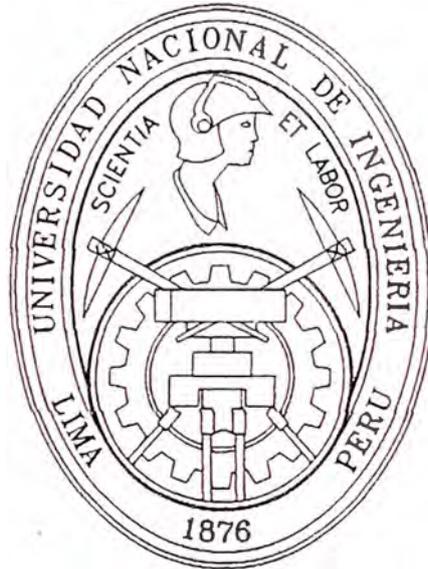


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**PRUEBAS EN BLANCO DE EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN DE LA
SUBESTACIÓN COTARUSE DEL PROYECTO DE LÍNEA
MANTARO-SOCABAYA**

INFORME DE INGENIERÍA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

PROMOCIÓN

1997 – I

LIMA – PERU

2006.

**PRUEBAS EN BLANCO DE EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN DE LA
SUBESTACIÓN COTARUSE DEL PROYECTO DE LINEA MANTARO-
SOCABAYA.**

A mis padres, por darme la vida
Mi esposa, por alentarme
Mis hijos, por motivarme mis esfuerzos
Mis hermanos, por el apoyo para
consolidar mis anhelos

SUMARIO

En la actualidad la electricidad es la fuente de energía más usada por el hombre, proporcionándole calidad de vida y las comodidades propias de nuestra era; siempre y cuando, la usemos en forma adecuada y la mantengamos bajo control.

Este control está a cargo de un conjunto de especialistas, quienes tienen la misión de proporcionar la información necesaria para lograr su máxima utilidad, la protección requerida y los fundamentos de control que se precisa establecer en los diferentes equipos que intervienen y mantienen este tipo de energía.

Durante el proceso de montaje de los equipos de una instalación y sobre todo en la culminación, que es cuando se procede a la puesta en servicio de la instalación, es necesario efectuar una serie de pruebas necesarias que garanticen el buen estado de los aisladores, los circuitos de control, la protección, la medición, la señalización, alarmas y finalmente el funcionamiento correcto del conjunto de equipos que se instalaron en la subestación.

Por otro lado, el conjunto de datos obtenidos de las pruebas sirven de antecedentes para que a lo largo de la vida de la subestación, el personal de mantenimiento tenga una base para determinar el grado de deterioro que van sufriendo los diferentes equipos, así como tener un punto de referencia para comparar las nuevas lecturas, obtenidas en el equipo sujeto a una reparación.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
---------------------	----------

CAPITULO I

GENERALIDADES E IMPORTANCIA DE LAS PRUEBAS EN BLANCO DE EQUIPOS DE PATIO DE LA SS.EE. COTARUSE

1.1	Introducción	3
1.2	Importancia de las pruebas en blanco	4
1.3	Especificaciones técnicas de los equipos de prueba	5
1.4	Cantidad de equipos del patio de la SS.EE Cotaruse sometido a prueba	7

CAPITULO II

INDUCTANCIA SHUNT

2.1	Introducción	8
2.2	Dispositivos de protección del transformador / reactor	8
2.2.1	Indicadores de temperatura del aceite (OTI)	8
2.2.2	Indicadores de temperatura del devanado (WTI)	9
2.2.3	Válvula de alivio de presión	10
2.2.4	Indicador del nivel de aceite	12
2.2.5	Desecador de aire (Deshidratador de Silica gel)	13
2.2.6	Relé Buchholz	15
2.2.7	Sistema de refrigeración	16
2.3	Fallas durante el funcionamiento	17
2.4	Especificaciones técnicas	21
2.5	Ejecución de pruebas en blanco de la inductancia Shunt	22
2.5.1	Inspección y verificación inicial	22
2.5.2	Resistencia de aislamiento con corriente continua	25

2.5.3	Resistencia de arrollamientos	26
2.5.4	Impedancia	27
2.5.5	Relación de transformación	27
2.5.6	Polaridad	28
2.5.7	Pruebas a los transformadores de corriente montados en Bushing	29
2.5.8	Pruebas, Operación y actuación de las protecciones	49
2.5.9	Verificación posterior a las pruebas	51
a)	Observaciones	52

CAPITULO III

INTERRUPTOR DE POTENCIA

3.1	Introducción	53
3.2	Tipos de interruptores	53
3.2.1	Interruptores en gran volumen de aceite	54
3.2.2	Interruptores en pequeño volumen de aceite	55
3.2.3	Interruptores neumáticos	55
a)	Resumen	56
3.2.4	Interruptores en hexafluoruro de azufre (SF ₆)	57
a)	Resumen	58
3.2.5	Interruptores en vacío	58
a)	Resumen	59
3.2.6	Normas de seguridad para el gas SF ₆ y CF ₄	59
3.2.7	Normas de seguridad para trabajar con interruptores	60
3.2.8	Fallas durante el funcionamiento	61
3.3	Valores proporcionados por el fabricante	63
3.3.1	Tiempos de cierre y apertura	63
3.3.2	Resistencia de contacto	64
3.3.3	Tiempo de carga del motor	64
3.4	Ejecución de pruebas en blanco	64
3.4.1	Inspección y verificación inicial	64
a)	Interruptores tipo LTB 420E2	64

b)	Interruptor tipo HPL1/145/420/31A1S	67
3.4.2	Resistencia de aislamiento con corriente continua	68
a)	Interruptores tipo LTB 420E2	68
b)	Interruptor tipo HPL1/145/420/31A1S	70
3.4.3	Resistencia de contacto	70
a)	Interruptores tipo LTB 420E2	71
b)	Interruptor tipo HPL1/145/420/31A1S	73
3.4.4	Medidas de tiempos de operación	74
a)	Interruptores tipo LTB 420E2	75
b)	Interruptor tipo HPL1/145/420/31A1S	78
3.4.5	Pruebas diversas	78
a)	Interruptores tipo LTB 420E2	78
a.1)	Medida de resistencia de bobinas cierra y apertura	78
a.2)	Corriente del motor, tiempo de carga del resorte	79
a.3)	Cantidad de maniobras	81
a.4)	Discordancia de fases	82
a.5)	Resumen y observaciones	82
b)	Interruptor tipo HPL1/145/420/31A1S	85
b.1)	Medidas de resistencia de bobinas cierre y apertura	85
b.2)	Corriente del motor, tiempo de carga del resorte.	86
b.3)	Cantidad de maniobras	86
b.4)	Resumen y observaciones	87
3.4.5	Pruebas de mandos	88
3.4.6	Anti-bombeo (Anti-pumping)	88
3.4.7	Verificación posterior a las pruebas	89
3.4.8	Observaciones	90

CAPITULO IV

SECCIONADORES

4.1	Introducción	91
4.1.1	Seccionadores SLOB con cámara de interrupción	92

4.1.2	Seccionadores SLOBT con cámara de interrupción	92
4.2	Normas de seguridad al trabajar con seccionadores	93
4.3	Fallas durante el funcionamiento	94
4.4	Ejecución de pruebas en blanco	95
4.4.1	Inspección y verificación inicial	95
4.4.2	Resistencia de aislamiento con corriente continua	98
4.4.3	Resistencia de contactos	102
a)	Resistencia de contacto de los seccionadores	102
b)	Resistencia de contacto de cuchillas de puesta a tierra	106
4.4.4	Medidas de tiempos de operación	108
4.4.5	Pruebas diversas	113
4.4.6	Pruebas de operación	151
4.4.7	Verificación posterior a las pruebas	152
a)	Observaciones	152

CAPITULO V

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

5.1	Introducción	154
5.2	Normas	154
5.3	Clasificación de acuerdo a su uso	155
5.3.1	Transformador de corriente para medida	155
5.3.2	Transformador de corriente para protección	155
5.4	Especificaciones técnicas	157
5.5	Ejecución de pruebas en blanco	159
5.5.1	Inspección y verificación inicial	159
5.5.2	Resistencia de aislamiento con corriente continua	161
5.5.3	Resistencia de arrollamiento	164
5.5.4	Curvas de saturación	166
5.5.5	Relación de transformación	177
5.5.6	Polaridad	182
5.5.6	Pruebas del transformador que reemplaza al TC5B1 fase C	186

5.5.7 Verificación posterior a las pruebas	186
a) Observaciones	186

CAPITULO VI

TRANSFORMADORES DE TENSIÓN

6.1 Introducción	188
6.2 Normas	189
6.3 Transformador de tensión electromagnético	189
6.4 Transformador de tensión capacitivo	189
6.4.1 Divisor de Tensión capacitivo (DTC)	191
6.4.2 Unidad electromagnética (UEM)	191
6.5 Clasificación de acuerdo a su uso	192
6.5.1 Transformador de tensión para medida	192
6.5.2 Transformador de tensión para protección	193
6.6 Especificaciones técnicas	194
6.7 Ejecución de pruebas en blanco	194
6.7.1 Inspección y verificación inicial	194
6.7.2 Resistencia de aislamiento con corriente continua	196
6.7.3 Resistencia de arrollamiento	198
6.7.4 Relación de transformación	199
6.7.5 Capacitancia	200
6.7.6 Polaridad	200
6.7.7 Verificación posterior a las pruebas	204
a) Observaciones	205

CAPITULO VII

PARARRAYOS

7.1 Introducción	206
7.2 Tipos de pararrayos	206
7.2.1 Cuernos de arqueado	207
7.2.2 Pararrayos autovalvulares	207

a) Operación del pararrayos	209
7.2.3 Pararrayos de óxidos metálicos	210
7.2.4 Ventajas del óxido metálico sobre los de tipo convencional	212
7.3 Ejecución de pruebas en blanco	213
7.3.1 Inspección y verificación inicial	213
7.3.2 Resistencia de aislamiento con corriente continua	215
a) Observaciones	216
7.3.3 Verificación posterior a las pruebas	217
CONCLUSIONES	218

ANEXO A

NORMAS

Introducción	221
Normas para la Inductancia	222
Normas para el Interruptor	222
Normas para el Seccionador	223
Normas para el transformador de corriente	223
Normas para el transformador de tensión	223

ANEXO B

DIAGRAMAS

Ubicación Geográfica S.E. Cotaruse (esquema EP-I-01, 01 hoja)	
Diagrama unifilar 220 kV (esquema EP-I-02, 01 hoja)	
Esquema simplificado (esquema EP-I-03, 01 hoja)	
Panel de mandos - mímico (esquema EP-I-04, 01 hoja)	
Inductancia shunt (esquema EP-II-01, 06 hojas)	
Placa de tuberías del reactor shunt (esquema EP-II-02, 01 hoja)	
Interruptor de dos cámaras en SF ₆ (esquema EP-III-01, 01 hoja)	
aplicación del micróhmetro (esquema EP-III-02, 02 hojas)	
Diagrama de densidad y presión / temperatura (esquema EP-III-03, 01 hoja)	

- Diagrama de circuito Mecanismo de maniobra BLG1002A (esquema EP-III-04, 08 hjs)
- Polo del seccionador SLOB (esquema EP-IV-01, 02 hojas)
- Polo del seccionador SLOBT (esquema EP-IV-02, 02 hojas)
- Esquema de megado de seccionadores (esquema EP-IV-03, 08 hojas)
- Mecanismo motorizado secundario CD 101 (esquema EP-IV-04, 01 hoja)
- Mecanismo motorizado principal CD 101 (esquema EP-IV-05, 01 hoja)
- Mecanismo motorizado secundario CD 201 (esquema EP-IV-06, 01 hoja)
- Mecanismo motorizado tripolar CD 101 (esquema EP-IV-07, 01 hoja)
- Mecanismo motorizado tripolar CD 201 (esquema EP-IV-08, 01 hoja)
- Polo del seccionador de apertura central (esquema EP-IV-09, 02 hojas)
- Polo del seccionador semi-pantógrafo (esquema EP-IV-10, 02 hojas)
- Typical Excitation curve for C class (esquema EP-V-01, 01 hoja)
- Corte longitudinal Transformador de corriente QDR (esquema EP-V-02, 03 hojas)
- Unidad electromagnética (esquema EP-VI-01, 01 hoja)
- Detalle de instalación transformador de tensión (esquema EP-VI-02, 01 hoja)
- Pararrayos placa de características (esquema EP-VII-01, 01 hoja)
- Pararrayos instalado (esquema EP-VII-02, 01 hoja)

INTRODUCCIÓN

La sociedad moderna está basada en la eficacia del servicio de Energía Eléctrica, lo que hace que la demanda de la misma se incremente rápidamente mientras que las fuentes de generación son cada vez más escasas.

La calidad de servicio en el suministro de energía eléctrica se mide, básicamente, en términos del número y duración de las interrupciones en el suministro, así como por el mantenimiento de la tensión y la frecuencia dentro de unos límites prefijados o nominales. Para asegurar el máximo retorno de las grandes inversiones de los equipos electromecánicos, de interrupción, de transformación, etc, utilizados en una subestación y para mantener a los usuarios satisfechos con un servicio confiable, el total de los equipos deberán ser mantenidos en perfecto estado de operación desde el primer día de servicio, esto se consigue verificando el buen funcionamiento de todos los equipos luego del montaje y de un adecuado mantenimiento de cada componente, de ésta forma se minimizan las fallas que podrían deteriorar o destruir los componente utilizados que conforman una subestación

La explotación de las fuentes de energía ubicadas en lugares alejados de la carga y la construcción de grandes plantas hidroeléctricas, ha dado como resultado el transporte de grandes cantidades de energía a través de grandes distancias, es por ello que como consecuencia del incremento en el uso de la energía eléctrica, y en el caso del Perú, por fallas ocasionadas por equipos de baja calidad que, indisponen líneas de transmisión que operan cerca de sus límites máximos de capacidad de transmisión, deben ser las mínimas. En consecuencia una de las principales tareas en el planeamiento de sistema interconectado es encontrar soluciones técnicas y económicamente factibles, de modo que el suministro de la energía eléctrica sea confiable.

Las pruebas de puesta en servicio comprenden las pruebas de instalación, las pruebas en blanco y las pruebas de energización. El informe presentado cubre las pruebas en blanco de los equipos de patio, estas pruebas tiene por objeto garantizar una instalación libre de fallas y errores.

Las pruebas pueden iniciarse antes de haberse terminado completamente las obras electromecánicas, es decir, al terminar de instalar los interruptores, Seccionadores o cualquier otro equipo se procederá a las pruebas individuales de los mismos. Las pruebas individuales no necesitan más que el equipo esté completamente instalado y se disponga de alimentación en corriente continua y alterna.

Las pruebas en blanco consisten principalmente de tres etapas bien diferenciadas las cuales indicamos a continuación.



☞ **Inspección inicial.**- Este paso nos permite verificar los componentes básicos de su instalación, ubicación, conexión, aterramiento de la masa, montaje y fijación de la estructura, etc.

☞ **Pruebas.**- Es la más importante, aquí se comprueba la correcta ejecución del montaje y el correcto funcionamiento de los diferentes equipos en cuanto a seguridad, medición protección y control.

☞ **Verificaciones posteriores a las pruebas.**- Nos permite verificar y dar conformidad para su funcionamiento normal, cabe señalar que en este punto nos ocupamos de las conexiones de alta tensión (embarrado) así como del circuito de control, protección, alimentación de tensión continua (Vcc) y tensión alterna (Vac), retoques de pintura, limpieza en general y finalmente su disponibilidad a la energización y operación dentro del sistema eléctrico.

CAPITULO I

GENERALIDADES E IMPORTANCIA DE LAS PRUEBAS EN BLANCO DE EQUIPOS DE PATIO DE LA SS.EE. COTARUSE

1.1 Introducción

Dentro del proyecto de la línea Mantaro-Socabaya que incluye las subestaciones de Mantaro, Cotaruse y Socabaya, las líneas de 220kV de doble terna, la SS.EE de Cotaruse es de compensación capacitiva serie e inductiva ubicada a una distancia de 294 Km al sur de la subestación Mantaro y a 315 Km al norte de la subestación Socabaya (distancias de las líneas entre subestaciones). Dicha subestación esta ubicada en las alturas del departamento de Apurímac, a 4104 m.s.n.m. (ver esquema EP-I-01 en anexo B)

La configuración de la SS.EE es en anillo (ring bus), cuenta con cuatro líneas de doble terna. Dos módulos para la línea de llegada de Mantaro y otros dos módulos para las líneas de salida a Socabaya (ver esquema EP-I-02, EP-I-03, EP-I-04 en anexo B). Cada módulo de línea cuenta con un equipo de compensación serie que consta de una batería de condensadores serie y varistancias de protección instaladas sobre una plataforma aislada. Un interruptor y un seccionador de derivación permiten contornear la compensación serie, asimismo, dos seccionadores permiten aislar cada fase de la compensación serie.

Cada barra del anillo cuenta con una inductancia en derivación de 50 MVAR para la compensación reactiva inductiva, estas inductancias serán gobernadas mediante un automatismo de control y protección y sincronizadores de maniobra de interruptores, los cuales están destinados a la conexión y desconexión de inductancias con fines de regular la tensión de la interconexión.

El objetivo de una subestación como la de Cotaruse es de compensar la tensión transmitida a largo de toda la línea, esto debe llevarse a cabo con la mayor eficiencia y mínimas pérdidas de energía teniendo en cuenta la seguridad y aspectos del medio ambiente.

Para remarcar la importancia del proyecto Mantaro – Socabaya en sí describiremos la interconexión entre los sistemas interconectados Centro-Norte (SICN) y el sistema

interconectado del Sur (SISUR), para ello se requiere una línea de transmisión de doble terna de 609 Km, cada fase consta de dos conductores de 716 MCM, el tendido de ésta línea atraviesa diagonalmente la cordillera de los andes, tiene un vano de 1572 m ubicado en el Cañon de Colca.

Para hacer posible la transmisión de energía a esta tensión, distancia y teniendo presente las condiciones atmosféricas que recorre la línea, se hace necesario la incorporación de una subestación de compensación serie de Cotaruse de modo que contrarreste la impedancia inductiva de la línea. La línea Mantaro-Socabaya tiene la capacidad de transito bidireccional de 300 MW de potencia, la potencia señalada es en el punto de entrega.

1.2 Importancia de las pruebas en blanco

Se llama “pruebas en blanco” a las pruebas realizadas a todos los equipos de un patio de llaves de una subestación luego de finalizar la instalación de los mismos. Las pruebas en blanco se realizan a todos los equipos y son importantes, los resultados de las mediciones son los que se tendrán en cuenta para las posteriores pruebas o mantenimiento preventivo o correctivo.

Por lo general, todos estos equipos sujetos a prueba han sido evaluados en laboratorios especializados del fabricante, luego son embalados cuidadosamente y enviados hacia el lugar de instalación final, utilizando para ello camiones, grúas y barco, algunos de estos elementos hasta en más dos oportunidades, durante este traslado pueden sufrir golpes de todo tipo que podrían causar rajaduras de los aisladores o desconexiones de accesorios o cableado interno. También puede sufrir algún desperfecto durante la instalación o montaje del equipo en el patio de llaves.

Por tanto, es importante la realización de las “pruebas en blanco” de todos los equipos del patio de llaves, una vez terminado la instalación de los mismos.

Gran parte de las pruebas las especifican los propios fabricantes, como pruebas de fábrica, algunas de las cuales se vuelven a efectuar, una vez instalado el equipo. Los equipos de alta tensión que se consideran en las pruebas son los siguientes:

- Inductancias Shunt
- Interruptores
- Seccionadores
- Transformadores de corriente
- Transformadores de tensión

- Pararrayos
- Aisladores

La secuencia de las pruebas se puede desarrollar en el siguiente orden, aunque no todas las pruebas que se indican a continuación se efectúan a cada uno de los equipos líneas arriba mencionadas.

- Resistencia de aislamiento
- Factor de potencia de los aislamiento
- Resistencia de contacto
- Tiempos de apertura y cierre de los contactos de los interruptores
- Continuidad eléctrica de los circuitos
- Polaridad
- Curva de saturación de los transformadores de corriente
- Relación de transformación
- Tensiones mínimas de operación
- Corrientes de arranque de los motores de seccionadores e interruptores
- Verificación de señales de alarmas y disparos

Las pruebas en blanco forman parte de los protocolos de puesta en servicio, tienen por objeto garantizar una subestación libre de fallas y errores.

1.3 Especificaciones técnicas de los equipos de prueba

Los equipos de prueba utilizados tienen las siguientes especificaciones técnicas:

TM 1600 marca PROGRAMA

Analizador de interruptores que mide los ciclos de tiempos de cierres y aperturas de interruptores, también mide la simultaneidad, el movimiento y la velocidad de los contactos, estos se encuentran descritos en las normas CEI 1208.

- Escala: 0 – 6.5s
- Resolución: 0.1 ms
- Precisión: $\pm 0.01\%$ de valor registrado $\pm 0.1ms$
- Temperatura de operación: ... -20°C a +50°C

Microhmetro MOM 600 marca PROGRAMA

El micróhmetro 600A proporciona una alta intensidad de corriente continua a través de la resistencia a medir y mide la caída de tensión

- Escala de medida: 0 – 1999 microhmios
- Error máximo: 1 microhmio
- Precisión:1% ± 1 dígito
- Intensidad de salida:0 – 600 A c.c.
- Tensión de circuito abierto: 10.5 V
- Protección térmica: 90°C

Megóhmetro electrónico MEGABRÁS MI 5500

Instrumento que se emplea para medir la resistencia de aislamiento inyectando tensión continua.

- Estabilidad de tensión de prueba: 1 % de tolerancia
- Rangos de medición:
Es función de la tensión de prueba
 - 500V: de 0 a 1.000.000 MΩ
 - 1.000V: de 0 a 2.000.000 MΩ
 - 2.500V: de 0 a 5.000.000 MΩ
 - 5.000V: de 0 a 10.000.000 MΩ
- Clase de exactitud: 1 según norma IRAM
- Corriente máxima entregada: 500 μA
- Índice de clase del megóhmetro: 2 según norma IRAM

Hidrómetro modelo 444732 marca EXTECH

Instrumento empleado para pruebas de Punto de rocío del gas SF6

Humedad:

- Rango: 10 – 95%
- precisión: ± 2%

Temperatura:

- Rango: 0 a 199.9 °F, 0 a 93 °C
- precisión: ± 1 °F, ± 0.5 °C

Punto de Rocío

- Rango: 0 a 122 °F, 0 a 50 °C
- precisión: ± 4 °F, ± 2 °C

Multímetro FLUKE modelo 8060A

Función	Rango	Precisión	Resolución
V dc	200 mV - 1000 V	$\pm(0.04\% + 2)$	10 μ V
V ac	200 mV - 1000 V	$\pm(0.2\% + 10)$	10 μ V
A dc	200 μ A - 2000mA	$\pm(0.2\% + 3)$	0.01 μ A
A ac	200 μ A - 2000mA	$\pm(0.75 + 10)$	0.01 μ A

Multímetro análogo/ digital marca TEKTRONIX modelo TX3

- V ca y cc / resolución: 500 mV hasta 1000 Vrms / 10 μ V
- A ca y cc: 500 μ A hasta 10 A
- Frecuencias / resolución: 0.5 Hz hasta 1 MHz / 0.001 Hz
- Resistencia / resolución 50 Ω hasta 50 M Ω / 0.01 Ω

1.4 Cantidad de equipos de patio de la SS.EE. Cotaruse sometidos a prueba

En el patio de llaves de la subestación Cotaruse se han instalados diversos equipos a la mayoría de ellos se han realizado las pruebas, los equipos sujetos a pruebas los siguientes:

- Inductancias Shunt 04 unidades
- Interruptores de potencia 12 ternas
- Seccionadores sin cuchilla de p.a.t. 16 ternas
- Seccionadores con cuchilla de p.a.t. 12 ternas
- Cuchillas de puesta a tierra 04 ternas
- Pararrayos 08 ternas
- Transformadores de tensión capacitivos 04 ternas
- transformadores de corriente 08 ternas
- Columnas de aisladores de porcelana 180 unidades

CAPITULO II

INDUCTANCIAS SHUNT

2.1 Introducción

Un transformador es una máquina electromagnética en el cual sus arrollamientos en número de dos o más están fijos uno respecto del otro, eléctricamente separados, su función principal es transformar un sistema de tensión y corrientes variables a uno o más sistemas de corrientes y tensión variables generalmente diferentes a los primeros y de la misma frecuencia. En la fabricación de los transformadores se toman toda clase de cuidados y se emplea mucho tiempo a fin de darle una máxima seguridad de servicio y una larga “duración de vida”. Deberán ser sellados herméticamente y poseer todos los accesorios para su instalación completa. Todas las piezas se fabrican con dimensiones precisas, garantizando su ínter cambiabilidad.

La Inductancia es una clase de transformador de potencia, el cual es diseñado para suministrar la potencia continua garantizada; como es una clase de transformadores cuenta con los accesorios de vigilancia y protección similares a los de los transformadores de potencia, por ello describiremos más adelante el funcionamiento y la realización de las pruebas en blanco para garantizar la integridad del equipo y dar la conformidad del buen estado de la inductancia shunt (ver esquema de inductancia shunt en anexo I)

2.2 Dispositivos de protección de la Inductancia Shunt

2.2.1 Indicador de temperatura del aceite (OTI)

Son indicadores resistentes a condiciones ambientales adversas y han sido diseñados y fabricados para trabajar expuestos a todo tipo de climas.

El indicador tiene comunicación con el tanque mediante un tubo capilar, el cual no debe doblarse ni torcerlo excesivamente, para su montaje emplean accesorios antivibratorios, para evitar el desgaste mecánico que ocasionan las vibraciones del transformador.

El incremento de temperatura origina el movimiento del fuelle de medida que transmite movimiento de rotación a la aguja indicadora y a un eje que está provisto de contactos de mercurio, estos contactos son en número de dos o cuatro (para señales de alarma y disparo) y pueden ajustarse en forma totalmente independientes unos de otros. En la figura N° 2.1 se muestra el indicador de temperatura del aceite.

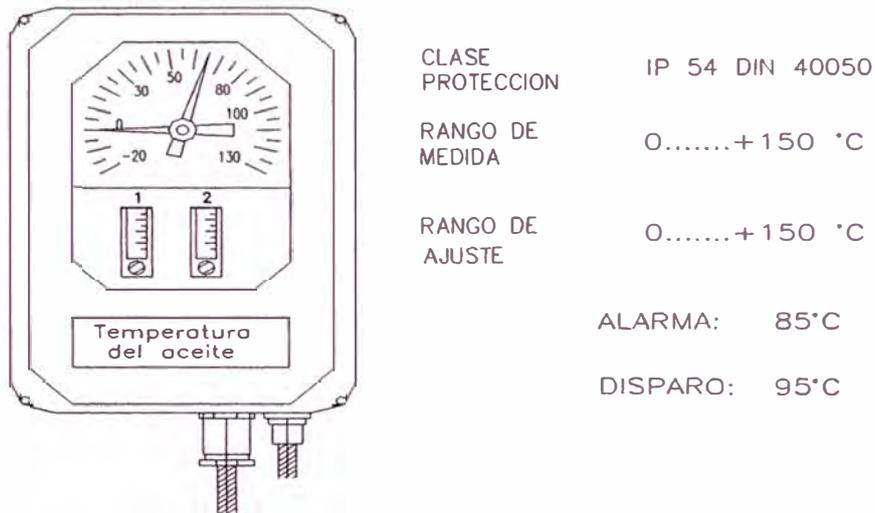


Fig. N° 2.1 Indicador de temperatura del aceite

2.2.2 Indicador de temperatura del devanado (WTI)

El indicador de la temperatura del devanado cuenta con la adición de una resistencia eléctrica para calentamiento. La misión de este indicador es medir la temperatura en el punto más caliente del devanado de un transformador, como es algo complicado medir directamente la temperatura del devanado, se ha ideado un instrumento que permite reproducir indirectamente y vigilar la temperatura. Ver figura N° 2.2.

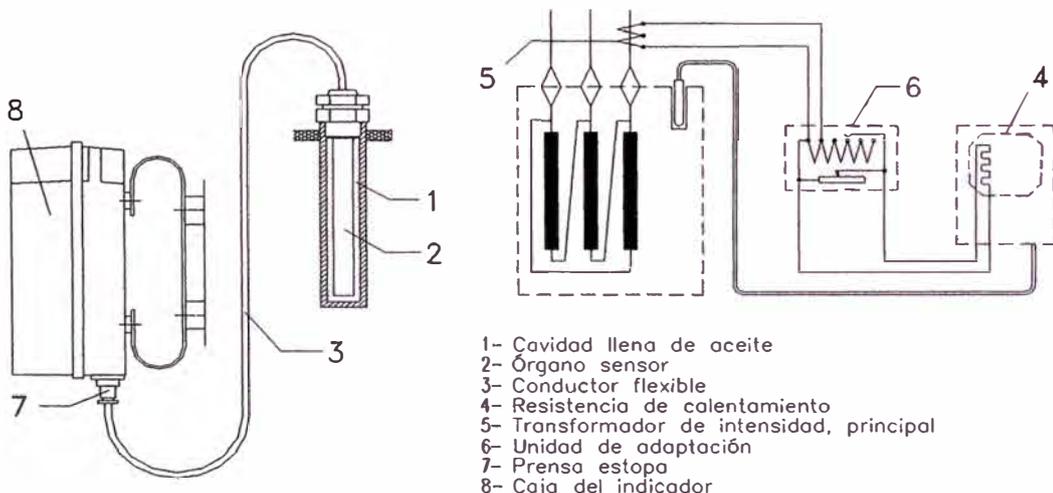


Fig. N° 2.2 Esquema para medida de temperatura del devanado

El indicador tiene un órgano censor (termocupla) situado en una cavidad llena de aceite, existente en la tapa de la inductancia.

Este órgano censor está conectado a la caja del indicador mediante una conducción flexible que consta de dos tubos capilares. Uno de estos tubos está unido al fuelle de medida del instrumento mientras que el otro esta al fuelle de compensación.

El instrumento contiene una resistencia de calentamiento, recorrida por una corriente proporcional a la corriente de carga del transformador, sobre el fuelle de medida actúan, tanto la temperatura de la resistencia de calentamiento como la temperatura existente en la cavidad de aceite, el incremento de temperatura origina el movimiento del fuelle de medida que transmite movimiento de rotación a la aguja indicadora y a un eje que está provistos de contactos de mercurio, estos contactos son en número de dos o cuatro y pueden ajustarse en forma totalmente independientes.

La caja indicadora tiene una aguja de máxima (color rojo), que la aguja indicadora arrastra consigo al aumentar la temperatura. Así pues, la aguja máxima indica la máxima temperatura alcanzada. Con un destornillador corriente, se puede hacer retroceder la aguja máxima, esta operación se realiza desde el exterior de la caja del instrumento.

2.2.3 Válvula de alivio de presión

Estas válvulas se utilizan para controlar la presión interior de los tanques, particularmente de aquellos en los cuales la presión interna puede subir instantáneamente por causas accidentales, estando latente el peligro de explosión. La característica de estos dispositivos es el de poder descargar la presión interna al exterior en un corto tiempo de 3 a 5 milisegundos.

Tienen un amplio y comprobado empleo en los tanques de los transformadores de potencia enfriados con aceite, en efecto, si en el interior de estos hay un violento e imprevisto corto circuito, se produce instantáneamente un enorme volumen de gas que aumenta sensiblemente el valor de la presión interna. Estas deben ser descargadas instantáneamente a través de dicha válvula, evitando así mayores daños que podrían provocarse desde la deformación hasta la explosión del tanque y el esparcimiento del aceite con los evidentes peligro de incendio.

Para evitar esto, es indispensable la aplicación de una o varias válvulas teniendo una descarga proporcional al volumen del aceite contenido en el transformador. Es también

· útil aplicarlas en todos los casos donde hay la necesidad de evitar que el valor de la presión interna no sobrepase los límites de antemano fijados.

a) Características funcionales de la válvula

La válvula de seguridad, está esquemáticamente constituida por una tapa sobre la cual actúa un resorte de fuerza, graduado al máximo valor de la presión admisible en el interior del tanque, sobre la cual está ubicada la válvula. Ver detalles en figura N° 2.3.

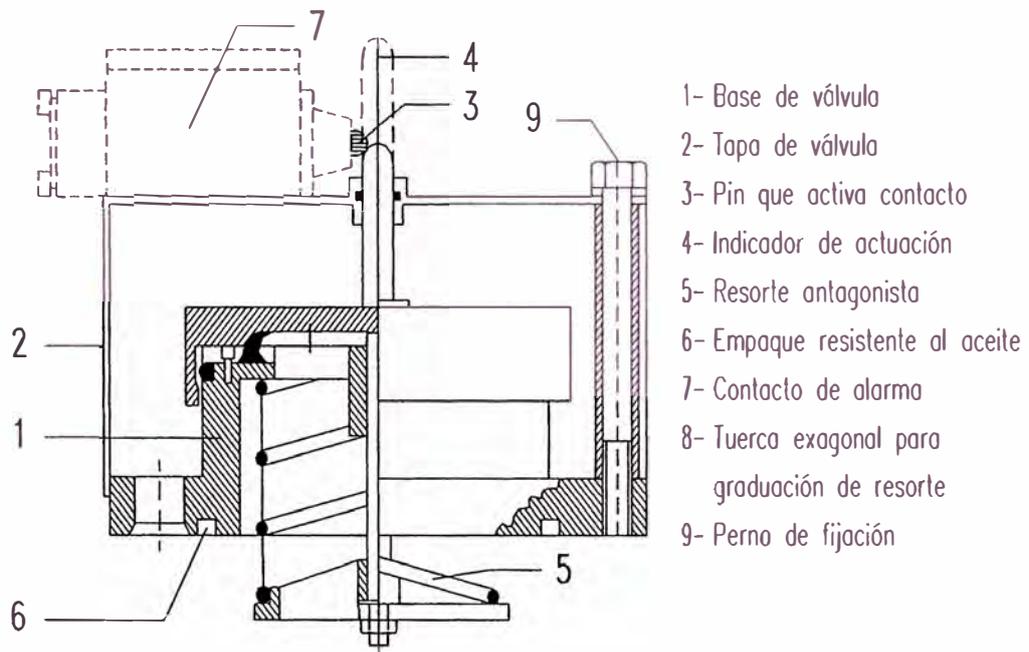


Fig. N° 2.3 Componentes de la válvula de alivio de presión

El resorte aprieta la tapa hermética contra un empaque en modo de asegurar el hermetismo con la base de la válvula, en el momento en el cual la presión supera el valor de límite de graduación, el resorte cede, siendo empujada hacia arriba la tapa e inmediatamente expulsado el exceso de aceite. Al restablecerse la presión normal se verifica el cierre instantáneo y automático de la válvula.

