21:55	710	124	721	1000	0.985
21:56	705	125	716	1000	0.985
21:57	702	129	713	1000	0.984
21:58	699	134	712	1000	0.982
21:59	717	167	736	1000	0.969
22:00	738	144	752	1000	0.977
22:01	731	108	739	1000	0.989
22:02	726	100	733	1000	0.991
22:03	723	101	730	1000	0.991
22:04	723	104	731	1000	0.990
22:05	724	101	731	1000	0.990
22:06	733	106	741	1000	0.990
22:07	732	107	740	1000	0.990
22:08	731	114	740	1000	0.988
22:09	732	113	740	1000	0.988
22:10	732	113	740	1000	0.988
22:11	729	107	736	1000	0.990
22:12	735	110	743	1000	0.989
22:13	739	111	748	1000	0.989
22:14	741	128	752	1000	0.985
22:15	743	130	754	1000	0.985
22:16	740	124	751	1000	0.986
22:17	741	127	752	1000	0.986
22:18	735	133	747	1000	0.984
22:19	733	133	745	1000	0.984
22:20	747	139	760	1000	0.983
22:21	760	135	772	1000	0.985
22:22	764	141	777	1000	0.983
22:23	764	142	777	1000	0.983
22:24	743	137	756	1000	0.983
22:25	739	138	751	1000	0.983
22:26	746	139	759	1000	0.983
22:27	737	127	748	1000	0.986
22:28	750	140	763	1000	0.983
22:29	734	131	746	1000	0.985
22:30	728	127	739	1000	0.985
22:31	732	135	744	1000	0.984
22:32	740	136	752	1000	0.983
22:33	736	140	749	1000	0.982
22:34	719	131	731	1000	0.984
22:35	716	123	727	1000	0.986
22:36	718	122	728	1000	0.986
22:37	728	117	738	1000	0.987
22:38	721	109	729	1000	0.989
22:39	723	124	734	1000	0.986
22:40	729	123	739	1000	0.986
22:41	729	114	737	1000	0.988
22:42	746	123	756	1000	0.987
22:43	737	119	747	1000	0.987
22:44	728	115	737	1000	0.988
22:45	750	139	763	1000	0.982
22:46	741	135	753	1000	0.984
22:47	743	131	754	1000	0.985
22:48	752	132	764	1000	0.985
22:49	761	143	774	1000	0.983
22:50	764	146	778	1000	0.983
22:51	745	137	757	1000	0.984
22:52	749	136	761	1000	0.984
22:53	749	141	762	1000	0.983
22:54	745	144	759	1000	0.982
22:55	750	137	763	1000	0.984
22:56	747	135	760	1000	0.984
22:57	751	134	763	1000	0.985
22:58	732	126	743	1000	0.985
22:59	738	136	751	1000	0.983
23:00	747	135	760	1000	0.984
23:01	740	133	752	1000	0.984
23:02	737	135	749	1000	0.984
23:03	725	132	737	1000	0.984
23:04	733	139	746	1000	0.983
23:05	727	140	741	1000	0.982
23:06	720	134	733	1000	0.983
23:07	720	135	733	1000	0.983
23:08	728	140	741	1000	0.982
23:09	748	162	765	1000	0.977
23:10	756	159	773	1000	0.979

23:11	760	163	777	1000	0.978
23:12	755	153	770	1000	0.960
23:13	757	158	775	1000	0.979
23:14	765	161	782	1000	0.979
23:15	759	160	776	1000	0.978
23:16	739	150	754	1000	0.980
23:17	735	145	748	1000	0.981
23:18	736	158	752	1000	0.978
23:19	742	159	759	1000	0.978
23:20	752	166	770	1000	0.978
23:21	740	157	757	1000	0.978
23:22	739	153	755	1000	0.979
23:23	740	149	754	1000	0.981
23:24	746	148	760	1000	0.981
23:25	744	148	759	1000	0.981
23:26	754	144	767	1000	0.983
23:27	753	151	768	1000	0.981
23:28	758	150	772	1000	0.981
23:29	756	159	773	1000	0.979
23:30	760	160	777	1000	0.979
23:31	746	156	762	1000	0.979
23:32	728	143	742	1000	0.981
23:33	724	141	737	1000	0.982
23:34	726	145	740	1000	0.981
23:35	723	141	737	1000	0.982
23:36	736	149	751	1000	0.980
23:37	740	150	755	1000	0.980
23:38	751	157	767	1000	0.979
23:39	760	160	776	1000	0.979
23:40	759	155	774	1000	0.980
23:41	748	158	764	1000	0.978
23:42	743	156	760	1000	0.979
23:43	737	158	754	1000	0.978
23:44	728	153	744	1000	0.979
23:45	727	148	742	1000	0.980
23:46	734	149	749	1000	0.980
23:47	733	139	746	1000	0.983
23:48	727	138	740	1000	0.982
23:49	728	146	743	1000	0.981
23:50	740	154	756	1000	0.979
23:51	749	149	764	1000	0.981
23:52	755	152	771	1000	0.980
23:53	765	153	780	1000	0.981
23:54	765	157	781	1000	0.980
23:55	768	156	784	1000	0.980
23:56	766	163	783	1000	0.978
23:57	763	160	779	1000	0.978
23:58	756	157	772	1000	0.979
23:59	747	144	761	1000	0.982
00:00	741	148	756	1000	0.981
00:01	740	147	754	1000	0.981
00:02	754	158	770	1000	0.979
00:03	749	153	765	1000	0.980
00:04	754	153	769	1000	0.980
00:05	753	151	768	1000	0.980
00:06	764	153	779	1000	0.980
00:07	766	154	781	1000	0.980
00:08	774	156	790	1000	0.980
00:09	751	150	766	1000	0.981
00:10	745	158	762	1000	0.978
00:11	752	158	768	1000	0.979
00:12	748	157	764	1000	0.978
00:13	746	158	763	1000	0.978
00:14	739	158	756	1000	0.978
00:15	734	161	752	1000	0.977
00:16	733	162	751	1000	0.978
00:17	748	166	766	1000	0.976
00:18	736	161	754	1000	0.977
00:19	750	163	767	1000	0.977
00:20	755	167	774	1000	0.976
00:21	746	168	765	1000	0.975
00:22	748	171	767	1000	0.975
00:23	744	156	760	1000	0.979
00:24	740	156	756	1000	0.979
00:25	742	163	760	1000	0.977
00:26	743	163	760	1000	0.977
00:27	741	165	759	1000	0.976
00:28	736	155	752	1000	0.979
00:29	732	164	750	1000	0.976

00:30	734	163	751	1000	0.976
00:31	716	148	731	1000	0.980
00:32	724	144	738	1000	0.981
00:33	716	143	730	1000	0.981
00:34	713	143	728	1000	0.981
00:35	705	143	720	1000	0.980
00:36	722	151	738	1000	0.979
00:37	745	152	761	1000	0.980
00:38	750	154	766	1000	0.980
00:39	762	154	777	1000	0.980
00:40	748	151	763	1000	0.980
00:41	756	155	772	1000	0.980
00:42	764	161	781	1000	0.979
00:43	764	157	780	1000	0.980
00:44	751	147	765	1000	0.981
00:45	757	144	770	1000	0.982
00:46	744	140	757	1000	0.983
00:47	737	141	750	1000	0.982
00:48	739	149	753	1000	0.980
00:49	730	154	746	1000	0.979
00:50	748	156	764	1000	0.979
00:51	753	160	769	1000	0.978
00:52	755	160	771	1000	0.978
00:53	754	166	773	1000	0.977
00:54	748	159	765	1000	0.978
00:55	749	159	765	1000	0.978
00:56	745	156	761	1000	0.979
00:57	751	157	767	1000	0.979
00:58	737	155	754	1000	0.979
00:59	738	147	753	1000	0.981
01:00	735	133	747	1000	0.984
01:01	724	124	735	1000	0.986
01:02	715	118	725	1000	0.987
01:03	699	110	707	1000	0.988
01:04	687	108	695	1000	0.988
01:05	692	110	701	1000	0.988
01:06	716	115	725	1000	0.987
01:07	699	111	708	1000	0.988
01:08	688	102	695	1000	0.989
01:09	687	99	694	1000	0.990
01:10	700	104	707	1000	0.989
01:11	706	104	713	1000	0.989
01:12	706	107	714	1000	0.988
01:13	697	113	706	1000	0.987
01:14	702	110	711	1000	0.988
01:15	698	112	707	1000	0.988
01:16	699	112	708	1000	0.987
01:17	705	111	714	1000	0.988
01:18	720	114	729	1000	0.988
01:19	711	111	720	1000	0.988
01:20	709	107	717	1000	0.989
01:21	702	101	709	1000	0.990
01:22	707	100	714	1000	0.990
01:23	714	109	723	1000	0.989
01:24	720	124	731	1000	0.986
01:25	707	126	718	1000	0.985
01:26	718	134	730	1000	0.983
01:27	722	130	734	1000	0.984
01:28	720	128	731	1000	0.985
01:29	728	132	740	1000	0.984
01:30	729	137	742	1000	0.983
01:31	718	136	731	1000	0.983
01:32	730	137	743	1000	0.983
01:33	725	139	738	1000	0.982
01:34	730	136	742	1000	0.983
01:35	719	127	731	1000	0.985
01:36	709	125	720	1000	0.985
01:37	728	132	740	1000	0.984
01:38	732	136	745	1000	0.983
01:39	720	131	732	1000	0.984
01:40	696	121	706	1000	0.985
01:41	698	121	708	1000	0.985
01:42	704	123	714	1000	0.985
01:43	706	129	718	1000	0.984
01:44	706	125	717	1000	0.985
01:45	704	124	715	1000	0.985
01:46	702	125	713	1000	0.985
01:47	707	137	720	1000	0.982
01:48	712	138	725	1000	0.982

01:49	713	135	726	1000	0.983
01:50	716	140	729	1000	0.982
01:51	711	140	725	1000	0.981
01:52	707	133	720	1000	0.983
01:53	715	131	727	1000	0.984
01:54	735	146	749	1000	0.981
01:55	740	146	754	1000	0.981
01:56	731	145	745	1000	0.981
01:57	730	147	745	1000	0.981
01:58	743	147	757	1000	0.981
01:59	755	148	769	1000	0.981
02:00	738	143	751	1000	0.982
02:01	719	131	731	1000	0.984
02:02	725	134	737	1000	0.983
02:03	740	142	754	1000	0.982
02:04	736	135	749	1000	0.984
02:05	734	129	745	1000	0.985
02:06	728	124	738	1000	0.986
02:07	732	130	743	1000	0.985
02:08	737	139	750	1000	0.983
02:09	742	141	755	1000	0.983
02:10	739	143	753	1000	0.982
02:11	726	138	739	1000	0.983
02:12	722	140	736	1000	0.982
02:13	725	135	738	1000	0.983
02:14	724	134	737	1000	0.983
02:15	721	140	734	1000	0.982
02:16	730	138	743	1000	0.983
02:17	724	139	737	1000	0.982
02:18	719	135	732	1000	0.983
02:19	726	137	739	1000	0.982
02:20	734	134	746	1000	0.984
02:21	735	136	748	1000	0.984
02:22	729	132	741	1000	0.984
02:23	710	125	721	1000	0.985
02:24	715	125	726	1000	0.985
02:25	730	132	742	1000	0.984
02:26	734	134	746	1000	0.984
02:27	727	134	740	1000	0.983
02:28	696	124	707	1000	0.985
02:29	710	133	722	1000	0.983
02:30	712	136	725	1000	0.982
02:31	714	134	726	1000	0.983
02:32	720	141	734	1000	0.981
02:33	724	141	738	1000	0.982
02:34	711	138	724	1000	0.982
02:35	709	135	721	1000	0.982
02:36	709	133	721	1000	0.983
02:37	710	132	722	1000	0.983
02:38	714	134	727	1000	0.983
02:39	721	135	734	1000	0.983
02:40	717	132	729	1000	0.983
02:41	723	143	737	1000	0.981
02:42	722	140	735	1000	0.982
02:43	716	135	729	1000	0.983
02:44	709	132	721	1000	0.983
02:45	711	137	724	1000	0.982
02:46	700	122	710	1000	0.985
02:47	682	112	691	1000	0.987
02:48	674	111	684	1000	0.987
02:49	671	120	682	1000	0.985
02:50	673	120	683	1000	0.984
02:51	676	120	687	1000	0.985
02:52	679	115	689	1000	0.986
02:53	679	116	689	1000	0.986
02:54	688	123	699	1000	0.984
02:55	690	125	702	1000	0.984
02:56	700	126	711	1000	0.984
02:57	698	123	709	1000	0.985
02:58	698	122	709	1000	0.985
02:59	701	129	713	1000	0.984
03:00	697	131	709	1000	0.983
03:01	698	128	710	1000	0.984
03:02	706	130	717	1000	0.983
03:03	698	130	710	1000	0.983
03:04	692	122	702	1000	0.985
03:05	697	120	707	1000	0.986
03:06	695	120	705	1000	0.986
03:07	700	119	711	1000	0.986

03:09	679	113	688	1000	0.987
03:10	681	114	691	1000	0.987
03:11	685	112	694	1000	0.987
03:12	693	123	704	1000	0.985
03:13	682	122	693	1000	0.985
03:14	688	127	699	1000	0.984
03:15	702	130	714	1000	0.983
03:16	703	130	715	1000	0.983
03:17	684	120	694	1000	0.985
03:18	675	120	686	1000	0.985
03:19	667	119	677	1000	0.985
03:20	669	123	680	1000	0.984
03:21	694	126	705	1000	0.984
03:22	706	135	718	1000	0.982
03:23	704	130	715	1000	0.984
03:24	696	127	707	1000	0.984
03:25	690	126	701	1000	0.984
03:26	694	127	706	1000	0.984
03:27	696	133	709	1000	0.982
03:28	713	140	727	1000	0.981
03:29	702	140	716	1000	0.981
03:30	699	138	713	1000	0.981
03:31	693	129	705	1000	0.983
03:32	691	130	703	1000	0.983
03:33	684	123	694	1000	0.984
03:34	679	119	689	1000	0.985
03:35	697	131	709	1000	0.983
03:36	695	130	707	1000	0.983
03:37	693	126	705	1000	0.984
03:38	699	125	711	1000	0.984
03:39	694	112	703	1000	0.987
03:40	684	115	694	1000	0.986
03:41	695	120	705	1000	0.985
03:42	698	121	708	1000	0.985
03:43	699	127	710	1000	0.984
03:44	704	126	715	1000	0.985
03:45	701	131	713	1000	0.983
03:46	689	134	702	1000	0.982
03:47	674	130	687	1000	0.982
03:48	688	132	701	1000	0.982
03:49	673	125	684	1000	0.983
03:50	673	126	685	1000	0.983
03:51	669	124	681	1000	0.983
03:52	667	120	678	1000	0.984
03:53	685	127	696	1000	0.983
03:54	673	122	684	1000	0.984
03:55	675	121	686	1000	0.984
03:56	673	115	683	1000	0.986
03:57	668	113	677	1000	0.986
03:58	679	116	689	1000	0.986
03:59	681	121	691	1000	0.985
04:00	681	123	692	1000	0.984
04:01	681	117	691	1000	0.986
04:02	682	118	692	1000	0.986
04:03	694	121	704	1000	0.985
04:04	698	117	708	1000	0.986
04:05	691	115	701	1000	0.987
04:06	691	118	701	1000	0.986
04:07	686	120	696	1000	0.985
04:08	684	118	694	1000	0.986
04:09	687	118	697	1000	0.986
04:10	681	116	691	1000	0.986
04:11	672	115	681	1000	0.986
04:12	683	120	694	1000	0.985
04:13	678	117	688	1000	0.985
04:14	694	120	704	1000	0.986
04:15	694	121	704	1000	0.985
04:16	694	120	705	1000	0.986
04:17	691	119	702	1000	0.985
04:18	684	120	695	1000	0.985
04:19	688	119	698	1000	0.985
04:20	680	117	690	1000	0.985
04:21	674	115	683	1000	0.986
04:22	667	115	677	1000	0.986
04:23	656	109	665	1000	0.986
04:24	667	118	678	1000	0.985
04:25	667	118	678	1000	0.985
04:26	667	117	678	1000	0.985

04:27	663	118	673	1000	0.984
04:28	657	117	667	1000	0.985
04:29	660	118	670	1000	0.984
04:30	665	117	675	1000	0.985
04:31	665	112	675	1000	0.986
04:32	674	121	685	1000	0.984
04:33	679	123	690	1000	0.984
04:34	692	119	703	1000	0.986
04:35	688	116	697	1000	0.986
04:36	680	112	689	1000	0.987
04:37	679	108	688	1000	0.988
04:38	681	119	692	1000	0.985
04:39	679	119	690	1000	0.985
04:40	672	115	682	1000	0.986
04:41	676	114	686	1000	0.986
04:42	690	120	700	1000	0.985
04:43	673	117	683	1000	0.985
04:44	679	123	690	1000	0.984
04:45	674	121	685	1000	0.985
04:46	678	122	689	1000	0.984
04:47	678	118	689	1000	0.985
04:48	662	112	672	1000	0.986
04:49	659	110	668	1000	0.987
04:50	671	117	681	1000	0.985
04:51	682	125	693	1000	0.984
04:52	675	119	685	1000	0.985
04:53	671	116	681	1000	0.986
04:54	663	111	672	1000	0.986
04:55	661	107	670	1000	0.987
04:56	668	114	678	1000	0.986
04:57	668	103	676	1000	0.988
04:58	668	98	676	1000	0.989
04:59	664	99	671	1000	0.989
05:00	661	100	668	1000	0.989
05:01	670	101	677	1000	0.989
05:02	669	97	676	1000	0.990
05:03	673	98	680	1000	0.990
05:04	672	103	680	1000	0.988
05:05	665	101	673	1000	0.989
05:06	662	100	669	1000	0.989
05:07	668	99	675	1000	0.989
05:08	662	92	668	1000	0.991
05:09	657	92	664	1000	0.990
05:10	653	93	659	1000	0.990
05:11	651	91	657	1000	0.990
05:12	663	95	669	1000	0.990
05:13	673	99	680	1000	0.989
05:14	675	98	682	1000	0.990
05:15	667	95	674	1000	0.990
05:16	664	95	670	1000	0.990
05:17	668	95	674	1000	0.990
05:18	665	95	672	1000	0.990
05:19	654	89	660	1000	0.991
05:20	655	91	661	1000	0.991
05:21	656	89	662	1000	0.991
05:22	669	92	675	1000	0.991
05:23	677	92	683	1000	0.991
05:24	680	96	686	1000	0.990
05:25	678	98	685	1000	0.990
05:26	682	100	689	1000	0.989
05:27	669	91	675	1000	0.991
05:28	682	95	688	1000	0.991
05:29	656	86	662	1000	0.992
05:30	653	87	658	1000	0.991
05:31	655	91	661	1000	0.991
05:32	643	87	649	1000	0.991
05:33	652	87	658	1000	0.991
05:34	672	95	679	1000	0.990
05:35	661	87	667	1000	0.992
05:36	662	88	667	1000	0.991
05:37	655	93	661	1000	0.990
05:38	662	92	668	1000	0.990
05:39	642	87	648	1000	0.991
05:40	631	88	636	1000	0.991
05:41	628	89	635	1000	0.990
05:42	628	91	634	1000	0.990
05:43	622	88	626	1000	0.990
05:44	616	77	621	1000	0.993
05:45	616	98	624	1000	0.987

05:46	622	112	632	1000	0.984
05:47	615	110	625	1000	0.984
05:48	608	104	617	1000	0.986
05:49	611	103	619	1000	0.986
05:50	619	107	628	1000	0.985
05:51	615	107	624	1000	0.985
05:52	621	110	630	1000	0.985
05:53	619	108	628	1000	0.985
05:54	621	110	631	1000	0.985
05:55	621	113	632	1000	0.984
05:56	620	107	629	1000	0.985
05:57	614	108	623	1000	0.985
05:58	602	97	610	1000	0.987
05:59	591	87	597	1000	0.990
06:00	592	84	598	1000	0.990
06:01	588	84	594	1000	0.990
06:02	563	59	566	1000	0.995
06:03	540	64	544	1000	0.993
06:04	537	83	544	1000	0.988
06:05	540	93	548	1000	0.986
06:06	547	101	556	1000	0.983
06:07	557	113	569	1000	0.980
06:08	549	111	560	1000	0.980
06:09	545	107	556	1000	0.981
06:10	544	105	554	1000	0.982
06:11	548	97	557	1000	0.985
06:12	555	91	562	1000	0.987
06:13	549	88	556	1000	0.988
06:14	549	90	556	1000	0.987
06:15	545	92	553	1000	0.986
06:16	551	102	560	1000	0.982
06:17	556	103	566	1000	0.982
06:18	552	101	561	1000	0.984
06:19	550	102	560	1000	0.983
06:20	559	105	568	1000	0.983
06:21	557	104	567	1000	0.983
06:22	562	100	571	1000	0.985
06:23	567	110	578	1000	0.982
06:24	574	121	586	1000	0.979
06:25	578	122	591	1000	0.979
06:26	571	115	582	1000	0.981
06:27	571	114	583	1000	0.981
06:28	586	124	599	1000	0.979
06:29	608	168	631	1000	0.955
06:30	605	80	610	1000	0.991
06:31	619	89	626	1000	0.990
06:32	600	76	604	1000	0.992
06:33	601	82	606	1000	0.991
06:34	619	98	627	1000	0.988
06:35	622	102	630	1000	0.987
06:36	619	101	627	1000	0.987
06:37	597	88	604	1000	0.989
06:38	590	83	596	1000	0.990
06:39	603	105	613	1000	0.984
06:40	610	96	618	1000	0.988
06:41	616	80	621	1000	0.992
06:42	614	82	619	1000	0.991
06:43	612	85	618	1000	0.991
06:44	606	82	611	1000	0.991
06:45	593	85	599	1000	0.990
06:46	593	84	599	1000	0.990
06:47	600	91	607	1000	0.989
06:48	588	90	595	1000	0.988
06:49	578	92	585	1000	0.988
06:50	580	92	588	1000	0.988
06:51	583	97	591	1000	0.987
06:52	592	98	600	1000	0.987
06:53	595	107	605	1000	0.984
06:54	603	104	612	1000	0.986
06:55	608	95	616	1000	0.988
06:56	612	93	619	1000	0.989
06:57	585	76	590	1000	0.992
06:58	582	105	592	1000	0.979
06:59	644	162	664	1000	0.970
07:00	698	178	720	1000	0.969
07:01	708	184	731	1000	0.968
07:02	718	191	743	1000	0.966
07:03	714	189	739	1000	0.967
07:04	747	172	766	1000	0.975

07:05	767	185	789	1000	0.972
07:06	626	142	642	1000	0.975
07:07	618	139	634	1000	0.976
07:08	610	133	624	1000	0.977
07:09	605	127	618	1000	0.979
07:10	625	135	639	1000	0.977
07:11	721	170	741	1000	0.973
07:12	731	175	752	1000	0.973
07:13	741	175	762	1000	0.973
07:14	736	175	756	1000	0.973
07:15	765	192	789	1000	0.970
07:16	702	177	724	1000	0.970
07:17	610	151	629	1000	0.971
07:18	615	152	634	1000	0.971
07:19	609	146	627	1000	0.973
07:20	628	150	645	1000	0.973
07:21	717	168	736	1000	0.974
07:22	755	180	776	1000	0.973
07:23	768	180	789	1000	0.974
07:24	766	182	787	1000	0.973
07:25	760	190	803	1000	0.972
07:26	761	185	783	1000	0.972
07:27	636	152	654	1000	0.973
07:28	630	149	648	1000	0.973
07:29	645	144	661	1000	0.976
07:30	754	177	774	1000	0.973
07:31	770	185	792	1000	0.973
07:32	803	191	826	1000	0.973
07:33	787	191	810	1000	0.972
07:34	803	206	829	1000	0.969
07:35	674	165	694	1000	0.971
07:36	654	173	676	1000	0.966
07:37	660	170	682	1000	0.969
07:38	648	151	666	1000	0.974
07:39	705	166	724	1000	0.973
07:40	771	193	795	1000	0.970
07:41	776	196	800	1000	0.970
07:42	771	201	797	1000	0.968
07:43	776	202	802	1000	0.968
07:44	811	217	839	1000	0.966
07:45	717	191	742	1000	0.967
07:46	645	167	666	1000	0.968
07:47	648	129	661	1000	0.981
07:48	641	118	652	1000	0.983
07:49	642	114	652	1000	0.985
07:50	643	117	653	1000	0.984
07:51	625	110	635	1000	0.985
07:52	611	101	619	1000	0.986
07:53	611	102	619	1000	0.986
07:54	592	107	602	1000	0.984
07:55	577	111	588	1000	0.982
07:56	587	115	598	1000	0.982
07:57	591	116	602	1000	0.981
07:58	597	117	608	1000	0.981
07:59	584	111	595	1000	0.982
08:00	584	109	595	1000	0.983
08:01	588	113	599	1000	0.982
08:02	665	124	677	1000	0.983
08:03	743	163	761	1000	0.977
08:04	768	175	787	1000	0.975
08:05	775	177	795	1000	0.975
08:06	796	184	817	1000	0.975
08:07	831	199	854	1000	0.973
08:08	718	167	737	1000	0.974
08:09	676	156	694	1000	0.974
08:10	678	154	695	1000	0.975
08:11	686	152	702	1000	0.976
08:12	752	162	770	1000	0.977
08:13	771	162	788	1000	0.979
08:14	770	159	787	1000	0.979
08:15	792	162	808	1000	0.980
08:16	831	169	848	1000	0.980
08:17	833	172	851	1000	0.979
08:18	700	137	713	1000	0.981
08:19	677	135	690	1000	0.981
08:20	673	142	688	1000	0.978
08:21	679	143	693	1000	0.979
08:22	794	181	814	1000	0.975
08:23	626	204	853	1000	0.971

08:24	790	179	810	1000	0.975
08:25	787	165	804	1000	0.979
08:26	812	183	832	1000	0.975
08:27	706	153	723	1000	0.977
08:28	656	147	673	1000	0.976
08:29	653	148	669	1000	0.975
08:30	738	170	757	1000	0.974
08:31	788	192	811	1000	0.972
08:32	817	204	842	1000	0.970
08:33	814	200	838	1000	0.971
08:34	857	213	883	1000	0.970
08:35	783	203	809	1000	0.967
08:36	690	173	712	1000	0.970
08:37	651	142	666	1000	0.977
08:38	638	123	650	1000	0.982
08:39	625	114	635	1000	0.984
08:40	621	104	630	1000	0.986
08:41	617	107	626	1000	0.986
08:42	624	109	633	1000	0.985
08:43	633	115	643	1000	0.984
08:44	630	121	642	1000	0.982
08:45	638	120	649	1000	0.983
08:46	642	128	655	1000	0.981
08:47	630	115	640	1000	0.984
08:48	641	122	653	1000	0.983
08:49	630	117	641	1000	0.983
08:50	657	128	670	1000	0.982
08:51	665	125	676	1000	0.983
08:52	646	117	656	1000	0.984
08:53	624	106	633	1000	0.986
08:54	626	107	636	1000	0.986
08:55	626	106	635	1000	0.986
08:56	643	120	654	1000	0.982
08:57	651	127	663	1000	0.981
08:58	661	133	674	1000	0.980
08:59	686	138	700	1000	0.980
09:00	757	164	775	1000	0.977
09:01	770	175	790	1000	0.975
09:02	778	178	798	1000	0.975
09:03	783	181	804	1000	0.974
09:04	800	185	821	1000	0.974
09:05	754	176	775	1000	0.974
09:06	683	154	700	1000	0.975
09:07	742	187	765	1000	0.968
09:08	687	183	711	1000	0.966
09:09	672	183	697	1000	0.965
09:10	670	178	693	1000	0.966
09:11	745	180	767	1000	0.972
09:12	786	200	811	1000	0.969
09:13	789	204	815	1000	0.968
09:14	793	207	820	1000	0.968
09:15	815	214	843	1000	0.967
09:16	817	223	847	1000	0.965
09:17	694	196	721	1000	0.962
09:18	670	186	696	1000	0.963
09:19	738	191	763	1000	0.968
09:20	790	204	816	1000	0.968
09:21	804	212	831	1000	0.967
09:22	815	220	845	1000	0.966
09:23	829	230	860	1000	0.964
09:24	799	215	827	1000	0.966
09:25	697	196	724	1000	0.963
09:26	673	190	700	1000	0.963
09:27	675	193	702	1000	0.962
09:28	675	187	700	1000	0.964
09:29	654	173	677	1000	0.967
09:30	652	172	674	1000	0.967
09:31	664	180	688	1000	0.965
09:32	667	182	692	1000	0.965
09:33	669	177	692	1000	0.967
09:34	664	165	685	1000	0.971
09:35	659	162	679	1000	0.971
09:36	661	163	681	1000	0.971
09:37	636	153	654	1000	0.972
09:38	639	161	659	1000	0.970
09:39	637	160	656	1000	0.970
09:40	634	159	653	1000	0.970
09:41	634	158	653	1000	0.970
09:42	634	158	653	1000	0.970

09:43	626	156	645	1000	0.971
09:44	635	166	656	1000	0.968
09:45	639	169	661	1000	0.967
09:46	640	166	661	1000	0.968
09:47	692	180	715	1000	0.968
09:48	741	198	768	1000	0.966
09:49	758	206	786	1000	0.965
09:50	764	209	792	1000	0.965
09:51	744	195	769	1000	0.967
09:52	739	196	765	1000	0.967
09:53	759	203	785	1000	0.966
09:54	731	200	758	1000	0.965
09:55	647	176	670	1000	0.965
09:56	636	166	657	1000	0.968
09:57	634	173	657	1000	0.964
09:58	634	169	656	1000	0.967
09:59	631	172	654	1000	0.965
10:00	639	171	661	1000	0.966
10:01	644	169	666	1000	0.967
10:02	641	165	662	1000	0.969
10:03	658	169	680	1000	0.969
10:04	666	170	687	1000	0.969
10:05	671	175	693	1000	0.968
10:06	672	173	694	1000	0.969
10:07	659	171	680	1000	0.968
10:08	667	173	689	1000	0.968
10:09	664	170	685	1000	0.969
10:10	656	163	676	1000	0.971
10:11	672	161	691	1000	0.973
10:12	692	220	726	1000	0.946
10:13	641	113	651	1000	0.985
10:14	643	109	652	1000	0.986
10:15	644	106	652	1000	0.987
10:16	637	100	645	1000	0.988
10:17	656	110	665	1000	0.986
10:18	666	106	674	1000	0.988
10:19	699	113	709	1000	0.987
10:20	707	113	716	1000	0.988
10:21	709	115	718	1000	0.987
10:22	714	110	723	1000	0.989
10:23	742	168	761	1000	0.975
10:24	769	197	794	1000	0.969
10:25	719	186	743	1000	0.968
10:26	636	169	659	1000	0.966
10:27	639	168	661	1000	0.967
10:28	646	164	666	1000	0.969
10:29	674	173	696	1000	0.969
10:30	703	179	726	1000	0.970
10:31	716	180	738	1000	0.970
10:32	727	185	750	1000	0.969
10:33	732	188	756	1000	0.969
10:34	777	206	804	1000	0.967
10:35	788	211	816	1000	0.966
10:36	789	207	816	1000	0.967
10:37	674	176	697	1000	0.968
10:38	676	177	699	1000	0.967
10:39	669	144	684	1000	0.977
10:40	651	109	660	1000	0.986
10:41	650	107	658	1000	0.987
10:42	665	171	686	1000	0.966
10:43	690	177	712	1000	0.968
10:44	730	191	754	1000	0.968
10:45	742	192	767	1000	0.968
10:46	734	191	759	1000	0.968
10:47	760	203	786	1000	0.966
10:48	814	225	844	1000	0.964
10:49	809	218	838	1000	0.966
10:50	681	186	706	1000	0.965
10:51	658	178	682	1000	0.966
10:52	654	173	677	1000	0.967
10:53	667	188	693	1000	0.962
10:54	663	178	686	1000	0.966
10:55	659	178	682	1000	0.966
10:56	670	185	695	1000	0.964
10:57	684	195	711	1000	0.962
10:58	675	192	702	1000	0.962
10:59	668	181	692	1000	0.965
11:00	663	186	689	1000	0.963
11:01	716	159	734	1000	0.976

