

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**INGENIERÍA DE DETALLE SUBESTACIÓN COTTRELL
50/11 kV – 10 MVA
SISTEMA ELÉCTRICO DE CENTROMIN PERÚ**

INFORME DE INGENIERÍA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

PRESENTADO POR:

FELIX JAVIER MUÑANTE AQUIJE

PROMOCIÓN 85-I

LIMA-PERÚ

2000

DEDICATORIA

A mis padres por el amor y la dedicación, a mis hermanos por los gratos momentos compartidos, a mi esposa por su comprensión y apoyo incondicional y mis hijos que son el estímulo para poder superarme día a día.

SUMARIO

Presentación del Problema

Debido a una falla de tipo eléctrico en la Subestación Cottrell, materia del estudio, se destruyeron la totalidad de los principales equipos de alta y baja tensión y para restablecer el suministro se trabajo en emergencia acondicionando la mayoría de los equipos reutilizados y de baja confiabilidad.

Procedimiento Adoptado

La Alta Dirección de la Empresa encargo a la División de Electricidad y Telecomunicaciones la elaboración del Proyecto para la remodelación de la Subestación Cottrell , los alimentadores en 10 kV. hasta el punto de entrega, pedido de equipos y materiales, para ello se coordinó aspectos técnicos referentes a los requerimientos de demanda y calidad de la energía directamente con el cliente.

Resultado

Con la elaboración de este proyecto se procedió inmediatamente con el montaje de los nuevos equipos y adaptación de otros, además del reforzamiento de las protecciones, dotándolo de una energía segura y confiable.

INGENIERÍA DE DETALLE
SUBESTACIÓN COTTRELL 50/11 KV – 10 MVA
SISTEMA ELÉCTRICO DE CENTROMIN PERÚ

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
MEMORIA DESCRIPTIVA	2
1.1 Generalidades	2
1.2 Antecedentes	2
1.3 Objeto del proyecto	3
1.4 Ubicación	3
1.5 Remodelación de las instalaciones	3
1.6 Alcances	4
1.7 Descripción del proyecto	4
1.7.1 Subestación Cottrell	4
1.7.1 Ampliación patio subestación Torre N° 7	10
CAPITULO II	
INGENIERÍA DEL PROYECTO	11
2.1 Generalidades	11
2.1.1 Condiciones y criterios de Diseño	11

2.2	Subestación Cottrell	13
2.2.1	Consideraciones generales	13
2.2.2	Puesta a tierra	13
2.2.3	Coordinación del aislamiento	14
2.2.4	Potencia de cortocircuito	15
2.2.5	Demanda de potencia	16

CAPITULO III

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS **17**

3.1	Transformador de potencia	17
3.2	Seccionador tripolar 72. kV.	19
3.3	Interruptor de potencia en hexafluoruro de Azufre	23
3.4	Transformador de tensión capacitivo 72.5 kV.	28
3.5	Transformador de corriente 72.5 kV.	32
3.6	Pararrayos en 50 kV	36
3.7	Aisladores en 50 kV	39
3.8	Cables de control	41
3.9	Barras y conectores	44
3.10	Cables de energía	49
3.11	Paneles de control, medida y protección	51
3.12	Tableros de distribución servicios auxiliares	103

CONCLUSIONES	108
ANEXO A	
CALIBRACIÓN DE LAS PROTECCIONES	109
ANEXO B	
PLANOS	123
ANEXO C	
CALCULO DEL DISEÑO DE SUBESTACIONES	131
BIBLIOGRAFÍA	138

PROLOGO

El presente informe de ingeniería tiene como finalidad de realizar una adecuada selección de equipos en donde se han adoptados criterios técnicos para el uso correcto de las instalaciones, teniendo en cuenta la importancia de esta subestación para el sistema eléctrico de Centromin Perú S.A.

Se han utilizados los procedimientos y formulas de diseño que nos han impartido en nuestra Universidad y en otras fuentes de aceptación general que se especifican en el Capítulo Bibliografía.

Una gran parte de este informe de ingeniería se ha tomado de trabajos hechos por otras personas, presentando algo del material en forma diferente y, en algunos casos, sin cambios.

El autor desea expresar su agradecimiento a la Empresa Centromin Perú S.A. y en especial a la División de Electricidad y Telecomunicaciones quienes permitieron generosamente de adquirir los conocimientos y la experiencia profesional para la elaboración de este informe de ingeniería, y en especial a los Ingenieros Juan Manuel López, Germán Ortega, Luis Nicho y a todos los técnicos que ayudaron para que esto sea realidad.

CAPITULO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Generalidades

El día 01.09.89 se produjo una falla del tipo eléctrico en la S.E. Cottrell ubicada entre la fundición de plomo y la planta Cottrell Central de Centromin Perú S.A.

Esta perturbación ocasionó la destrucción total de los equipos principales de la subestación, con la finalidad de restablecer el suministro eléctrico a las plantas involucradas se realizaron trabajos de emergencia, acondicionándose en su mayoría equipos reutilizados y de baja confiabilidad; los cuales se mantienen actualmente en servicio.

1.2 Antecedentes

Se encargó a la División de Electricidad y Telecomunicaciones (DET) de Centromin Perú S.A. la elaboración del Proyecto para la reubicación de la Subestación Cottrell de 50/11 kv., los alimentadores en 10 kv. hasta el punto de entrega ubicado en las respectivas plantas , pedido de equipos y materiales.

Se coordinó aspectos técnicos referentes a requerimientos de las Plantas con el personal del Area de Fundición y Refinerías de Centromin Perú S.A., encargados de su operación.

1.3 Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la elaboración de la Ingeniería de Detalle para la reubicación de la Subestación Cottrell y para el Reforzamiento del sistema de protección de la Línea en 50 kv. Oroya Nueva - Casa de Fuerza - Planta de Zinc dada la importancia de las cargas atendidas que representan.

1.4 Ubicación

La nueva Subestación Cottrell se encuentra ubicada en el Area de Fundición y Refinerías junto a una ampliación de la Subestación Torre Número Ocho del circuito Oroya Nueva - Casa de Fuerza - Planta de Zinc, adyacente a la Subestación Nueva Planta de Oxígeno.

1.5 Remodelación de las instalaciones

En vista de la importancia y la magnitud de las cargas atendidas como son Casa de Fuerza con 22.5 MVA, Cottrell Central con 7.5 MVA, Planta de Zinc con 45 MVA y la Nueva Planta de Oxígeno con 6 MVA y con la finalidad de reforzar el sistema de protección de la línea en 50 KV. Oroya Nueva - Casa de Fuerza - Cottrell - Planta de Zinc, se modificarán las instalaciones y adicionarán equipos de Alta Tensión adoptándose una configuración de "Interruptor y medio" para cada salida.

1.6 Alcances

En el presente estudio se desarrolla la Ingeniería a nivel de Detalle de:

- Subestación Cottrell de 50/11 kv.
- Ampliación patio Torre N°7
- Reforzamiento del sistema de protección

1.7 Descripción del proyecto

1.7.1 Subestación Cottrell

1.7.1.1 Generalidades

La Subestación Cottrell está constituida por un transformador de potencia de 48/11 kv. - 10 MVA, un módulo de llegada compuesto por un seccionador tripolar de entrada de la línea N° 512, interruptor de potencia, transformadores de tensión y transformadores de corriente.

Una Sala de Control ubicada en el patio de la subestación alberga los paneles de control y fuerza de los alimentadores en 11 kv.

La alimentación en 50 KV. proviene de la L.T. N° 511 y N° 512 del circuito Oroya Nueva - Casa de Fuerza - Planta de Zinc.

1.7.1.2 Caseta de control

La Caseta de Control será de material noble y se contará con una puerta de acceso por la parte exterior de la subestación. Se instalarán los paneles de protección, medición y fuerza de las salidas en 11 kv. a la Planta de Aglomeración de Plomo y Cottrell Central respectivamente.

1.7.1.3 Sistema de barras

En 50 KV.

Las barras principales serán de tipo tubular de cobre y diámetro 1 1/4" I.P.S., en la conexión al interruptor y transformador de corriente se utilizará conductor de cobre de 400 MCM a una altura de instalación promedio de 3.8 m.

En 11 KV.

La conexión del transformador de potencia y los paneles de distribución se efectúa con cable de energía unipolar tipo seco. Los cables serán de 350 mm², dos cables por fase hasta el punto de conexión al panel de llegada donde se conectan a barras de cobre en la parte inferior y posterior del panel.

A la salida del panel de distribución que albergan los interruptores principales se utilizarán cables de energía unipolar del tipo seco de 750 MCM uno por fase.

1.7.1.4 Sistema de protección

Se considera una protección principal y otra de respaldo

EN 50 KV

Protección principal

Está constituido por relés diferenciales de fases con bloqueo de interruptores por defecto del transformador.

Debido a la ubicación de los transformadores de corriente en 50 kv. se protege adicionalmente el sistema de barras hasta la ubicación de los CT's.

Protección de respaldo

Se efectúa con relés de sobrecorriente de fases de característica inversa con unidad instantánea y temporizada, las señales de corriente provendrán de transformadores de corriente tipo bushing ubicados en los terminales de alta del transformador de potencia.

En 11 kv.

Cada alimentador está provisto de relés de sobrecorriente de fases y neutro con unidad instantánea y temporizado, característica inversa, los cuales son coordinados con los equipos de protección ubicados en los puntos de llegada.

1.7.1.5 Sistema de medición

En 50 KV.

La medición constará de un voltímetro, un amperímetro y transductores de potencia activa y reactiva a los que se conectan un miliamperímetro usado como vatímetro y un miliamperímetro usado como vármetro.

La señal de corriente para estos instrumentos provendrá de transformadores de corriente ubicados en el patio de la subestación Nueva Planta de Oxígeno y patio de la subestación Cottrell. La señal

de tensión provendrá de transformadores de tensión capacitivos ubicados en la subestación Cottrell.

En 11 kV.

La medición constará de un voltímetro, un amperímetro, un contador de energía activa con indicador de máxima demanda y un contador de energía reactiva estos dos últimos serán de estado sólido.

La señal de corriente y tensión provendrán de instrumentos transformadores ubicados al interior de las celdas respectivas.

1.7.1.6 Servicios auxiliares

La tensión auxiliar en 125 VDC provendrá de un banco de baterías con su respectivo cargador ubicados en el interior de la Caseta de Control de la Subestación Nueva Planta de Oxígeno.

La alimentación en 220 VAC. provendrá de un transformador trifásico de 50 KVA 4.16 /0.230 -0.115 kV. con aislamiento tipo seco el cual será instalado en el panel tipo metal-clad ubicado en la caseta de control de la Subestación Nueva Planta de Oxígeno.

En la Sala de Control se instalarán dos tableros de distribución para los servicios auxiliares en 220 VAC. y 125 VDC. respectivamente.

Considerando la S.E. Cottrell como no atendida, el sistema de iluminación de emergencia no tendrá accionamiento automático, en cambio se utilizará un interruptor principal ubicado en el tablero de 125 VDC.

1.7.1.7 Sistema de puesta a tierra

Todos los equipos de la subestación serán puestos a tierra conectándose a una malla de puesta a tierra, en las uniones del conductor de la malla se utilizará soldadura exotérmica tipo cadweld. Para disminuir la resistencia de puesta a tierra se utilizarán pozos de descarga y se conectará a la malla existente de la Subestación Nueva Planta de Oxígeno.

1.7.1.8 Sistema de teleseñalización, teledadida y telemando

Una de las funciones del Centro de Control del Departamento de Electricidad y Telecomunicaciones (DET) es presentar en las pantallas del operador y panel mimico las condiciones de sistema eléctrico, como son medición de parámetros, indicación de posición (abierto o cerrado) de los equipos e indicar al operador mediante alarmas de condiciones no deseables en el sistema, dándole la posibilidad de controlar elementos estratégicos del sistema.

Instalaciones actuales

Actualmente se han instalado con el Proyecto Interconexión un sistema de teleseñalización y telemando de los equipos mas importantes en el área de Fundición y Refinerías. Los puntos de concentración de señales son Planta de Zinc y Casa de Fuerza en esta última no existe una unidad terminal remota (RTU) por lo que las señales son enviadas, vía cables de control, a la S.E. Planta de Zinc donde se tiene un RTU que enlaza al Centro de Control.

Instalaciones futuras

Las señales de los equipos nuevos serán llevados a la Subestación Planta de Oxígeno de donde son enviadas al RTU de la Subestación Planta Zinc vía cable de control aéreo.

Con el Proyecto Planta de Oxígeno se instalan adicionalmente transductores de medida incorporando adicionalmente señales de telemedida.

Como una segunda etapa se considera reubicar las señales que actualmente llegan a Casa de Fuerza, de modo de centralizarlos en la Caseta de Control de la Subestación Planta de Oxígeno de donde serán enviadas al RTU de la Subestación Planta de Zinc vía cable de control aéreo.

1.7.1.9 Sistema de cables de control

Para la señales de control, medición y señalización se utilizan cables de control los cuales son instalados de los equipos asociados hasta el panel correspondiente, para los equipos ubicados en el Patio de la S.E. Torre N° 7 los cables de control se instalarán en postes a una altura de 10 m.

Se ha descartado la instalación de los cables de control que van a la Subestación Torre N° 7 en forma subterránea debido a que; el posible recorrido presenta obstáculos como son tubos metálicos que conducen agua (bombas del río Mantaro) y ductos de cables de

energía eléctrica (alimentación de las bombas del río Mantaro) que cruzan la pista principal a diferentes niveles.

1.7.2 Ampliación patio subestación Torre N° 7

1.7.2.1 Generalidades

Debido a que la nueva configuración de la red será de Interruptor y Medio se amplía el patio de la Subestación Torre N° 7 para instalar un interruptor de potencia tripolar con su respectivo transformador de corriente y seccionador.

Dichos equipos entraron en operación junto con la Subestación Nueva Planta de Oxígeno.

Criterios de diseño

Los criterios adoptados en el diseño de la subestación y remodelación de las instalaciones son:

- El Código Nacional de Electricidad del Perú y las Normas Internacionales son observadas para establecer los requerimientos mínimos a que se sujeta el diseño.
- Centralizar en la Sala de Control de la subestación Nueva Planta de Oxígeno la protección, medida y control de circuitos adyacentes dada su cercanía.
- Evitar la congestión de líneas de distribución debido a la presencia de vehículos de considerable altura.
- Considerando la subestación como no atendida la filosofía del sistema de mando y señalización se basa en el accionamiento de los interruptores desde el propio gabinete de control de cada equipo y desde el panel correspondiente en la Caseta de Control, además a futuro se tendrá la posibilidad de accionamiento remoto desde el Centro de Control.
- La protección será como mínimo doble, considerando una función principal y otra de respaldo.
- Los interruptores en 11 kv. serán del tipo extraíble, con mando eléctrico desde el mismo panel en el cual se encuentran.

- El sistema de alarmas indicará alarmas correspondientes al transformador, interruptores y a futuro estas señales serán conducidas al Centro de Control.

2.2 Subestación Cottrell

2.2.1 Consideraciones generales

La Subestación Cottrell es considerada bajo el esquema de “no Atendida”, dotándola de los elementos de medición, corte, seccionamiento y protección para tener un suministro confiable.

2.2.2 Puesta a tierra

La resistencia combinada del sistema de conexión a tierra no excederá a un (1) ohm, durante los periodos más secos del año.

Se conectarán rígidamente a tierra todos los equipos de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- Barras de puesta a tierra de tableros autosoportados.
- Tableros de servicios auxiliares.
- Las estructuras soportes de equipos.
- La carcasa del transformador de potencia.
- El neutro de los transformadores de corriente y transformador de potencial.
- Las terminaciones de los cables de energía (Pantalla de Cobre)
- El accionamiento manual de los seccionadores.
- El cerco de protección de la subestación incluyendo la puerta desmontable.

El neutro del transformador de potencia se conectará rígidamente a tierra.

2.2.3 Coordinación del aislamiento

De acuerdo a recomendaciones del Código Nacional de Electricidad tomo IV año 1978 el factor de corrección por altura es :

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	FACTOR DE CORRECCIÓN
3,800 m.s.n.m	1.35

Los valores de tensión corregidos de acuerdo con las recomendaciones IEC "Insulation Coordination" N° 71 edición año 1976 son:

Tensión de operación a 3,800 m.s.n.m Kv. (RMS)	Tensión del diseño del equipo a. kv. (RMS)	Tensión de prueba a 60 Hz. kv. (RMS)	Tensión prueba de impulso. KV (Pico)
50	72.5	140	325
11	17.5	38	75

La corrección esta referida al aislamiento externo.

Para la determinación de las distancias mínimas de seguridad fase - fase, fase - tierra y altura de instalación de los equipos y conductores se consideran las recomendaciones de las Normas ANSI.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD PARA TENSIÓN 72,5 Kv.				
Espacio libre a tierra		Altura mínima a tierra para Seguridad del personal (m)	Separación entre fases	
Recom. (m)	Min. (m)		Seccionador, interruptor (m)	Seccionador con cuernos (m)

.74	.64	3.35	1.52	2.13
-----	-----	------	------	------

2.2.4 Potencia de cortocircuito

Las potencias máximas y mínimas de cortocircuito son evaluadas para los casos de máxima y mínima demanda:

CASO 1 : Máxima demanda

UBICACION	POTENCIA CC MVA		
	BARRA	3 ϕ	1 ϕ
S.E. COTTRELL			
Barra en 50 kv.	CT50	756.4	834.0
Barra en 10 kv.	CT10	111.1	117.0
S.E.CASA DE FUERZA			
Barra en 10 kv.	CF50	754.9	831.0
Barra en 2,4 kv.	CF24	87.6	0.0

CASO 2 : Mínima demanda

UBICACIÓN	POTENCIA CC MVA		
	BARRA	3 ϕ	1 ϕ
S.E. COTTRELL			
Barra en 50 kV	CT50	731.2	789.0
Barra en 10 kV	CT10	101.3	111.0
S.E.CASA DE FUERZA			
Barra en 10 kV	CF50	735.5	785.0
Barra en 2,4 kV	CF24	77.2	0.0

Dada la cercanía de las subestaciones las potencias de cortocircuito no difieren significativamente.

2.2.5 Demanda de potencia

La demanda se evalúa en función a registros actuales de consumo promedio de las subestaciones atendidas por la S.E. Cottrell.

PLANTA	POTENCIA (W)	COSϕ
Aglomeración de Plomo	2464	0.75
Cottrell + Rfe. de Plata	960	0.75

CAPITULO III

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES

3.1 Transformador de potencia 48/10 kV - 10 MVA

3.1.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características técnicas de diseño y construcción de un transformador de potencia.

El transformador es trifásico de dos devanados sumergidos en aceite, refrigeración natural de aire y de fabricación nacional.

3.1.2 Características generales

Fabricante	: Delcrosa
Montaje	: Exterior
Altura de operación	: 3,800 m.s.n.m.

3.1.3 Características principales

Transformadores de corriente tipo bushing, estos son instalados en los aisladores pasatapas de los arrollamientos de alta y media tensión del transformador de potencia.

Bornes de alta tensión.

Cantidad	: 3(1xborne)
Relación	: 150/5

Clase : 5P10
 Potencia : 50 VA

Bornes de baja tensión

Cantidad : 3(1xborne)
 Relación : 800/5
 Clase : 5P10
 Potencia : 50 VA

Tensiones (kv.)

Devanado de alta - primario

	Interno	Externo
- Nominal (rms)		48
- Regulación		+/-2.5% + /-5%
- Clase de aislamiento (rms)		
Terminal	52	72,5
- De ensayo a 60Hz (1min)		
Terminal	95	140.
- De impulso a 1.2/50 useg (pico)		
Terminal	250	325
- Conexión Triángulo 5 tomas conmutables sin carga		

Devanado de baja secundario

- Nominal (rms)		10
- Clase de aislamiento (rms)		12 17,5
- De ensayo a 60Hz 1min (rms)		28 38

- De impulso a 1.2/50 useg (pico)	75	95
- Conexión	Estrella con neutro accesible	
- Frecuencia Nominal	60 Hz.	
- Potencia Nominal a 4000 m.s.n.m. (MVA)		
Refrigeración ONAN	10	
- Grupo de conexión	DYN11	
- Impedancia de Cortocircuito		
a 75 C° 10MVA y 48/10 kV	9,62 %	
- Tipo de aceite	Shell Diala D	
- Conexión de neutro	Sólidamente puesto a tierra	

Accesorios

- Indicador de nivel de aceite
- Grifo de vaciado y toma de muestras
- Indicador de temperatura de aceite y devanado con los contactos necesarios para alarma y desconexión
- Relé de imagen térmica
- Borne de puesta a tierra

3.2 Seccionador tripolar 72.5 kV

3.2.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características técnicas de diseño, construcción y pruebas en fábrica de seccionadores tripolares.

Los seccionadores a suministrarse serán marca Cleaveland /Price, Inc, tipo V2-C de procedencia Americana.