2.2.4 Indicador de nivel de aceite

Los indicadores de nivel de acoplamiento electromagnético constan de un robusto cuerpo fundido en aleación de aluminio, resistente a la corrosión y exento de porosidad. El imán permanente, encerrado en un soporte, se aplica exteriormente en el fondo del indicador y puede girar libremente. Un flotador manda esta rotación y el mismo por una barra está sólido con el pivote que soporta el imán permanente. Ver figura N° 2.4

De esta manera se obtiene que por cada variación de nivel del líquido hay una correspondiente rotación del imán, al interior del cuerpo del indicador hay un pivote libre de girar en sus soportes, como se ha dicho antes por cada variación del nivel del líquido corresponde una rotación del imán permanente.

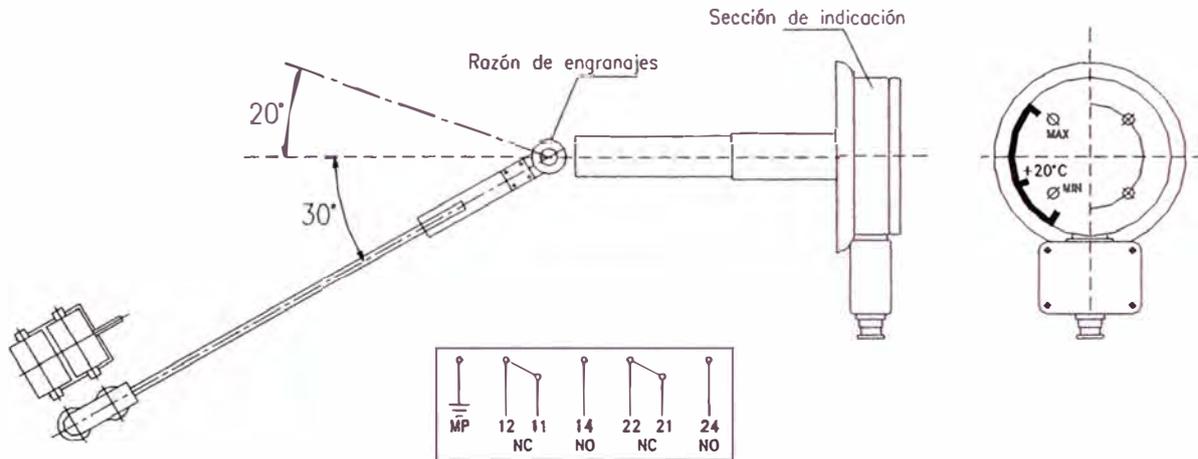


Fig. N° 2.4. Pivote y el indicador de nivel de aceite

Esto arrastra en su movimiento el ancla magnética interior y pues se manifiesta esta variación en el disco señalador de colores blanco y rojo. En la parte exterior hay un disco de plexiglas con entalladuras correspondientes a los niveles que el aceite habría de alcanzar a las siguientes temperaturas en grados centígrados: -20° , $+20^{\circ}$, $+85^{\circ}$.

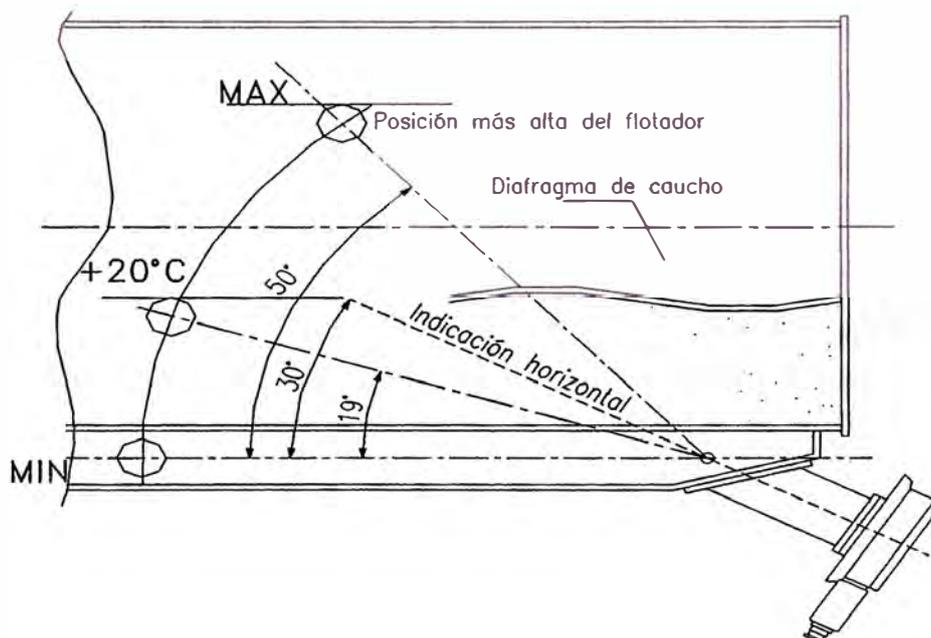


Fig. N° 2.5 Operación del flotador dentro del tanque de expansión

La lectura de las indicaciones de los diversos niveles de líquido:

- **Nivel mínimo:** cuando se ve totalmente el color rojo
- **Nivel máximo:** cuando se ve totalmente el color blanco
- Indicaciones intermedias entre **MAX** y **MIN**: Se verá parte de color blanco y parte de color rojo, hay que tener presente que la cantidad de color rojo que se ve indica en proporción, la parte del tanque que se queda sin líquido.

En la figura N° 2.5 se ilustra la operación del flotador dentro del tanque de expansión

2.2.5 Desecador de aire (deshidratador de Silica gel)

En el desecador de aire se quita casi por completo la humedad del aire que entra al tanque de expansión al enfriarse el transformador. De esta manera se puede evitar ampliamente la disminución de la rigidez dieléctrica del líquido aislante y la formación de agua de condensación en el tanque de expansión. El desecador de aire aumenta por lo tanto la seguridad de servicio de la inductancia shunt.

a) Constitución y funcionamiento

El desecador de aire instalado en la inductancia shunt se compone de varios recipientes de la misma clase, que están atornillados uno a otro herméticamente (ver figura N° 2.6).

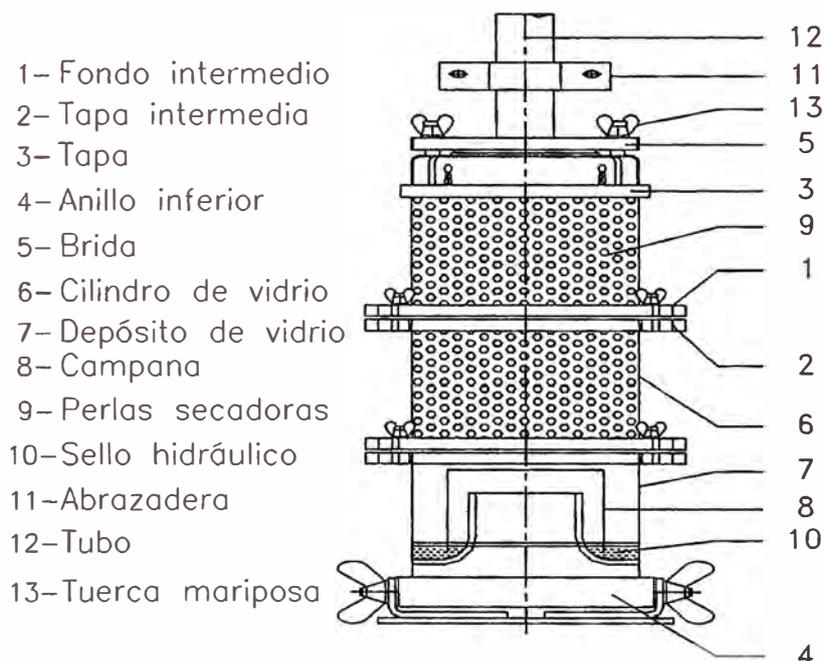


Fig. N° 2.6 Desecador de aire

Su número depende de la humedad de aire en el lugar de montaje, así como de la cantidad de aire cuyo paso debe esperarse y depende por lo tanto del tamaño y de tipo de carga de la inductancia.

Los recipientes individuales consisten de un cilindro de vidrio llenado con perlas secadoras, y estas perlas secadoras no entran en contacto permanente con el aire húmedo del medio ambiente gracias al sello hidráulico que a su vez limpia el aire que ingresa.

Al bajar la temperatura del líquido aislante en el tanque de la inductancia, disminuye su volumen; aspirando una correspondiente cantidad de aire a través de las aberturas en el anillo inferior, tiene una chapa perforada que impide la penetración de polvo grueso o insectos. El aire atraviesa en su camino hacia el tanque de expansión el sello hidráulico y a continuación la carga de perlas secadoras donde se le quita la humedad, al subir la temperatura del líquido aislante en la inductancia escapa el aire del tanque de expansión y atraviesa el desecador de aire en sentido inverso.

b) Control de funcionamiento del desecador de aire

Los síntomas de que el desecador de aire funcione perfectamente, en caso de variaciones de temperatura del líquido aislante (aceite) en la cuba de la inductancia es la presencia de burbujas ascendentes en el sello hidráulico, coloración rosa lentamente progresiva de abajo hacia arriba de las perlas secadoras azules.

La ausencia de estos síntomas permite deducir que la inductancia respira por una atornilladura no estanca en el conservador de aceite o en el desecador. Se procede a localizar y obturar los puntos no estancos.

2.2.6 Relé Buchholz

Por la simetría de su construcción los relés Buchholz pueden ser indiferentemente instalados tanto en la derecha como en la izquierda de la inductancia.

Estos relés están dotados de elementos móviles (dos o tres flotadores), a cada uno de los cuales son conectados los dispositivos de contacto eléctrico, se instala con una inclinación de 3° a 5° con respecto a la horizontal entre el tanque de expansión y el tanque principal, todos los relés buchholz llevan impresos una flecha en alto relieve en un lugar bastante visible y siempre debe apuntar hacia el tanque de expansión. Ver la figura N° 2.7.

El gas originado por anomalías del transformador reuniéndose en la parte superior del relé, baja el nivel de aceite del interior del relé, provocando el descenso del flotador superior.

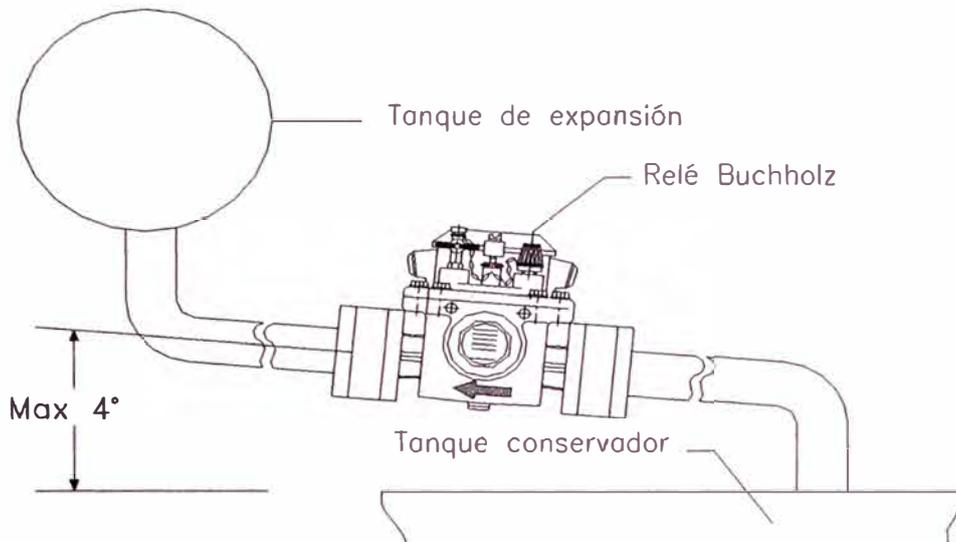


Fig. N° 2.7 Montaje del relé Buchholz

En el movimiento de descenso los flotadores accionan dispositivos de contacto eléctricos, provocando el cierre del circuitos, por lo general tienen dos flotadores, el superior acciona un primer dispositivo de contacto eléctrico que ocasiona una señal de alarma.

En caso de persistir la formación de gas o el agotamiento del aceite del relé, sigue el descenso del flotador inferior que acciona el correspondiente dispositivo de contacto eléctrico, el cual provoca el cierre del circuito de desconexión de la inductancia.

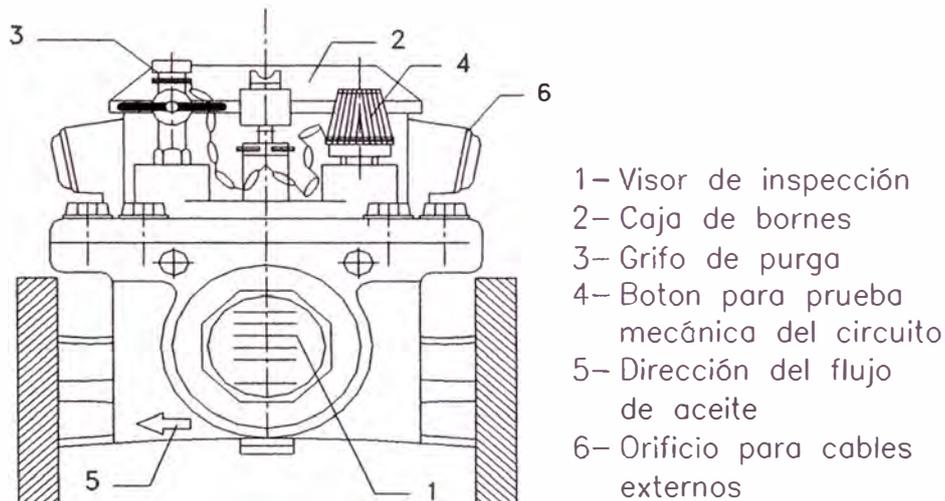


Fig. N° 2.8 Relé Buchholz

En el caso de grave anomalía en la inductancia, con la consecuente formación de una onda de presión, la corriente de aceite así generada, obra sobre el dispositivo sensible a la corriente contraria de aceite, que dirige el contacto eléctrico de cierre del circuito de desconexión. En la figura N° 2.8 se muestra al relé Buchholz .

2.2.7 Sistema de refrigeración

Los transformadores están equipados con una refrigeración mediante circulación natural, de aceite y aire, y dos maneras adicionales de refrigeración obtenida con la circulación forzada y con enfriadores (aerotermos), para cada escalón de refrigeración la potencia de operación es diferente. La inductancia shunt instalada en la subestación de Cotaruse cuenta con refrigeración natural (ONAN).

Los radiadores están constituidos por dos colectores principales de estrangulación, los cuales forman el cabezal de varias filas colectoras auxiliares, que llevan los tubos verticales de refrigeración con una determinada sección. Ver figura N° 2.9.

Cuando tienen ventilación forzada se instalan ventiladores y están dentro de una envoltura conformada por rejillas, la finalidad de las rejillas es la proteger de cualquier contacto accidental, el sentido de rotación de los aerotermos debe verificarse de tal manera que el aire impulsado llega a los radiadores. Los tubos y los colectores son de acero y están soldadas eléctricamente entre sí, cada radiador se ensaya a una presión de 3 atm., para probar su estanqueidad y es lavado internamente con aceite para transformador.

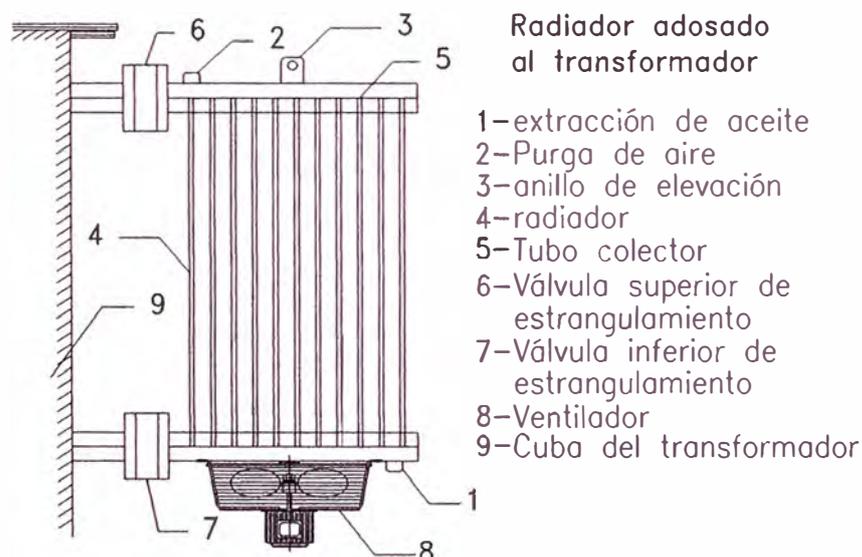


Fig. N° 2.9 Sistema de enfriamiento

2.3 Fallas durante el funcionamiento.

Como se sabe los transformadores de potencia por la importancia dentro de la subestación consta de varios dispositivos de protección y para poder tomar las medidas oportunas ante una anomalía o eventualidad, será necesario analizar la avería y determinar sus posibles causas y tratarlas inmediatamente; en la tabla N° 2.1 indicamos los tipos de fallas y las posibles causas seguido de las medidas correctivas a tomar.

Tabla N° 2.1 Fallas posibles durante el funcionamiento.

Accesorios de Monitoreo	Falla	Causas posibles	Medidas correctivas
Relé Buchholz	Señal de alarma	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de aceite - Acumulación de aire - Generación de gases debido a fallas internas - Vibración severa - Sucesión de fallas 	<p>Se puede mantener en funcionamiento.</p> <p>Las siguientes pruebas deben ser realizados de inmediato</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar el nivel de aceite, tuberías y posición de válvulas 2. Verificar las conexiones eléctricas. 3. Revise mecanismo de alarma del relé Buchholz 4. Deposite parte del gas dentro de un recipiente de vidrio y analícelo. 5. Tome muestra de aceite (1 lt) de la parte superior del tanque y realice prueba de gases. 6. Tome muestra de aceite (1lt) de la parte inferior del tanque y realice prueba de capacidad dieléctrica. 7. Deshaga toda conexión de la cubierta y realice las siguientes mediciones. <ul style="list-style-type: none"> - Mida la resistencia de aislamiento entre bobinas y entre bobinas y masa (Aprox = 1 MΩ/kV) - Medida de Relación de transformación. - Medida resistencia del bobinado con corriente continua. - Mida la corriente sin carga aplicando voltajes bajos. 8. Compare resultados con valores entregados por el fabricante (certificados de pruebas). <p>Libere la presión del transformador y ponerlo nuevamente en funcionamiento si no se puede hallar la falla, o si esta a sido eliminada</p>
	Disparo del relé Buchholz	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de aceite - Salida violenta de aceite - Generación violenta de gases. - Severa vibración - Falla del mecanismo de disparo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenga apagado el equipo. - Ejecute las pruebas descritas anteriormente del 1 al 8 - Libere los gases del transformador, póngalo en servicio cuando la falla no pueda encontrarse o las fallas hayan sido eliminados

Tabla N° 2.1 Fallas posibles durante el funcionamiento

Accesorios de Monitoreo	Falla	Causas posibles	Medidas correctivas
Protección de sobrepresión del cambiador de tomas	Activación por causa del levantamiento del diafragma.	- Ruptura del diafragma, la fuga produce una falla a través del cambiador de tomas.	- Mantenga el equipo en ese estado. - Revise mecanismo de disparo. - Revise el cambiador de tomas. - Si ninguna falla se ve rearme el mecanismo de disparo y ponerlo en servicio.
Relé de protección en cambiador de tomas.	Actuación debido a un fuerte flujo de aceite.		
Termómetro de resistencia.	Temperatura de aceite muy elevada.	- Sobrecarga del transformador - Enfriamiento inadecuado - Ajuste incorrecto de la temperatura.	- Reduzca la carga del transformador. Desconecte los ventiladores y equipos de refrigeración - Limpie equipos de refrigeración - Verifique la posición de válvulas mariposa. - Ajuste la incorrecta configuración del termómetro. Compárelos con otros termómetros. - Verifique conexiones eléctricas y el mecanismo de disparo. - Revise los dispositivos de control de equipos de refrigeración. - Revise el transformador de corriente y el termómetro de imagen térmica.
Termocupla			
Indicador de temperatura			
Imagen térmica	Temperatura del bobinado y aceite muy elevado.		
Indicador magnético de nivel de aceite.	Nivel de aceite demasiado bajo	- Fuga de aceite - Temperatura de aceite demasiado baja.	- Revisar si hay alguna fuga - Añada aceite
Indicador de nivel de aceite.			
Indicador de flujo de aceite.	No hay flujo de aceite	- Válvula corrediza cerrada. - Tubería obstruida - Tubería rajada. - Bomba de circulación fallando. - No hay tensión o es insuficiente, bobinado defectuoso, incorrecta dirección de rotación, daños en cilindro.	- Abrir la válvula corrediza. - Limpie las tuberías. - Selle fugas de tubería - Restablecer la circulación del aceite. (Revise los fusibles, invierta la dirección de rotación) - Verifique el dispositivo de control de equipos de refrigeración. - Verifique la operatividad de los transformadores de corriente y termómetros.
Dispositivo de alivio de presión	Presión interna del tanque demasiado alta.	- Tubería del conservador cerrado u obstruido - Descarga eléctrica dentro del tanque.	- Revise la tubería y los dispositivos de desconexión - Ejecute pruebas y mediciones como se describieron en los puntos anteriores del 1 al 8.

Tabla N° 2.1 Fallas posibles durante el funcionamiento

Accesorios de Monitoreo	Falla	Causas posibles	Medidas correctivas
Dispositivo de mando del motor para OLTC	No puede ser operado eléctricamente	<ul style="list-style-type: none"> - No hay tensión o es insuficiente - Interruptor del motor no está accionado. - Pulsador de mando deteriorado. - Relé de protección actuado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vea su manual
	Se mantiene la orden de mando	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto de fin de operación está obstruido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limpiar o reemplazar.
	El interruptor de protección opera durante el funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - El botón de parada de emergencia está encendido u obstruido. - La corriente excesiva del motor activa la protección por sobrecarga 	<ul style="list-style-type: none"> - Repare o reemplace el botón de emergencia. - Vea su manual
Cambiador de tomas bajo carga	No es posible la operación. Acumulación de gas en relé Buchholz.	<ul style="list-style-type: none"> - Mecanismo de mando manual es defectuoso - Contactos deficientes. - Contactos quemados 	<ul style="list-style-type: none"> - Reparar mecanismo de mando manual - Una vez por año el cambiador de tomas bajo carga debe operar por medio de todos sus pasos. - Examine el transformador como está descrito en relé Buchholz del punto 1 al 8.
Respiradero de deshidratación	Silica gel se torna de azul a rosa y luego blanco. - Desde abajo. - Desde arriba - En general	<ul style="list-style-type: none"> - Cilindro de vidrio rajado. humedad atmosf. Alta - Humedad en el conservador, tubería rajada, cilindro de vidrio rajado. - Cilindro de vidrio estalló, por falta de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reemplace el silica gel. El cilindro de vidrio debe ser reemplazado o séllelo adecuadamente. - Selle fugas de tubería, pruebe el aceite en busca de humedad. - Seque el conservador con aire seco o nitrógeno.
Resistencia dieléctrica del aceite.	Rígidos dieléctrica demasiado baja. Contenido de humedad demasiado alta.	<ul style="list-style-type: none"> - El respiradero del deshidratador no está operando o el transformador a estado mucho tiempo en servicio. - Fuga de agua en el sistema de ventilación. - Disminución de presión del agua y el sistema no está operando. 	<ul style="list-style-type: none"> - Remediar la falla del respirador - Selle o repare refrigerantes. - Contacte al fabricante, cambie el aceite si es necesario.

· 2.4 Especificaciones técnicas

El fabricante somete a dicha máquina a un conjunto de ensayos y estas están basado en las especificaciones técnicas de las normas internacionales ANSI C57.12.00/12.90, IEC-76 y estos ensayos se clasifican en:

Pruebas de Rutina

- Medida de resistencia óhmica de los bobinados
- Medida de la relación de transformación y polaridad
- Medida de las pérdidas en carga y de la impedancia de corto circuito.
- Medida de las pérdidas sin carga y de la corriente de excitación
- Ensayo de tensión aplicada con fuente independiente a cada bobinado
- Ensayo de tensión inducida
- Ensayo de descargas parciales (para tensión nominal mayores de 115 kV)
- Control y funcionamiento de todos los accesorios del transformador

Pruebas Tipo

- Ensayo de calentamiento
- Ensayo de impulso

Pruebas Especiales

- Medida de la capacitancia de los bobinados
- Medida de la impedancia de secuencia cero
- Medida de armónicos durante la medida de pérdidas sin carga.
- Medida de la resistencia de aislamiento
- Medida de la tangente delta o factor de potencia

Adicionalmente a las pruebas eléctricas mencionadas como rutina, tipo y especiales, también se realizan pruebas mecánicas a la cuba del transformador que son:

- ensayo de presión de vacío
- Ensayo de sobrepresión

Las pruebas en blanco están basados en las normas internacionales citadas líneas arriba y también en las normas nacionales de ITINTEC 370-002. los propios fabricantes especifican el tipo de pruebas como pruebas de fábrica y recomiendan volver a efectuar algunas una vez instalado el equipo, pero el Ministerio de Energía y Minas también tienen especificaciones técnicas en el MEM/DEP-221 [1] y en ella se definen las condiciones de suministro de transformadores de potencia, auto transformadores y reactancias; el conjunto de suministro se prevé de manera que el diseño, la fabricación y el método de

pruebas se rigen de acuerdo a la última revisión de las especificaciones técnicas del Ministerio de Energía y Minas, en ningún caso se admite un nivel técnico inferior a lo indicado.

A continuación se indican las pruebas sugeridas por las normas y también por los fabricantes a fin de garantizar el buen estado de los equipos y que estén libres de fallas.

- Resistencia de aislamiento
- Factor de potencia de los aislamientos
- Resistencia de arrollamientos
- Impedancia
- Relación de transformación
- Polaridad
- Relación de transformación, polaridad, curva de saturación Resistencia de arrollamientos de los transformadores de corriente
- Pruebas y calibraciones de las protecciones

2.5 Ejecución de pruebas en blanco de la Inductancia Shunt

2.5.1 Inspección y verificación inicial

Las pruebas en blanco iniciamos haciendo una inspección previa, se hace a los cuatro inductancias shunt, familiarizándose con la ubicación de los mismos en el patio de llaves, paso seguido presentamos la tabla N° 2.2. Ver esquema EP-II-01, EP-II-02 de la inductancia Shunt en anexo B.

Tabla N° 2.2 Puntos para inspección previa

Inspección en cada Inductancia Shunt	
1. Fundación	Conforme
2. Anclaje de la base	Conforme
3. Localización, alineamiento e instalación de acuerdo a planos	Conforme
4. Conexiones a tierra(Tanque, gabinete, neutro AT y neutro MT)	Conforme
5. Conectores y conexiones	Conforme
6. Bujes (integridad y limpieza)	Conforme
7. Integridad y limpieza de aisladores	Conforme
8. Nivel de aceite inductancia	Conforme
9. Estanqueidad (tanque, conservador, tuberías, etc)	Pendiente
10. Sistema de enfriamiento (de acuerdo al plano)	Pendiente
11. Pintura y/o galvanizado	Pendiente
12. Calentador anticondensación termostato	Conforme
13. Armario de conexiones	Conforme
14. Iluminación de armario de conexiones y tomacorrientes	Conforme
15. Placa de características	Conforme

a) Observaciones

Inductancia XL11

- ☞ Tiene rota la manija de la llave AA022 (ver EP-II-02 en anexo B)
- ☞ Se limpió cerca del indicador de temperatura para verificar posible fuga de aceite.

Inductancia XL12

- ☞ Presenta fuga de aceite en la llave AA200 (ver EP-II-02 en anexo B)
- ☞ Posible fuga en el tercer radiador (tapón inferior)
- ☞ Falta tuercas a puertas de compartimiento de 10 kV.

Inductancia XL13

- ☞ No tiene dispositivo de muestra de gas del relé Buchholz BZ120 ni tubería colectora de muestra de gas BR321 (ver EP-II-01 en anexo B)
- ☞ Presenta pequeña fuga de aceite en relé Buchholz (unión de tubería)
- ☞ Posible fuga en tapones ubicados en la parte superior (costado de H1)

Inductancia XL14

- ☞ Presenta fuga de aceite en relé Buchholz (unión de tubería)
- ☞ Falta tuercas a puerta del compartimiento de 10 kV

En los cuatro reactores falta colocar los fusibles y conectar la pantalla del cable de 10 kV a masa, También resanar pintura y limpieza general. A continuación se muestra la tabla N° 2.3 con los números de serie de las cuatro inductancias y en la figura N° 2.10 se muestra la placa de características.

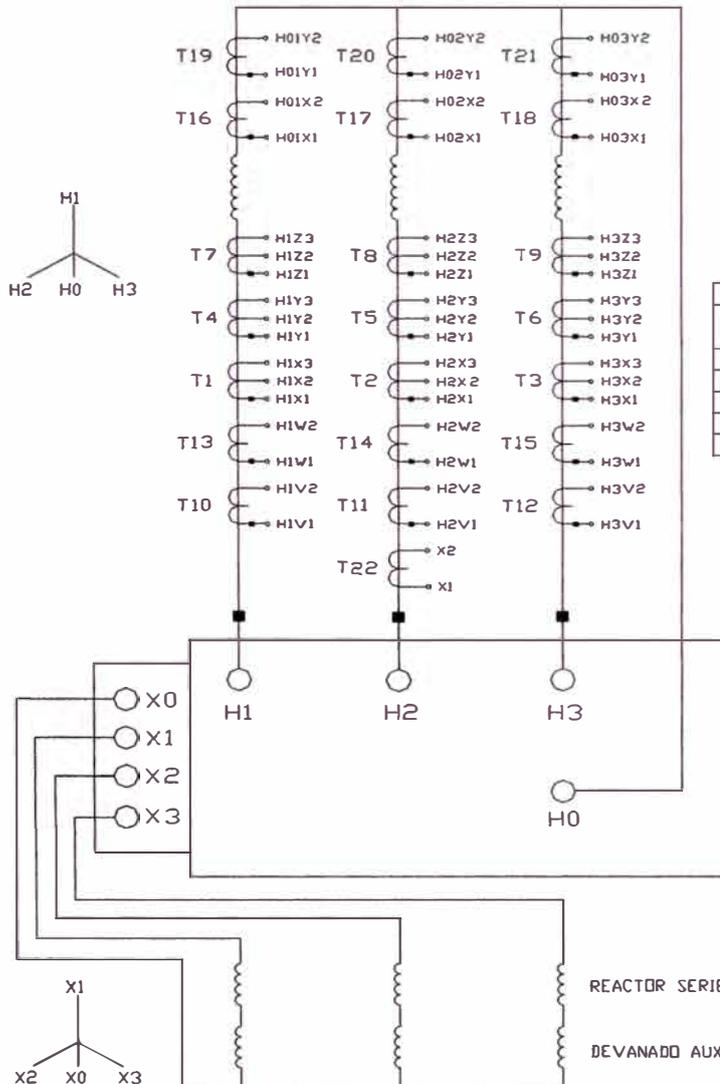
Tabla N° 2.3 Número de serie de las inductancias.

INDUCTANCIA	XL11	XL12	XL13	XL14
Número de serie (1)	315890-01	315860-01	315880-01	315870-01

ALSTOM

INDUCTANCIA SHUNT

FABRICANTE A L S T O M ELEKTRIK ENDUSTRISI AS 41 401 GEBZE / KOCAELI - TURKIYE								
TIPO KCA 5743		No. DE SERIE		ARO 1999	NORMAS CSA 88 M90			
NUMERO DE FASES 3	FRECUENCIA 60 Hz	GRUPO DE CONEXION Ynyro		ENFRIAMIENTO ONAN	CLASE PT			
	POTENCIA NOMINAL	TENSION (V)	CORRIENTE (A)	MAX. VOLTAJE DE OPERACION	NIVEL DE AISLAMIENTO (kV)	IMPEDANCIA DIRECTA	IMPEDANCIA HOMOPOLAR	
REACTOR DE POTENCIA	50000 kVar	220	131.2	245	FASE LI 850 AC 465 NEUTRO LI 380 AC 150	Ohm/fase	Ohm/fase	
DEVANADO AUXILIAR REACTOR DE SERIE	1000 kVA	10.5	55	15	FASE LI 95 AC 38 NEUTRO LI 95 AC 38	%	%	
MAX. TEMPERATURA AMBIENTE				40°C	PESO DEL COBRE			8000 Kg
AUMENTO DE TEMPERATURA DE DEVANADO				55°C	PESO TOTAL			64000 Kg
AUMENTO DE TEMPERATURA DE ACIET				55°C	PESO PART EAC TIVA			28000 Kg
AL T UD DE NS AL ANON				4200 r/min	PESO PARA EL TRAPO RE			51000 Kg
TR ODE ACEIE				N WAS N TRO 10 GBXT	PESO DEL TANQUE Y ACCESORIOS			18000 Kg
CAPACIDAD DE VACIO COMPLETO DEL TANQUE Y CONSERVADOR					PE SO DEL AC BTE			17000/19100 Kg/lts



DESIGNACION	CARGA VA	RELACION A/A	PRECISION
T1-T9	30	1600-800/1	5P20
T10,T11,T12	30	800/1	0.5 FS 20
T13,T14,T15	30	800/1	5P20
T16-T21	30	800/1	5P20
T22	10	150/1	3

REACTOR SERIE S= 45 kVar Uk= 4.5 % (IMVA)
X= 4.96 Ohm/fase L= 13.158 mH/fase

DEVANADO AUXILIAR

HECHO EN TURQUIA

3801760

Fig. N° 2.10 Placa de características de la inductancia.

2.5.2 Resistencia de aislamiento con corriente continua

La norma IEC 76.1, ITINTEC 370-002 y MEM/DEP-221[1] recomiendan realizar esta prueba, la resistencia de aislamiento es una medida de la corriente de disipación a través del aislamiento y sobre la superficie; la resistencia de aislamiento varía con la temperatura del devanado, del tiempo y del voltaje que es aplicado, de tal modo que estos valores deben ser registrados cuando se realizan las pruebas. Los métodos de ensayos no están presentes en esta norma, y están sujetos al acuerdo entre fabricante y cliente.

Una disminución repentina o drástica en la resistencia de aislamiento, casi siempre es una indicación del deterioro del aislamiento. Una regla practica para los valores mínimos recomendados de resistencia de aislamiento es de:

$$1 \text{ megaohmio/kV} + 1 \text{ megaohmio}$$

A continuación se muestra la Tabla N° 2.4 con los valores obtenidos.

Tabla N° 2.4 Valores de resistencia de aislamiento de devanados.