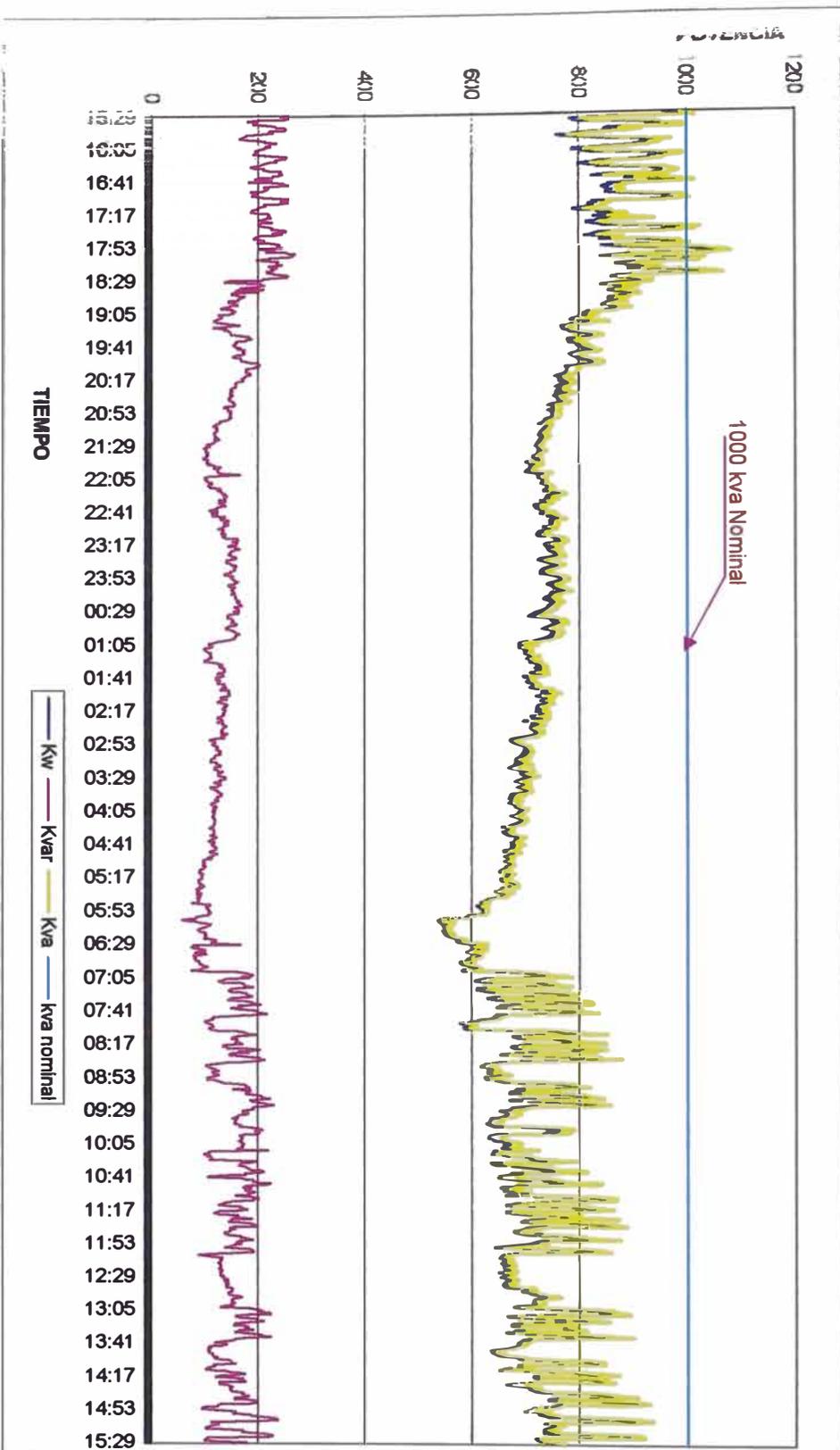
11:02	820	187	841	1000	0.975
11:03	834	192	856	1000	0.975
11:04	848	202	872	1000	0.973
11:05	840	192	862	1000	0.975
11:06	849	193	870	1000	0.975
11:07	750	152	765	1000	0.980
11:08	729	149	744	1000	0.980
11:09	679	136	692	1000	0.981
11:10	675	139	689	1000	0.979
11:11	664	127	676	1000	0.983
11:12	748	148	762	1000	0.981
11:13	787	166	804	1000	0.979
11:14	814	172	832	1000	0.978
11:15	824	168	841	1000	0.980
11:16	846	181	865	1000	0.978
11:17	793	162	809	1000	0.980
11:18	664	128	676	1000	0.982
11:19	664	123	675	1000	0.984
11:20	676	119	687	1000	0.985
11:21	701	127	713	1000	0.984
11:22	786	163	803	1000	0.979
11:23	775	163	792	1000	0.979
11:24	766	156	781	1000	0.980
11:25	788	164	805	1000	0.979
11:26	855	189	876	1000	0.977
11:27	724	150	739	1000	0.979
11:28	698	151	714	1000	0.977
11:29	692	146	707	1000	0.979
11:30	783	166	801	1000	0.978
11:31	824	187	845	1000	0.975
11:32	833	192	855	1000	0.975
11:33	848	196	870	1000	0.975
11:34	869	200	891	1000	0.975
11:35	725	155	741	1000	0.978
11:36	699	148	714	1000	0.978
11:37	711	159	729	1000	0.976
11:38	692	151	709	1000	0.977
11:39	678	147	693	1000	0.977
11:40	680	148	696	1000	0.977
11:41	678	138	691	1000	0.980
11:42	688	140	702	1000	0.980
11:43	701	141	715	1000	0.980
11:44	748	147	762	1000	0.981
11:45	795	169	813	1000	0.978
11:46	781	168	799	1000	0.978
11:47	796	176	815	1000	0.976
11:48	832	184	852	1000	0.976
11:49	857	191	878	1000	0.976
11:50	726	164	745	1000	0.975
11:51	723	170	743	1000	0.974
11:52	710	160	728	1000	0.975
11:53	719	169	739	1000	0.973
11:54	689	161	708	1000	0.974
11:55	661	154	679	1000	0.974
11:56	650	148	667	1000	0.975
11:57	643	139	658	1000	0.977
11:58	746	165	764	1000	0.976
11:59	796	184	817	1000	0.974
12:00	815	190	837	1000	0.974
12:01	833	192	855	1000	0.974
12:02	840	193	862	1000	0.975
12:03	739	152	754	1000	0.980
12:04	677	126	688	1000	0.982
12:05	657	89	663	1000	0.990
12:06	657	97	664	1000	0.989
12:07	656	114	666	1000	0.985
12:08	651	134	664	1000	0.980
12:09	658	132	671	1000	0.981
12:10	664	130	677	1000	0.981
12:11	658	133	671	1000	0.980
12:12	658	132	671	1000	0.981
12:13	663	129	676	1000	0.981
12:14	655	126	667	1000	0.982
12:15	670	130	683	1000	0.982
12:16	668	131	681	1000	0.981
12:17	661	131	674	1000	0.981
12:18	657	130	669	1000	0.981
12:19	658	130	671	1000	0.981
12:20	660	127	672	1000	0.982

12:21	666	132	679	1000	0.981
12:22	663	133	676	1000	0.981
12:23	673	134	686	1000	0.981
12:24	650	129	662	1000	0.981
12:25	665	132	678	1000	0.981
12:26	667	130	679	1000	0.981
12:27	660	130	673	1000	0.981
12:28	661	136	675	1000	0.980
12:29	654	133	668	1000	0.980
12:30	666	138	681	1000	0.979
12:31	664	139	678	1000	0.979
12:32	672	145	688	1000	0.977
12:33	665	138	679	1000	0.979
12:34	664	144	679	1000	0.977
12:35	662	143	677	1000	0.977
12:36	658	140	673	1000	0.978
12:37	667	146	683	1000	0.977
12:38	658	141	673	1000	0.978
12:39	660	141	675	1000	0.978
12:40	676	141	691	1000	0.979
12:41	702	151	718	1000	0.978
12:42	704	153	720	1000	0.977
12:43	700	153	716	1000	0.977
12:44	693	152	709	1000	0.977
12:45	702	152	719	1000	0.978
12:46	706	145	721	1000	0.980
12:47	712	148	728	1000	0.979
12:48	718	146	733	1000	0.980
12:49	726	154	742	1000	0.978
12:50	744	164	761	1000	0.977
12:51	749	170	766	1000	0.975
12:52	722	158	739	1000	0.977
12:53	718	154	734	1000	0.978
12:54	716	152	732	1000	0.978
12:55	715	152	731	1000	0.978
12:56	717	154	734	1000	0.978
12:57	720	157	737	1000	0.977
12:58	712	151	728	1000	0.978
12:59	712	154	729	1000	0.977
13:00	693	148	709	1000	0.978
13:01	678	133	691	1000	0.982
13:02	687	131	700	1000	0.982
13:03	747	185	770	1000	0.969
13:04	815	197	839	1000	0.972
13:05	842	205	866	1000	0.972
13:06	838	209	863	1000	0.970
13:07	838	203	862	1000	0.972
13:08	861	222	890	1000	0.968
13:09	868	225	897	1000	0.968
13:10	735	183	758	1000	0.970
13:11	666	159	685	1000	0.973
13:12	673	159	691	1000	0.973
13:13	719	167	738	1000	0.974
13:14	789	196	813	1000	0.971
13:15	795	198	820	1000	0.970
13:16	817	198	840	1000	0.972
13:17	832	212	858	1000	0.969
13:18	755	184	777	1000	0.971
13:19	678	158	696	1000	0.974
13:20	676	166	696	1000	0.971
13:21	673	155	691	1000	0.974
13:22	774	176	793	1000	0.975
13:23	776	182	797	1000	0.974
13:24	772	176	791	1000	0.975
13:25	775	177	795	1000	0.975
13:26	792	191	815	1000	0.972
13:27	681	166	701	1000	0.972
13:28	677	163	697	1000	0.972
13:29	664	157	682	1000	0.973
13:30	735	182	758	1000	0.970
13:31	799	202	824	1000	0.970
13:32	829	207	855	1000	0.970
13:33	845	212	871	1000	0.970
13:34	876	224	904	1000	0.969
13:35	774	175	793	1000	0.976
13:36	697	157	715	1000	0.976
13:37	693	157	711	1000	0.975
13:38	697	148	712	1000	0.978
13:39	691	136	705	1000	0.981

13:40	685	120	695	1000	0.985
13:41	691	138	705	1000	0.987
13:42	686	142	700	1000	0.979
13:43	684	134	697	1000	0.981
13:44	679	114	689	1000	0.986
13:45	672	108	681	1000	0.988
13:46	668	113	677	1000	0.988
13:47	653	108	662	1000	0.987
13:48	636	107	645	1000	0.986
13:49	640	108	649	1000	0.986
13:50	640	110	650	1000	0.986
13:51	638	108	647	1000	0.986
13:52	645	115	655	1000	0.985
13:53	649	116	659	1000	0.985
13:54	655	115	665	1000	0.985
13:55	676	118	686	1000	0.985
13:56	689	125	700	1000	0.984
13:57	688	120	698	1000	0.985
13:58	751	131	763	1000	0.985
13:59	810	145	823	1000	0.984
14:00	828	150	841	1000	0.984
14:01	836	150	849	1000	0.984
14:02	834	150	847	1000	0.984
14:03	835	159	850	1000	0.982
14:04	686	117	696	1000	0.986
14:05	710	121	720	1000	0.986
14:06	704	119	714	1000	0.986
14:07	667	107	676	1000	0.987
14:08	664	110	673	1000	0.987
14:09	651	102	659	1000	0.988
14:10	744	120	754	1000	0.987
14:11	792	140	804	1000	0.985
14:12	809	148	822	1000	0.984
14:13	830	164	846	1000	0.981
14:14	860	176	877	1000	0.980
14:15	819	156	834	1000	0.982
14:16	715	130	727	1000	0.984
14:17	717	121	728	1000	0.986
14:18	804	146	817	1000	0.984
14:19	834	173	852	1000	0.979
14:20	832	171	850	1000	0.980
14:21	829	165	846	1000	0.981
14:22	849	177	868	1000	0.979
14:23	704	128	715	1000	0.984
14:24	674	130	686	1000	0.982
14:25	664	128	676	1000	0.982
14:26	686	144	701	1000	0.979
14:27	702	147	717	1000	0.979
14:28	711	153	727	1000	0.978
14:29	710	149	725	1000	0.979
14:30	707	148	723	1000	0.979
14:31	717	148	732	1000	0.980
14:32	721	150	737	1000	0.979
14:33	736	154	752	1000	0.979
14:34	822	170	840	1000	0.979
14:35	836	174	854	1000	0.979
14:36	848	170	865	1000	0.981
14:37	870	176	888	1000	0.980
14:38	892	183	910	1000	0.979
14:39	819	177	838	1000	0.977
14:40	745	158	762	1000	0.979
14:41	743	156	760	1000	0.979
14:42	843	181	863	1000	0.978
14:43	884	195	905	1000	0.977
14:44	902	197	923	1000	0.977
14:45	911	200	933	1000	0.977
14:46	892	186	911	1000	0.978
14:47	759	130	770	1000	0.986
14:48	754	126	765	1000	0.986
14:49	747	124	757	1000	0.987
14:50	713	107	720	1000	0.990
14:51	709	95	715	1000	0.991
14:52	707	95	714	1000	0.991
14:53	698	119	708	1000	0.985
14:54	723	151	739	1000	0.979
14:55	731	159	748	1000	0.977
14:56	729	158	746	1000	0.977
14:57	726	154	742	1000	0.978

14:58	740	184	762	1000	0.966
14:59	744	189	768	1000	0.969
15:00	798	199	822	1000	0.970
15:01	860	222	889	1000	0.968
15:02	876	231	906	1000	0.967
15:03	892	236	923	1000	0.967
15:04	908	238	939	1000	0.968
15:05	883	203	906	1000	0.974
15:06	736	113	745	1000	0.988
15:07	748	126	759	1000	0.966
15:08	750	124	760	1000	0.986
15:09	763	127	774	1000	0.986
15:10	754	114	762	1000	0.989
15:11	743	108	751	1000	0.990
15:12	738	103	746	1000	0.991
15:13	735	102	742	1000	0.991
15:14	743	132	755	1000	0.979
15:15	740	172	760	1000	0.974
15:16	734	173	754	1000	0.974
15:17	746	170	766	1000	0.975
15:18	854	196	876	1000	0.975
15:19	881	213	907	1000	0.972
15:20	892	224	920	1000	0.970
15:21	893	228	921	1000	0.969
15:22	895	221	922	1000	0.971
15:23	718	106	726	1000	0.989
15:24	720	103	727	1000	0.990
15:25	724	106	732	1000	0.990
15:26	726	100	733	1000	0.991
15:27	743	120	752	1000	0.987
15:28	754	179	775	1000	0.968
15:29	750	179	771	1000	0.973

GRAFICA DE MAXIMA DEMANDA CELDA N°2 (MEZCLAS Y SERVICIOS)



GRAFICA DE FACTOR DE POTENCIA CELDA N°2 (MEZCLAS Y SERVICIOS)

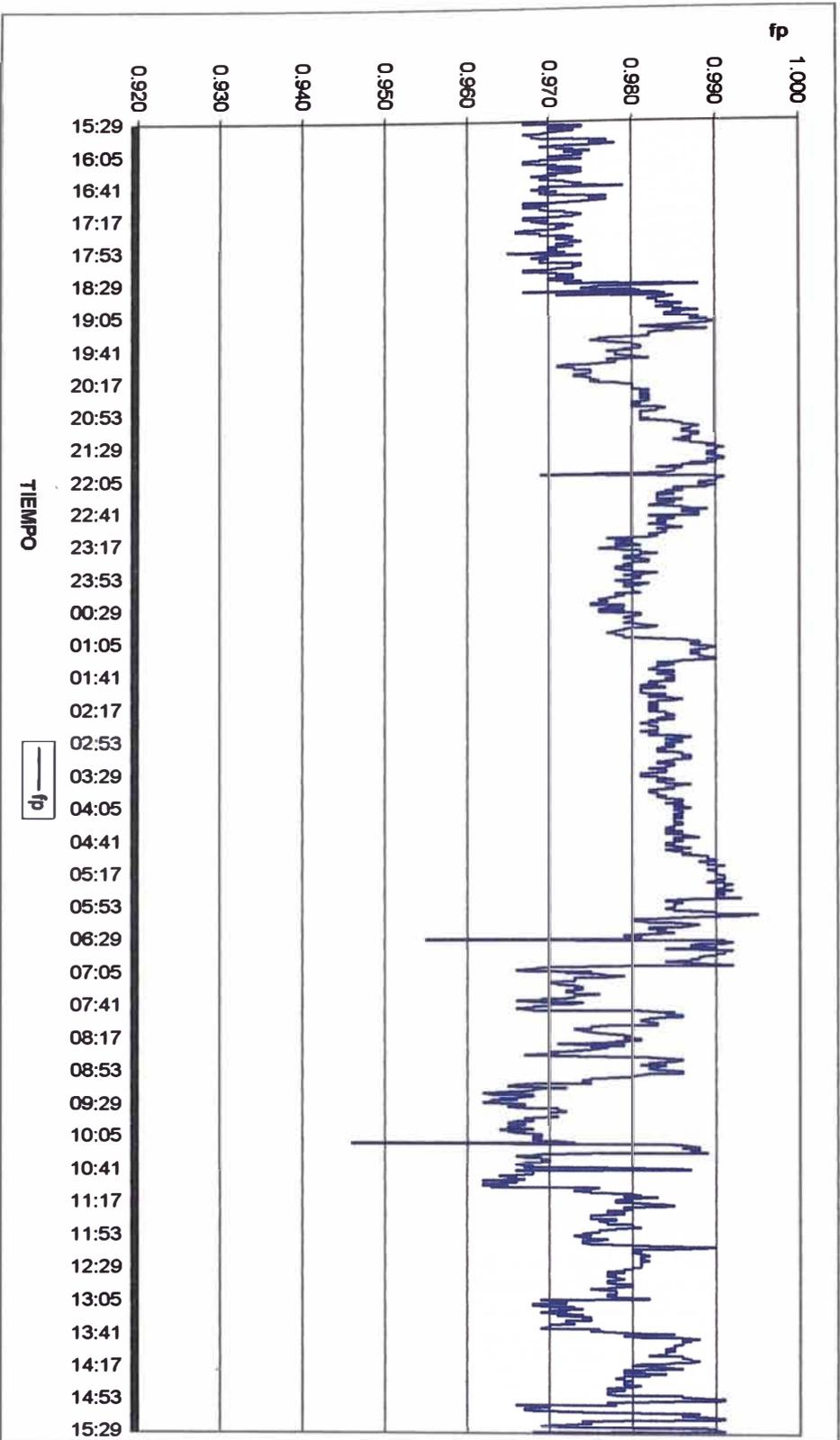


Tabla N° 2.5 CUADRO DE PARMETROS ELECTRICOS DE TENSIONES Y CORRIENTES MEDIDOS EN LA CELDA N°2
(MEZCLAS Y SERVICIOS)

ANALIZADOR DE RED: CODAM BASIC							
MODELO: MEMOBOX 302							
PUNTO DE MEDICION. CELDA N°2							
FECHA DE MEDICION: 01/12/05							
Hora	TENSIONES POR FASE			CORRIENTES			
	VOLTAJES			AMPERIOS			
	V _R	V _S	V _T	I _R	I _S	I _T	Inominal
15:29	451	455	452	1229	1323	1237	1250
15:34	452	455	452	1169	1261	1179	1250
15:39	451	454	451	1063	1146	1074	1250
15:44	451	454	451	1214	1306	1220	1250
15:49	452	455	452	1095	1179	1103	1250
15:54	451	454	451	993	1070	1000	1250
15:59	451	455	451	1120	1208	1129	1250
16:04	450	454	451	1174	1264	1180	1250
16:09	450	453	450	1043	1123	1052	1250
16:14	451	454	451	1138	1223	1146	1250
16:19	451	455	452	1200	1294	1209	1250
16:24	451	455	452	1064	1147	1072	1250
16:29	451	454	451	1105	1193	1115	1250
16:34	450	454	451	1218	1307	1227	1250
16:39	451	454	451	1146	1228	1146	1250
16:44	450	454	451	1225	1316	1232	1250
16:49	451	454	451	1103	1183	1112	1250
16:54	452	456	452	1090	1171	1098	1250
16:59	454	457	454	1146	1229	1150	1250
17:04	453	457	454	1231	1320	1233	1250
17:09	453	457	453	1057	1135	1061	1250
17:14	453	456	453	1025	1097	1026	1250
17:19	454	457	454	1083	1166	1087	1250
17:24	454	458	455	1098	1181	1103	1250
17:29	454	457	454	1052	1131	1062	1250
17:34	453	456	453	1166	1249	1169	1250
17:39	452	455	452	1202	1289	1205	1250
17:44	452	455	453	1064	1145	1068	1250
17:49	454	457	454	1154	1234	1157	1250
17:54	452	456	453	1182	1267	1184	1250
17:59	452	455	452	1242	1332	1248	1250
18:04	451	455	452	1250	1336	1256	1250
18:09	449	453	450	1226	1303	1230	1250
18:14	449	452	449	1198	1278	1200	1250
18:19	447	450	448	1176	1250	1177	1250
18:24	447	450	448	1305	1383	1308	1250
18:29	447	450	448	1142	1217	1151	1250
18:34	449	452	450	1162	1240	1169	1250
18:39	450	453	451	1103	1178	1113	1250
18:44	450	453	451	1105	1181	1119	1250
18:49	452	455	453	905	973	919	1250
18:54	450	452	450	1098	1171	1116	1250
18:59	448	452	449	1081	1157	1099	1250
19:04	448	452	449	1099	1174	1119	1250
19:09	450	453	450	1028	1100	1050	1250
19:14	450	453	450	1009	1081	1029	1250
19:19	451	455	452	1026	1098	1047	1250
19:24	452	455	453	965	1037	992	1250
19:29	452	455	453	1000	1080	1026	1250
19:34	451	454	451	1022	1103	1051	1250
19:39	450	454	451	989	1065	1019	1250
19:44	451	454	451	1010	1091	1041	1250
19:49	451	455	452	1019	1101	1054	1250
19:54	452	455	453	987	1063	1016	1250
19:59	452	456	453	1021	1099	1049	1250
20:04	453	457	454	1022	1094	1048	1250
20:09	456	459	457	976	1050	1005	1250
20:14	454	458	455	968	1043	998	1250

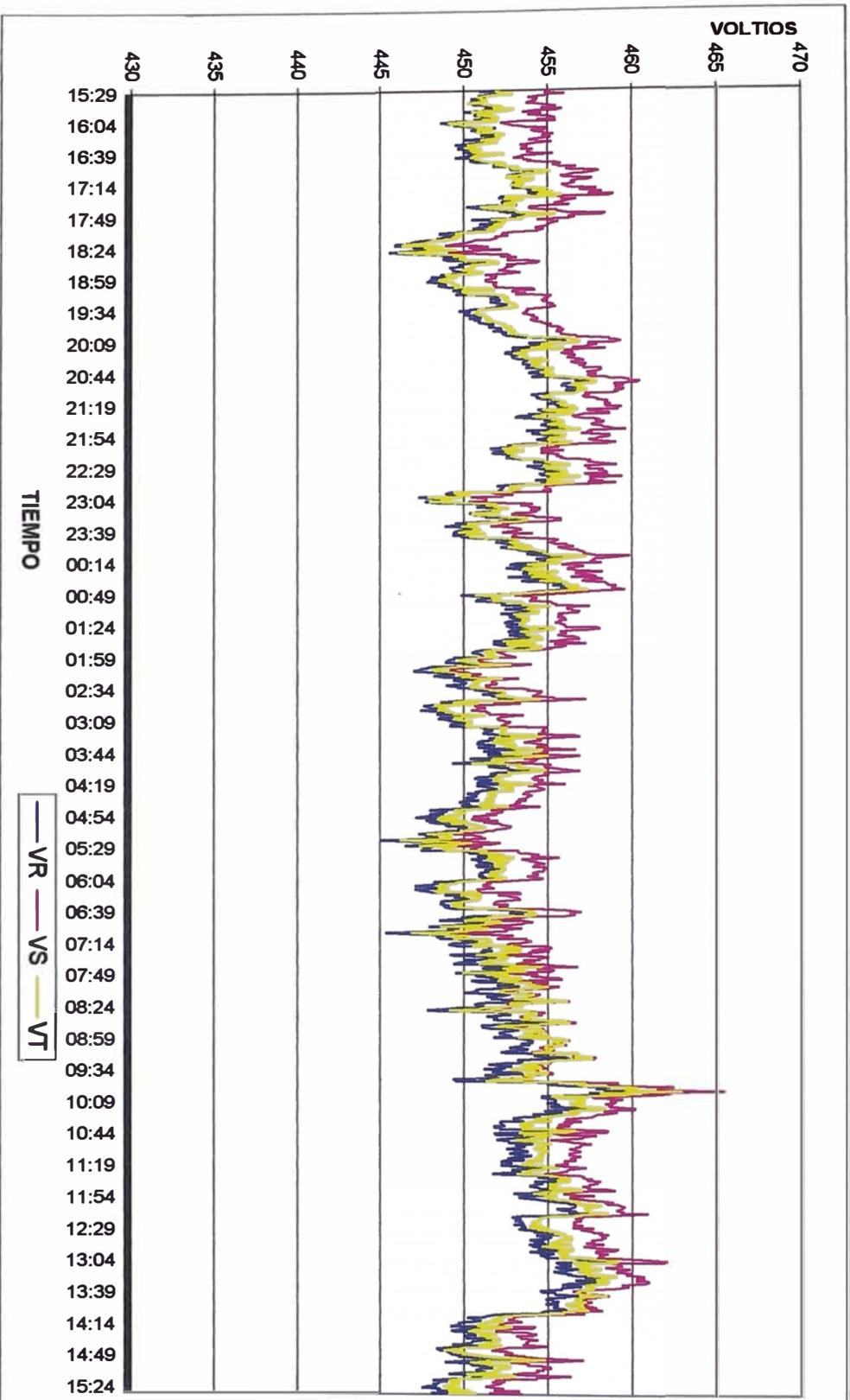
20:19	454	457	454	957	1033	991	1250
20:24	453	456	453	969	1045	1001	1250
20:29	453	457	454	955	1024	989	1250
20:34	454	457	454	965	1033	992	1250
20:39	454	458	455	946	1016	976	1250
20:44	454	458	455	956	1024	987	1250
20:49	455	458	456	931	1003	962	1250
20:54	457	460	458	927	998	960	1250
20:59	456	459	457	932	1005	963	1250
21:04	457	459	457	909	985	946	1250
21:09	452	455	453	894	960	906	1250
21:14	455	458	455	909	982	936	1250
21:19	452	455	453	894	960	905	1250
21:24	456	459	456	901	972	933	1250
21:29	455	458	456	892	969	924	1250
21:34	452	455	453	894	960	905	1250
21:39	455	458	456	895	969	926	1250
21:44	455	458	456	883	955	918	1250
21:49	452	455	453	894	960	905	1250
21:54	455	458	456	886	952	910	1250
21:59	455	458	455	884	947	907	1250
22:04	452	455	453	894	960	905	1250
22:09	452	455	453	911	982	931	1250
22:14	452	455	453	916	991	938	1250
22:19	452	455	453	894	960	904	1250
22:24	455	458	455	945	1013	964	1250
22:29	455	458	455	929	996	941	1250
22:34	455	458	456	913	981	929	1250
22:39	455	458	456	896	968	915	1250
22:44	455	458	455	914	985	931	1250
22:49	454	456	454	938	1012	957	1250
22:54	452	455	453	944	1017	961	1250
22:59	449	452	450	941	1010	958	1250
23:04	452	455	453	892	958	902	1250
23:09	450	453	450	923	990	939	1250
23:14	452	455	453	892	957	902	1250
23:19	451	454	451	939	1009	959	1250
23:24	452	454	452	940	1008	958	1250
23:29	452	454	452	949	1022	970	1250
23:34	450	452	450	936	997	955	1250
23:39	450	453	450	941	1006	960	1250
23:44	450	453	451	943	1011	959	1250
23:49	452	455	453	922	986	938	1250
23:54	453	456	453	951	1023	969	1250
23:59	452	455	453	889	955	899	1250
00:04	452	455	453	889	954	899	1250
00:09	455	459	456	954	1025	972	1250
00:14	454	458	455	940	1004	957	1250
00:19	453	456	454	934	1003	951	1250
00:24	454	457	454	941	1009	958	1250
00:29	454	457	455	930	998	948	1250
00:34	454	458	455	902	970	925	1250
00:39	456	459	456	922	991	942	1250
00:44	456	459	457	947	1019	965	1250
00:49	453	456	453	935	1002	951	1250
00:54	452	455	453	886	952	896	1250
00:59	452	455	453	886	951	895	1250
01:04	452	455	453	886	951	895	1250
01:09	453	456	454	865	934	889	1250
01:14	453	456	453	873	939	901	1250
01:19	452	455	453	886	951	895	1250
01:24	453	456	453	886	951	907	1250
01:29	452	455	453	886	951	895	1250
01:34	452	455	453	886	951	894	1250
01:39	452	455	453	886	951	894	1250
01:44	452	456	453	875	946	900	1250
01:49	453	455	454	885	950	910	1250
01:54	451	452	452	905	971	926	1250
01:59	452	455	453	886	951	894	1250
02:04	449	451	450	926	993	947	1250
02:09	450	452	451	926	997	946	1250

02:14	448	450	449	924	990	944	1250
02:19	452	455	453	884	950	892	1250
02:24	450	452	451	911	984	936	1250
02:29	450	452	451	908	978	927	1250
02:34	450	453	451	904	974	922	1250
02:39	452	454	452	897	962	916	1250
02:44	452	455	453	904	970	917	1250
02:49	450	453	451	867	932	885	1250
02:54	452	455	453	884	949	891	1250
02:59	448	451	449	880	952	903	1250
03:04	452	455	453	884	949	891	1250
03:09	450	453	450	852	924	871	1250
03:14	450	452	450	863	932	883	1250
03:19	452	455	452	861	927	882	1250
03:24	452	455	453	870	940	887	1250
03:29	452	455	453	876	946	899	1250
03:34	451	454	452	863	935	886	1250
03:39	452	455	453	869	940	893	1250
03:44	452	455	453	871	939	891	1250
03:49	452	455	454	858	928	875	1250
03:54	451	454	452	846	913	864	1250
03:59	452	455	453	843	912	865	1250
04:04	453	456	454	855	931	877	1250
04:09	452	455	452	859	931	882	1250
04:14	451	454	452	852	924	872	1250
04:19	451	455	453	865	932	885	1250
04:24	452	455	453	836	904	856	1250
04:29	451	454	452	830	899	850	1250
04:34	450	454	452	846	914	868	1250
04:39	450	453	451	851	926	874	1250
04:44	450	453	452	848	919	872	1250
04:49	449	452	450	842	912	863	1250
04:54	448	451	449	845	917	867	1250
04:59	448	451	449	836	904	858	1250
05:04	449	452	450	837	908	857	1250
05:09	450	452	451	828	898	851	1250
05:14	448	450	449	830	901	854	1250
05:19	447	450	448	830	903	856	1250
05:24	448	451	449	838	904	856	1250
05:29	448	450	449	849	915	862	1250
05:34	450	453	451	817	886	837	1250
05:39	451	455	452	815	889	833	1250
05:44	451	454	452	777	849	796	1250
05:49	451	454	452	769	830	792	1250
05:54	452	455	452	773	835	799	1250
05:59	451	454	452	764	822	785	1250
06:04	451	454	452	705	759	723	1250
06:09	448	451	449	703	738	715	1250
06:14	448	451	449	702	739	715	1250
06:19	449	452	450	705	743	715	1250
06:24	450	453	451	720	758	731	1250
06:29	449	452	450	754	791	757	1250
06:34	449	452	450	784	809	771	1250
06:39	453	456	454	776	802	767	1250
06:44	452	455	453	778	813	772	1250
06:49	450	453	451	755	786	751	1250
06:54	450	452	451	757	786	758	1250
06:59	449	453	451	779	818	777	1250
07:04	447	451	449	940	988	931	1250
07:09	453	456	454	915	982	918	1250
07:14	450	453	451	918	971	913	1250
07:19	451	455	453	856	901	849	1250
07:24	451	454	453	938	989	934	1250
07:29	451	454	452	893	944	888	1250
07:34	450	454	452	1013	1069	1010	1250
07:39	451	455	453	860	909	865	1250
07:44	452	455	453	1011	1063	1010	1250
07:49	450	454	452	848	892	851	1250
07:54	452	455	453	784	830	784	1250
07:59	452	454	454	749	794	749	1250
08:04	452	454	454	854	908	855	1250

08:09	451	453	453	974	1043	970	1250
08:14	452	454	454	935	997	930	1250
08:19	453	454	454	978	1040	971	1250
08:24	451	453	452	969	1030	965	1250
08:29	450	452	452	932	990	928	1250
08:34	452	454	454	1034	1097	1031	1250
08:39	453	455	455	868	926	862	1250
08:44	452	454	454	793	845	793	1250
08:49	452	454	454	813	861	805	1250
08:54	452	454	454	821	874	808	1250
08:59	454	457	455	921	992	926	1250
09:04	454	457	455	923	993	927	1250
09:09	453	455	455	912	969	901	1250
09:14	453	455	455	975	1034	969	1250
09:19	454	457	455	921	992	926	1250
09:24	454	456	456	1039	1109	1036	1250
09:29	452	454	454	877	931	869	1250
09:34	452	454	454	859	915	851	1250
09:39	452	454	454	831	889	828	1250
09:44	450	452	453	817	873	815	1250
09:49	455	459	457	890	952	886	1250
09:54	458	462	460	954	1015	951	1250
09:59	459	463	460	807	864	813	1250
10:04	455	459	456	833	888	831	1250
10:09	455	459	457	852	910	851	1250
10:14	456	459	457	836	902	841	1250
10:19	456	459	457	819	894	827	1250
10:24	454	458	456	914	994	918	1250
10:29	453	456	455	842	920	853	1250
10:34	452	456	454	995	1074	1007	1250
10:39	453	457	455	915	991	927	1250
10:44	453	457	454	857	931	865	1250
10:49	453	456	454	990	1069	990	1250
10:54	453	457	455	849	924	856	1250
10:59	453	457	455	858	933	870	1250
11:04	453	457	455	986	1066	995	1250
11:09	453	457	455	971	1054	978	1250
11:14	453	456	454	929	1009	938	1250
11:19	453	456	454	955	1037	962	1250
11:24	453	456	454	932	1008	941	1250
11:29	453	456	454	949	1026	956	1250
11:34	455	457	456	1052	1132	1057	1250
11:39	454	458	455	882	956	892	1250
11:44	455	458	456	876	950	886	1250
11:49	454	457	455	1027	1109	1033	1250
11:54	454	457	455	904	977	908	1250
11:59	456	458	456	879	954	889	1250
12:04	457	459	458	978	1061	990	1250
12:09	456	459	457	818	886	823	1250
12:14	455	459	456	825	897	836	1250
12:19	453	457	454	831	903	846	1250
12:24	453	457	454	832	902	845	1250
12:29	454	457	455	831	903	841	1250
12:34	455	458	456	836	908	849	1250
12:39	455	458	456	830	902	842	1250
12:44	454	458	456	874	945	889	1250
12:49	455	458	455	899	969	908	1250
12:54	455	458	456	925	994	926	1250
12:59	455	458	456	904	972	907	1250
13:04	457	461	458	914	979	917	1250
13:09	456	459	457	1077	1158	1090	1250
13:14	456	459	457	904	974	919	1250
13:19	456	460	458	981	1058	989	1250
13:24	457	460	458	924	996	934	1250
13:29	457	460	458	906	976	915	1250
13:34	456	459	458	1036	1115	1048	1250
13:39	455	457	457	893	967	905	1250
13:44	456	458	457	857	927	865	1250
13:49	455	457	457	815	886	820	1250
13:54	456	457	457	801	876	814	1250
13:59	455	457	457	904	978	910	1250