3.2.2 Condiciones de operación

- Altura m.s.n.m. : 4000 m
- Instalación : Exterior
- Humedad relativa
 - Máxima : 90%
 - Mínima : 50%
- Temperatura ambiente
 - Máxima : 40°C
 - Mínima : -25°C
- Condiciones sísmicas
 - Aceleración Horizontal : 0,5 g
 - Aceleración vertical : 0,3 g
 - Frecuencia : 0-10 Hz
- Condición ambiental : Alta contaminación industrial

3.2.3 Normas de fabricación, pruebas y operación (*)

IEC 129 - 1975

(*) Otras normas equivalentes serán igualmente aceptadas.

3.2.4 Características físicas

- Cantidad : 2
- N° de fases : 3
- Clase : Exterior
- Montaje : Vertical

- Apertura : Vertical paralelo al eje del aislador.
- Mecanismo de apertura : Rotación de aislador posterior.
- Distancia entre fases : 2100 mm
- Altura de ensamble : 6000 mm
- Altura sobre el piso del mecanismo de mando: 1000 mm
- Mando
 - Tipo : Manual
 - Mecanismo : A palanca.
- Aislador
 - Tipo : Cap and Pin
 - Color : Marrón
 - Línea de fuga mínima : 1800 mm
- Equipado con cuchillas de puesta a tierra : No
- Equipado con cuernos de arco completo : Si
- Sistema de bloqueo mecánico : No
- Recubrimiento de contactos : Plateado
- Terminales : Para tubo de cobre \varnothing 1 1/4" I.P.S.

3.2.5 Características eléctricas

- Frecuencia : 60 Hz
- Tensiones

Nominal	: 72,5 kv.
De operación	: 50 kv. a 4000 m.s.n.m.
De Prueba a 60 Hz 1 min.	: 140 kv. (rms)
De impulso onda tipo rayo 1,2/50 μ s	: 325 kv. (pico)
- Corrientes	
Nominal	: 1200 A
Nominal de cortocircuito	: 25 kA (rms)
Nominal dinámica	: 63 kA (pico)
- Duración de cortocircuito	: 3 s
- Caja de contactos auxiliares para señalización	
Contactos	: 4NA, 4NC
Capacidad de contactos	: 10 A - 125 V dc
Resistencia calefactora	: 220 V ac - 60 Hz
Grado de protección	: IP65

3.2.6 Pruebas de aceptación

Las pruebas serán las de rutina según normas especificadas, éstas serán realizadas en los talleres y/o laboratorios del fabricante, el mismo que proporcionará todos los equipos y materiales que fueran necesarios.

El fabricante entregará tres copias del protocolo de pruebas detallando los resultados, adicionalmente remitirá protocolos de pruebas tipo realizadas a equipos similares.

3.2.7 Información mínima requerida

- Esquema completo de ensamble con vistas de planta, elevación y secciones, dimensiones, pesos e instrucciones de mantenimiento y montaje.
- Folletos y/o catálogos con características técnicas completas.
- Otros que según el proveedor considere necesario para revisión del diseño por parte del comprador.

3.2.8 Repuestos

- Tres (3) aisladores con las mismas características de los que forman parte del seccionador.
- Seis (6) contactos fijos.
- Otros que según el proveedor recomiende su adquisición.

Se deberán cotizar los repuestos por separado con precios unitarios.

3.2.9 Planos definitivos

El proveedor suministrará los planos definitivos en segundos originales conforme a fabricación.

3.3 Interruptor de potencia en hexafluoruro de azufre

3.3.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características técnicas de diseño, construcción y pruebas en fábrica de interruptores de potencia tripolares en hexafluoruro de azufre. Los interruptores suministrados son marca Sprecher - Shuch HGF112/1 con mecanismo de operación FKF2-6, fabricado en Suecia.

3.3.2 Condiciones de operación

- Altura m.s.n.m. : 4000 m
- Instalación : Exterior
- Humedad relativa
 - Máxima : 90%
 - Mínima : 50%
- Temperatura ambiente
 - Máxima : 40°C
 - Mínima : -25°C
- Condiciones sísmicas
 - Aceleración horizontal : 0,5 g
 - Aceleración vertical : 0,3 g
 - Frecuencia : 0 - 10 Hz
- Condición ambiental : Alta contaminación industrial

3.3.3 Normas de fabricación, pruebas y operación (*)

IEC 56 - 1987

(*) Otras normas equivalentes serán igualmente aceptadas

3.3.4 Características físicas

- Cantidad : 1
- Tipo : Hexafluoruro de azufre (SF6)
- Clase : Exterior
- N° de fases : 3
- Distancia entre fases : 1600 mm

- Sistema de accionamiento : Mecánico (Trip Free)
- Presiones aproximadas absolutas de SF6.
 - Nominal a 20°C : 5,2 bar
 - Mínima de funcionamiento alarma : 4,7 bar
 - Bloqueo de funcionamiento : 4,4 bar
- Circuito de disparo : Una bobina
- Bornes : De cobre con platina estándar NEMA con 4 agujeros.
- Aislador
 - Material : Porcelana
 - Color : Marrón
 - Línea de fuga mínima : 1800 mm

3.3.5 Características eléctricas

- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Tensiones
 - Nominal : 72,5 kv.
 - Operación : 50 kv. a 4000 msnm
 - Prueba a 60 Hz (1 min.) : 140 kv. (rms)
 - Impulso onda tipo rayo 1,2/50 μ s : 325 kv. (pico)
- Corrientes
 - Nominal : 2000 A
 - Nominal de interrupción de cortocircuito : 25 kA (rms)

Nominal de conexión de cortocircuito	: 63 kA (pico)
- Duración de cortocircuito	: 3 s
- Factor del primer polo	: 1,5
- Ciclo de funcionamiento	: A-0,3s-CA-3min-CA
- Tiempo total desconexión	: μ 60 ms
- Tiempo de conexión	: μ 90 ms
- Tensión de control y maniobra	: 125 V dc
- Tensión auxiliar para calefacción	: 220 V ac - 60 Hz
- Contactos auxiliares	: 12 NA y 12 NC

3.3.6 Pruebas de aceptación

Las pruebas serán las de rutina según normas especificadas, éstas serán realizadas en los talleres y/o laboratorios del fabricante, el mismo que proporcionará todos los equipos y materiales que fueran necesarios.

El fabricante entregará tres copias del protocolo de pruebas detallando los resultados, adicionalmente remitirá protocolos de pruebas tipo realizadas a equipos similares.

Las pruebas mínimas exigidas son las siguientes:

- Aislamiento en dc
- Resistencia de contactos
- Simultaneidad de contactos

En el cierre

En la apertura

- Tiempo de funcionamiento
 - Para el cierre
 - Para la apertura
- Funcionamiento mecánico
 - Tiempos
 - Enclavamientos
- Funcionamiento eléctrico
 - Cierre/apertura
 - Bloqueo
 - Señalización de falla SF6
- Pruebas de tensión aplicada
- Pruebas de humedad del gas
- Prueba de funcionamiento mecánico
- Prueba de funcionamiento eléctrico
- Pruebas del armario de control
- Umbrales (etapas) de los presostatos de SF6, corregidos por altura

3.3.7 Información mínima requerida

- Esquema completo de ensamble con vistas de planta, elevación y secciones, dimensiones, detalles de montaje y peso.
- Folletos y/o catálogos con datos técnicos, esquemas de conexiones de control o mando, instrucciones de mantenimiento, etc.
- Otros que según el proveedor considere necesario para revisión del diseño por parte del comprador.

3.3.8 Repuestos

- Un polo completo.
- Un juego de contactos fijos y móviles.
- Otros que según el proveedor recomiende su adquisición.

Se deberán cotizar los repuestos por separado con precios unitarios.

3.3.9 Herramientas especiales para montaje y/o mantenimiento

El postor suministrará una lista detallada de herramientas especiales para el montaje y/o mantenimiento del interruptor si es que los hubiera, incluyendo los precios unitarios correspondientes.

3.3.10 Planos definitivos

El proveedor suministrará los planos definitivos en segundos originales conforme a fabricación.

3.4 Transformador de Tensión Capacitivo 72,5 kv.

3.4.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características técnicas de diseño, construcción y pruebas en fábrica de transformadores de tensión del tipo divisor capacitivo para medida y protección. Los transformadores a suministrarse serán marca TRENCH - ELECTRIC fabricados en el Canadá.

3.4.2 Condiciones de operación

- Altura m.s.n.m. : 4000 m
- Instalación : Exterior
- Humedad relativa

- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| Máxima | : 90% |
| Mínima | : 50% |
| - Temperatura ambiente | |
| Máxima | : 40°C |
| Mínima | : -25°C |
| - Condiciones sísmicas | |
| Aceleración horizontal | : 0,5 g |
| Aceleración vertical | : 0,3 g |
| Frecuencia | : 0 - 10 Hz |
| - Condición ambiental | : Alta contaminación industrial |
| - Sistema de aterramiento | : Neutro efectivamente aterrado |

3.4.3 Normas de fabricación, pruebas y operación (*)

IEC 186, IEC 358

(*) Otras normas equivalentes serán igualmente aceptadas.

3.4.4 Características físicas

- | | |
|---------------|-----------------------|
| - Cantidad | : 3 |
| - Tipo | : Capacitivo/pedestal |
| - Montaje | : Exterior |
| - Conexión | : Fase - tierra |
| - Aislador | |
| Material | : Porcelana |
| Color | : Gris |
| Línea de fuga | : 2600 mm |

- Bornes de alta tensión : Platina de cobre standard NEMA con 4 agujeros.

3.4.5 Características eléctricas

- Frecuencia : 60 Hz
- Tensiones
 - Lado de alta tensión
 - a) Tensión nominal de servicio : $48/\sqrt{3}$ kv. (rms)
 - b) Clase de aislamiento : 72,5 kv. (rms)
 - c) Tensión de prueba a 60 Hz (1 min.) : 140 kv. (rms)
 - d) Tensión de impulso onda tipo rayo 1,2/50 μ s : 325 kv. (pico)
 - Lado de baja tensión
 - a) Tensión nominal de servicio Secundario N°1 : $120/\sqrt{3}$ V
 - Secundario N°2 : $120/\sqrt{3}$ V
 - Secundario N°3 : $120/3$ V
 - b) Tensión de prueba a 60 Hz 1 min. : 2 kv. (rms)
- Factor de tensión : 1,2
- Aplicación Devanados Secundarios
 - Secundario N° 1 : Medida
 - Secundario N° 2 : Protección
 - Secundario N° 3 : Protección
- Relación de transformación : 400 - 400 - 700/1
- Potencia nominal (no simultánea)
 - Secundario N° 1 : 150 VA

Secundario N° 2	: 150 VA
Secundario N° 3	: 150 VA
Total simultáneo (N° 1 + N° 2 + N° 3)	: 150 VA
- Clase de precisión	
Secundario N° 1	: 0,5
Secundario N° 2	: 3 P
Secundario N° 3	: 3 P

3.4.6 Pruebas de aceptación

Las pruebas serán las de rutina según normas especificadas, éstas serán realizadas en los talleres y/o laboratorios del fabricante, el mismo que proporcionará todos los equipos y materiales que fueran necesarios.

Se realizarán pruebas a la unidad capacitiva y unidad electromagnética incluyendo :

- Medida de la capacitancia y factor de disipación
- Curvas de error

El fabricante deberá entregar tres copias del protocolo de pruebas detallando los resultados, adicionalmente remitirá protocolos de pruebas tipo realizadas a equipos similares.

3.4.7 Información mínima requerida

- Esquema completo de ensamble con vistas de planta, elevación, dimensiones, detalles de montaje y peso.

- Folletos y/o catálogos con esquemas de conexiones, instrucciones de mantenimiento, transporte, puesta en servicio, etc.
- Detalles técnicos que incluyan el amortiguamiento de armónicos, ferresonancia y otros que el proveedor considere necesario para revisión del diseño por parte del comprador.

3.5 Transformador de Corriente 72,5 kv.

3.5.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características técnicas de diseño, construcción y pruebas de transformadores de corriente, tipo pedestal multirelación. Los transformadores de corriente suministrados son marca EMIL PFIFFNER tipo Stromwandler JOF72 fabricado en Suecia.

3.5.2 Condiciones de operación

- Altura m.s.n.m. : 4000 m
- Instalación : Exterior
- Humedad relativa
 - Máxima : 90%
 - Mínima : 50%
- Temperatura ambiente
 - Máxima : 40°C
 - Mínima : -25°C
- Condiciones sísmicas
 - Aceleración horizontal : 0,5 g

- Aceleración vertical : 0,3 g
- Frecuencia : 0 - 10 Hz
- Condición ambiental : Alta contaminación industrial

3.5.3 Normas de fabricación, pruebas y operación (*)

IEC 185-1966 y sus posteriores modificatorias.

(*) Otras normas equivalentes serán igualmente aceptadas

3.5.4 Características físicas

- Cantidad : 3
- Tipo : Pedestal
- Montaje : Exterior
- Aislador
- Material : Porcelana
- Color : Marrón
- Longitud de fuga mínima : 1800 mm
- Bornes de alta tensión : Platina de cobre standard NEMA
con 4 agujeros.

3.5.5 Características eléctricas

- Frecuencia : 60 Hz
- Tensiones
- Devanado de Alta
- a) Tensión nominal : 72,5 kv. (rms)
- b) Tensión de prueba a 60 Hz
- 1 min. : 140 kv. (rms)

c) Tensión de impulso onda

tipo rayo 1.2/50 μ s : 325 kv. (pico)

Devanado de Baja

a) Tensión de prueba a 60 Hz

1 min. : 2,0 kv. (rms)

- Corrientes

Nominal alta : 600 - 1200 A.

Nominal baja : 5 A

Límite térmico 1 s. : 25 kA (rms)

Límite dinámico : 63 kA (pico)

- Sobreintensidad admisible : 1,2 In

- Número de núcleos y utilización

Núcleo N° 1 : Medida

Núcleo N° 2, 3, 4 : Protección

- Potencias y clases de precisión

Núcleo N° 1 : 50 VA/0,5

Núcleo N° 2 : 50 VA/5P20

Núcleo N° 3 : 50 VA/5P20

Núcleo N° 4 : 50 VA/5P20

- Relación de transformación requerida para medición

Máxima : 600/5 A

Tomas : 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400,
450, 500, 600.

- Relación de transformación requerida para protección

Máxima	1200/5 A
Tomas	100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200 A.

3.5.6 Pruebas de aceptación

Las pruebas serán las de rutina según normas especificadas, éstas serán realizadas en los talleres y/o laboratorios del fabricante, el mismo que proporcionará todos los equipos y materiales que fueran necesarios.

El fabricante entregará tres copias del protocolo de pruebas detallando los resultados, también remitirá protocolos de pruebas tipo realizadas a equipos similares. Adicionalmente se requieren las curvas completas del error de relación y del desfase para los núcleos de medida.

3.5.7 Información mínima requerida

- Esquema completo de ensamble con vistas de planta, elevación, dimensiones, detalles de montaje y peso.
- Folletos y/o catálogos con esquemas de conexiones, características de magnetización de los núcleos de protección, instrucciones de mantenimiento, etc.
- Otros que según el proveedor considere necesario para revisión del diseño por parte del comprador.

3.6 Pararrayos 50 kV.

3.6.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características técnicas de diseño, construcción y pruebas en fábrica de pararrayos con contadores de descarga.

3.6.2 Condiciones de operación

- Altura m.s.n.m	: 4000 m
- Instalación	: Exterior
- Humedad Relativa	
Máxima	: 90%
Mínima	: 50%
- Temperatura ambiente	
Máxima	: 35°C
Mínima	: -20°C
- Condiciones sísmicas	
Aceleración horizontal	: 0,5 g
Aceleración vertical	: 0,3 g
Frecuencia	: 0-10 Hz
- Condición ambiental	: Alta contaminación industrial

3.6.3 Normas de fabricación, pruebas y operación (*)

IEC 99-1

(*) Otras normas equivalentes serán igualmente aceptadas

3.6.4 Características Físicas

- N° de Pararrayos : 3
- Montaje : Exterior
- Contador de descargas : Incluido
- Tipo : Oxido metálico
- Clase : Estación
- Bornes de alta tensión : Platina de cobre standard NEMA con 4 agujeros.

3.6.5 Características Eléctricas

- Tensión nominal del pararrayo : 45 kv. (rms)
- Máxima sobretensión continua fase - tierra (MCOV) : 36,5 kv. (rms)
- Tensión residual con onda de corriente 10 kA 8x20 μ s : 104 kv. (pico)
- Corriente nominal de descarga : 10 kA
- Tensiones de Prueba (*)
 - a 60 Hz 1min : 140 kv. (rms)
 - De impulso tipo rayo onda 1,2x50 μ s : 325 kv. (pico)

(*) Estas tensiones de prueba corresponden al aislamiento externo (porcelana).

3.6.6 Características de operación de la red

- Tensión nominal de la red : 50 kv. (rms)
- Tensión máxima de servicio : 52 kv. (rms)

- Frecuencia : 60 Hz
- Conexión Estrella efectivamente aterrado

3.6.7 Pruebas de aceptación

Las pruebas serán las de rutina según normas y las especificadas por el proveedor, éstas serán realizadas en los talleres y/o laboratorios del fabricante, el mismo que deberá proporcionar todos los equipos y materiales que fueran necesarios.

El fabricante entregará tres copias del informe detallado de los resultados, adicionalmente remitirá protocolos de pruebas realizadas a equipos similares.

3.6.8 Información mínima requerida

- Esquema completo de ensamble con vistas de planta, elevación, dimensiones, detalles de montaje y peso.
- Folletos y/o catálogos con la descripción de los materiales de fabricación, instrucciones de mantenimiento, etc.
- Características técnicas completas
- Reporte de pruebas de equipos similares.
- Otros que según el proveedor considere necesario para revisión del diseño por parte del comprador.

3.7 Aisladores en 50 kV.

3.7.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características técnicas que deben cumplir los aisladores portabarras y los de anclaje en un nivel de tensión de 50 KV.

3.7.2 Condiciones de operación

- Altura m.s.n.m : 4000 m
- Instalación : Exterior
- Humedad Relativa
 - Máxima : 90%
 - Mínima : 50%
- Temperatura ambiente
 - Máxima : 35°C
 - Mínima : -20°C
- Condiciones sísmicas
 - Aceleración horizontal : 0,5 g
 - Aceleración vertical : 0,3 g
 - Frecuencia : 0-10 Hz
- Condición ambiental : Alta contaminación industrial

3.7.3 Normas de fabricación, pruebas y operación (*)

ANSI C29.8

(*) Otras normas equivalentes serán igualmente aceptadas.

3.7.4 Características físicas

- Aisladores portabarras

Tipo : Cap. ad In

Material : Porcelana

Conformación : En columnas de dos unidades superpuestas

Altura : 29" Total (14½" por unidad)

Base : Circular con 4 agujeros de 9/16" \varnothing dispuestos en un círculo de 3" de diámetro

Instalación : Exterior

- Aisladores para anclaje

Tipo : Ball & Socket

Material : Porcelana

Conformación : En cadenas de siete unidades superpuestas.

Diámetro (mm) : 254

Altura (mm) : 146

Instalación : Exterior

3.7.5 Características electromecánicas

- Aisladores portabarras

Resistencia Cantilever

a) Montado hacia arriba : 680 Kg.

b) Montado hacia abajo : 450 Kg.

Resistencia a la tensión : 5450 Kg.

Resistencia a la torsión : 173 Kg-m

Resistencia a la compresión : 11400 Kg.

Tensión de impulso con onda normalizada : 350 kv.

Tensión de prueba a 60 Hz (seco/húmedo): 145 kv.

Línea de fuga : 1321 mm

Similar JOSLYN STOCK N^o
L6069.

- Aisladores para anclaje

Resistencia mecánica a la tracción. : 15,000 lbs

Tensión de descarga a 60 Hz en seco/lluvia (KV) : 80/50

Tensión de prueba al imp. +/- (KV) : 125/120

Línea de fuga (mm) : 292

Similar : OHIO BRASS 32440

3.7.6 Información mínima a ser suministrada

- Catálogos con la descripción de fabricación e indicación de dimensiones y pesos.
- Otros que según el proveedor considere necesario para la revisión del diseño y fabricación por parte del comprador.

3.8 Cables de Control

3.8.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características técnicas de diseño, fabricación y pruebas de cables de control.

3.8.2 Condiciones de operación

- Altura m.s.n.m : 4000 m

- Instalación : Exterior
- Humedad Relativa
 - Máxima : 90%
 - Mínima : 50%
- Temperatura ambiente
 - Máxima : 35°C
 - Mínima : -20°C
- Condiciones sísmicas
 - Aceleración horizontal : 0,5 g
 - Aceleración vertical : 0,3 g
 - Frecuencia : 0-10 Hz
- Condición ambiental : Alta contaminación industrial

3.8.3 Normas de fabricación, pruebas y operación (*)

ASTM B3, B189, B29, D752, D734.

IPCEA, NEMA, UL.

(*) Otras normas equivalentes serán igualmente aceptadas

3.8.4 Utilización

Para circuitos de control, protección, medida y señalización.

3.8.5 Características

- Conductor

El conductor deberá ser de cobre electrolítico cableado, con una conductividad próxima al 100% y de temple blando.

- Aislamiento

El aislamiento de los conductores deberá ser de cloruro de polivinilo (PVC), de excelente flexibilidad, anti-inflamable, auto-extinguibles y para una temperatura de trabajo mínima de 60° C.