EQUIPO	TERMINALES	V APLIC.	T °C	AISLAMIENTO (MΩ)		
				1min	5min	10min
XL11	H1/H2/H3 - Masa	5kV	11	20 000	30 000	> 40 000
	X1/X2/X3 - Masa	5kV	11	22 000	48 000	> 70 000
	H1/H2/H3 - X1/X2/X3	5kV	11	> 60 000	155 000	> 300 000
XL12	H1/H2/H3 - Masa	5kV	4	> 14 000	25 000	32 000
	X1/X2/X3 - Masa	5kV	4	11 200	> 30 000	> 50 000
	H1/H2/H3 - X1/X2/X3	5kV	4	42 000	165 000	440 000
XL13	H1/H2/H3 - Masa	5kV	14	14 500	> 24 000	> 32 000
	X1/X2/X3 - Masa	5kV	14	14 000	> 32 000	> 50 000
	H1/H2/H3 - X1/X2/X3	5kV	14	> 22 000	> 44 000	> 50 000
XL14	H1/H2/H3 - Masa	5kV	13	> 21 000	> 31 000	42 000
	X1/X2/X3 - Masa	5kV	13	20 000	40 000	60 000
	H1/H2/H3 - X1/X2/X3	5kV	13	40 000	90 000	165 000

Una guía para determinar el estado de la resistencia de aislamiento es la curva que se obtiene al graficar los valores de resistencia de aislamiento contra el tiempo, esta curva al principio presenta un valor pequeño de resistencia, que aumenta progresivamente hasta estabilizarse en un tiempo determinado, la pendiente de la curva proporciona el grado relativo de humedad o contaminación del aislamiento de que se trate. Si la curva es de baja pendiente y tarda unos dos minutos en estabilizarse, indica que el aislamiento está en malas

condiciones. Así mismo hay dos índices, de absorción (I_{AB}) y de polarización (I_P) – Ver tabla N° 2.5. Las curvas de resistencia versus tiempo y los índices de polarización representan chequeos valiosos.

$$I_{AB} = \frac{\text{Resistencia}(60\text{seg})}{\text{Resistencia}(30\text{seg})} \dots\dots (2.1) \quad I_P = \frac{\text{Resistencia}(10\text{ min})}{\text{Resistencia}(1\text{ min})} \dots\dots (2.2)$$

Tabla N° 2.5 Rangos referenciales para Índices I_{AB} I_P

Estado del aislamiento	I_{AB}	I_P
Malo	Menor de 1.10	Menor de 1.0
Dudoso	De 1.10 a 1.25	Menor de 1.5
Regular	De 1.25 a 1.40	De 1.5 a 2.0
Bueno	De 1.40 a 1.60	De 2.0 a 3.0
Muy bueno	Mayor de 1.60	De 3.0 a 4.0

2.5.3 Resistencia de arrollamiento

La medida de la resistencia esta reglamentada en la norma IEC 76.1, ITINTEC 370.002 y se hacen con el fin de determinar si existen cambios en el recorrido de transmisión de corriente, y su valor sirve como referencia para evaluar fallas en las inductancias.

Tabla N° 2.6 Valores de arrollamientos de las inductancias.

TERMINAL	Resistencia Medida CC (Ω)			
	XL11 (9°C)	XL12 (13°C)	XL13 (11°C)	XL14 (10°C)
H1 - H0	1.133	1.167	1.161	1.152
H2 - H0	1.122	1.154	1.268	1.145
H3 - H0	1.144	1.180	1.161	1.156
X1 - X0	0.258	0.256	0.259	0.247
X2 - X0	0.268	0.268	0.268	0.252
X3 - X0	0.266	0.286	0.266	0.255

La resistencia de cada devanado, los terminales entre los cuales es medido y la temperatura debe ser registrado. Se debe usar corriente continua para la medición. Las medidas obtenidas se realizaron con el miliohmimetro de MEGABRAS, ver valores en tabla N° 2.6.

2.5.4 Impedancia

La prueba de la impedancia se realiza porque en condiciones normales sólo las tensiones y corrientes de secuencia positiva pueden existir en el sistema, por lo tanto con estos parámetros se calcula la impedancia del sistema de secuencia positiva, ver valores en tabla N° 2.7.

Tabla N° 2.7 Valores de la impedancia de los devanados de las inductancias.

EQUIPO	Tensión aplicada (V)			Corriente medida (A)			Impedancia (Ω)		
	H1-H2	H2-H3	H3-H1	H1	H2	H3	Medida		
XL11	380.5	379.4	379.1	0.21	0.21	0.20	1046.1	1043.1	1094.4
XL12	380.0	379.5	376.8	0.21	0.22	0.21	1044.7	995.9	1035.9
XL13	379.6	379.1	378.5	0.21	0.21	0.21	1043.6	1042.3	1040.6
XL14	378.9	378.3	378.3	0.20	0.20	0.20	1093.8	1092.1	1092.1

Esta prueba sirve para verificar que la Inductancia Shunt no tuvo problemas en sus devanados en el proceso de transporte y montaje. También realizamos las medidas de tensión y corriente para calcular la impedancia homopolar, los valores son los mostrados en la tabla N° 2.8.

Tabla N° 2.8 Valores de la impedancia homopolar.

EQUIPO	V_o	I_o	Z_o
XL11	217.4	0.67	108.16
XL12	217.8	0.65	111.69
XL13	217.8	0.66	110.00
XL14	219.1	0.62	117.80

2.5.5 Relación de transformación

Esta prueba sirve para comprobar que el número de espiras devanadas en las bobinas de la Inductancia Shunt, coinciden con las calculadas en el diseño, de tal manera que las tensiones medidas coincidan con los datos de la placa del equipo.

Para efectuar esta prueba, sus terminales de alta y baja tensión deben estar desconectadas. Las conexiones del tanque a la red de tierra pueden quedarse, ya que no afectan la lectura del equipo.

El método empleado es por aplicación de una tensión de 380 Vac, trifásicos a los terminales de alta tensión y la medición de las tensiones inducidas en los terminales del arrollamiento auxiliar X1, X2 y X3; ver valores en tabla N° 2.9.

Tabla N° 2.9 Valores de relación de transformación.

EQUIPO	Tensión aplicada (V)			Tensión medida (V)			Relación Medida		
	H1-H0	H2-H0	H3-H0	X1-X0	X2-X0	X3-X0	H1/X1	H2/X2	H3/X3
XL11	218.8	218.4	217.8	10.36	10.35	10.36	21.1	21.1	21.0
XL12	219.4	217.8	218.2	10.41	10.33	10.35	21.1	21.1	21.1
XL13	218.9	218.5	218.1	10.37	10.36	10.35	21.1	21.1	21.1
XL14	218.9	218.3	218.6	10.38	10.39	10.38	21.1	21.0	21.1

La relación esperada es de **20.9524**, valor obtenido en laboratorio de fábrica, éste valor no es muy divergente con los medidos en el patio de llaves luego del montaje.

2.5.6 Polaridad

Esta prueba se efectúa en cualquier tipo de transformador, es necesario efectuarla en los transformadores que iniciarán su operación, según norma IEC 76-1, ITINTEC 270.002, pudo haberse cometido algún error en la conexión a los terminales, en caso de encontrar las polaridades desfasadas 180° se debe comunicar a los fabricantes para que adopten las medidas necesarias para darle solución

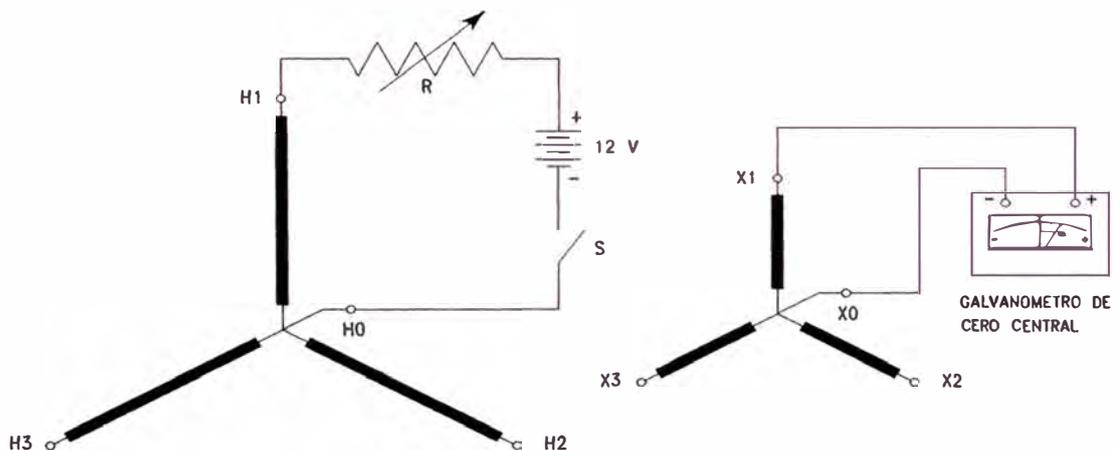


Fig. N° 2.11 Diagrama de conexiones para determinar la polaridad

Se realiza conectando los aparatos de acuerdo a la figura N° 2.11, por medio de una batería de 12Vdc y un galvanómetro con cero central, al cerrar el contacto S la aguja debe deflectarse a la derecha cuando la polaridad del equipo bajo prueba es sustractiva, usando la misma conexión, si la aguja se desplaza hacia la izquierda, la polaridad es aditiva. Se procede de igual forma para las otras dos fases, el resultado de la prueba se muestra en la tabla N° 2.10.

Tabla N° 2.10 Resultado de pruebas de polaridad de arrollamientos de Inductancias.

Prueba	Aplic. 12 Vcc	Deflecta aguja	Polaridad		
			H1	H2	H3
XL-11	H1 - H0	X1 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	H2 - H0	X2 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	H3 - H0	X3 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
XL-12	H1 - H0	X1 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	H2 - H0	X2 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	H3 - H0	X3 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
XL-13	H1 - H0	X1 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	H2 - H0	X2 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	H3 - H0	X3 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
XL-14	H1 - H0	X1 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	H2 - H0	X2 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	H3 - H0	X3 - X0	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva

2.5.7 Pruebas a los transformadores de corriente montados en Bushing

Las Inductancias Shunt están equipados con transformadores de corriente toroidales en los Bushing de forma similar que los auto-transformadores y transformadores de potencia.

El fabricante diseña, fabrica y prueba los transformadores de corriente a ser instalados de acuerdo a la publicación N° 185 de la Norma IEC. El número de núcleos y características de los transformadores de corriente a instalar en los bushing de las inductancias shunt son enviados en los cuadros de datos técnicos.

Todos los terminales de los secundarios de los transformadores de corriente, son colocados en una caja localizada sobre un costado de la inductancia cerca de la cubierta del tanque, de esta caja son cableados a borneras de tipo cortocircuitables ubicadas en el armario de terminales de la Inductancia Shunt.

Realizaremos las pruebas de aislamiento con tensión continua (ver tablas del 2.11 al 2.14), resistencia de los arrollamientos (ver tablas 2.15), valores de tensiones aplicadas y corrientes medidas para curva de magnetización (ver tablas del 2.16 al 2.19), curvas de magnetización (ver figuras 2.12 al 2.15), relación de transformación (ver tablas del 2.20 al 2.23) y polaridad (ver tablas del 2.24 al 2.27) de todos los transformadores de corriente instalados en los bushings de las Inductancias Shunt, según especificaciones de las normas IEC 76.1, ITINTEC 370.002 y del Ministerio de Energía y Minas MEM ETS-SE-003 [7].

Tabla N° 2.11 Resistencia de aislamiento de devanados de transformadores de corriente.

XL - 11 (Vaplicada = 500 V)					
H1 (12°C)		H2 (12°C)		H3 (13°C)	
TERMINALES	MΩ	TERMINALES	MΩ	TERMINALES	MΩ
H1V1-masa	100 000	H2V1-masa	150 000	H3V1-masa	140 000
H1W1-masa	70 000	H2W1-masa	150 000	H3W1-masa	75 000
H1X1-masa	25 000	H2X1-masa	32 000	H3X1-masa	34 000
H1Y1-masa	26 000	H2Y1-masa	34 000	H3Y1-masa	30 000
H1Z1-masa	23 000	H2Z1-masa	36 000	H3Z1-masa	40 000
H01X1-masa	70 000	H02X1-masa	42 000	H03X1-masa	26 000
H01Y1-masa	68 000	H02Y1-masa	80 000	H03Y1-masa	26 000
		X1-masa	140 000		
H1V1-H1W1	150 000	H2V1-H2W1	750 000	H3V1-H3W1	500 000
H1V1-H1X1	44 000	H2V1-H2X1	500 000	H3V1-H3X1	500 000
H1V1-H1Y1	INFINITO	H2V1-H2Y1	600 000	H3V1-H3Y1	500 000
H1V1-H1Z1	INFINITO	H2V1-H2Z1	500 000	H3V1-H3Z1	500 000
H1V1-H01X1	INFINITO	H2V1-H02X1	INFINITO	H3V1-H03X1	INFINITO
H1V1-H01Y1	INFINITO	H2V1-H02Y1	INFINITO	H3V1-H03Y1	INFINITO
		H2V1-X1	140 000		
H1W1-H1X1	80 000	H2W1-H2X1	1 000 000	H3W1-H3X1	1 000 000
H1W1-H1Y1	INFINITO	H2W1-H2Y1	> 1 000 000	H3W1-H3Y1	INFINITO
H1W1-H1Z1	INFINITO	H2W1-H2Z1	1 000 000	H3W1-H3Z1	INFINITO
H1W1-H01X1	INFINITO	H2W1-H02X1	INFINITO	H3W1-H03X1	INFINITO
H1W1-H01Y1	INFINITO	H2W1-H02Y1	INFINITO	H3W1-H03Y1	INFINITO
		H2W1-X1	INFINITO		
H1X1-H1Y1	INFINITO	H2X1-H2Y1	1 000 000	H3X1-H3Y1	INFINITO
H1X1-H1Z1	INFINITO	H2X1-H2Z1	> 1 000 000	H3X1-H3Z1	INFINITO
H1X1-H01X1	INFINITO	H2X1-H02X1	INFINITO	H3X1-H03X1	INFINITO
H1X1-H01Y1	INFINITO	H2X1-H02Y1	INFINITO	H3X1-H03Y1	INFINITO
		H2X1-X1	INFINITO		
H1Y1-H1Z1	INFINITO	H2Y1-H2Z1	> 1 000 000	H3Y1-H3Z1	INFINITO
H1Y1-H01X1	INFINITO	H2Y1-H02X1	INFINITO	H3Y1-H03X1	INFINITO
H1Y1-H01Y1	INFINITO	H2Y1-H02Y1	INFINITO	H3Y1-H03Y1	INFINITO
		H2Y1-X1	INFINITO		
H1Z1-H01X1	INFINITO	H2Z1-H02X1	INFINITO	H3Z1-H03X1	INFINITO
H1Z1-H01Y1	INFINITO	H2Z1-H02Y1	INFINITO	H3Z1-H03Y1	INFINITO
		H2Z1-X1	INFINITO		
H01X1-H01Y1	1 000 000	H02X1-H02Y1	1 000 000	H03X1-H03Y1	300 000
		H02X1-X1	INFINITO		
		H02Y1-X1	INFINITO		

Tabla N° 2.12 Resistencia de aislamiento de devanados de transformadores de corriente.

XL - 12 (Vaplicada = 500 V)					
H1 (10°C)		H2 (11°C)		H3 (12°C)	
TERMINALES	MΩ	TERMINALES	MΩ	TERMINALES	MΩ
H1V1-masa	1 180	H2V1-masa	2 600	H3V1-masa	1 040
H1W1-masa	1 100	H2W1-masa	1 650	H3W1-masa	1 000
H1X1-masa	340	H2X1-masa	1 000	H3X1-masa	1 700
H1Y1-masa	320	H2Y1-masa	850	H3Y1-masa	1 600
H1Z1-masa	420	H2Z1-masa	1 160	H3Z1-masa	1 000
H01X1-masa	1 000	H02X1-masa	2 200	H03X1-masa	4 200
H01Y1-masa	1 220	H02Y1-masa	1 500	H03Y1-masa	1 000
		X1-masa	1 550		
H1V1-H1W1	300 000	H2V1-H2W1	500 000	H3V1-H3W1	650 000
H1V1-H1X1	260 000	H2V1-H2X1	1 000 000	H3V1-H3X1	> 1 000 000
H1V1-H1Y1	260 000	H2V1-H2Y1	> 1 000 000	H3V1-H3Y1	> 1 000 000
H1V1-H1Z1	200 000	H2V1-H2Z1	750 000	H3V1-H3Z1	> 1 000 000
H1V1-H01X1	> 1 000 000	H2V1-H02X1	INFINITO	H3V1-H03X1	INFINITO
H1V1-H01Y1	INFINITO	H2V1-H02Y1	INFINITO	H3V1-H03Y1	INFINITO
		H2V1-X1	INFINITO		
H1W1-H1X1	150 000	H2W1-H2X1	300 000	H3W1-H3X1	300 000
H1W1-H1Y1	> 300 000	H2W1-H2Y1	> 1 000 000	H3W1-H3Y1	INFINITO
H1W1-H1Z1	> 300 000	H2W1-H2Z1	600 000	H3W1-H3Z1	INFINITO
H1W1-H01X1	INFINITO	H2W1-H02X1	INFINITO	H3W1-H03X1	INFINITO
H1W1-H01Y1	INFINITO	H2W1-H02Y1	INFINITO	H3W1-H03Y1	INFINITO
		H2W1-X1	INFINITO		
H1X1-H1Y1	150 000	H2X1-H2Y1	180 000	H3X1-H3Y1	220 000
H1X1-H1Z1	450 000	H2X1-H2Z1	1 000 000	H3X1-H3Z1	INFINITO
H1X1-H01X1	INFINITO	H2X1-H02X1	INFINITO	H3X1-H03X1	INFINITO
H1X1-H01Y1	INFINITO	H2X1-H02Y1	INFINITO	H3X1-H03Y1	INFINITO
		H2X1-X1	INFINITO		
H1Y1-H1Z1	200 000	H2Y1-H2Z1	200 000	H3Y1-H3Z1	300 000
H1Y1-H01X1	INFINITO	H2Y1-H02X1	INFINITO	H3Y1-H03X1	INFINITO
H1Y1-H01Y1	INFINITO	H2Y1-H02Y1	INFINITO	H3Y1-H03Y1	INFINITO
		H2Y1-X1	INFINITO		
H1Z1-H01X1	INFINITO	H2Z1-H02X1	INFINITO	H3Z1-H03X1	INFINITO
H1Z1-H01Y1	INFINITO	H2Z1-H02Y1	INFINITO	H3Z1-H03Y1	INFINITO
		H2Z1-X1	INFINITO		
H01X1-H01Y1	650 000	H02X1-H02Y1	650 000	H03X1-H03Y1	300 000
		H02X1-X1	> 1 000 000		
		H02Y1-X1	> 1 000 000		

Tabla N° 2.13 Resistencia de aislamiento de devanados de transformadores de corriente.

XL - 13 (Vaplicada = 500 V)					
H1 (6°C)		H2 (7°C)		H3 (8°C)	
TERMINALES	MΩ	TERMINALES	MΩ	TERMINALES	MΩ
H1V1-masa	5 000	H2V1-masa	15 000	H3V1-masa	5 000
H1W1-masa	2 500	H2W1-masa	16 500	H3W1-masa	2 500
H1X1-masa	1 600	H2X1-masa	1 700	H3X1-masa	1 600
H1Y1-masa	1 650	H2Y1-masa	1 700	H3Y1-masa	1 650
H1Z1-masa	1 550	H2Z1-masa	1 700	H3Z1-masa	1 550
H01X1-masa	14 500	H02X1-masa	8 000	H03X1-masa	14 500
H01Y1-masa	16 000	H02Y1-masa	8 000	H03Y1-masa	16 000
		X1-masa	12 400		
H1V1-H1W1	500 000	H2V1-H2W1	300 000	H3V1-H3W1	250 000
H1V1-H1X1	135 000	H2V1-H2X1	150 000	H3V1-H3X1	200 000
H1V1-H1Y1	200 000	H2V1-H2Y1	150 000	H3V1-H3Y1	180 000
H1V1-H1Z1	200 000	H2V1-H2Z1	150 000	H3V1-H3Z1	200 000
H1V1-H01X1	INFINITO	H2V1-H02X1	1 000 000	H3V1-H03X1	> 1 000 000
H1V1-H01Y1	INFINITO	H2V1-H02Y1	INFINITO	H3V1-H03Y1	> 1 000 000
		H2V1-X1	500 000		
H1W1-H1X1	300 000	H2W1-H2X1	200 000	H3W1-H3X1	1 000 000
H1W1-H1Y1	INFINITO	H2W1-H2Y1	300 000	H3W1-H3Y1	INFINITO
H1W1-H1Z1	300 000	H2W1-H2Z1	250 000	H3W1-H3Z1	> 1 000 000
H1W1-H01X1	INFINITO	H2W1-H02X1	INFINITO	H3W1-H03X1	INFINITO
H1W1-H01Y1	INFINITO	H2W1-H02Y1	INFINITO	H3W1-H03Y1	INFINITO
		H2W1-X1	INFINITO		
H1X1-H1Y1	INFINITO	H2X1-H2Y1	300 000	H3X1-H3Y1	300 000
H1X1-H1Z1	> 1 000 000	H2X1-H2Z1	400 000	H3X1-H3Z1	> 1 000 000
H1X1-H01X1	INFINITO	H2X1-H02X1	INFINITO	H3X1-H03X1	INFINITO
H1X1-H01Y1	INFINITO	H2X1-H02Y1	INFINITO	H3X1-H03Y1	INFINITO
		H2X1-X1	INFINITO		
H1Y1-H1Z1	200 000	H2Y1-H2Z1	300 000	H3Y1-H3Z1	500 000
H1Y1-H01X1	INFINITO	H2Y1-H02X1	INFINITO	H3Y1-H03X1	INFINITO
H1Y1-H01Y1	INFINITO	H2Y1-H02Y1	INFINITO	H3Y1-H03Y1	INFINITO
		H2Y1-X1	INFINITO		
H1Z1-H01X1	INFINITO	H2Z1-H02X1	INFINITO	H3Z1-H03X1	INFINITO
H1Z1-H01Y1	INFINITO	H2Z1-H02Y1	INFINITO	H3Z1-H03Y1	INFINITO
		H2Z1-X1	INFINITO		
H01X1-H01Y1	INFINITO	H02X1-H02Y1	> 500 000	H03X1-H03Y1	400 000
		H02X1-X1	INFINITO		
		H02Y1-X1	INFINITO		

Tabla N° 2.14 Resistencia de aislamiento de devanados de transformadores de corriente.

XL - 14 (Vaplicada = 500 V)					
H1 (13°C)		H2 (13°C)		H3 (13°C)	
TERMINALES	MΩ	TERMINALES	MΩ	TERMINALES	MΩ
H1V1-masa	2 500	H2V1-masa	2 800	H3V1-masa	3 600
H1W1-masa	2 200	H2W1-masa	2 200	H3W1-masa	3 200
H1X1-masa	900	H2X1-masa	900	H3X1-masa	2 000
H1Y1-masa	900	H2Y1-masa	1 000	H3Y1-masa	1 700
H1Z1-masa	800	H2Z1-masa	800	H3Z1-masa	1 380
H01X1-masa	1 650	H02X1-masa	2 000	H03X1-masa	3 400
H01Y1-masa	1 450	H02Y1-masa	2 500	H03Y1-masa	2 900
		X1-masa	2 500		
H1V1-H1W1	200 000	H2V1-H2W1	300 000	H3V1-H3W1	300 000
H1V1-H1X1	400 000	H2V1-H2X1	500 000	H3V1-H3X1	400 000
H1V1-H1Y1	400 000	H2V1-H2Y1	400 000	H3V1-H3Y1	1 000 000
H1V1-H1Z1	400 000	H2V1-H2Z1	400 000	H3V1-H3Z1	1 000 000
H1V1-H01X1	> 1 000 000	H2V1-H02X1	> 1 000 000	H3V1-H03X1	INFINITO
H1V1-H01Y1	> 1 000 000	H2V1-H02Y1	> 1 000 000	H3V1-H03Y1	INFINITO
		H2V1-X1	700 000		
H1W1-H1X1	150 000	H2W1-H2X1	300 000	H3W1-H3X1	200 000
H1W1-H1Y1	400 000	H2W1-H2Y1	500 000	H3W1-H3Y1	1 000 000
H1W1-H1Z1	400 000	H2W1-H2Z1	400 000	H3W1-H3Z1	800 000
H1W1-H01X1	> 1 000 000	H2W1-H02X1	> 1 000 000	H3W1-H03X1	INFINITO
H1W1-H01Y1	> 1 000 000	H2W1-H02Y1	> 1 000 000	H3W1-H03Y1	INFINITO
		H2W1-X1	> 1 000 000		
H1X1-H1Y1	190 000	H2X1-H2Y1	200 000	H3X1-H3Y1	300 000
H1X1-H1Z1	500 000	H2X1-H2Z1	500 000	H3X1-H3Z1	800 000
H1X1-H01X1	> 1 000 000	H2X1-H02X1	> 1 000 000	H3X1-H03X1	INFINITO
H1X1-H01Y1	> 1 000 000	H2X1-H02Y1	> 1 000 000	H3X1-H03Y1	INFINITO
		H2X1-X1	800 000		
H1Y1-H1Z1	300 000	H2Y1-H2Z1	250 000	H3Y1-H3Z1	400 000
H1Y1-H01X1	> 1 000 000	H2Y1-H02X1	> 1 000 000	H3Y1-H03X1	INFINITO
H1Y1-H01Y1	> 1 000 000	H2Y1-H02Y1	> 1 000 000	H3Y1-H03Y1	INFINITO
		H2Y1-X1	1 000 000		
H1Z1-H01X1	> 1 000 000	H2Z1-H02X1	> 1 000 000	H3Z1-H03X1	INFINITO
H1Z1-H01Y1	> 1 000 000	H2Z1-H02Y1	> 1 000 000	H3Z1-H03Y1	INFINITO
		H2Z1-X1	> 1 000 000		
H01X1-H01Y1	300 000	H02X1-H02Y1	400 000	H03X1-H03Y1	300 000
		H02X1-X1	> 1 000 000		
		H02Y1-X1	> 1 000 000		

Tabla N° 2.15 Resistencia de arrollamiento de transformadores de corriente.

Prueba a CT's en Bushing		Resistencia CC (Ω)		
		H1	H2	H3
XL-11	H?V1-H?V2	2.643	2.656	2.694
	H?W1-H?W2	1.968	1.991	1.994
	H?X1-H?X2	1.979	2.017	2.002
	H?X1-H?X3	4.196	4.238	4.152
	H?Y1-H?Y2	2.032	1.993	1.996
	H?Y1-H?Y3	4.235	4.175	4.197
	H?Z1-H?Z2	1.960	1.999	1.982
	H?Z1-H?Z3	4.171	4.189	4.130
	H0?X1-H0?X2	1.969	1.982	1.976
	H0?Y1-H0?Y2	1.907	1.957	1.964
X1-X2		0.155		
XL-12	H?V1-H?V2	2.603	2.594	2.596
	H?W1-H?W2	2.010	2.017	1.994
	H?X1-H?X2	1.986	2.019	1.988
	H?X1-H?X3	4.178	4.297	4.198
	H?Y1-H?Y2	2.033	2.031	2.008
	H?Y1-H?Y3	4.254	4.274	4.202
	H?Z1-H?Z2	2.026	2.018	2.017
	H?Z1-H?Z3	4.265	4.223	4.227
	H0?X1-H0?X2	1.994	2.017	1.993
	H0?Y1-H0?Y2	2.018	1.991	1.997
X1-X2		0.189		
XL-13	H?V1-H?V2	2.605	2.582	2.590
	H?W1-H?W2	1.955	1.976	1.989
	H?X1-H?X2	1.985	1.982	1.978
	H?X1-H?X3	4.095	4.216	4.139
	H?Y1-H?Y2	1.995	2.002	1.976
	H?Y1-H?Y3	4.175	4.176	4.152
	H?Z1-H?Z2	2.025	2.014	2.002
	H?Z1-H?Z3	4.235	4.198	4.217
	H0?X1-H0?X2	1.945	1.958	1.931
	H0?Y1-H0?Y2	1.965	1.971	1.952
X1-X2		0.181		
XL-14	H?V1-H?V2	2.522	2.556	2.544
	H?W1-H?W2	1.923	1.926	1.947
	H?X1-H?X2	1.923	1.969	1.965
	H?X1-H?X3	4.034	4.092	4.089
	H?Y1-H?Y2	1.922	1.957	1.937
	H?Y1-H?Y3	4.023	4.081	4.060
	H?Z1-H?Z2	1.941	1.969	1.977
	H?Z1-H?Z3	4.062	4.138	4.116
	H0?X1-H0?X2	1.869	1.886	1.905
	H0?Y1-H0?Y2	1.897	1.910	1.904
X1-X2		0.178		

H?V1-H?V2 : El H? Puede ser H1, H2 o H3 dependiendo de la fase sujeta a prueba

Se esboza la curva de magnetización de los transformadores de corriente T10, T11 y T12, instalados en los bushing de la inductancia XL14, estos devanados se conectan a los bornes H1V1-H1V2, H2V1-H2V2 y H3V1-H3V2 respectivamente (ver la curva de los tres transformadores en la figura N° 2.12); la relación del transformación de estos transformadores de acuerdo a los datos del fabricante es de 800/1.

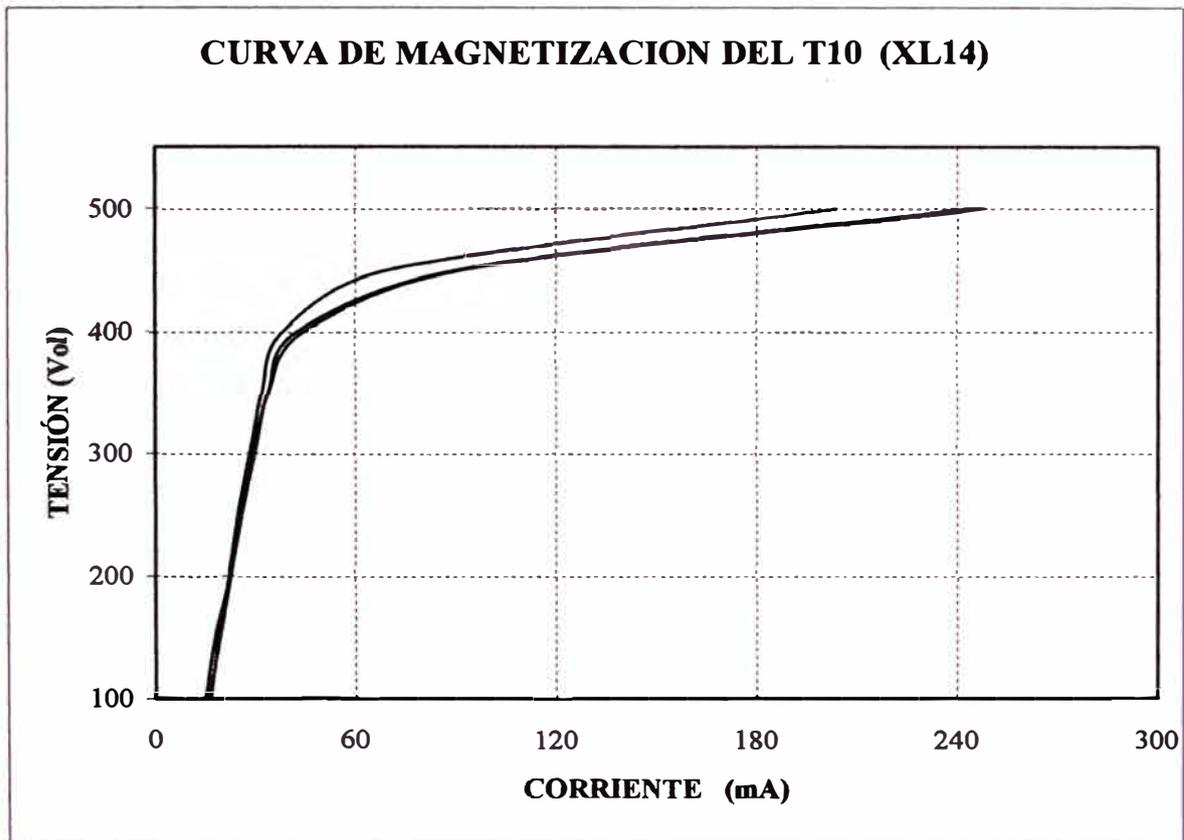


Fig. N° 2.12 Curva de magnetización de los transformadores de corriente T10, T11 y T12.

XL14	H1V1 - H1V2	H2V1 - H2V2	H3V1 - H3V2						
	mA	mA	mA						
Volt.	mA	mA	mA						
100	14.97	16.35	16.07						
150	17.81	18.95	19.25						
200	22.21	21.94	22.49						
250	25.23	24.66	25.83						
300	29.11	28.27	29.71						
350	33.85	31.99	33.86						
400	42.34	38.11	44.51						
450	89.76	69.05	90.98						
500	242.35	203.46	247.30						

Curva de magnetización de los transformadores de corriente T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 y T9,; instalados en los bushing de la inductancia XL14, estos devanados se conectan a los bornes H1X1-H1X3, H2X1-H2X3, H3X1-H3X3, H1Y1-H1Y3, H2Y1-H2YX3, H3Y1-H3YX3, H1Z1-H1Z3, H2Z1-H2Z3 y H3Z1-H3Z3 respectivamente, (ver la curva de los nueve transformadores en la figura N° 2.13); la relación del transformación de estos transformadores de acuerdo a los datos del fabricante es de 1600 - 800/1.