14:04	452	455	454	1016	1090	1020	1250
14:09	451	453	452	859	923	861	1250
14:14	450	452	451	1028	1103	1026	1250
14:19	451	453	451	987	1063	991	1250
14:24	450	454	451	988	1067	991	1250
14:29	451	454	451	882	950	890	1250
14:34	450	454	452	945	1010	949	1250
14:39	450	454	451	1091	1167	1090	1250
14:44	449	452	450	1053	1132	1058	1250
14:49	450	453	451	1028	1112	1039	1250
14:54	452	455	453	886	967	904	1250
14:59	451	454	452	939	1012	951	1250
15:04	451	455	452	1122	1190	1120	1250
15:09	451	454	451	990	1052	985	1250
15:14	450	454	451	949	1009	942	1250
15:19	449	452	450	1026	1089	1019	1250
15:24	448	452	449	1067	1129	1058	1250
15:29	449	453	450	953	1009	950	1250

GRAFICA DE TENSIONES POR FASE CELDA N°2 (MEZCLAS Y SERVICIOS)



GRAFICA DE CORRIENTES CELDA N° 2 (MEZCLAS Y SERVICIOS)

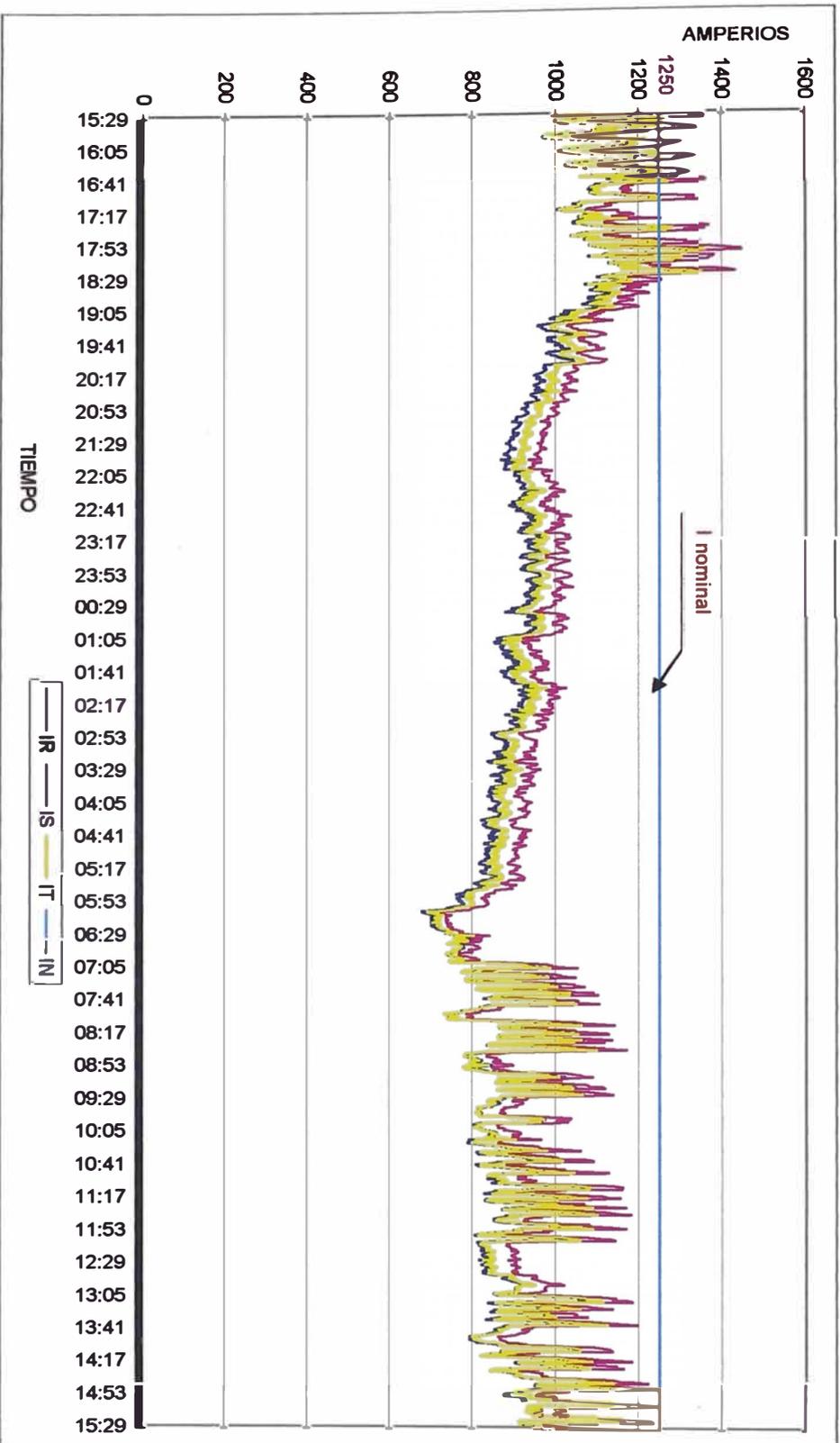


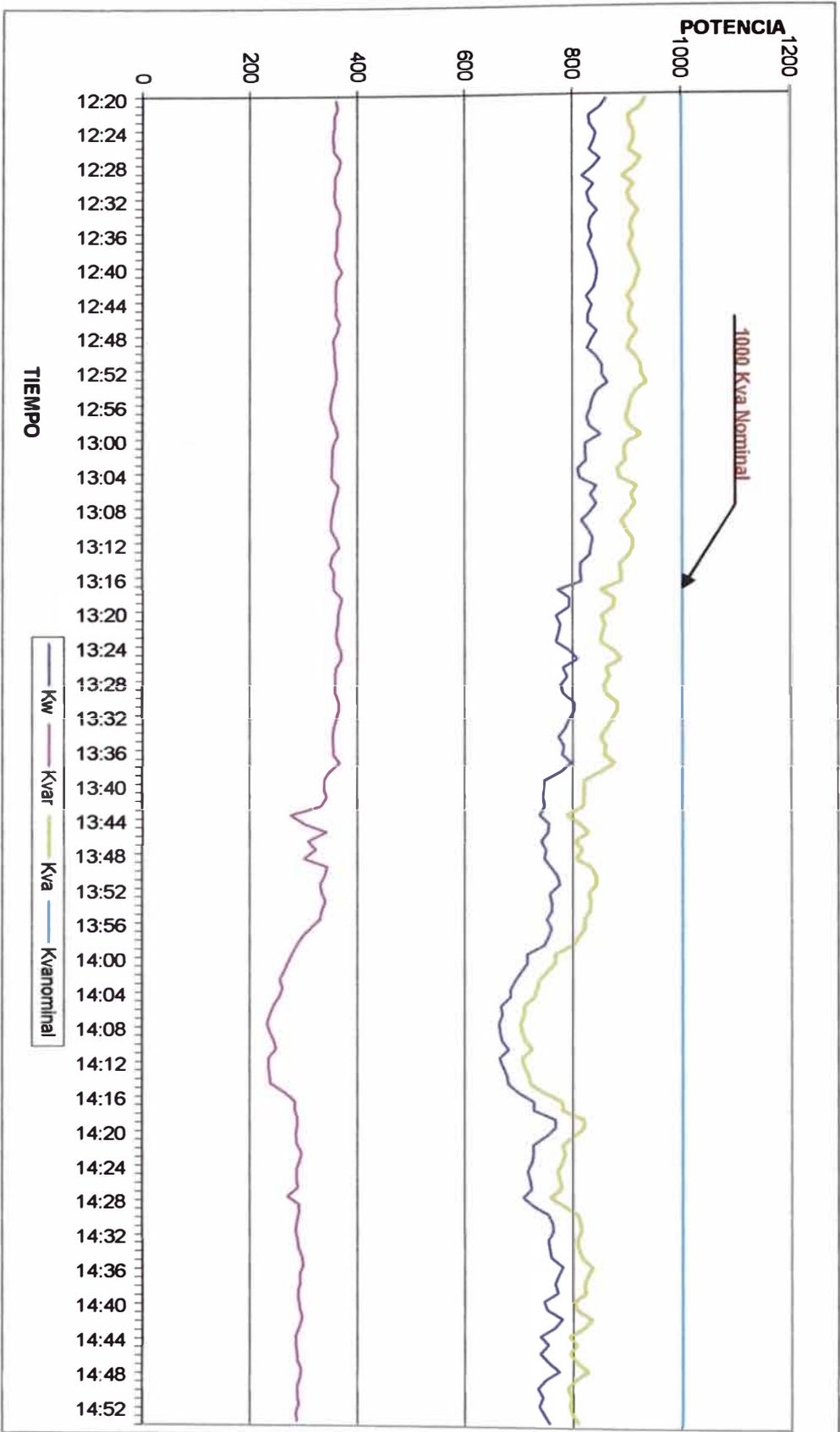
tabla N° 2.6 CUADRO DE MAXIMA DEMANDA DE CELDA N°1 (EXTRUSORAS E INYECTORAS)

ANALIZADOR DE RED: CODAM BASIC
 MODELO: MEMOBOX 302
 PUNTO DE MEDICION. CELDA N°2
 FECHA DE MEDICION: 25/11/05

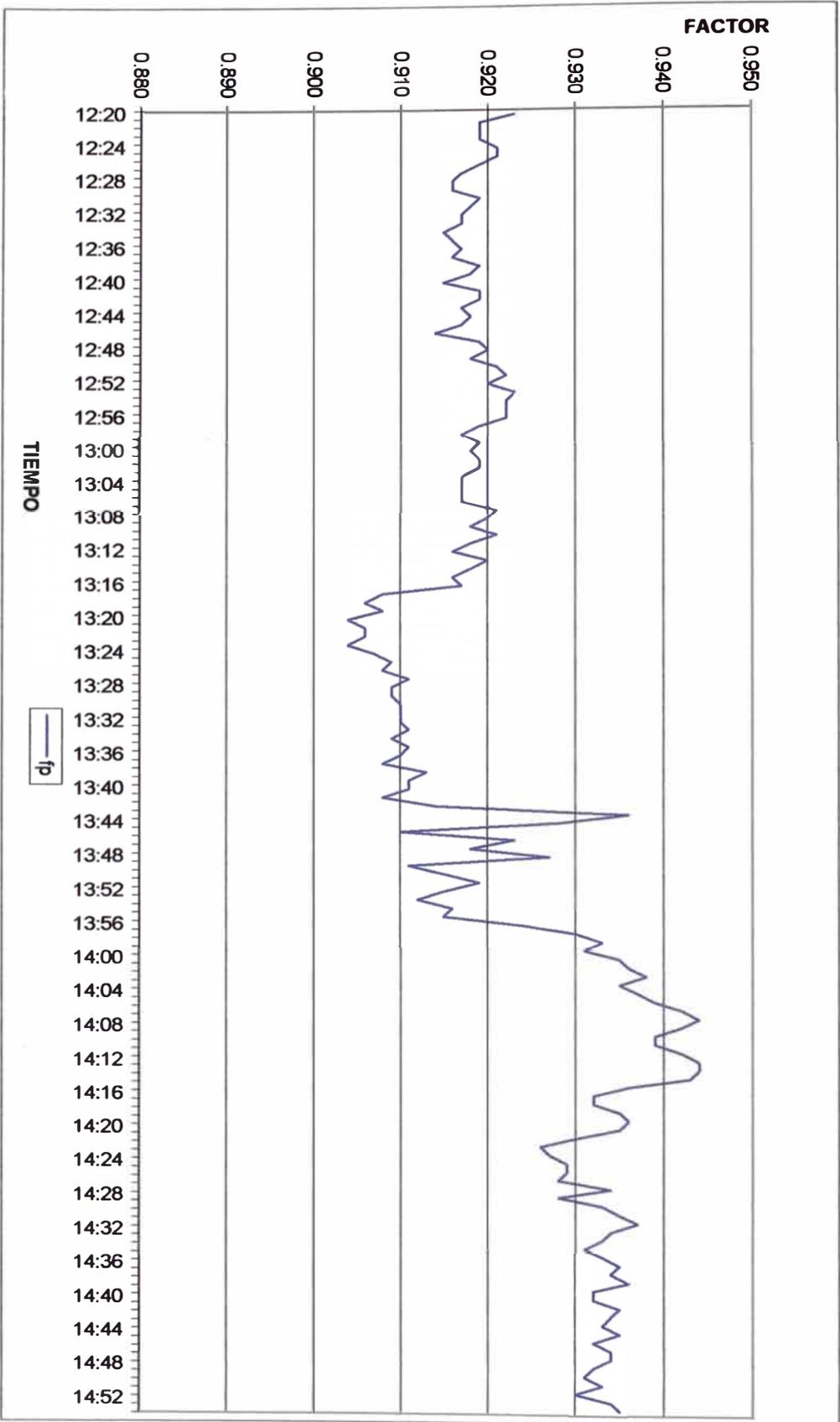
Hora	POTENCIAS				FACTOR DE
	ACTIVA	REACTIVA	APARENTE	APARENTE	POTENCIA
	Kw	Kvar	Kva	KVA Nominal	fp
12:20	862	361	935	1000	0.923
12:21	850	364	925	1000	0.919
12:22	830	357	903	1000	0.919
12:23	832	358	906	1000	0.919
12:24	843	355	914	1000	0.921
12:25	838	356	911	1000	0.921
12:26	831	357	904	1000	0.919
12:27	850	369	926	1000	0.917
12:28	837	366	914	1000	0.916
12:29	817	358	891	1000	0.916
12:30	838	359	912	1000	0.919
12:31	826	357	900	1000	0.918
12:32	831	360	906	1000	0.917
12:33	845	367	921	1000	0.917
12:34	833	368	910	1000	0.915
12:35	830	363	906	1000	0.916
12:36	835	362	911	1000	0.917
12:37	828	363	904	1000	0.916
12:38	835	358	909	1000	0.919
12:39	842	363	917	1000	0.918
12:40	845	372	923	1000	0.915
12:41	843	362	917	1000	0.919
12:42	838	360	912	1000	0.919
12:43	825	360	900	1000	0.917
12:44	835	362	910	1000	0.918
12:45	828	360	902	1000	0.917
12:46	827	367	905	1000	0.914
12:47	844	363	919	1000	0.919
12:48	834	355	907	1000	0.920
12:49	826	357	900	1000	0.918
12:50	843	357	916	1000	0.921
12:51	854	359	926	1000	0.922
12:52	853	362	927	1000	0.920
12:53	864	360	937	1000	0.923
12:54	843	355	915	1000	0.922
12:55	835	352	906	1000	0.922
12:56	832	350	903	1000	0.922
12:57	825	353	897	1000	0.919
12:58	829	360	904	1000	0.917
12:59	851	364	926	1000	0.919
13:00	823	356	897	1000	0.918
13:01	822	353	894	1000	0.919
13:02	824	354	897	1000	0.919
13:03	809	352	882	1000	0.917
13:04	812	353	886	1000	0.917
13:05	843	365	918	1000	0.917
13:06	832	362	907	1000	0.917
13:07	843	356	915	1000	0.921
13:08	831	354	903	1000	0.920
13:09	815	352	888	1000	0.918
13:10	827	351	898	1000	0.921
13:11	836	361	910	1000	0.918
13:12	833	366	910	1000	0.916
13:13	831	354	904	1000	0.920

13:14	813	350	886	1000	0.918
13:15	813	357	888	1000	0.916
13:16	815	355	889	1000	0.917
13:17	772	357	851	1000	0.908
13:18	794	372	877	1000	0.906
13:19	793	367	874	1000	0.908
13:20	770	364	852	1000	0.904
13:21	778	364	859	1000	0.906
13:22	774	361	854	1000	0.906
13:23	770	363	851	1000	0.904
13:24	794	369	876	1000	0.907
13:25	808	370	888	1000	0.909
13:26	782	361	861	1000	0.908
13:27	790	358	867	1000	0.911
13:28	777	358	856	1000	0.909
13:29	782	359	860	1000	0.909
13:30	802	365	881	1000	0.910
13:31	802	365	881	1000	0.910
13:32	792	361	871	1000	0.910
13:33	785	356	862	1000	0.911
13:34	773	354	851	1000	0.909
13:35	783	355	860	1000	0.911
13:36	780	355	857	1000	0.910
13:37	796	367	877	1000	0.908
13:38	776	348	851	1000	0.913
13:39	746	338	819	1000	0.911
13:40	747	338	820	1000	0.911
13:41	744	343	820	1000	0.908
13:42	748	332	818	1000	0.914
13:43	738	277	788	1000	0.936
13:44	755	302	813	1000	0.928
13:45	753	343	828	1000	0.910
13:46	741	309	803	1000	0.923
13:47	750	323	817	1000	0.918
13:48	746	301	805	1000	0.927
13:49	759	344	833	1000	0.911
13:50	771	339	843	1000	0.915
13:51	775	331	843	1000	0.919
13:52	757	334	828	1000	0.915
13:53	760	341	833	1000	0.912
13:54	761	334	831	1000	0.916
13:55	751	331	821	1000	0.915
13:56	760	314	822	1000	0.924
13:57	754	299	811	1000	0.930
13:58	747	288	801	1000	0.933
13:59	714	279	766	1000	0.931
14:00	716	271	766	1000	0.935
14:01	705	264	753	1000	0.936
14:02	693	255	738	1000	0.938
14:03	685	261	733	1000	0.935
14:04	683	254	728	1000	0.937
14:05	666	244	709	1000	0.939
14:06	669	238	710	1000	0.942
14:07	663	232	702	1000	0.944
14:08	665	237	706	1000	0.942
14:09	668	244	711	1000	0.939
14:10	680	249	724	1000	0.939
14:11	664	236	705	1000	0.942
14:12	670	235	710	1000	0.944
14:13	677	237	718	1000	0.944
14:14	680	239	721	1000	0.943
14:15	700	264	748	1000	0.936
14:16	727	283	780	1000	0.932

GRAFICA DE MAXIMA DEMANDA CELDA N° 1 (EXTRUSORAS E INYECTORAS)



GRAFICA DEL FACTOR DE POTENCIA CELDA N°1 (EXTRUSORAS E INYECTORAS)



**CUADRO DE PARAMETROS ELECTRICOS DE TENSIONES Y CORRIENTES
N°1(EXTRUSORAS E INYECTORAS)**

CELDA

ANALIZADOR DE RED: CODAM BASIC

MODELO: MEMOBOX 302

PUNTO DE MEDICION. CELDA N°2

FECHA DE MEDICION: 25/11/05

Hora	TENSIONES POR FASE			CORRIENTES POR FASE			
	VOLTIOS			AMPERIOS			
	V _R	V _S	V _T	I _R	I _S	I _T	Inominal
12:20	441	446	441	1211	1210	1242	1255
12:21	441	446	442	1204	1197	1220	1255
12:22	442	446	442	1167	1160	1207	1255
12:23	441	446	441	1168	1165	1215	1255
12:24	441	446	442	1180	1177	1226	1255
12:25	442	446	442	1176	1169	1219	1255
12:26	444	448	444	1164	1156	1206	1255
12:27	441	446	442	1205	1198	1222	1255
12:28	441	446	442	1185	1176	1215	1255
12:29	442	446	442	1150	1138	1197	1255
12:30	443	447	442	1169	1165	1226	1255
12:31	443	447	442	1154	1151	1208	1255
12:32	443	446	442	1161	1161	1215	1255
12:33	442	446	443	1191	1186	1218	1255
12:34	443	447	443	1177	1172	1201	1255
12:35	443	447	443	1163	1158	1212	1255
12:36	443	447	443	1168	1162	1218	1255
12:37	441	445	440	1167	1160	1216	1255
12:38	440	444	440	1172	1172	1222	1255
12:39	440	444	440	1187	1186	1227	1255
12:40	440	444	441	1205	1198	1218	1255
12:41	441	445	441	1191	1185	1221	1255
12:42	441	445	441	1174	1176	1224	1255
12:43	440	445	440	1164	1160	1208	1255
12:44	440	444	440	1179	1174	1223	1255
12:45	441	445	441	1167	1163	1207	1255
12:46	441	446	442	1179	1174	1193	1255
12:47	441	445	442	1194	1191	1220	1255
12:48	441	445	441	1168	1172	1216	1255
12:49	441	445	441	1163	1163	1209	1255
12:50	441	444	441	1182	1184	1231	1255
12:51	441	445	441	1196	1197	1244	1255
12:52	442	446	442	1201	1202	1229	1255
12:53	442	446	443	1220	1212	1237	1255
12:54	442	446	442	1178	1179	1227	1255
12:55	441	445	441	1171	1169	1215	1255
12:56	441	445	441	1165	1165	1214	1255
12:57	441	445	441	1159	1152	1204	1255
12:58	441	445	441	1166	1169	1206	1255
12:59	441	446	442	1202	1202	1223	1255
13:00	442	446	442	1156	1153	1200	1255
13:01	442	445	442	1155	1146	1199	1255
13:02	441	445	441	1154	1153	1203	1255
13:03	442	446	442	1137	1131	1182	1255
13:04	442	445	442	1146	1136	1184	1255
13:05	442	446	442	1197	1185	1208	1255
13:06	444	448	444	1170	1164	1201	1255
13:07	443	447	443	1177	1171	1220	1255
13:08	442	446	443	1164	1158	1207	1255
13:09	443	447	443	1141	1137	1187	1255
13:10	442	446	442	1152	1156	1202	1255

**Tabla N° 2.7 CUADRO DE PARAMETROS ELECTRICOS DE TENSIONES Y CORRIENTES
CELDA N°1(EXTRUSORAS E INYECTORAS)**

ANALIZADOR DE RED: CODAM BASIC

MODELO: MEMOBOX 302

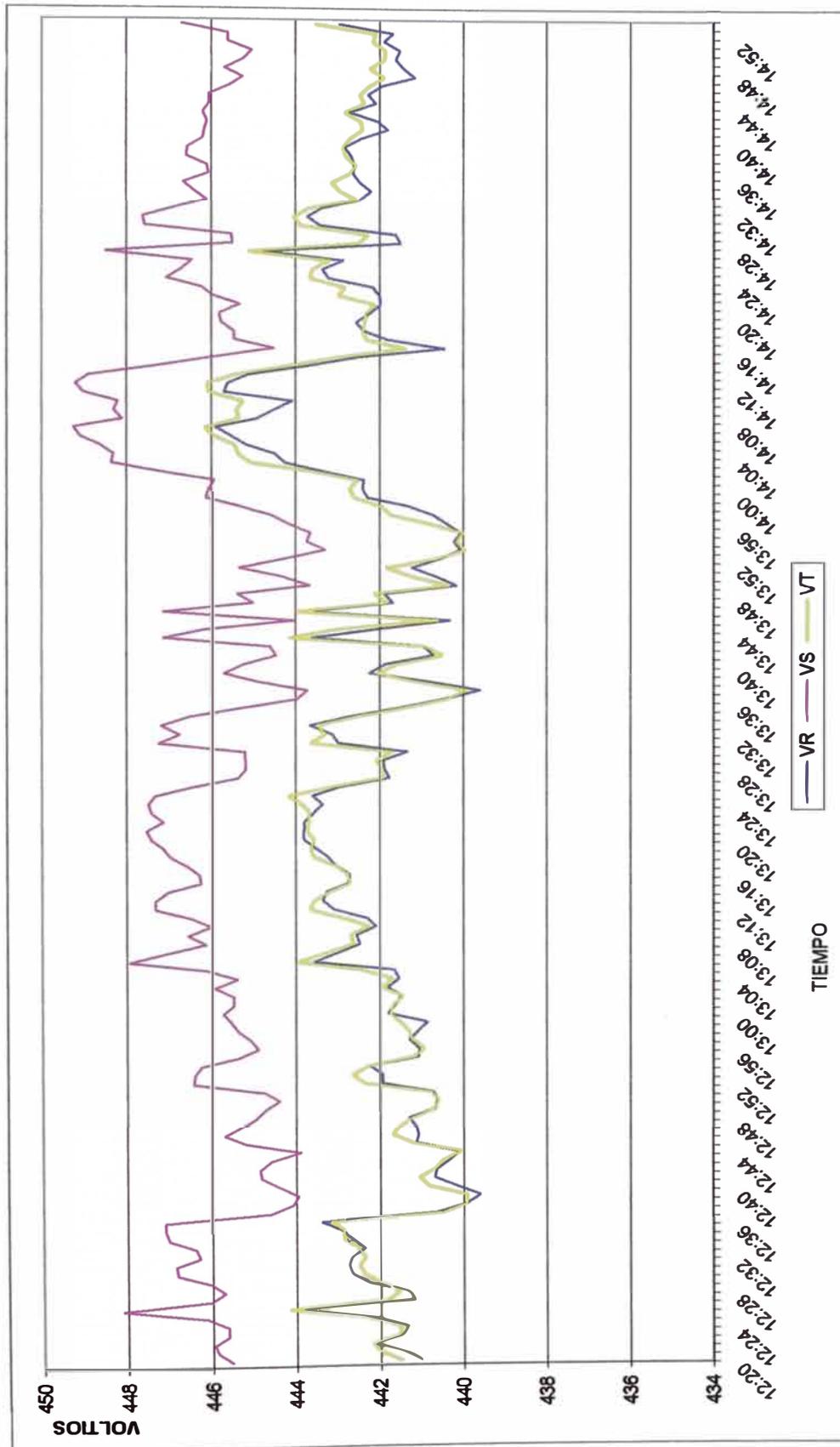
PUNTO DE MEDICION. CELDA N°2

FECHA DE MEDICION: 25/11/05

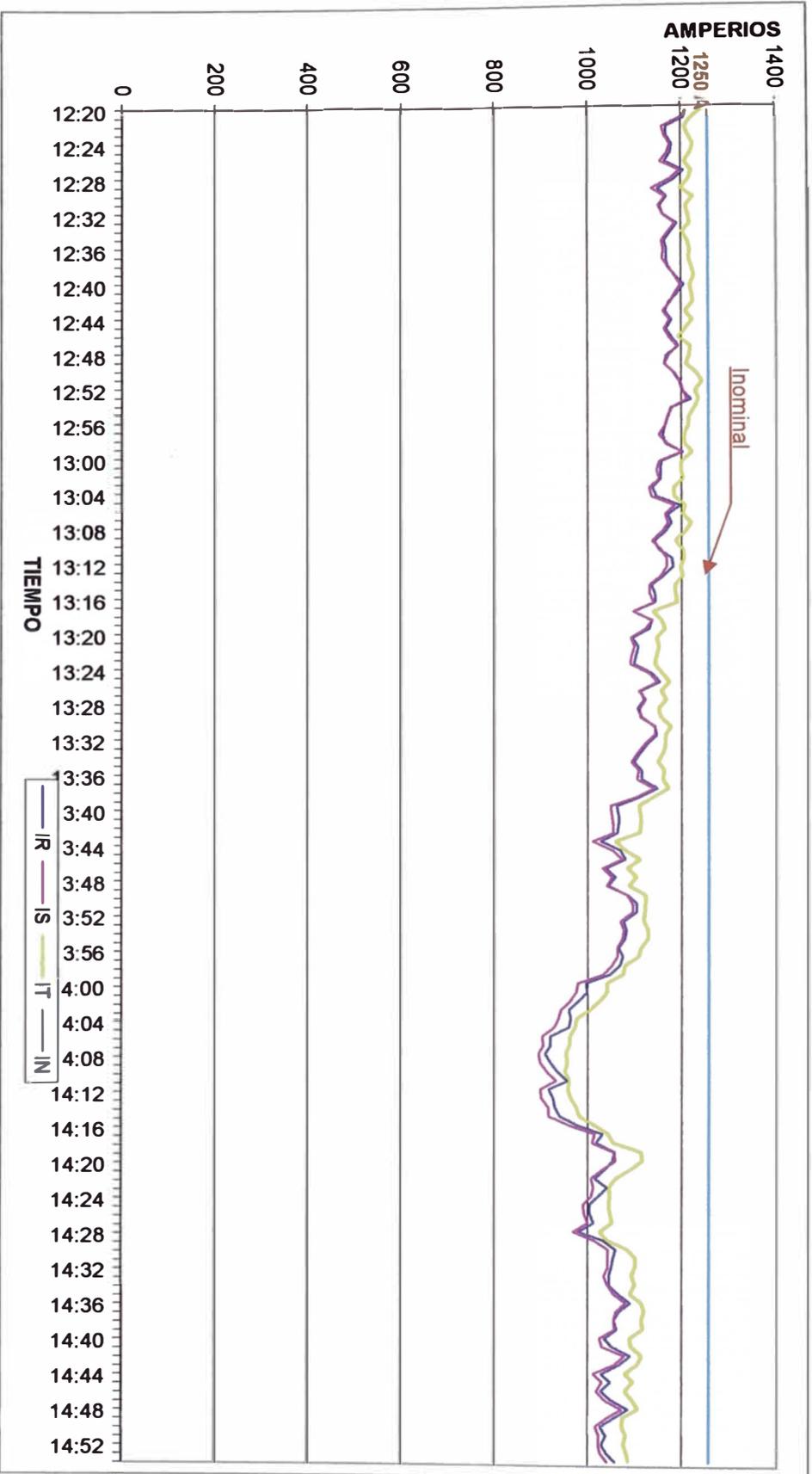
Hora	TENSIONES POR FASE			CORRIENTES POR FASE			
	VOLTIOS			AMPERIOS			
	V _R	V _S	V _T	I _R	I _S	I _T	Inominal
12:20	441	446	441	1211	1210	1242	1255
12:21	441	446	442	1204	1197	1220	1255
12:22	442	446	442	1167	1160	1207	1255
12:23	441	446	441	1168	1165	1215	1255
12:24	441	446	442	1180	1177	1226	1255
12:25	442	446	442	1176	1169	1219	1255
12:26	444	448	444	1164	1156	1206	1255
12:27	441	446	442	1205	1198	1222	1255
12:28	441	446	442	1185	1176	1215	1255
12:29	442	446	442	1150	1138	1197	1255
12:30	443	447	442	1169	1165	1226	1255
12:31	443	447	442	1154	1151	1208	1255
12:32	443	446	442	1161	1161	1215	1255
12:33	442	446	443	1191	1186	1218	1255
12:34	443	447	443	1177	1172	1201	1255
12:35	443	447	443	1163	1158	1212	1255
12:36	443	447	443	1168	1162	1218	1255
12:37	441	445	440	1167	1160	1216	1255
12:38	440	444	440	1172	1172	1222	1255
12:39	440	444	440	1187	1186	1227	1255
12:40	440	444	441	1205	1198	1218	1255
12:41	441	445	441	1191	1185	1221	1255
12:42	441	445	441	1174	1176	1224	1255
12:43	440	445	440	1164	1160	1208	1255
12:44	440	444	440	1179	1174	1223	1255
12:45	441	445	441	1167	1163	1207	1255
12:46	441	446	442	1179	1174	1193	1255
12:47	441	445	442	1194	1191	1220	1255
12:48	441	445	441	1168	1172	1216	1255
12:49	441	445	441	1163	1163	1209	1255
12:50	441	444	441	1182	1184	1231	1255
12:51	441	445	441	1196	1197	1244	1255
12:52	442	446	442	1201	1202	1229	1255
12:53	442	446	443	1220	1212	1237	1255
12:54	442	446	442	1178	1179	1227	1255
12:55	441	445	441	1171	1169	1215	1255
12:56	441	445	441	1165	1165	1214	1255
12:57	441	445	441	1159	1152	1204	1255
12:58	441	445	441	1166	1169	1206	1255
12:59	441	446	442	1202	1202	1223	1255
13:00	442	446	442	1156	1153	1200	1255
13:01	442	445	442	1155	1146	1199	1255
13:02	441	445	441	1154	1153	1203	1255
13:03	442	446	442	1137	1131	1182	1255
13:04	442	445	442	1146	1136	1184	1255
13:05	442	446	442	1197	1185	1208	1255
13:06	444	448	444	1170	1164	1201	1255
13:07	443	447	443	1177	1171	1220	1255
13:08	442	446	443	1164	1158	1207	1255
13:09	443	447	443	1141	1137	1187	1255
13:10	442	446	442	1152	1156	1202	1255
13:11	442	446	443	1179	1167	1205	1255
13:12	443	447	444	1181	1167	1197	1255
13:13	443	447	444	1161	1156	1203	1255

13:11	442	446	443	1179	1167	1205	1255
13:12	443	447	444	1181	1167	1197	1255
13:13	443	447	444	1161	1156	1203	1255
13:14	443	447	443	1134	1131	1185	1255
13:15	443	446	443	1143	1132	1187	1255
13:16	443	446	443	1142	1140	1191	1255
13:17	443	447	443	1097	1097	1139	1255
13:18	443	447	444	1136	1137	1157	1255
13:19	444	447	444	1131	1124	1164	1255
13:20	444	447	444	1095	1091	1146	1255
13:21	444	448	444	1107	1099	1152	1255
13:22	444	447	444	1102	1093	1147	1255
13:23	444	447	444	1098	1090	1143	1255
13:24	443	447	444	1136	1131	1157	1255
13:25	444	447	444	1153	1147	1174	1255
13:26	443	446	443	1111	1109	1156	1255
13:27	442	445	442	1120	1123	1167	1255
13:28	442	445	442	1106	1109	1150	1255
13:29	442	445	442	1116	1112	1155	1255
13:30	441	445	442	1143	1143	1178	1255
13:31	443	447	444	1146	1143	1165	1255
13:32	443	447	443	1127	1122	1166	1255
13:33	444	447	443	1111	1105	1161	1255
13:34	443	447	443	1098	1093	1150	1255
13:35	442	445	441	1113	1108	1163	1255
13:36	440	444	440	1116	1104	1160	1255
13:37	440	444	440	1147	1141	1172	1255
13:38	441	445	441	1109	1102	1139	1255
13:39	442	446	442	1061	1049	1109	1255
13:40	442	445	442	1065	1051	1113	1255
13:41	441	444	440	1065	1053	1114	1255
13:42	441	445	441	1064	1055	1112	1255
13:43	444	447	444	1028	1011	1059	1255
13:44	442	446	443	1070	1052	1079	1255
13:45	440	444	441	1080	1074	1112	1255
13:46	444	447	444	1039	1032	1083	1255
13:47	442	445	442	1059	1053	1104	1255
13:48	442	445	442	1043	1042	1087	1255
13:49	440	444	440	1084	1083	1123	1255
13:50	441	444	441	1105	1095	1123	1255
13:51	441	445	442	1103	1095	1121	1255
13:52	441	444	441	1076	1070	1120	1255
13:53	440	443	440	1083	1078	1130	1255
13:54	440	444	440	1079	1074	1128	1255
13:55	440	444	440	1066	1063	1114	1255
13:56	440	444	441	1074	1063	1108	1255
13:57	441	445	442	1069	1051	1078	1255
13:58	441	445	442	1046	1033	1076	1255
13:59	442	446	443	996	980	1042	1255
14:00	442	446	443	999	976	1042	1255
14:01	442	446	443	981	963	1026	1255
14:02	443	447	444	961	943	1006	1255
14:03	444	448	445	964	939	977	1255
14:04	444	448	445	960	929	973	1255
14:05	445	449	445	920	903	963	1255
14:06	446	449	446	921	905	962	1255
14:07	446	449	446	910	895	953	1255
14:08	445	448	445	921	899	958	1255
14:09	445	448	445	936	914	951	1255
14:10	444	448	445	958	933	962	1255
14:11	446	449	446	918	899	957	1255
14:12	446	449	446	927	902	964	1255
14:13	445	449	445	931	916	976	1255