- Protección

La protección de los cables deberá ser a base de cloruro de polivinilo especial (PVC especial) de gran resistencia al ambiente y a la humedad, no deberán ser afectados por agentes químicos (ácidos, grasos, aceites, etc.) hasta una temperatura mínima de 60° C. Asimismo deberá tener buena resistencia a la abrasión y gran resistencia mecánica.

- Identificación

Los conductores de los cables deberán ser identificados de acuerdo con los códigos de colores que indican las Normas IPCEA/NEMA o numerados.

- Eléctricas

Los cables deberán tener un blindaje electrostático diseñados para operar con una tensión de servicio hasta 600 V.

Tensión para prueba dieléctrica a la frecuencia industrial 2 KV (1 minuto)

- Marcas

Las siguientes marcas deberán imprimirse claramente en la superficie del cable, a intervalos adecuados.

* Tipo, número de conductores y calibre del cable.

* Nombre del fabricante o su abreviatura.

* Fecha de fabricación.

3.8.6 Pruebas

Las pruebas serán las de rutina según normas y especificadas por el proveedor.

3.8.7 Información mínima a ser suministrada

- Descripción de construcción.
- Dimensiones y peso por unidad de longitud.
- Resistencia del conductor (Ohm/km. a 20° C)
- Resistencia de aislamiento (Meg-Ohm/Km. a 20° C)
- Embalaje (longitud por carrete, pesos, etc.)

3.9 Barras y Conectores

3.9.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características técnicas que deben reunir las barras y conectores a emplearse en conjunto en las Subestaciones.

3.9.2 Normas de fabricación, pruebas y operación

Barras y conectores : ASTM B-3, B-8, B-42-33 NEMA Electric Power Conector - Standars publicación 37.47-1937, SG10-55 y SG10-56.

3.9.3 Características físicas

- Barras : Las barras serán tubulares de cobre electrolítico de alta conductividad (Mínimo 98%), siendo sus dimensiones las que a continuación indicamos.

Calibre	: 1-1/4 plg
Diámetro exterior	: 1.66 plg
Diámetro interior	: 1.368 plg
Resistencia por pie	: 11.97 microohms
Momento de inercia	: 0.2008 plg ⁴
Radio de giro	: 5.378 plg
Límite de elasticidad	: 11.110 lbs
Capacidad de corriente	: 1130 Amps.
Instalación	: Exterior

- Conectores

Los conectores serán para unir los diferentes equipos y/o accesorios componentes de la subestación, siendo los materiales empleados en su fabricación, los adecuados para la aplicación en la unión cobre - cobre.

ITEM N° 1

Cantidad	: 3 unidades
Tipo	: NNT BURNDY
Número de catálogo	: NNT34A34A
Material	: Aluminio
Aplicación	Derivación en T conductor 477 MCM 30/7 ACSR

ITEM N° 2

Cantidad : 6 unidades
Tipo : NNE BURNDY
Número de catálogo : NNE16A36A
Material : Aluminio
Aplicación : Unión conductor 477 MCM 30/7 ACSR a tubo
de Cu ø 1 1/4

ITEM N° 3

Cantidad : 12 unidades
Tipo : NA BURNDY
Número de catálogo : NA16-4N
Material : Cobre
Aplicación Terminal tubo cu ø 1 1/4" a platina de cu
standard

ITEM N° 4

Cantidad : 16 unidades
Tipo : NA BURNDY
Número de catálogo : NA36A-4N
Material : Aleación Cu-Al
Aplicación Terminal conductor 477 MCM 30/7 ACSR a
platina de cobre standard.

ITEM N° 5

Cantidad : 3 unidades

Tipo : NT BURNDY

Número de catálogo : NT1626

Material : Cobre

Aplicación : Derivación en T tubo de cu \varnothing 1-1/4 " conductor de cu. 2/0 AWG.

ITEM N° 6

Cantidad : 16 unidades

Tipo : LB BURNDY

Número de catálogo : LB16

Material : Cobre

Aplicación : Tapa de tubo de cu \varnothing 1 1/4"

ITEM N° 7

Cantidad : 3 Unidades

Tipo : NT BURNDY

Número de catálogo : NT1616

Material : Cobre

Aplicación : Derivación en T tubo cu \varnothing 1 1/4

ITEM N° 8

Cantidad : 12 Unidades

Tipo : UH BURNDY

Número de catálogo : UH 16-3

Material : Cobre

Aplicación Portabarras tubo cu \varnothing 1 1/4

ITEM N° 9

Cantidad : 8 Unidades

Tipo : NS BURNDY

Número de catálogo : NS 1616

Material : Cobre

Aplicación : Unión longitudinal tubo de \varnothing 1 1/4 "IPS.

ITEM N° 10

Cantidad : 3 Unidades

Tipo : XT BURNDY

Número de catálogo : XT 1616

Material : Cobre

Aplicación : Terminal expansivo a 90° tubo de cobre \varnothing 1 1/4" stud \varnothing 1 1/4".

ITEM N° 11

Cantidad : 3 Unidades

Tipo : NA BURNDY

Número de catálogo : NA 36A-4N-90

Material : Cobre

Aplicación Terminal a 90° conductor ACSR 30/7 ACSR.

ITEM N° 12

Cantidad	: 3 Unidades
Tipo	: NA BURNDY
Número de catálogo	: NA 26 4N
Material	: Cobre
Aplicación	: Terminal conductor de cu 2/0 AWG

3.10 Cables de Energía**3.10.1 Generalidades**

Esta especificación cubre las características técnicas de diseño, fabricación y pruebas de los cables de energía.

3.10.2 Condiciones de operación

- Altura : 4,000 m.s.n.m.
- Instalación : En tubería o canaleta
- Humedad relativa
 - Máxima : 90%
 - Mínima : 50%
- Temperatura ambiente
 - Máxima : 35°C
 - Mínima : -20°C
- Condiciones sísmicas
 - Aceleración horizontal : 0.5 g
 - Aceleración vertical : 0.3 g
 - Frecuencia : 0-10 ciclos/seg.

3.10.3 Normas de fabricación, pruebas y operación (*)

ASTM B3, BB, IPCEA S-61402, IEC-183.

3.10.4 Utilización

A la salida de cada interruptor extraíble para después conectarse a la red.

3.10.5 Características principales

- Conductor

Será de cobre electrolítico, temple blando, concéntrico, con una conductividad próxima al 100%.

- Aislamiento

El aislamiento de los cables será de cloruro de polivinilo (PVC), resistente a ácidos, grasas, aceites y a la abrasión (anti-inflamable).

Deberá tener una cinta semiconductora aplicada helicoidalmente y cinta de cobre con pantalla electrostática.

- Eléctricas

- Tipo de Cable : N2YSY

- Tensiones

. De aislamiento fase-tierra E : 8.7 KV

. De servicio (fase-fase) : 10 KV

(fase-tierra) : 5.7 KV

. Máxima de la red : 12 KV

- Frecuencia : 60 Hz

3.10.6 Pruebas de aceptación

Las pruebas serán las de rutina según normas especificadas por el proveedor.

3.10.7 Información mínima a ser suministrada

- Descripción de construcción
- Dimensiones y peso por unidad de longitud
- Resistencia del conductor (ohm/km. a 20°C)
- Resistencia de aislamiento (Meg-ohm/km. a 20°C)
- Embalaje (longitud por carrete, pesos, etc.)

3.11 Paneles de control, medida y protección

3.11.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características técnicas de diseño, fabricación y pruebas de seis paneles tal como describimos a continuación:

Panel N° 1: Panel de control y protección diferencial de L.T. 50 KV
Oroya Nueva - Torre N° 7.

Panel N° 2: Panel de control, medición y protección diferencial de
L.T. 50 KV Torre N° 8 - Planta de Zinc.

Panel N° 3: Panel de medición y protección de los transformadores
7.5 MVA, 50/2.4 KV Casa de Fuerza.

Panel N° 4: Panel de medición y protección diferencial del
transformador 10 MVA, 50/10 KV - Cottrell.

Panel N° 5: Panel de medición, protección e interruptor principal en
10 KV - Salida a Planta Cottrell.

Panel N° 6: Panel de medición, protección e interruptor principal en
10 KV - Salida a Planta Aglomeración de Plomo.

3.11.2 Condiciones de operación

- Altura m.s.n.m. : 4000 m
- Instalación : Interior
- Humedad relativa
 - Máxima : 90%
 - Mínima : 50%
- Temperatura ambiente
 - Máxima : 35°C
 - Mínima : -20°C
- Condiciones Sísmicas
 - Aceleración horizontal : 0.5 g
 - Aceleración vertical : 0.3 g
 - Frecuencia : 0-10 ciclos/seg.

3.11.3 Normas de fabricación, pruebas y operación

ANSI C2; C33.10; C33.65; C37.2 C37.90

IPCEA S-66-524-1978, UL 44-1977

ITINTEC 370.025

3.11.4 Características generales

Los paneles serán para servicio interior, blindado, autoportado, sin partes bajo tensión accesibles, debiendo suministrarse completos con todos sus componentes debidamente ensamblado y cableados, listo para ponerse en servicio, con los siguientes requerimientos:

- * El cableado de los circuitos de corriente y de control deberán ser hechos con conductor de cobre, 7 hilos, de un calibre mínimo 12 AWG y 14 AWG para cada caso respectivamente, con aislamiento de polietileno, resistente al calor y humedad, anti-inflamable y con un nivel de aislamiento de 600 voltios.
- * En circuitos donde la corriente máxima no exceda los 5A, tales como anunciadores, lámparas de señalización, etc. podrá usarse conductor de calibre 16 AWG.
- * El cableado deberá ser dividido en varios circuitos independientes; ejemplo circuitos de tensión, mando, señalizaciones, alarmas, etc.; Cada uno de estos deberán estar protegidos por interruptores termomagnéticos de capacidad adecuada.
- * Los circuitos de disparo deben contar con una señal luminosa que indiquen pérdida de tensión.
- * Los circuitos de corriente para medición y protección no tendrán interruptores ni fusibles, pero deberán tener los

accesorios necesarios para poder cortocircuitar con facilidad la parte externa y dejar libres las partes internas.

- * Todo el cableado deberá ser adecuadamente marcado, de tal forma que se identifique claramente el circuito al cual pertenecen. Los cables irán dentro de canaletas de plástico de fácil acceso.
- * Deben proveerse borneras o regletas terminales para las conexiones de todos los conductores de control, medición, etc., estas serán para una tensión de 600V, 30A y con una tira de marcación de vinílico, de tal manera que cada punto terminal y cada regleta estén debidamente identificados. Las regletas o borneras deberán ser separadas en secciones que corresponden cada una a una función determinada. Ejm. circuitos de corriente, circuitos de tensión, interruptor de potencia, telemidas, etc.
- * Se deberá prever un 20 % de terminales de reserva para las conexiones externas del comprador (para conductores # 12 AWG).
- * El diseño será tal que permita sacar o reemplazar cualquiera de los equipos sin necesidad de afectar a los demás ni de remover conectores u otros elementos.

- * El gabinete será fabricado con perfiles estructurales y planchas de acero de acabado liso de un espesor no menor a 2.5 mm con puerta por la parte posterior y chapa con llave.
- * Las planchas de los extremos deben ser removibles para permitir adicionar o quitar paneles.
- * El gabinete tendrá en la parte inferior una plancha metálica con una placa removible para el ingreso de los cables de control.
- * La puerta deberá llevar empaquetaduras para darle un grado de protección IP-55 (IEC).
- * Todas las partes metálicas serán limpiadas y protegidas contra óxidos mediante un proceso a base de fosfatos o equivalentes, el que será seguido inmediatamente por dos capas de impregnación de pintura anticorrosiva, añadiéndose las capas necesarias de acabado con sistema vinílico de color gris en las partes exteriores, pudiendo aceptarse el color usado por el proveedor en zonas no visibles (interiores).
- * Los paneles serán suministrados con orejas fijadas en la parte superior para levantar todo el panel con todos los equipos montados en él.
- * En la cara frontal del panel se instalará una barra mímica que representará las conexiones de los equipos principales. La barra mímica será sólida de metal o plástico de 6.25 mm de

ancho y 3.00 mm de espesor firmemente asegurada al tablero y de los siguientes colores:

50 KV : rojo

10 KV : celeste,

<10 KV : amarillo

- * Todos los paneles deben tener una barra de cobre de puesta a tierra fijada en la parte inferior y posterior del panel. Esta barra debe estar provista de un terminal de cobre plateado para un conductor 2/0 de puesta a tierra.
- * Los relés y contadores de energía deberán ser diseñados para una frecuencia de utilización de 60 Hz, montaje en panel, semi empotrado, serán del tipo extraíble con excepción del relé de bloqueo, la caja o cubierta de estos equipos deberán estar previstos de tal forma que cuando sea necesario extraer la parte activa para su mantenimiento y/o reemplazo, no deberá efectuarse conexiones y/o desconexiones externas, debiendo quedar los circuitos de corriente cerrados y los de tensión aislados.
- * Los relés, instrumentos de medida y contadores de energía deben tener accesorios necesarios para realizar pruebas y contrastes sin necesidad de extraer los instrumentos, ni realizar desconexiones.

* Los relés para protección amperimétrica contra fallo de interruptores (BF) deberán tener la siguiente lógica de operación:

Cada interruptor tendrá su propia protección BF.

Ante la actuación de un relé que mande la apertura a un interruptor, se activa simultáneamente la temporización del BF correspondiente, si transcurrida la temporización prefijada al BF no abre el interruptor, el BF envía señales de disparo a los interruptores adyacentes y a su propio interruptor. A la vez que activa la temporización de los BF de cada interruptor adyacente y bloquea a los interruptores asociados.

La señal de disparo deberá hacerse con relés auxiliares que activan una bobina de apertura principal y una de respaldo de cada interruptor.

* Las tensiones de control serán:

Tensión continua:

- . Nominal : 125 V
- . Rango de trabajo : 90 - 140 V
- . Capacidad de interrupción : 15 Kamp

Tensión alterna:

- . Nominal : 220 V
- . Rango de trabajo : 195 - 245 V
- . Frecuencia : 60 ± 2 Hz

. Capacidad de interrupción : 10 Kamp rms

- * Los relés deberán llevar una placa grabada indicando la fase a la que protege.
- * El proveedor y/o fabricante deberá suministrar los relés auxiliares que fueren necesarios para cumplir con la filosofía de la protección, señalización y control.
- * Cada panel, deberá contar con un calefactor de 220 VAC-150 W, instalado en el compartimiento de los instrumentos de medida y relés, además contarán con una lámpara de alumbrado de 125 VDC con su respectivo interruptor y de un tomacorriente de 600 V - 30 A.
- * Los paneles N° 1,2,3 y 4 constituirán unidades independientes y separadas de los paneles N° 5 y 6 Adicionalmente el Panel N°1 estará previsto de un sistema de alarma, conforme se describe en la parte correspondiente al equipamiento.

Adicionalmente a los requerimientos generales antes mencionados, para el Panel N° 5, Panel de medida, protección e interruptor en 10 KV salida a Planta Cottrell, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- * Este Panel constituirá el enlace entre la parte de B.T. del transformador de potencia y los cables de llegada en 10 KV, por lo tanto deberá ser ensamblado de modo que forme una unidad rígida a la cual se le pueda adicionar la celda de salida

a Planta de Aglomeración y posteriormente celdas futuras, cualquier abertura que no se use será cubierta con una tapa removible.

- * La conexión entre este Panel y el transformador de potencia, se realizará mediante un juego de cables que ingresarán por la parte inferior y posterior del panel (piso), estos cables serán de calibre 350 MCM, 2 por fase.
- * Los cables de llegada del transformador se conectarán en la parte superior a las barras principales del tablero se usarán conectores similares al BURNDY. e incluyen terminales termorretráctiles.
- * Se deberá prever soportes para los cables , ajustables en los planos horizontal y vertical deberá tener una puerta posterior a lo largo de toda su altura para facilitar la instalación e inspección de los cables.
- * Se deberán prever aisladores de paso, entre este compartimiento y el panel No. 6 y los paneles de distribución (futuros) a ser implementados.
- * El grado de protección de este panel deberá ser:
 - . De personas contra accesos peligrosos a partes vivas y partes en movimiento : IPH6
 - . De equipamiento contra efectos externos : IP55

* Este Panel será estructuralmente independiente y será dividido por medio de barreras metálicas en los siguientes compartimiento:

. Para los transformadores de potencial y pararrayos.

. Para los equipos en baja tensión.

Cada compartimiento deberá tener una tapa removible para su servicio individual la cual al ser extraída, no exponga los circuitos de ese compartimiento con los circuitos de compartimiento adyacentes.

* Se deberá prever la colocación de una barra de tierra de 5 x 50mm de cobre electrolítico duro, la cual deberá tener terminales de cobre plateados, apropiados para conductor de cobre 2/0 AWG.

Compartimento de Barras Principales

* Las barras deberán ser de cobre electrolítico de alta conductividad, temple duro, para un servicio permanente con una corriente nominal de 900 amp.

* Las barras serán fijadas para soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos producidos por corrientes de cortocircuito de 10 KA.

* Las superficies de unión entre partes de la barra principal y las derivaciones deberán ser plateadas

* Los aisladores soportes de barras deberán de ser de porcelana

3.11.5 Equipamiento

- **Panel N°1:** Panel de control y protección diferencial, Línea de Transmisión 50 KV Oroya Nueva - Torre N° 7.

Equipamiento Eléctrico

a) Un (01) relé hilo piloto de estado sólido para protección diferencial de línea (87L), marca ENERTEC modelo DPDL120, que trabajará en conjunto con uno ya existente.

1. Tipo Alta velocidad con protección en las, tres fases ante fallas monofásicas y trifásicas en dos terminales de línea.
2. Principio Circulación de corriente definida por la magnitud de corriente de línea y su ángulo de fase.
3. Función Protección Línea 50 KV Oroya Nueva - Torre N° 7.
4. Unidad de señalización para reposición :Manual
5. Capacidad de Contactos 5ADC continuos, 30ADC en cierre.
6. Taps, amperios 3ø :Mínimo 4.0 máximo 12.0
7. Taps, fase a tierra :12.5%-25%de taps 3 ø.
8. Contactos :Para - disparo y alarma.
9. Voltaje de control :125 VDC.

Este relé deberá incluir lo siguiente

- Un convertidor a corriente monofásica de una combinación de las corrientes de fase.
- Componentes limitadores de voltaje para limitar las magnitudes de las señales en los cables de hilo piloto.
- Transformadores de aislamiento.

. Cantidad	: 02
. Relación de transformación	: 1 a 1
. Máxima resistencia de devanados	: 100 ohms.
. Mínimo voltaje de saturación	: 100 voltios
. Aislamiento	
* Entre devanados	: 8000 voltios
* Entre devanado a tierra	: 8000 voltios

Los transformadores deberán tener devanados secundarios con punto central balanceado y accesible, además deberán poseer un blindaje electrostático.

- Indicadores de suministro de potencia.
 - Un relé de salida.
 - Unidades señalizadoras que indiquen actuación del relé.
- b) Tres (3) relés de estado sólido de sobrecorriente direccional de fase (67L), marca CEE RMSD7921.

1. Característica	: Muy inverso
2. Corriente nominal	: 5 A.

- 3. Rango unidad temporizada : 2,5 - 20 A.
- 4. Rango unidad instantánea : 10 - 125 A.
- 5. Tensión de polarización : 125 VCC
- 6. Número de contactos : 2 N.O.
- 7. Frecuencia : 60 Hz
- 8. Tensión de control : 125 V.D.C.
- 9. Función : Protección de respaldo
Línea 50 Kv. Oroya Nueva-
Torre N°7.

c) Un (1) relé de estado sólido de sobrecorriente direccional de tierra (67N).

- 1. Característica : Muy inverso
- 2. Corriente nominal : 5 A.
- 3. Rango unidad temporizada : 0.25 - 2A.
- 4. Rango unidad instantánea : 1 - 12,5 A.
- 5. Tensión de polarización : 120 VAC, delta roto.
- 6. Número de contactos : 2 N.O.
- 7. Frecuencia : 60 Hz
- 8. Tensión de control : 125 V.D.C.
- 9. Función : Protección de respaldo Línea
50 Kv. O. Nueva-Torre N° 7

d) Dos (2) relés de estado sólido para protección amperimétrica contra el fallo de interruptores (50BF), marca Reyrolle 2DABT

1. Circuitos de medida : 3.
2. Corriente nominal : 5 A.
3. Frecuencia nominal : 60 Hz.
4. Campo de variación de frec. : -6 % + 2 % fn
5. Sobrecarga permanente : 4 In.
6. Sobrecarga de corta duración : 40 In.
7. Esfuerzo electromecánico : 100 In.
8. Campo de ajuste del umbral : 20 a 320 % In.
9. Indicación visual de la corriente de ajuste : 20 en 20 % de In.
- 10 Precisión sobre el valor indicado (corriente sinusoidal) : ± 10 %
- 11 Porcentaje de retorno del valor indicado visualmente : 90 a 95.
- 12 Comportamiento en régimen de saturación de los TC. :
Asignado para valores menores que 40 veces la corriente de saturación.
- 13 Temporización : 30 a 650 ms. pasos de 20 ms.
Precisión : ± 10 ms.
14. Fuente auxiliar : 125 V.D.C.
15. Tensión de relé receptor de orden: 125 V.D.C
16. Consumo :
.en régimen de vigilancia : 15 W.
.en régimen de defecto : 21 W.
17. Comportamiento. Dieléctrico : De acuerdo a Normas
18. Relés de salida :

Poder de cierre : 5 A - 250 VCC ó CA.