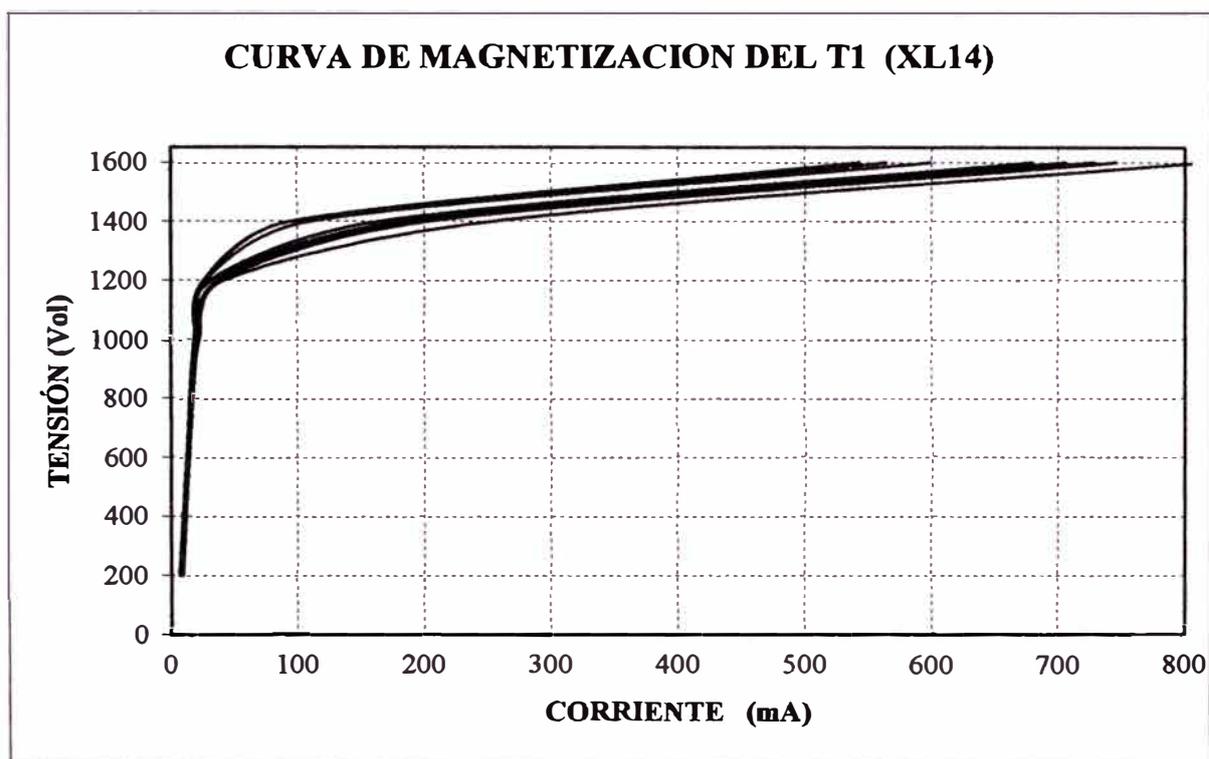


Fig. N° 2.13 Curva de magnetización de los transformadores de corriente del T1 al T9 .

XL14	H1X1 - H1X3	H1Y1 - H1Y3	H1Z1 - H1Z3	H2X1 - H2X3	H2Y1 - H2Y3	H2Z1 - H2Z3	H3X1 - H3X3	H3Y1 - H3Y3	H3Z1 - H3Z3
	mA								
200	6.83	9.26	8.67	6.66	7.36	7.43	7.69	6.59	6.78
400	10.64	12.01	11.26	9.58	10.82	9.82	11.03	10.15	9.86
600	13.34	14.52	13.55	12.92	13.59	12.62	13.83	13.24	12.46
800	16.06	17.58	16.29	14.92	16.27	15.42	16.76	16.08	15.39
1000	19.46	22.74	20.72	18.44	19.67	18.88	20.85	19.92	19.09
1200	30.46	42.30	38.65	25.89	30.74	27.61	39.41	32.77	28.20
1400	165.42	254.14	203.62	94.91	184.98	110.05	190.93	185.91	94.84
1600	679.50	813.10	745.50	543.10	726.20	598.80	705.30	728.80	564.30

Curva de magnetización de los transformadores de corriente T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20 y T21, instalados en los bushing de la inductancia XL14, estos devanados se conectan a los bornes: H1W1-H1W2, H2W1-H2W2, H3W1-H3W2, H01X1-H01X2, H02X1-H02X2, H03X1-H03X2, H01Y1-H01Y2, H02Y1-H02Y2, H03Y1-H03Y2, respectivamente, (ver la curva de los nueve transformadores en la figura N° 2.14); la relación del transformación de estos transformadores de acuerdo a los datos del fabricante es de 800/1.

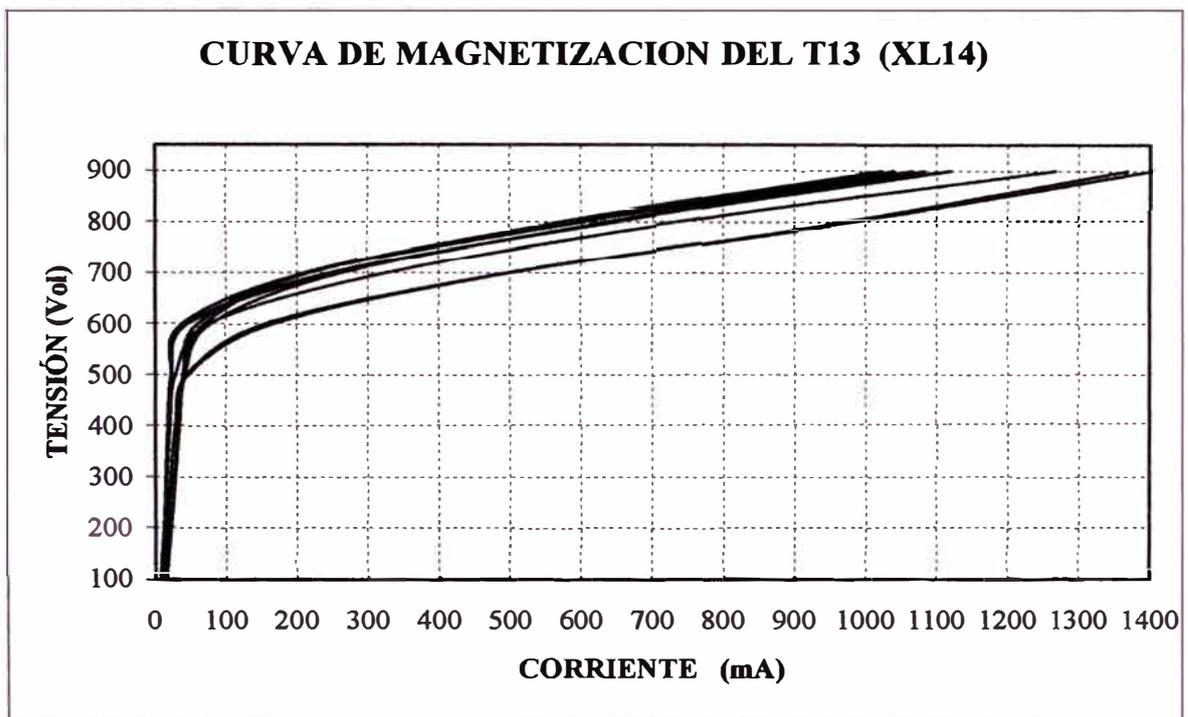


Fig. N° 2.14 Curva de magnetización de los transformadores de corriente del T13 al T21 .

XL14	H1W1 - H1W2	H2W1 - H2W2	H1W1 - H3W2	H01X1 - H01X2	H02X1 - H02X2	H03X1 - H03X2	H01Y1 - H01Y2	H02Y1 - H02Y2	H03Y1 - H03Y2
	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA
100	15.68	15.79	15.40	8.22	8.62	12.15	8.76	7.57	12.40
200	22.04	22.47	22.08	12.06	11.93	16.44	12.06	11.98	17.07
300	27.28	28.32	27.79	14.88	15.04	21.86	14.86	16.08	21.95
400	32.68	34.33	33.37	18.09	18.44	28.72	17.88	20.81	28.61
500	39.55	42.58	40.85	22.46	22.96	45.11	22.09	28.68	47.30
600	60.73	79.46	70.30	44.68	46.74	157.47	38.28	75.90	167.80
700	212.50	263.49	217.84	248.01	255.52	496.59	215.50	327.26	500.63
800	578.90	632.70	569.10	643.80	639.80	968.40	595.90	736.40	980.20
900	1038.90	1082.20	1022.30	1115.80	1120.10	1368.50	1066.20	1266.30	1403.70

Tabla N° 2.20 Valores en voltios para relación de transformación.

RELACION DE TRANSFORMACION XL11					
Terminal Sec TC's	V. Aplic. Sec.	V. Medida Prim.	Relación		
			Calculada	Esperada	% de Error
H1V1-H1V2	400.80	0.5031	796.6607	800	-0.42%
H1W1-H1W2	600.20	0.7536	796.4437	800	-0.44%
H1X1-H1X2	400.43	0.5024	797.0342	800	-0.37%
H1X1-H1X3	800.50	0.5007	1,598.7617	1600	-0.08%
H1Y1-H1Y2	400.46	0.5013	798.8430	800	-0.14%
H1Y1-H1Y3	800.20	0.5003	1,599.4403	1600	-0.03%
H1Z1-H1Z2	400.70	0.5024	797.5717	800	-0.30%
H1Z1-H1Z3	800.20	0.5006	1,598.4818	1600	-0.09%
H01X1-H01X2	600.50	0.7521	798.4311	800	-0.20%
H01Y1-H01Y2	600.60	0.7538	796.7631	800	-0.40%
H2V1-H2V2	400.13	0.5024	796.4371	800	-0.45%
H2W1-H2W2	600.00	0.7535	796.2840	800	-0.46%
H2X1-H2X2	400.58	0.5024	797.3328	800	-0.33%
H2X1-H2X3	800.20	0.5008	1,597.8435	1600	-0.13%
H2Y1-H2Y2	400.94	0.5024	798.0494	800	-0.24%
H2Y1-H2Y3	800.20	0.5002	1,599.7601	1600	-0.01%
H2Z1-H2Z2	400.88	0.5027	797.4537	800	-0.32%
H2Z1-H2Z3	800.80	0.5010	1,598.4032	1600	-0.10%
H02X1-H02X2	600.80	0.7547	796.0779	800	-0.49%
H02Y1-H02Y2	600.60	0.7529	797.7155	800	-0.29%
X1-X2	75.08	1.0118	74.2044	75	-1.06%
H3V1-H3V2	400.04	0.5020	796.9242	800	-0.38%
H3W1-H3W2	600.70	0.7545	796.1564	800	-0.48%
H3X1-H3X2	400.31	0.5023	796.9540	800	-0.38%
H3X1-H3X3	800.00	0.5004	1,598.7210	1600	-0.08%
H3Y1-H3Y2	400.37	0.5011	798.9822	800	-0.13%
H3Y1-H3Y3	800.90	0.5006	1,599.8801	1600	-0.01%
H3Z1-H3Z2	400.40	0.5021	797.4507	800	-0.32%
H3Z1-H3Z3	800.40	0.5008	1,598.2428	1600	-0.11%
H03X1-H03X2	600.40	0.7503	800.2132	800	0.03%
H03Y1-H03Y2	600.10	0.7526	797.3691	800	-0.33%

Tabla N° 2.21 Valores en voltios para relación de transformación.

RELACION DE TRANSFORMACION XL12					
Terminal Sec TC's	V. Aplic. Sec.	V. Medida Prim.	Relación		
			Calculada	Esperada	% de Error
H1V1-H1V2	401.02	0.5034	796.6230	800	-0.42%
H1W1-H1W2	601.10	0.7545	796.6865	800	-0.41%
H1X1-H1X2	400.33	0.5027	796.3597	800	-0.46%
H1X1-H1X3	801.20	0.5013	1,598.3721	1600	-0.10%
H1Y1-H1Y2	400.20	0.5025	796.4179	800	-0.45%
H1Y1-H1Y3	802.30	0.5021	1,597.8889	1600	-0.13%
H1Z1-H1Z2	401.21	0.5040	796.0516	800	-0.49%
H1Z1-H1Z3	800.40	0.5010	1,597.6048	1600	-0.15%
H01X1-H01X2	600.70	0.7517	799.1220	800	-0.11%
H01Y1-H01Y2	600.50	0.7530	797.4768	800	-0.32%
H2V1-H2V2	400.37	0.5031	795.8060	800	-0.52%
H2W1-H2W2	600.50	0.7537	796.7361	800	-0.41%
H2X1-H2X2	401.35	0.5042	796.0135	800	-0.50%
H2X1-H2X3	801.10	0.5013	1,598.1726	1600	-0.11%
H2Y1-H2Y2	402.48	0.5056	796.0443	800	-0.49%
H2Y1-H2Y3	801.40	0.5016	1,597.6874	1600	-0.14%
H2Z1-H2Z2	401.21	0.5040	796.0516	800	-0.49%
H2Z1-H2Z3	800.40	0.5010	1,597.6048	1600	-0.15%
H02X1-H02X2	600.70	0.7540	796.6844	800	-0.41%
H02Y1-H02Y2	601.10	0.7542	797.0034	800	-0.37%
X1-X2	75.22	1.0130	74.2547	75	-0.99%
H3V1-H3V2	401.03	0.5034	796.6428	800	-0.42%
H3W1-H3W2	600.20	0.7535	796.5494	800	-0.43%
H3X1-H3X2	400.57	0.5032	796.0453	800	-0.49%
H3X1-H3X3	801.40	0.5018	1,597.0506	1600	-0.18%
H3Y1-H3Y2	400.34	0.5029	796.0628	800	-0.49%
H3Y1-H3Y3	800.20	0.5008	1,597.8435	1600	-0.13%
H3Z1-H3Z2	402.07	0.5021	800.7767	800	0.10%
H3Z1-H3Z3	800.00	0.5005	1,598.4974	1600	-0.09%
H03X1-H03X2	600.50	0.7525	798.0066	800	-0.25%
H03Y1-H03Y2	601.60	0.7544	797.4549	800	-0.32%

Tabla N° 2.22 Valores en voltios para relación de transformación.

RELACION DE TRANSFORMACION XL13					
Terminal Sec TC's	V. Aplic. Sec.	V. Medida Prim.	Relación		
			Calculada	Esperada	% de Error
H1V1-H1V2	400.67	0.5034	795.9277	800	-0.51%
H1W1-H1W2	600.70	0.7546	796.0509	800	-0.49%
H1X1-H1X2	401.21	0.5040	796.0516	800	-0.49%
H1X1-H1X3	801.20	0.5015	1,597.6072	1600	-0.15%
H1Y1-H1Y2	400.95	0.5037	796.0095	800	-0.50%
H1Y1-H1Y3	801.80	0.5018	1,597.8477	1600	-0.13%
H1Z1-H1Z2	401.21	0.5034	797.0004	800	-0.37%
H1Z1-H1Z3	800.40	0.5009	1,597.9237	1600	-0.13%
H01X1-H01X2	600.50	0.7550	795.3642	800	-0.58%
H01Y1-H01Y2	600.80	0.7560	794.7090	800	-0.66%
H2V1-H2V2	400.08	0.5024	796.3376	800	-0.46%
H2W1-H2W2	600.50	0.7541	796.3135	800	-0.46%
H2X1-H2X2	401.78	0.5045	796.3925	800	-0.45%
H2X1-H2X3	801.50	0.5011	1,599.6408	1600	-0.02%
H2Y1-H2Y2	401.58	0.5042	796.4697	800	-0.44%
H2Y1-H2Y3	800.90	0.5010	1,598.6028	1600	-0.09%
H2Z1-H2Z2	400.01	0.5017	797.3091	800	-0.34%
H2Z1-H2Z3	801.10	0.5015	1,597.4078	1600	-0.16%
H02X1-H02X2	600.70	0.7533	797.4247	800	-0.32%
H02Y1-H02Y2	600.80	0.7521	798.8299	800	-0.15%
X1-X2	75.10	1.0247	73.2897	75	-2.28%
H3V1-H3V2	400.60	0.5031	796.2632	800	-0.47%
H3W1-H3W2	600.20	0.7539	796.1268	800	-0.48%
H3X1-H3X2	400.79	0.5035	796.0079	800	-0.50%
H3X1-H3X3	801.70	0.5013	1,599.2739	1600	-0.05%
H3Y1-H3Y2	400.93	0.5035	796.2860	800	-0.46%
H3Y1-H3Y3	801.80	0.5016	1,598.4848	1600	-0.09%
H3Z1-H3Z2	400.77	0.5034	796.1263	800	-0.48%
H3Z1-H3Z3	801.30	0.5017	1,597.1696	1600	-0.18%
H03X1-H03X2	600.40	0.7550	795.2318	800	-0.60%
H03Y1-H03Y2	600.10	0.7532	796.7339	800	-0.41%

Tabla N° 2.23 Valores en voltios para relación de transformación.

RELACION DE TRANSFORMACION XL14					
Terminal Sec TC's	V. Aplic. Sec.	V. Medida Prim.	Relación		
			Calculada	Esperada	% de Error
H1V1-H1V2	400.80	0.5030	796.8191	800	-0.40%
H1W1-H1W2	600.00	0.7533	796.4954	800	-0.44%
H1X1-H1X2	400.11	0.5025	796.2388	800	-0.47%
H1X1-H1X3	801.60	0.5014	1,598.7236	1600	-0.08%
H1Y1-H1Y2	400.36	0.5035	795.1539	800	-0.61%
H1Y1-H1Y3	801.80	0.5018	1,597.9751	1600	-0.13%
H1Z1-H1Z2	400.14	0.5025	796.2985	800	-0.46%
H1Z1-H1Z3	801.10	0.5012	1,598.3639	1600	-0.10%
H01X1-H01X2	600.80	0.7530	797.8752	800	-0.27%
H01Y1-H01Y2	600.00	0.7523	797.5542	800	-0.31%
H2V1-H2V2	400.07	0.5015	797.7468	800	-0.28%
H2W1-H2W2	600.40	0.7543	795.9698	800	-0.50%
H2X1-H2X2	400.82	0.5029	797.0173	800	-0.37%
H2X1-H2X3	800.30	0.5008	1,598.0431	1600	-0.12%
H2Y1-H2Y2	400.02	0.5024	796.2182	800	-0.47%
H2Y1-H2Y3	802.10	0.5018	1,598.4137	1600	-0.10%
H2Z1-H2Z2	401.41	0.5036	797.0810	800	-0.36%
H2Z1-H2Z3	800.70	0.5012	1,597.5658	1600	-0.15%
H02X1-H02X2	600.60	0.7522	798.4579	800	-0.19%
H02Y1-H02Y2	600.10	0.7523	797.6871	800	-0.29%
X1-X2	75.06	1.0247	73.2507	75	-2.33%
H3V1-H3V2	401.88	0.5045	796.5907	800	-0.43%
H3W1-H3W2	601.50	0.7553	796.3723	800	-0.45%
H3X1-H3X2	401.93	0.5053	795.4285	800	-0.57%
H3X1-H3X3	801.40	0.5012	1,598.8349	1600	-0.07%
H3Y1-H3Y2	401.05	0.5036	796.3662	800	-0.45%
H3Y1-H3Y3	801.90	0.5016	1,598.6842	1600	-0.08%
H3Z1-H3Z2	401.54	0.5035	797.4975	800	-0.31%
H3Z1-H3Z3	801.80	0.5013	1,599.4415	1600	-0.03%
H03X1-H03X2	601.90	0.7585	793.5399	800	-0.81%
H03Y1-H03Y2	601.90	0.7539	798.3817	800	-0.20%

Prueba de Polaridad de los transformadores de corriente instalados en los Bushings de las Inductancias XL-11, XL-12, XL-13 y XL-14, el método aplicado es de la tensión continua, los resultados se muestran en las tablas 2.24, 2.25, 2.26 y 2.27 respectivamente.

Tabla N° 2.24 Resultados de la prueba de polaridad de los transformadores de Corriente.

XL - 11					
H1 - H0		H2 - H0		H3 - H0	
TERMINALES	POLARIDAD	TERMINALES	POLARIDAD	TERMINALES	POLARIDAD
H1V1-H1V2	Sustractiva	H2V1-H2V2	Sustractiva	H3V1-H3V2	Sustractiva
H1W1-H1W2	Sustractiva	H2W1-H2W2	Sustractiva	H3W1-H3W2	Sustractiva
H1X1-H1X2	Sustractiva	H2X1-H2X2	Sustractiva	H3X1-H3X2	Sustractiva
H1Y1-H1Y2	Sustractiva	H2Y1-H2Y2	Sustractiva	H3Y1-H3Y2	Sustractiva
H1Z1-H1Z2	Sustractiva	H2Z1-H2Z2	Sustractiva	H3Z1-H3Z2	Sustractiva
H01X1-H01X2	Sustractiva	H02X1-H02X2	Sustractiva	H03X1-H03X2	Sustractiva
H01Y1-H01Y2	Sustractiva	H02Y1-H02Y2	Sustractiva	H03Y1-H03Y2	Sustractiva
		X1-X2	Sustractiva		

Tabla N° 2.25 Resultados de la prueba de polaridad de los transformadores de Corriente.

XL - 12					
H1 - H0		H2 - H0		H3 - H0	
TERMINALES	POLARIDAD	TERMINALES	POLARIDAD	TERMINALES	POLARIDAD
H1V1-H1V2	Sustractiva	H2V1-H2V2	Sustractiva	H3V1-H3V2	Sustractiva
H1W1-H1W2	Sustractiva	H2W1-H2W2	Sustractiva	H3W1-H3W2	Sustractiva
H1X1-H1X2	Sustractiva	H2X1-H2X2	Sustractiva	H3X1-H3X2	Sustractiva
H1Y1-H1Y2	Sustractiva	H2Y1-H2Y2	Sustractiva	H3Y1-H3Y2	Sustractiva
H1Z1-H1Z2	Sustractiva	H2Z1-H2Z2	Sustractiva	H3Z1-H3Z2	Sustractiva
H01X1-H01X2	Sustractiva	H02X1-H02X2	Sustractiva	H03X1-H03X2	Sustractiva
H01Y1-H01Y2	Sustractiva	H02Y1-H02Y2	Sustractiva	H03Y1-H03Y2	Sustractiva
		X1-X2	Sustractiva		

Tabla N° 2.26 Resultados de la prueba de polaridad de los transformadores de Corriente.

XL - 13					
H1 - H0		H2 - H0		H3 - H0	
TERMINALES	POLARIDAD	TERMINALES	POLARIDAD	TERMINALES	POLARIDAD
H1V1-H1V2	Sustractiva	H2V1-H2V2	Sustractiva	H3V1-H3V2	Sustractiva
H1W1-H1W2	Sustractiva	H2W1-H2W2	Sustractiva	H3W1-H3W2	Sustractiva
H1X1-H1X2	Sustractiva	H2X1-H2X2	Sustractiva	H3X1-H3X2	Sustractiva
H1Y1-H1Y2	Sustractiva	H2Y1-H2Y2	Sustractiva	H3Y1-H3Y2	Sustractiva
H1Z1-H1Z2	Sustractiva	H2Z1-H2Z2	Sustractiva	H3Z1-H3Z2	Sustractiva
H01X1-H01X2	Sustractiva	H02X1-H02X2	Sustractiva	H03X1-H03X2	Sustractiva
H01Y1-H01Y2	Sustractiva	H02Y1-H02Y2	Sustractiva	H03Y1-H03Y2	Sustractiva
		X1-X2	Sustractiva		

Tabla N° 2.27 Resultados de la prueba de polaridad de los transformadores de Corriente.

XL - 14					
H1 - H0		H2 - H0		H3 - H0	
TERMINALES	POLARIDAD	TERMINALES	POLARIDAD	TERMINALES	POLARIDAD
H1V1-H1V2	Sustractiva	H2V1-H2V2	Sustractiva	H3V1-H3V2	Sustractiva
H1W1-H1W2	Sustractiva	H2W1-H2W2	Sustractiva	H3W1-H3W2	Sustractiva
H1X1-H1X2	Sustractiva	H2X1-H2X2	Sustractiva	H3X1-H3X2	Sustractiva
H1Y1-H1Y2	Sustractiva	H2Y1-H2Y2	Sustractiva	H3Y1-H3Y2	Sustractiva
H1Z1-H1Z2	Sustractiva	H2Z1-H2Z2	Sustractiva	H3Z1-H3Z2	Sustractiva
H01X1-H01X2	Sustractiva	H02X1-H02X2	Sustractiva	H03X1-H03X2	Sustractiva
H01Y1-H01Y2	Sustractiva	H02Y1-H02Y2	Sustractiva	H03Y1-H03Y2	Sustractiva
		X1-X2	Sustractiva		

2:5.8 Pruebas, Operación y actuación de las protecciones

Se debe comprobar la operación de las alarmas simulando las condiciones de falla a cada una de ellas en el gabinete del propio equipo. Los valores de la temperatura para aviso y desconexión, en caso de tener aerotermos también se verificaría las temperaturas de encendido y apagado, estos últimos son fijados por el fabricante para cada equipo teniendo en cuenta los límites conveniente de calentamiento y la temperatura máxima del medio ambiente.

Para verificar el funcionamiento correcto de los termómetros del aceite y de los devanados, se colocan en un recipiente con aceite las termocuplas y se calienta homogéneamente, cuando se aproxima al valor ajustado estar atento al sonido "Clic" del contacto que activa o desactiva una alarma o disparo según sea el caso.

Para comprobar la protección de sobrepresión de la cuba de la inductancia hay que cerrar el contacto. La protección de sobrepresión debe encontrarse en la posición de disparo. Los elementos de desconexión permanecen en la posición de disparo. Tras la prueba se debe poner de nuevo en la posición de servicio.

El funcionamiento del indicador de nivel de aceite debe verificarse mediante el accionamiento del contacto de aviso. Habiendo contacto de máximo y mínimo, debe observarse especialmente que los conductores no se hayan invertido.

Debe observarse la respiración de cada desecador. Cuando la inductancia respira debido a diferencias de temperatura, se observan burbujas en el sello hidráulico. En caso de duda se puede insuflar aire con una bomba a través de la válvula de purga de aire del relé Buchholz y comprobar así la respiración en el sello hidráulico.

Los circuitos de los transformadores de intensidad han de estar cerrados y no se puede abrir mientras la inductancia está sometido a tensión. El correcto montaje del relé Buchholz debe controlarse, la flecha fundida en la carcasa debe indicar hacia el recipiente de expansión

En el relé Buchholz debe realizarse el accionamiento mecánico del flotador de aviso y de desconexión, la prueba de operación de aviso (señalización de gas) se realiza convenientemente estando cerrado el interruptor de potencia, cuando actúa la alarma, el aviso debe llegar a la sala de control, los interruptores de potencia no deben abrir. Durante la prueba de la función desconexión, deben desconectar los interruptores de potencia. Las señales correspondientes en la sala de mando deben controlarse.

Tabla N° 2.28 Verificación de alarmas y disparos de las inductancias.

Equipo	Prueba	Alarma	Disparo
XL11	Sobre temperatura aceite (cierra - abre) °C	85 - 72	95 - 85
	Sobre temperatura devanados (cierra - abre) °C	92 - 81	103 - 92
	Sobre presión	BIEN	BIEN
	Relé de gas	BIEN	BIEN
	Relé de gas (conservador)	BIEN	BIEN
	Nivel de aceite (mínimo - máximo)	BIEN - BIEN	BIEN
	Falla ventilación	BIEN	BIEN
	Control local	BIEN	BIEN
XL12	Sobre temperatura aceite (cierra - abre) °C	88 - 78	99 - 88
	Sobre temperatura devanados (cierra - abre) °C	94 - 81	102 - 92
	Sobre presión	BIEN	BIEN
	Relé de gas	BIEN	BIEN
	Relé de gas (conservador)	BIEN	BIEN
	Nivel de aceite (mínimo - máximo)	BIEN - BIEN	BIEN
	Falla ventilación	BIEN	BIEN
	Control local	BIEN	BIEN
XL13	Sobre temperatura aceite (cierra - abre) °C	87 - 76	98 - 86
	Sobre temperatura devanados (cierra - abre) °C	92 - 81	103 - 93
	Sobre presión	BIEN	BIEN
	Relé de gas	BIEN	BIEN
	Relé de gas (conservador)	BIEN	BIEN
	Nivel de aceite (mínimo - máximo)	BIEN - BIEN	BIEN
	Falla ventilación	BIEN	BIEN
	Control local	BIEN	BIEN
XL14	Sobre temperatura aceite (cierra - abre) °C	89 - 78	98 - 88
	Sobre temperatura devanados (cierra - abre) °C	91 - 78	104 - 91
	Sobre presión	BIEN	BIEN
	Relé de gas	BIEN	BIEN
	Relé de gas (conservador)	BIEN	BIEN
	Nivel de aceite (mínimo - máximo)	BIEN - BIEN	BIEN
	Falla ventilación	BIEN	BIEN
	Control local	BIEN	BIEN

En la tabla N° 2.28 se muestra los resultados obtenidos de las diferentes pruebas a cada uno de las Inductancias Shunt, tener presente que los valores ajustados de alarma y disparo por sobre temperatura del aceite y del arrollamiento son de 85°C, 95°C y 90°C, 100°C respectivamente.

a) Observaciones

- ☞ En las cuatro inductancias, los disparos por temperatura del aceite y del devanado llegan a bornes X3: 23-24; X3: 25-26 respectivamente, los cables externos para estos disparos llegan a los bornes X3: 25-26; X3: 27-28 respectivamente, se corrigió desplazando los cables externos a la disposición de los cables internos.
- ☞ En el reactor XL11, el pulsador del CP081 retorna, sin abrir el contacto, esto ocurre en forma aleatoria, se destapó y se pulso varias veces lográndose superar este inconveniente.

2.5.9 Verificación posterior a las pruebas.

Llegado a éste punto se tiene que realizar nuevamente una inspección final a la inductancia, revisar minuciosamente las conexiones, ajustes entre otras verificaciones, para mejor comprensión se elabora un cuadro que facilitará este punto, la misma se indica en la tabla N° 2.29, en este punto también se debe verificar que las observaciones realizadas al inicio de las pruebas hayan sido superadas.

Tabla N° 2.29 Puntos para verificación posterior a las pruebas.

Puntos importantes de inspección en cada Inductancia	
1. Ajuste de terminales y conectores de potencia (H1, H2, H3, H0)	Conforme
2. Ajuste de terminales y conectores de potencia (X1, X2, X3, X0)	Conforme
3. Conexiones de cables de control de acuerdo a planos	Conforme
4. Ajuste de cables de control	Conforme
5. PAT del tanque, neutro, pararrayos y gabinete	Conforme
6. Posición de válvulas de acuerdo a planos del fabricante	Conforme
7. Cantidad y coloración de la silica gel	Conforme
8. Estado de los componentes, termómetros, cajas de conexiones	Conforme
9. Candados y llaves	Conforme
10. Distancia de seguridad (entre fases y fase-tierra)	Conforme
11. Limpieza general	(1)
12. Seguridad (en cuanto al acceso a inductancia energizada)	Conforme

a) Observaciones

- ☞ (1) Resanar pintura y limpieza en general.
- ☞ Cuando se instala con cuidado la inductancia Shunt, normalmente requiere menos mantenimiento que cualquier otro equipo eléctrico.

- ☞ No debe accederse al interior de ninguna inductancia hasta que el gas de los tanques sea reemplazado, por aire seco. El contenido de oxígeno dentro de la inductancia debe ser de al menos de 19.5% antes de acceder a una inspección. El contenido de oxígeno debe ser revisado constantemente, contenidos de oxígeno menores a 19.5% puede causar somnolencia y/o daño físico y muerte.
- ☞ No debe accederse al interior de la inductancia con vestimenta sucia o húmeda, utilice cobertores de zapato de tela limpia o sobre zapatos de caucho de nitrilo.
- ☞ La inductancia operado bajo condiciones arduas, requiere mayor mantenimiento que uno que sea operado no muy seguido. Igualmente la polución atmosférica, la humedad, la temperatura y la altitud afectan a las Inductancias. Por lo tanto la rutina de inspección y mantenimiento debe ser un problema de consideración local.
- ☞ La Inductancia debe permanecer en reposo no menos de 10 horas después de llenado de aceite. Purgar totalmente la inductancia una vez y luego una segunda vez después de 30 minutos antes de energizarlo, para dejar que las burbujas de aire escapen del aceite.
- ☞ Antes de aplicar tensión a la inductancia, revisar sobre todo los transformadores de corriente instalados en los bushing, no deben estar en circuito abierto. Esto podría ocasionar una explosión e incendio. Todos los circuitos de los transformadores de corriente debe ser revisada cuidadosamente.

CAPITULO III

INTERRUPTORES DE POTENCIA

3.1 Introducción

El interruptor es el principal dispositivo fabricado para el cierre y apertura de un circuito eléctrico bajo carga, en condiciones normales y en condiciones de corto circuito, la cual es su principal función. En circuitos energizados se puede insertar o retirar transformadores de potencia, líneas de transmisión, barras, máquinas, etc.

El interruptor y el transformador de potencia son los dos dispositivos más importantes de una subestación, tal es así que su buen funcionamiento determina el nivel de confiabilidad que se atribuye a un sistema eléctrico de potencia. A la par del aumento de la potencia y el tamaño de las redes, aumenta también la necesidad de desconexión rápida y segura en caso de falla, es necesario interrumpir cortar la corriente con rapidez y seguridad para reducir los daños al mínimo, si no apertura el interruptor, la corriente de falla puede afectar al transformador de Potencia.

El interruptor es el eslabón activo de la cadena de protección, la función del interruptor no está duplicado, es por ello, la importancia de su operación correcta ante la aparición de una falla en el sistema en el que se encuentre instalado, por lo tanto se debe comprobar su buen estado mecánica y eléctricamente a lo largo de su vida de servicio que fluctúa en el rango de 20 a 40 años, el interruptor ha de estar continuamente dispuesto para realizar su tarea, con frecuencia después de un prolongado periodo de inactividad mecánica.

3.2 Tipos de Interruptores

De acuerdo con los elementos que intervienen en la apertura del arco en las cámaras de extinción, los interruptores se han agrupado en cinco tipos, los cuales se han ordenado conforme a su aparición histórica:

- Gran volumen de aceite
- Pequeño volumen de aceite

- Neumático (aire comprimido)
- Exafluoruro de azufre
- Vacío.

3.2.1 Interruptores en gran volumen de aceite.

Estos son los primeros interruptores que se emplearon en alta tensión y que utilizaron aceite para la extinción del arco, los polos pueden estar en un mismo tanque o en tanques separados, el volumen de aceite podía variar entre 200 y 20000 litros conforme la tensión nominal del interruptor y la capacidad de interrupción.