GRAFICA DE TENSIONES POR FASE CELDA N° 1 (EXTRUSORAS E INYECTORAS)

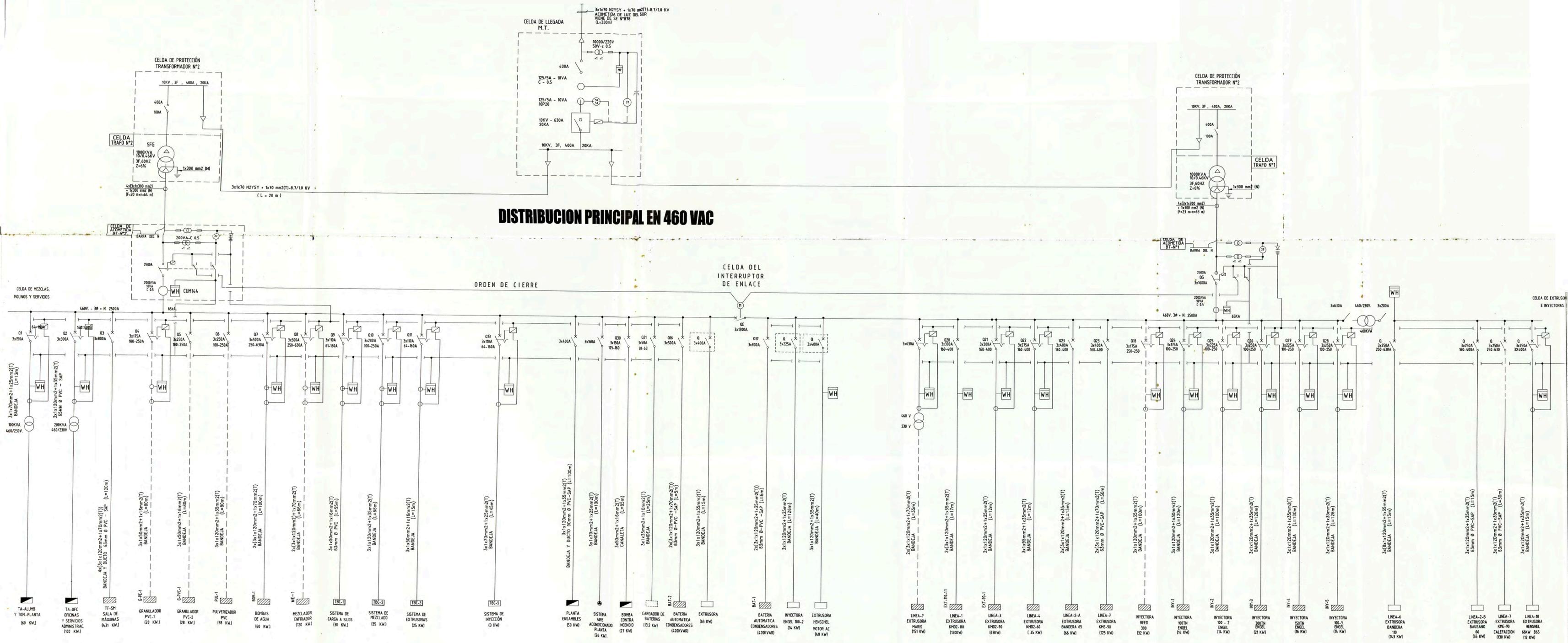


GRAFICA DE CORRIENTES CELDA N°1 (EXTRUSORAS E INYECTORAS)



ANEXO E : Planos

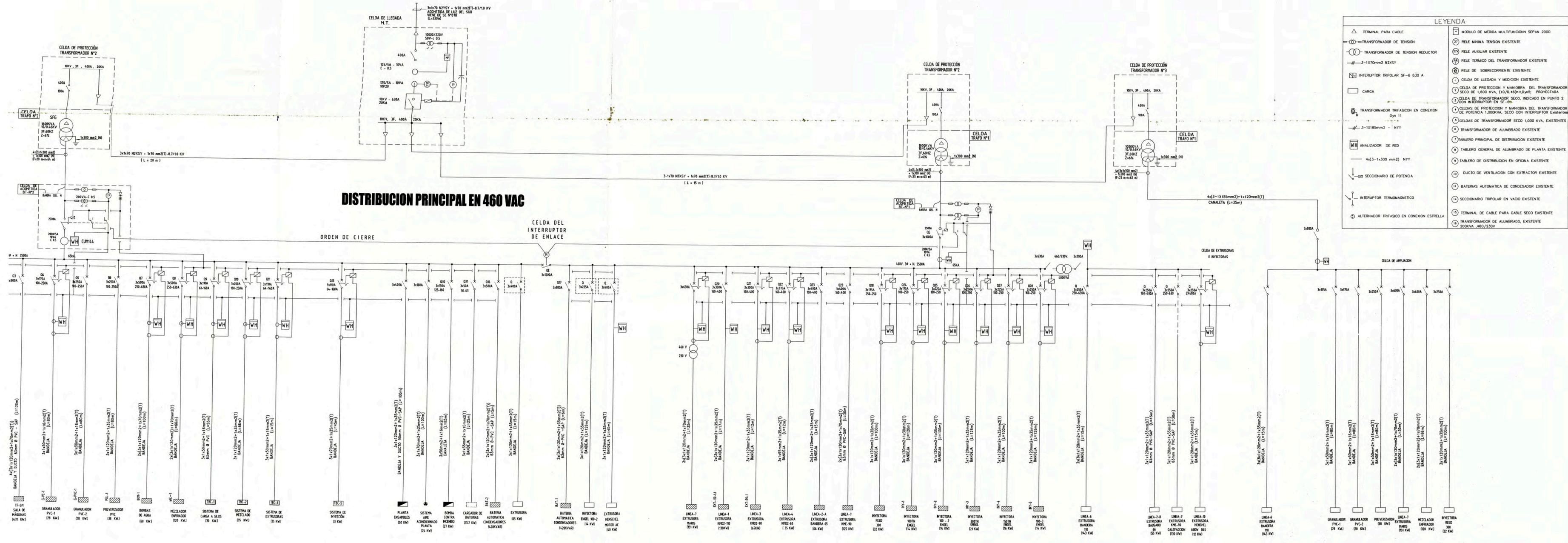
DISTRIBUCION PRINCIPAL EN 460 VAC



ORDEN DE CIERRE

CELDA DEL INTERRUPTOR DE ENLACE

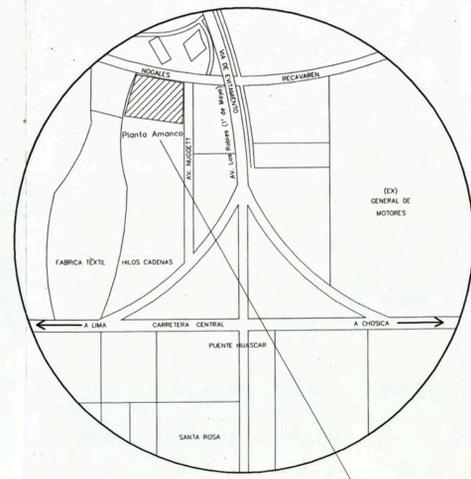
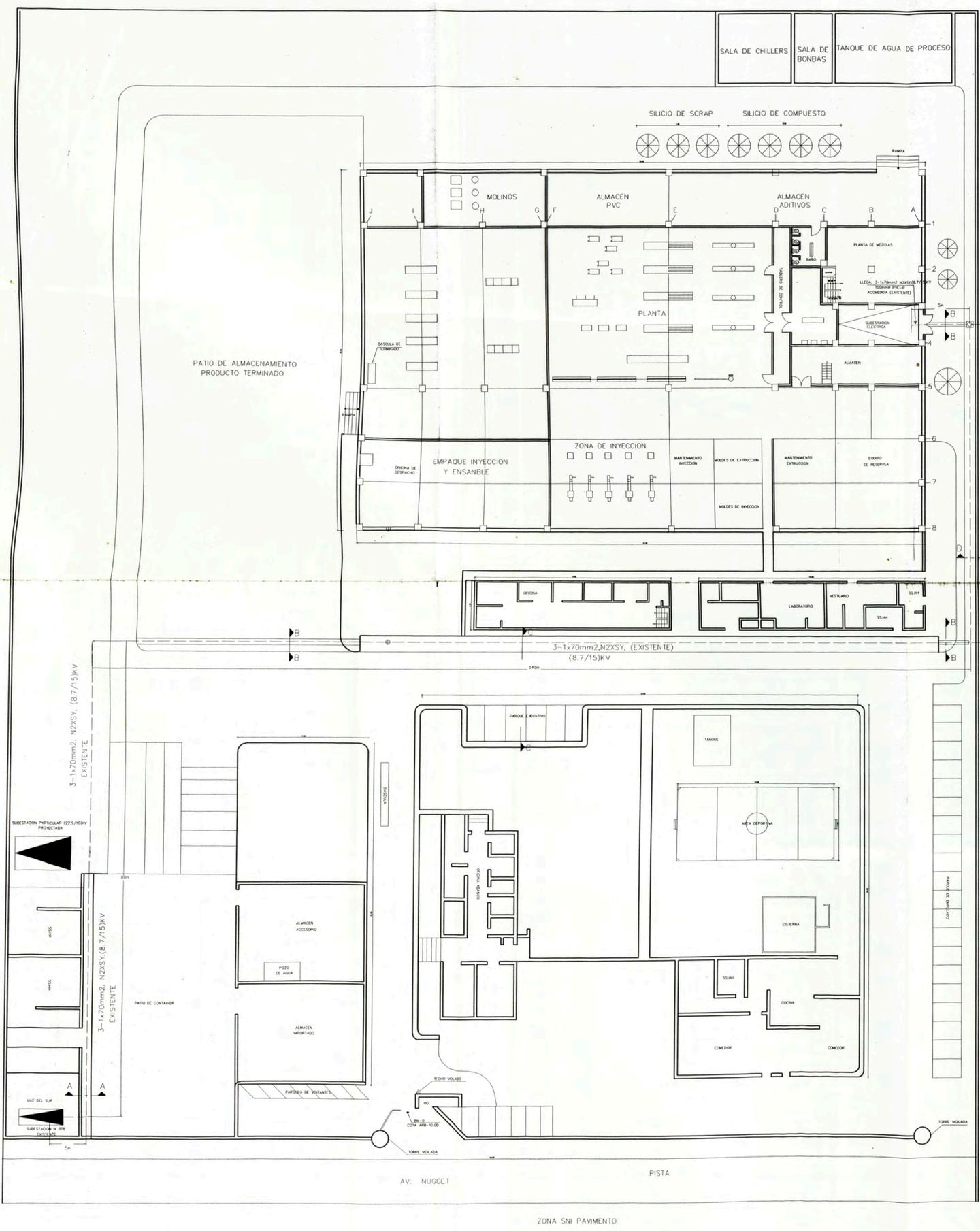
DISEÑO E.L.V. DISEÑO AMBROSIO CABELLO SOSA REVISADO ING. TOMAS PALMA ESCALA INDICADA FECHA SEPTIEMBRE 2006	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD INGENIERIA ELECTRICA	TITULO DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA ELECTRIC DE AMANCO DEL PER PLANO N° IE-01
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------



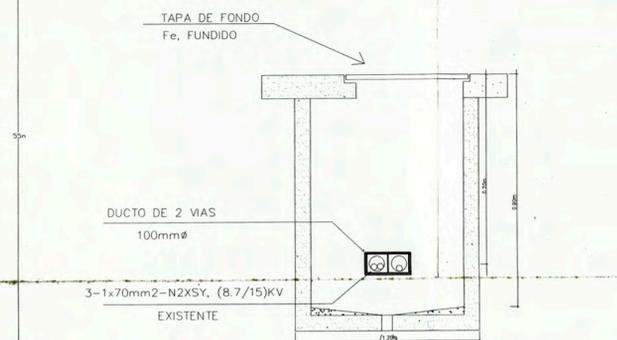
DISTRIBUCION PRINCIPAL EN 460 VAC

LEYENDA			
	TERMINAL PARA CABLE		MÓDULO DE MEDIDA MULTIFUNCIÓN SEPAN 2000
	TRANSFORMADOR DE TENSION		RELE MINIMA TENSION EXISTENTE
	TRANSFORMADOR DE TENSION REDUCTOR		RELE AUXILIAR EXISTENTE
	3-1x70mm2 NZXSY		RELE TERMICO DEL TRANSFORMADOR EXISTENTE
	INTERRUPTOR TRIPOLAR SF-6 630 A		RELE DE SOBRECORRIENTE EXISTENTE
	CARGA		CELDA DE PROTECCION Y MANIOBRA DEL TRANSFORMADOR SECO DE 1.600 KVA (1.0/0.463KV)DYN5, PROYECTADA
	TRANSFORMADOR TRIFASICO EN CONEXION Dyn 11		CELDA DE TRANSFORMADOR SECO, INDICADO EN PUNTO 2 CON INTERRUPTOR EN SF-6
	4x(3-1x300 mm2) NYT		CELDA DE PROTECCION Y MANIOBRA DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA 1.000KVA, SECO CON INTERRUPTOR EXISTENTE
	ANALIZADOR DE RED		CELDA DE TRANSFORMADOR SECO 1,000 KVA, EXISTENTES
	4x(3-1x300 mm2) NYT		TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO EXISTENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO		TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION EXISTENTE
	ALTERNADOR TRIFASICO EN CONEXION ESTRELLA		TABLERO GENERAL DE ALUMBRADO DE PLANTA EXISTENTE
	ALTERNADOR TRIFASICO EN CONEXION ESTRELLA		TABLERO DE DISTRIBUCION EN OFICINA EXISTENTE
	ALTERNADOR TRIFASICO EN CONEXION ESTRELLA		DUCTO DE VENTILACION CON EXTRACTOR EXISTENTE
	ALTERNADOR TRIFASICO EN CONEXION ESTRELLA		BATERIAS AUTOMATICA DE CONDENSADOR EXISTENTE
	ALTERNADOR TRIFASICO EN CONEXION ESTRELLA		SECCIONARIO TRIPOLAR EN VACIO EXISTENTE
	ALTERNADOR TRIFASICO EN CONEXION ESTRELLA		TERMINAL DE CABLE PARA CABLE SECO EXISTENTE
	ALTERNADOR TRIFASICO EN CONEXION ESTRELLA		TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO, EXISTENTE 200KVA 460/230V

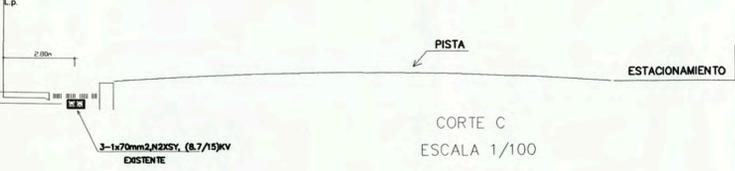
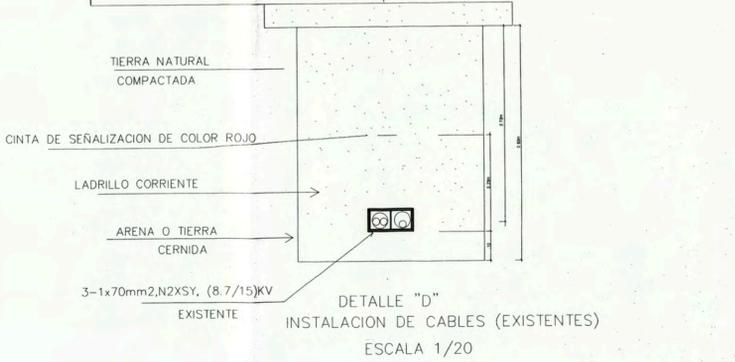
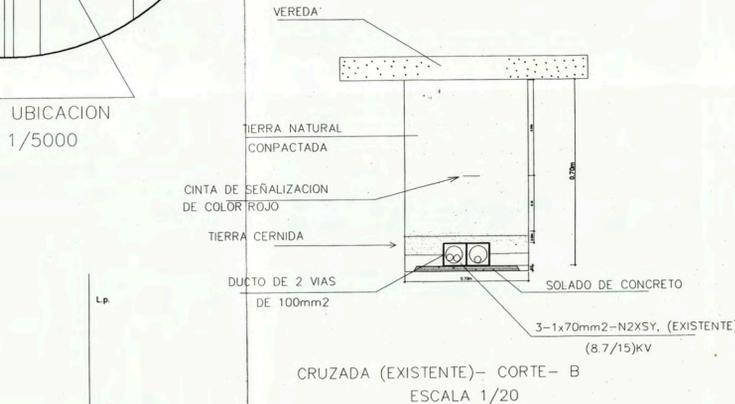
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	DIAGRAMA UNIFILAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	SISTEMA ELECTRICO DE AMANCO DEL PERU AMPLIADO en 10 KW
INGENIERIA ELECTRICA	PLANO N° IE-02



PLANO DE UBICACION
SCALA 1/5000

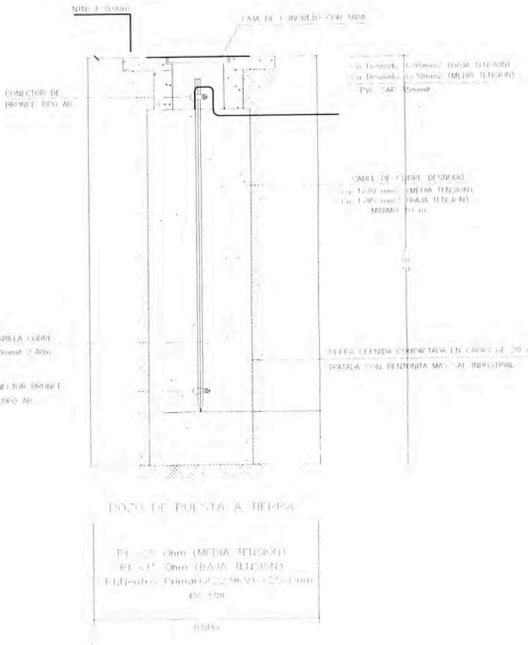
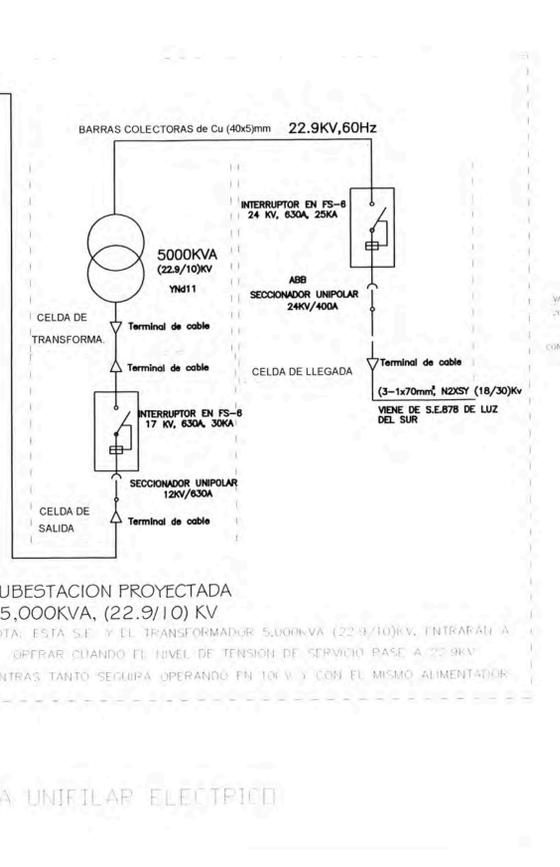
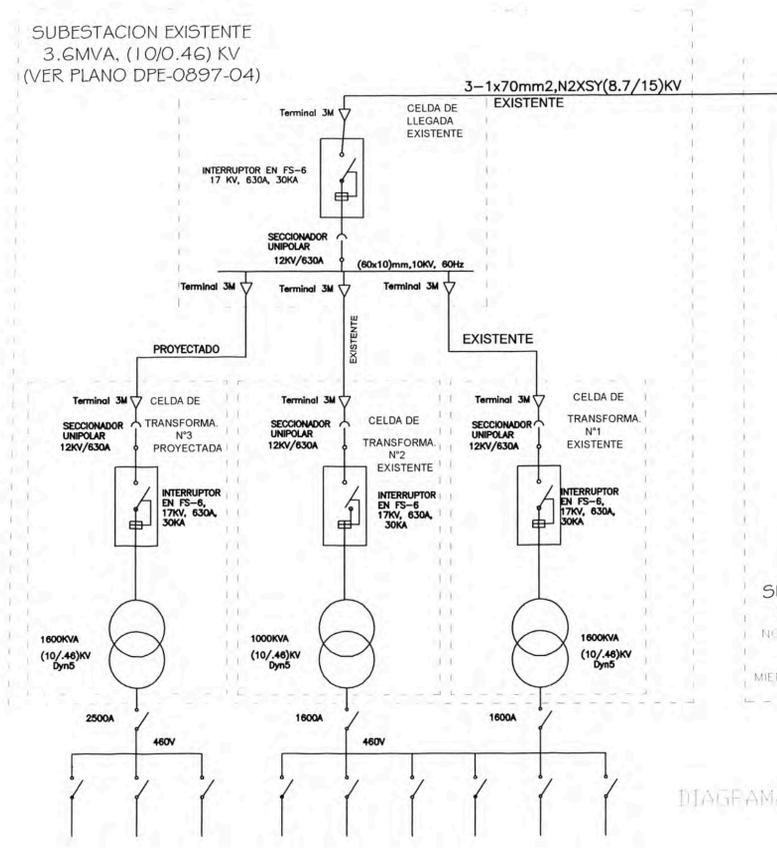
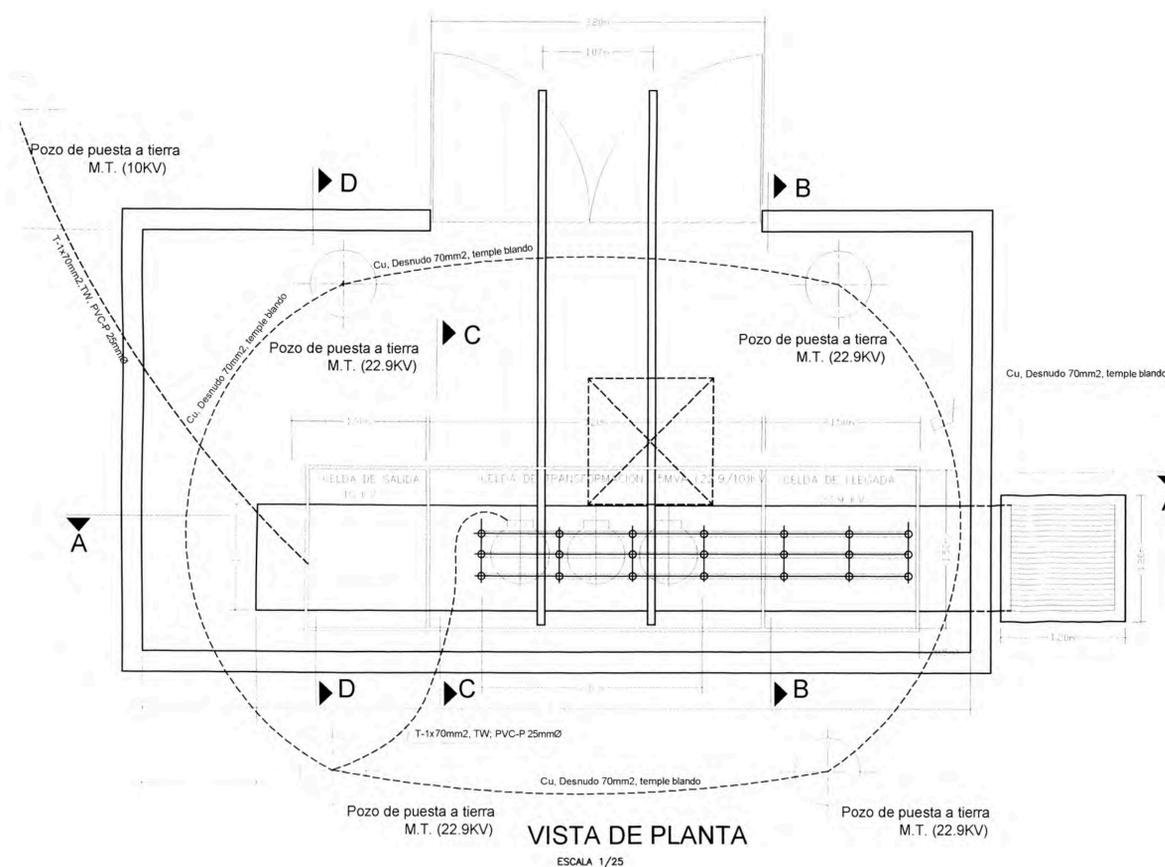
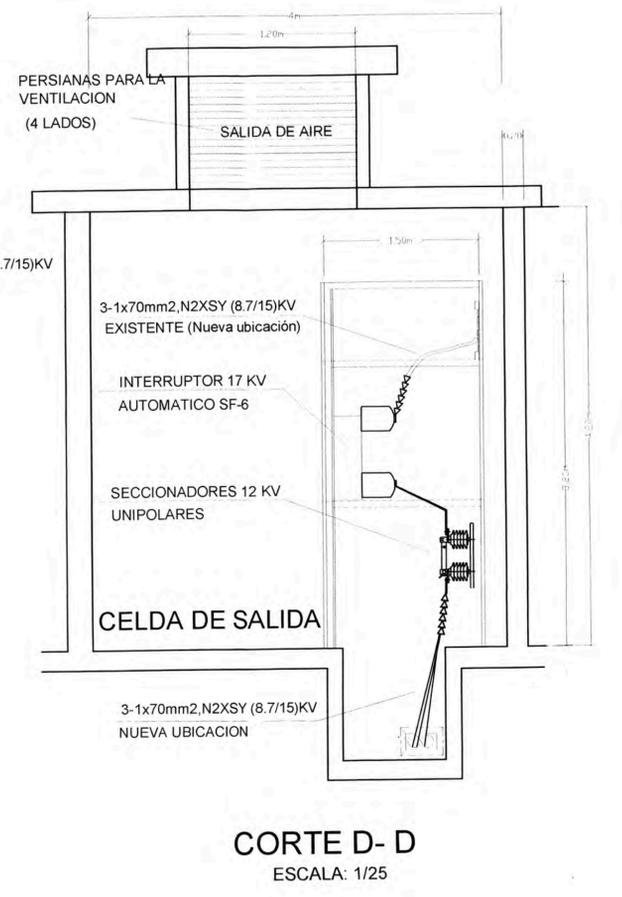
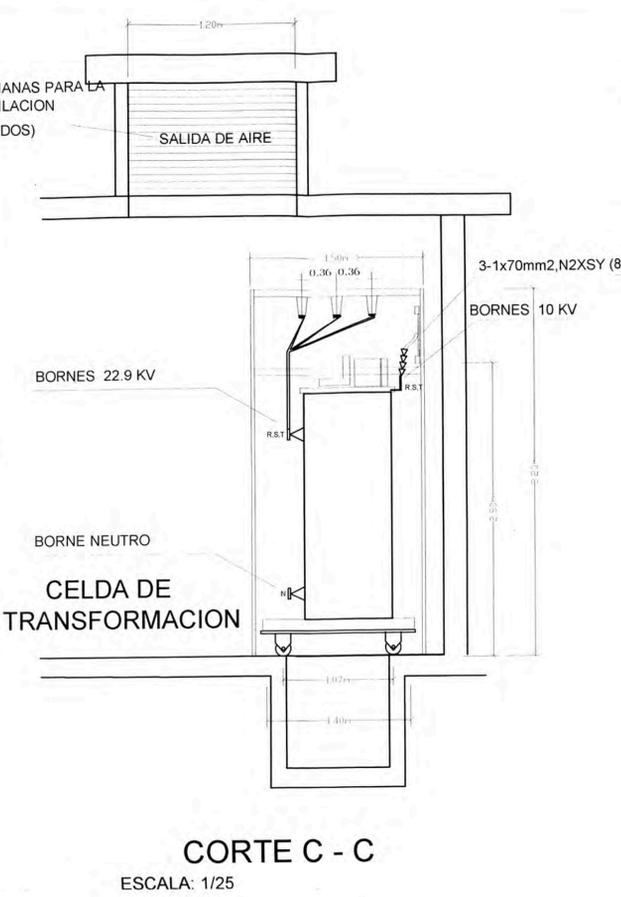
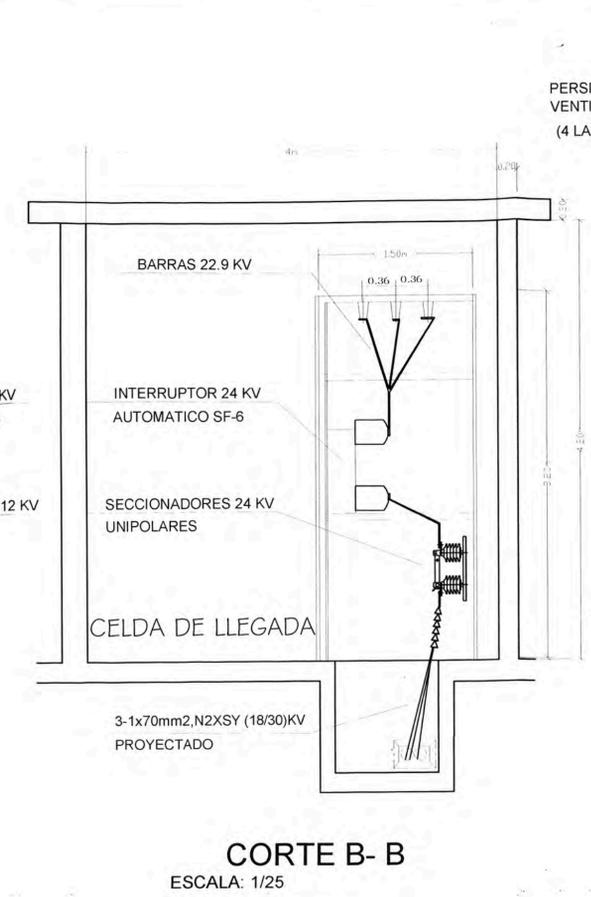
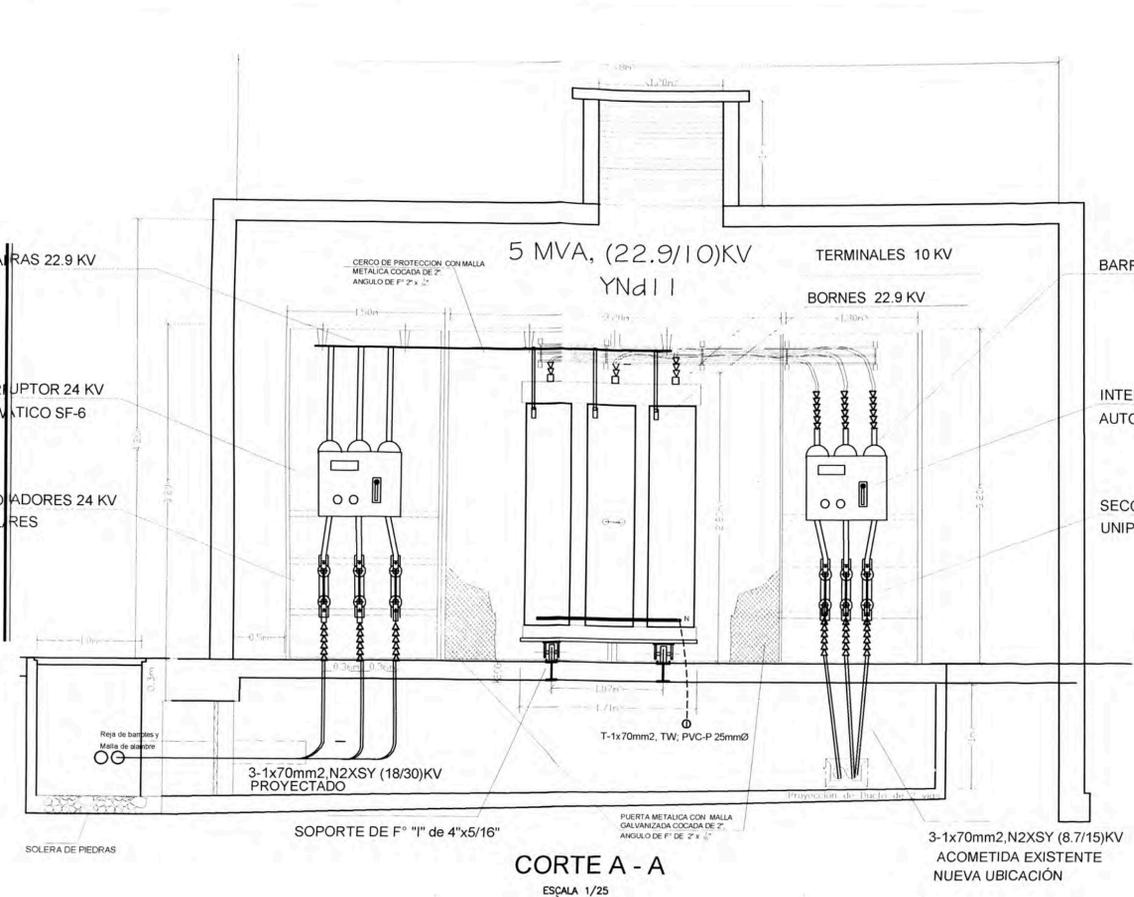