Poder de corte : 0.2 A-125 VCC.

Corriente de servicio : 2 Amp.

19. Unidades señalizadoras que indiquen la actuación del relé.

e) Dos (2) conmutadores de control de interruptor, 3 posiciones, con retorno a la posición central por resorte con indicación grabada de posición "ABIERTO Y CERRADO", con las siguientes características:

1. Contactos : 8 (posición de disparo 2NC/6NO, después del cierre 5NC/3NO).

2. Capacidad de contactos : 20 ADC continuos.

3. Manija de control : Tipo pistola.

f) Cuatro (4) lámparas de señalización para indicar posición de dos interruptores con las siguientes características:

1. Color : 2 verdes y 2 rojos.

2. Tensión : 125 VDC.

3. Consumo máximo : 5 watts.

4. Disposición para cada interruptor : 1 verde (posición abierto) 1 roja (posición cerrado).

g) Panel auxiliar para el sistema de alarmas

El sistema de alarmas se comportará de acuerdo a la siguiente lógica :

Ante la ocurrencia de una falla, se acciona la señalización luminosa intermitente y la alarma sonora. Luego del reconocimiento de la falla (cancelación de la alarma sonora), la señalización luminosa deberá quedar accionada sin intermitencia hasta la eliminación de la falla. Si ocurriese otra falla antes de la eliminación de la falla anterior, el sistema de alarmas deberá proceder de acuerdo a la secuencia precedente (alarma sonora y luminosa intermitente - reconocimiento de falla - señalización luminosa sin intermitencia - reposición).

El sistema de alarmas estará compuesto por :

Un cuadro anunciador luminoso con indicaciones de:

1. Alarma Relé Buchholz Transf. Casa de Fuerza
2. Alarma Nivel de aceite Transf. Casa de Fuerza
3. Alarma Temperatura aceite/devanado-Transf. Casa de Fuerza.
4. Alarma Relé Buchholz Transf. Cotrell.
5. Alarma Nivel aceite Transf. Cotrell.
6. Alarma Temperatura aceite/devanado Transf. Cotrell.
7. Alarma : Relés de sobrecorriente - Casa de Fuerza.
8. Alarma Relés de sobrecorriente - Cotrell.
9. Disparo : Falla Transf. Casa de Fuerza.
- 10 Disparo: Falla Transf. Cotrell.
- 11 Alarma : Baja presión SF6 Interruptor N° 0065

12 Alarma : Baja presión SF6 Interruptor N° 0088

13 Alarma : Baja presión SF6 Interruptor N° 0089

14 Alarma : Baja presión SF6 Interruptor N° 0070

15 Alarma : Apertura por protección - Int. N° 0065

16 Alarma : Apertura por protección - Int. N° 0088

17 Alarma : Apertura por protección - Int. N° 0089

18 Alarma : Apertura por protección - Int. N° 0070

19 Alarma : Falla fuente AC/DC.

20 Seis reservas cableadas a bornes de reserva.

. Una sirena 125 VDC.

. Funciones de pruebas de lámparas, reconocimiento de falla con cancelación de alarma sonora y reposición.

. Relés auxiliares necesarios para cumplir con la lógica indicada para duplicar la señal de lo siguiente:

. Línea Torre N° 7 - Oroya Nueva

1. Relé diferencial (87L) (x1)

2. Relé sobrecorriente direccional (67L) (x1)

3. Relé sobrecorriente direccional a tierra (67N) (x1)

4. Relé falla de interruptores (50 BF) (x2)

5. Baja presión SF6, interruptor N° 0065 (x2)

Estas señales (05) serán cableadas a un grupo de borneras exclusivas para el Centro de Control (40 en total); 26 de éstas se

utilizarán en señales externas (interruptores, seccionadores, etc.)

. Línea Torre N° 8 - Planta de Zinc.

1. Relé diferencial (87L) (x1)
2. Relé sobrecorriente direccional (67L) (x1)
3. Relé sobrecorriente direccional a tierra (67N) (x1)
4. Relé falla de interruptores (50 BF) (x2)
5. Baja presión SF6, interruptores N° 0070 (x2)

Las señales (05) serán cableadas al Panel N° 2 a un grupo de borneras exclusivas para el Centro de Control.

. Transformadores SE Casa de Fuerza

1. Relé Bucholz (x1)
2. Nivel de aceite (x1)
3. Temperatura aceite (x1)
4. Relé diferencial (87T) (x1)
5. Relé sobrecorriente (50/51) (x1)

Las señales (05) serán cableadas al Panel N° 3 a un grupo de borneras exclusivas para el Centro de Control.

. Transformador S.E. Cotrell

1. Relé Bucholz (x1)
2. Nivel de aceite (x1)
3. Temperatura aceite (x1)
4. Relé diferencial (87T) (x1)

5. Relé sobrecorriente (50/51) (x1)

Las señales (05) serán cableadas al Panel N° 4 a un grupo de borneras exclusivas para el Centro de Control.

. Cargador y Banco de Baterías

1. Falla AC (x1)

2. Falla DC (x1)

Las señales (02) serán cableadas al Panel N° 5 a un grupo de borneras exclusivas para el Centro de Control.

- **Panel N°2:** Panel de control, medición, y protección diferencial.

Línea de transmisión 50 kv. Torre N° 8 - Planta de Zinc.

Equipamiento Eléctrico

a) Un (01) relé hilo piloto de estado sólido para protección diferencial de línea (87L), marca CEE Solkor RF-15.

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. Corriente nominal | : 5 Amps. |
| 2. Frecuencia | : 60 Hz |
| 3. Taps 30 | : 4.0 (mínimo) 12.0 (máximo) |
| 4. Tensión auxiliar | : 125 VDC |
| 5. Taps fase a tierra | : 12 1/2%- 25% de Taps 3Ø. |
| 6. Capacidad de contacto | : 0.2/2.0 amp. |
| 7. Contactos | : 2 NO |

Este relé deberá incluir lo siguiente :

Un convertidor a corriente monofásica de una combinación de las corrientes de fase.

Componentes limitadores de voltaje para limitar las magnitudes de las señales en los cables de hilo piloto.

Transformadores de aislamiento.

- * Cantidad : 02
- * Relación de transformación : 1 a 1
- * Máx. resistencia de devanados : 100 ohms.
- * Mínimo voltaje de saturación : 100 voltios.
- * Aislamiento
 - Entre devanados : 8000 voltios
 - Entre devanados y tierra : 8000 voltios

Los transformadores deberán tener devanados secundarios con punto central balanceado y accesible, además deberán poseer un blindaje electrostático.

Indicadores de suministro de potencia.

Un relé de salida.

Unidades señalizadoras que indiquen actuación del relé.

Un juego de medición de corriente consistente en un miliamperímetro AC, un switch de prueba, y un transformador de medida, para permitir una comprobación de la continuidad del hilo piloto y una lectura de la corriente secundaria en cada final de línea.

Un relé supervisor para comprobación continua del circuito de hilo piloto.

b) Un (1) relé de estado sólido de sobrecorriente direccional de fase (67L), marca CEE RMSD7921

1. Característica : Muy inverso
2. Corriente nominal : 5 A.
3. Rango unidad temporizada: 2,5 - 20 A.
4. Rango unidad instantánea : 10 - 125 A.
5. Tensión de polarización : 120 VAC
6. Número de contactos : 2 N.O.
7. Frecuencia : 60 Hz
8. Tensión de control : 125 V.D.C.
9. Función : Protección de respaldo Línea 50 Kv.
Torre N° 8.-Planta de Zinc.

c) Un (1) relé electromecánico de sobrecorriente direccional de tierra (67N).

1. Tipo : Muy inverso
2. Corriente nominal : 5 A.
3. Rango unidad temporizada : 0.5 - 4A.
4. Rango unidad instantánea : 2 - 16 A.
5. Tensión de polarización: 120 VAC, delta roto.
6. Número de contactos : 2 N.O.
7. Frecuencia : 60 Hz
8. Tensión de control : 125 V.D.C.

9. Función : Protección de respaldo Línea 50 Kv.
Torre N° 8.-Planta de Zinc.

d) Dos (2) relés de estado sólido para protección amperimétrica contra el fallo de interruptores (50BF).

1. Circuitos de medida : 3.

2. Corriente nominal : 5 A.

3. Frecuencia nominal : 60 Hz.

4. Campo de variación de frec. : -6 % + 2 % fn

5. Sobrecarga permanente : 4 In.

6. Sobrecarga de corta duración: 40 In.

7. Esfuerzo electromecánico : 100 In.

8. Campo de ajuste del umbral : 20 a 320 % In.

9. Indicación visual de la corriente

de ajuste : De 20 en 20% de In

10 Precisión sobre el valor indicado

(corriente sinusoidal) : $\pm 10 \%$

11 Porcentaje de retorno (% del

valor indicado visualmente) : 90 a 95.

12. Comportamiento en régimen

de saturación de los TC. :Asignado para valores menores que 40 veces la corriente de saturación.

13 Temporización : 30 a 600 ms. pasos de 20 ms.

Precisión : ± 10 ms.

14 Fuente auxiliar : 125 V.D.C.

15 Tensión de relé receptor de orden: 125 VDC

16 Consumo :

.en régimen de vigilancia : 15 W.

.en régimen de defecto : 21 W.

17 Comportamiento dieléctrico : De acuerdo a Normas

18 Relés de salida :

Poder de cierre : 5 A - 250 VCC ó CA.

Poder de corte : 0.2 A - 125 VCC.

Corriente de servicio : 2 Amp.

19 Unidades señalizadoras que indiquen la actuación del relé.

e) Un (1) amperímetro, con las siguientes características:

1. Escala : 0 - 500 A.

2. Angulo de escala : 250°

3. Longitud de escala : 165 mm (min), 185 mm (máx).

4. Rango de corriente : 0 - 5 A.

5. Clase de precisión : 1.5

6. Relación de transformación TC: 500/5

7. Frecuencia : 60 Hz

8. Montaje : Semiempotrado

9. Ajuste al cero : Mecánico

10 Función : Medición de consumo en L.T. Torre
N° 8- Planta de Zinc.

f) Un (1) conmutador amperimétrico, con 4 posiciones.

1. Posiciones : 1, 2, 3 (medición de corriente de
línea), OFF (Cortocircuito de TC'S).

2. Contactos : 6

3. Capacidad de contactos : 20 DC continuos

4. Manija de control : Tipo orlado, con indicador de
posición.

g) Dos (2) conmutadores de control de interruptor, 3 posiciones, con
retorno a la posición central por resorte con indicación grabada de
posición "ABIERTO Y CERRADO", con las siguientes
características:

1. Contactos : 8 (posición de disparo 2NC/6NO,
después del cierre 5NC/3NO).

2. Capacidad de contactos : 20 ADC continuos.

3. Manija de control : Tipo pistola.

h) Cuatro (4) lámparas de señalización para indicar posición de dos
interruptores con las siguientes características:

1. Color : 2 verdes y 2 rojos.

2. Tensión : 125 VDC.

3. Consumo máximo : 5 watt.

4. Disposición para cada interruptor : 1 verde (posición abierto) 1
roja (posición cerrado)

i) Cuarenta (40) borneras adicionales para uso exclusivo del Telemando y Telesignalización. A catorce (14) de ellas deberá cablearse las señales que llegan del panel de alarmas.

- Relé diferencial (87L) : 2 cables
- Relé sobrecorriente direccional (67L) : 2 cables
- Relé sobrecorriente direccional a tierra (67 N) : 2 cables
- Relé falla de interruptores (50 BF) : 4 cables
- Baja presión SF6, interruptor N° : 4 cables

Las 26 borneras restantes se usarán para señales externas (interruptor, seccionador) al Centro de Control.

- **Panel N°3:** Panel de medición y protección diferencial de los transformadores 7.5 MVA - Casa de Fuerza.

Equipamiento Eléctrico

a) Tres (3) relés de estado sólido de sobrecorriente de fases (50/51).

1. Característica : Inverso
2. Corriente nominal : 5 A.
3. Rango unidad temporizada: 2,5 - 20 A.
4. Rango unidad instantánea : 10 - 250 A.
5. Contactos Independientes para disparo y
alarma.

b) Un (1) relé electromecánico de bloqueo (lock-out)

1. Aplicación Con relé diferencial de transformadores S.E. Casa de Fuerza.
2. Operación Desenergizado continuamente reset/ trip.
3. Reposición : Manual giratorio
4. Contactos : 6NO/6NC.
5. Señalización incorporada : Para las posiciones de reset (repuesto) y trip (disparo).
6. Señalización adicional Con lámpara de color blanco encendido en la posición de "repuesto" y apagado en la posición de "disparo".
Tensión de lámpara : 125 V.D.C.
Consumo propio : 5 watt.
7. Funcionamiento La bobina de este relé deberá energizarse por acción de sus propios contactos. Deberá incluirse un dispositivo de seccionamiento que permita cortar la alimentación de control a este relé para fines de mantenimiento.

c) Un (1) amperímetro, con las siguientes características:

1. Escala : 0 - 400 A.
2. Angulo de escala : 250°
3. Longitud de escala : 165 mm (min), 185 mm (máx).
4. Rango de corriente : 0 - 5 A.
5. Clase de precisión : 1.5
6. Relación de transformación TC : 400/5
7. Frecuencia : 60 Hz
8. Montaje : Semiempotrado
9. Ajuste al cero : Mecánico
- 10 Función : Medición de consumo (Amp) en
S.E. Casa de Fuerza 50 Kv.

d) Un (1) conmutador amperimétrico, con 4 posiciones.

1. Posiciones : 1, 2, 3 (medición de corriente de línea), OFF (Cortocircuito - de TC'S).
2. Contactos : 6
3. Capacidad de contactos : 20 ADC continuos
4. Manija de control : Tipo orlado, con indicador de posición.

e) Un (1) voltímetro con las siguientes características :

1. Escala : 0 - 60 KV
2. Angulo de escala : 250°
3. Longitud de escala : 165 mm (min), 185 mm (máx).

- 4. Clase de precisión : 1.5
- 5. Relación de transformación : 50/0.120 KV
- 6. Frecuencia : 60 Hz
- 7. Montaje : Semiempotrado en panel
- 8. Ajuste al cero : Mecánico

f) Un (1) conmutador voltimétrico, con 4 posiciones.

- 1. Posiciones : 1-2, 2-3, 3-1 (medición de tensión de barra).OFF (todos los contactos abiertos).
- 2. Contactos : 4
- 3. Capacidad de contactos: 600 VAC.
- 4. Manija de control : Tipo orlado, con indicador de posición.

g) Un (1) medidor de potencia activa.

- 1. Escala : 0 - 40 MW
- 2. Angulo de escala : 250°
- 3. Longitud de escala : 165 mm (mín), 185 mm (máx)
- 4. Rango de corriente : 0 - 5 A.
- 5. Tensión de servicio : 120 VAC, 3Ø, 3hilos
- 6. Clase de precisión : 1.0
- 7. Frecuencia : 60 Hz
- 8. Relación de transformación : 400/5 (CT)
- 9. Relación de transformación : 48/.12 Kv. (PT)

- 10 Montaje : Semiempotrado en panel
- 11 Ajuste al cero : Mecánico
- 12 Función : Medición de consumo en S.E.
Casa de Fuerza, 50 Kv.

h) Un (1) transductor de potencia activa, para trabajar con el medidor de potencia activa.

1. Caja : Estándar
2. Red : Trifásica sin equilibrar de 3 hilos.
3. Rango de medida : + 1295 W
4. Corriente nominal : 5 A
5. Tensión línea nominal : 115 - 120 V
6. Frecuencia : 60 Hz
7. Salida corriente continua : ± 5 mA
8. Clase de precisión : 0.5
9. Fuente auxiliar : 220 V, 60 Hz

i) Un (1) medidor de potencia reactiva.

Demás características similares al especificado para el medidor de potencia activa, excepto de rango 0 - 45 MVAR.

j) Un (01) transductor de potencia reactiva con un rango de medida de ± 831 VARS, de similares especificaciones del ítem i).

k) Treinta (30) borneras adicionales para uso exclusivo del telemando y teleseñalización. A diez (10) de ellas deberán cablearse las señales que llegan del panel de alarmas.

1. Relé Bucholz : (2 cables)
2. Nivel de aceite : (2 cables)
3. Temperatura de aceite : (2 cables)
4. Relé diferencial : (2 cables)
5. Relé sobrecorriente : (2 cables)

Las 20 borneras restantes se usarán para señales externas (interruptor, seccionador, etc.) al Centro de Control.

- **Panel N° 4:** Panel de medición y protección diferencial del transformador 10 MVA,-S.E. Cotrell.

Equipamiento Eléctrico

a) Tres (3) relés diferenciales de restricción porcentual (87T), marca ABB, tipo ITT87T.

1. Tipo : Porcentaje con restricción y frenada de segunda armónica.
2. Porcentaje restricción : Variable 15 %, 25 % y 40 % .
3. Bloque de selección para ajuste de relación T.C.: 2.9, 3.2, 3.5, 3.8, 4.2, 4.6, 5.0, 8.7
4. Unidad de señalización para reposición : Manual
5. Capacidad de contactos: ≥ 5 ADC continuos, ≥ 30 ADC en cierre.
6. Contactos Independiente para disparo y alarma.

7. Función : Protección de transformador de dos devanados S.E. Cotrell.

Los relés pueden ser electromecánicos ó de estado sólido, estos últimos deberán tener unidades señalizadoras que indiquen la actuación del relé.

b) Tres (3) relés de estado sólido de sobrecorriente de fase (50/51), marca CEE ITG7216.

1. Característica : Inverso
2. Corriente nominal : 5 A.
3. Rango unidad temporizada: 2,5 - 20 A.
4. Rango unidad instantánea : 10 - 250 A.
5. Contactos Independientes para disparo y alarma.

c) Un (1) relé electromecánico de bloqueo (lock-out)

1. Aplicación : Con relé diferencial y demás relés de protección propia del transformador.
2. Operación : Desenergizado continuamente en reset / trip.
3. Reposición : Manual giratorio
4. Contactos : 6NO/6NC.
5. Señalización : Para las posiciones de reset (repuesto) y trip (disparo).

6. Señalización adic. : Con lámpara de color blanco encendido en la posición de "repuesto" y apagado en la posición de "disparo".

Tensión de lámpara: 125 V.D.C.

Consumo propio : 5 watt.

7. Funcionamiento La bobina de este relé deberá energizarse por acción de sus propios contactos. Deberá incluirse un dispositivo de seccionamiento que permita cortar la alimentación de control a este relé para fines de mantenimiento.

d) Un (1) amperímetro, con las siguientes características:

1. Escala : 0 - 150 A.
2. Angulo de escala : 250
3. Longitud de escala : 165 mm (min), 185 mm (máx).
4. Rango de corriente : 0 - 5 A.
5. Clase de precisión : 1.5
6. Relación de transformación TC: 150/5
7. Frecuencia : 60 Hz
8. Montaje : Semiempotrado
9. Ajuste al cero : Mecánico
- 10 Función : Medición de consumo (Amps) en S.E. Cotrell 50 Kv.

e) Un (1) conmutador amperimétrico, con 4 posiciones.

1. Posiciones : 1, 2, 3 (medición de corriente de línea), OFF (Cortocircuito de TC'S).
2. Contactos : 6
3. Capacidad de contactos : 20 ADC continuos
4. Manija de control : Tipo orlado, con indicador de posición.

f) Un (1) voltímetro con las siguientes características

1. Escala : 0 - 60 KV
2. Angulo de escala : 250°
3. Longitud de escala : 165 mm (mínimo), 185 mm (máximo).
4. Clase de precisión : 1.5
5. Relación de transformación : 50/0.120 KV
6. Frecuencia : 60 Hz
7. Montaje : Semiempotrado en panel
8. Ajuste al cero : Mecánico

g) Un (1) conmutador voltimétrico, con 4 posiciones.

1. Posiciones : 1-2, 2-3, 3-1 (medición de tensión de barra). OFF (todos los contactos abiertos).
2. Contactos : 4
3. Capacidad de contactos : 600 VAC.

4. Manija de control : Tipo orlado, con indicador de posición.

h) Un (1) medidor de potencia activa.

1. Escala : 0 - 10 MW

2. Angulo de escala : 250°

3. Longitud de escala : 165 mm (mínimo), 185 mm (máximo)

4. Rango de corriente : 0 - 5 A.

5. Tensión de servicio : 120 VAC, 3 ϕ , 3hilos

6. Clase de precisión : 1.0

7. Frecuencia : 60 Hz

8. Relación transf. TC : 150/5

9. Relación transf. TP: 48/.12 Kv.

10 Montaje : Semiempotrado en panel.

11 Ajuste al cero : Mecánico

12 Función : Medición de consumo (watt) en S.E. Cotrell
50 Kv.

i) Un (1) transductor de potencia activa, para trabajar con el medidor de potencia activa.