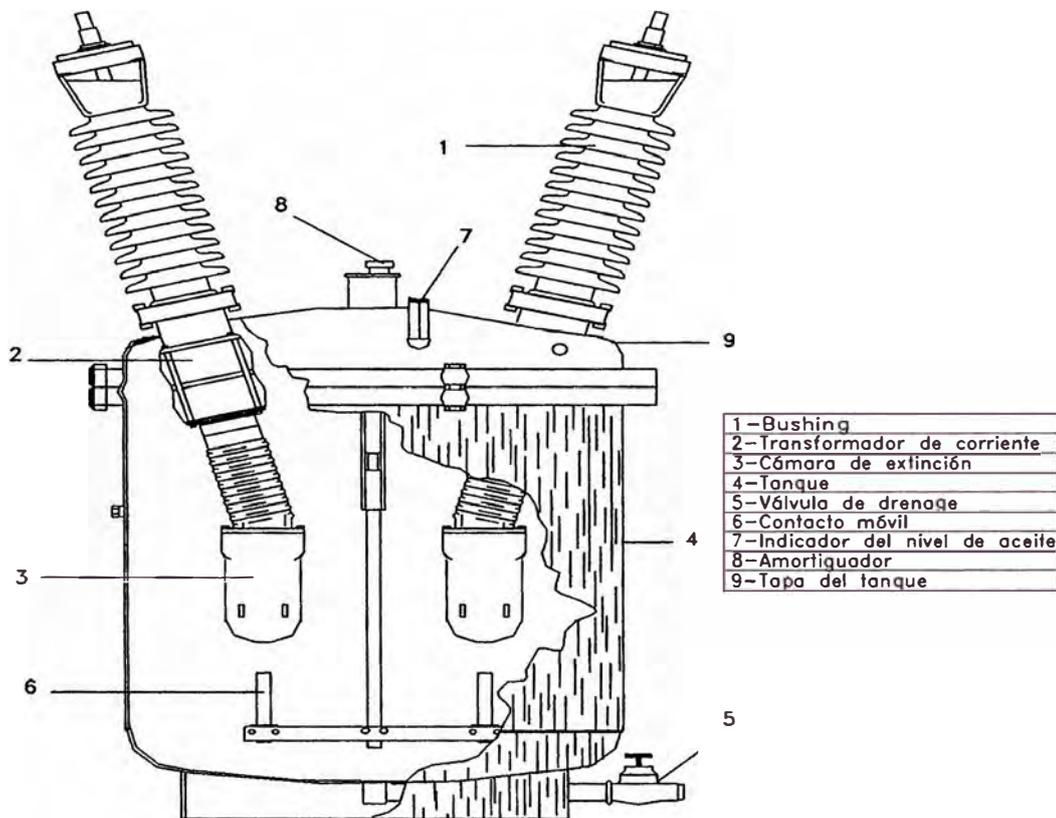


Fig. N° 3.1 Interruptor GE en gran volumen de aceite

Los principales tipos de cámaras de extinción utilizados son los de soplo transversal y los de soplo axial, existían también combinaciones de ambos soplos. Ver figura N° 3.1

Para conseguir que la velocidad de los contactos sea elevada, de acuerdo con la capacidad interruptiva de la cámara, se utilizan poderosos resortes, y para limitar el golpe que se produciría al final de la carrera, se emplean amortiguadores. En este tipo de interruptores, el mando puede ser eléctrico, con resortes o con compresora unitaria según la capacidad interruptiva del interruptor.

3.2.2 Interruptor en pequeño volumen de aceite.

Este tipo que tiene la forma de columna, por el pequeño volumen de aceite, fueron ganándole terreno a los anteriores en tensiones de hasta 230 kV y de 2500 MVA de capacidad interruptiva; en general se usan en tensiones y potencias medianas, éste tipo de interruptores utiliza aproximadamente un 5 % del volumen de aceite que el caso anterior. La cámara de extinción tiene la propiedad de que el efecto de extinción es directamente proporcional a la corriente que va a interrumpir, a corrientes pequeñas se generan sobretensiones pequeñas.

La potencia de apertura es limitada únicamente por la presión de los gases generados por el arco, presión que es soportada por la resistencia mecánica de la cámara del arqueo; para potencias interruptivas altas, el soplo de los gases sobre el arco se hace perpendicularmente al eje de los contactos, mientras que para potencias bajas, el soplo de los gases se inyecta en forma axial. Los interruptores de este tipo emplean un mecanismo de mando a resortes y el tiempo de extinción del arco es de 6 ciclos.

3.2.3 Interruptores neumáticos.

Su uso se origina ante la necesidad de eliminar el peligro de inflamación y explosión del aceite utilizado en los interruptores, en los del tipo neumático, el apagado del arco se efectúa por la acción violenta de un chorro de aire que barre el entorno ionizado por efecto del arco; el poder de ruptura aumenta casi proporcionalmente a la presión del aire inyectado, la presión del aire comprimido varía entre 8 y 13 kg/cm² dependiendo de la capacidad de ruptura del interruptor. La extinción del arco se efectúa en un tiempo muy corto, del orden de 3 ciclos, produciéndose sobretensiones mayores que los embebidos en aceite.

Estos interruptores operan de dos formas, en forma modular con su propia compresora y tanque de almacenamiento; o en forma de estación central de aire comprimido, que alimenta a todos los interruptores de la subestación, en los aparatos de tipo modular, el volumen del tanque debe ser de tal tamaño que puede soportar, por lo menos, dos operaciones de apertura y cierre combinadas.

Las características de estos interruptores son las siguientes:

- Los tiempos de maniobra son muy rápidos, lo que limita la duración de los esfuerzos térmicos que originan los cortocircuitos y por lo tanto se reduce el desgaste de los contactos principales.

- Son aparatos de construcción sencilla; se emplean los mismos elementos interruptivos para todas las tensiones, lo cual reduce el almacenaje y el costo de las piezas de repuesto.
- Pueden efectuar recierres con tiempos mínimos y potenciales de cortocircuitos altos
- El mantenimiento es sencillo y rápido. No tiene peligro de incendio.

a) Resumen.

Ventajas:

- ❖ Bajo costo y disponibilidad de aire.
- ❖ Rapidez de operación.
- ❖ No provoca explosiones ni arde como el aceite.
- ❖ Aumenta la capacidad de ruptura en proporción a la presión del aire.
- ❖ No es asfixiante ni tóxico.

Desventajas:

- ❖ Menor rigidez dieléctrica que el SF₆.
- ❖ Mayor presión.
- ❖ La constante térmica es de unas 100 veces la del SF₆ a la misma presión.
- ❖ Aún a presiones cinco veces superiores que el SF₆ el aire tiene únicamente 10% de la capacidad de extinción del arco.
- ❖ En fallas próximas al interruptor aparecen sobretensiones muy altas. Para reducirlas se intercalan resistencias de apertura.
- ❖ Después de la apertura el gas ionizado debe ser ventilado.
- ❖ Los niveles de ruido al operar son muy altos.
- ❖ El sistema de compresión del aire tiene un precio alto y la confiabilidad de sus componentes es difícil de lograr.

3.2.4 Interruptores en hexafluoruro de azufre (SF₆).

Fueron desarrollados al final de la década de los 60, las cámaras de extinción operan inmersos en gas SF₆ que presenta una capacidad dieléctrica superior a otros fluidos dieléctricos conocidos, por consiguiente se hacen más compactos y más durables.

Estos tipos de interruptores, pueden liberar las fallas hasta en dos ciclos y para contrarrestar las sobretensiones altas producida por la velocidad de la maniobra, los contactos vienen con resistencias limitadoras. Se fabrican para tensiones desde 115 hasta 800 kV y las capacidades de interrupción varían con el diseño de cada fabricante, llegando hasta magnitudes de 80 kA, que son casos especiales.

El SF₆, es un gas químicamente estable e inerte, su peso específico es de 6.14 gr/l, alcanza unas tres veces la rigidez dieléctrica del aire a la misma presión, a la temperatura de 2000°K conserva todavía alta conductividad térmica que ayuda a enfriar el plasma originado por el arco eléctrico al pasar por cero la onda de corriente, facilita la extinción del arco; Físicamente el gas tiene características electronegativas, es decir la propiedad de capturar electrones libres transformando los átomos en iones negativos, lo que provoca en el gas las altas características de ruptura del arco eléctrico y por lo tanto la gran velocidad de recuperación dieléctrica entre sus contactos, una vez extinguido el arco.

Las principales averías de este tipo de interruptores son las fugas de gas, se requiere aparatos especiales para identificar el punto de fuga. En un equipo bien montado, las pérdidas de SF₆ deben ser inferiores al 2% anual del volumen total de gas encerrado dentro del aparato. Si se perdiera totalmente la presión del gas y debido a la alta rigidez dieléctrica del SF₆, la tensión que pueden soportar los contactos cuando están abiertos es igual al doble de la tensión de fase a tierra, de cualquier forma no es conveniente operar un interruptor de SF₆ cuando ha bajado la presión por una fuga y debe bloquearse el circuito de control de apertura para evitar un accidente.

En los interruptores tripolares, la apertura de los contactos es simultánea, aunque conviene que tenga discrepancia de un milisegundo entre los tres polos, se entiende por discrepancia a la diferencia en tiempo que existe entre el instante del cierre del primer y el último polo del interruptor. La discrepancia es importante, disminuye las sobre tensiones debidas a impulsos por maniobra, si el interruptor es de operación monopolar, es benéfico usar recierre monopolar. Aquí la discrepancia de polos puede aumentar hasta 4 milisegundos.

a) Resumen.

Ventajas:

- ❖ Finalizada la separación física de los contactos, los gases ionizados no escapan al aire, por lo que la apertura del interruptor no produce casi ruido.
- ❖ Alta rigidez dieléctrica, alrededor de tres veces la del aire.
- ❖ El SF₆ es estable. Expuesto al arco se disocia en SF₄, SF₂ y en fluoruros metálicos, al enfriarse se recombinan de nuevo en SF₆.
- ❖ La alta rigidez dieléctrica del SF₆ le hace un medio ideal para enfriar el arco, aún a presiones bajas.
- ❖ Buena conductividad térmica, alrededor de tres veces la del aire.

- ❖ La presión requerida para interrumpir el arco es una fracción de la requerida en interruptores neumáticos.

Desventajas:

- ❖ A presiones superiores a 3.5 bars y temperaturas menores de -40°C , el gas se licua.
- ❖ El gas es inodoro, incoloro e insípido. En lugares cerrados hay que tener cuidado de que no existan escapes, ya que por tener mayor densidad que el aire, lo desplaza provocando asfixia en las personas por falta de oxígeno. En otros ambientes es conveniente disponer de extractores que deben ponerse en funcionamiento antes de que se introduzca el personal.
- ❖ Los productos del arco son tóxicos y combinados con la humedad producen ácido fluorhídrico, que ataca la porcelana y el cemento de sellado de las boquillas.

3.2.5 Interruptores en vacío.

Son equipos que, en teoría, abren en un ciclo debido a la pequeña inercia de sus contactos y la pequeña distancia entre ellos. Esta tecnología aparece por el año 1960, los contactos se encuentran dentro de unas botellas especialmente acondicionadas, en estas botellas se han hecho el vacío casi absoluto. Tienen también contactos fijo y contacto móvil, el contacto fijo está sellado con la cámara de vacío, mientras que el contacto móvil, que también está sellado al otro extremo de la cámara y que, en lugar de deslizarse, se mueve junto con la contracción de un fuelle o resorte.

Al abrir los contactos dentro de la cámara de vacío, no se produce ionización y, por tanto, no es necesario el soplado del arco, está se extingue al paso por cero después del primer ciclo, estos interruptores se emplean en instalaciones de hasta 34.5 kV dentro de tableros blindados.

a) Resumen.

Ventajas:

- ❖ Es un interruptor muy compacto.
- ❖ No necesita mantenimiento.

Desventajas:

- ❖ Es difícil mantener un buen vacío por causa de los arcos y la inevitable desgasificación de los electrodos metálicos.
- ❖ Durante el arqueo se produce ligera emisión de rayos X
- ❖ Hay presencia de sobretensiones, especialmente en circuitos inductivos.

3.2.6 Normas de seguridad para el gas SF₆ y CF₄.

Por ser un gas inerte como el nitrógeno y el anhídrido carbónico, al mezclarse el SF₆ con el aire puede producirse peligro de asfixia si la cantidad de SF₆ hace disminuir el porcentaje de oxígeno a valores iguales o inferiores al 17% (en la atmósfera normal el oxígeno es aproximadamente el 21% del total).

Por lo tanto es prohibido entrar en ambientes o tanques antes de haberlos (por medio de una adecuada recuperación) evacuado del gas SF₆ contenido en ellos y sin haberlos provistos de una adecuada ventilación o sin que el personal encargado lleve respiradores autónomos.

Debido al hecho que el SF₆ tiene un peso específico 5 veces mayor del aire, un canal, galería o pozo en que casualmente se haya derramado gas SF₆, pueden por falta de ventilación permanecer llenos de dicho gas durante un largo período de tiempo.

➤ ***Riesgo para la salud.***

- El gas SF₆ está considerado como un gas inerte.
- La inhalación de cantidades muy grandes de este gas puede producir dolor de cabeza, mareo y pérdida del conocimiento o asfixia por falta de oxígeno.
- Con temperaturas altas puede formarse productos degradados que causan irritación.

➤ ***Medidas preventivas.***

- Buena ventilación.
- Protección de las botellas de gas con cadenas.

➤ ***Equipo protector personal.***

- Equipo de respiración para casos de fuga de gas.

➤ ***Primeros auxilios.***

- Respirar aire fresco, descansar.

➤ ***En casos de fuga de gas.***

- Una adecuada ventilación.

➤ ***En caso de incendio.***

- Retirar inmediatamente los botellones de gas de las cercanías del fuego o enfriarlos con agua.

➤ ***Efecto medioambiental.***

- El gas SF₆ y CF₄ de los interruptores puede pasar a la atmósfera en caso de fugas.
- Estos dos gases son muy estables, no contribuyen a la destrucción de la capa de ozono ni a la niebla fotoquímica, y su contribución al efecto invernadero es

insignificante, especialmente en los interruptores en los que, globalmente, el volumen de gas es pequeño.

En el esquema EP-III-03 del anexo B se muestra su diagrama de densidad.

3.2.7 Normas de seguridad al trabajar con interruptores

Al trabajar con interruptores de alta tensión deben tenerse en cuenta los riesgos expuestos en este punto y tomarse las precauciones oportunas, en la tabla N° 3.1 se tienen los riesgos y precauciones respectivas.

Tabla N° 3.1 Precauciones para realizar pruebas a interruptores de potencia.

RIESGO	MEDIDA DE PRECAUCION
1. Trabajo cerca de líneas de alta tensión	Desconectar la corriente cercana al lugar de trabajo y conectarla a tierra. Si se hubiese de realizar algún trabajo cerca de zonas con corriente, debe respetarse la distancia de seguridad según las normas relativas a instalaciones eléctricas.
2. Trabajos en escaleras y plataformas	Seguir las directrices locales sobre seguridad. Evitar los trabajos peligrosos en condiciones climáticas muy desfavorables. Las escaleras deben forrarse la parte que hace contacto con el aislador para evitar rayaduras.
3. Trabajo con líneas de baja tensión Los circuitos de CA/CC. Pueden estar ya conectados en el mando.	No deben conectarse los circuitos de control y calefacción hasta que se completen todas las conexiones.
4. Riesgo en el mando y en el sistema de transmisión. El mando tiene energía almacenada en el muelle de cierre. Asimismo se encuentra cargado el muelle de apertura, situado en la caja de mecanismo del polo central o en cada polo de los interruptores unipolares. El mando podría ponerse en funcionamiento a causa de las vibraciones o de algún roce fortuito.	Completar el montaje y el ajuste del sistema de transmisión antes de cargar los muelles.
5. Trabajo en aisladores de porcelana presurizados. La presión de trabajo normal es de 0.7 Mpa. Si la porcelana estuviera dañada existiría el riesgo de que se rompiera.	Completar el montaje del interruptor antes de presurizarlo, así como tampoco desmontar los polos o moverlos de sus soportes, sin antes haber reducido la presión del gas hasta un máximo de 0.125 MPa abs.

3.2.8 Fallas durante el funcionamiento

Generalmente, los fallos que se producen durante el funcionamiento, deben ser tratados inmediatamente, en tabla N° 3.2 se señala 12 posibles fallas y sus medidas correctivas.

Tabla N° 3.2 Posibles fallas y medidas correctivas.

Tipo de fallo o desviación.	Causa probable del fallo o desviación	Medidas correctivas en orden de prioridad
1. Tiempos demasiado largos en operaciones de cierre y apertura	- Tensión de mandos demasiado baja	- Comprobar tensión de control
	- Se atranca el dispositivo de trinquete	- Comprobar la mínima tensión de control, si supera al original en más de 20%, comprobar el dispositivo de trinquete. - Lubricar con grasa
2. Tensión mínima de accionamiento demasiado alta	- Se atranca el dispositivo de trinquete.	- Comprobar el dispositivo de trinquete. - Lubricar con grasa
3. Falla la simultaneidad entre polos	- Desviación de algún mando en accionamiento unipolar. - Sistema de transmisión flojo.	- Comprobar el dispositivo de trinquete. - Lubricar con grasa - Buscar la causa de fallo en el interruptor.
4. El interruptor no abre al recibir la orden	- Falta la tensión de control - Impulso de apertura bloqueado - Circuito de control interrumpido. - Se atranca el dispositivo de trinquete.	- Comprobar la posición del conmutador S4. - Comprobar la tensión de control. - Revisar manodensostato. - Comprobar bloqueos K9, K10 - Comprobar circuito de control. - Comprobar dispositivo de trinquete. - Lubricar con grasa
5. El interruptor no responde al recibir la orden de cierre. (K11 relé de enclavamiento)	- No hay tensión de control. - Impulso de cierre bloqueado. - Circuito de control interrumpido.	- Comprobar posición del conmutador S4 - Comprobar la tensión del control - Comprobar relé K11 - Revisar circuito de control.
	- Se atranca el dispositivo de trinquete. - Muelle de cierre descargado.	- Comprobar el dispositivo de trinquete. - Lubricar con grasa - Comprobar que el minirruptor F1 está cerrado. - Comprobar contacto Q1. - Comprobar conmutador Y7. - Revisar tensión del motor.
	Baja presión de gas	- Llène con gas SF ₆

Tabla N° 3.2 Posibles fallas y medidas correctivas.

Tipo de fallo o desviación.	Causa probable del fallo o desviación	Medidas correctivas en orden de prioridad
6. El interruptor se acciona sin recibir la orden.	- Cortocircuito o la mala conexión en circuito de control. - Trinquete gastado o roto.	- Comprobar el esquema del circuito de control. - Comprobar la estanqueidad. - Comprobar y cambiar dispositivos de trinquete.
7. El interruptor no permanece cerrado tras la operación	- Trinquete gastado o roto. - Muelle de apertura demasiado tenso. - Muelle de cierre demasiado flojo.	- Comprobar dispositivo de trinquete. - (*) - (*)
8. El interruptor se cierra tras la operación de close-open	- Relé de antibombeo defectuoso.	- Comprobar circuito de control. - Revisar relé antibombeo.
9. Tiempo de carga muy largo, corriente alta del motor	- Demasiada fricción en tornillos sinfin - Fallo eléctrico en motor.	- Lubricar el tornillo sinfin. - Cambiar el motor
10. El motor no arranque en la operación de cierre.	- Protección del motor disparada. - Motor sin tensión	- Revisar minirruptor F1. - Revisar conmutador Y7. - Revisar contacto Q1.
11. El motor no se para al carga el muelle	- Fallo eléctrico en el circuito del motor	- Comprobar el contacto del motor Q1
12. Escarcha o condensación en mando.	- No funciona la resistencia de calefacción	- Revisar las resistencias de calefacción - Comprobar el termostato.

(*) *El interruptor no permanece cerrado después de una orden de cierre.* La razón puede ser que la energía adicional necesaria para el cierre es insuficiente, el muelle de cierre no tiene suficiente carga previa o el de apertura tiene exceso.

3.3 Valores proporcionado por el fabricante

Por lo general los fabricantes proporcionan los valores medidos de las pruebas realizadas en el laboratorio, la finalidad es la de compararlos con los valores medidos durante la pruebas en blanco.

3.3.1 Tiempos de cierre y apertura

Medidas de tiempos de cierre y apertura alcanzados por el fabricante, sirve como referencia para las pruebas en blanco, ver valores en la tabla N° 3.3.

Tabla N° 3.3 Tiempos de apertura y cierre dados por el fabricante.

Tiempo de cierre	< 80 ms
Tiempo de apertura, bobina 1	19±2 ms
Tiempo de apertura, bobina 2	19±2 ms

3.3.2 Resistencia de contacto

Valor de la Resistencia de contacto del circuito principal por polo, medida por el fabricante entre las bridas de conexión: $80 - 120 \mu\Omega$

3.3.3 Tiempo carga del motor

Es el tiempo que se mide desde que el motor inicia a trabajar hasta que se apague, el tiempo máximo es de 20 s

3.4 Ejecución de pruebas en blanco

3.4.1 Inspección y verificación inicial

a) Interruptores tipo LTB 420E2

Instalados como interruptor de línea y de las inductancia shunt en la subestación de Cotaruse, este interruptor es de dos cámaras en serie instaladas en posición horizontal. Se comienza haciendo una inspección inicial, en la que se debe hacer un reconocimiento de la subestación y familiarizarse con la ubicación de los interruptores en el patio de llaves, seguidamente revisar la estructura, la caja de mandos, los aisladores, las conexiones a tierra, La presión del SF₆, anclaje, pintura de cada polo, etc.

Ver la tabla N° 3.4, en donde se ve los principales aspectos a considerar en esta inspección preliminar antes del inicio de las pruebas, los puntos señalados se verifica en cada interruptor tomando polo por polo. Se realiza a cada uno de los interruptores.

Tabla N° 3.4 Puntos para inspección del interruptor.

Puntos a inspección en c/polo del interruptor	
1. Fundación	Conforme
2. Anclaje (verificación del torque en tuercas)	Conforme
3. Estructura de soporte (fijación, alineamiento y verticalidad)	Conforme
4. Localización e instalación de acuerdo a planos	Conforme
5. Aterramiento de la masa del interruptor y estructura	Conforme
6. Conexiones de alta tensión	Conforme
7. Integridad y limpieza de aisladores	Conforme
8. Presión de SF ₆	Conforme
9. Estado de los componentes del mecanismo de operación	Conforme
10. Identificación del equipo	Conforme
11. Placa de características	Conforme

El gabinete de control en donde se concentra los mandos y protecciones del interruptor, también es sujeto a una inspección preliminar, la misma que se muestra en la tabla N° 3.5.

Tabla N° 3.5 Puntos para inspección del gabinete de control del interruptor.

Puntos a inspección del gabinete de mando	
1. Resistencia de calefacción	Pendiente
2. Termostato	Pendiente
3. Iluminación del gabinete y tomacorrientes	Pendiente
4. Pintura y/o galvanizado	Conforme
5. Hermeticidad del gabinete	Conforme
6. Identificación del equipo	Conforme
7. Placa de característica	Conforme

Terminada las inspecciones, se toma nota de la placa de características de todos los interruptores, cuando son del mismo tipo, como en este caso, sólo cambia el número de serie. Se verifica también que los diferentes componentes de un polo coincidan y para ello se revisa las placas de características de cada componente, ver figura 3.2.

Las partes que componen un interruptor están marcadas, los polos y el mecanismo de operación han sido probados en conjunto, la cámara de interrupción y los aisladores llevan la misma marca. Por ejemplo si son del polo A la marca en ambos es A1, seguidamente en la tabla N° 3.6 se indica los números de serie de cada polo. En el esquema EP-III-01 del anexo B se muestra el principio de operación.

ABB Switchgear		C E		Made in Sweden
Interruptor tipo	LTB420E2	Mecanismo de operación tipo	BLG 1002A	
Número	*	Número	**	
Contrato	229027/10	Contrato	229027/15	
Tensión	362 kV	Capacidad de interrupción (Efectivo)	31,5 kA	
Nivel de aislamiento		Componente de c.c. (X/R=16)	55 %	
al impulso tipo rayo (LIWL)	1175 kV	Factor del primer polo	1,3	
al impulso de maniobra (SIWL)	850 kV	Capacidad de cierre (Cresta)	79 kA	
a frecuencia industrial	460 kV	Corriente de corta duración 3s	31,5 kA	
Frecuencia	60 Hz	Corriente de interrupción de	68 kV	
Corriente nominal	4000 A	Líneas en vacío (826 kV)	400 A	
Presión de gas SF6	abs(+20°C)	Masa total	3x1773 Kg	
Máx. de operación	0,80 MPa	Masa de gas	3x13 Kg	
Llenado	0,70 MPa	Norma	IEC 56/1987	
Alarma	0,62 MPa	Secuencia de operación	0-0,3s-C0-3m-C0	
Enclavamiento	0,60 MPa	Clase de temperatura	-25°C	
volumen de gas por polo	310 l	Año de fabricación	1999	
tiempo de interrupción	40 ms	Altitud de operación para 2060		
Tiempo de cierre	90 ms		hasta 4165 m.s.n.m.	
Distancia de fuga interrupción	2x6370 mm			

Placa del Mecanismo de Operación

ABB Switchgear		Made in Sweden
Mecanismo de operación tipo	BLG 1002A	
Número de serie	**	
Voltaje nominal		
Bobinas	125 Vcc	
Cablefactor	220 Vca 210 W	
Motor	125 Vcc	

Placa de Gabinete Central

ABB Switchgear		Made in Sweden
GABINETE	5432 123 - AA	
Interruptor	LTB420E2	
N°	***	

Placa de aislador y cámara

ABB Switchgear		Made in Sweden
Número de serie	*	
A1		

Fig. N° 3.2 Placa de características de interruptor tipo LTB 420E2.

Tabla N° 3.6 Número de serie de los interruptores tipo LTB 420E2.

	INTERRUPTOR (*)	MECANISMO DE OPERACIÓN (**)			GAB. CENT. (***)
		Ø A	Ø B	Ø C	
IP5	8501770	8501776	8501777	8501778	8501796
IP6	8501771	8501779	8501780	8501781	8501797
IP7	8501772	8501782	8501783	8501784	8501798
IP8	8501773	8501785	8501786	8501787	8501799
IP11	8501774	8501788	8501789	8501790	8501611
IP12	8501579	8501582	8501583	8501584	8501613
IP13	8501580	8501585	8501586	8501587	8501591
IP14	8501775	8501791	8501792	8501793	8501612

a.1 Observaciones:

- ☞ Los colores de los pulsadores de cierre y apertura están invertidos, el de cierre (S3 rojo) y abrir (S1 verde) en los tres polos y comando central de los interruptores
- ☞ La palanca de apertura de emergencia del polo B está doblada en el IP6.
- ☞ Están invertidas las letras I y O en los pulsadores cerrar (S3 rojo) y abrir (S1 verde) del comando central de los interruptores IP11, IP12 e IP13.
- ☞ Los hilos de reserva están sin ordenar en gabinete de comando central del IP14.

b) Interruptores tipo HPL1 / 145 / 420 / 31A1S

Interruptores instalado en paralelo con el banco de capacitores, este interruptor es de una cámara de interrupción instalada en posición vertical.

ABB Switchgear		C E		Made in Sweden
Interruptor tipo	HPL1/145/420/31A1S	Mecanismo de operación tipo	BLG 1002AS	
Número	*	Número	**	
Contrato	229027/40	Contrato	229027/40	
Tensión	72,5/362 kV	Capacidad de interrupción (Efectivo)	1,6 kA	
Nivel de aislamiento		Tens. trans. de rest. (Cresta)	170 kV	
al impulso tipo rayo (LIWL)	325/1175 kV	Tiempo de cresta de TTR	4 ms	
al impulso de maniobra (SIWL)	-/850 kV	Capacidad de cierre (Cresta)	62,5 kA	
a frecuencia industrial	185/450 kV	Corriente de corta duración 3s	25 kA	
Frecuencia	60 Hz	Sobretensión durante 30 min (Efectivo)	68 kV	
Corriente nominal	3150 A	Sobretensión durante 0,1 seg (Efectivo)	105 kV	
Presión de gas SF6	abs(+20°C)	Masa total	3x1989 Kg	
Máx. de operación	0,80 MPa	Masa de gas	3x9 Kg	
Llenado	0,70 MPa	Norma	IEC 56/1987	
Alarma	0,62 MPa	Secuencia de operación	COC - 15s - OC	
Enclavamiento	0,60 MPa	Clase de temperatura	-25°C	
volumen de gas por polo	195 l	Año de fabricación	1999	
tiempo de interrupción	50 ms	Altitud de operación	4165 m.s.n.m.	
Tiempo de cierre	50 ms	Aplicación para capacitores-serie en By-pass		
Distancia de fuga interrupción	3030 mm	Distancia de fuga soporte	7143 mm	

Placa del Mecanismo de Operación

ABB Switchgear		Made in Sweden
Mecanismo de operación tipo	BLG 1002AS	
Número de serie	**	
Voltaje nominal		
Bobinas	125 Vcc	
Calificador	220 Vca 210 W	
Motor	125 Vcc	

Placa de aislador y cámara

ABB Switchgear		Made in Sweden
Número de serie	*	
A1		

Fig. N° 3.3 Placa de características de interruptor tipo HPL1/145/420/31A1S.

Se realiza la misma inspección que los interruptores de las reactancias, La distancia de seguridad de la plataforma con la estructura de soporte de los interruptores esta casi en el límite. Los datos de este tipo de interruptor se muestran en la figura N° 3.3, los números de serie figuran en la tabla N° 3.7.

Tabla N° 3.7 Número de serie de los interruptores tipo LTB 420E2.

	INTERRUPTOR *	MECANISMO DE OPERACIÓN **		
		Ø A	Ø B	Ø C
IP1	8501614	8501518	8501619	8501620
IP2	8501615	8501621	8501622	8501623
IP3	8501616	8501724	8501625	8501626
IP4	8501617	8501827	8501628	8501629

b.1 Observaciones:

- ☞ Están invertidos los colores rojo y verde de los pulsadores cerrar (S3-rojo) y abrir (S1-verde) en los tres polos. Sin embargo, creemos que en este caso donde la posición cerrado es la normal, ésta distribución sería correcta; en todo caso, el cierre de emergencia está marcado O, en lugar de I. Los interruptores IP1, IP2, IP3 e IP4 tienen ésta señalización.
- ☞ La distancia de seguridad de la plataforma con respecto a la estructura de soporte del interruptor no es la adecuada, la estructura debe bajarse para darle mayor distancia de seguridad considerando la altura de seguridad de la estructura del interruptor.

3.4.2 Resistencia de aislamiento con corriente continua

a) Interruptores tipo LTB 420E2

Esta prueba nos permite determinar el estado de los aislamientos eléctricos del interruptor, de tal manera que pueda soportar conforme a las normas, las tensiones nominales y de prueba, los valores de la resistencia viene dada en M-Ω, estas medidas se obtienen al aplicar una fuente de tensión de corriente directa durante un minuto, produciendo una corriente de fuga en el aislamiento. El equipo que se utiliza para realizar esta prueba se llama Megohmetro, este aparato es un generador de corriente directa con una escala de lectura graduada en M-Ω, que mide los miliamperes que circulan por el aislamiento, al aplicarse la tensión de corriente directa del generador del propio aparato.

Antes de iniciar las pruebas verificar el buen funcionamiento del megohmetro, esto se logra con el ajuste del cero y del infinito. El primer caso se logra conectando las puntas

de prueba en corto circuito y aplicando la tensión del generador. El segundo caso se logra dejando las puntas abiertas y aplicando la misma tensión.

El instrumento se debe operar perfectamente nivelado para evitar lecturas falsas, en cuanto al equipo en prueba debe limpiarse todas las porcelanas de materiales grasos y de contaminantes, el equipo de prueba es un megohmetro analógico marca MEGABRAS MI-5500. Los valores medidos se muestran en la tabla N° 3.8.

Tabla N° 3.8 Valores de resistencia de aislamiento en interruptores tipo LTB 420E2.

Tensión de prueba aplicada en todos los casos 5kV		Temp. °C	Resistencia (M Ω)		
			Ø A	Ø B	Ø C
IP5	Cámara de interrup. 1 (Lado S5B1)	14	3 000 000	> 3 000 000	> 3 000 000
	Cámara de interrup. 2 (Lado S5B3)		> 3 000 000	> 3 000 000	> 3 000 000
	Aislador soporte del interruptor		1 500 000	1 500 000	> 1 500 000
IP6	Cámara de interrup. 1 (Lado S6B1)	14	> 3 000 000	> 3 000 000	1 500 000
	Cámara de interrup. 2 (Lado S6B4)		> 3 000 000	> 3 000 000	1 500 000
	Aislador soporte del interruptor		> 1 500 000	> 1 500 000	> 1 500 000
IP7	Cámara de interrup. 1 (Lado S7B2)	7	> 1 500 000	1 500 000	1 500 000
	Cámara de interrup. 2 (Lado S7B3)		1 500 000	> 1 500 000	> 1 500 000
	Aislador soporte del interruptor		> 1 500 000	1 500 000	> 1 500 000
IP8	Cámara de interrup. 1 (Lado S8B2)	16	>10 000 000	>10 000 000	>10 000 000
	Cámara de interrup. 2 (Lado S8B4)		10 000 000	>10 000 000	>10 000 000
	Aislador soporte del interruptor		> 1 500 000	> 1 000 000	> 1 000 000
IP11	Cámara de interrup. 1 (Lado S11B1)	14	>10 000 000	10 000 000	10 000 000
	Cámara de interrup. 2 (Lado XL11)		10 000 000	10 000 000	10 000 000
	Aislador soporte del interruptor		2 000 000	2 000 000	2 000 000
IP12	Cámara de interrup. 1 (Lado S12B2)	10	> 5 000 000	5 000 000	> 5 000 000
	Cámara de interrup. 2 (Lado XL12)		> 5 000 000	> 5 000 000	> 5 000 000
	Aislador soporte del interruptor		> 2 000 000	> 2 000 000	2 000 000
IP13	Cámara de interrup. 1 (Lado S13B3)	7	> 5 000 000	5 000 000	> 5 000 000
	Cámara de interrup. 2 (Lado XL13)		> 5 000 000	> 5 000 000	> 5 000 000
	Aislador soporte del interruptor		> 2 000 000	> 2 000 000	2 000 000
IP14	Cámara de interrup. 1 (Lado S14B4)	9	>10 000 000	>10 000 000	>10 000 000
	Cámara de interrup. 2 (Lado XL14)		>10 000 000	>10 000 000	10 000 000
	Aislador soporte del interruptor		2 000 000	1 500 000	1 500 000

Las pruebas se realizaron a diferentes temperaturas y condiciones climáticas, entre las medidas esta el valor de 1 000 000 M-Ω es el menor de todos, sin embargo supera largamente al valor de 28,160 MΩ que correspondería como mínimo en 220kV a la temperatura de 5 °C.

b) Interruptores tipo HPL1 / 145 /420 / 31A1S

Las medidas obtenidas en ésta prueba se muestra en la tabla N° 3.9.

Tabla N° 3.9 Valores de resistencia de aislamiento en interruptores tipo HPL1.

Tensión de prueba aplicada en todos los casos 5kV		Temp. °C	Resistencia (M Ω)		
			Ø A	Ø B	Ø C
IP1	Cámara de interrupción	14	10 000 000	>10 000 000	10 000 000
	Aislador soporte de interruptor		2 000 000	> 1 500 000	> 1 500 000
IP2	Cámara de interrupción	12	10 000 000	10 000 000	>10 000 000
	Aislador soporte de interruptor		2 000 000	> 1 500 000	> 1 500 000
IP3	Cámara de interrupción	6	>10 000 000	>10 000 000	10 000 000
	Aislador soporte de interruptor		> 2 000 000	> 4 000 000	3 000 000
IP4	Cámara de interrupción	8	>10 000 000	>10 000 000	>10 000 000
	Aislador soporte de interruptor		3 000 000	> 2 000 000	2 000 000

Las pruebas se realizaron a temperaturas y condiciones climáticas diferentes, entre las medidas, el valor de > 1 500 000 M-Ω es el menor de todos, sin embargo supera largamente al valor de 28160 MΩ que correspondería como mínimo en 220kV a la temperatura de 5 °C.