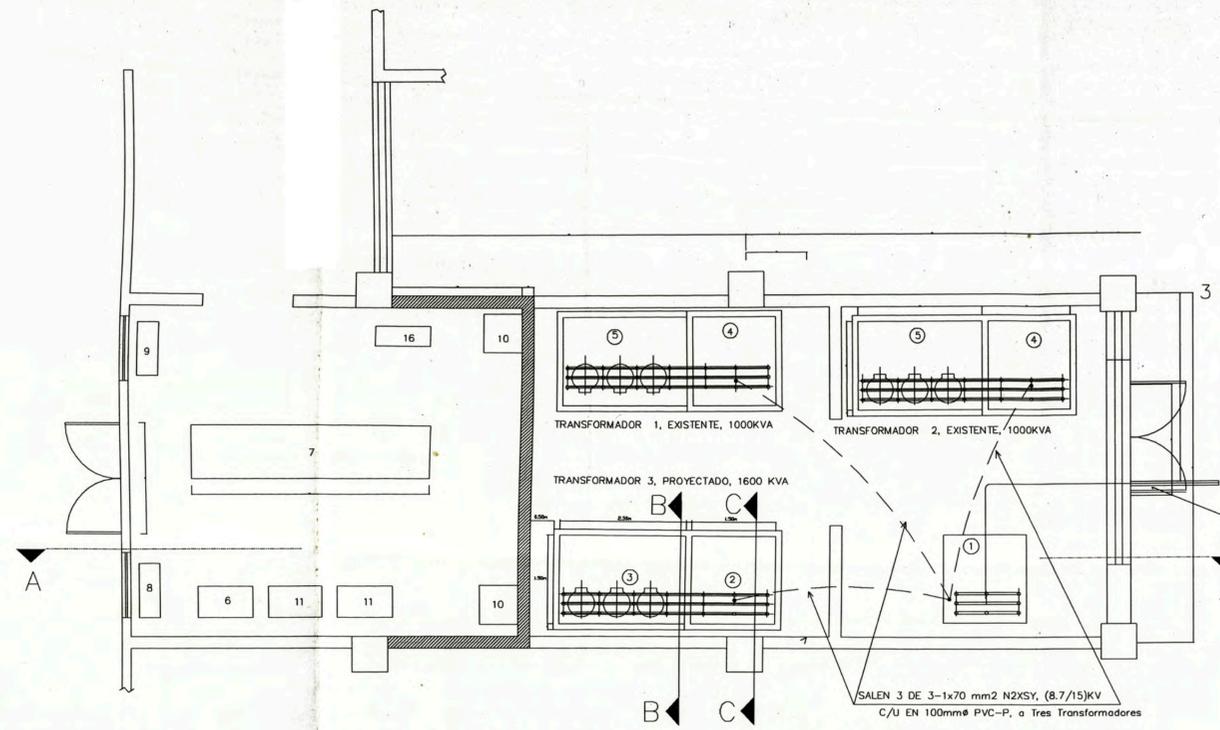
AV. LOS NOGALES



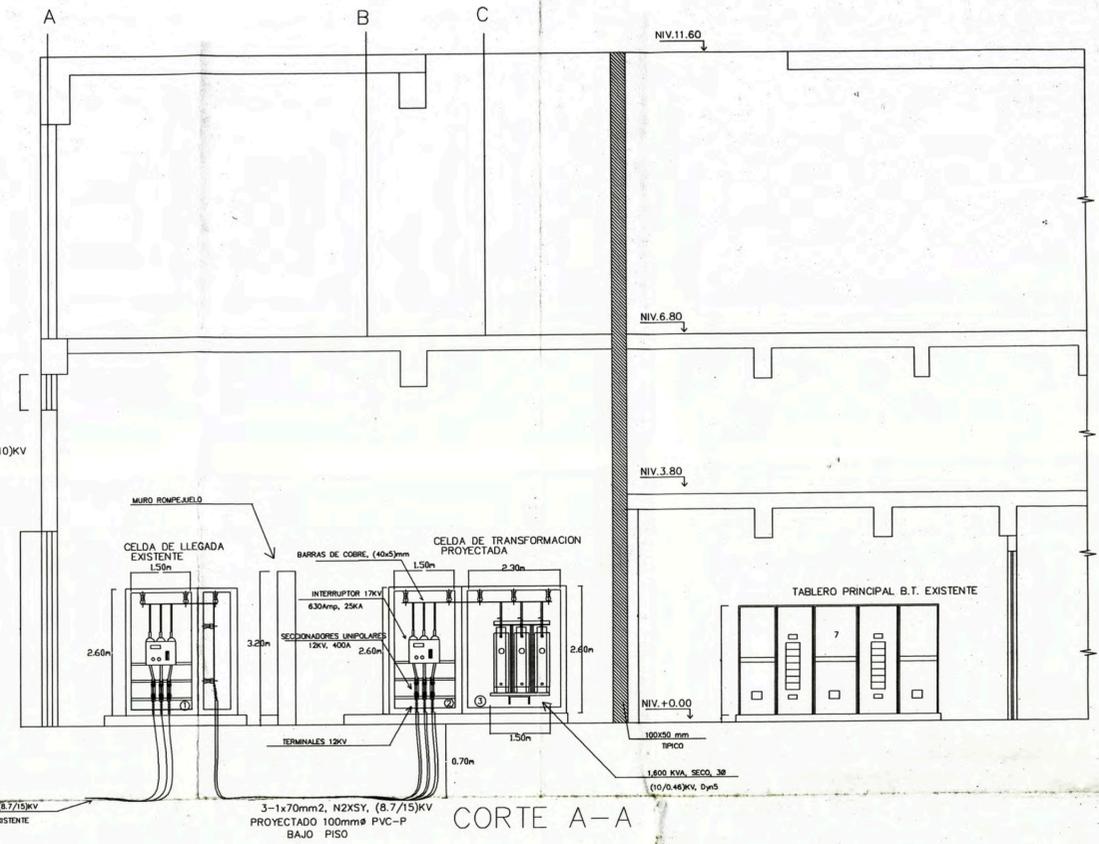
SIMBOLO		DESCRIPCION
EXISTENTE	PROYECTADO	
		BUZON DE CABLES ELECTRICOS DE 1.20m x1.20m x0.9m PROF
		DUCTO DE PROTECCION DE DOS VIAS (CRUZADA)
		CABLE 3-1x70mm2, N2XSy,(8.7/15)kV, EN DUCTO DE DOS VIAS
		SUBSTACION PARTICULAR N°1, 5 MVA, (22.9/10)kV, DENTRO DEL PREDIO DE AMANCO DEL PERU (ENTRARA EN SERVICIO CUANDO LA TENSION=22.9kV)
		SUBSTACION PARTICULAR N°2, 3.6MVA, (10/0.48)kV, EN EDIFICIO DE PAVCO
		SUBSTACION N°878 DE LUZ DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		TITULO
DIBUJO E.U.V. DISEÑO AMBROSIO CABELLO SOSA REVISADO ING. TOMAS PALMA ESCALA 1/50 FECHA SEPTIEMBRE 2006	FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD INGENIERIA ELECTRICA	SISTEMA DE UTILIZACION EN 22.9kV, OPERACION INICIAL EN 10kV Y S.E. SMVA TENDIDO DE RED EXISTENTE DE MEDIA TENSION 10kV PLANO N° IE-03





PLANTA: SUBESTACION EXISTENTE, NIVEL: + 0.00
ESC: 1/50



CORTE A-A

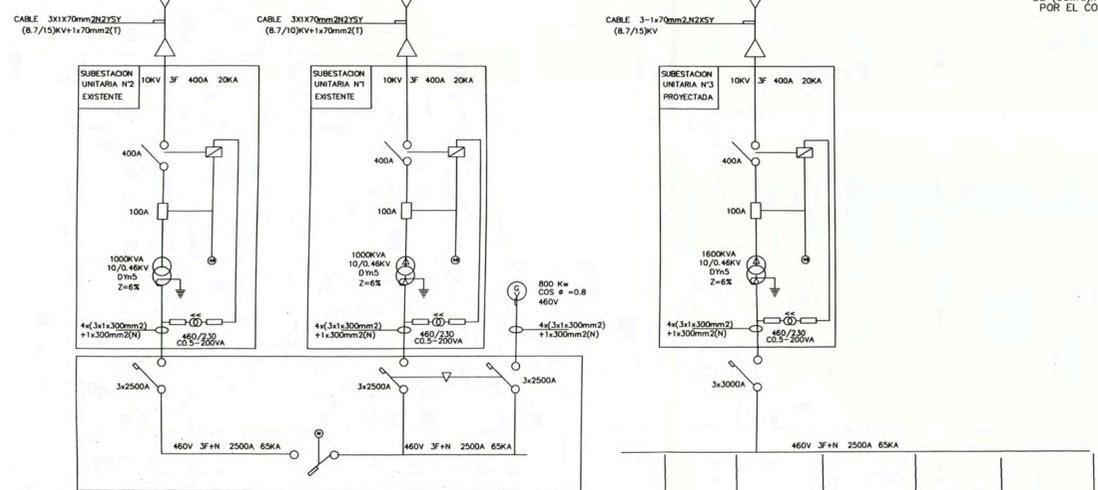
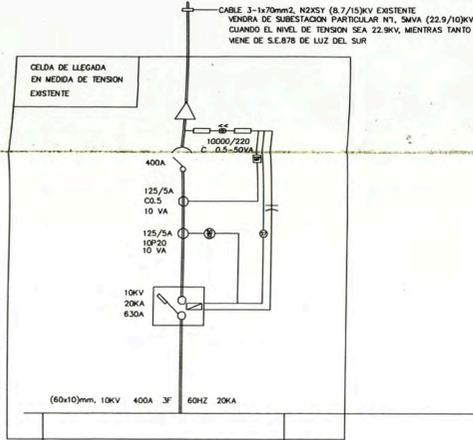
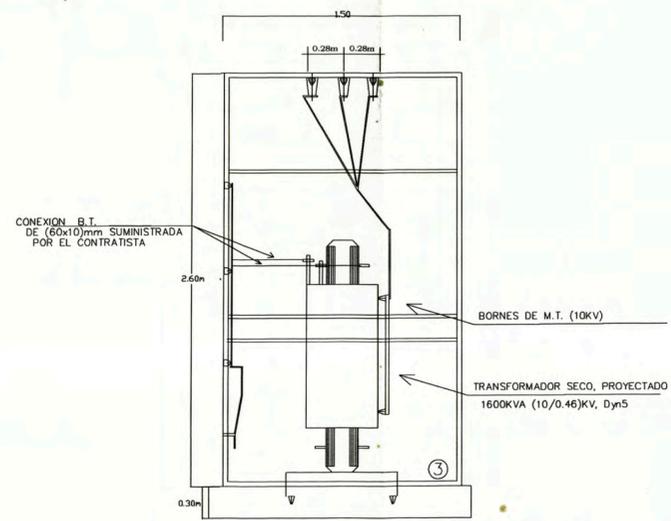
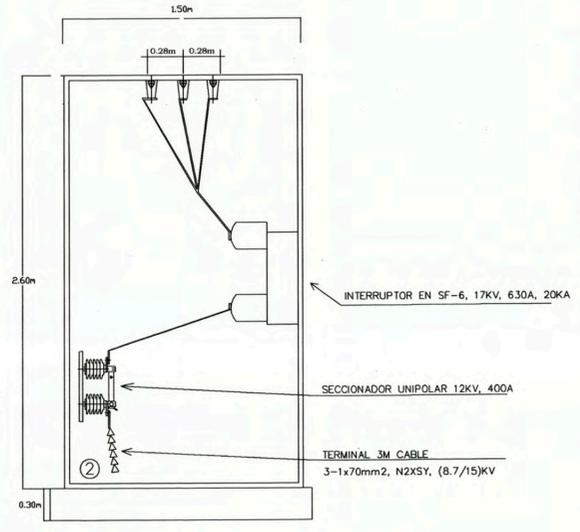


DIAGRAMA UNIFILAR EN MEDIA TENSION



CELDA DE TRANSFORMACION (PROYECTADA)
CORTE B-B
ESC: 1:25



CELDA PROTECCION DE TRANS.(PROYECTADA)
CORTE C-C
ESC: 1:25

LEYENDA			
△	TERMINAL PARA CABLE	⊠	MODULO DE MEDIDA MULTIFUNCION
⊖	TRANSFORMADOR DE TENSION	⊕	RELE MINIMA TENSION EXISTENTE
⊕	INTERRUPTOR TRIPOLAR	⊕	RELE AUXILIAR EXISTENTE
⊕	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	⊕	RELE TERMICO DEL TRANSFORMADOR EXISTENTE
⊕	TRANSFORMADOR TRIFASICO EN CONEXION	⊕	RELE DE SOBRECORRIENTE EXISTENTE
⊕	SECCIONARIO EN VACIO	⊕	CELDA DE LLEGADA Y MEDICION EXISTENTE
⊕	SECCIONARIO DE POTENCIA	⊕	CELDA DE PROTECCION Y MANIOBRA DEL TRANSFORMADOR SECO DE 1,600 KVA, (10/0.46)kV,Dyn5; PROYECTADA
⊕	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	⊕	CELDA DE TRANSFORMADOR SECO, INDICADO EN PUNTO 2 CON INTERRUPTOR EN SF-6
⊕	ALTERNADOR TRIFASICO EN CONEXION ESTRELLA	⊕	CELDA DE PROTECCION Y MANIOBRA DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA 1,000KVA, SECO CON INTERRUPTOR EXISTENTE
		⊕	CELDA DE TRANSFORMADOR SECO 1,000 KVA, EXISTENTES
		⊕	TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO EXISTENTE
		⊕	TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION EXISTENTE
		⊕	TABLERO GENERAL DE ALUMBRADO DE PLANTA EXISTENTE
		⊕	TABLERO DE DISTRIBUCION EN OFICINA EXISTENTE
		⊕	DUCTO DE VENTILACION CON EXTRACTOR EXISTENTE
		⊕	BATERIAS AUTOMATICA DE CONDESADOR EXISTENTE
		⊕	SECCIONARIO TRIPOLAR EN VACIO EXISTENTE
		⊕	TERMINAL DE CABLE PARA CABLE SECO EXISTENTE
		⊕	TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO, EXISTENTE 200KVA, 460/230V

DIBUJO E.U.V.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	TITULO
DISEÑO AMBROSIO CABELLO SOSA		SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 22.9KV (OPERACION INICIAL EN 10KV) Y S.E. 5MVA
REVISADO ING. TOMAS PALMA	FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	SUBESTACION ELECTRICA EXISTENTE 3.6MVA, (10/0.46)KV
ESCALA 1/50		DISPOSICION DE EQUIPOS
FECHA SEPTIEMBRE 2006	ESPECIALIDAD INGENIERIA ELECTRICA	PLANO N° IE-05

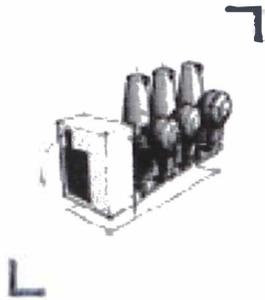
ANEXO F : Información Técnica

Disyuntor Media Tensión

SFset con unidad de control integrada VIP 300

Instrucciones
de utilización

2004



Índice

Descripción general	3
Disyuntor SFset con mando RI	3
Mando RI	3
Unidad de control	3
Manutención y almacenamiento	4
Identificación	4
Ficha de control	4
Almacenamiento	4
Manutención	4
Presentación del relé VIP300	5
Relé de protección autónomo	5
Protección fase	5
Protección tierra	5
Descripción material	5
Señalización	5
Presentación de los sensores	6
Sensores para VIP300	6
Calibre de las entradas sensores de los VIP300	6
Elección de los sensores	6
Descripción de los relés VIP300	7
Protección fase VIP300LL y VIP300P	8
Ajuste de la protección fase	8
Protección tierra VIP300LL	9
Ajuste de la protección tierra	9
Presentación de la caja de prueba VAP6	11
Botones pulsadores	11
Indicadores luminosos	11
Salida "external mitop"	11
Pilas	11
Utilización de la caja de prueba VAP6	12
Desarrollo de la prueba con la VAP6	12
Características técnicas	13
Curva SI	15
Curva VI	15
Curva EI	16
Curva RI	16
Montaje	17
Dimensiones	17
Montaje del VIP300	17
Colocación de la placa de graduación	18
Elección de la placa de graduación	18
Conexión modelos VIP300LL	19
Cableado en calibre x1 (ou x2)	19
Cableado en calibre x4	19
Conexión modelo VIP300P	20
Cableado en calibre x1 (ou x2)	20
Cableado en calibre x4	20

Índice

Operaciones de control en VIP300LL y VIP300P	21
Controles visuales	21
Controles con VAP6	21
Mantenimiento preventivo	23
Localización de la prevención	23
Mantenimiento de los sensores CS	23
Mantenimiento de los relés	23
Mantenimiento correctivo	24
Unidades de recambio	24
Cambio de un relé	24
Cambio de un sensor de corriente CSa o CSb 24 kV	28
Cambio de un sensor de corriente CSa o CSb 36 kV	28

Manutención y almacenamiento

Identificación

Del disyuntor, del mando de los auxiliares

Consultar las instrucciones del disyuntor SF1 n° 889146

De los relés VIP

El tipo del relé está especificado por medio de un marcado en la parte superior izquierda de la cara frontal del relé.

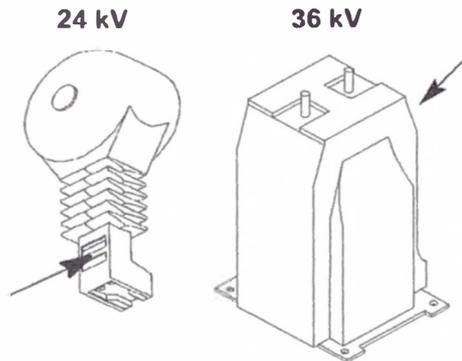
Sensores de corriente CS para 24 kV y 36 kV

Los sensores van montados en el disyuntor.

El marcado:

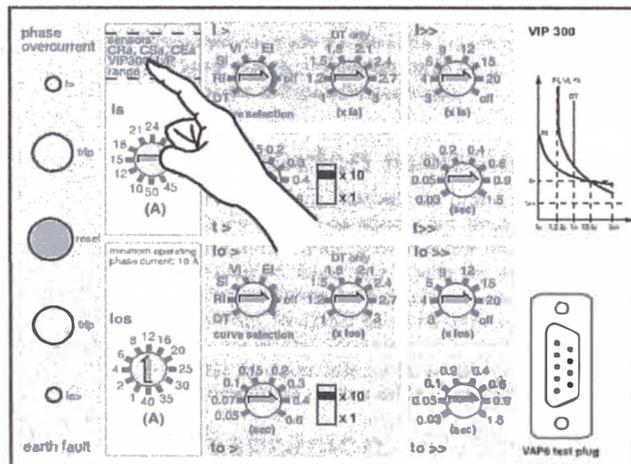
- **24 kV:** grabado en la materia de los sensores de corriente con las menciones **CSa** o **CSb**.
- **36 kV:** placa indicadora con las menciones.

DE31004



Atención:

Verificar la correspondencia de las características de los sensores y relés.



Ficha de control

Atención:

No se tendrá en cuenta ninguna reclamación sin la entrega de la ficha de control.

DE31006

Verificar:

- La presencia de la ficha de control en el aparato.

Almacenamiento

Los disyuntores se expliden en posición "O" abierto y mando "desarmado".

DE31007

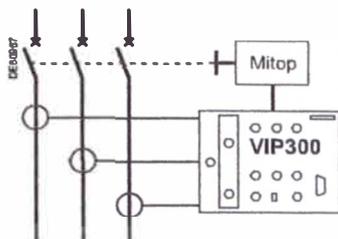


Almacenar los aparatos en un local seco, ventilado, a cubierto de la lluvia, de las proyecciones de agua y de los agentes químicos; tapar los aparatos con una lona o una cubierta para protegerlos eficazmente contra el polvo, la gravilla, la pintura, etc...

Manutención

Consultar las instrucciones del disyuntor SF1 n° 889146

Presentación del relé VIP300



Esquema simplificado de conexión.

Relé de protección autónomo

El relé VIP300 está destinado a ser utilizado en las redes de distribución. Puede utilizarse en protección de transformador MT/BT, en protección de cabeza de instalación industrial, pero también en protección de derivación.

El VIP300 protege contra los fallos entre fases y contra los fallos en la tierra. La elección de las curvas de desenclavamiento y la multiplicidad de los ajustes permiten utilizarlo en una gran variedad de planes de selectividad. El VIP300 es un relé autónomo alimentado a partir de sensores de corriente; no requiere ninguna fuente auxiliar.

Acciona un disparador Milop.

El VIP300 existe en 3 modelos:

- Los VIP300LL y VIP300P deben utilizarse con los disyuntores RM6, SFset y Evolis 24 kV.
- VIP300LL: protección fase y protección tierra.
- VIP300P: protección fase únicamente.

Protección fase

La protección fase posee dos umbrales ajustables independientemente:

- El umbral bajo puede seleccionarse con tiempo independiente o con tiempo dependiente
- El umbral alto es de tiempo independiente.

Las curvas de tiempo dependiente son conformes a la norma CEI 60255-3.

Son de tipo inverso, muy inverso y sumamente inverso.

El umbral bajo también puede realizarse según la curva RI.

Protección tierra

La protección contra los fallos en la tierra funciona con la medición de la corriente residual: se realiza a partir de la suma de las corrientes secundarias de los sensores. Al igual que la protección de fase, la protección de tierra posee dos umbrales ajustables independientemente.

Descripción material

El relé VIP300 va montado en una caja de Policarbonato inyectado que lo protege contra los goteos de agua y las atmósferas polvorientas.

Su cara frontal está protegida por una tapa transparente provista de una junta de estanqueidad. Esta tapa puede ser precintada para impedir el acceso a los ajustes. Los ajustes se realizan con conmutadores rotativos. La corriente de servicio fase y la corriente de ajuste tierra se ajustan en amperios. Por este motivo, la graduación de la cara frontal debe estar adaptada al sensor utilizado; para ello, durante el montaje se debe colocar en el relé una "placa de graduación".

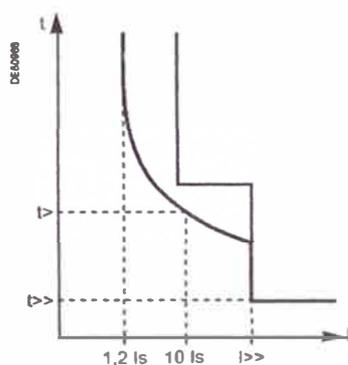
La conexión se realiza en la cara trasera mediante clips fast-on.

Señalización

Dos indicadores señalan el origen del desenclavamiento (fase o tierra).

Se mantienen en posición después del corte de la alimentación del relé.

Dos indicadores luminosos leds (fase y tierra) señalan que se ha sobrepasado el umbral bajo y que su temporización está en curso.



Curva de las protecciones fase y tierra.

Sensores para VIP300

Para obtener las prestaciones especificadas, los relés VIP300 deben utilizarse con los sensores especificados. El conjunto relé/sensor es indisoluble para respetar las características y en particular las de:

- Funcionamiento en toda la gama
- Tiempo de respuesta
- Precisión
- Resistencia térmica en cortocircuito.

Los 3 sensores deben ser obligatoriamente del mismo tipo.

Sensores para VIP300LL y VIP300P

- Sensores CRa 200/1 y CRb 1250/1 para RM6 de 1998 y más.
- Sensores CSa 200/1 y CSb 1250/1 del disyuntor SFset.

Los sensores CSa y CSb poseen respectivamente el mismo número de espiras secundarias que los sensores CRa y CRb.

- Sensores CEa 200/1 y CEb 1250/1 del disyuntor integrado Evolis 24 kV, versión lateral.

Calibre de las entradas sensores de los VIP300

Cada VIP300 posee 2 calibres de entrada que corresponden a una gama de funcionamiento diferente. Para ello, los transformadores de entrada disponen de una toma intermedia en su devanado primario. Cada toma corresponde a un calibre con una gama de funcionamiento distinta.

Elección de los sensores

Elegir el sensor que se va a utilizar y el calibre de conexión en el VIP300 en función de la gama de ajuste de la corriente de funcionamiento que se desea.

Sensores VIP300LL/VIP300P	Calibre	Gama de ajuste de la corriente de servicio
CRa, CSa, CEa 200/1	x 1	10 A - 50 A
	x 4	40 A - 200 A
CRb, CSb, CEb, 1250/1	x 1	63 A - 312 A
	x 4	250 A - 1250 A

Para una gama de funcionamiento determinada, la parte inferior de la gama de ajuste de la corriente de servicio corresponde a la corriente de activación del relé.

Protección fase

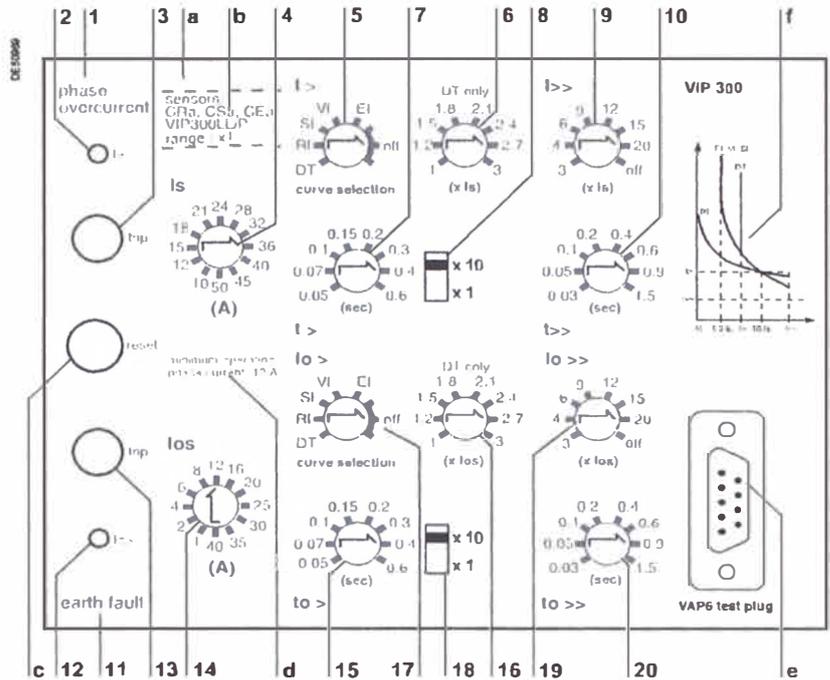
1. zona de los ajustes fase
2. indicador luminoso de sobrepasamiento de umbral
3. indicador de desenclavamiento fase
4. comente de servicio fase Is
5. elección del tipo de curva del umbral bajo
6. ajuste del umbral bajo I >
7. temporización del umbral bajo t >
8. multiplicador (umbral bajo)
9. ajuste del umbral alto I >>
10. temporización del umbral alto t >>

Protección tierra

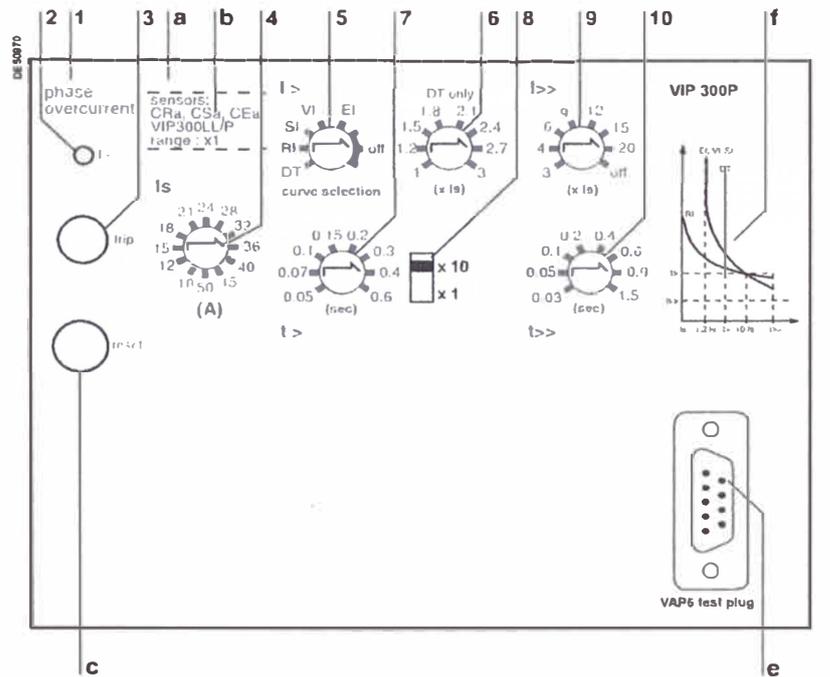
11. zona de los ajustes de tierra
12. indicador luminoso de sobrepasamiento de umbral
13. indicador de desenclavamiento tierra
14. comente de ajuste tierra los
15. temporización del umbral bajo to
16. ajuste del umbral bajo lo
17. elección del tipo de curva del umbral bajo
18. multiplicador (umbral bajo)
19. ajuste del umbral alto to >>
20. temporización umbral alto to >>

Otras funciones

- a. placa de graduación
- b. indicación de sensores y calibre
- c. puesta a cero de los indicadores
- d. comente de activación
- e. toma para la prueba con la VAP6
- f. VIP300LL: curvas de desenclavamiento



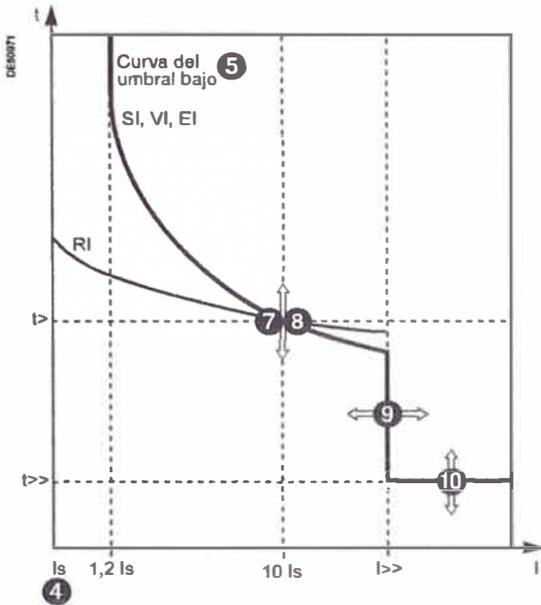
Cara frontal VIP300LL



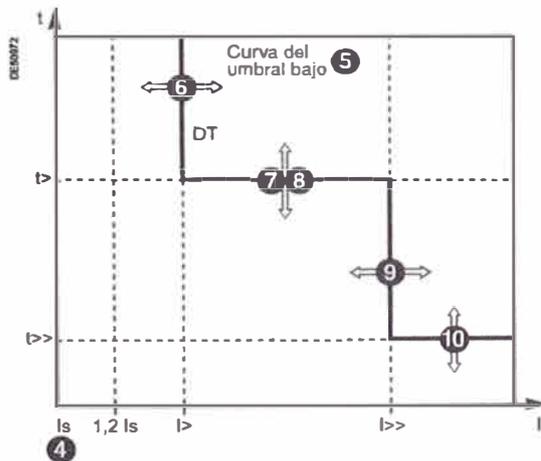
Cara frontal VIP300P.



Véase también c: botón pulsador de puesta a cero de los indicadores.



Curva 1: con umbral bajo de tiempo dependiente.



Curva 2: con umbral bajo de tiempo independiente.

Protección fase VIP300LL y VIP300P

■ 1: zona de ajustes de la protección fase

Los ajustes relativos a la protección fase están agrupados en la mitad superior de la cara frontal.

■ 2: indicador luminoso de sobrepasamiento de umbral

El parpadeo de este indicador luminoso rojo señala que está en curso la temporización del umbral bajo de la protección fase.

En este caso, si la corriente no disminuye, el relé se desenclavará.

En las curvas de tiempo dependiente (SI, VI, EI), se enciende si la corriente es superior a 1,2 veces la corriente de servicio Is.

En la curva de tiempo dependiente (RI), se enciende si la corriente es superior al ajuste Is.

En la curva de tiempo independiente (DT), se enciende cuando se sobrepasa el umbral bajo.

■ 3: indicador de desenclavamiento

Normalmente, es negro y se vuelve amarillo para indicar que la protección fase ha dado una orden de desenclavamiento. Conserva su estado incluso cuando el relé deja de estar alimentado.

■ 4: elección de la corriente de servicio Is

La gama de ajuste de la corriente de servicio depende del sensor y del calibre utilizado. La graduación del conmutador debe adaptarse al sensor y al calibre por medio de la placa de graduación.

■ 5: elección del tipo de curva del umbral bajo

- DT: tiempo constante
- SI: tiempo inverso
- VI: tiempo muy inverso
- EI: tiempo sumamente inverso
- RI: curva específica
- off: el umbral bajo está inhibido.

■ 6: elección del umbral bajo I>

El umbral está ajustado en múltiplo de la corriente de servicio. Este ajuste sólo está activado para el umbral de tiempo independiente (conmutador 5 en DT).

Si se selecciona la curva de desenclavamiento de tiempo dependiente (conmutador 5 en RI, SI, VI, EI), este conmutador carece de efecto.

■ 7: ajuste de la temporización del umbral bajo t>

Si la curva de desenclavamiento es de tiempo independiente (DT), este conmutador regula la temporización del umbral bajo.

Si la curva es de tiempo dependiente (RI, SI, VI, EI), el valor indicado es el tiempo de desenclavamiento para una corriente fase igual a 10 veces la corriente de servicio.

■ 8: multiplicador de la temporización del umbral bajo

En posición x 10, la temporización que aparece en el conmutador 7 se multiplica por 10.

■ 9: ajuste del umbral alto I>>

El umbral alto se selecciona en múltiplo de la corriente de servicio.

En posición "off", el umbral está inhibido.

■ 10: ajuste de la temporización del umbral alto t>>

La temporización se ajusta directamente en s.

Ajuste de la protección fase

Los números que figuran en las curvas de la izquierda son los de los conmutadores de ajuste de la protección fase (véase el esquema de la cara frontal).