1. Caja : Estándar

2. Red : Trifásica sin equilibrar de 3 hilos.

3. Rango de medida : + 1295 W

4. Corriente nominal : 5 A

- 5. Tensión línea nominal : 115 - 120 V
- 6. Frecuencia : 60 Hz
- 7. Salida corriente continua : ± 5 mA
- 8. Clase de precisión : 0.5
- 9. Fuente auxiliar : 220 V, 60 Hz

j) Un (1) medidor de potencia reactiva.

Demás características similares al especificado para el medidor de potencia activa, excepto de rango 0 - 8 MVAR.

k) Un (01) transductor de potencia reactiva con un rango de medida de ± 831 VARS, de similares especificaciones del ítem i).

l) Treinta (30) borneras adicionales para uso exclusivo del telemando y teleseñalización. A diez (10) de ellas deberán cablearse las señales que llegan del panel de alarmas.

- 1. Relé Bucholz : (2 cables)
- 2. Nivel de aceite : (2 cables)
- 3. Temperatura de aceite : (2 cables)
- 4. Relé diferencial : (2 cables)
- 5. Relé sobrecorriente : (2 cables)

Las 20 borneras restantes se usarán para señales externas (interruptor, seccionador, etc.) al Centro de Control.

- **Panel N° 5:** Panel para el interruptor principal en 10 Kv. salida a subestación Cottrell.

Esta celda será del tipo de ejecución METAL CLAD, según norma IEC publicación 298 - 1969 y deberá incluir lo siguiente :

Equipamiento Eléctrico

1. En media tensión

a) Un interruptor en SF6 sellado, extraíble de 1600 A.

- Modelo : HA3/ZC 17.16.32
- Fabricante : ABB-SACE
- Tensión nominal : 11 KV
- Tensión de diseño : 17,5 kv.
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Tensión de prueba a frecuencia industrial : 38 KV
- Tensión de prueba de choque (1.2 x 50 μ s) : 95 KV (Pico)
- Capacidad de interrupción : 31.5 KA/1 seg.
- Ciclo de operación : O - 15s - CO
- Tiempo total de apertura : μ 5 ciclos
- Tiempo de cierre : μ 5 ciclos
- Tensión nominal de operación del motor de accionamiento y del circuito de disparo : 125 VDC
- Accionamiento : A resortes

b) Tres (3) pararrayos tipo óxido metálico (Gapless), o tipo autoválvula, con las siguientes características:

- 1. Tipo : Estación

2. Instalación Interior, dentro de tablero.

3. Tensiones

* Nominal : 15 KV (RMS)

* De operac. a 4000 m.s.n.m. (fase-tierra) : 8.4 KV (RMS)

* De cebado fase-tierra a 60Hz (mínima) : 8.4 KV (RMS)

* Máxima de descarga con onda de choque

1.2x50 μ seg : 40 KV (pico)

* Residual con onda de 10 KA 8 x 20 μ seg. : 51 KV (pico)

4. Normas de fabricación : IEC 99-1 ANSI C76.1

c) Dos (2) transformadores de tensión, con las siguientes características:

1. Tipo : Encapsulado en resina sintética.

2. Instalación : Interior dentro de tablero.

3. Tensión lado A.T

* Máxima de diseño : 15 KV(RMS)

* De operación a 4000 m.s.n.m. : 10 KV. (RMS)

* De prueba a 60 Hz (1 min) : 36 KV. (RMS)

* De prueba al impulso con

onda de choque normalizada : 95 KV. (pico)

4. Tensiones lado B.T

- * De servicio : 120 V
- * De prueba a 60 Hz (min) : 2.5 KV.
- 5. Relación de transformación : 10/0.12 KV.
- 6. Aplicación : Medida
- 7. Clase de precisión : 1.0
- 8. Potencia : 130 VA
- 9. Frecuencia : 60 Hz
- 10 Normas de fabricación : IEC-186-1978

Nota.- Los transformadores de tensión deberán tener fusibles incorporados tanto en el lado de A.T como en B.T.

- d) Tres (3) transformadores de corriente para protección 500/5, 30 VA, 10P20, BIL 95 KV.
- e) Tres (3) transformadores de corriente para medición 500/5, 30 VA, clase 1.0, BIL 95 KV.
- f) Un juego de barras de cobre 3 fases capacidad 900 Amp.
- g) Terminales para cable de energía, tipo seco de 15 KV calibre 750 MCM.
- h) Terminales para cable de energía, tipo seco de 15 KV calibre 350 MCM, 2 cables por fase.

2. Equipamiento en Baja Tensión

- a) Un conmutador "ABIERTO-CERRADO" para operación de interruptor con dos lámparas de señalización verde - rojo respectivamente.

b) Un (1) amperímetro, con las siguientes características:

1. Escala : 0-500 A
2. Angulo de escala : 250°
3. Longitud de escala : 165 mm (mín.) 185 mm (máx.)
4. Rango de corriente : 0-5A
5. Clase de precisión : 1.5
6. Relación de transf. TC : 500/5
7. Frecuencia : 60 Hz
8. Montaje : Semiempotrado en panel.
9. Ajuste al cero : Mecánico

c) Un (1) conmutador Amperimétrico

1. Posiciones : 1,2,3 (medición de corriente de línea)
OFF (cortocircuito de TC'S)
2. Contactos : 6
3. Capacidad contactos : 20 DC continuos.
4. Manija de control : Tipo orlado, con indicador de posición.

d) Tres (3) relés electromecánicos de sobrecorriente de fase (50/51) de las siguientes características:

- Tiempo : Muy inverso
- Capacidad de contacto : 5 A.
- Unidad temporizada : 2 - 16 A.
- Unidad instantánea : 20 - 80 A.

e) Un (1) relé electromecánico de sobre corriente de tierra (50/51N) de las siguientes características:

- Tiempo : Muy inverso
- Capacidad de contacto : 5 A.
- Unidad temporizada : 1.5 - 16 A.
- unidad Instantánea : 20 - 80 A.

f) Un (1) contador de energía activa de estado sólido con indicador de máxima demanda , generador de pulsos para telecontaje y traba contra giro en sentido inverso. Al menos dos periodos de medición.

1. Corriente nominal : 2.5 A
2. Tensión de servicio : 120 VAC, trifásico, 3 hilos.
3. Clase de precisión : 1.0
4. Frecuencia : 60 Hz
5. Relación de transformación TC : 500/5 A
6. Relación de transformación. TP : 10/.120 KV
7. Indicador de máxima demanda Acumulativo, con 15 min de integración.

g) Un (1) contador de energía reactiva con características similares al contador de energía activa pero sin indicador de máxima demanda para un solo periodo de facturación, medición de factor de potencia y para ser utilizado con

transformador desfasador de tensión de preferencia, pudiendo también ofertarse un instrumento que no lo requiera.

h) Diez borneras adicionales para uso exclusivo de la teleseñalización. A cuatro de ellas deberán cablearse las señales que llegan del panel de alarmas.

1. Falla AC : 2 cables

2. Falla DC : 2 cables

Las seis (6) borneras restantes se usarán para señales externas.

- **Panel N° 6:** Panel para el interruptor principal en 10 Kv. Salida a Planta Aglomeración de Plomo.

Esta celda será del tipo de ejecución METAL CLAD, según norma IEC Publicación 298 - 1969 y deberá incluir lo siguiente:

Equipamiento Eléctrico

1. En media tensión

a) Un interruptor SF6 sellado, extraíble, de 1600 A.

- Fabricante : ABB-SACE

- Modelo HA3/ZC
17.16.32

- Tensión nominal : 11 kv.

- Tensión de diseño : 17,5 kv.

- Frecuencia nominal : 60 Hz

- Tensión de prueba a frecuencia industrial : 38 KV.

- Tensión de prueba de choque (1.2x50 μ s) : 95 kv. (pico)
 - Capacidad de interrupción : 31.5 KA/1 seg.
 - Ciclo de operación : 0 - 15 s - CO
 - Tiempo total de apertura : μ 5 ciclos
 - Tiempo de cierre : μ 5 ciclos
 - Tensión nominal de operación del motor de accionamiento y del circuito de disparo : 125 VDC
 - Accionamiento : Resortes
- b) Tres transformadores de corriente para protección de 500/5 A, 30 VA, 10P20, BIL 95 KV.
- c) Tres transformadores de corriente para medición 500/5 A, 30 VA, clase 1.0 ,BIL 95 KV.
- d) Juego de barras de cobre, 3 fases, capacidad 900 A.
- e) Terminales para cables de energía, tipo seco de 15 KV, calibre 750 MCM

2. En baja tensión

- a) Un conmutador "ABIERTO-CERRADO" para operación de interruptor con dos lámparas de señalización verde - rojo respectivamente.
- b) Un (1) amperímetro, con las siguientes características:
- 1. Escala : 0-500 A
 - 2. Angulo de escala : 250°
 - 3. Longitud de escala : 165 mm (mín.) 185 mm (máx.)

- 4. Rango de corriente : 0-5A
- 5. Clase de precisión : 1.5
- 6. Relación de transf. TC : 500/5
- 7. Frecuencia : 60 Hz
- 8. Montaje :Semiempotrado en panel
- 9. Ajuste al cero : Mecánico

c) Un (1) conmutador Amperimétrico

- 1. Posiciones :1,2,3 (medición de corriente de línea) OFF (corto circuito de TC'S)
- 2. Contactos : 6
- 3. Capacidad de contactos : 20 DC continuos.
- 4. Manija de control :Tipo orlado, con indicador de posición

d) Un (1) voltímetro de las siguientes características:

- 1. Escala : 0-12KV
- 2. Angulo de escala : 250°
- 3. Longitud de escala : 165 mm (mín.) -185 mm (máx.)
- 4. Clase de precisión : 1.5
- 5. Relación de Transf.TP : 10/0.12KV.
- 6. Frecuencia : 60 Hz
- 7. Montaje :Semiempotrado en panel
- 8. Ajuste de cero : Mecánico

e) Un (1) conmutador voltimétrico, con las siguientes características:

1. Posiciones : 1-2,2-3,3-1 (medición de tensión de línea OFF (contactos abiertos))
2. Contactos : 4
3. Capacidad de contactos : 600 VAC
4. Manija de control : Tipo orlado con indicador de posición

f) Tres (3) relés electromecánicos de sobrecorriente de fase (50/51) de las siguientes características:

1. Tiempo : Muy inverso
2. Capacidad de contacto : 5 A
3. Unidad temporizada : 2 - 16 A
4. Unidad instantánea : 20 - 80 A

g) Un (1) relé electromecánico de sobrecorriente de tierra (50/51N) de las siguientes características:

1. Tiempo : Muy inverso
2. Capacidad de contacto : 5 A
3. Unidad temporizada : 1.5 - 6 A
4. Unidad instantánea : 20 - 80 A

h) Un (1) contador de energía activa de estado sólido con indicador de máxima demanda, generador de pulsos para

telecontaje y traba contra giro en sentido inverso. Al menos dos periodos de medición de las siguientes características.

1. Corriente nominal : 2.5 A
2. Tensión de servicio : 120 VAC, trifásico 3 hilos
3. Clase de precisión : 1.0
4. Frecuencia : 60 Hz
5. Relación de transf. TC : 500/5 A
6. Relación de transf. PT : 10/.120 KV.
7. Indicador de máxima demanda : Acumulativo, con 15 min de integración.

- i) Un (1) contador de energía reactiva con características similares al contador de energía activa pero sin indicador de máxima demanda para un solo periodo de medición y para ser utilizado con transformador desfasador de tensión de preferencia, pudiendo también ofertarse un instrumento que no lo requiera.

3.11.6 Información solicitada

El ofertante deberá proporcionar obligatoriamente con su oferta la siguiente información:

- Cualquier excepción a las especificaciones dará lugar a sugerencias de solución por parte del fabricante, sin embargo

éste no podrá realizar ningún cambio sin la aprobación del comprador.

Disposición de paneles incluyendo vista frontal, lateral y cortes con las dimensiones básicas.

Diagrama de conexiones internas y ubicación de equipos mostrando los detalles de construcción y arreglos típicos.

Información técnica completa de los interruptores, fusibles, relés, instrumentos, conmutadores y demás elementos empleados incluyendo curvas de operación de los relés, fusibles, etc.

Planos de ensamble

Los planos y diagramas presentados deben tener el alcance y detalle suficiente para permitir la evaluación del diseño, debiendo incluir el arreglo del cableado, accesibilidad, facilidad de conexiones en el campo, apariencia general, dimensiones, etc. Las ofertas que carezcan de esta información no serán evaluados.

Instrucciones de mantenimiento

Datos de transporte y/o embarque, embalaje, cantidad de partes, pesos, dimensiones, etc.

Pruebas a efectuar.

El ofertante que haya sido favorecido en la evaluación de ofertas deberá proporcionar la información siguiente para aprobación del comprador antes de proceder a la construcción de los paneles:

Diagrama elemental del Sistema, diagramas de cableado de los paneles de control, incluyendo lo siguiente:

Diagrama unifilar del sistema de alta tensión

Diagramas funcionales detallados de protección y medición.

. Diagrama de las circuitos AC y DC.

Diagrama de conexiones internas del panel mostrando la identificación de los dispositivos y a conexión entre ellos. Se deberá incluir los diagramas internos de los dispositivos.

Lista detallada de los dispositivos y materiales empleados.

Para los equipos de estado sólido, adicionalmente debe proporcionarse:

Diagramas lógicos de todas las funciones del equipo.

Diagrama de circuitos.

Mapa de dispositivos con las características técnicas de cada uno de ellos.

3.11.7 Placas de identificación

Se deberá prever las siguientes placas de identificación.

- a. Para la identificación de cada celda, una en el frente y otra en la espalda.
- b. Para identificar la función de cada instrumento, relé fusible, interruptor, etc.

Las placas serán de aluminio o plástico laminado, de fondo blanco y letras negras fijadas con tornillos o remachadas.

3.11.8 Acabado

El proceso de pintado deberá constar de los siguientes pasos:

- a. Arenado y desengrase de la plancha.
- b. Dos manos de pintura anticorrosiva del tipo epóxico o un proceso de fosfatizado.
- c. Dos manos de pintura de acabado del tipo epóxico del color normalizado por el fabricante.

El fabricante puede presentar un tratamiento equivalente.

3.11.9 Accesorios Y Repuestos

En ítem aparte, el vendedor deberá cotizar como mínimo lo siguiente:

- a. Un relé de protección por hilo piloto de similares características al del Panel N° 2 para ser instalados en el otro final de la línea Torre N° 8 - Planta de Zinc, deberá incluir lo siguiente:
 - Un convertidor a corriente monofásica de una combinación de la corriente de fase.
 - Componentes limitadores de voltaje para limitar las magnitudes de los cables de hilo piloto.
 - Dos transformadores de aislamiento
 - . Relación de transformación : 1 a 1
 - . Máxima resistencia devanados : 100 ohms.
 - . Mínimo voltaje de saturación : 100 voltios
 - . Aislamiento

Entre devanados : 8000 voltios

Entre devanados y tierra : 8000 voltios

Deberán tener devanados secundarios con punto central balanceado y accesible, además deberán poseer un blindaje electrostático.

- Indicadores de suministro de potencia
 - Un relé de salida
 - Unidades señalizadoras que indiquen actuación del relé.
 - Un juego de medición de corriente consistente en un miliamperímetro AL, un switch de prueba, y un transformador de medida para permitir una comprobación de la continuidad de hilo piloto y una lectura de la corriente secundaria en cada final de línea.
 - Un relé supervisor para comprobación continua del circuito de hilo piloto.
- b. Un enchufe de pruebas para prueba de relés.
 - c. Cualesquier herramienta especial requerida para el mantenimiento del interruptor.
 - d. Dos fusibles de Alta tensión y dos de Baja tensión para los transformadores de tensión.
 - e. Un polo del interruptor 10 KV (SF6) o equivalente en botellas de vacío.
 - f. Un relé de cada tipo

- g. Cualquier otro componente de la celda que el fabricante crea conveniente.

3.11.10 Inspección, pruebas y garantía

Inspección

El vendedor deberá permitir el ingreso y dar facilidades todas las veces que sean razonablemente necesarias, al comprador o a su inspector autorizado, para que inspecciones y examine todos los equipos, componentes y materiales durante la fabricación y ensamble, a fin de asegurar la conformidad de los materiales, trabajo y acabado a los requerimientos de estas especificaciones y a los planos aprobados por el comprador.

Pruebas

El tablero y sus componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas aplicables listados en el numeral 11.3.

El vendedor deberá ejecutar todas las pruebas de rutina indicadas en las normas aplicables listadas, así como cualquier otra prueba normalmente ejecutada por él, y que sea necesaria para asegurar la conformidad con estas especificaciones estas pruebas deberán incluir, pero sin limitarse a lo siguiente:

- Inspección visual completa de los equipos y cableado, verificando las características técnicas.

- Pruebas de aislamiento en todos los circuitos con megger de 500 V DC.
- Pruebas individuales de cada equipo y demás componentes. Verificación de las características de los relés y de la precisión de los instrumentos de medida.

El vendedor deberá proporcionar junto con su oferta una lista de las pruebas que espera realizar en los componentes y en el tablero terminado. El método de prueba deberá ser especificado haciendo referencia a la norma aplicable o dando una descripción del método de prueba.

Las pruebas se deben realizar en los talleres y/o laboratorios del fabricante, el mismo que deberá proporcionar todo los equipos y materiales que fueran necesarios. El proveedor deberá informar por escrito y con anticipación de treinta días del inicio de las pruebas, remitiendo un programa en las mismas con los formatos de protocolo y procedimiento. Las pruebas se realizarán en presencia de un inspector designado por el comprador, debiendo el fabricante asumir íntegramente los gastos en que se incurriera para tal efecto, cuyo monto total deberá incluirse en la oferta. El fabricante deberá entregar cuatro copias del informe detallado de los resultados.

El inspector designado por el comprador será la única persona autorizada para dar la conformidad a la pruebas en fábrica.

La aceptación del certificado de los reportes de las pruebas efectuadas, no releva al vendedor de su responsabilidad para con el equipo en caso de que este falle, a cumplir con los requerimientos de esta especificación, independientemente de que el equipo esté en posesión del vendedor, en los almacenes del comprador o instalado en sitio.

Garantía

El vendedor garantizará que tanto los materiales como la mano de obra empleados bajo esta especificación, han sido probados conforme a ésta, y que los resultados de las pruebas cumplen con los requerimientos de esta especificación y con los planos aprobados. Adicionalmente, certificará su conformidad a reemplazar cualquier equipo o componente encontrado defectuoso en material o mano de obra durante los trabajos de instalación o que falle durante el normal y apropiado uso dentro del período de garantía después de habersele puesto en servicio.

3.11.11 Despacho y Transporte

El embalaje estará a cargo del vendedor y consistirá en jabas que protejan a los paneles de cualquier golpe e impacto. Los equipos sujetos a daño o susceptibles de descalibrarse durante el transporte, deberán desmontarse del tablero, ser embalados apropiadamente y enviados separadamente, en el lugar de trabajo deben ser nuevamente montados y cableados por el vendedor.

3.12 Tableros de distribución para servicios auxiliares

3.12.1 Generalidades

Esta especificación cubre las características de diseño, construcción, performance de tableros de distribución de fuerza para servicios auxiliares en AC y DC.

3.12.2 Condiciones de operación

- Altura m.s.n.m. : 4,000 m
- Instalación : Interior
- Humedad relativa
 - Máxima : 90%
 - Mínima : 50%
- Temperatura ambiente
 - Máxima : 35°C
 - Mínima : -20°C
- Condiciones sísmicas
 - Aceleración horizontal : 0.5 g.
 - Aceleración vertical : 0.3 g.
 - Frecuencia : 60 Hz.

3.12.3 Normas de fabricación, pruebas y operación

ANSI C1 - 1978, Z55.1 - 1967, C33.38 – 1974

UL 44 - 1977, 50 - 1975, 67 – 1974

NEMA PB1 - 1977

IPCEA S-66-524 - 1978

3.12.4 Características de los tableros

- Los tableros tienen las siguientes características:

Item	Cant.	Descripción
1	1	Tablero "TSA-1" de distribución para adosar, 230 V, 3 ϕ , 3 conductores, 60 Hz con interruptor alimentador principal 3 ϕ , 3 x 100 Amp, y para distribución un (1) interruptor de 3 x 70 Amp y cinco (5) interruptores de 2 x 20 Amp.
2	1	Tablero "TSA-2" de distribución para adosar, 125 VDC con un interruptor alimentador principal de 2 x 100 Amp y para distribución seis (6) interruptores de 2 x 20 Amp.

Ver plano N°404-23 (7 de 7)

- Tipo

Los tableros son del tipo para uso interior adosados a la pared, metálicos, con tapa y puerta frontal, equipado con interruptores termomagnéticos.

- Diseño y Construcción

Los tableros de fabricación estándar, para las características indicadas y su diseño incluye la llegada del alimentador principal, barras, distribución de circuitos, reservas y espacio para salidas;

todo de acuerdo con las normas mencionadas en la presente especificación.