3.4.3 Resistencia de contacto

Llamada también resistencia estática, La norma IEC56 afirma que este tipo de resistencia debe medirse utilizando una intensidad entre 50 A y la intensidad nominal del interruptor. La norma ANSI C37.09 especifica una intensidad de ensayo mínima de 100 A, esto es para eliminar el riesgo de obtener erróneamente valores elevados si la intensidad de ensayo es demasiado baja, En algunos casos, el calor que genera una elevada intensidad de ensayo dispersa cualquier lubricante de contacto remanente. Se realiza esta prueba con un micro-ohmímetro PROGRAMMA MOM 600A.

a) Interruptores tipo LTB 420E2

Para realizar ésta prueba debe cerrarse el interruptor, si el interruptor montado no ha sido operado aún, se debe hacer al menos dos mandos de cierre y apertura desde un lugar seguro, durante estas maniobras todo el personal debe mantener una distancia mínima de seguridad de 40 m. ver valores en la Tabla N° 3.10.

Tabla N° 3.10 Valores de resistencia de contacto en interruptores tipo LTB420E2.

Corriente inyectada 100A			Resistencia ($\mu \Omega$)		
			\emptyset A	\emptyset B	\emptyset C
IP5	Cámara de interrupción 1 (Lado S5B1)	V1-V2	38	39	39
	Cámara de interrupción 2 (Lado S5B3)	V2-V3	38	39	39
	Entre bridas de conexión	V1-V3	76	78	78
	Brida - Cable lado S5B1	V -V1	32	24	28
	Brida - Cable lado S5B3	V3-V4	24	16	9
IP6	Cámara de interrupción 1 (Lado S6B1)	V1-V2	39	38	38
	Cámara de interrupción 2 (Lado S6B4)	V2-V3	38	37	38
	Entre bridas de conexión	V1-V3	77	75	76
	Brida - Cable lado S6B1	V -V1	10	16	29
	Brida - Cable lado S6B4	V3-V4	18	12	25
IP7	Cámara de interrupción 1 (Lado S7B2)	V1-V2	38	39	37
	Cámara de interrupción 2 (Lado S7B3)	V2-V3	38	38	39
	Entre bridas de conexión	V1-V3	76	77	76
	Brida - Cable lado S7B2	V -V1	21	9	27
	Brida - Cable lado S7B3	V3-V4	21	17	19
IP8	Cámara de interrupción 1 (Lado S8B2)	V1-V2	38	39	38
	Cámara de interrupción 2 (Lado S8B4)	V2-V3	39	38	38
	Entre bridas de conexión	V1-V3	77	77	76
	Brida - Cable lado S8B2	V -V1	16	18	14
	Brida - Cable lado S8B4	V3-V4	22	16	18
IP11	Cámara de interrupción 1 (Lado S11B1)	V1-V2	39	38	38
	Cámara de interrupción 2 (Lado XL11)	V2-V3	40	39	39
	Entre bridas de conexión	V1-V3	79	77	77
	Brida - Cable lado S11B1	V -V1	32	24	28
	Brida - Cable lado XL11	V3-V4	24	16	9
IP12	Cámara de interrupción 1 (Lado S12B2)	V1-V2	36	37	39
	Cámara de interrupción 2 (Lado XL12)	V2-V3	41	39	39
	Entre bridas de conexión	V1-V3	77	76	78
	Brida - Cable lado S12B2	V -V1	14	11	8
	Brida - Cable lado XL12	V3-V4	14	28	20
IP13	Cámara de interrupción 1 (Lado S13B3)	V1-V2	38	41	41
	Cámara de interrupción 2 (Lado XL13)	V2-V3	41	37	39
	Entre bridas de conexión	V1-V3	79	78	80
	Brida - Cable lado S13B3	V -V1	7	5	8
	Brida - Cable lado XL13	V3-V4	5	6	5
IP14	Cámara de interrupción 1 (Lado S14B4)	V1-V2	38	37	36
	Cámara de interrupción 2 (Lado XL14)	V2-V3	35	38	39
	Entre bridas de conexión	V1-V3	73	75	75
	Brida - Cable lado S14B4	V -V1	11	26	13
	Brida - Cable lado XL14	V3-V4	11	23	11

La conexión de los cables para la prueba de resistencia en el interruptor tipo LTB 420E2 muestra en la figura N° 3.4, en ella se ilustra las posiciones de los cables de tensión, el cable de corriente se colocó en los cables siendo los entremos. La ubicación de los cables nos permite medir las resistencias de contacto de las cámaras y de las uniones a los cables de alta tensión.

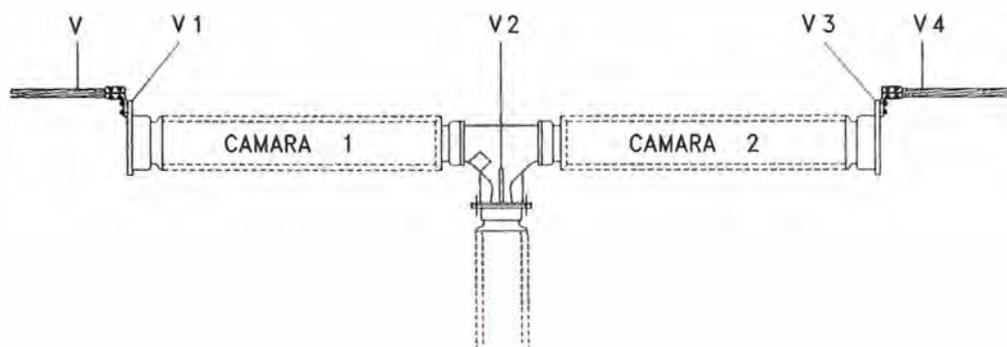


Fig. N° 3.4 Conexiones para prueba de resistencia de contacto

Iniciamos esta prueba con los interruptores que conforman el anillo (ring bus), observando el cuadro superior, vemos que los valores de las cámaras principales están dentro del rango garantizado por el fabricante que indica que $80 - 120 \mu\Omega$ entre bridas de conexión.

Los valores medidos en las cámaras de interrupción son casi parejos, mientras que los medidos entre brida y cables son muy divergentes, por lo general esta en función del ajuste o torque y la pasta conductora aplicada en las superficies, los valores medidos entre brida-cable son los menores obtenidos luego de dos o más tratamientos de limpieza y ajuste, estos valores los tomamos como referenciales para las posteriores pruebas en interruptores del mismo tipo, debemos indicar también que todas las medidas en lo posible se deben realizar en los mismos puntos en todos los interruptores para efecto de comparación.

Tener bastante cuidado en el momento de la prueba, ningún personal debe estar debajo de los cables de corriente, los cocodrilos son pesados y por la altura de la que cae son peligrosos.

En los interruptores IP12 e IP14 presentaban valores de resistencia de contacto elevados en brida-cable relativo a la cámara de interrupción 1, en ambos se obtuvieron medidas de 52 y $61 \mu\Omega$ respectivamente, se procedió a desconectarlos, se limpian todas las superficies de contacto, luego se le aplica grasa conductora y se vuelve a conectar, los pernos deben ajustarse diagonalmente para conseguir un buen contacto de las superficies.

Luego de dos operaciones del mismo tipo se obtuvieron los valores de 6 y $26 \mu\Omega$ respectivamente, valores que se toman como aceptables, debemos tener en cuenta que, cada unión es una resistencia y en todos los casos de brida-cable se miden dos uniones (brida-conector y conector-cable).

La medición de la resistencia de contacto entre brida y el conector está variando entre 2 y 4 $\mu\Omega$ en la mayoría, esto nos indica que la mayor variación esta entre el conector y el cable de alta tensión, como se comprenderá es por la superficie variable de contacto en cada uno de ellos, se puede bajar las medidas apretando más los pernos, pero tenemos que tener en cuenta el torque señalado por los fabricantes.

b) Interruptores tipo HPL1 / 145 /420 / 31A1S

Se muestra en la figura N° 3.5 la conexión de los cables de tensión, los cuales nos permitirá realizar mediciones de la cámara y de las de bridas – cables de alta tensión. Debemos indicar también que el cable de corriente del microohmímetro se colocó en los cables de alta tensión, siendo los extremos de todos los cables colocados para la prueba. En el esquema EP-III-02 del anexo B se muestra la aplicación del microhmímetro. Los valores registrados en la prueba se muestran en la tabla N° 3.11.

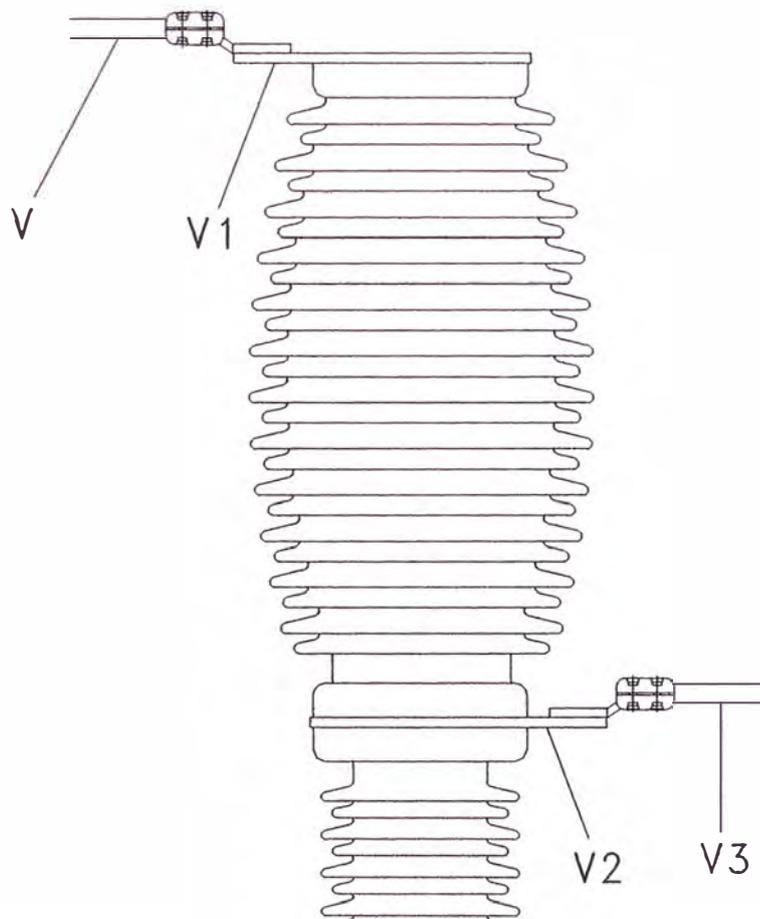


Fig. N° 3.5 Conexiones para prueba de resistencia de contactos

Tabla N° 3.11 Valores de resistencia de aislamiento en interruptores tipo HPL1.

Corriente inyectada 100A			Resistencia ($\mu \Omega$)		
			$\varnothing A$	$\varnothing B$	$\varnothing C$
IP1	Cámara de interrupción	V1-V2	29	28	31
	Brida - Cable superior	V -V1	10	14	14
	Brida - Cable inferior	V2-V3	13	10	17
IP2	Cámara de interrupción	V1-V2	28	26	28
	Brida - Cable superior	V -V1	15	8	14
	Brida - Cable inferior	V2-V3	18	8	11
IP3	Cámara de interrupción	V1-V2	29	28	28
	Brida - Cable superior	V -V1	9	13	13
	Brida - Cable inferior	V2-V3	16	16	15
IP4	Cámara de interrupción	V1-V2	28	30	28
	Brida - Cable superior	V -V1	5	8	12
	Brida - Cable inferior	V2-V3	15	7	7

Observando la tabla N° 3.11, vemos que los valores de las cámaras principales están dentro del rango garantizado por el fabricante que indica que debe ser $< 38 \mu-\Omega$ en el contacto principal. Los valores medidos entre brida y cables son muy divergentes, similar caso a los interruptores de línea.

3.4.4 Medidas de tiempos de operación

Las medidas de los tiempos de cierre y apertura son muy importantes, por ello se debe saber lo siguiente:

El tiempo de cierre.- Es el periodo comprendido entre el instante en que se energiza la bobina de cierre del interruptor y el instante en que se tocan los contactos.

El tiempo de apertura.- Es el periodo comprendido entre el instante en que se energiza la bobina de disparo y el instante en que los contactos quedan completamente abiertos.

El tiempo de cierre–apertura.- Se refiere al tiempo que permanecen cerrados los contactos en una operación de cierre cuando el impulso de apertura se conecta simultáneamente a través del contacto auxiliar, la simultaneidad dentro de una misma fase es importante en situaciones donde un número determinados de contactos se conectan en serie. En este caso, el interruptor se convierte en un divisor de tensión cuando se abre un circuito, si las diferencias de tiempos son muy grandes, la tensión se eleva mucho en un contacto y la tolerancia para la mayoría de los tipos de interruptores es menor de 2 ms.

La tolerancia de tiempo para la simultaneidad entre fases es mayor para un sistema trifásico funcionando a 50 Hz ya que siempre hay 6.67 ms entre pasos por ceros sucesivos. Aun así, la tolerancia se especifica normalmente en menos de 2ms, incluso para tales sistemas. Equipo de prueba TM1600 PROGRAMMA.

a) Interruptores tipo LTB 420E2

Iniciamos esta prueba con los interruptores de línea, debemos indicar que cada fase tendrá dos tiempos de cierre y dos de apertura, el tiempo que represente realmente el cierre de la fase será el mayor de los dos, mientras que en la apertura será el menor de los dos. A continuación se muestran los valores medidos en la tabla N° 3.12 y la tabla N° 3.13.

Tabla N° 3.12 Tiempos medidos de bobinas de apertura/cierre en interruptores tipo LTB.

Mediciones efectuadas		Ø A		Ø B		Ø C	
		C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2
IP5	Tiempo de cierre	53.9	54.1	54.0	53.9	54.5	54.2
	Tiempo de apertura	18.1	17.9	17.9	18.0	18.1	18.4
	Tiempo de cierre-apertura	99.0	99.0	96.6	96.6	96.9	96.9
	Simultaneidad transversal a la apertura			0.5			
	Simultaneidad transversal al cierre			0.6			
	Simultaneidad longitudinal al cierre	0.2		0.1		0.3	
	Simultaneidad longitudinal a la apertura	0.2		0.1		0.3	
IP6	Tiempo de cierre	54.2	54.1	53.8	54.0	54.4	54.1
	Tiempo de apertura	18.4	18.3	17.5	17.5	18.0	18.3
	Tiempo de cierre-apertura	97.1	97.0	94.7	94.7	95.0	95.1
	Simultaneidad transversal a la apertura			0.9			
	Simultaneidad transversal al cierre			0.6			
	Simultaneidad longitudinal al cierre	0.1		0.2		0.3	
	Simultaneidad longitudinal a la apertura	0.1		0.0		0.3	
IP7	Tiempo de cierre	53.9	54.0	54.3	54.4	52.7	52.6
	Tiempo de apertura	18.0	18.3	18.4	18.2	17.9	18.2
	Tiempo de cierre-apertura	95.7	95.9	97.1	97.0	95.0	95.2
	Simultaneidad transversal a la apertura			0.5			
	Simultaneidad transversal al cierre			1.8			
	Simultaneidad longitudinal al cierre	0.1		0.1		0.1	
	Simultaneidad longitudinal a la apertura	0.3		0.2		0.3	
IP8	Tiempo de cierre	52.6	52.4	55.9	55.1	54.5	54.0
	Tiempo de apertura	18.5	18.6	17.8	18.1	17.8	18.0
	Tiempo de cierre-apertura	95.0	94.9	95.0	95.2	96.3	96.5
	Simultaneidad transversal a la apertura			0.8			
	Simultaneidad transversal al cierre			3.5			
	Simultaneidad longitudinal al cierre	0.2		0.8		0.5	
	Simultaneidad longitudinal a la apertura	0.1		0.3		0.2	
C 1: Cámara de interrupción 1		C 2: Cámara de interrupción 2					

De las medidas obtenidas en los interruptores IP5, IP6, IP7 e IP8, se aprecia que los tiempos de cierre y apertura están dentro del rango permitido.

La simultaneidad transversal y longitudinal del cierre y de la apertura, también tienen valores aceptables, debido a que son menores a la tolerancia (<2ms) a excepción del IP8, el cual tiene una simultaneidad transversal al cierre de 3.5 ms, teniendo en cuenta que entre fases siempre hay 6.67 ms entre pasos por ceros sucesivos, se puede considerar aceptable.

Tabla N° 3.13 Tiempos medidos de bobinas de apertura/cierre en interruptores tipo LTB.

Mediciones efectuadas		Ø A		Ø B		Ø C	
		C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2
IP11	Tiempo de cierre	53.3	53.8	54.2	54.2	53.4	54.0
	Tiempo de apertura	17.3	17.8	17.7	18.0	18.0	18.5
	Tiempo de cierre-apertura	96.2	95.9	99.0	99.1	93.9	93.6
	Simultaneidad transversal a la apertura			1.2			
	Simultaneidad transversal al cierre			0.9			
	Simultaneidad longitudinal al cierre	0.5		0.0		0.6	
	Simultaneidad longitudinal a la apertura	0.5		0.3		0.5	
IP12	Tiempo de cierre	53.3	53.4	53.0	53.3	53.7	54.0
	Tiempo de apertura	17.9	18.1	18.2	18.0	17.5	17.7
	Tiempo de cierre-apertura	97.1	97.0	94.7	94.7	95.0	95.1
	Simultaneidad transversal a la apertura			0.7			
	Simultaneidad transversal al cierre			1.0			
	Simultaneidad longitudinal al cierre	0.1		0.3		0.3	
	Simultaneidad longitudinal a la apertura	0.2		0.2		0.2	
IP13	Tiempo de cierre	53.8	53.8	54.3	54.6	53.5	53.4
	Tiempo de apertura	17.6	17.6	17.3	17.3	17.7	17.5
	Tiempo de cierre-apertura	95.9	95.7	96.0	96.0	98.0	97.9
	Simultaneidad transversal a la apertura			0.4			
	Simultaneidad transversal al cierre			1.2			
	Simultaneidad longitudinal al cierre	0.0		0.3		0.1	
	Simultaneidad longitudinal a la apertura	0.0		0.0		0.2	
IP14	Tiempo de cierre	53.7	53.5	53.5	53.5	53.4	53.6
	Tiempo de apertura	17.6	17.5	18.2	19.0	17.7	17.6
	Tiempo de cierre-apertura	94.4	94.3	94.3	94.3	105.2	105.1
	Simultaneidad transversal a la apertura			1.5			
	Simultaneidad transversal al cierre			0.3			
	Simultaneidad longitudinal al cierre	0.2		0.0		0.2	
	Simultaneidad longitudinal a la apertura	0.1		0.8		0.1	
C 1: Cámara de interrupción 1		C 2: Cámara de interrupción 2					

De las medidas obtenidas en los interruptores IP11, IP12, IP13 e IP14, se tiene que los tiempos de cierre y apertura están dentro del rango garantizado por el fabricante. Los

cálculos de la simultaneidad transversal y longitudinal del cierre y de la apertura son menores a la tolerancia (<2ms).

b) Interruptores tipo HPL1 / 145 /420 / 31A1S

Los tiempos de cierre y apertura en este tipo de interruptores son ambos similares e igual a < 50 ms, según placa de características, Los valores medidos en todos los interruptores de este tipo (IP1, IP2, IP3 e IP4) son menores que los que aparecen en placa de características. La simultaneidad transversal al cierre como a la apertura son menores al valor referencial de 2 ms, su posición de reposo de este interruptor es cerrado, es decir, trabaja en posición abierto. Los valores registrados se muestran en la tabla N° 3.14.

Tabla N° 3.14 Tiempos medidos de bobinas de apertura/cierre en interruptores tipo HPL1

Medidas efectuadas		Ø A	Ø B	Ø C
IP1	Tiempo de apertura	39.9	40.2	40.7
	Tiempo de cierre	38.9	40.3	40.2
	Simultaneidad transversal a la apertura		0.8	
	Simultaneidad transversal al cierre		1.4	
IP2	Tiempo de apertura	40.5	39.9	40.9
	Tiempo de cierre	39.8	39.5	40.5
	Simultaneidad transversal a la apertura		1.0	
	Simultaneidad transversal al cierre		1.0	
IP3	Tiempo de apertura	40.9	40.1	40.0
	Tiempo de cierre	41.0	40.5	40.2
	Simultaneidad transversal a la apertura		0.9	
	Simultaneidad transversal al cierre		0.8	
IP4	Tiempo de apertura	40.7	39.8	40.5
	Tiempo de cierre	40.2	40.2	40.7
	Simultaneidad transversal a la apertura		0.9	
	Simultaneidad transversal al cierre		0.5	

3.4.5 Pruebas diversas

a) Interruptores tipo LTB 420E2

a.1) Medidas de Resistencias de bobinas cierre y apertura.

Se realiza para registrar su valor y observar que todos los interruptores del mismo tipo deben tener valores similares, de no ser así se debe contrastar con valores entregados por el fabricante o consultarles; asimismo, se verifica también la continuidad de las mismas. Los valores medidos se muestran en la tabla N° 3.15.

Tabla N° 3.15 Valores de resistencia de bobinas apertura/cierre.

Bobinas	Resistencia (Ω)			Resistencia (Ω)				
	Equipo	$\varnothing A$	$\varnothing B$	$\varnothing C$	Equipo	$\varnothing A$	$\varnothing B$	$\varnothing C$
Apertura principal Y1	IP5	53.17	53.99	53.05	IP11	50.24	51.32	51.37
Apertura de respaldo Y2		53.22	52.92	53.17		52.48	51.56	51.50
Cierre Y3		49.80	48.90	48.90		47.23	46.86	47.39
Apertura principal Y1	IP6	53.76	52.88	54.18	IP12	52.70	51.07	52.76
Apertura de respaldo Y2		53.95	53.89	54.77		51.41	50.02	51.25
Cierre Y3		49.17	49.35	47.34		45.78	43.92	44.51
Apertura principal Y1	IP7	55.06	54.73	52.72	IP13	50.43	49.77	51.19
Apertura de respaldo Y2		52.81	52.13	53.06		50.44	50.14	51.08
Cierre Y3		46.33	45.83	46.01		46.53	46.38	46.63
Apertura principal Y1	IP8	53.13	54.65	54.52	IP14	52.32	51.93	53.09
Apertura de respaldo Y2		53.07	54.60	53.12		51.20	51.84	52.74
Cierre Y3		48.48	49.12	48.85		47.00	46.90	49.24

Los valores de resistencias de las bobinas de cierre de todos los interruptores tiene la característica de ser ligeramente algo menor con respecto a los de apertura, con ésta prueba se verifica que las bobinas no están invertidas.

a.2) Corriente del motor, tiempo de carga del resorte

Es importante medir la corriente del motor durante una operación de carga del resorte, y anotar el tiempo que le demanda la carga. Los valores medidos se muestran en la tabla N° 3.16.

Se realizaron dos pruebas, la primera prueba fue con los cables hallados, instalados entre los equipos como alimentación de calibre de 3x6AWG, las mediciones con este cable de alimentación arrojaban una caída de tensión en cada una de las fases, cuando se mide en el Gabinete Central (G.C), la caída de tensión se incrementa con respecto al valor de cada fase, calculamos el porcentaje de caída de tensión en cada fase y vemos que llega a alcanzar un 11.7% y en el gabinete central a 31.3%, estas medidas nos indican que la sección del cable de alimentación hallado no es la adecuada por lo que se plantea el cambio por cables de mayor sección, las nuevas medidas mejoran favorablemente con cable de alimentación de 3x4AWG, con este cable los porcentajes de caída de tensión máximos son de 4.3% y 7.2% respectivamente. Estos valores se consideran satisfactorios.

Tabla N° 3.16 Valores de corriente de carga de motor y tiempos de carga del resorte.

P r u e b a		Cable de 3x6AWG				Cable de 3x4AWG			
		Ø A	Ø B	Ø C	G.C	Ø A	Ø B	Ø C	G.C
IP5	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	129.1	129.1	129.1	129.1
	Caída de tensión (V)	117.0	115.0	116.0	97.0	123.6	124.4	124.1	120.9
	carga del motor (A)	10.4	11.8	11.0	32.6	9.6	11.2	10.4	32.5
	Tiempo de carga (s)	11.9	12.7	12.3	14.5	11.4	12.0	11.9	12.9
IP6	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	129.1	129.1	129.1	129.1
	Caída de tensión (V)	116.0	116.0	116.0	98.0	124.1	124.4	124.6	121.1
	carga del motor (A)	11.1	11.6	10.9	34.0	10.9	11.7	11.3	33.0
	Tiempo de carga (s)	12.3	12.2	12.0	14.3	11.8	12.1	11.8	12.3
IP7	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	129.1	129.1	129.1	129.1
	Caída de tensión (V)	117.0	118.0	122.0	100.0	123.9	124.3	123.5	119.8
	carga del motor (A)	11.1	11.9	11.9	34.3	11.3	10.9	11.7	34.4
	Tiempo de carga (s)	12.1	12.3	12.4	14.2	12.5	12.1	12.1	12.9
IP8	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	129.1	129.1	129.1	129.1
	Caída de tensión (V)	119.0	119.0	119.0	105.0	124.0	124.3	124.3	121.1
	carga del motor (A)	11.5	11.2	10.9	33.7	11.6	11.4	10.5	33.4
	Tiempo de carga (s)	11.6	12.1	11.9	13.5	11.7	12.6	11.5	12.1
IP11	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	129.1	129.1	129.1	129.1
	Caída de tensión (V)	114.0	114.0	113.0	88.0	124.5	124.7	124.7	122.1
	carga del motor (A)	10.6	12.1	11.2	33.1	10.8	11.6	11.0	34.7
	Tiempo de carga (s)	12.7	12.7	12.6	15.6	11.6	12.5	12.0	12.8
IP12	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	129.1	129.1	129.1	129.1
	Caída de tensión (V)	117.0	117.0	117.0	101.0	124.1	125.0	124.6	122.0
	carga del motor (A)	11.1	11.1	11.0	33.1	7.5	10.9	11.0	33.1
	Tiempo de carga (s)	12.7	12.6	12.9	14.0	11.1	12.0	13.0	12.4
IP13	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	128.8	128.8	128.8	128.8
	Caída de tensión (V)	117.0	117.0	118.0	110.0	123.4	123.9	123.9	120.1
	carga del motor (A)	11.9	11.8	10.7	33.1	11.6	11.1	10.9	33.9
	Tiempo de carga (s)	12.4	12.1	12.0	13.9	12.2	11.7	11.6	12.7
IP14	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	128.8	128.8	128.8	128.8
	Caída de tensión (V)	118.0	121.0	121.0	110.0	125.2	125.2	124.3	121.5
	carga del motor (A)	11.0	11.3	10.8	33.1	10.7	11.2	11.0	32.1
	Tiempo de carga (s)	12.0	11.3	11.8	13.3	11.6	11.6	12.0	12.1

a.3) Cantidad de maniobras

Los contadores de maniobras realizan el conteo cada vez que se da un mando de cierre, la cantidad de operaciones es importante tenerlas presente, no olvidar que estas maniobras son en vacío y no están afectados por arcos eléctricos y esfuerzos mecánicos, el fabricante muestra un diagrama (figura N° 3.6) de vida útil de los contactos del arco de luz

al cortar las corrientes de cortocircuito, en ella se muestra la cantidad de cortes como función de la corriente de corte que los contactos del interruptor soportan antes de tener que ser cambiados.

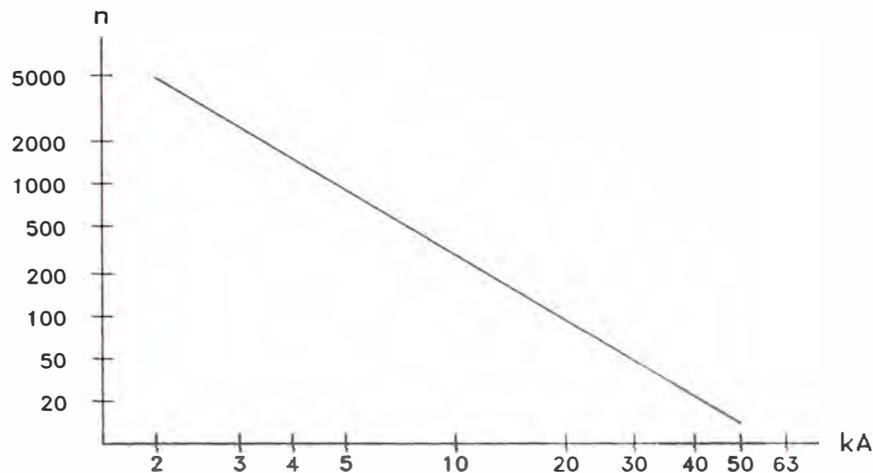


Fig. N° 3.6 Cantidad de maniobras con corrientes de corto circuito

A continuación se muestra las lecturas de los contadores de maniobra, no olvidar que es importante tener registrado el número de maniobra en el momento que entra en servicio el interruptor, los números de maniobras que figuran después de pruebas no necesariamente son con los que entra en servicio, al realizar las pruebas de los relés de protección y verificación de mandos desde la sala de control y maniobras de practica por operadores harán variar estos números, por lo general se realizan estas actividades después de realizar las pruebas como equipo que son las que estamos realizando. En la tabla N° 3.17 se muestran los valores del contador de maniobras antes y después de las pruebas que venimos ejecutando.

Tabla N° 3.17 Cantidad de maniobras antes y después de las pruebas.

Contadores de maniobra						
Equipo	Al inicio de pruebas			Después de pruebas		
	Ø A	Ø B	Ø C	Ø A	Ø B	Ø C
IP5	0041	0047	0042	0076	0081	0073
IP6	0042	0042	0049	0074	0073	0080
IP7	0044	0049	0038	0075	0070	0081
IP8	0049	0042	0041	0078	0071	0072
IP11	0042	0047	0048	0076	0081	0074
IP12	0060	0046	0062	0088	0079	0092
IP13	0042	0039	0041	0081	0064	0081
IP14	0058	0048	0053	0072	0060	0066

a.4) Discordancia de Fases

Esta prueba, nos permite verificar el buen funcionamiento del relé de discordancia, el cual manda disparo al detectar una fase abierta, el tiempo calibrado será de acuerdo a la ingeniería o el estudio de coordinación, los valores medidos se muestran en la tabla N° 3.18.

Tabla N° 3.18 Tiempos de discordancia de fases de los Interruptores .

P r u e b a	IP5	IP6	IP7	IP8	IP11	IP12	IP13	IP14
Tiempo de discordancia de fases en seg. (+K6)	1.29	1.27	1.26	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28

a.5) Resumen y Observaciones

Como resultado de las pruebas descritas anteriormente elaboramos la tabla N° 3.19, donde se resume las pruebas realizadas a cada uno de los interruptores, se complementa con otras pruebas tales como operación, alarma y funcionamiento de algunos componentes en particular. Esta misma prueba se realizan a los interruptores.

Tabla N° 3.19 Resumen de pruebas complementarias.

Prueba realizada en LTB420E2	Ø A	Ø B	Ø C
Mec. descargado (descargar mecanismo y verificar alarma)	Bien	Bien	Bien
Mando Local (conmutador LD en local, verificar alarma)	Bien	Bien	Bien
Discrepancia de polos, (operar un polo y verificar alarma)	Bien	Bien	Bien
Baja presión de gas, nivel 1	Bien	Bien	Bien
Baja presión de gas, nivel 2	Bien	Bien	Bien
Disparo interruptor de alimentación motor 125 Vcc (alarma)	Bien	Bien	Bien
Disparo interruptor de alimentación 220 Vca (alarma)	Bien	Bien	Bien
Operación de los contadores de maniobras	Bien	Bien	Bien
Operación de los contactos auxiliares	Bien	Bien	Bien
Operación de los indicadores visuales de posición	Bien	Bien	Bien
Punto de rocío gas SF6	-50C	-50C	-50C

Observaciones

Interruptor IP5

- ☞ El pulsador de apertura S1 del polo C estaba mal ensamblado
- ☞ No abre mando del polo C en local, faltaba cablear entre S1:14- S4:17
- ☞ El breaker F1 del polo B tenía la siguiente anomalía. Se abrió para verificar la alarma por falta de Vca y cuando se levanta el breaker F1 no cerraba el contacto 3-4. Luego de varias maniobras cerro y se volvió a energizar el KT1.

Interruptor IP7

- ☞ El pulsador de apertura S1 del polo A estaba mal ensamblado.
- ☞ El pulsador de cierre S3 del polo A se quedaba pegado.
- ☞ No tenía puentes en borneras X1:119 – X1:120 (alimentación motor)
- ☞ Los relés temporizados KT1 de las fases A y B no estaban calibrados.
- ☞ El relé temporizado de discordancia de polos K6 estaba ajustado en minutos en lugar de segundos.

Interruptor IP8

- ☞ Al conmutador S4 (DESC–MAN–REM) le faltaba puente entre bornes 16 y 20.
- ☞ Los relés temporizados KT1 de las fases B y C no estaban calibrados.
- ☞ El relé temporizado de discordancia de polos K6 estaba ajustado en minutos en lugar de segundos.

Interruptor IP11

- ☞ Estaban invertidos el cableado de cierre de los polos A y C; por el 4A se ordena el cierre del polo C y por el 4C del polo A.
- ☞ Los relés temporizados KT1 de las fases A, B y C no estaban calibrados.
- ☞ El amortiguador de apertura del polo B muestra rastros de aceite.
- ☞ El pulsador de apertura S1 del polo A no responde.
- ☞ El relé temporizado de discordancia de polos K6 estaba ajustado en minutos en lugar de segundos.
- ☞ Cuando se pulso H2.1 de la fase C, para verificar la alimentación de la bobina de apertura 2 se produjo un corto circuito en el propio pulsador, se corto la alimentación.

Interruptor IP12

- ☞ Estaban invertidos el cableado de cierre de los polos A y C; por el 4A se ordena el cierre del polo C y por el 4C del polo A.
- ☞ Los relés temporizados KT1 de las fases A, B y C no estaban calibrados.
- ☞ El pulsador de apertura S1 del polo A no responde después de varias maniobras.
- ☞ El relé temporizado de discordancia de polos K6 estaba ajustado en minutos en lugar de segundos.
- ☞ El switch BX que prende y apaga el foco delo polo C estaba pegado.

Interruptor IP13

- ☞ Cuando se pulso H2.1 de la fase C, para verificar la alimentación de la bobina de apertura 2 se produjo un corto circuito en el propio pulsador, se corto la alimentación.