Ajustar:

- La corriente de servicio Is (4)
- El tipo de curva del umbral bajo I> (5):
 - tiempo dependiente: RI, SI, VI, EI
 - tiempo independiente: DT.
- El umbral bajo I> (6). Este ajuste sólo se activa si se selecciona la curva del umbral bajo de tiempo independiente DT (curva 2). En las demás opciones, SI, VI, EI, RI (curva 1), este conmutador es inoperante
- La temporización del umbral bajo t> (7) y (8)
- El umbral alto I>> (9)
- La temporización del umbral alto t>> (10).



En los casos indicados, el indicador luminoso de sobrepasamiento de umbral sólo se enciende si la corriente fase es superior a la corriente de activación. Véase también c: botón pulsador de puesta a cero de los indicadores.

Protección tierra VIP300LL

El principio de los ajustes es idéntico a la protección fase.

■ 11: zona de los ajustes de la protección tierra

Los ajustes relativos a la protección tierra están agrupados en la mitad inferior de la cara frontal.

■ 12: indicador luminoso de sobrepasamiento de umbral

El parpadeo de este indicador luminoso señala que está en curso la temporización del umbral bajo de la protección tierra. En este caso, si la corriente no disminuye, el relé se desenclavará. En las curvas de tiempo dependiente (SI, VI, EI), se enciende si la corriente es superior a 1,2 veces la corriente de ajuste los.

En la curva de tiempo dependiente (RI), se enciende si la corriente es superior al ajuste los.

En la curva de tiempo independiente (DT), se enciende cuando se sobrepasa el umbral bajo.

■ 13: indicador de desenclavamiento

Normalmente es negro y se vuelve amarillo para indicar que se ha desenclavado la protección tierra. Conserva su estado cuando el relé deja de estar alimentado después de la apertura del disyuntor.

■ 14: elección de la corriente de ajuste los

Es la corriente residual máxima que puede transitar por la red sin que funcione la protección.

La gama de ajuste de la corriente los depende del sensor y del calibre utilizado: la graduación del conmutador debe adaptarse al sensor y al calibre por medio de la placa de graduación.

■ 15: ajuste de la temporización del umbral bajo to>

Si la curva de desenclavamiento es de tiempo independiente (DT), este conmutador regula la temporización del umbral bajo.

Si la curva es de tiempo dependiente (RI, SI, VI, EI), el valor indicado es el tiempo de desenclavamiento para una corriente tierra igual a 10 veces la corriente de servicio.

■ 16: elección del umbral bajo lo>

El umbral se ajusta en múltiplo de la corriente de ajuste. Este ajuste sólo está activado para el umbral de tiempo independiente (conmutador 17 en DT).

Si se selecciona la curva de desenclavamiento de tiempo dependiente (conmutador 17 en RI, SI, VI, EI), este conmutador carece de efecto.

■ 17: elección del tipo de curva del umbral bajo

- DT: tiempo constante
- SI: tiempo inverso
- VI: tiempo muy inverso
- EI: tiempo sumamente inverso
- RI: curva específica
- off: el umbral bajo está inhibido.

■ 18: multiplicador de la temporización del umbral bajo

En posición x 10, la temporización indicada en el conmutador 15 se multiplica por 10.

■ 19: ajuste del umbral alto lo>>

El umbral alto se selecciona en múltiplo de la corriente de ajuste los.

En posición "off", el umbral alto se inhibe.

■ 20: ajuste de la temporización del umbral alto to>>

La temporización se ajusta directamente en s.

Ajuste de la protección tierra

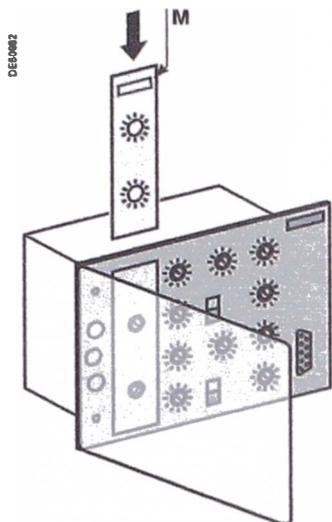
El principio es idéntico al de la protección fase.

Ajustar:

- La corriente de ajuste los (14)
- El tipo de curva del umbral bajo lo> (17):
 - tiempo dependiente: RI, SI, VI, EI
 - tiempo independiente: DT.
- El umbral bajo lo> (6). Este ajuste sólo se activa si se selecciona la curva del umbral bajo de tiempo independiente DT. Para las demás opciones, SI, VI, EI, RI, este conmutador es inoperante
- La temporización del umbral bajo to> (15) y (88)
- El umbral alto lo>> (19)
- La temporización del umbral alto to>> (20).

Funcionamiento

El funcionamiento del umbral alto es independiente del funcionamiento del umbral bajo. La orden de desenclavamiento procede del "o lógico" entre los dos umbrales.



Cotocación de la placa de graduación

Otras funciones VIP300LL y VIP300P

■ a: placa de graduación

Debe montarse en el VIP300 en el momento de su instalación en el disyuntor. En esta placa figuran las graduaciones de los conmutadores de corriente de servicio fase y de corriente de ajuste de la protección tierra. Se desliza por arriba, por detrás de la parte transparente de la cara frontal.

Con cada VIP300 se entrega un juego de placas. Instalar la que corresponda al:

- tipo de sensor utilizado
- modelo de VIP300
- calibre utilizado.

Cada placa corresponde a un sensor y está impresa anverso-reverso para cada uno de los 2 calibres. De este modo es posible invertir la placa si se cambia de calibre del VIP300 durante la vida de la instalación.

■ b: indicación de sensor y calibre

Este texto figura en la placa de graduación.

Cuando la placa está colocada en su alojamiento, este texto está oculto por una zona opaca. Sólo es visible para el usuario.

■ c: botón pulsador de puesta a cero de los indicadores

Este botón es accesible cuando la tapa transparente está cerrada. Si se pulsa, produce 2 acciones:

- pone a cero (posición negra) los 2 indicadores de desenclavamiento fase y tierra (si el relé ya no está alimentado; se pueden poner a cero los indicadores durante 48 horas más aproximadamente; después, se puede poner a cero una vez conectada la VAP6)
- provoca el encendido de los 2 indicadores luminosos rojos (aproximadamente 3 s). Esto indica que:

- el relé está alimentado (el indicador luminoso se enciende si la corriente es superior a la corriente de activación),

- las autopuebas del relé son correctas.

Si no se cumple una de estas dos condiciones, los indicadores luminosos no se encenderán.

Esta función permite realizar una prueba somera del funcionamiento del relé.

■ d: corriente de activación

La corriente de activación es la corriente fase necesaria para que el relé esté alimentado y sea operacional. Está inscrita en cada placa de graduación.

La indicación que figura en la placa es el valor eficaz de la corriente de activación en trifásica. En todos los casos, la corriente de activación corresponde al menor valor del ajuste de la corriente de servicio.

■ e: toma para la prueba con la VAP6

Esta toma está destinada exclusivamente a la conexión de la VAP6 y permite efectuar una prueba simplificada y rápida del relé.

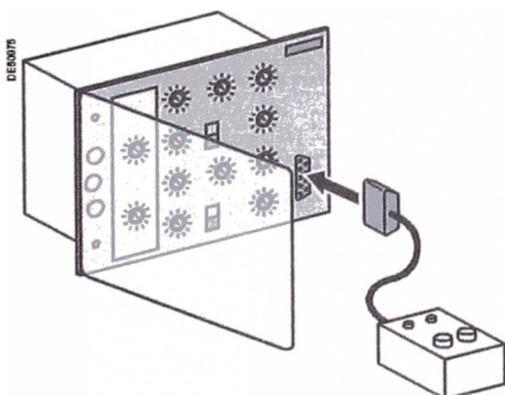
Esta operación puede realizarse en explotación, ya que la VAP6 y la VIP300 ofrecen la posibilidad de efectuarla inhibiendo el desenclavamiento del disyuntor.

■ f: curvas de desenclavamiento

- VIP300LL/VIP300P.



Corriente de activación: el VIP300 no funciona por debajo de la corriente de activación. En consecuencia, si los ajustes de la protección tierra son inferiores a la corriente de activación, sólo serán efectivos en presencia de una corriente fase igual o superior a la corriente de activación.



Prueba del VIP300 con VAP6

La VAP6 es una caja portátil que se conecta al VIP300 para efectuar una prueba simplificada.

Esta prueba se puede realizar en los dos casos siguientes:

- El VIP300 ya está alimentado por los sensores
- El VIP300 no está alimentado; en cuyo caso, las pilas de la VAP6 suministran la alimentación al relé.

La prueba consiste en:

- Lanzar el desarrollo de las autopruebas de la unidad central del VIP300
- Inyectar un estímulo para simular un fallo fase
- Inyectar un estímulo para simular un fallo tierra
- Verificar el desenclavamiento.

Botones pulsadores

- **Battery test:** si las pilas están bien, el indicador luminoso "on" se enciende cuando se pulsa este botón.
- **Phase overcurrent:** envía el estímulo de prueba de la protección fase. El estímulo es equivalente a 20 veces la corriente de servicio Is.
- **Earth fault:** envía el estímulo de prueba de la protección tierra. El estímulo es equivalente a 20 veces la corriente de ajuste tierra los.
- **Trip inhibition:** pulsar el botón "trip inhibition" si la prueba del VIP300 debe realizarse sin desenclavar el disyuntor. Mientras se mantenga pulsado dicho botón, se inhibe el desenclavamiento del disyuntor, aunque la orden de desenclavamiento proceda de un fallo real

Indicadores luminosos

- **On:** indica que las pilas están en servicio. También se enciende durante la prueba de las pilas pulsando "battery test".
- **Test in progress:** confirma el envío del estímulo de prueba al VIP300.
- **Trip:** se utiliza para la prueba de otros relés de la gama VIP. No tenerlo en cuenta para la prueba del VIP300 (se enciende intermitentemente cuando el VIP300 envía una orden de desenclavamiento, con disyuntor inhibido o no).

VAP 6

Cara frontal de la VAP6



La VAP6 está alimentada por pilas. Por este motivo, las partes del VIP300 que funcionan con corriente alterna, no se verifican con este método (circuitos de entrada y alimentación).

Salida "external mitop"

Se puede utilizar para conectar un mitop anexo destinado, por ejemplo, a parar un cronómetro durante las pruebas de funcionamiento. Este mitop se desenclava al mismo tiempo que el del disyuntor. No se inhibe pulsando el botón "trip inhibition".

Pilas

Las pilas están normalmente fuera de servicio y se ponen automáticamente en servicio cuando se conecta la VAP6 al VIP300.

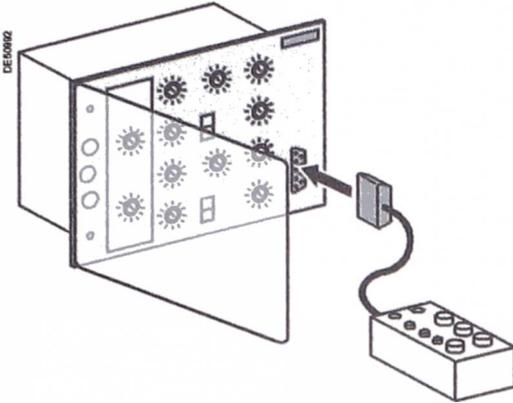
Se ponen en servicio en los siguientes casos:

- Cuando se pulsa el botón "battery test"
- Cuando se conecta directamente a un relé VIP3X o VIP5X
- Cuando se conecta al cable adaptador que sirve para la prueba de los relés VIP1X o VIP2X.

Para colocar o cambiar las pilas, abrir la caja desmontando los 4 tornillos de su cara inferior. Hay que respetar las polaridades.

Características técnicas

- Alimentación: 3 x pilas de 9 V 6LR61
- Peso: 0,45 kg
- Dimensiones: 93 x 157 x 45.



Si se mantiene pulsado el botón "fase overcurrent" después del desenclavamiento, el VIP300 vuelve a empezar su ciclo de temporización/desclavamiento; este funcionamiento es normal.

En este caso:

- El indicador luminoso rojo "trip" de la VAP6 se enciende intermitentemente en cada desenclavamiento
- El indicador luminoso rojo "I>" del VIP300 puede permanecer apagado o parpadeando de forma rápida e irregular según el ajuste de la temporización.

Desarrollo de la prueba con la VAP6

Esta prueba se puede realizar haya o no corriente en los sensores. Durante las operaciones de prueba, todos los ajustes del VIP300 son efectivos; el relé debe comportarse de conformidad con sus ajustes. Durante la prueba, el relé sigue siendo operacional y dará una orden de desenclavamiento en caso de fallo, salvo si se pulsa el botón "trip inhibition".

- Conectar la VAP6 en la toma "VAP6 test plug". A partir de este momento, las pilas de la VAP6 están en servicio y su indicador luminoso "on" está encendido.
- Pulsar el botón "reset" del VIP300:
 - si los 2 indicadores de desenclavamiento "trip" estaban amarillos, se ponen negros
 - los 2 indicadores luminosos rojos "I>" y "I<" del VIP300 se encienden durante 3 s aproximadamente para indicar que la unidad central del VIP300 ha realizado correctamente sus autopruebas.
- Pulsar el botón "trip inhibition" si se debe realizar la prueba sin desenclavar el disyuntor.

Mantener pulsado el botón "trip inhibition" mientras dure el envío del estímulo.

- Pulsar "phase overcurrent" para enviar el estímulo de prueba de la protección fase:
 - mantener pulsado el botón mientras dure el estímulo (este estímulo corresponde a 20 veces aproximadamente la corriente de servicio Is)
 - el indicador luminoso "test in progress" de la VAP6 se enciende para confirmar el envío del estímulo al relé VIP300
 - el indicador luminoso rojo "I>" del VIP300 parpadea mientras dura la temporización
 - después, el indicador de desenclavamiento fase "trip" del VIP300 se pone amarillo
 - el disyuntor se desenclava si no está inhibido.
 - Pulsar "earth fault" para probar el funcionamiento de la protección tierra. El estímulo inyectado es igual a 20 veces la corriente de ajuste los. Realizar la misma operación que para la prueba de la protección fase.
 - Desconectar la VAP6.
- Para no gastar las pilas, no dejarla conectada inútilmente al relé.

Protección fase		Precisión	
Umbral bajo I>		±5 % o 0/ +2 A	(1)
Temporización del umbral bajo t>	de tiempo independiente	±2 % o ±20 ms	(2) (8)
	de tiempo dependiente	clase 5, CEI 60255-3 ó 0/ +20 ms	(2) (8)
Umbral alto I>>		±5 %	
Temporización del umbral alto t>>		±2 % o ±20 ms	(2)
Porcentaje de liberación		95 %	
Tiempo memoria		20 ms	
Protección tierra			
Umbral bajo Io>		±5 % o 0/ +2 A	(3) (4) (5)
Temporización del umbral bajo to>	de tiempo independiente	±2 % o ±20 ms	
	de tiempo dependiente	clase 5, CEI 60255-3 ó 0/ +25 ms	(2) (5) (8)
Umbral alto Io>>		±5 %	
Temporización del umbral alto to>>		±2 % o ±20 ms	(2) (8)
Porcentaje de liberación		95 %	
Tiempo memoria		20 ms	
Características generales		Valor	
Resistencia térmica permanente		240 A	con sensor CSa
		1500 A	con sensor CSb
Resistencia térmica 1 segundo		25 kA / 1 s	con sensor CSa, CSb,
Frecuencia de funcionamiento		50 Hz ±10 %, 60 Hz ±10 %	
Temperatura de funcionamiento		De -25°C a +70°C	
Temperatura de almacenamiento		De -40°C a +85°C	
Peso		1,7 kg	
Corriente de activación		Calibre	Valor
VIP300LL/VIP300P + sensor CSa		x1	10 A
		x4	40 A
VIP300LL/ VIP300P + sensor CSb		x1	63 A
		x4	250 A
Comportamiento climático		Norma	Severidad
Funcionamiento en frío		CEI 60068-2-1	-25 °C, 16 h
Almacenamiento en frío		CEI 60068-2-1	-40 °C, 96 h
Funcionamiento en caliente		CEI 60068-2-2	+70 °C, 16 h
Almacenamiento en caliente		CEI 60068-2-2	+85 °C, 96 h
Variaciones rápidas de temperatura		CEI 60068-2-14	De -25°C a +70°C, 5 ciclos
Funcionamiento en calor húmedo		CEI 60068-2-3	56 días, 93% HR
Comportamiento en niebla salina		CEI 60068-2-52	severidad 1

Comportamiento mecánico	Norma	Severidad
Resistencia a las vibraciones	CEI 60255-21-1	clase 2
Resistencia a los golpes y sacudidas	CEI 60255-21-2	clase 2
Resistencia a los seísmos	CEI 60255-21-3	clase 2
Índice de protección de la envolvente	EN 60529	IP54 (tapa cerrada)
Resistencia al fuego	CEI 60695-2-1	650 °C
Comportamiento eléctrico	Norma	Severidad
Aislamiento de las entradas de sensores	CEI 60255-5	2 kV ef., 50 Hz, 1 min
Resistencia a la onda de choque 1,2/50 µs	CEI 60255-5	5 kV ⁽⁶⁾
Resistencia a la onda oscilatoria 1 MHz	CEI 60255-22-1	2,5 kV mc ⁽⁶⁾ 1 kV md
Resistencia a los transitorios rápidos en ráfaga	CEI 60255-22-4	4 kV mc y md, ráfaga a 5 kHz ⁽⁶⁾
Resistencia a la onda híbrida 1,2/50 (8-20 µs)	CEI 61000-4-5	2 kV, 42 Ω ⁽⁶⁾
Resistencia a las descargas electrostáticas	CEI 60255-22-2	8 kV en el aire, 6 kV al contacto
Resistencia al campo electromagnético AF	CEI 60255-22-3	30 V/m no modulado, de 27 a 1000 MHz
	EN 50082-2	10 V/m modulado, ampl., de 80 a 1000 MHz
	EN 50082-2	10 V/m modulado, impuls., 900 MHz

(1) Valor indicado para una alimentación del VIP300 en trifásica. En caso de funcionamiento en monofásica, la precisión es de $\pm 10\%$ o $0/+5$ A.

Para el umbral bajo, esto no corresponde generalmente a un caso real de funcionamiento. No obstante, puede producirse durante una prueba de inyección realizada en monofásica.

El error se debe principalmente a la falta de linealidad de los sensores y los transformadores de entrada del VIP300 para las corrientes débiles; esta imprecisión se acentúa si el relé sólo está alimentado por una fase.

(2) La precisión la indica un fallo, en corriente sinusoidal, que se produce cuando el relé ya está alimentado por la corriente que atraviesa el disyuntor. En caso de un encavamiento por fallo, el tiempo de desencavamiento debe prolongarse:

- +30 ms a 1,5 ls
- +20 ms de 2 ls a 10 ls
- +10 ms a partir de 10 ls.

(3) Generalmente, las precisiones sobre los tiempos y los umbrales de la protección tierra se indican cuando el VIP300 está alimentado por una corriente al menos igual a la corriente de activación. Por tanto, la medida de un umbral para la protección tierra en monofásica no es significativa si el umbral es inferior a la corriente de activación.

(4) Valor indicado por la alimentación del VIP300 en trifásica. En caso de una prueba en monofásica, la precisión es del $\pm 10\%$ o $0/+5$ A.

Para el umbral bajo, este caso puede producirse durante un ensayo de la protección tierra realizado en monofásica, sin alimentación para las demás fases.

(5) En las siguientes condiciones específicas:

- VIP300LL
- Con sensor CSa
- Cableado en el calibre x1
- Si los < 8 A
- Di la corriente fase trifásica es < 20 A

las características de umbral y temporización son:

- Umbral bajo: $\pm 10\%$ o $0/+4$ A
- Clase no especificada

(6) No aplicable a la toma de prueba.

(7) Precisión $\pm 10\%$ o $\pm 1,5$ A.

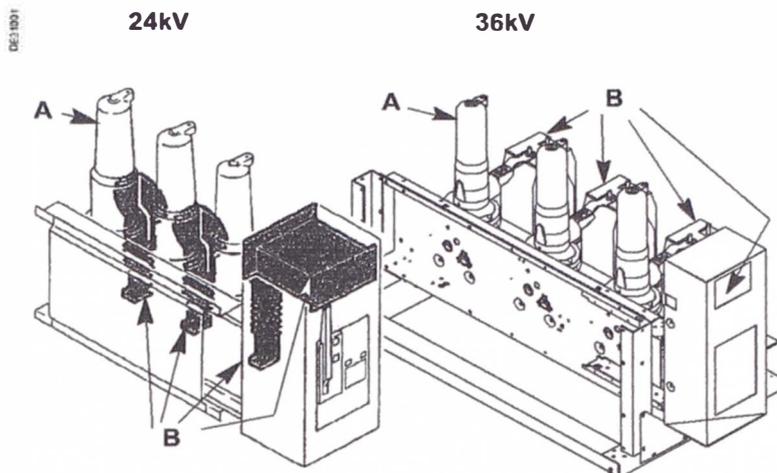
El valor indica la corriente de activación garantizada para un funcionamiento en trifásica.

(8) Los tiempos de desencavamiento indicados no contienen el tiempo de respuesta del mitop. Su tiempo de desencavamiento depende de su carga mecánica (en vacío, su tiempo de desencavamiento es inferior a 5 ms).

Descripción general

Disyuntor SFset con mando RI

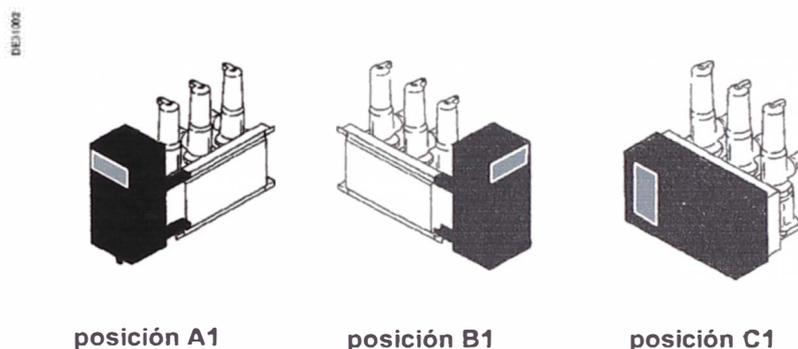
A Disyuntor
B Unidad de control



Mando RI

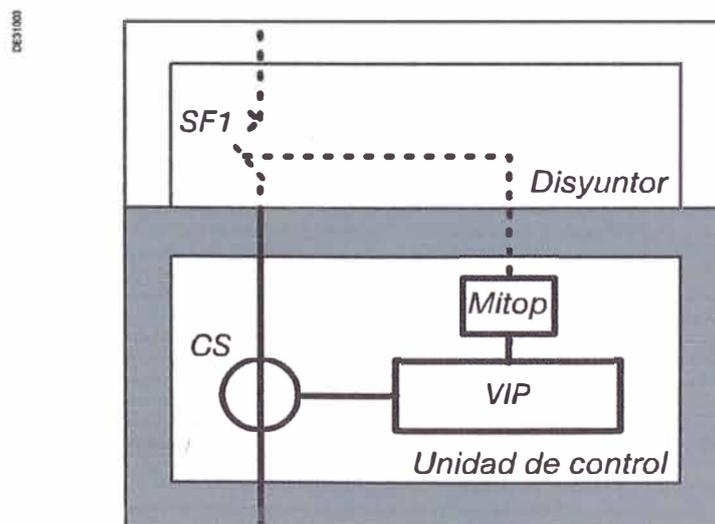
Lateral:
posición A1 y B1

Frontal:
posición C1



Unidad de control

La unidad de control está constituida por:
(1) Relé electrónico de protección de tipo VIP
(2) Disparador Mitop
(3) Sensores de corriente



OFERTA TECNICA

ADJUNTOS:	- ITEM 1A, 1B
------------------	----------------------

OFERTA Nro.: EQ223 (Rev 3)

CLIENTE : AMANCO del PERU SA

V/REF : Transformador Encapsulado TRIHAL – Sn: 1600 kVA

<input type="checkbox"/>	Merlin Gerin
<input type="checkbox"/>	Modicon
<input type="checkbox"/>	Square D
<input type="checkbox"/>	Telemecanique

1-Límite del suministro:

1.1 Descripción General:

Los transformadores Trihal constituyen un modelo, mundialmente reconocido, de seguridad y fiabilidad de servicio. Sus excepcionales cualidades a las sobrecargas y sobretensiones, su alta resistencia a la condensación y polución industrial y su extraordinario comportamiento al fuego han determinado que el transformador Trihal sea el líder del mercado mundial.



■ Una tecnología adelantada

- Aislamiento pre-impregnado no moldeado (BT)
- Envoltente y moldeado en vacío en resina epoxy (MT)
- Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas (MT)
- Nivel de descargas parciales muy bajo (≤ 10 pC)
- Excelente resistencia a las ondas de choque (170/200 kV choque)
- Material reciclable, ecológico, no desprende gases tóxicos en su combustión y no contaminante.

1.2-Descripción Particular:

ESPECIFICACION TECNICA TRANSFORMADOR TRIHAL MT/BT DE DISTRIBUCION SECO ENCAPSULADO

1. ALCANCE DEL SUMINISTRO

Transformador de distribución MT/BT, seco encapsulado, 3 fases, de clase F.

Trihal es certificado E2, C2, F1 segun las normas europeas HD 538-1 S1 y HD 464 S1.

2. CARACTERISTICAS SEGUN LAS NORMAS IEC 60076

TRANSFORMADOR		N°1
Cantidad		1
2.1. Características eléctricas		
Potencia asignada	kVA	1600
Instalación (Interior:I/ Exterior:E)		I
Typo (Elevador : SU / Reductor : SD)		SD
Frecuencia asignada	Hz	60
Regulación sin tensión	%	+ -2.5 + -5
Tensión primaria asignada	V	10000
2e Tensión primaria	V	22900
Tensión primaria de aislamiento	kV	24
Tensión dielectrica (50 HZ, 1 min.)	kV	50
Tensión de impulso tipo rayo (1.2/50µs) kV	kV	125
Tensión secundaria asignada en vacío V	V	460
Tensión secundaria de aislamiento	kV	1,1
Tensión dieléctrica (50 Hz, 1 min.)	kV	10
Tensión de impulso tipo rayo (1.2/50µs) kV	kV	
Grupo de conexión		Dyn 11
Pérdidas en vacío (AN)	W	(1) 3900
Pérdidas en carga (AN) a 120°C	W	(1) 15000
Tensión de corto circuito	%	6
<i>(1) Valores indicados con tolerancias IEC</i>		
Material de los devanados MT / BT		Al/Al
Potencia acustica	dB(A)	76
Presion acustica a 1 metro	dB(A)	59



TRANSFORMADOR **N°1**

2.2. Condiciones de operación

Altura máxima sobre el nivel del mar	m	1000
Temperatura ambiente máxima	°C	40
Temperatura media diaria	°C	30
Temperatura media anual	°C	20
Calentamiento de los devanados	K	100
Una patalla electrostatica		NO
Alimentacion de un rectificador hexafasico		NO

2.3. Dimensiones y pesos aproximados

Largo	mm	1650
Ancho	mm	950
Altura	mm	1880
Peso total	kg	2900

2.4. Dimensiones y pesos aproximados del embalaje

Largo	mm	1900
Ancho	mm	1200
Altura	mm	2180
Peso total	kg	3210

NOTA : Las dimensiones y pesos mencionados son solamente indicativos. France TRANSFO se compromete solamente con la entrega de los planos, junto con el acuse de recepcion del equipo.

3. DETALLES DE CONSTRUCCION SEGUN LAS NORMAS IEC 60076

3.1 Accesorios

- 3 4 ruedas bi-direccionales
- 3 4 áncamos de elevación
- 3 Agujeros de arrastre sobre el chasis
- 3 2 terminales de puesta a tierra
- 3 1 placa de características de aluminio
- 3 2 señales de advertencia "peligro eléctrico"
- 3 Regulación de la Media Tensión: Por tomas de regulación, sin tensión.
- 3 1 certificado de ensayos de rutina y un manual de instalacion, de puesta en servicio y de mantenimiento

3.2 Envolvente

- 3 Sin envolvente de protección : IP00

3.3 Refrigeración

- 3 Refrigeración por ventilación natural (tipo AN)

3.4 Control de la temperatura



- 3 6 sondas PTC (2 por fase – alarma y disparo)
- 3 1 convertidor electrónico Z con 3 contactos (control de los ventiladores, alarma y disparo)
Alimentacion: 24 a 240V CA/CC

3.5 Conexion AT

- 3 Lado MT : 3 terminales de conexión situados en la parte superior de las mismas.

3.6 Conexion BT

- 3 Lado BT : con barras para conexión en la parte superior del transformador.

4. ENSAYOS ELECTRICOS SEGUN LAS NORMAS IEC 60076, SECCIONES 1,2,3,4 ET 5

4.1. Ensayos de rutina:

Los ensayos se realizan sistemáticamente en todos los transformadores durante el proceso de fabricación y son objeto de un protocolo de ensayos. Se desglosan como sigue:

Ensayo de tensión aplicada(50 Hz - 1 min)

Ensayo de tensión inducida

Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío

Medida de la resistencia de los arrollamientos MT y BT.

Medida de la tensión de cortocircuito y de las pérdidas debidas a la carga

Medida de la relación de transformación y control del grupo de conexión.

Medida de descargas parciales.

5. DOCUMENTACIONES

Los esquemas siguientes son suministrados según el estándar **France TRANSFO**:

- Plano de conjunto
- Esquema de hilería
- Plano de la placa de características

En opción un dossier técnico específico y otros esquemas pueden ser suministrados.

6. FUERA DE SUMINISTRO

Esta oferta está totalmente limitada al material y tiene la documentación descrito anteriormente.

Esta oferta técnica está basada en los documentos siguientes:

- Especificación técnica N°

Todos equipos ó servicios no mencionados en esa oferta no serán incluidos, como :

cables/conexiones entre trafo y los equipos a distancia

las partes móviles enchufables MT

los prensaestopas

los servicios al sitio como : instalación, puesta en marcha, ensayos

la repetición de los ensayos de rutina

los ensayos de tipo y especiales



Aclaraciones a la Oferta:

1- Esta oferta no incluye la provisión de asesoramiento de personal técnico especializado para los fines puesta en servicio de los transformadores ,configuración y/o seteo de protecciones provistas .

En caso de requerirse las actividades antes mencionadas se deberá solicitar la cotización respectiva al **Departamento de Servicios** de Schneider Electric Perú S.A.

2- Cualquier modificación posterior a la establecida en la orden de compra o contrato, sólo será válida si cuenta con la aceptación explícita y concreta por parte de Schneider Electric Perú S.A.

3- Favor de revisar la lista de materiales y confirmar que ésta cumpla con sus requerimientos.



Primera parte

El transformador y el incendio

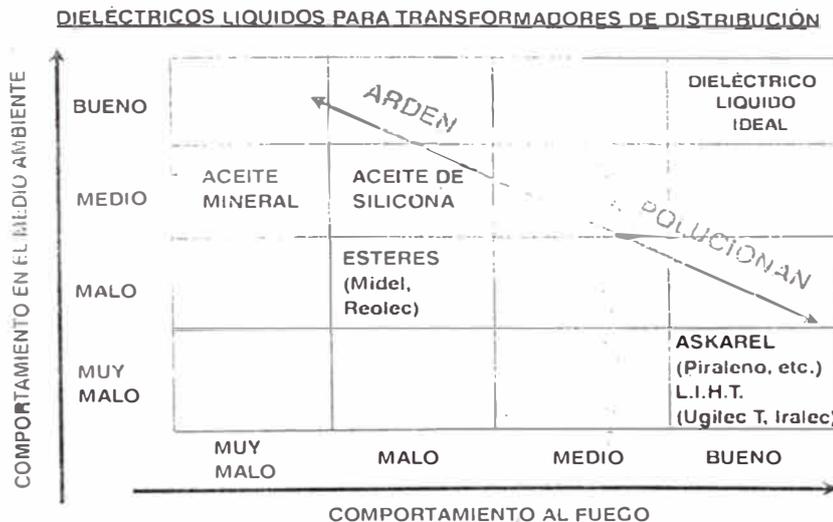
Comportamiento de las diferentes tecnologías frente al incendio

El aparellaje eléctrico en la actualidad, se centra aún en técnicas constructivas clásicas, con gran variedad de productos aislantes de elevado índice de inflamación, generadores de humos y gases altamente tóxicos, como son: los aceites minerales, siliconas y piralenos en transformadores y condensadores; PVC, caucho, polietileno, etc.; en cables, las canalizaciones verticales de cables, son el principal motivo de propagación del fuego y humo en grandes edificios (efecto chimenea), los cables más modernos, aunque no tienen una gran carga de fuego, desprenden grandes cantidades de humo tóxico: CLH, CNH, CO₂, CO, etc.

Generalmente son los transformadores de potencia, debido a su gran volumen de aceite, silicona o piraleno (prohibida su fabricación en el año 1986, pero existen aún millares de unidades en servicio), los que representan un mayor peligro en caso de incendio. En efecto, los transformadores en baño de aceite son susceptibles de provocar, alimentar y propagar el incendio debido a su bajo punto de inflamación, los mayores siniestros registrados fueron agravados por la expansión del aceite de los transformadores por las conducciones y canalizaciones de cables, extendiéndose así el incendio a locales y zonas colindantes.

Además, el transformador en baño de piraleno (líquido ininflamable y de alta estabilidad química) cuando se ve involucrado en un incendio en sus inmediaciones, a partir de los 200 °C se descompone formando un humo negro y espeso asfixiante y gases de extraordinaria toxicidad, de la misma naturaleza que los producidos en la Planta Química de la ciudad de Seveso (Italia) más conocido por "veneno de Seveso".

Las siliconas, como fluido dieléctrico han sido la alternativa al piraleno por su buen comportamiento ante el fuego, tienen un amplio campo de aplicación en aquellos transformadores que por su ubicación en locales de pública concurrencia o en locales subterráneos deben cumplir normas específicas de protección contra incendios.