* Alimentación

Los cables alimentadores de cobre llegan al interruptor principal, conectándose por medio de terminales tipo dado y tornillo.

Tanto los terminales de llegada como los interruptores principales se ubican en la parte superior de los tableros.

* Barras

El sistema de barras de distribución cumplen con lo siguiente:

Son de cobre electrolítico de 98% de conductividad, de una capacidad de acuerdo con el interruptor principal pero no menor a 100 Amp

Las barras principales y platinas conectoras a interruptores se empernan entre si y se soportan en conjunto sobre aisladores moldeados para mayor rigidez.

Son dimensionadas además teniendo en cuenta, el poder de ruptura del interruptor principal como mínimo.

* Interruptores

Automáticos en caja moldeada, intercambiables, de fácil montaje sin interferir con unidades adyacentes, para conducir las corrientes nominales a una temperatura de 35 °C y 4,000 m.s.n.m.

Los interruptores de los tableros de fuerza de 230 VAC tienen un poder de ruptura de 10 KA Simétricos y los tableros de fuerza de 125 VDC tienen 15 KA simétricos .

Los interruptores principales del tipo para empernar mientras que los de salida serán del tipo enchufable.

Del tipo protección térmica contra sobrecargas y magnética contra cortocircuitos.

Apertura y cierre rápidos, con barra de disparo común, bloqueo contra falla con dispositivo verificador de disparo e indicación de apertura por falla.

Los terminales en el lado de carga del tipo tornillo con ajuste de presión para fácil conexión de circuitos de salida adecuados para cables de cobre.

* Gabinete Metálico

Los tableros son fabricados en planchas de acero y llevan los elementos adecuados para darle la rigidez necesaria y son para servicio interior .

Todas las partes metálicas limpiadas y protegidas contra óxidos con varias capas de pintura.

Tapa frontal con pernos de fijación para montaje simple y rápido con puerta fijada con bisagras de tipo semi oculto, con chapa de tipo semi embutido y lleva empaquetadura para darle un grado de protección IP55 (IEC)

Tapa muerta en el interior que permite el cableado sin exponer las barras y las demás partes conductoras.

Las dimensiones de los tableros son apropiadas para permitir un cómodo cableado y conexionado del alimentador y circuitos derivados

* Accesorios

Porta tarjeta para información en la parte interior de la puerta frontal incluyendo un juego de tarjetas para identificación de circuitos y mediciones.

Orejas de fijación para montaje adosado de las unidades.

- Placa Característica

* De plancha de aluminio con letras negras sobre fondo blanco, con letras negras de 12 mm. de altura para fijar con dos tornillos y con la siguiente información como mínimo:

. Nombre de fabricante

. Tensión nominal, máxima y frecuencia.

* Además cada tablero lleva una placa de identificación con los números asignados según el acápite 4.1 (TSA-1 , TSA-2).

CONCLUSIONES

1. La Ingeniería del Proyecto se ha considerado teniendo en cuenta que durante el montaje la interrupción al servicio eléctrico sea el menor tiempo posible, para que no se afecte a la producción.
2. Además la Ingeniería del Proyecto, también ha considerado el alto grado de polución del medio ambiente, debido a los gases y partículas metálicas que emana de la Fundición.
3. Se ha adoptado la configuración de "Interruptor y medio", debido a la importancia y la magnitud de las cargas atendidas, además que nos permite realizar el mantenimiento de Alta Tensión de esta subestación sin realizar corte total de energía.
4. Debido a que la Subestación Cottrell es considerada bajo el esquema de no atendida, se ha considerado el suministro de los elementos de medición, corte, seccionamiento y protección para tener un suministro seguro y confiable.
5. Se ha considerado dentro de la Ingeniería del Proyecto el reforzamiento del sistema de protección en Alta Tensión, uno principal con relés diferenciales que debido a la ubicación de los transformadores de corriente en 50 kV, también se protege el sistema de barras, y uno de respaldo con relés de sobrecorrientes.

ANEXO A
CALIBRACION DE LAS PROTECCIONES

1. Calibración de la Protección Diferencial S.E. Cottrell

1.1 Descripción

El relé diferencial tiene características de porcentaje y restricción de armónicas, el de característica de restricción en porcentaje permite discriminar entre fallas internas y fallas externas para altas corrientes, mientras que el de restricción de armónicas le permite diferenciar la forma de onda de la corriente diferencial causada por una falla y aquella causada por la corriente de magnetización del transformador.

1.2 Calibración

Para el cálculo de la calibración del relé se considera las siguientes definiciones:

* Taps de Corriente

La corriente secundaria de los CT'S vistas por el relé son usualmente diferentes debido a la relación primaria a secundaria del transformador de potencia a ser protegido y la elección de la relación de transformación de los transformadores de corriente de los lados primario y secundario del transformador.

La calibración de los taps son seleccionados para igualar las corrientes vistas por la unidad de medida diferencial del relé.

La compensación del ángulo de desfase por el grupo de conexión del transformador de potencia, para estos relés es

realizado mediante el conexionado de los CT'S en ambos lados del relé.

Para su calibración es importante identificar correctamente que terminales del relé son conectadas a los CT'S del lado de alta y baja del transformador de potencia.

* Porcentaje Diferencial

El relé opera cuando las corrientes de entrada difieren en magnitud (vectorial). El punto de operación ocurre cuando la diferencia de corrientes expresada como un porcentaje del menor valor excede la calibración prefijada.

El porcentaje diferencial o pendiente puede ser calibrado del 15 al 40% y es ilustrado en las figuras. En estos gráficos el eje vertical es la corriente relativa a el valor del tap.

$$M_o = \left(\frac{I_1}{T_1} \right) - \left(\frac{I_2}{T_2} \right)$$

Y en el eje horizontal es la menor corriente de restricción relativa al valor del tap.

$$M_R = \frac{I_2}{T_2}$$

El porcentaje diferencial es : $D = \frac{M_o}{M_R}$

Donde : I_1 : Es la mayor corriente de restricción

T_1 : Es el valor del tap

I_2 : Es la menor corriente de restricción

T_2 : Es el valor del tap

RELACIÓN : 48/10 kV

TAP ACTUAL : 5

TAPS EN ALTA

1 50400 kV

2 49200 kV

3 48000 kV

4 46800 kV

5 45600 kV

Procedimiento de Cálculo

LADO DE ALTA (50kV) LADO DE BAJA (10,9 kV)

Delta

Estrella

* Máxima corriente de carga (a 10 MVA)

$$I_H = \frac{10,000}{3 \times 50} = 115.5 \text{ A}$$

$$I_L = \frac{10,000}{3 \times 10.9} = 527 \text{ A}$$

* Máxima corriente de falla

. Asumiendo barra infinita

$$I_{HF} = \frac{1}{0.962} \times \frac{100,000}{3 \times 50} = 1200.7 \text{ A}$$

$$I_{LF} = \frac{1}{0.9627} \times \frac{100,000}{3 \times 10.9} = 5507.7 \text{ A}$$

. Corrientes reales

$$I_{HF} = 1.1106 \times \frac{100,000}{3 \times 50} = 1282.4 \text{ A}$$

$$I_{LF} = 1.1106 \times \frac{100,000}{3 \times 10.9} = 5882.0 \text{ A}$$

* Relación de CT'S

	Alta	Baja
P	T	S
Multiratio	Multiratio	Fijo
1200/5	1200/5	800/5
800/5 Tap	800/5 Tap	800/5

Corriente secundaria en los CT'S a máxima corriente de falla

$$I_{HP} = \frac{1282.4}{800} \times 5 = 8 \text{ A}$$

$$I_{LS} = \frac{5882}{800} \times 5 = 36.76 \text{ A}$$

$$8 < 100$$

$$36.76 < 100$$

* Corriente en el secundario de los CT'S a máxima corriente de carga.

$$I_{HP} = \frac{5}{800} \times 115.5 = 0.722 \text{ A}$$

$$I_{LS} = \frac{5}{800} \times 527 = 3.3 \text{ A}$$

Conexión de CT'S Estrella

Conexión CT'S

Delta

* Corriente en el relé a máxima corriente de carga

$$I_{HR} = 0.722 \times 5 = 3.61 \text{ A}$$

$$I_{LR} = 3.3 \times \sqrt{3} = 5.73 \text{ A}$$

* Relación de corrientes del relé (A)

$$A = \frac{\text{Mayor.valor}}{\text{Menor.valor}} = \frac{\text{Lado.Baja}}{\text{Lado.Alta}} = \frac{5.73}{3.61} = 1.59$$

* Selección de taps según tabla N° 1

Seleccionamos T = 1.56 Relación = 5/3.2

Mayor valor para lado de baja CT'S = 5.0 A tap

Menor valor para lado de alta CT'S = 3.2 A tap

- * Verificación de la capacidad continua de taps de la tabla N°2

Ambos taps son de rango continuo 10 A

- * Cálculo del error de ajuste

$$M = \frac{|T - A|}{\text{Menor..de..T.o.A}} = \frac{|1.56 - 1.59|}{1.59} = 0.019 = 1.9\%$$

(Error debido a taps del relé)

Como este error es menor al 10% los taps escogidos son correctos los valores seleccionados.

- * Selección de la calibración de porcentaje diferencial (pendiente)

$$S = M + LTC$$

Donde : M = Error de ajuste paso N° 9

LTC = Máximo error debido a posible variación del tap del transformador de potencia, consideramos $\approx 10\%$

- * Selección de la calibración instantánea

Corriente en el relé del lado de alta

$$\frac{10,000}{3 \times 50} \times \frac{5}{800} \times 5 = 3.61 \text{ A}$$

$$\frac{3.61 \times 10}{\text{Tap.del.lado.de.Alt}} = \frac{3.61 \times 10}{3.2} = 11.28 \dots (\text{x tap})$$

Multiplicando x 1.2 por margen = $11.28 \times 1.2 = 13.53$ (x tap)

Se calibra la unidad instantánea a 14 x tap.

- * Verificación de la eficiencia del CT'S

Determinando la longitud aproximada del cable de control y calibre usado para la conexión de secundarios del CT y la carga de cualquier otro equipo conectado.

- * Selección de la mínima corriente de operación del 25% relativo a la corriente de plena carga

$$I_{HS} = 3.61 \text{ (Del paso 5)}$$

$$\text{Tap del lado de alta} = 3,2 \text{ (Del paso 7)}$$

$$\frac{25\% \times 3.61}{3.2} = 28.2\% \text{ de tap}$$

$$\frac{I_m}{T} = 0.282$$

$$R = 0.282 \times \frac{100 + D}{D} \quad D = 25\% \text{ del paso 10}$$

- * Verificación de la no operación ante fallas externas en el lado de baja.

Para el caso 3 ϕ en máxima demanda se obtiene

$$I_{cc} = 1.1106 \times \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 10}$$

$$I_{CC} = 6412 \text{ A}$$

Para motivos de calibración consideramos el 80% de esta corriente, teniendo en cuenta una falla con resistencia de arco.

$$I_{FRS} = 0.8 \times 6,412 = 5,129.60 \text{ A}$$

$$I_{RP} = 5,129.60 \times \frac{10.9}{50} = 1,148.20$$

Corriente en el relé

Relación de taps

$$I_{RS} = 55.53 \text{ A}$$

$$I_{RS} = \frac{55.53}{T_S} = 11.106$$

$$I_{RP} = 34.94 \text{ A}$$

$$I_{RP} = \frac{34.94}{p} = 10.9187$$

$$Error = \frac{11.106 - 10.9187}{10.9187} \times 100 = 1.72\%$$

1.4 Conclusiones

- * El riesgo de usar un relé de dos bobinas ocurre cuando una corriente de falla pasa directamente por el anillo pero no por el transformador.
- * Cuando una corriente de falla pasa a través del anillo se requiere que la suma de las corrientes en las salidas de los CT'S sea cercana a cero, pero debido a que la misma corriente se ingresa a la entrada del relé 87T, como quiera que el relé debería operar en su mayor parte sensible de su característica de modo que una corriente alrededor del 50% de la calibración de su tap debe ser suficiente para causar el disparo del relé.
- * Se aplica las dos corrientes de los transformadores de corriente del anillo o entradas separadas del relé 87T, habrá una alta corriente en cada entrada y las características de restricción del relé 87T hará reducir grandemente la sensibilidad del relé (Esta es la

característica de restricción normal, no la restricción del segundo armónico que se recibe en la acción de energización).

- * Por consiguiente usando dos entradas de los CT'S del anillo hace que el relé 87T tenga mayor seguridad contra malas operaciones.

2. Calibración de la protección por sobrecorriente

2.1 Calibración de relés salida a S.E. Casa de Fuerza

Relé N° 2

Función : 50/51

Ubicación : Panel N° 3 Caseta 50 KV

Características

Marca	: CEE	Frecuencia	: 60 Hz
Tipo	: ITG-7216	Ajuste I>	: 0.5...4 x IN
Vaux	: 125 VDC	Ajuste tI>	: 0.13 seg
IN	: 5A	Ajuste I>>	: 2 – 50 x IN
IA	: 5A	Función	: 50/51
		C.T. TAP	: 800/5

Calibración

$$a) I> = (0.5 + \Sigma 1) K IA$$

$$K = 1$$

$$\Sigma 1 = 0.5 = 0.5$$

Reemplazando

$$I> = (0.5 + 0.5) \times 1 \times 5$$

$$I> = 5$$

$$b) t(I>) = (0.05 + \Sigma t1) \text{ seg}$$

$$\Sigma t1 = 0$$

$$t(I>) = (0.05 + 0) = 0.05 \text{ seg.}$$

$$c) I>> = \infty$$

2.2 Calibración de relés salida a S.E. Cottrel, S.E. Aglomeración y S.E. Planta Cottrell

Relé N° 1

Función : 50/51

Ubicación : Panel N° 4 Caseta 50 KV Salida a S.E. Cottrel

Características

Marca	: CEE	Frecuencia	: 60 Hz
Tipo	: ITG-7216	Ajuste I>	: 0.5....4 x IN
Vaux	: 125 VDC	Ajuste tI>	: 0.13 seg
IN	: 5A	Ajuste I>>	: 2 – 50 x IN
IA	: 5A	Función	: 50/51
		C.T. TAP	: 150/5

Calibración

$$a) I> = (0.5 + \Sigma 1) K IA$$

$$K = 2$$

$$\Sigma 1 = 0.1 + 0.8 = 0.9$$

Reemplazando

$$I> = (0.5 + 0.9) \times 2 \times 5$$

$$I> = 14$$

$$b) \quad t(I>) = (0.05 + \Sigma t_1) \text{ seg}$$

$$\Sigma t_1 = 0.4 + 0.05$$

$$t(I>) = (0.05 + 0.4 + 0.05) = 0.5 \text{ seg.}$$

$$c) \quad I>> = (2 + \Sigma 2) K I_A$$

$$K = 2$$

$$\Sigma 2 = 1 + 2 = 3$$

$$I>> = (2 + 3) \times 2 \times 5$$

$$I>> = 50 \text{ A}$$

$$d) \quad T(I>>) = (2 + \Sigma t_2) K I_A$$

$$\Sigma t_2 = 0.05$$

$$t(I>>) = (0.05 + 0.05) = 0.1 \text{ seg.}$$

2.3 Calibración de Relés Salida a S.E. Cottrel

Relé N° 2

Función : 50/51

Ubicación : Panel N° 5 Caseta 11 KV Salida a Planta Cottrel

Características

Marca	: CEE	Frecuencia	: 60 Hz
Tipo	: ITG-7316	Ajuste I>	: 0.5....4 x I _N
Vaux	: 125 VDC	Ajuste tI>	: 0.13 seg
I _N	: 5A	Ajuste I>>	: 2 – 50 x I _N
I _A	: 5A	Función	: 50/51
		C.T. TAP	: 500/5

Calibración

$$a) \quad I_{>} = (0.5 + \Sigma 1) K IA$$

$$K = 2$$

$$\Sigma 1 = 0.2$$

Reemplazando

$$I_{>} = (0.5 + 0.2) \times 2 \times 5$$

$$I_{>} = 7$$

$$b) \quad t(I_{>}) = (0.05 + \Sigma t_1) \text{ seg}$$

$$\Sigma t_1 = 0.2 + 0.05$$

$$t(I_{>}) = (0.05 + .25) = 0.3 \text{ seg.}$$

$$c) \quad I_{>>} = (2 + \Sigma 2) K IA$$

$$K = 2$$

$$\Sigma 2 = 2$$

$$I_{>>} = (2 + 2) \times 2 \times 5$$

$$I_{>>} = 40 \text{ A}$$

$$d) \quad T(I_{>>}) = (0.05 + \Sigma t_2) K IA$$

$$\Sigma t_2 = 0$$

$$t(I_{>}) = (0.05 + 0) = 0.05 \text{ seg.}$$

2.4 Calibración de Relés Salida a S.E. Aglomeración

Relé N° 2

Función : 50/51

Ubicación : Panel N° 6 Caseta 11 KV Salida a S.E. Aglomeración

Características

Marca	: CEE	Frecuencia	: 60 Hz
Tipo	: ITG-7216	Ajuste $I_{>}$: $0.5 \dots 4 \times I_N$
Vaux	: 125 VDC	Ajuste $t_{I>}$: $0.1 \dots 3$ seg
I_N	: 5A	Ajuste $I_{>>}$: $2 - 50 \times I_N$
I_A	: 5A	Función	: 50/51
		C.T. TAP	: 500/5