- ☞ Estaban invertidos el cableado de cierre de los polos A y C; por el 4A se ordena el cierre del polo C y por el 4C del polo A.
- ☞ El relé K9 del polo A no trabaja a 89 V (tensión mínima); bloquea a partir de 95 V.
- ☞ El relé temporizado de discordancia de polos K6 estaba ajustado en minutos en lugar de segundos.

Interruptor IP14

- ☞ Estaban invertidos el cableado de cierre de los polos A y C; por el 4A se ordena el cierre del polo C y por el 4C del polo A.
- ☞ Los relés temporizados KT1 de las fases A, B y C no estaban calibrados.
- ☞ El relé temporizado de discordancia de polos K6 estaba ajustado en minutos en lugar de segundos.
- ☞ No había discordancia con el polo B, estaba flojo el hilo de la bornera B40
- ☞ Reemplazar foco E3.1 de la fase B esta quemado.

b) Interruptores tipo HPL1 / 145 / 420 / 31A1S

b.1) Medida de resistencias de bobinas cierre y apertura.

Este tipo de interruptor trabaja contrariamente a los anteriores, es decir, que la posición cerrado es normal, se entiende que trabaja siempre abierto y debido a una falla manda a cerrar.

Luego de las mediciones, los valores de la resistencia de las bobinas de apertura son ligeramente inferiores con respecto a las bobinas de cierre. En la tabla N° 3.20 se muestran los valores obtenidos.

Tabla N° 3.20 Valores de resistencia de bobinas apertura/cierre.

Bobinas	Resistencia (Ω)			
	Equipo	\emptyset A	\emptyset B	\emptyset C
Bobina de cierre 1 Y1	IP1	50.58	50.49	50.79
Bobina de cierre 2 Y2		50.36	50.44	50.92
Bobina de disparo Y3		46.30	45.80	47.60
Bobina de cierre 1 Y1	IP2	52.81	56.04	53.48
Bobina de cierre 2 Y2		53.21	54.75	54.09
Bobina de disparo Y3		49.24	50.48	50.09
Bobina de cierre 1 Y1	IP3	50.77	50.75	50.42
Bobina de cierre 2 Y2		52.11	50.99	49.81
Bobina de disparo Y3		45.52	46.07	45.22
Bobina de cierre 1 Y1	IP4	52.32	51.93	53.09
Bobina de cierre 2 Y2		51.20	51.84	52.74
Bobina de disparo Y3		47.00	46.90	49.24

b.2) Corriente del motor, tiempo de carga del resorte

Se tuvo el mismo inconveniente que los interruptores anteriores con la caída de tensión, calculamos el porcentaje de caída de tensión en cada fase y llegaba a alcanzar un 11.7% y en el gabinete central el valor de 29.7%, estos valores mejoran favorablemente con cable de alimentación de 3x4AWG, con este cable los porcentajes de caída de tensión máximos son de 3.7% y 6.3% respectivamente. Los valores obtenidos en esta prueba se muestran en la tabla N° 3.21

Tabla N° 3.21 Valores de carga del motor y tiempos de carga del resorte.

P r u e b a		Cable de 3x6AWG				Cable de 3x4AWG			
		Ø A	Ø B	Ø C	G.C	Ø A	Ø B	Ø C	G.C
IP1	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	128.8	128.8	128.8	128.8
	Caída de tensión (V)	113.0	113.0	113.0	90.0	125.5	125.3	124.4	122.3
	carga del motor (A)	8.3	8.8	8.3	24.8	8.5	8.3	8.5	25.1
	Tiempo de carga (s)	11.4	11.1	11.0	14.2	10.7	10.0	11.0	11.0
IP2	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	129.2	129.2	129.2	129.2
	Caída de tensión (V)	116.0	118.0	117.0	98.0	124.4	125.3	125.5	122.0
	carga del motor (A)	8.7	8.7	8.6	26.3	8.1	8.7	8.4	30.7
	Tiempo de carga (s)	11.0	11.0	10.8	12.9	11.1	11.0	10.7	11.7
IP3	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	129.2	129.2	129.2	129.2
	Caída de tensión (V)	119.0	119.0	119.0	107.0	125.4	125.6	125.0	121.0
	carga del motor (A)	9.1	8.9	8.3	25.9	9.5	9.7	9.3	32.0
	Tiempo de carga (s)	11.1	10.8	10.7	12.1	10.7	10.4	10.4	11.0
IP4	Tensión Nominal(V)	128.0	128.0	128.0	128.0	128.8	128.8	128.8	128.8
	Caída de tensión (V)	123.0	124.0	125.0	119.0	126.3	125.9	126.5	125.4
	carga del motor (A)	8.4	8.5	8.9	26.0	8.5	8.4	8.3	25.1
	Tiempo de carga (s)	10.5	10.4	10.5	11.2	10.6	10.6	10.2	10.6

b.3) Cantidad de maniobras

Los contadores de maniobras realizan el conteo cada vez que se da un mando de apertura. En la tabla 3.22 se muestran las cantidades del contador de maniobras antes y después de las pruebas.

Tabla N° 3.22 Cantidad de maniobras antes y después de las pruebas.

Contadores de maniobra						
Equipo	Al inicio de pruebas			Después de pruebas		
	Ø A	Ø B	Ø C	Ø A	Ø B	Ø C
IP1	0062	0067	0063	0104	0099	0097
IP2	0052	0057	0057	0089	0095	0091
IP3	0063	0062	0058	0096	0093	0092
IP4	0062	0051	0058	0145	0130	0137

b.4) Resumen y Observaciones

Como resultado de las pruebas descritas líneas arriba elaboramos la tabla N° 3.23, donde se resume las pruebas realizadas a cada uno de los interruptores, se complementa con otras pruebas tales como operación, alarma y funcionamiento de algunos componentes. Esta misma prueba se realizan a todos los interruptores.

Tabla N° 3.23 Resumen de pruebas complementarias.

Prueba realizada en HPL1/145/420/31AS1	Ø A	Ø B	Ø C
Mec. descargado (descargar mecanismo y verificar alarma)	Bien	Bien	Bien
Mando Local (conmutador L/D en local, verificar alarma)	Bien	Bien	Bien
Discrepancia de polos, (operar un polo y verificar alarma)	Bien	Bien	Bien
Baja presión de gas, nivel 1	Bien	Bien	Bien
Baja presión de gas, nivel 2	Bien	Bien	Bien
Disparo interruptor de alimentación motor 125 Vcc (alarma)	Bien	Bien	Bien
Disparo interruptor de alimentación 220 Vca (alarma)	Bien	Bien	Bien
Operación de los contadores de maniobras	Bien	Bien	Bien
Operación de los contactos auxiliares	Bien	Bien	Bien
Operación de los indicadores visuales de posición	Bien	Bien	Bien
Punto de rocío gas SF6	-50C	-50C	-50C

3.4.6 Pruebas de mandos

Esta prueba se realiza para verificar que las ordenes llegan correctamente por los pulsadores y que el selector de maniobra +S4 (Remoto, Local, Manual) discrimine correctamente, debemos indicar que el mando eléctrico remoto no se realizó, en ese momento no estaban culminado los trabajos de cableado en el tablero de mando ubicados en la sala de control, razón por la cual, se ubica un positivo en el tablero de mando del patio y a través de pulsadores se dan los mandos, simulando los mandos a remoto. De ésta forma se procede en el resto de los interruptores y se comprueba la correcta operación de

los mismos. En el esquema EP-III-04 del anexo B se muestra el diagrama de circuito del mecanismo de maniobra.

3.4.7 Anti-bombeo. (Anti-pumping)

Se comprueba dando simultáneamente impulsos de cierre y apertura durante 30 segundos, con el interruptor en posición abierto, el interruptor debe realizar una operación de cierre-apertura, pero no debe volver a cerrar aunque se mantenga la orden de cierre. Con el interruptor en posición cerrado dada la orden se debe realizar una orden de apertura aunque se mantenga ambas ordenes por 30 segundos

Se debe indicar, que la importancia de esta prueba es la de verificar el correcto cableado de los pulsadores de mando desde la sala de control, la prueba más completa es la que se realiza con los relés de protección, haciendo que estos disparen o hagan recierres según diseño de ingeniería. Ver tabla N° 3.24 donde se muestran los resultados de las diferentes pruebas realizados encada uno de los interruptores.

Tabla N° 3.24 Resumen de pruebas de mando y antibombeo.

MANDOS		OPERACIÓN			
		Ø A	Ø B	Ø C	G.C.
ELECTRICO LOCAL	OPEN - LOC	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN
	OPEN - DES	NO	NO	NO	NO
	OPEN - REM	NO	NO	NO	NO
	CLOSE - LOC	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN
	CLOSE - DES	NO	NO	NO	NO
	CLOSE - REM	NO	NO	NO	NO
ELECTRICO REMOTO	OPEN - LOC	NO	NO	NO	NO
	OPEN - DES	NO	NO	NO	NO
	OPEN - REM	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN
	CLOSE - LOC	NO	NO	NO	NO
	CLOSE - DES	NO	NO	NO	NO
	CLOSE - REM	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN
MANUAL LOCAL	CLOSE	No tiene	No tiene	No tiene	-
	OPEN	BIEN	BIEN	BIEN	-
ANTIBOMBEO		BIEN	BIEN	BIEN	-

3.4.8 Verificación posterior a las pruebas

Esta verificación se da siempre al final, se debe a que durante el desarrollo de las pruebas se encuentran pequeños problemas como pueden ser cables sueltos, borneras que faltan ajustar, etiquetado incompleto de cables y/o borneras, iluminación y calefacción no operativos etc., Todo estas anomalías se informa al Ing. Residente de obra quien tomará las medidas correctivas y deberá levantar las observaciones presentadas antes de realizar ésta

inspección. La verificación se realiza a cada uno de los interruptores, en la tabla N° 3.25 se muestra los puntos más importantes.

Tabla N° 3.25 Verificación final a cada interruptor.

Puntos importantes de inspección en cada interruptor	
Ajuste de los terminales y conectores de potencia	Bien
Conexiones de cables de control de acuerdo a planos	Bien
Ajuste de cables de control	Bien
Verificación de ajustes de relés (+K6)	Bien
Iluminación y calefacción	Bien
Verificación de estanqueidad de gas SF6 mediante detector de gas	Bien
Puestas a tierra (estructuras, polos de interruptor y mecanismos)	Bien
Distancias de seguridad (\emptyset - \emptyset y \emptyset -T)	Bien
Candados y llaves	Bien
Identificación de los interruptores	Bien
Limpieza	Bien

3.4.9 Observaciones

- ☞ El motor debe cargar los muelles a un 85% de la tensión nominal
- ☞ La potencia nominal estándar para las bobinas es de 200 W, para periodos de corte de dos tiempos a 60 Hz hay bobinas de 450 W de potencia.
- ☞ Los márgenes de tensión nominal de alimentación son:
 - Bobina de cierre 85....110% Vn
 - Bobina de apertura 70....110% Vn
- ☞ Los tiempos de carga del muelle de acuerdo a la norma ANSI es como máximo 10 seg.

CAPITULO IV

SECCIONADORES

4.1 Introducción

Son dispositivos que sirven para conectar y desconectar diversas partes de una instalación eléctrica, para efectuar maniobras de operación o bien para darles mantenimiento. Los Seccionadores pueden abrir circuitos bajo la tensión nominal pero nunca cuando esté fluyendo corriente a través de ellas, Antes de abrir un juego de seccionadores siempre deberá abrirse primero el interruptor correspondiente.

La diferencia entre un juego de Seccionadores y un interruptor, considerando que los dos abren o cierran circuitos, es que, los Seccionadores no pueden abrir un circuito con corriente y el interruptor si puede abrir cualquier tipo de corriente, desde el valor nominal hasta el valor de corto circuito. En algunos seccionadores a las cuchillas se añaden una pequeña cámara de arqueo SF₆ que le permite abrir solamente a los valores nominales de la corriente del circuito. Los seccionadores están formados por una navaja o parte móvil y la parte fija que es una mordaza que recibe y presiona a la parte móvil.

Los seccionadores instalados en la SS.EE de Cotaruse son del tipo SLOB y SLOBT, ambos pueden llevar adicionalmente cámaras de interrupción de SF₆, y tienen la siguiente configuración:

(1) (2) - (3)

Donde:

(1) = SLOB, si el seccionador está desprovisto de cuchillas de tierra

SLOBT, si el seccionador está provisto de cuchillas de tierra

(2) = Nivel básico de aislamiento al impulso atmosférico (hacia tierra)
expresada en kV (BIL)

(3) = Corriente nominal, expresada en A

por consiguiente la denotación: SLOB 1175 – 2000

Es un seccionador de 1175 kV de BIL, 2000 A, sin cuchilla de puesta a tierra

4.1.1. Seccionadores SLOB con cámara de interrupción

En general el seccionador SLOB es de alta tensión, para exterior, del tipo de abertura vertical. A este seccionador se le puede proveer de elementos de interrupción en los circuitos principales para interrumpir y establecer las corrientes de “by-pass” de bancos de condensadores y reactores.

Los elementos de interrupción son accionados mecánicamente por una palanca que a su vez es accionada por el brazo móvil del seccionador, las cámaras de interrupción contienen SF₆, Ver esquema EP-IV-01 en anexo B.

Durante la maniobra de cierre, al brazo accionado por el aislador de maniobra, se mueve en el plano vertical hasta que la extremidad superior llegue a tocar el contacto fijo, luego recibe una rotación ulterior del aislador de maniobra provocando el desplazamiento de aproximadamente de 290 mm hacia el contacto fijo, este desplazamiento ocasiona, en primer lugar, el cierre del elemento ruptor y luego la inserción del contacto móvil en el fijo.

Esta cámara de interrupción está en paralelo a los dedos del contacto mediante dos conexiones de barra de cobre, se recuerda que la cámara de interrupción es suministrado con gas SF₆ a la presión “de transporte” (~ 50 Kpa) y que antes de maniobrar verificar si ha sido cargado a la presión de trabajo (~ 4000 Kpa). Las cámaras de interrupción son sujetas por lo tanto a pruebas de resistencia de aislamiento con corriente continua y a la resistencia de contactos. Los Seccionadores involucrados son: **SL1B21, SL2B22, SL3B23 y SL4B24.**

4.1.2. Seccionadores SLOBT con cámara de interrupción

El seccionador SLOBT esta provisto de elementos de interrupción para interrumpir las corrientes inducidas (electrostáticas y electromagnéticas) en los circuitos de cuchillas de tierra. Cada polo del seccionador de tierra está formado por un brazo que lleva en su extremidad superior el contacto móvil una varilla con perno para el accionamiento del elemento de interrupción, el contacto fijo está provisto del elemento de interrupción que también está puesto en paralelo a los dedos del contacto mediante dos conexiones de barra de cobre.

En maniobra de aterramiento, la cuchilla de tierra realiza movimiento sobre un plano vertical (~80°) hasta que la extremidad superior llegue a tocar el contacto fijo, finalmente, realiza una rotación el grupo biela-manivela que controla el movimiento

vertical desplazándolo ~270 mm hacia arriba, este último movimiento provoca el cierre del elemento ruptor y la inserción de la cuchilla en contacto fijo. Ver esquema EP-IV-02 en anexo B.

Las cámaras de interrupción son sujetas por lo tanto a pruebas de resistencia de aislamiento con corriente continua y a la resistencia de contactos de las cámaras de interrupción. Los seccionadores involucrados son: **SB1B21**, **SB2B22**, **SB3B24** y **SB4B23**.

4.2 Normas de seguridad al trabajar con seccionadores

Al trabajar con seccionadores de alta tensión deben tenerse en cuenta los riesgos que se señalan en la tabla N° 4.1.

Tabla N° 4.1 Precauciones para realizar pruebas a seccionadores de alta tensión.

RIESGO	MEDIDA DE PRECAUCION
1. Trabajo cerca de líneas de alta tensión	Eliminar la corriente cercana al lugar de trabajo y conectarla a tierra. Si se hubiese de realizar algún trabajo cerca de zonas con corriente, debe respetarse la distancia de seguridad según las normas relativas a instalaciones eléctricas.
2. Trabajos en escaleras y plataformas	Tener presente las directrices locales sobre seguridad. Evitar los trabajos peligrosos en condiciones climáticas muy desfavorables.
3. Trabajo con líneas de baja tensión Los circuitos de CA/CC. Pueden estar ya conectados en el mando.	No deben conectarse los circuitos de control y calefacción hasta que se completen todas las conexiones, si las conexiones están completadas se debe bajar las llaves de control para evitar funcionamientos fortuitos.
4. Riesgo en el mando y en el sistema de transmisión. El mando mueve una serie de engranajes y palancas. El mando podría ponerse en funcionamiento a causa de las vibraciones o de algún roce fortuito.	Completar el montaje y el ajuste del sistema de transmisión y revisar que nada interfiera los recorridos de los engranajes y varillas.
5. Trabajo en aisladores de porcelana presurizados. Si la porcelana estuviera dañada existiría el riesgo de que se rompiese.	Completar el montaje del seccionador antes de presurizarlo, así como tampoco desmontar las cámaras o moverlos de sus soportes, sin antes haber reducido la presión del gas hasta un valor no peligroso (aproximadamente 50 Kpa ó 0.05 Mpa máximo de 0.125 Mpa abs.)

4.3 Fallas durante el funcionamiento

Los seccionadores tiene la particularidad de tener problemas en el montaje con el sistema de transmisión y si el personal que interviene en su montaje no tiene experiencia

puede provocar daños al varillaje, engranajes y al mismo motor de accionamiento. Por ello se recomienda siempre que el personal que realice el montaje debe ser el idóneo para esta actividad minimizando de esta manera problemas en su operación.

Tabla N° 4.2 Posibles fallas y medidas correctivas.

Tipo de fallo o desviación.	Causa probable del fallo o desviación	Medidas correctivas en orden de prioridad
1. Tiempos demasiados largos en las operaciones de cierre y apertura	- Tensión de mandos demasiado baja	- Compruebe la tensión de control
	- Elevado rozamiento en partes articuladas o varillas sueltas - Descalibración del brazo móvil	- Revisar varillas y posibles fricciones en las partes articuladas - Verificar la mínima tensión de control, - Lubricar con grasa
2. Falla la simultaneidad entre polos	- Falla de la alimentación del mando en accionamiento unipolar. - Sistema de transmisión flojo. - Bloqueo de manivela insertada	- Comprobar correcta alimentación de la fase fallada. - Revisar contacto de bloqueo por manivela - Buscar la causa de fallo en el seccionador.
3. El seccionador no abre al recibir la orden	- Falta la tensión de control - Falla pulsador de mando - Circuito de control interrumpido. - Se atraca el contactor.	- Comprobar la posición del conmutador L/R - Revisar pulsador de mando. - comprobar operatividad del contactor - Comprobar circuito de control
4. Tiempo de operación del motor y corriente muy alta	- Demasiada fricción en tornillos sinfin - Fallo eléctrico en el motor.	- Lubricar el tornillo sinfin. - Cambiar el motor
5. El motor no arranca en la operación de cierre.	- Protección del motor disparada. - Motor sin tensión	- Revisar interruptor termomagnético. - Revisar tensión de alimentación. - Revisar contacto de bloqueo por manivela.
6. El motor no se para dada la orden de maniobra.	- Fallo eléctrico en el circuito del motor	- Comprobar la operatividad de los fines de carrera eléctricos.
7. Escarcha o condensación en mando.	- No funciona la resistencia de calefacción	- Revisar la resistencia de calefacción. - Comprobar el termostato.

Generalmente, los fallos que se producen durante el funcionamiento, deben ser tratados inmediatamente. Para poder tomar las medidas oportunas, será necesario analizar la avería y determinar sus posibles causas, en la tabla N° 4.2 se indica los posibles tipos de fallas y las posibles causas seguido de las medidas correctivas a tomar.

4.4 Ejecución de pruebas en blanco

4.4.1 Inspección y verificación inicial

Iniciamos haciendo una inspección inicial, se hace a todos los seccionadores, familiarizándose con la ubicación de los seccionadores en el patio de llaves, paso seguido se revisa la estructura, la caja de mandos, los aisladores, las conexiones a tierra, el nivel, anclaje, pintura de cada polo, etc.

Ver la tabla N° 4.3, en donde se ve los principales aspectos a considerar en esta inspección preliminar antes del inicio de las pruebas, los puntos señalados se verifica en cada seccionador. En la tabla N° 4.4 se muestra los puntos a inspeccionar en el gabinete de control

Tabla N° 4.3 Puntos para inspección en el seccionador.

Inspección en cada polo	
1. Fundación	Conforme
2. Anclaje (verificación del torque en tuercas)	Pendiente
3. Estructura de soporte (fijación, alineamiento y verticalidad)	Conforme
4. Localización e instalación de acuerdo a planos	Conforme
5. Libertad de movimientos del varillaje	Pendiente
6. Conexiones a tierra (Estructura, masa del seccionador)	Conforme
7. Integridad y limpieza de aisladores	Conforme
8. Sentido de cierre y apertura del seccionador	Conforme
9. Contactos y conexiones de alta tensión	Conforme
10. Identificación del equipo	Conforme
11. Placa de características	Conforme

Tabla N° 4.4 Puntos para inspección el gabinete de control.

Inspección del gabinete de mando	
1. Resistencia de calefacción	Pendiente
2. Termostato	Pendiente
3. Iluminación del gabinete y tomacorrientes	Pendiente
4. Pintura y/o galvanizado	Conforme
5. Hermeticidad del gabinete	Conforme
6. Identificación del equipo	Conforme
7. Placa de característica	Conforme

Terminada las inspecciones, se toma nota de la placa de características de todos los seccionadores y de la placa del gabinete de mando, la diferencia entre todos los seccionadores es el número de serie indicados como (1) y (2), ver figura N° 4.1.

PLACA DEL SECCIONADOR SLOBT

		COELME			
		CONSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE SpA			
MOD.	<input type="text" value="SLOBT"/>	SER.	No	<input type="text" value="(1)"/>	
U	(kV) <input type="text" value="362"/>	In	(A)	<input type="text" value="2000"/>	
U _w	(kV) <input type="text" value="1175"/>	U _s	(kV)	<input type="text" value="/"/>	
I _{th}	(kA) <input type="text" value="25"/>	t	(s)	<input type="text" value="1"/>	
CODIGO	<input type="text" value="4114"/>	PESO	(kg)	<input type="text" value="2100"/>	
TIEMPO DE OPERACION			(s)	<input type="text" value="~10"/>	
AÑO DE FABRICACION				<input type="text" value="1999"/>	

PLACA DEL GABINETE (SLOBT)

		COELME			
		CONSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE SpA			
MOD.	<input type="text" value="CD201"/>	SER.	No	<input type="text" value="(2)"/>	
U _a	(V) <input type="text" value="125"/>	f	(Hz)	<input type="text" value="/"/>	

Fig. N° 4.1 Placa de características del seccionador SLOBT

Como se tiene seccionadores diferentes, se ha realizado tablas en las que se muestran los números de serie correspondientes a cada tipo, ver tabla N° 4.5, tabla N° 4.6 y tabla N° 4.7.

Tabla N° 4.5 Números de serie de seccionadores de línea.

SECC. LT	(1)			(2)		
	Ø A	Ø B	Ø C	Ø A	Ø B	Ø C
SXL11G	18850/1	18850/2	18850/3	6970	6966	6971
SXL12G	18851/1	18851/2	18852/3	6973	6967	6974
SXL13G	18852/1	18852/2	18851/3	6975	6968	6976
SXL14G	18853/1	18853/2	18853/3	6977	6969	6978

Tabla N° 4.6 Números de serie de seccionadores SLOBT.

SECC. SLOBT	(1)			(2)		
	Ø A	Ø B	Ø C	Ø A	Ø B	Ø C
SL1B11	18888	18880	18878	9264	9256	9254
SB21B13	18889	18887	18879	9256	9263	9255
SL2B12	18886	18884	18882	9262	9260	9258
SB22B14	18885	18883	18881	9261	9259	9257
SL3B17	18868	18866	18876	9244	9242	9252
SB23B15	18867	18877	18875	9243	9253	9251
SL4B18	18872	18871	18869	9248	9247	9245
SB24B16	18874	18873	18870	9250	9249	9246
SB1B21	-	18847	-	9224	9219	9225
SB2B22	-	18848	-	9227	9220	9226
SB3B24	-	18846	-	9222	9218	9223
SB4B23	-	18847	-	9229	9221	9228

Tabla N° 4.7 Números de serie de seccionadores SLOB.

SECC. SLOB	(1)			(2)		
	Ø A	Ø B	Ø C	Ø A	Ø B	Ø C
S5B1	-	18837	-	9200	9185	9201
S6B1	-	18836	-	9198	9184	9199
S7B2	-	18835	-	9496	9183	9197
S8B2	-	18834	-	9194	9182	9195
S5B3	-	18839	-	9204	9187	9205
S6B4	-	18840	-	9206	9188	9207
S7B3	-	18841	-	9209	9189	9208
S8B4	-	18842	-	9211	9190	9210
S11B1	-	18838	-	9202	9186	9203
S12B2	-	18843	-	9212	9191	9213
S13B3	-	18841	-	9214	9192	9215
S14B4	-	18845	-	9216	9193	9217
SL1B21	18865	18864	18863	9241	9140	9239
SL2B22	18860	18861	18862	9236	9237	9238
SL3B23	18854	18855	18856	9230	9231	9232
SL4B24	18857	18858	18859	9233	9234	9235

a) Observaciones

- ☞ En los seccionadores de tierra SXL11G, SXL12G, SXL13G y SXL14G, se debe invertirse un perfil (traliche) para que la palanca de accionamiento de la cuchilla de puesta a tierra complete la maniobra de apertura.
- ☞ Los seccionadores SXL13G y SXL14G tienen cambiados los polos de las fases C, lo del uno le corresponde al otro y viceversa.
- ☞ Los seccionadores SL4B18-C y SB24B16-C tienen los comandos cambiados respecto de su polo, polo 18869 con comando 18870 y polo 18879 con comando 18869 respectivamente.
- ☞ Se observa que la mayoría de las estructuras tienen una tuerca por perno de anclaje en lugar de dos (no tiene contratuerca). Completar.

4.4.2 Resistencia de aislamiento con corriente continua

Esta prueba nos permite determinar el estado de los aislamientos eléctricos del seccionador, de tal manera que pueda soportar conforme a las normas, las tensiones nominales y de prueba.

Los valores de la resistencia se dan en $M-\Omega$, estas medidas se obtienen al aplicar una fuente de tensión de corriente directa durante un minuto, produciendo una corriente de fuga en el aislamiento. El equipo que se utiliza para realizar esta prueba se llama Megohmetro, este aparato es un generador de corriente directa con una escala de lectura graduada en $M-\Omega$, que mide los miliamperes que circulan por el aislamiento, al aplicarse la tensión de corriente directa del generador del propio aparato, Antes de iniciar las pruebas verificar el buen funcionamiento del megger, esto se logra con el ajuste del cero y del infinito. El primer caso se logra conectando las puntas de prueba en corto circuito y aplicando la tensión del generador. El segundo caso se logra dejando las puntas abiertas y aplicando la misma tensión.

El instrumento se debe operar perfectamente nivelado para evitar lecturas falsas, en cuanto al equipo en prueba debe limpiarse todas las porcelanas de materiales grasos y de contaminantes. el equipo de prueba es un megohmetro analógico marca MEGABRAS MI-5500. Los valores medidos se muestran en las tablas N° 4.8, N° 4.9 y N° 4.10.

Tabla N° 4.8 Valores de resistencia de aislamiento en seccionadores SLOB.

Prueba con 5kV (1 min)		Temp. °C	Resistencia MΩ		
			Ø A	Ø B	Ø C
S5B1	Seccionador cerrado	13	> 90 000	90 000	100 000
	Aislador lado barra	13	100 000	100 000	104 000
	Aislador lado interruptor	13	> 900 000	1 000 000	600 000
S6B1	Seccionador cerrado	13	>80 000	90 000	100 000
	Aislador lado barra	13	100 000	100 000	104 000
	Aislador lado interruptor	13	900 000	800 000	700 000
S7B2	Seccionador cerrado	13	> 90 000	> 90 000	80 000
	Aislador lado barra	13	100 000	100 000	90 000
	Aislador lado interruptor	13	> 700 000	> 800 000	700 000
S8B2	Seccionador cerrado	13	100 000	90 000	90 000
	Aislador lado barra	13	100 000	100 000	90 000
	Aislador lado interruptor	13	800 000	900 000	800 000
S5B3	Seccionador cerrado	8	90 000	90 000	100 000
	Aislador lado barra	8	100 000	100 000	> 100 000
	Aislador lado interruptor	8	420 000	700 000	700 000
S6B4	Seccionador cerrado	7	70 000	> 80 000	90 000
	Aislador lado barra	7	90 000	90 000	100 000
	Aislador lado interruptor	7	>600 000	> 600 000	460 000
S7B3	Seccionador cerrado	8	90 000	90 000	90 000
	Aislador lado barra	8	100 000	100 000	> 100 000
	Aislador lado interruptor	8	>500 000	>600 000	700 000
S8B4	Seccionador cerrado	7	60 000	> 80 000	> 80 000
	Aislador lado barra	7	90 000	90 000	100 000
	Aislador lado interruptor	7	600 000	700 000	700 000
S11B1	Seccionador cerrado	13	100 000	106 000	150 000
	Aislador lado barra	13	100 000	100 000	104 000
	Aislador lado reactor	13	4 000 000	3 000 000	5 000 000
S12B2	Seccionador cerrado	14	> 100 000	100 000	100 000
	Aislador lado barra	14	100 000	100 000	90 000
	Aislador lado reactor	14	3 000 000	4 000 000	4 000 000
S13B3	Seccionador cerrado	8	100 000	> 100 000	100 000
	Aislador lado barra	8	100 000	100 000	> 100 000
	Aislador lado reactor	8	4 000 000	4 000 000	3 000 000
S14B4	Seccionador cerrado	7	114 000	90 000	> 90 000
	Aislador lado barra	7	90 000	90 000	100 000
	Aislador lado reactor	7	300 000	3 000 000	300 000

Tabla N° 4.9 Valores de resistencia de aislamiento en seccionadores con cámara de interrupción.

Prueba con 5kV (1 min)		Temp. °C	Resistencia MΩ		
			Ø A	Ø B	Ø C
SB1B21	Seccionador cerrado	7	80 000	70 000	80 000
	Aislador lado barra	7	100 000	100 000	104 000
	Aislador lado línea	7	> 280 000	> 140 000	165 000
	Cámara de interrupción	16	270 000	150 000	195 000
SB2B22	Seccionador cerrado	10	80 000	70 000	70 000
	Aislador lado barra	10	90 000	100 000	90 000
	Aislador lado línea	10	110 000	175 000	140 000
	Cámara de interrupción	16	380 000	340 000	210 000
SB3B24	Seccionador cerrado	16	> 60 000	41 000	34 000
	Aislador lado barra	16	80 000	70 000	> 60 000
	Aislador lado línea	16	500 000	> 80 000	80 000
	Cámara de interrupción	9	300 000	230 000	280 000
SB4B23	Seccionador cerrado	7	100 000	80 000	60 000
	Aislador lado barra	7	195 000	122 000	90 000
	Aislador lado línea	7	> 800 000	1 900 000	> 100 000
	Cámara de interrupción	9	310 000	380 000	280 000
SL1B21	Seccionador cerrado	10	165 000	140 000	155 000
	Aislador lado barra	10	> 280 000	> 140 000	165 000
	Aislador lado línea	10	260 000	420 000	1500 000
	Cámara de interrupción	17	175 000	104 000	240 000
SL2B22	Seccionador cerrado	8	118 000	120 000	138 000
	Aislador lado barra	8	110 000	175 000	250 000
	Aislador lado línea	8	1 500 000	360 000	250 000
	Cámara de interrupción	17	240 000	200 000	210 000
SL3B23	Seccionador cerrado	11	100 000	> 500 000	> 100 000
	Aislador lado barra	11	> 800 000	> 500 000	> 100 000
	Aislador lado línea	11	1 500 000	> 1 000 000	2 000 000
	Cámara de interrupción	14	125 000	220 000	200 000
SL4B24	Seccionador cerrado	14	280 000	60 000	>50 000
	Aislador lado barra	14	500 000	> 80 000	60 000
	Aislador lado línea	14	> 1 000 000	> 1 000 000	> 1 000 000
	Cámara de interrupción	14	240 000	220 000	200 000

Tabla N° 4.10 Valores de resistencia de aislamiento en seccionadores SLOBT.

Prueba con 5kV (1 min)		Temp.	Resistencia MΩ		
		°C	Ø A	Ø B	Ø C
SL1B11	Seccionador cerrado	10	700 000	480 000	> 380 000
	Aislador lado línea	10	> 700 000	> 480 000	460 000
	Aislador lado condensadores	10	> 2 000 000	> 1 500 000	2 000 000
SB21B13	Seccionador cerrado	12	250 000	165 000	380 000
	Aislador lado línea	12	280 000	180 000	400 000
	Aislador lado condensadores	12	2 000 000	2 000 000	> 1 500 000
SL2B12	Seccionador cerrado	8	> 1 000 000	500 000	420 000
	Aislador lado línea	8	> 1 000 000	> 500 000	460 000
	Aislador lado condensadores	8	2 000 000	2 000 000	2 000 000
SB22B14	Seccionador cerrado	8	700 000	165 000	220 000
	Aislador lado línea	8	> 700 000	175 000	250 000
	Aislador lado condensadores	8	> 2 000 000	> 2 000 000	2 000 000
SL3B17	Seccionador cerrado	11	> 600 000	500 000	390 000
	Aislador lado línea	11	> 800 000	600 000	400 000
	Aislador lado condensadores	11	2 000 000	> 1 500 000	> 1 500 000
SB23B15	Seccionador cerrado	11	> 900 000	490 000	114 000
	Aislador lado línea	11	1 000 000	> 500 000	> 100 000
	Aislador lado condensadores	11	3 000 000	3 000 000	> 1 500 000
SL4B18	Seccionador cerrado	16	600 000	> 500 000	380 000
	Aislador lado línea	16	> 1 000 000	> 600 000	400 000
	Aislador lado condensadores	16	3 000 000	> 1 500 000	> 1 500 000
SB24B16	Seccionador cerrado	16	280 000	> 80 000	> 60 000
	Aislador lado línea	16	500 000	> 80 000	> 60 000
	Aislador lado condensadores	16	> 1 500 000	2 000 000	> 1 500 000

a) Observaciones

- ☞ Se midió la resistencia de aislamiento sin abrir el embarrado que ya estaba torqueado.
- ☞ Los diagramas del megado de los diferentes seccionadores se muestran en el esquema EP-IV-03 del Anexo B (Esquema de megado de Seccionadores - 8 esquemas).