Los parámetros característicos de combustibilidad son:

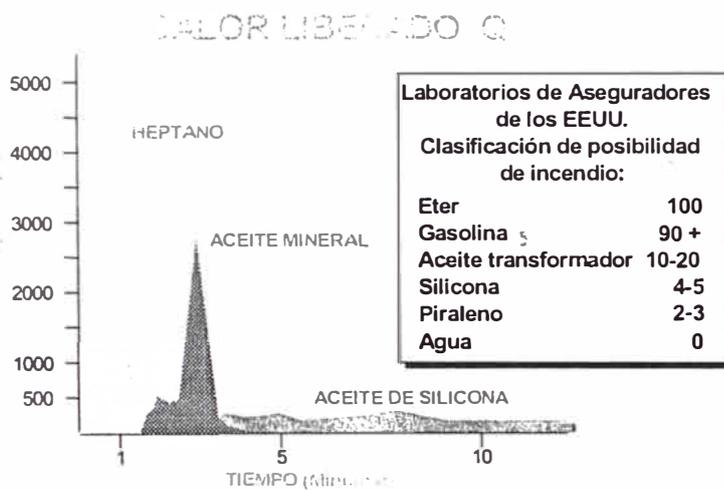
a) Poder calorífico superior:

Definido como la cantidad de calor máxima desprendida por la combustión total del material.

Medida en un calorímetro adiabático obtendríamos:

- Aceite mineral = 46 MJ/kg.
- Aceite de silicona = 27 a 28 MJ/kg.
- Resina epoxi = 10,8 MJ/kg.

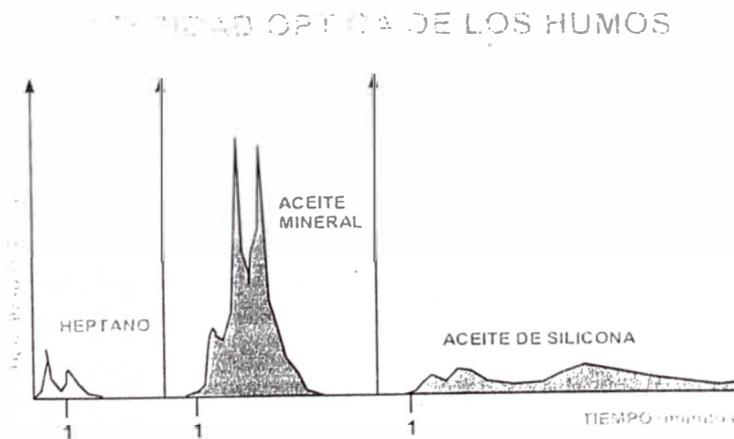
- b) Desarrollo de la combustión.
- c) Facilidad de extinción.
- d) Toxicidad de los humos.
- e) Cantidad y densidad emanada de humos (opacidad).
- f) Persistencia o autoextinción ante el fuego.



En ensayos de combustión en vaso abierto, si tomamos como patrón el Heptano, el cual inflama de forma instantánea con combustión muy viva, quemándose totalmente en 1,5 minutos y siendo muy tenue la opacidad del humo, se han comparado: El aceite mineral se inflama después de 45 segundos con flujo de 2,45 W/cm². La combustión avanza lentamente llegando a ser muy viva después de 2,5 minutos, a los 4 minutos todo el producto se habrá consumido, produciendo humos muy opacos. Los aceites de silicona desprenden unos

vapores blancos después de 1 minuto 45 segundos, a los 3 minutos la combustión es intermitente. A los 3 minutos 15 segundos para un flujo de 2.65 W/cm² continúa ardiendo con llamas muy cortas y, poco a poco, se forma una superficie de sílice que reduce su intensidad hasta su extinción en 15 minutos. Los humos son grises y opacos formados fundamentalmente por SiO₂.

En conclusión, el comportamiento de la silicona ante un incendio real es también nocivo, pues produce desprendimiento de humos muy opacos (sílice pulverulenta en el aire) que dificulta, al igual que en los casos del aceite y piraleno, la evacuación de personas en caso de emergencia.



En el supuesto que nos ocupa, la silicona una vez dispersa en el incendio lo alimenta y propaga, si bien es cierto que bajo ensayo de combustión en vaso abierto su comportamiento es distinto, se auto-extingue después de crear una capa de sílice en su superficie, este hecho ha supuesto alimentar falsas esperanzas y malos entendidos en la relación silicona-fuego real.

Afortunadamente, el índice de incendios provocados por los transformadores o en CCTT es muy bajo, en cambio sus repercusiones suelen ser importantes en cuanto a víctimas y daños materiales se refiere. La FACTORY MUTUAL ENGINEERING CORPORATION, en un estudio de fallos en transformadores durante un periodo de 5 años comprobó que de 430 accidentes producidos en transformadores por rayos y fallos eléctricos, en 64 ocasiones se produjo el incendio. Pero también representan riesgo de incendios los paneles y armarios cerrados debido al calor originado por resistencias y sobrecarga de partes conductoras que se agravan con la insuficiente ventilación.

El almacenaje indebido de materiales utilizados en la explotación del Centro de Transformación, tales como aceites, grasas, pinturas, productos de limpieza, embalajes, etc., pueden acarrear mayores riesgos que las propias instalaciones. El uso de líquidos inflamables para las limpiezas de estas instalaciones eléctricas así como el almacenaje en sus proximidades, aun en cantidades reducidas, han creado peligrosas situaciones.

Los transformadores de medida, condensadores, disyuntores y autoválvulas, ofrecen mayores riesgos de explosión que de incendio, con la consiguiente proyección de fragmentos de porcelana y resina que estallan con cierta violencia originando considerables daños materiales, e incluso personales, siendo necesario, por consiguiente, que el proyectista someta a consideración este riesgo para fijar el emplazamiento más apropiado para estos elementos de la instalación.

Seguidamente se expone un breve análisis sobre los dieléctricos líquidos más utilizados en transformadores de distribución con relación a su comportamiento al fuego, ecología, toxicología y mantenibilidad.

FLUIDOS DIELECTRICOS

Aceite mineral

Definición: Aceites de base mineral en estado natural obtenidos del refinado del petróleo.

Marcas y fabricantes: Diala (Shell), Univolt (Esso), Repsol tensión (Repsol), Electra (Campsa)...

Inconvenientes:

- c Fácilmente inflamables, necesitan las máximas medidas de protección según MIE RAT ITC 14.
- c Propagan el incendio.
- c Desprenden humos opacos.
- c Contaminan el suelo y las capas freáticas.

Dieléctricos líquidos para transformadores

Características - comportamiento al fuego						
Características	Definición	Valores exigidos	Aceites Minerales	Esteres	Aceites de Silicona	LIHT
Punto de combustión °C.	Temperatura a la cual el líquido arde en contacto con una llama. "Mejor cuanto más elevado es"	Máx. (no medible)	180	310	340	No medible (*)
Poder calorífico inferior (MG/kg)	Calor desprendido en la combustión "Mejor cuanto más escaso es"	Mini.	48	34	27	12
Índice de Oxígeno a 20 °C (%)	Caracteriza la inflamabilidad (concentración mínima de oxígeno de una mezcla ozono/oxígeno que puede mantener la combustión) "Mejor cuanto más elevado es"	Máx.	17	16	25	60

(1) ↓

Muy mal comportamiento al fuego

(2) ↓

Mal comportamiento al fuego

(3) ↓

Buen comportamiento al fuego

(*) El líquido se transforma en vapor sin arder.

Los esteres

Definición: Líquidos sintéticos a base de carbono

Marcas y fabricantes: Midel (Gec Alsthom), Réolec 138 (BASF y Ciba Geigy)

Inconvenientes:

- c Mantenimiento delicado e importante: los esteres son extremadamente sensibles a la humedad (higroscópicos).
- c No existe demasiada experiencia: menos de 1.000 transformadores puestos en marcha durante 10 años (en comparación al parque europeo en aceite mineral de 5.000.000 de transformadores de distribución).
- c Medianamente inflamable necesitan las mismas medidas de protección que los aceites minerales.
- c Su comportamiento al fuego se asimila al aceite mineral.
- c Oxígeno: (índice de Ester 16/aceite 17, poder calorífico: Ester 34/aceite 48).
- c Desprenden humos opacos.
- c ¿Contaminan el suelo y la capa freática? (punto controvertido).

Los aceites de silicona

Definición: Aceites sintéticos a base de sílice.

Marcas y fabricantes: Rhodorsil (Rhone Poulenc), Dow Corning 561 (Dow Corning), Baysilone M 50 EL (Bayer)...

Inconvenientes:

- c Desprenden humos muy opacos (sílice pulverulenta en el aire) en caso de incendio, dificulta la localización del foco de calor y las intervenciones de rescate, destruye considerablemente las instalaciones.
- c Activa la combustión en caso de fuga de silicona (incendio real) aunque en vaso abierto la silicona sea autoextinguible después de la creación de una capa de sílice en la superficie hecho que no puede jamás producirse en explotación dentro de un transformador.
- c Medianamente inflamable, necesita medidas de protección según MIE RAT ITC 14.
- c Dimensiones del orden del 20% superiores a un transformador de aceite mineral. El aceite de silicona disipa mal el calor y tiene un coeficiente de dilatación elevado.
- c Contamina el suelo y las capas freáticas.

Diélectricos líquidos para transformadores						
Características - Ecológicas y Toxicológicas						
Características	Definición	Valores exigidos	Aceites Minerales	Esteres	Aceites de Silicona	LIHT
Contaminación fría.	- Polución de las capas freáticas por derrame del diélectrico en la naturaleza.	NO	SI	Controvertido	SI	SI
	- Biodegradabilidad.	SI	NO	Controvertido	NO	NO
Contaminación caliente.	- Opacidad de los humos.	NO OPACOS	OPACOS	OPACOS	MUY OPACOS Humos blancos sílice pulverulenta	OPACOS
	- Toxicidad de los gases emitidos en caso de pirólisis.	NO TOXICOS	TÓXICO	TOXICO Controvertido	NO TÓXICO	TÓXICOS Furanos PCDF Dioxinas PCDD Productos Alog. CORROSIVO Ácido Clorhídrico HCl
	- Corrosividad de los humos.	NO CORROSIVOS	NO CORROSIVO	NO CORROSIVO	NO CORROSIVO	

↓

(2)

↓

(1)

↓

(3)

(1) En caso de incendio, el aceite de silicona desprende humos muy opacos.
 (2) Los esteres desprenden al arder productos muy tóxicos
 (3) Los LIHT desprenden productos muy tóxicos y corrosivos, la fabricación del Ugilec T ha quedado prohibida desde 18/06/94. Directiva 76/769/CEE

Diélectricos líquidos para transformadores						
Características - instalación - mantenimiento						
Características	Definición	Valores exigidos	Aceites Minerales	Esteres	Aceites de Silicona	LIHT
Viscosidad cinemática a 40°C (mm ² /s)	Caracteriza la capacidad para evacuar el calor. *Mejor cuanto más escaso es*	MÍNIMO □	10 □	30 □	30 □	8 □
Coefficiente de dilatación (10 ⁻⁴ 1/K)	Variación del volumen en función de la temperatura. *Mejor cuanto más escaso es*	MÍNIMO □	7 □	7 □	10 □	8 □
Sensibilidad a la humedad saturación a 20 °C en ppm.	Caracteriza la sensibilidad a la humedad. *Mejor cuanto más escaso es*	MÍNIMO □	50 □	2700 □	200 □	170 □
Sensibilidad a las bajas temperaturas.	Temperatura por debajo de la cual el líquido puede solidificarse. *Mejor cuanto más escaso es*	MÍNIMO	Adaptable a las necesidades	-25 °C	Adaptable a las necesidades	-5 °C

(1) El aceite de silicona es el peor calorportador con un coeficiente elevado de dilatación, es el que entraña un dimensionamiento más importante de la parte activa (y de la cuba), que eleva el costo del transformador, ya acentuado por el elevado coste de la silicona.

(2) Los esterres son extremadamente sensibles a la humedad, necesitan severas precauciones de estanqueidad a la humedad y un mantenimiento delicado e importante.

(3) Las LIHT son sensibles a las temperaturas inferiores a -5 °C limitando su instalación y almacenamiento; se oxidan en contacto con el aire.

Líquidos aislantes halogenados para transformadores (LIHT)

Definición: Líquidos sintéticos a base de Triclorobencenos* (TCB) (≈ 40% en masa).

Marcas y fabricantes: Ugilec T, Iralec (Prodelec).

Ventajas:

- c Difícilmente inflamables, no necesitan protección contra incendios.

Inconvenientes:

- c Prohibición del Ugilec T desde 18 de junio de 1994 (JOCE n.º L 186 del 12/07/91 pº 64 y 65) (Anexo 3).
- c Se oxida en el aire.
- c Contiene productos halogenados (Cloro, flúor, bromo)
- c Posible desprendimiento de productos muy tóxicos: Furano, Dioxina.
- c Desprende humos muy opacos.
- c Instalación limitada: sensible a las bajas temperaturas (θ° < -5 °C).
- c Contamina el suelo y las capas freáticas.

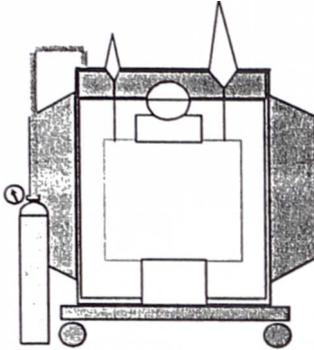
* Los TCB forman parte en un 40% de la composición de los Askareles (Piralenos) y son el origen del desprendimiento de Furanos (PCDF), Dioxina (PCDD).

EVOLUCIÓN DEL TRANSFORMADOR SUMERGIDO HACIA LA TÉCNICA DEL LLENADO INTEGRAL

El aceite mineral es igualmente, muy sensible a la temperatura: Estando caliente, en contacto con el aire, se oxida, se ennegrece y se acidifica, esta acción conduce a la corrosión de los aislantes internos del transformador y, por tanto, a limitar considerablemente su vida media. Con el tiempo es origen igualmente de la formación de lodos que se depositan sobre las partes activas dificultando de esta forma los cambios térmicos. Con el fin de reducir la superficie de contacto entre el aceite y el aire, se han provisto a las cubas de los transformadores sumergi-

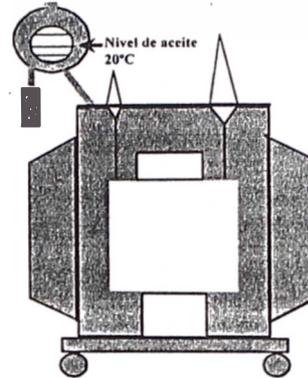
dos, de un pequeño depósito de expansión (llamado "conservador de aceite"), que está en comunicación con la parte superior de la cuba, permitiendo las contracciones y dilataciones debidas al enfriamiento y calentamiento del aceite.

Otro procedimiento consiste en introducir, entre el nivel superior del aceite y la tapa, un cierto volumen de gas inerte (normalmente nitrógeno), este gas se comprime bajo los efectos de la dilatación del aceite y, por lo tanto, todas las juntas de la tapa deberán ser estancas. Para mantener la alimentación del gas inerte, se puede utilizar una botella de gas de alta presión con una válvula reductora apropiada o un "pulmón" de caucho unido directamente a la parte superior de la cuba (procedimiento JOSSE).



Transformador con atmósfera de gas inerte directamente a la cuba principal y botella de alimentación.

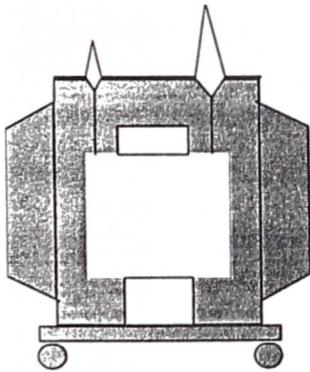
Se puede también conservar el depósito de expansión, en el cual se hace la compresión y la descompresión del gas inerte.



Transformador con depósito de expansión

En la actualidad el procedimiento empleado para evitar la oxidación del aceite se efectúa con el "LLENADO INTEGRAL" de la cuba y cerrándose la tapa de forma hermética de manera que no exista contacto entre el aire y el fluido dieléctrico.

Se concibe que no respirando el transformador no existe posibilidad de alterar las cualidades dieléctricas y refrigerantes del aceite y, por consiguiente, tampoco se verán alteradas las características de los aislantes orgánicos que forman el aislamiento del transformador, con lo que se consigue además de aumentar su vida media un ahorro importante en su mantenimiento, debido a la reducción de las extracciones de muestras de aceite para comprobar sus características físico-químicas, tratamientos de filtrado, deshidratación y desgasificación (el fabricante suele garantizar la estabilidad del aceite durante diez años en un transformador de llenado integral), al dilatarse el aceite se establece una cierta sobrepresión en la cuba, la cual aumenta con la carga del aparato. Los pliegues de la cuba, especialmente diseñados, son los encargados de absorber las dilataciones del líquido.



Transformador hermético con llenado integral de aceite

Los transformadores encapsulados en resina epoxi son la opción más coherente en la actualidad para su instalación en edificios de pública concurrencia, por su alta seguridad en caso de incendio debido a que los materiales empleados en su construcción son autoextinguibles y no producen gases tóxicos o venenosos, los humos son muy tenues y no corrosivos (su ph respecto al del agua es de 6,44 y 6,95 respectivamente). Se descomponen a partir de los 345 °C, en caso de fuego externo, cuando alcanza la resina los 350 °C arden con llama muy débil y al cesar el foco de calor se autoextinguen en un tiempo que depende de la composición de la carga en la resina.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS DE INCENDIO EN CCTT SEGÚN ITC 14 MIE-RAT					
Tipo de transformador	Tabiques separadores (Mo UNE 23727)	Ventilación celdas	Fosos colectores	Nº Extintores portátiles	Sistemas fijos de extinción automáticos
Seco	—	No será necesaria, si el calor generado no supone riesgo de incendio (Aptdo. 4.1, b2)	—	No se exigen instalaciones de PCI si el calor generado no supone riesgo de incendio para los materiales próximos (Aptdo. 4.1 b2)	
Baño de aceite o $T_i < 300\text{ }^\circ\text{C}$.	SI (Aptdo. 3.2.1)	Natural, con rejillas de entrada y salidas de aire. Si no fuera suficiente: Ventilación forzada provista de dispositivos de parada automática. (Aptdo. 3.3.1)	Para volúmenes superiores a 50 l. y provistos de cortafuegos (Aptdo. 4.1)	Uno, de eficacia 89 B, en el exterior y $d \leq 15\text{ m.}$ o dos de eficacia 89 B en vehículo itinerante. (Aptdo. 4.1, b1)	Para volumen unitario de dieléctrico superior a 600 l o que el conjunto supere los 2.400 l. Para locales de pública concurrencia, reducción a 400 l y 1.600 l respectivamente. (Aptdo. 4.1 b2.)
Baño incombustible o $T_i > 300\text{ }^\circ\text{C}$	—	Ventilación natural o forzada (Aptdo. 3.3.1)	Sistema de recogida de posibles derrames que impidan su salida al exterior (Aptdo.4.1)	No se exigen instalaciones de PCI si el calor generado no supone riesgo de incendio para los materiales próximos (Aptdo. 4.1 b2)	

Limitándonos a lo expuesto hasta ahora podemos observar que el transformador seco encapsulado en resina es la alternativa que ofrece mayor seguridad a la instalación y tranquilidad al usuario, siempre y cuando estos transformadores de potencia sean capaces de resistir a lo largo de su vida útil todas las incidencias de la red y del medio ambiente, tales como: transitorios en general, fuertes sobrecargas y cortocircuitos, y agresiones del entorno tales como: altas concentraciones de humedad, condensación, contaminación industrial y variaciones importantes de temperatura.

Realmente, la concepción del transformador seco es fundamental, ya que en él puede estar o no integrada la resistencia a soportar estas condiciones de almacenamiento y de funcionamiento, del mismo modo que podrá o no estar integrada la limitación de su inflamabilidad o, mejor aún, su autoextinguibilidad inmediata al cesar las llamas de un fuego externo, así como su emisión o no de sustancias tóxicas en caso de pirólisis o de combustión.

El conocimiento de estas limitaciones en los transformadores secos encapsulados, supone para el usuario, instalador o proyectista, el poder adoptar en cada caso la solución más ventajosa para la seguridad de las personas y la de los bienes, por ello el Documento de armonización HD 464 S1: 1988/A2: 1991 del CENELEC recoge la CEI 726 (1982) + A1: 1986 y la completa definiendo para este tipo de transformadores: clases de entorno, clases climáticas y clases de comportamiento ante el fuego.

Los transformadores secos encapsulados en alúmina trihidratada son mundialmente reconocidos por su seguridad y fiabilidad basadas en sus excepcionales cualidades frente a las variaciones de temperatura extremas (choque térmico). A esta notable endurance cabe añadir su elevado rendimiento frente a la humedad, incluso saturada, por ejemplo en las plataformas petrolíferas en el mar su elevado rendimiento frente a las agresiones de las atmósferas industriales, por ejemplo las de una cementera. Los transformadores secos encapsulados en alúmina trihidratada soportan extraordinariamente las variaciones de carga, los cortocircuitos y las sobretensiones.

COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO DE LOS TRANSFORMADORES SECOS ENCAPSULADOS

La alúmina trihidratada de elevadas propiedades ignífugas, confiere a los transformadores encapsulados un comportamiento ante el fuego excepcional: una autoextinguibilidad inmediata en ausencia de productos tóxicos que son evidenciadas por tres efectos “antifuego” que aparecen como consecuencia de un proceso de calcinación en caso de incendio, la alúmina trihidratada, mezclada de manera homogénea con la resina epoxi, garantiza un excepcional comportamiento frente al fuego del sistema de revestimiento: combustión difícil, poca opaci-

dad de los humos, productos de descomposición muy reducidos y no tóxicos y, sobre todo, una autoextinción inmediata.

Para reducir la proporción de sustancias inflamables, el 60% de la carga ignifugadora se encuentra mezclada de manera homogénea en el sistema de revestimiento que se compone de:

- c Un 20% de resina epoxi.
- c Un 20% de endurecedor anhidro modificado por un flexibilizador.
- c Un 60% de carga ignifugante, bajo la forma de polvo compuesto por sílice y alúmina trihidratada.

El conjunto es íntimamente mezclado, desgasificado y colado al vacío antes de la polimerización. Antes del vaciado y de la polimerización, los tres componentes se mezclan íntimamente en vacío para obtener un sistema de encapsulado perfectamente homogéneo. De este modo, la alta tasa de carga ignifugadora diluye la resina y el endurecedor (ambos son productos combustibles) y reduce así la proporción de sustancias inflamables. La carga ignifugadora está totalmente libre de productos halogenados.

La alúmina trihidratada es mundialmente conocida por sus propiedades ignifugantes, pero su utilización para el transformador seco encapsulado es exclusiva de France Transfo (Schneider Electric).

La alúmina trihidratada o trihidróxido de aluminio (o Gibbsita), bajo su formulación química $\text{Al}(\text{OH})_3$, es un producto fabricado a partir de la bauxita, según un procedimiento denominado "proceso Bayer".



La alúmina trihidratada, que se presenta en forma de polvo de diversas granulidades, es mundialmente conocida por sus propiedades ignifugas y se utiliza especialmente para proteger contra el fuego el plástico, caucho, pintura, etc.

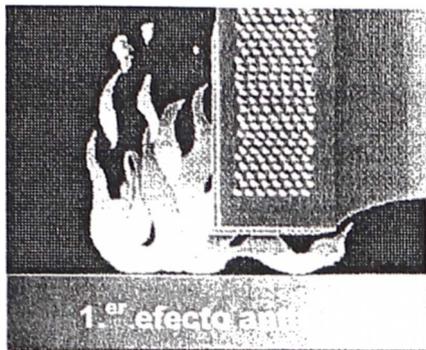
Las aplicaciones más conocidas son:

- c Soporte espuma de moquetas.
- c Cubiertas aislantes de cables eléctricos.
- c Fundas aislantes de espuma plástica para tubos de calefacción.
- c Plásticos moldeados para electrotecnia, electrónica y electrodomésticos.

LOS TRES EFECTOS "ANTIFUEGO"

La explicación de los tres efectos "antifuego" que caracterizan la ignifugación de los transformadores en alúmina trihidratada, es la siguiente:

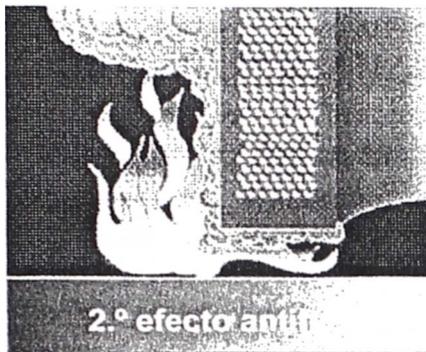
Cuando el transformador es expuesto a las llamas (por ejemplo, durante un incendio), la alúmina trihidratada inicia un proceso químico de calcinación en el que se transforma poco a poco en óxido de aluminio Al_2O_3 (más conocido como alúmina) y en vapor de agua absorbiendo mucha energía.



Primer efecto “antifuego”: formación de un blindaje refractario de aluminio.

El óxido de aluminio (alúmina) generado forma una capa de protección en la superficie del sistema de revestimiento, creándose de este modo un blindaje refractario.

En efecto, la alúmina es conocida por sus cualidades refractarias y se utiliza para la fabricación de ladrillos refractarios, cerámicas, etc.



Segundo efecto “antifuego”: creación de una barrera de vapor de agua.

Químicamente, la alúmina trihidratada contiene aproximadamente 35% de agua en forma cristalizada que se desprende en forma de vapor de agua durante el proceso de calcinación y es evacuada por la superficie del sistema de revestimiento.

Esta capa de vapor impide al oxígeno del aire alcanzar la resina y, por lo tanto, impide su combustión. Simultáneamente, el vapor de agua diluye los productos de descomposición y reduce así su concentración y la opacidad de los humos de manera significativa.

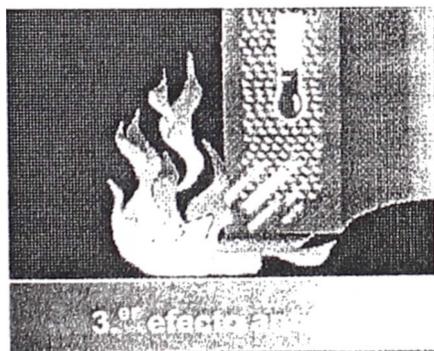
La ausencia de productos halógenos garantiza la no toxicidad de los productos de descomposición.

Tercer efecto “antifuego”: mantenimiento de la temperatura por debajo de la temperatura de inflamación.

El proceso de calcinación de la alúmina trihidratada es una reacción endotérmica (que absorbe mucha energía), es decir que la alúmina trihidratada se comporta como un gran consumidor de calor.

Por ello, la temperatura del sistema de revestimiento se mantiene por debajo de su temperatura de inflamación (nivel crítico de inflamabilidad), tan pronto como se suprimen las llamas externas.

La temperatura máxima del revestimiento en alúmina trihidratada queda muy por debajo, casi 100 °C, del umbral límite definido por el Documento de Armonización Europeo HD 464 S1: 1988/A2: 1991 del CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica).



El ensayo, tal y como se define, aplica dos fuentes de calor, cuando la primera fuente de calor se apaga, se auto-extingue inmediatamente y a pesar del funcionamiento de la segunda fuente, su temperatura cae bruscamente.

En lo relativo al comportamiento ante el fuego, el documento de armonización define temperaturas máximas que no deben sobrepasarse sin tratar de la presencia o no del fuego. Las definiciones están en relación al riesgo de incendio y, en consecuencia, con relación a las necesidades de seguridad de los bienes y de las personas.

CLASES DE COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO

Se definen tres clases de comportamiento ante el fuego: F0, F1, F2.



F0: arden

El documento de armonización HD 464 S1 define F0 como:

No existe ningún riesgo especial de incendio que contemplar. Salvo para las características inherentes a la concepción del transformador, no deben tomarse medidas especiales para limitar la inflamabilidad. La clase F0 no exige ningún ensayo.

F1: es autoextinguible en un tiempo bien definido

El documento de armonización HD 461 S1 define F1 como:

Transformadores sometidos al riesgo de incendio. Se exige una inflamabilidad restringida. La autoextinción del fuego (se permite un incendio limitado con un consumo de energía despreciable) debe producirse en un periodo de tiempo determinado, a especificar entre comprador y constructor, excepto si viene estipulado en una especificación nacional.

La emisión de sustancias tóxicas y humos opacos debe reducirse al mínimo.

Los materiales y productos de combustión deben ser prácticamente libres de halógenos y contribuir al fuego exterior sólo con una cantidad limitada de energía térmica.

F2: es un acuerdo especial entre comprador y constructor

El documento de armonización HD 464 S1 define F2 como:

Mediante precauciones especiales, el transformador debe poder funcionar durante un tiempo determinado si está sometido a un fuego exterior. Los requisitos de la clase F1 deben cumplirse de igual modo.

En lo relativo a la clase F2 queda por definir un procedimiento de ensayo de funcionamiento en caso de fuego exterior. La enmienda AC del documento de armonización HD 464 S1: 1988 /pr AC: 1991 sólo define un procedimiento de ensayo para comprobar la aptitud a la clase F1.

Dicho procedimiento de ensayo precisa: *“El ensayo se efectúa en una fase completa de un transformador que comprenda bobinas de alta y de baja tensión, el núcleo así como los constituyentes del aislamiento, sin envoltorio, en caso de existir una.*

ENSAYO DE COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO F1 (Solución Merlin Gerin – Schneider Electric)

Ensayo F1

Fuego

*Laboratorio de ensayos STELF del CNPP (Centro Nacional de Prevención y de Protección) de CHAMPS - sur - MARNE (FRANCIA) según proyecto E.D.F. elaborado por la dirección de estudios e investigaciones de ELECTRICIDAD DE FRANCIA. sobre una columna completa del transformador tipo Trihal de 630 kVA n.º 601896.01 marca France Transfo/Merlin Gerin (Schneider Electric)
Protocolo de ensayo n.º PN94 4636*

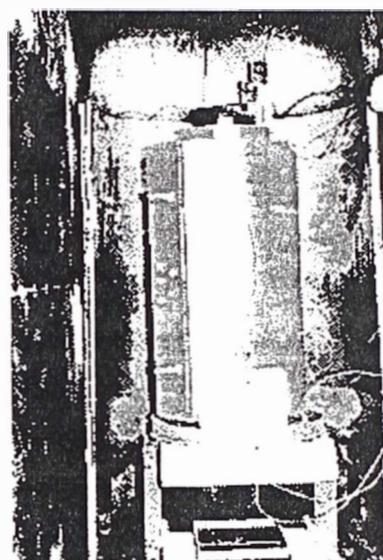
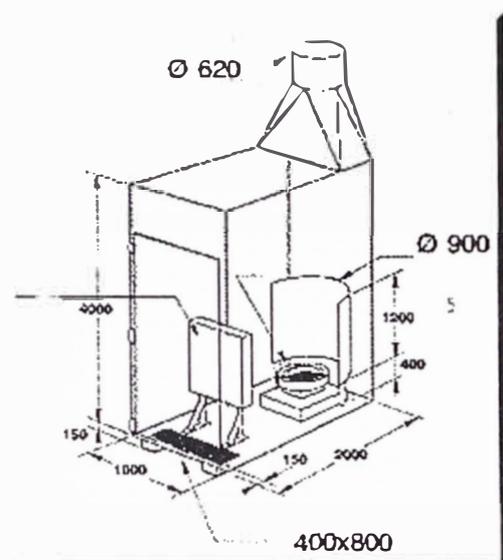


Figura 1

Modalidades de ensayo

La muestra se ha situado en la cámara de ensayos descrita en la CEI 332-3 (utilizada para ensayos en cables eléctricos), comprendiendo una bobina completa del transformador Trihal con encapsulado en alúmina trihidratada (MT + BT + circuito magnético). Véase figura 1.

La principal fuente de calor es alcohol etílico - 27 MJ/kg, que se quema en una cubeta. Una segunda fuente de calor, la constituye un panel eléctrico radiante - 24 kW - 750°C. El procedimiento de ensayo se resume en la figura 2.

Se considera que el material sometido a ensayo ha superado la prueba si satisface los criterios siguientes:

Calentamiento máximo: 420 K
Calentamiento a los 45 min.: 140 K
Calentamiento a los 60 min.: 80 K

El ensayo comienza cuando el alcohol existente en una cubeta (nivel inicial 40 mm) se inflama y el panel radiante de 24 kW ha sido puesto en marcha, la duración del ensayo es de 60 minutos de acuerdo con la norma.

Evaluación de los resultados

El calentamiento se ha medido durante todo el ensayo. Debiendo situarse, según la norma, en temperaturas inferiores o iguales a los 420 °C.

Durante los primeros 20 minutos, la combustión del alcohol provoca altas llamas que envuelven la columna del transformador. Durante este tiempo, las medidas atestiguan una combustión muy moderada de la columna.

A **t = 45 min.:** la temperatura del transformador alcanza los 85 °C (según la norma deberá ser igual o inferior a 160 °C). Ver figura 2.

A **t = 60 min.:** la temperatura alcanza los 54 °C (según la norma deberá ser igual o inferior a 100 °C). Ver figura 2.

No se han detectado, durante el ensayo, la presencia de componentes tales como: ácido clorhídrico (HCl), ácido cianhídrico (HCN), ácido bromhídrico (HBr), ácido fluorhídrico (HF), dióxido de azufre (SO₂), aldehído fórmico (HCOH).

El calentamiento máximo del transformador revestido con alúmina trihidratada queda casi 100 °C por debajo del umbral autorizado por el documento de armonización, o sea 330 K en vez de 420 K.

Al final de la combustión del alcohol (t = 15 min.), mientras que el panel radiante sigue en acción, el transformador se autoextingue inmediatamente y su temperatura cae bruscamente. Sólo 10 minutos después del final de la combustión del alcohol (con el panel radiante todavía en funcionamiento), la temperatura ha bajado a la mitad (140 K con relación a los 330 K máx. de este singular transformador).