Calibración

$$a) \quad I_{>} = (0.5 + \Sigma 1) K I_A$$

$$K = 2$$

$$\Sigma 1 = 0.1 + 0.2 + 0.4 = 0.7$$

Reemplazando

$$I_{>} = (0.5 + 0.7) \times 2 \times 5$$

$$I_{>} = 12$$

$$b) \quad t(I_{>}) = (0.05 + \Sigma t_1) \text{ seg}$$

$$\Sigma t_1 = 0.25$$

$$t(I_{>}) = (0.05 + 0.25) = 0.3 \text{ seg.}$$

$$c) \quad I_{>>} = (2 + \Sigma 2) K I_A$$

$$K = 2$$

$$\Sigma 2 = 2$$

$$I_{>>} = (2 + 2) \times 2 \times 5$$

$$I_{>>} = 40 \text{ A}$$

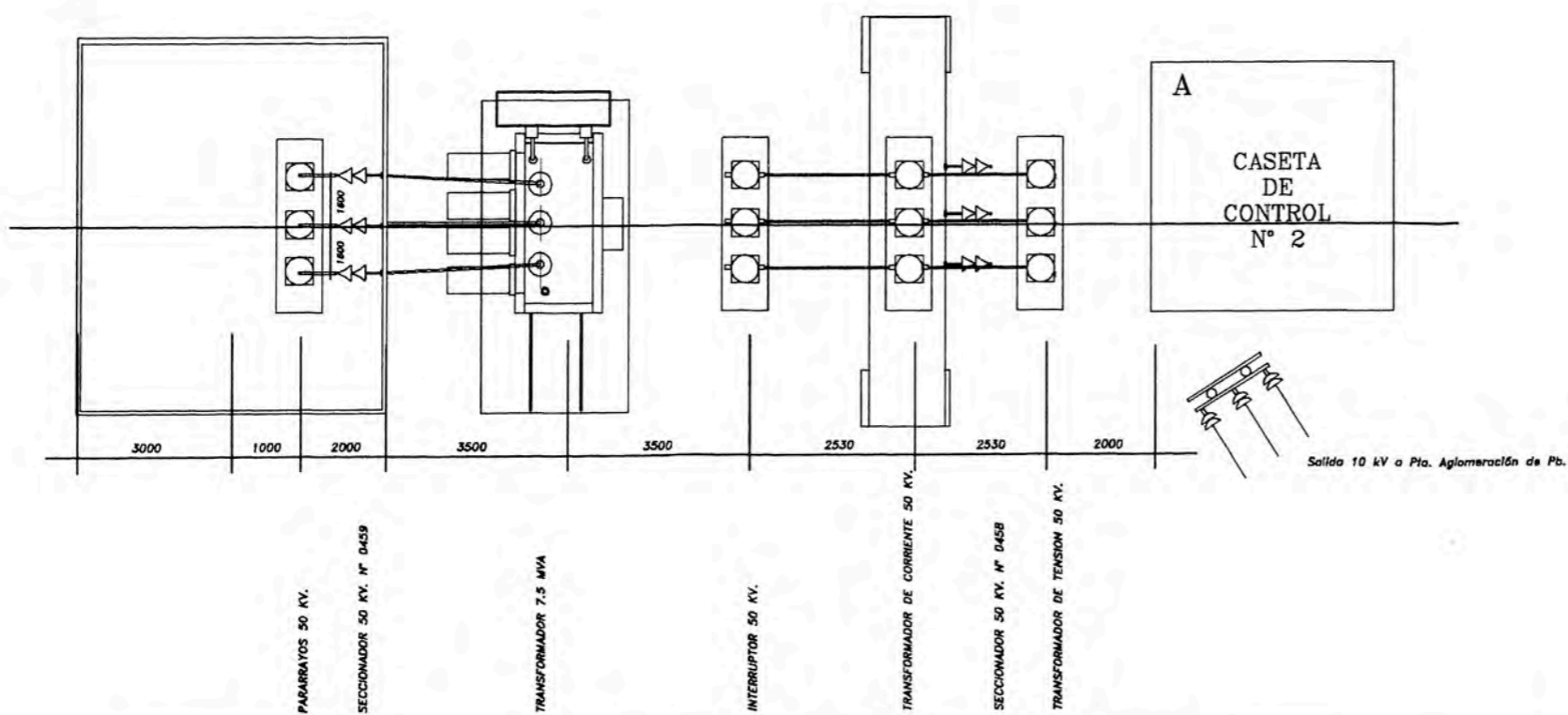
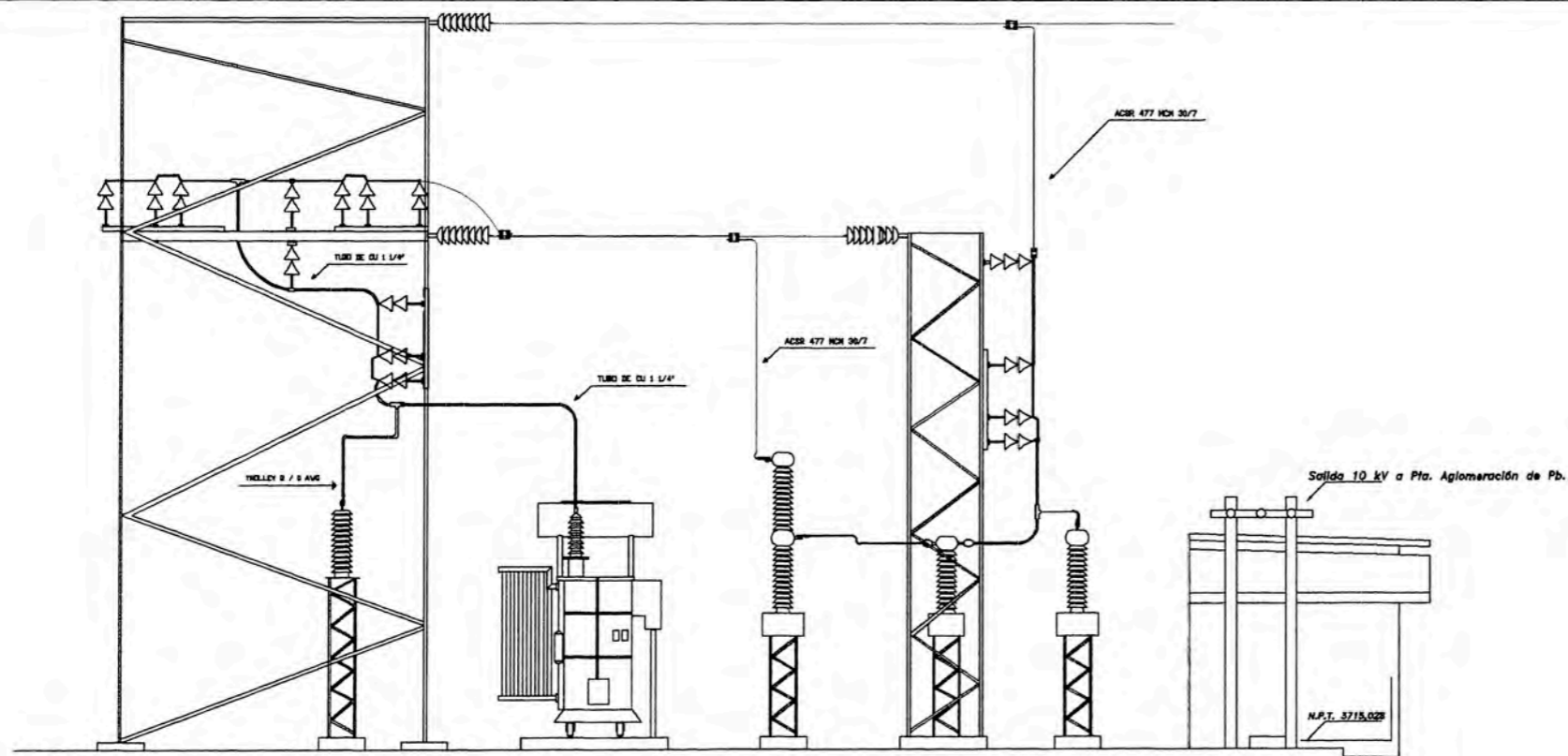
$$d) \quad T(I_{>>}) = (2 + \Sigma t_2) K I_A$$

$$\Sigma t_2 = 0$$

$$t(l>) = (0.05 + 0) = 0.05 \text{ seg.}$$

ANEXO B

PLANOS



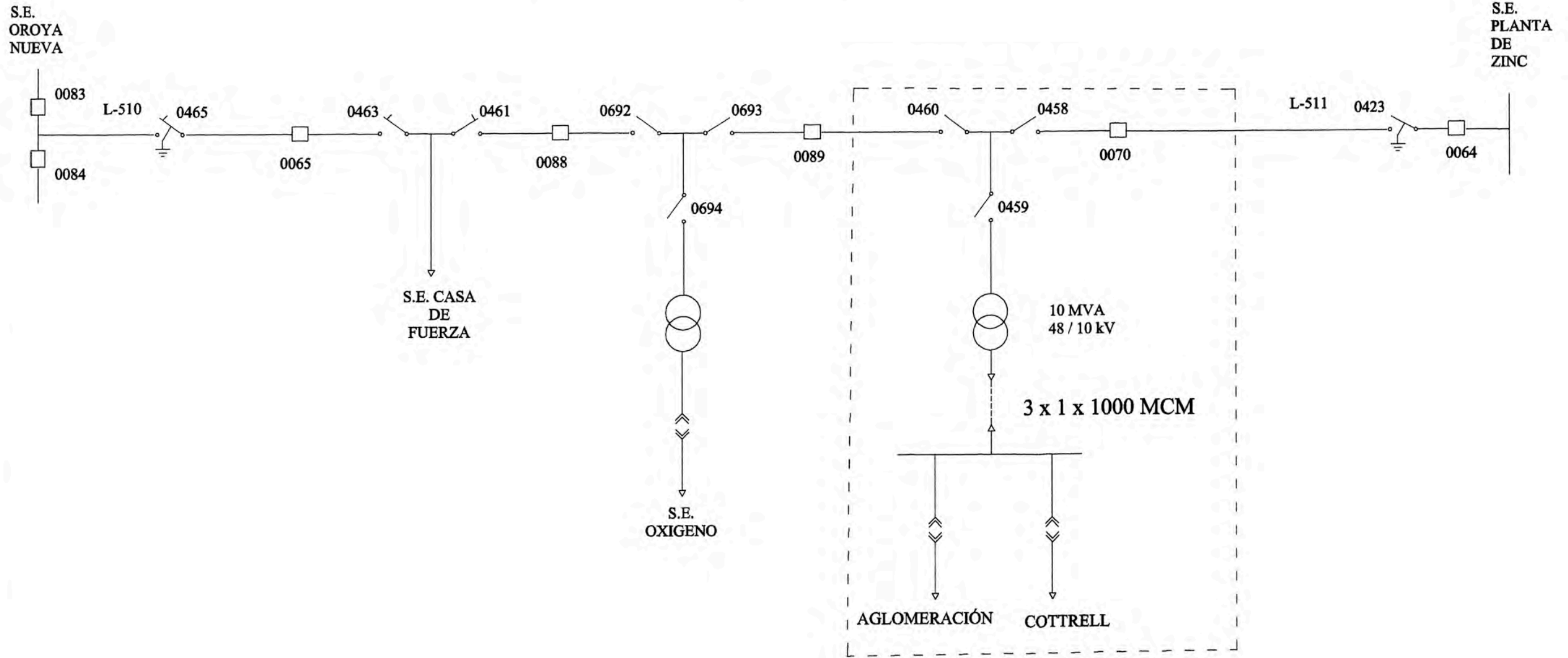
	Firma	Fecha
Aprob :	U. Rosado	Mar. '2000
Rev :	U. Rosado	Mar. '2000
Dis :	J. Mufante	Mar. '2000
Dib :	A. M.	Mar. '2000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR EL TITULO
 PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA

S.E. COTTRELL - PATIO 50 kV.
INSTALACIONES ACTUALES

Archivo :	
Plano N°:	01
Arch. CAD:	D-01-1. DWG

DIAGRAMA UNIFILAR



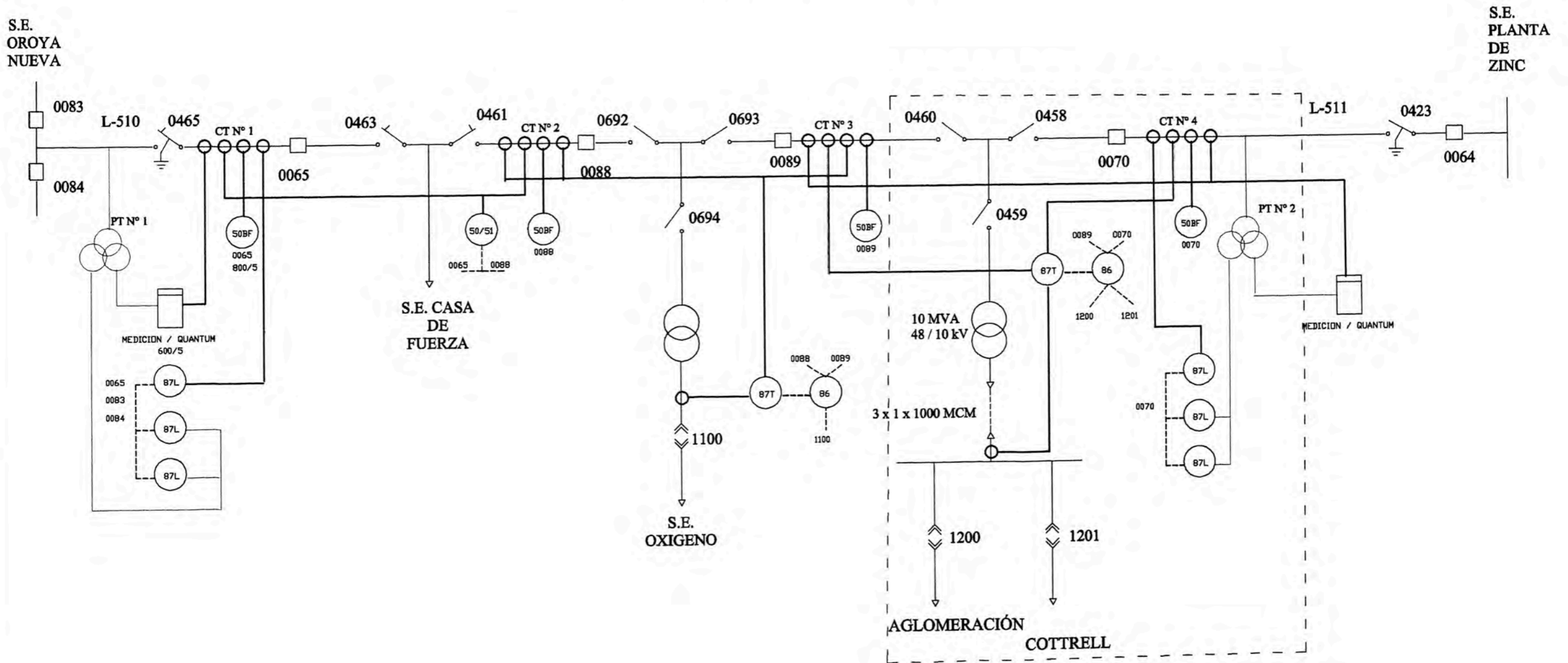
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL
 DE INGENIERO ELECTRICISTA

SUB ESTACION COTTRELL 50/10 kV
 DETALLE DE INGENIERIA

DIAGRAMA UNIFILAR

Plano N° 226-1

DIAGRAMA UNIFILAR

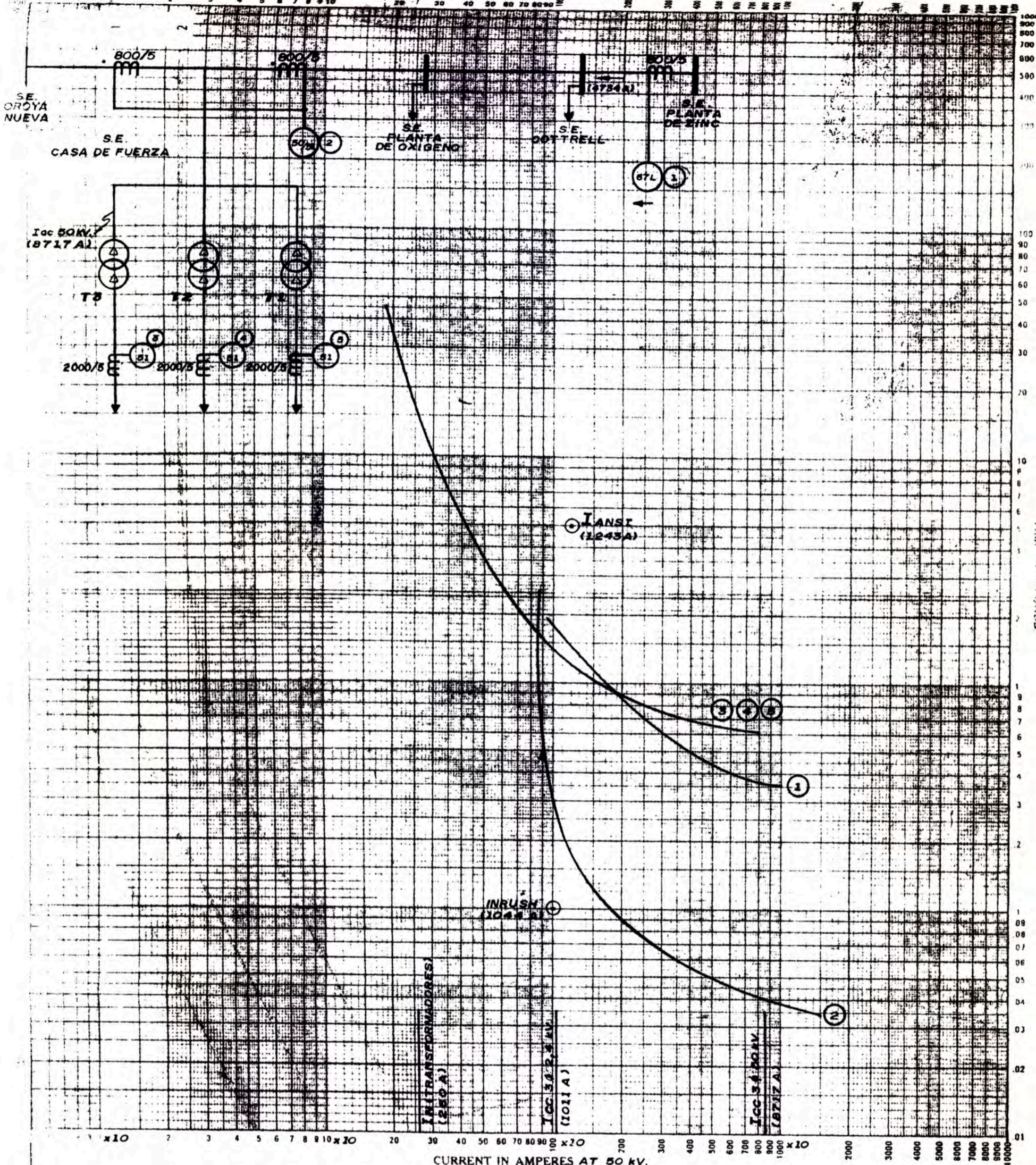


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 INFORME DE INGENIERÍA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL
 DE INGENIERO ELECTRICISTA

SUB ESTACION COTTRELL 50/10 kV
 DETALLE DE INGENIERIA

DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTECCION Y MEDICION

Plano N° 226-2

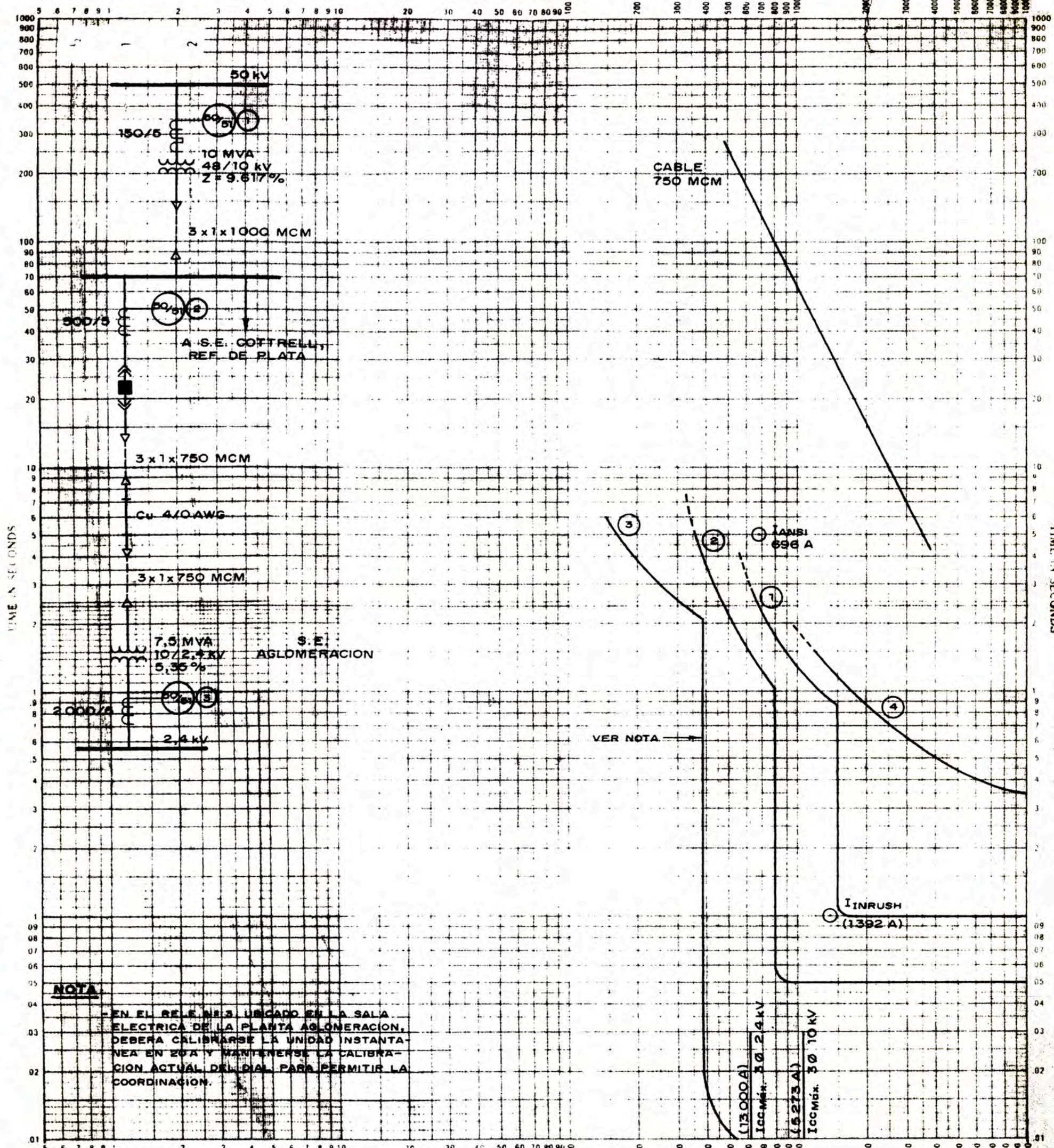


Nº	ELEMENTO	TIPO	TC	TAP	DIAL	INST	OBSERVACIONES
1	INVERSO	IGC 51	800/5	4	1,75	-	RELE EN PLANTA DE ZINC
2	INVERSO	CEE ITG 7216	800/5	5	1	∞	VER NOTA 1
3	MUY INVERSO	IAC-53A	2000/5	8	6,5	-	
4	MUY INVERSO	IAC-53A	2000/5	8	6,5	-	
5	MUY INVERSO	IAC-53A	2000/5	8	6,5	-	

NOTA 1
 $I >= (0,5 + \sum I) K IA$
 $\pm A = 5, K = 1, \Sigma I = 0,5$
 $I >= 1 \times 1 \times 5 = 5A$
 $\pm I >= (0,05 + \sum \tau) \text{seg.}$
 $\Sigma \tau = 0$
 $\pm I >= 0,05 \text{seg.}$

FIRMA _____ FECHA _____
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Aprb' _____
 Rev. J.M. _____
 Dis. J.M. _____
 Dib. A.M. _____ Nov 98
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

SUBESTACION COTTRELL 50/10 kV.
CURVAS TIEMPO - CORRIENTE DE RELES 50/51
S.E. CASA DE FUERZA



NOTA

- EN EL RELE Nº 3 UBICADO EN LA SALA ELECTRICA DE LA PLANTA AGLOMERACION, DEBERA CALIBRARSE LA UNIDAD INSTANTANEA EN 20A Y MANTENERSE LA CALIBRACION ACTUAL DEL DIAL PARA PERMITIR LA COORDINACION.