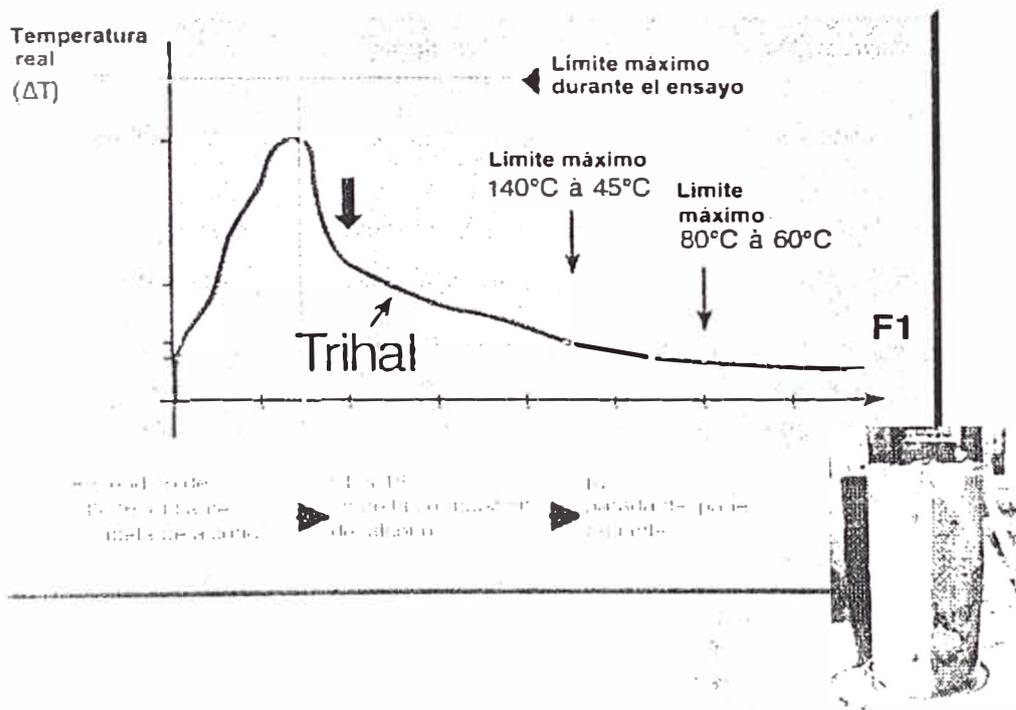
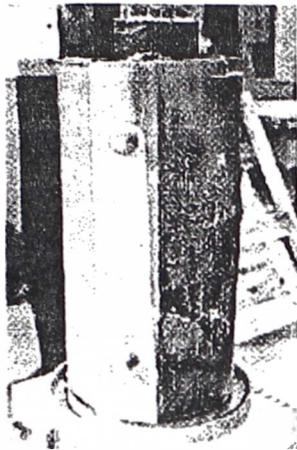


Figura 2. Posición del transformador Trihal con alúmina trihidratada con relación al límite teórico de la clase F1

El transformador alcanza el umbral de los 140 K a los 23', dos veces más rápido que lo exigido en la norma que lo sitúa en los 45', o sea, 5 minutos después de la extinción del panel radiante.



El comportamiento ante el fuego y la autoextinguibilidad de los transformadores secos encapsulados pueden ser muy diferentes según los casos.

El HD 464 S1 es el primer documento normativo que trata el tema definiendo un procedimiento de ensayo.

Estas condiciones definidas por el normalizador pretenden demostrar la autoextinción del fuego.

El transformador encapsulado con revestimiento en alúmina trihidratada ha superado con éxito diferentes ensayos F1 en el CNPP. El certificado de ensayos n.º PN 94 4636/A registra los detalles de los resultados realizados sobre este transformador estándar de 630 kVA 20kV / 410 V. Todos los detalles característicos están descritos en el certificado.

OTROS ENSAYOS

El test de comportamiento al fuego del sistema de encapsulado con alúmina trihidratada comprende igualmente diversos ensayos sobre materiales además del ensayo descrito anteriormente:

Ensayos sobre materiales

Todos los ensayos realizados sobre muestras de material se han llevado a cabo en laboratorios de reconocido prestigio.

Índice de oxígeno

Corresponde a la mínima concentración de oxígeno (en porcentaje en volumen) que debe haber en una mezcla de oxígeno y nitrógeno para que se pueda mantener la combustión del material. Caracteriza la inflamabilidad y se ha medido según el método de la norma NF T 51.071 a distintas temperaturas.

• Resultados del ensayo:

temperatura de ensayo	20 °C	80 °C	150 °C	200 °C
índice de oxígeno	35,3	32,1	28,2	24

A título comparativo, el índice de oxígeno a 20 °C es:

- para el aceite mineral: 17
- para el aceite de silicona: 22 a 29

Velocidad de combustión

Caracteriza la capacidad que tiene el material de propagar el fuego. Se mide en el mismo aparato utilizado para la determinación del índice de oxígeno y con distintos porcentajes de oxígeno.

• **Resultados del ensayo:**

porcentaje de oxígeno	40%	45%	50%	60%
velocidad de combustión mm/s	0,15	0,20	0,36	0,37

Poder calorífico superior

El poder calorífico superior es la cantidad de calor máxima desprendida por la combustión total del material. Se mide en un calorímetro adiabático, según el método de la norma NF M03.005.

• **Resultados del ensayo:** 10,8 MJ/kg.

A título comparativo, el poder calorífico superior es:

- para el aceite mineral: 46 MJ/kg.
- para el aceite de silicona: 27 a 28 MJ/Kg.

Productos de descomposición

El análisis y dosificación de los gases producidos por la pirólisis de los materiales se efectúan según las disposiciones de la norma NF X 70.100.

Las pirólisis se efectúan a 400, 600 y 800 °C y con muestras de aproximadamente 1 gramo.

• **Resultados del ensayo:**

El cuadro inferior indica los contenidos medios (en masa de gas / masa de material) obtenidos a partir de los valores de tres ensayos efectuados sobre el Trihal con sistema de encapsulado en alúmina trihidratada a 400, 600 y 800 °C. La indicación NS significa que los resultados son demasiado cercanos al límite de sensibilidad del aparato y, por lo tanto, poco precisos y no significativos. La indicación 0 significa que los gases están ausentes o que su proporción es inferior a la sensibilidad del aparato.

Productos de descomposición: contenido en gas/temperaturas

		400 °C	600 °C	800 °C
Monóxido de carbono	CO	2,5%	3,7%	3,4%
Dióxido de carbono	CO ₂	5,2%	54,0%	49,1%
Ácido clorhídrico	HCl en forma de iones cloruros Cl-	0	NS	NS
Ácido bromhídrico	HBr en forma de iones bromuros Br-	0	0	0
Ácido cianhídrico	HCN en forma de iones cianuros CN-	0	NS	NS
Ácido fluorhídrico	HF en forma de iones fluoruros F-	0	0	0
Anhidrido sulfuroso	SO ₂	0,2%	0,17%	0,19%
Monóxido de nitrógeno	NO	0	0	0
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	0	NS	NS

Clasificación humos

La clasificación humos de los materiales caracteriza sus propiedades desde el punto de vista de la opacidad de los humos y la toxicidad de los gases emitidos en caso de pirólisis y de combustión a 600 °C.

Las mediciones han sido realizadas por el *Laboratoire National d'Essais* (Laboratorio Nacional de Ensayos) según las normas NF X 70.100 y NF X 10.702 y conforme con la especificación SNCF 10-3000-960 (GTM 000). Según los resultados obtenidos, se calcula un índice de humo, que permite efectuar la clasificación con relación a 6 clases existentes (de F0 a F6. No confundir con los niveles F0, F1 y F2 sobre el comportamiento ante el fuego descritos anteriormente). El índice junto a la letra F es más elevado si son malas, es decir, si tienen una mayor opacidad y una toxicidad superior. La clase F0 corresponde por lo tanto a la mejor clasificación humo.

• Resultados del ensayo:

El sistema de encapsulado del transformador Trihal con **alúmina trihidratada** es clasificado F0 con relación a la opacidad de los humos y toxicidad de los gases emitidos en la combustión.

Este ensayo confirma la no toxicidad de los productos de descomposición en caso de pirólisis y la ausencia de desprendimiento de humos opacos que podrían entorpecer una intervención urgente en caso de incendio y tener repercusión en el entorno.

Laboratoire National d'Essais
Laboratorio Nacional de Ensayos.
Protocolo de ensayos.
n.º 8030790. DEM/1 del 29 de abril de 1988.

Corrosividad de los humos

La determinación de la corrosividad de los humos ha sido realizada por el *Laboratoire National d'Essais* (Laboratorio Nacional de Ensayos) según la norma UTE C 20.453.

• Resultado del ensayo:

El ph medio es de 6,44. A título comparativo, el ph del agua es de 6,95.

Laboratoire National d'Essais
Laboratorio Nacional de Ensayos.
Informe de ensayo.
0090039 - DMAT/11 del 21 de agosto 1990.

CONCLUSIÓN

Como ha quedado demostrado, los transformadores con sistema de encapsulado en alúmina trihidratada son un ejemplo de seguridad integrada a la máquina y como tal no exige limitaciones ni tolerancias técnicas que puedan poner en duda su excepcional comportamiento frente al fuego, sus altas prestaciones en atmósferas difíciles, su carácter totalmente no contaminante para el entorno y su elevada fiabilidad eléctrica.

Segunda parte

Garantías de disponibilidad y fiabilidad en transformadores secos encapsulados

Nuevas normas europeas sobre seguridad en transformadores

Como resumen y antes de entrar en los criterios que garantizan la fiabilidad de los transformadores secos encapsulados, se exponen a continuación como introducción las clases climáticas para transformadores secos definidos por la HD 464 1 S1 y dos conceptos fundamentales a tener presente cuando tratemos el tema del choque térmico en transformadores secos encapsulados: La estabilidad dieléctrica y las descargas parciales en esta tecnología.

c Climáticos:	C1	hasta $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
	C2	hasta $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$
c Medio ambiente:	E0	instalación limpia.
	E1	escaso nivel de condensación y polución.
	E2	elevado nivel de condensación y polución.
c Fuego: (definidos en la 1. ^a parte)	F0	arde.
	F1	autoextinguible.
	F2	acuerdo especial (comprador/ fabricante).

Los ensayos climáticos comprenden:

- Ensayos de penetración de humedad consistente en mantener el transformador bajo una humedad relativa del 90% ($\pm 5\%$) durante 72 horas a una temperatura de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Ensayo de condensación y contaminación (atmósfera salina).
- Ensayo a baja temperatura ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Choque térmico: Con el transformador previamente refrigerado a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, y bruscamente alimentado hasta alcanzar el doble de la corriente nominal durante una hora.

Los ensayos dieléctricos y medidas de descargas parciales sancionarán estos ensayos climáticos.

Los constructores, por su parte, deberán indicar en la placa de características de cada transformador las clases a la que corresponde según los niveles indicados anteriormente; y el comprador podrá exigir los protocolos de ensayo efectuados conforme a la norma.

Por su parte la norma **UNE 21538** armonizada parcialmente con la **HD 538-1 S1** (ampliación de la mencionada **HD 464 S1**) de septiembre de 1994, impone un nivel mínimo por categoría, siendo estos los siguientes:

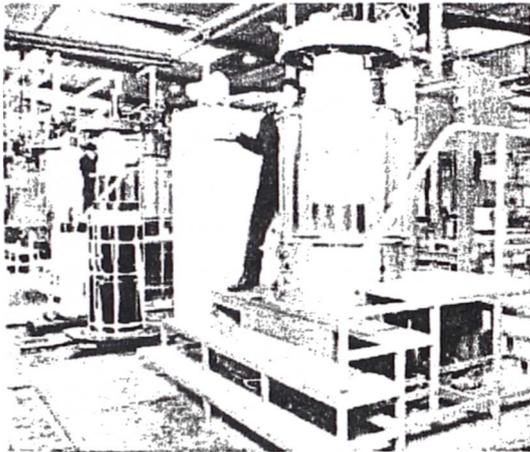
Climáticos = E0
Medio ambiente = C1
Fuego = F1

Para los usuarios, ésta es una verdadera garantía de disponibilidad y fiabilidad de los transformadores. La triple certificación (**E2, C2 y F1**) obtenida por los transformadores secos encapsulados en alúmina trihidratada es una prueba de seguridad garantizada.

DESCARGAS PARCIALES

Resumen:

- c Se trata de una descarga eléctrica que sólo puentea parcialmente el aislamiento entre dos conductores.
- c Que ocurre en la parte de alta tensión del sistema de aislamiento.
- c Conlleva:
 - v A corto plazo: un deterioro de los aislantes.
 - v A largo plazo: la avería del transformador.



Sistema de bobinado de AT Merlin Gerin sin entrecapas.

c Remedios:

- v Moldeado en vacío de las bobinas de Alta Tensión (para evitar vacuolas) bobina de gradiente lineal sin capas intercaladas (lo que reduce la tensión entre espiras).

c Precauciones a tomar:

- v Insistir en proceder al ensayo de medición de descargas parciales.
- v Ensayo de rutina para los transformadores encapsulados en resina (HD 464 SI).
- v En conformidad con un procedimiento normalizado (CEI 270).
- v Nivel en conformidad con las normas para: Nivel de descarga parcial < 20 pC (HD 464 SI).

LA ESTABILIDAD DIELECTRICA

En todos los dieléctricos las características a comparar deberán ser cuatro:

1. La permisividad dieléctrica.
2. La tangente del ángulo de pérdidas.
3. La resistividad.
4. La rigidez dieléctrica.

La permisividad dieléctrica nos determinara la repartición del campo eléctrico entre las distintas capas aislantes que constituyen por regla general los transformadores, es un valor fundamental en la previsión de su tensión disruptiva.

Las pérdidas dieléctricas, o ángulo de pérdidas, intervienen de forma indirecta debido al calentamiento que producen en el dieléctrico. En condiciones determinadas podría llegarse a la ruptura dieléctrica por puro efecto térmico de estas pérdidas.

FACTOR DE PERDIDAS DIELECTRICAS



En efecto, por razones que se desprenden del proceso físico de polarización, origen de todos los fenómenos dieléctricos, tanto la constante dieléctrica en valor relativo como la tangente del ángulo de pérdidas, dependen en gran medida de la temperatura a la que se encuentre sometido el dieléctrico.

La conclusión teórica, podríamos resumirla en la existencia de un cierto voltaje crítico propio de cada sustancia, rebasado el cual se produciría la ruptura

dieléctrica cualquiera que fuera el grueso del material aislante. Este fenómeno repercute en los transformadores con aislamientos anormalmente reforzados a consecuencia de la utilización de tensiones elevadas con lo cual se deberá extremar la refrigeración para evitar la llamada "descarga térmica".

El coeficiente de pérdidas es índice por su sola presencia, de un calentamiento del dieléctrico que a su vez repercute sobre el mismo coeficiente provocando su variación, al no existir refrigeración, degeneraría en un proceso acumulativo capaz de elevar indefinidamente la temperatura del aislante provocando su perforación a cualquier tensión por baja que fuese y aun cuando el grueso del aislante excediera de todo lo razonable.

Cuando se aplica un voltaje alterno a un condensador, el dieléctrico queda sometido a tensiones y desplazamientos periódicos. Si el material fuera perfectamente elástico, no habría pérdida de energía debido a que la almacenada durante los periodos de aumento de tensión sería cedida al circuito cuando ésta disminuye. Pero la elasticidad eléctrica de los circuitos no es perfecta, de modo que el voltaje aplicado tiene que vencer fricciones moleculares además de las fuerzas elásticas; este trabajo de fricción se transforma en calor representando una pérdida de energía útil.

Cuando las pérdidas de energía no son excesivas, la elevación de temperatura del dieléctrico es moderada (3 a 5 °C), pero si estas pérdidas se elevan, la temperatura puede incrementarse hasta 50 °C con las consiguientes modificaciones en el dieléctrico que pueden conducir a fallos en el condensador. Por ello la medida de esta energía u otra magnitud relacionada con ella es de suma importancia.

Considerando el caso particular de un voltaje sinusoidal aplicado a un condensador perfecto, las ondas de intensidad de corriente están desfasadas con las de voltaje en 90°. En la práctica, a causa de que los dieléctricos son imperfectos, una pequeña cantidad de energía se disipa y el ángulo de fase entre V e I se hace menor de 90°. (Véase figura.)

Al ángulo δ se le denomina "ángulo de pérdida dieléctrica" y al valor de la tg δ se le conoce con el nombre de "factor de disipación" o "tangente del ángulo de pérdida".

Si consideramos un condensador de capacitancia C y frecuencia f al que se aplica un voltaje U, la pérdida de energía vendrá dada por:

$$P = 2 \pi f C U^2 \operatorname{tg} \delta$$

Es decir, que la energía disipada en el dieléctrico es proporcional al ángulo de pérdidas dieléctricas y al cuadrado del potencial. Esta fórmula es aplicable a las pérdidas eléctricas disipadas en forma de calor en un transformador.

El valor cuantitativo de la $\text{tg } \delta$ para un aceite dado aumenta con la temperatura y también con la degradación o envejecimiento del aceite (unas 100 veces desde 20 °C a 90 °C).

En un transformador de bajo voltaje (hasta 50 kV) la influencia del ángulo de pérdidas es pequeña, debido a que el valor del primer término ($2\pi f C U^2$) es bajo y en consecuencia la disipación de calor en el dieléctrico es relativamente débil. En estos casos, el aceite del transformador actúa más como refrigerante que como dieléctrico.

Ahora bien, en transformadores de alto voltaje (superior a 100 kV), el primer término adquiere unas magnitudes considerables, por lo que si se desea mantener una disipación de calor mínima, es necesario que el valor de la tangente del ángulo de pérdidas del aceite fresco sea bajo y su evolución durante el servicio muy pequeña; en caso contrario se origina un fuerte desprendimiento de calor que eleva la temperatura del aceite y, en consecuencia, incrementa el valor de la tangente con lo que se empeora aún más este fenómeno.

Como índice de la posible evolución del ángulo de pérdidas de un aceite durante el servicio, se determina el valor de esta magnitud a 90 °C, antes y después de un ensayo de oxidación a 100 °C durante 164 horas.

En razón de lo anterior, el concepto de tangente del ángulo de pérdidas y su evolución durante el servicio es fundamental en aceites destinados a transformadores de alto voltaje. Por ello, la mayor parte de los fabricantes de transformadores especifican como límite máximo de la tangente del ángulo de pérdidas del aceite oxidado valores entre 0,05 y 0,1.

Es costumbre expresar las pérdidas de un condensador por su factor de potencia (Power factor), que viene dado por la razón entre la potencia disipada en el circuito y la potencia aparente $V \cdot I$. En la figura, observamos que para ángulos pequeños, se cumple:

$$\text{Power factor} = \cos \alpha = \text{sen } \delta \cong \text{tg } \delta$$

Como podemos observar el efecto directo de una elevada tangente δ es el incremento de la temperatura de trabajo, pero existen además otros efectos indirectos que pueden sumarse:

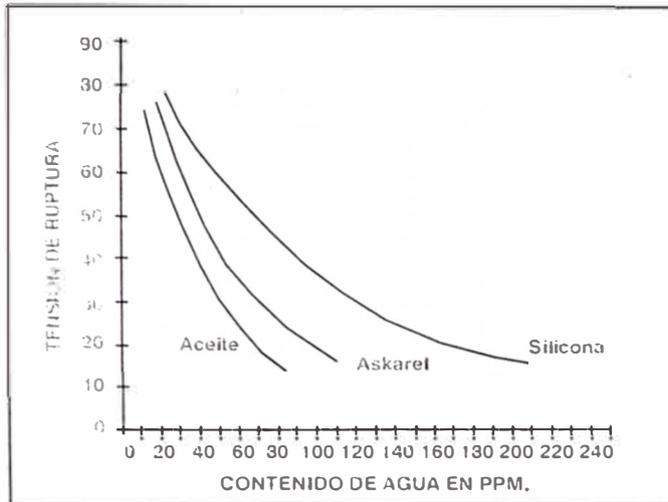
- Incremento de la corrosión metálica.
- Aceleración de la degradación de la celulosa.
- Aumento de la solubilidad y emulsividad del agua.
- Incremento de la velocidad de oxidación del aceite.

Todos estos factores conducen a una serie de fenómenos en cadena que pueden ocasionar problemas al transformador durante el servicio.

Así pues, la tangente del ángulo de pérdidas es la propiedad que más información proporciona acerca de las características dieléctricas del aceite, por lo que su valor es indicativo de la calidad de éste, siendo la propiedad normalmente utilizada para la aceptación de un aceite nuevo y para conocer la calidad dieléctrica de un aceite en servicio.

Para su determinación, se ponen 40 cm³ de aceite en un vaso perfectamente limpio provisto de electrodos separados 2 mm, actuando el aceite como dieléctrico y el vaso como condensador de un Puente Shering. La medida se hace con corriente alterna a 2000 V y 50 Hz y a una temperatura de 90 °C. La resistividad y rigidez dieléctrica varían según el contenido en agua que dependerá del grado de solubilidad aumentando ésta con la temperatura. En los fluidos dieléctricos es la silicona el más absorbente.

En éstos la variación de la rigidez dieléctrica, con respecto al contenido en agua, varía según las curvas de la figura siguiente.



Esta influencia sobre las propiedades eléctricas en los fluidos aconsejan someterlos a procesos de tratamiento adecuados (calentamiento bajo vacío, seguido de filtración).

En transformadores secos encapsulados con resina epoxi, el condicionante principal que determinará la **estabilidad dieléctrica**, y por tanto la longevidad del transformador, es su mayor o menor contenido de "descargas parciales", que en definitiva son descargas eléctricas localizadas en el seno de la resina epoxi, el trayecto de estas descargas se produce en un intervalo aislante que separa dos con-

ductores. Este problema limita la tecnología actual del transformador seco encapsulado en resina epoxi a tensiones no superiores a 36 kV y a 24 kV a los transformadores secos impregnados con aislantes de clase F o H, el problema se atenúa cuanto menor es la tensión de aislamiento y, por tanto, de servicio del transformador llegando a ser **inexistente para transformadores secos de baja tensión**.

Las descargas parciales no son un problema particular aunque sí fundamental de los transformadores secos ya que estas se producen igualmente en las burbujas gaseosas en el interior de un aislante líquido, o entre diferentes capas de un aislamiento, sobre todo si éstas son de características dieléctricas diferentes, también pueden generarse entre puntas o ángulos vivos de superficies metálicas en tensión. Para evitarlas en lo posible, los transformadores sumergidos se llenan al vacío y los secos encapsulados son moldeados bajo vacío.

Las **descargas parciales** suelen producirse en forma de impulsos individuales que pueden ser detectados como **impulsos eléctricos** en un circuito externo conectado al transformador durante un ensayo de tensión inducida. Las descargas parciales generan señales de alta frecuencia que pueden separarse fácilmente de la tensión de frecuencia industrial a través de un filtro.

Interferencias procedentes de parásitos de alta frecuencia pueden afectar la medición de las descargas parciales. Estos parásitos de alta frecuencia originan un **ruido de fondo** que determina el valor debajo del cual es imposible medir los niveles de descargas parciales.

Durante los ensayos en el transformador, las descargas parciales se representan con el símbolo "q" debido a la "**magnitud de su carga aparente**".

La carga aparente de la descarga parcial es la cantidad de electricidad que, si se inyectase instantáneamente a través de los dos terminales del transformador objeto del ensayo, produciría el mismo efecto sobre el aparato de medición que la propia descarga parcial. La magnitud de q es el valor absoluto de la carga aparente. Se mide en **picoCulombios pC**.

El circuito de medición de las descargas parciales, conectado a través de los terminales del transformador objeto del ensayo, comprende:

c condensadores de acoplamiento C en serie con **detectores de impedancias Z_m** , que permiten desacoplar tanto la alta tensión del transformador bajo ensayo como las descargas parciales de alta frecuencia;

c un detector para amplificar los impulsos de las descargas parciales y mostrar el valor de la descarga de mayor magnitud.

Medir los niveles de descargas parciales en un equipo electrotécnico tiene como propósito confirmar que, en condiciones de ensayo que simulen severas condiciones de funcionamiento, dicho equipo no sufre descargas parciales que, con el tiempo, perjudicarán su funcionamiento.

Existen diferentes normas y especificaciones que tratan las descargas parciales y su medida sobre transformadores, tales como la CEI 270 (medición en general de descargas parciales), CEI 76-3 y el documento de armonización europeo HD 398-3 S1 (descargas parciales para transformadores en general), y la norma CEI 276 conjuntamente con el documento de armonización europeo HD 464 S1 para los transformadores encapsulados en resina con una tensión U_m máxima mayor o igual a 3,6 kV.

A continuación, se muestra un ejemplo de esquema eléctrico del circuito de medición de las descargas parciales para un transformador trifásico.



Esquema eléctrico de medición de descargas parciales en un transformador trifásico

Procedimiento de ensayo de descargas parciales de Merlin Gerin para el transformador TRIHAL

La norma CEI 276 conjuntamente con el documento de armonización europea HD 464 SI, define el procedimiento de ensayo para los transformadores encapsulados en resina con una tensión U_m máxima mayor o igual a 3,6 kV.

c Cuando se procede al ensayo bajo tensión inducida, se aplica un ciclo definido de esfuerzos dieléctricos al transformador. Este ciclo comprende inducir:

v Una tensión llamada de pre-esfuerzo, destinada a simular una posible sobretensión, con un valor igual al 150 % de la tensión U_m de los arrollamientos de AT del transformador. Esta tensión, inducida durante 30 segundos, debe provocar descargas parciales debido a su alto nivel;

v Una tensión de medición de nivel de descargas parciales, fijada en el 110 % del valor U_m de los arrollamientos de AT. Esta tensión es inducida durante 3 minutos para comprobar que cualquier descarga parcial aparecida durante el pre-esfuerzo ha desaparecido.

El propio aparato de medición de descargas parciales hace físicamente imposible conseguir un nivel de 0 pC. De hecho, siempre existen pequeñas descargas parciales, aunque puedan estar sólo en el umbral de medición del aparato.

Según el documento de armonización HD 464 S1, la ausencia de descargas parciales está confirmada cuando la amplitud del nivel de descargas parciales, medida al 110 % U_m , es menor que 20 pC.

Ya que se trata de un factor determinante para la duración de vida de los transformadores encapsulados en resina, Merlin Gerin se fija un límite incluso más estricto.

En efecto, el ensayo es más severo que el indicado en los documentos normalizados: la amplitud de las descargas parciales medidas al 110% de U_m está garantizada a valores inferiores de 10 pC en lugar de los 20 pC prescritos.

Nota:

En el caso de que U_m sea mucho más elevada que U_n ($U_m \geq 1,25 U_n$), el documento HD 464 S1 prevé una disminución de las tensiones del ciclo de ensayos.

Véase, seguidamente, que los niveles de descargas obtenidos en los ensayos climáticos para el transformador Trihal (alúmina trihidratada) no superan los 2 pC.

Es preceptivo que todos los ensayos climáticos deban realizarse sobre un único transformador de fabricación estándar para los niveles climáticos más elevados de la HD 464 S1: C2a, E2a y F1 en laboratorios de renombre internacional.

SOLUCIONES MERLIN GERIN - SCHNEIDER ELECTRIC A LOS ENSAYOS CLIMÁTICOS EN EL TRANSFORMADOR TRIHAL:

Choque térmico

Laboratorio KEMA en Holanda, ensayo sobre un transformador tipo Trihal de 630 kVA n° 601896.01 marca France Transfo/Merlin Gerin (Schneider Electric) Protocolo de ensayo n° 31813.00-HSL 94-1258

Ensayo Climático C2a

(según el anexo ZB.3.2.a de la norma)

Modalidades de ensayo

El transformador ha permanecido durante 12 horas en una sala climática donde la temperatura ambiente se ha descendido inicialmente hasta -25 °C ($\pm 3\text{ °C}$) durante 8 horas.

Evaluación de los resultados

El transformador ha superado con éxito un examen visual seguido de los ensayos dieléctricos (ensayos de resistencia a la tensión aplicada y a la tensión inducida al 75% de los valores normalizados) y las medidas de descargas parciales.

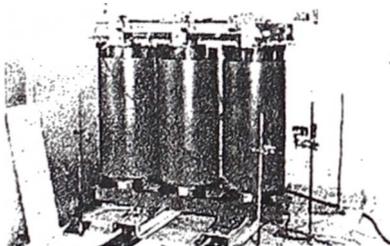


Foto KEMA

El nivel de descargas parciales es determinante para la duración de vida del transformador seco encapsulado. Los niveles máximos impuestos por las distintas normas europeas las sitúan entre los 20 y 50 pC.

La medida realizada en el transformador Trihal ha dado como resultado ≤ 2 pC.

Durante los ensayos dieléctricos, no se producen contorneamientos ni desperfectos.

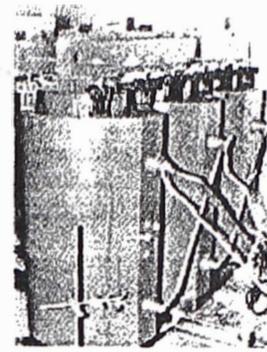


Foto KEMA

Ensayo C2b complementario
(según el anexo ZB.3.2.b de la norma)

Choque térmico

*Laboratorio KEMA en Holanda, ensayo sobre un transformador tipo Trihal
marca France Transfo/Merlin Gerin (Schneider Electric)
Protocolo de ensayo nº 31882.00-HSL 94-1259*

Modalidades de ensayo

Las bobinas del transformador Trihal han sido introducidas alternativamente en dos cubas, una conteniendo agua hirviendo > 96 °C, y otra conteniendo agua helada < 5 °C.

La operación ha sido repetida 3 veces. Cada inmersión ha durado 2 horas. El paso de una cuba a otra se ha realizado en menos de 2 minutos.

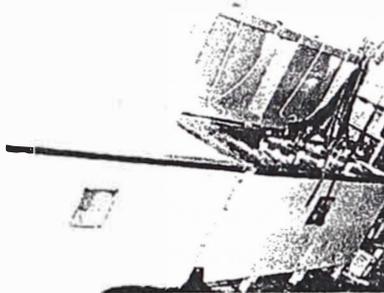


Foto KEMA

Evaluación de los resultados

El transformador Trihal ha superado con éxito un examen visual seguido de los ensayos dieléctricos (ensayos de resistencia a la tensión aplicada y a la tensión inducida al 75% de los valores normalizados) y las medidas de las descargas parciales.

El nivel de descargas parciales es determinante para la duración de vida de un transformador seco encapsulado. Los niveles máximos impuestos por las distintas normas europeas las sitúan entre los 20 y 50 pC.

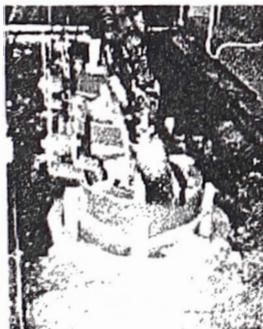


Foto KEMA

La medida realizada en el transformador Trihal después de este ensayo ha dado como resultado ≤ 1 pC.

Durante los ensayos dieléctricos, no se han producido contorneamientos ni desperfecto alguno.

Ensayos de resistencia al medio ambiente E2a (según anexo ZA.2.2ª de la norma)

Condensación y humedad

Laboratorio KEMA en Holanda, ensayo sobre un transformador tipo Trihal de 630 kVA n°601896.01 marca France Transfo/Merlin Gerin (Schneider Electric) Protocolo de ensayo n° 31813.00-HSL 94-1258

Ensayo de condensación

Modalidades de ensayo

El transformador Trihal ha sido emplazado durante más de 6 horas en una cámara climática con controles de temperatura y condensación sobre el transformador. La humedad ha sido mantenida por encima del 93% por vaporización continua con agua salada.

Evaluación de los resultados

A los 5 minutos del final de la vaporización, el transformador Trihal ha sido sometido, en la sala climática, a un ensayo de tensión inducida a 1,1 veces su tensión asignada durante 15 minutos. No se han producido contorneamientos, ni desperfecto alguno.

Ensayo de penetración de humedad

Modalidades de ensayo

El transformador Trihal ha sido emplazado en una sala climática durante 144 horas con una temperatura mantenida de 50 °C (± 3 °C) y una humedad del 90% (± 5%).

Evaluación de los resultados

Al final de este periodo, el transformador Trihal ha sido sometido a los ensayos dieléctricos de tensión aplicada y tensión inducida al 75% de los valores normalizados.

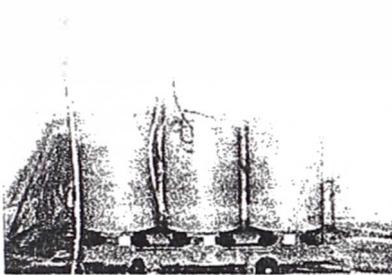


Foto KEMA

No se han producido contorneamientos, ni desperfecto alguno.

Ensayo E2b complementario (según anexo ZA.2.2b de la norma)

Condensación y humedad

Laboratorio KEMA en Holanda, ensayo sobre un transformador tipo Trihal marca France Transfo/Merlin Gerin (Schneider Electric) Protocolo de ensayo n° 31882.00-HSL 94-1259

Modalidades de ensayo

El transformador Trihal ha sido sumergido dentro de agua salada a la temperatura ambiente durante un periodo de 24 horas.

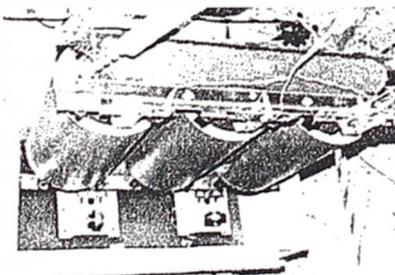


Foto KEMA

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Protección de Instalaciones Eléctricas Industrial y Comercial -2da. Edición 2003,
Editorial Limusa- Enríquez Harper
- 2 Energy Efficient Transformer -2da Edición 1998, Editorial McGraw-Hill
Barry W. Kennedy.
- 3 Analysis Comparative Study of three. Radial Power-Flow Methodos- Symposiu
High Technology in the Power Industry. Arizona 1988
Khan-A.H.; Broadwater, R.P.
- 4 Power System Load Flow Analysis – Edition 2004, Editorial McGraw-Hill
Powell Lynn.
- 5 NORMA IEE st- 399-1997 Recomendaciones practicas en análisis en sistemas
Eléctricos de potencia, industriales y comerciales
- 6 Ing. Bernardino Rojas: Seminario de protección en sistemas eléctricos de potencia
- 7 Ing. Paulo Mogrovejo; Seminario de Protección en sistemas eléctricos de
distribución: 2004 Schneider
- 8 Código Nacional de Electricidad. Energía Y minas : Edición publicad en 2006-10-15
Sistemas de utilización
- 9 Normas ANSI / IEE C7.010-1979, C37. 13-1973
- 10 Manual técnico de Instrucciones de Transformador trihal: Edición 1997
France Trafo. Schnaeider Eléctrica.