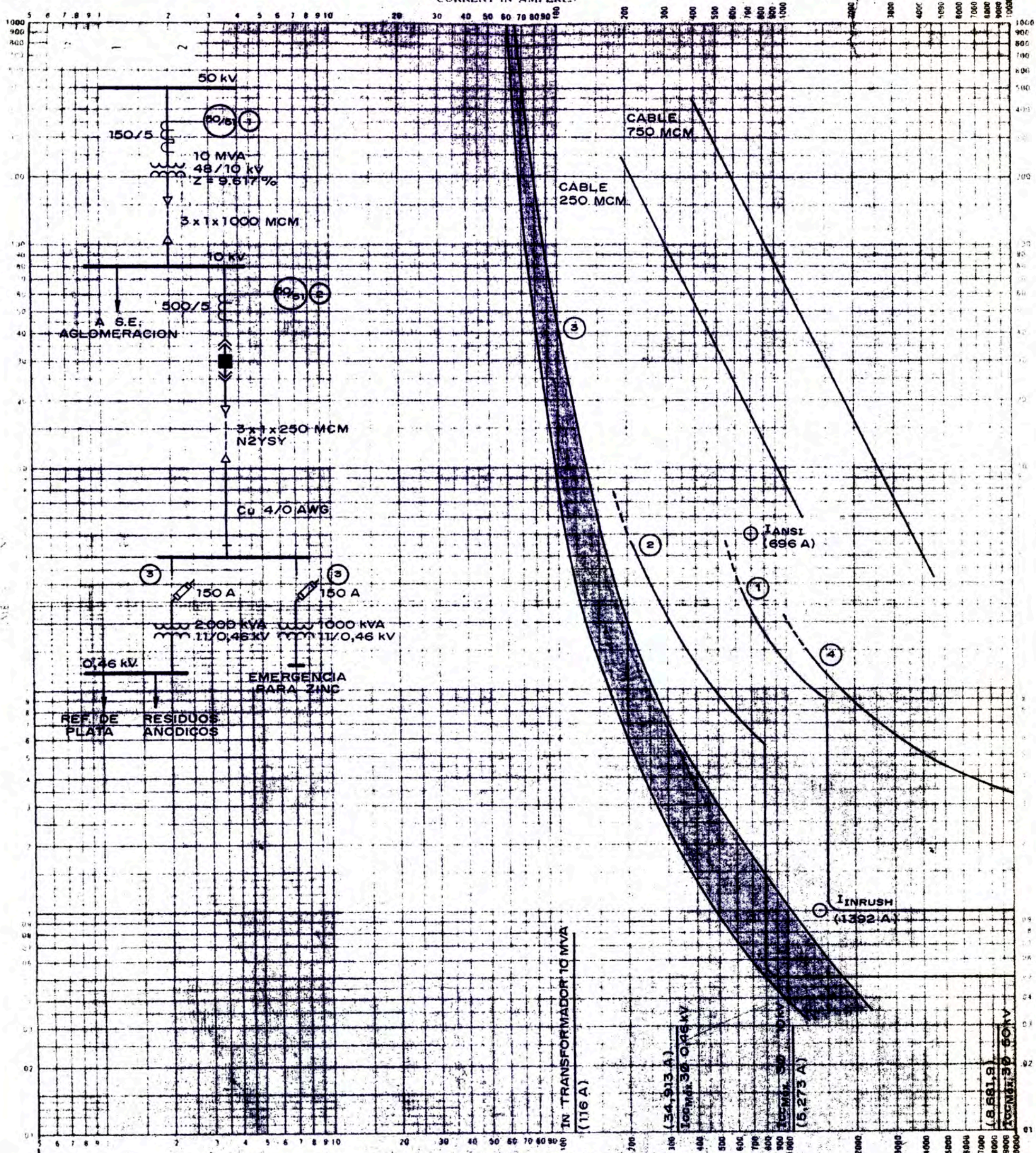
CURRENT IN AMPERES AT 50000 V

Nº	ELEMENTO	TIPO	TC	TAP	DIAL	INST	OBSERVACIONES			
							I >	Σt1	I >>	t(I >>)
1	INVERSO	CEE ITG-7216	150/5	14	,5 seg	50	0,5 seg a 10 I>, Σt1 = ,05 + 0,4	K = 2, Σ1 = 0,1 + 0,8	Σ2 = 1 + 2	Σt2 = 0,05
2	MUY INVERSO	CEE ITG-7316	500/5	12	,3 seg	40	0,3 seg a 10 I>, Σt1 = ,05 + 0,2	K = 2, Σ1 = 0,1 + 0,2 + 0,4	Σ2 = 2	Σt2 = 0
3	MUY INVERSO	IFC51B	2000/5	5	5	20	RELE EN S.E. AGLOMERACION			
4	INVERSO	IGC51	800/5	4	1,75	-	RELE EN PLANTA DE ZINC INT Nº 0064 - L-512			

FIRMA FECHA
Aprob: _____
Rev: J.M. _____
Dis: J.M. _____
Dib: A.M. _____ Nov 98

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

SUB ESTACION COTTRELL 50/10 kV
DETALLE DE INGENIERIA
CURVAS TIEMPO - CORRIENTE
DE RELES 50/51
SALIDA A S.E. AGLOMERACION 10 kV
Plano Nº 226-59 (2 de 4)



CURRENT IN AMPERES AT 50 000 V

OBSERVACIONES

Nº	ELEMENTO	TIPO	TC	TAP	DIAL	INST.
1	INVERSO	CEE ITG-7216	150/5	14	,5 seg	50 A
2	MUY INVERSO	CEE ITG-7316	500/5	7	,3 seg	40 A
3	FUSIBLE	150 A	-	-	-	-
4	INVERSO	IGC 51	800/5	4	1,75	-

I >	Σt1	I >>	t(I >>)
0,5 seg a 10 I>, Σt1 = ,05 + 0,4	K=2, Σ1 = 0,1 + 0,8	Σ2 = 1 + 2	Σt2 = 0,05
0,3 seg a 10 I>, Σt1 = ,05 + 0,2	K=2, Σ1 = 0,2	Σ2 = 2	Σt2 = 0

RELE EN PLANTA DE ZINC INT. Nº 0064

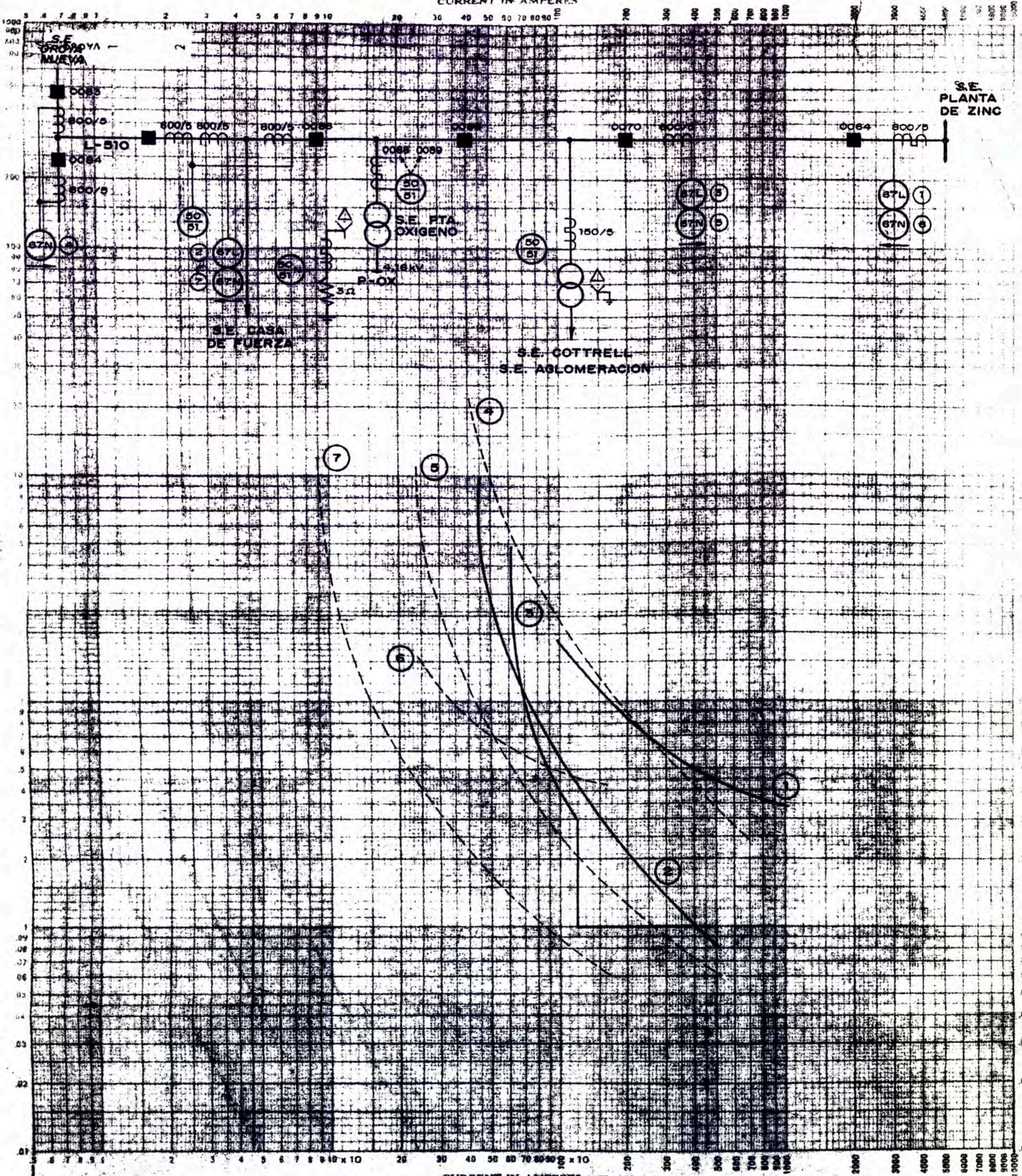
FIRMA FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

SUB ESTACION COTTRELL 50/10 KV
DETALLE DE INGENIERIA

CURVAS TIEMPO - CORRIENTE
DE RELES 50/51
SALIDA A S.E. COTTRELL
Y REFINERIA DE PLATA 10KV

Aprob: _____ FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
Rev : J.M. _____
Dis : J.M. _____
Dib : A.M. _____ Nov 98



Nº	ELEMENTO	TIPO	TC	TAP	DIAL	INST	OBSERVACIONES
1	INVERSO (67L)	IGC 51	800/5	4	1,75	-	CALIBRACION ACTUAL
2	MUY INVERSO (67L)	CEE RMSD-7921	800/5	2,5	0,1	125	
3	INVERSO (67L)	CEE RMSD-7921	800/5	4,5	0,1	10	
4	MUY INVERSO (67N)	ENERTEC RSAS-2140	800/5	2	4		CALIBRACION ACTUAL
5	MUY INVERSO (67N)	CEE RMSD-7912	800/5	1,8	0,10		
6	MUY INVERSO (67N)	IBCG 121BCG51A2	800/5	1	1,5		
7	MUY INVERSO (67N)	CEE RMSD-7912	800/5	0,5	0,10		

NOTA:
 - PROTECCION DE FASE ———
 - PROTECCION DE NEUTRO - - - - -

FIRMA FECHA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Aprob: _____
 Rev : J.M. _____
 Dis : J.M. _____
 Dib : A.M. _____ Nov 98

SUB ESTACION COTTRELL 50/10KV
 DETALLE DE INGENIERIA

**CURVAS TIEMPO-CORRIENTE EN
 RELES 67L, 67N, 50/51 Y 50/51N
 ESQUEMA DEFINITIVO**

Piano Nº **226-59** (4 de 4)

ANEXO C

CALCULO DEL DISEÑO DE SUBESTACIONES

CALCULO DEL DISEÑO DE SUBESTACIONES

La base del desarrollo técnico en el diseño de subestaciones la forman la nueva tecnología y los requisitos que imponen las compañías y la sociedad.

Los factores relativos a la flexibilidad necesarios para posibilitar ampliaciones de subestaciones en servicios, así como los aspectos de operación y mantenimiento, son de gran importancia y deben tenerse en cuenta al desarrollar nuevos proyectos.

Los requisitos técnicos generales impuestos a los sistemas de alta tensión se presentan a continuación:

- **Condiciones de servicio:**

- Temperatura
Humedad
- Viento
- Contaminación
- Altitud sobre el nivel del mar
- Nivel cerámico.

- **Condiciones eléctricas y mecánicas de servicio**

- Corrientes normales
- Tensión nominal
- Sobretensiones
- Corriente de cortocircuito
- Corriente en condiciones de contingencia

La capacidad de soportar esfuerzos ambientales y cumplir con las demandas funcionales, forman la base general del diseño.

Uno de los principales aspectos en el diseño de una subestación es la selección de la configuración de sus barrajes. Son muchos los tipos de configuración que brindan los diferentes grados de confiabilidad, flexibilidad y seguridad requeridos por las diferentes subestaciones del sistema.

El diseño mecánico y eléctrico íntegro de las subestaciones presenta una completa gama de problemas al ingeniero proyectista. Conductores pesados, grandes corrientes productoras de pérdidas, requisitos anticontaminante y de aislamiento, intensidad de campo eléctrico y de corona, conexión a tierra para seguridad del personal, etc., todo ello debe tenerse en cuenta adecuadamente.

El desarrollo de sistemas auxiliares de diseño eficaces ha servido de punto de partida para el desarrollo de versiones más exacta con unos márgenes técnicos convenientes.

Las tensiones de aislamiento se reducirán mediante un perfeccionamiento de los pararrayos.

Los anteriores aspectos dan una idea general del reto que el ingeniero proyectista tiene cuando inicia el diseño de una subestación, siendo este informe de ingeniería sobre la SUBESTACIÓN COTTRELL, sirva como una guía para enfrentarlo.

Procedimiento General

1. Prediseño de acuerdo con los datos de planeamiento

Para nuestro caso, debido a una falla del tipo eléctrico en la S.E. Cottrell del Sistema Eléctrico de Centromin Perú S.A. lo que ocasionó la destrucción total de los equipos principales de la subestación, con la finalidad de restablecer el suministro eléctrico a las plantas involucradas se realizaron trabajos de emergencia, acondicionándose en su mayoría equipos reutilizados y baja confiabilidad.

Por lo anterior la alta dirección de la empresa encarga a la DET de la elaboración del proyecto para la reubicación de la S.E. Cottrell, los alimentadores en 10 kV. hasta el punto de entrega ubicados en las respectivas plantas.

2. Datos Generales

- Altura sobre el nivel del mar: 3800
- Temperatura media y variaciones.
 - Máxima 35°C
 - Mínima -20°C
- Humedad relativa
 - Máxima 90%
 - Mínima 50%
- Grado de contaminación ambiental Alta polución atmosférica
- Espectro de respuesta sísmica
 - Aceleración horizontal 0.5 g
 - Aceleración vertical 0.3 g

3. Datos del Sistema

- Potencia de cortocircuito máxima 834 A.

- Capacidad máxima 3424 KW

4. Diseño Eléctrico

- Equipos de alta tensión
- Conductores Barras, aisladores y conectores
- Apantallamiento
- Estructuras (pórticos y soportes de equipos)
- Sistema de control y protecciones
- Transformadores de potencia
- Sistema de servicios auxiliares de corriente alterna y corriente directa.
- Cableado y canalizaciones
- Mallas de tierra

5. Diseño de obras Civiles

- Fundación de equipos y pórticos basándose en los datos de cargas y anclajes suministrados por el fabricante.
- Edificio de control
- Cerco perimetral
- Acabado superficial definitivo
- Otras obras complementarias.

6. Configuración

En vista a la importancia y la magnitud de las cargas atendidas:

- Casa de Fuerza : 22.5 MVA
- Cottrell : 7.5 MVA
- Planta de Zinc : 45 MVA
- Planta de Oxigeno : 6 MVA

Y con la finalidad de reforzar el sistema de protección de la línea O. Nueva – Casa de Fuerza – Cottrell – Planta de Zinc, se modificaran equipos de Alta tensión adoptándose una configuración de “INTERRUPTOR Y MEDIO” para cada salida.

Esta configuración debe su nombre al hecho de exigir tres interruptores por cada 2 salidas (ver diagrama unifilar), por lo que se puede realizar mantenimiento a cualquiera de los interruptores o barraje sin suspender el servicio y sin alterar el sistema de protección, además una falla en cualquier barraje no interrumpe el servicio a ningún circuito, presentando así un alto índice de confiabilidad y seguridad.

7. Coordinación del aislamiento

Las sobretensiones que ocurren en un sistema son usualmente divididas en tres grupos:

- Sobretensiones temporales: son a frecuencia industrial o muy cercanas, no amortiguadas o suavemente amortiguadas (pérdidas de carga, fallas a tierra y resonancias de diferentes tipos)
- Sobretensiones de maniobra: están asociadas a todas las operaciones y fallas de un sistema.
- Sobretensiones atmosféricas: descargas atmosféricas directas a una línea o como flameos inversos a una torre.

Corrección por Altura

$$Ka = 1 + 1.25 \times 10^{-4} * (H - 1000)$$

para :

$$H = 3,800$$

$$K_a = 1.35$$

Los valores de tensión corregidos de acuerdo con las recomendaciones

IEC "Insulation Coordination" N° 71 edición año 1976 son:

Tensión de operación a 3,800 m.s.n.m kV (RMS)	Tensión del diseño del equipo a kV. (RMS)	Tensión de prueba a 60 Hz. kV. (RMS)	Tensión prueba de impulso. kV (Pico)
50	72.5	140	325
11	17.5	38	75

Selección de Pararrayos

Tradicionalmente los pararrayos utilizados en las subestaciones de AT, han sido del tipo designado por las normas IEC como el de resistencia no lineales de carburo de silicio, el cual también es denominado tipo válvula o estación, sin embargo estos han sido desplazados por los de tipo de óxido de zinc ZnO o sin descargadores (gaps), a continuación se describe brevemente la metodología para seleccionar estos tipos de pararrayos.

- Tensión continua de operación : COV

$$COV = \frac{Um}{\sqrt{3}} = \frac{50}{\sqrt{3}} = 28.87kV$$

- Sobretensión temporal: TOV

$$TOV = K_e \times COV$$

K_e : Factor de tierra : 1.4 para sistemas sólidamente puestos a tierra

1.73 para sistemas con neutro aislado.

$$TOV = 1.4 \times 28.87 = 40.42 \text{ kV.}$$

- Tensión nominal del pararrayo (R) es el mayor valor entre R_o y R_1

$R_o = COV_{K_o}$ Ko: factor de diseño del pararrayo, el cual varia de acuerdo con el fabricante, un valor normalmente encontrado es de 0.8

$R_1 = TOV_{K_t}$ Kt: es la capacidad del pararrayo y depende del tiempo de duración de la sobretensión, así para 1 seg. es 1.15, para 10 seg. es 1.06 y para 2 horas es de 0.95.

$$R_o = 28.87_{0.80} = 36.09 kV$$

$$R_1 = 40.42_{0.95} = 42.55 kV$$

$$R = 42.55 \times 1.1 = 46.80 kV$$

El valor normalizado más próximo es 48 kV.

8. Distancias de Seguridad

De acuerdo a las recomendaciones de las Normas ANSI:

La distancia libre a tierra es de 0.64 m., pero, debido la corrección por la altura, humedad relativa y variación de la temperatura esta se debe corregir, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$d_{lm \text{ inf ase} - tierra} = 3.63 \times 10^{-5} x^{0.6} \frac{katm^n}{K} x U_{o,w}$$

$$d_{lm \text{ inf ase} - fase} = \frac{8xU_{ow1}}{3135xK1xkatm^{-n} - U_{ow1}}$$

katm = factor de corrección por altura, humedad y temperatura

$U_{o,w}$ = Tensión nominal soportada al impulso tipo rayo

$U_{o,w1}$ = Tensión nominal al impulso de flameo fase – fase al 50%

K = Factor de gaps para disposiciones típicas de electrodos fase a tierra

K_1 = Factor de gaps para disposiciones típicas de electrodos fase a fase

n = esta en función de la longitud de descarga, que para tensiones menores a 300 kV es 1.

Para nuestro caso es:

$$k_{atm} = 1.25$$

$$U_{0,w} = 325 \text{ kV}$$

$$K = 1.05$$

$$n = 1$$

Por lo que la nueva distancia fase a tierra mínima es de 0.74 m.

$$K_1 = 1.62$$

$$U_{0,w1} = 650 \text{ kV}$$

$$d_{1min, fase-fase} = 1.52 \text{ m.}$$

BIBLIOGRAFIA

1. Código Nacional del Perú.
2. Ing. Carlos Felipe Ramírez, Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión Mejias Villegas, 1989.
3. Ing. Gilberto Enriquez Harper, Sistemas Eléctricos de Potencia, Limusa, tercera edición, 1988.
4. Stagg, El Abiad, Computer Methods in Power System Analisis, Mc Graw Hill, 1968.
5. Switcggear Manual – ABB, octava edición, 1988.
6. Normas Internacionales IEC y ANSI.
7. Programa Computacional CYMFAULT y CYMCOORD