4.4.3 Resistencia de contactos

Llamada también resistencia estática, la norma IEC56 afirma que este tipo de resistencia debe medirse utilizando una intensidad entre 50 A y la intensidad nominal del seccionador. La norma ANSI especifica una intensidad de ensayo mínima de 100 A, esto es para eliminar el riesgo de obtener erróneamente valores elevados si la intensidad de ensayo es demasiado baja.

Los seccionadores SLOB y SLOBT que cuentan con cámaras de interrupción se les medirá la resistencia de su contacto principal, también se medirán las resistencias de contacto de las cuchillas de tierra. Se realiza esta prueba con un micro-ohmímetro marca PROGRAMA MOM 600 A y la corriente de prueba aplicada es de 100 A.

a) Resistencia de contacto de los seccionadores

Tener cuidado que ningún personal esté debajo de los cocodrilos de corriente, estos son grandes y pesados, puede desconectar y caer. En la figura N° 4.2 se ilustra las conexiones de los cables de tensión para las mediciones correspondientes, los valores medidos se muestran en la tabla N° 4.11, Tabla N° 4.12, Tabla N° 4.13.

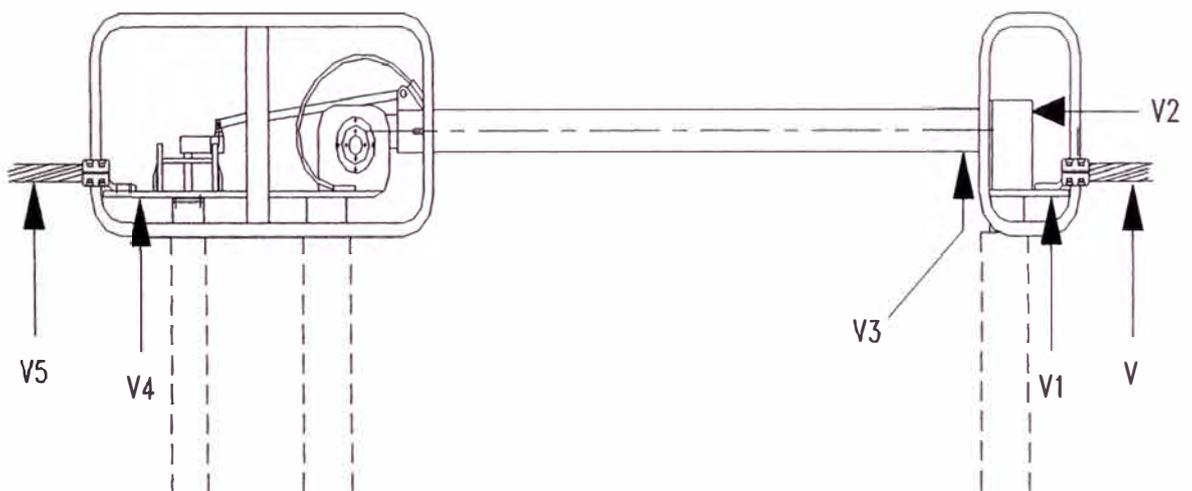


Fig. N° 4.2 Conexiones para la medición de resistencia de contacto.

Tabla N° 4.11 Valores de resistencia de contacto en seccionadores SLOB.

Corriente inyectada 100A			Resistencia ($\mu\Omega$)		
			$\varnothing A$	$\varnothing B$	$\varnothing C$
S5B1	Entre terminales de potencia	V1-V4	103	105	100
	Entre los contactos	V2-V3	6	10	9
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	28	22	32
	Terminal - Cable lado TC5B1	V4-V5	23	23	21
S6B1	Entre terminales de potencia	V1-V4	107	110	103
	Entre los contactos	V2-V3	9	7	38
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	22	17	26
	Terminal - Cable lado TC6B1	V4-V5	17	22	21
S7B2	Entre terminales de potencia	V1-V4	102	103	105
	Entre los contactos	V2-V3	8	8	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	30	19	29
	Terminal - Cable lado TC7B2	V4-V5	27	19	19
S8B2	Entre terminales de potencia	V1-V4	100	101	104
	Entre los contactos	V2-V3	8	6	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	19	18	23
	Terminal - Cable lado TC8B2	V4-V5	13	17	20
S5B3	Entre terminales de potencia	V1-V4	105	108	105
	Entre los contactos	V2-V3	6	7	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	21	33	22
	Terminal - Cable lado TC5B3	V4-V5	30	27	36
S6B4	Entre terminales de potencia	V1-V4	112	105	107
	Entre los contactos	V2-V3	8	5	6
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	21	25	29
	Terminal - Cable lado TC6B4	V4-V5	17	27	20
S7B3	Entre terminales de potencia	V1-V4	106	103	107
	Entre los contactos	V2-V3	9	7	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	20	21	17
	Terminal - Cable lado TC7B3	V4-V5	24	22	30
S8B4	Entre terminales de potencia	V1-V4	105	106	107
	Entre los contactos	V2-V3	8	9	6
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	19	24	25
	Terminal - Cable lado TC8B4	V4-V5	30	20	26
S11B1	Entre terminales de potencia	V1-V4	105	105	106
	Entre los contactos	V2-V3	8	7	7
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	21	26	25
	Terminal - Cable lado IP11	V4-V5	25	29	23
S12B2	Entre terminales de potencia	V1-V4	105	107	107
	Entre los contactos	V2-V3	10	8	7
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	20	24	24
	Terminal - Cable lado IP12	V4-V5	29	26	26
S13B3	Entre terminales de potencia	V1-V4	104	107	107
	Entre los contactos	V2-V3	9	8	9
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	22	17	26
	Terminal - Cable lado IP13	V4-V5	17	15	10
S14B4	Entre terminales de potencia	V1-V4	106	107	105
	Entre los contactos	V2-V3	11	5	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	25	24	21

Tabla N° 4.12 Valores de resistencia de contacto en seccionadores SLOB/SLOBT con cámaras de interrupción.

Corriente inyectada 100A			Resistencia ($\mu\Omega$)		
			\varnothing A	\varnothing B	\varnothing C
SB1B21	Entre terminales de potencia	V1-V4	98	100	103
	Entre los contactos	V2-V3	8	6	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	15	29	25
	Terminal - Cable lado TC5B1	V4-V5	34	25	40
	Cámara de interrupción de SF ₆		30	22	25
SB2B22	Entre terminales de potencia	V1-V4	103	109	103
	Entre los contactos	V2-V3	4	8	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	30	21	25
	Terminal - Cable lado TC5B1	V4-V5	28	35	23
	Cámara de interrupción de SF ₆		22	22	21
SB4B23	Entre terminales de potencia	V1-V4	102	105	102
	Entre los contactos	V2-V3	8	6	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	44	30	44
	Terminal - Cable lado TC5B1	V4-V5	36	33	17
	Cámara de interrupción de SF ₆		25	22	22
SB3B24	Entre terminales de potencia	V1-V4	105	106	103
	Entre los contactos	V2-V3	10	9	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	26	22	19
	Terminal - Cable lado TC5B1	V4-V5	26	52	28
	Cámara de interrupción de SF ₆		23	23	23
SL1B21	Entre terminales de potencia	V1-V4	105	102	102
	Entre los contactos	V2-V3	7	9	12
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	33	33	21
	Terminal - Cable lado TC5B1	V4-V5	17	32	266
	Cámara de interrupción de SF ₆		19	20	20
SL2B22	Entre terminales de potencia	V1-V4	105	103	103
	Entre los contactos	V2-V3	9	10	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	42	22	22
	Terminal - Cable lado TC5B1	V4-V5	24	15	30
	Cámara de interrupción de SF ₆		23	24	20
SL3B23	Entre terminales de potencia	V1-V4	105	100	102
	Entre los contactos	V2-V3	12	10	9
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	37	22	31
	Terminal - Cable lado TC5B1	V4-V5	31	25	32
	Cámara de interrupción de SF ₆		19	20	21
SL4B24	Entre terminales de potencia	V1-V4	102	103	105
	Entre los contactos	V2-V3	7	10	9
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	19	33	28
	Terminal - Cable lado TC5B1	V4-V5	17	65	18
	Cámara de interrupción de SF ₆		18	19	19

Tabla N° 4.13 Valores de resistencia de contacto en seccionadores SLOBT.

Corriente inyectada 100A			Resistencia ($\mu \Omega$)		
			Ø A	Ø B	Ø C
SL1B11	Entre terminales de potencia	V1-V4	106	112	108
	Entre los contactos	V2-V3	7	8	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	18	26	19
	Terminal - Cable lado TC5B1	V4-V5	23	19	15
SB21B13	Entre terminales de potencia	V1-V4	109	110	109
	Entre los contactos	V2-V3	11	10	8
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	28	31	20
	Terminal - Cable lado TC6B1	V4-V5	27	18	14
SL2B12	Entre terminales de potencia	V1-V4	117	111	110
	Entre los contactos	V2-V3	12	8	13
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	12	53	30
	Terminal - Cable lado TC7B2	V4-V5	29	34	21
SB22B14	Entre terminales de potencia	V1-V4	104	110	111
	Entre los contactos	V2-V3	10	11	20
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	24	18	37
	Terminal - Cable lado TC8B2	V4-V5	21	13	16
SL3B17	Entre terminales de potencia	V1-V4	112	116	108
	Entre los contactos	V2-V3	14	15	7
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	32	36	34
	Terminal - Cable lado TC5B3	V4-V5	15	27	22
SB23B15	Entre terminales de potencia	V1-V4	114	109	107
	Entre los contactos	V2-V3	12	10	11
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	23	44	30
	Terminal - Cable lado TC6B4	V4-V5	12	19	15
SL4B18	Entre terminales de potencia	V1-V4	107	116	114
	Entre los contactos	V2-V3	8	18	13
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	21	23	19
	Terminal - Cable lado TC7B3	V4-V5	23	14	34
SB24B16	Entre terminales de potencia	V1-V4	109	111	116
	Entre los contactos	V2-V3	8	11	12
	Terminal - Cable lado barra	V -V1	27	21	22
	Terminal - Cable lado TC8B4	V4-V5	22	17	32

a.1) Observaciones

- ☞ Durante la ejecución de las pruebas se encontraron algunos valores elevados, se procedió a apretarlos por encontrarse flojos, en otros se tuvo que desmontar el conector del terminal, luego de la limpieza y aplicación de grasa neutra granulada de cinc se coloca nuevamente el conector.
- ☞ Viendo el cuadro de los resultados se observa que los valores medidos no son muy divergentes, sobre todo el valor de la resistencia entre los terminales de potencia son menores a los señalados por el fabricante.
- ☞ Los valores medidos en las cámaras de interrupción son casi similares a excepción del valor de $30 \mu\text{-}\Omega$ medido en el seccionador SB1B21 fase A, valor relativamente alto con respecto a promedio ($22 \mu\text{-}\Omega$), sin embargo este valor se toma como aceptable comparándolos con los medidos en los interruptores.

b) Resistencia de contacto de las cuchillas de puesta a tierra

La lectura de la medida de resistencia de las cuchillas de puesta a tierra se realiza según como se muestra en la figura N° 4.3.

Se mide la resistencia del contacto principal y la resistencia desde el cable hasta la estructura, pasando por las articulaciones del mecanismo y las trenzas flexibles. En la tabla N° 4.14 se muestran los valores

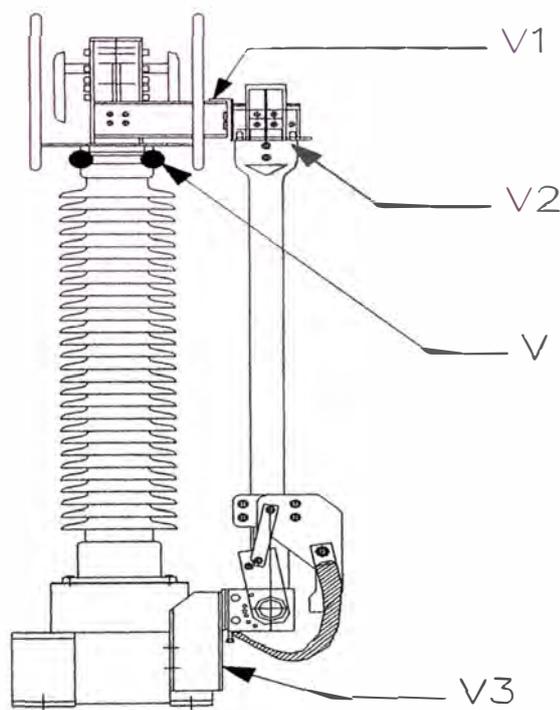


Fig. N° 4.3 Conexiones en cuchilla P.A.T.

Tabla N° 4.14 Valores de resistencia de contacto en cuchillas de P.A.T.

Corriente inyectada 100A			Resistencia ($\mu \Omega$)		
			$\varnothing A$	$\varnothing B$	$\varnothing C$
SB21G	Entre cable y estructura	V -V3	219	201	223
	Entre los contactos	V1-V2	57	25	50
SB22G	Entre cable y estructura	V -V3	197	206	206
	Entre los contactos	V1-V2	20	24	32
SB23G	Entre cable y estructura	V -V3	230	239	201
	Entre los contactos	V1-V2	44	66	41
SB24G	Entre cable y estructura	V -V3	210	224	249
	Entre los contactos	V1-V2	35	46	81
SXL11G	Entre cable y estructura	V -V3	269	287	262
	Entre los contactos	V1-V2	16	12	15
SXL12G	Entre cable y estructura	V -V3	269	272	257
	Entre los contactos	V1-V2	20	13	12
SXL13G	Entre cable y estructura	V -V3	254	275	249
	Entre los contactos	V1-V2	29	22	19
SXL14G	Entre cable y estructura	V -V3	239	312	265
	Entre los contactos	V1-V2	27	20	25
SB11G	Entre cable y estructura	V -V3	253	276	262
	Entre los contactos	V1-V2	32	31	33
SB12G	Entre cable y estructura	V -V3	220	218	261
	Entre los contactos	V1-V2	27	28	25
SB13G	Entre cable y estructura	V -V3	266	242	253
	Entre los contactos	V1-V2	50	34	27
SB14G	Entre cable y estructura	V -V3	265	248	325
	Entre los contactos	V1-V2	18	24	30
SB15G	Entre cable y estructura	V -V3	244	274	273
	Entre los contactos	V1-V2	28	37	69
SB16G	Entre cable y estructura	V -V3	268	285	226
	Entre los contactos	V1-V2	62	65	40
SB17G	Entre cable y estructura	V -V3	146	225	227
	Entre los contactos	V1-V2	42	32	29
SB18G	Entre cable y estructura	V -V3	245	284	263
	Entre los contactos	V1-V2	37	73	25

b.1) Observaciones

Viendo el cuadro de los resultados obtenidos se observa que algunos valores medidos son divergentes, ellos mismos en un inicio estaban más altos, luego de limpiar la superficie de contacto de las cuchillas y engrasarlos nuevamente con grasa que contiene bisulfuro de molibdeno se consiguieron los valores mostrados.

4.4.4 Medidas de tiempo de operación

Es importante registrar los tiempos de apertura y cierre de los seccionadores, al realizarse la misma se debe medir la caída de tensión y la corriente máxima que requiere el motor en cada una de las maniobras.

A continuación se muestra el gráfico N° 4.4 de los contactos auxiliares, el cierre o apertura de cada uno de ellos es función del tiempo que demora la maniobra respectiva

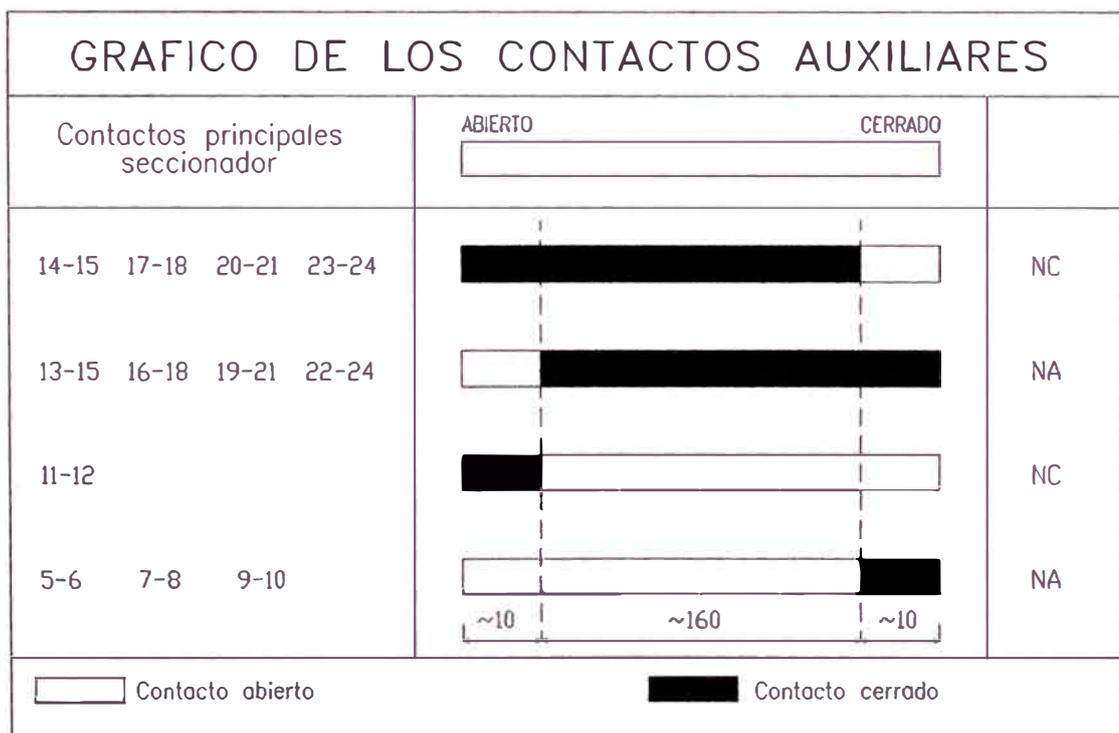


Fig. N° 4.4 Contactos auxiliares del seccionador

Todos los contactos que aparecen esquema anterior son regulables, en las Tablas N° 4.15, Tabla N° 4.16, tabla N° 4.17, tabla N° 4.18 se muestran los valores medidos de tiempos, caída de tensión y corrientes máximas de los motores de los diferentes seccionadores.

Tabla N° 4.15 Valores de Tensión, corriente y tiempos en seccionadores SLOB.

Equipo	Mando	Parámetros	MEDICIONES			
			Ø A	Ø B	Ø C	G. Central
S5B1	Close	V _{mínimo} (Vol)	113.50	123.80	119.80	119.90
		I _{motor} (A)	4.43	3.97	4.33	11.94
		t _{motor} (s)	9.28	8.84	9.30	9.80
	Open	V _{mínimo} (Vol)	116.10	121.70	117.90	110.30
		I _{motor} (A)	4.53	4.11	4.48	12.70
		t _{motor} (s)	9.90	9.15	9.39	9.90
S5B3	Close	V _{mínimo} (Vol)	117.30	124.30	121.20	117.50
		I _{motor} (A)	3.79	3.73	3.79	10.83
		t _{motor} (s)	9.10	8.59	8.53	9.04
	Open	V _{mínimo} (Vol)	119.90	123.90	113.90	112.10
		I _{motor} (A)	4.50	5.13	4.97	13.83
		t _{motor} (s)	8.98	9.16	9.21	9.53
S6B1	Close	V _{mínimo} (Vol)	117.80	126.30	122.90	117.90
		I _{motor} (A)	4.14	3.98	3.98	11.35
		t _{motor} (s)	8.98	8.40	8.80	9.03
	Open	V _{mínimo} (Vol)	117.80	124.10	119.50	116.90
		I _{motor} (A)	4.69	4.61	4.93	13.26
		t _{motor} (s)	9.42	8.59	8.98	9.21
S6B4	Close	V _{mínimo} (Vol)	120.90	124.30	116.30	117.70
		I _{motor} (A)	4.69	4.67	4.49	13.27
		t _{motor} (s)	9.42	9.11	9.48	9.59
	Open	V _{mínimo} (Vol)	118.30	123.80	111.70	115.30
		I _{motor} (A)	5.44	5.47	5.31	15.47
		t _{motor} (s)	9.78	9.34	10.37	9.84
S7B2	Close	V _{mínimo} (Vol)	119.80	126.50	125.70	121.20
		I _{motor} (A)	4.18	3.83	3.86	11.39
		t _{motor} (s)	8.49	8.16	8.16	8.47
	Open	V _{mínimo} (Vol)	117.80	126.10	121.40	119.60
		I _{motor} (A)	4.58	4.51	4.79	12.48
		t _{motor} (s)	9.12	8.46	8.34	8.60
S7B3	Close	V _{mínimo} (Vol)	120.40	125.90	122.60	120.50
		I _{motor} (A)	3.98	4.10	3.88	11.70
		t _{motor} (s)	8.71	8.46	8.59	8.68
	Open	V _{mínimo} (Vol)	117.10	123.20	120.60	118.50
		I _{motor} (A)	4.83	4.91	4.71	14.43
		t _{motor} (s)	9.04	8.53	8.65	9.05

Tabla N° 4.16 Valores de Tensión, corriente y tiempos en seccionadores SLOB.

Equipo	Mando	Parámetros	MEDICIONES			
			Ø A	Ø B	Ø C	G. Central
S8B2	Close	V _{mínimo} (Vol)	124.70	127.30	124.90	123.90
		I _{motor} (A)	3.81	3.79	3.60	10.81
		t _{motor} (s)	8.25	7.90	7.78	8.49
	Open	V _{mínimo} (Vol)	123.40	126.50	123.20	121.80
		I _{motor} (A)	5.15	4.88	5.23	14.20
		t _{motor} (s)	8.73	8.15	8.78	8.99
S8B4	Close	V _{mínimo} (Vol)	119.70	126.80	128.80	128.80
		I _{motor} (A)	4.05	4.08	4.11	12.17
		t _{motor} (s)	8.79	8.66	8.73	9.09
	Open	V _{mínimo} (Vol)	120.80	126.10	122.30	121.50
		I _{motor} (A)	5.05	4.95	5.37	15.08
		t _{motor} (s)	8.98	8.84	8.90	9.34
S11B1	Close	V _{mínimo} (Vol)	124.40	123.80	124.60	122.50
		I _{motor} (A)	4.38	4.23	4.01	11.77
		t _{motor} (s)	8.65	8.42	8.53	8.43
	Open	V _{mínimo} (Vol)	121.30	126.10	123.90	121.50
		I _{motor} (A)	5.35	5.27	5.11	15.07
		t _{motor} (s)	8.65	9.50	8.65	8.74
S12B2	Close	V _{mínimo} (Vol)	122.40	127.90	125.00	124.20
		I _{motor} (A)	3.88	3.57	4.11	11.27
		t _{motor} (s)	8.03	8.80	8.17	8.03
	Open	V _{mínimo} (Vol)	120.30	126.50	121.60	123.30
		I _{motor} (A)	5.12	4.90	4.67	13.55
		t _{motor} (s)	8.35	8.28	8.42	8.49
S13B3	Close	V _{mínimo} (Vol)	120.30	126.60	124.80	121.40
		I _{motor} (A)	4.51	4.00	3.87	12.04
		t _{motor} (s)	9.04	8.53	8.59	8.80
	Open	V _{mínimo} (Vol)	119.10	125.40	117.30	120.10
		I _{motor} (A)	5.30	4.73	4.54	13.55
		t _{motor} (s)	9.17	8.78	8.71	8.92
S14B4	Close	V _{mínimo} (Vol)	118.20	125.70	125.50	123.70
		I _{motor} (A)	3.97	3.89	3.85	11.48
		t _{motor} (s)	8.54	8.49	8.15	9.65
	Open	V _{mínimo} (Vol)	122.80	126.60	125.50	121.30
		I _{motor} (A)	5.09	5.76	5.34	15.23
		t _{motor} (s)	9.17	8.97	9.06	9.34

Tabla N° 4.17 Valores de Tensión, corriente y tiempos en seccionadores SLOBT.

Equipo	Mando	Parámetros	MEDICIONES			
			Ø A	Ø B	Ø C	G. Central
SB1B21	Close	V _{mínimo} (Vol)	119.60	123.00	117.00	111.80
		I _{motor} (A)	3.95	4.04	3.93	11.27
		t _{motor} (s)	9.56	9.06	9.28	9.68
	Open	V _{mínimo} (Vol)	104.30	121.90	114.50	108.00
		I _{motor} (A)	5.06	4.52	4.43	13.25
		t _{motor} (s)	9.71	9.15	9.46	9.68
SB2B22	Close	V _{mínimo} (Vol)	113.70	122.20	114.20	113.70
		I _{motor} (A)	4.62	4.68	3.97	12.35
		t _{motor} (s)	9.55	8.91	10.50	10.03
	Open	V _{mínimo} (Vol)	106.60	122.90	110.20	110.00
		I _{motor} (A)	4.69	4.27	4.81	12.94
		t _{motor} (s)	9.78	9.05	9.47	9.86
SB4B23	Close	V _{mínimo} (Vol)	114.80	124.50	119.00	119.50
		I _{motor} (A)	4.06	4.03	4.08	11.43
		t _{motor} (s)	9.85	9.63	10.50	9.97
	Open	V _{mínimo} (Vol)	110.40	123.10	119.00	118.00
		I _{motor} (A)	4.61	4.13	4.37	12.82
		t _{motor} (s)	9.48	8.86	9.57	9.59
SB3B24	Close	V _{mínimo} (Vol)	119.20	122.80	116.30	111.00
		I _{motor} (A)	4.69	4.05	3.99	11.89
		t _{motor} (s)	9.72	9.32	9.53	9.27
	Open	V _{mínimo} (Vol)	109.60	121.00	112.00	107.60
		I _{motor} (A)	4.81	4.14	4.33	12.38
		t _{motor} (s)	9.09	9.42	9.87	9.56
SL1B11	Close	V _{mínimo} (Vol)	112.5	114.4	119	115.2
		I _{motor} (A)	4.18	4.18	4.19	
		t _{motor} (s)	9.5	9.2	8.9	8.8
	Open	V _{mínimo} (Vol)	112.5	113.5	108.7	110.2
		I _{motor} (A)	5.03	4.79	4.91	
		t _{motor} (s)	9.6	9.2	8.5	8.9
SB21B13	Close	V _{mínimo} (Vol)	113.5	114.2	112.3	116.3
		I _{motor} (A)	4.56	4.40	4.01	
		t _{motor} (s)	9.5	9.5	10.0	9.9
	Open	V _{mínimo} (Vol)	109.4	110.2	108.6	111.7
		I _{motor} (A)	4.71	5.11	5.27	
		t _{motor} (s)	9.7	9.7	9.8	9.6

Tabla N° 4.18 Valores de Tensión, corriente y tiempos en seccionadores SLOBT.

Equipo	Mando	Parámetros	MEDICIONES			
			Ø A	Ø B	Ø C	G. Central
SL2B12	Close	V _{mínimo} (Vol)	117.6	117	117.6	119.5
		I _{motor} (A)	4.04	3.90	4.27	
		t _{motor} (s)	9.1	9.4	8.9	
	Open	V _{mínimo} (Vol)	112.5	117.7	116.9	114.4
		I _{motor} (A)	4.60	5.05	4.32	
		t _{motor} (s)	9.1	9.7	9.3	
SB22B14	Close	V _{mínimo} (Vol)	118.9	118.9	118.3	119.9
		I _{motor} (A)	4.35	3.73	3.75	
		t _{motor} (s)	9.0	8.9	9.1	
	Open	V _{mínimo} (Vol)	114.3	115.9	115	116.4
		I _{motor} (A)	4.68	5.06	4.91	
		t _{motor} (s)	9.0	9.2	9.2	
SL3B17	Close	V _{mínimo} (Vol)	115.5	117.3	117.4	117.5
		I _{motor} (A)	4.53	4.11	4.03	
		t _{motor} (s)	9.2	9.4	9.2	9.2
	Open	V _{mínimo} (Vol)	113.2	114.3	112.1	113.8
		I _{motor} (A)	5.05	4.79	4.97	
		t _{motor} (s)	9.5	9.5	9.6	9.6
SB23B15	Close	V _{mínimo} (Vol)	115.9	117.1	116.2	118.3
		I _{motor} (A)	4.15	4.11	4.24	
		t _{motor} (s)	9.7	9.3	9.2	9.2
	Open	V _{mínimo} (Vol)	113.7	112.5	115.3	117.6
		I _{motor} (A)	4.98	4.91	5.08	
		t _{motor} (s)	9.9	9.6	9.4	9.4
SL4B18	Close	V _{mínimo} (Vol)	115.6	116.3	116.8	117.8
		I _{motor} (A)	4.13	3.78	4.13	
		t _{motor} (s)	9.4	9.5	9.3	9.0
	Open	V _{mínimo} (Vol)	113.7	110.3	116	112.9
		I _{motor} (A)	5.22	4.91	4.99	
		t _{motor} (s)	10.4	10.0	10.0	9.4
SB24B16	Close	V _{mínimo} (Vol)	114.4	115.4	115	116.4
		I _{motor} (A)	4.05	4.14	4.06	
		t _{motor} (s)	8.1	8.8	8.7	9.5
	Open	V _{mínimo} (Vol)	110.8	113.8	111.5	113.1
		I _{motor} (A)	5.13	4.42	5.11	
		t _{motor} (s)	9.2	9.3	9.2	8.8

a) Observaciones

☞ Los seccionadores que están a los extremos de las barras tienen un sólo interruptor termo magnético para las tres fases y está ajustado a su mínimo valor que es 6A, siendo su escala de 6 a 10A, no es recomendable que un termo magnético vigile los tres motores. Si en uno de los motores se presente una corriente de 5A la protección no lo verá porque está ajustado en 6A y según placa del motor su corriente de operación es 3.16A, hay riesgo que el motor se quema al mantener una corriente mayor que su nominal por mucho tiempo.

Los seccionadores de las líneas y de los bancos de condensadores tienen cada uno de los motores interruptores termo magnéticos, según placa de los motores se tienen dos valores de corriente: 2.8 y 3.16 Amp, siendo el segundo el valor máximo; el ajuste de los termo magnéticos es de 2.5A en una escala de 2.5 a 4A, los valores medidos están por encima de este valor, siendo el promedio de ellos ~4.5A, al no actuar el termo magnético se simuló una sobrecarga y su operación fue correcta.

La tensión de alimentación es de 129 Vcc, según norma IEC 694 los motores eléctricos que operan en dispositivos como seccionadores, interruptores, compresores, deben operar satisfactoriamente entre el 85% y 110% de su tensión de alimentación, por lo tanto las tensiones límites son de 106,5 y 137,5 Vcc, observando los valores, todos ellos se encuentra dentro de rango establecido.

4.4.5 Pruebas diversas

Es importante la realización de pruebas que indicará el buen estado y la operatividad de todo lo instalado en la caja de mandos de los seccionadores, se debe verificar la apertura y cierre manual del seccionador, se debe también revisar los contactos auxiliares, verificar que los contactos auxiliares cambien de posición instantes antes de terminar la maniobra de cierre o apertura y que los fines de carrera eléctricos Fa y Fc funcionen correctamente.

Se revisa también las tensiones de mando, de iluminación, de calefacción, tomacorrientes y sus componentes, se debe medir las resistencias de las bobinas que activan la apertura o cierre de los seccionadores, también tiene bloqueo mecánico el cual se asegura mediante candado, este candado imposibilita el giro de la varilla de mando y

su ingreso sólo es en una posición, por ello la importancia que llegue a esta ubicación habiéndose dado los cambios en los contactos auxiliares.

Cuando se acciona eléctricamente los mandos tanto en el cierre y la apertura debe revisarse el margen de vueltas que queda antes que sea forzado la parada del motor, es importante esta verificación para impedir sobre esfuerzos al motor del seccionador.

En esta parte también se realiza una inspección en general a toda la caja demandando, se ve el estado de las puertas, los pulsadores de mando, la buena fijación de las borneras, la rotulación de las borneras y los cables, los cables correctamente ordenados, el buen estado del sello de las puertas.

Durante las pruebas que se realiza se ve si los brazos cierran o abren en forma simultánea o tienen atraso alguno, también si golpean con regular fuerza que provocan rebotes, si no se corrige, con el tiempo puede perjudicar la operación del seccionador. Todo lo señalado se ejecuta, se ha preparado tablas para cada seccionador en los que se registra las pruebas y observaciones para su corrección las mismas que se alcanzan a los responsables a fin de que puedan tomar las medidas correctivas.

En los Tablas del N° 4.19 hasta la tabla N° 4.54 se muestran los resultados de las pruebas. Los seccionadores cuentan con sus mecanismos eléctricos motorizados, en el anexo B se muestran los esquemas EP-IV-04, EP-IV-05, EP-IV-06, EP-IV-07, EP-IV-08.

Tabla N° 4.19 Pruebas diversas a seccionador S5B1.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S5B1			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29 1/4	29 1/2	29 1/2
Apertura	29 1/4	29 1/2	29 1/2
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	220.5	220.5	220.5
Tensión alterna V49-50 Vac	220.5	220.5	220.5
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Foco quemado	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.734	1.743	1.743
Bobina 4C (K-ohms)	1.735	1.738	1.749
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	no	Conforme
apertura	Conforme	no	no
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	3/4↓	1/2	1/4↑
apertura	1/8	1/8	1/4
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1 1/4	1	3/4
apertura Fa (116-118)	3/4	3/4↑	1
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -La fase C se adelanta ligeramente con respecto a las fases A y B en el cierre. -En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes -La fases A no está alineada -La puerta del gabinete de control no tiene pin en la bisagra inferior de la fase C. -Foco quemado en el gabinete de control de la fase A. Tapa orificio en la base del gabinete de control (hecho para pasar cable) -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. 1/4↑: Se entiende como un cuarto de vuelta pasado. 1/4↓: Se entiende como un cuarto de vuelta faltando. 			

Tabla N° 4.20 Pruebas diversas a seccionador S6B1

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S6B1				
		Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela				
Cierre		30	29 3/4	30
Apertura		30	29 3/4	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)				
13-15		Conforme	Conforme	Conforme
16-18		Conforme	Conforme	Conforme
19-21		Conforme	Conforme	Conforme
22-24		Conforme	Conforme	Conforme
11-12		Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)				
14-15		Conforme	Conforme	Conforme
17-18		Conforme	Conforme	Conforme
20-21		Conforme	Conforme	Conforme
23-24		Conforme	Conforme	Conforme
5-6		Conforme	Conforme	Conforme
7-8		Conforme	Conforme	Conforme
9-10		Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones				
Mandos V1-2 (VCC)		129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48	Vac	216	216	216
Tensión alterna V49-50	Vac	216	216	216
Calefacción		Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación		Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente		Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:				
Bobina 4A (K-ohms)		1.729	1.731	1.707
Bobina 4C (K-ohms)		1.726	1.731	1.711
6-Inserción de candados				
cierre		Conforme	Conforme	Conforme
apertura		Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico				
cierre		1/4	1/2	1/4↑
apertura		1/4↑	1/4	1/4
8-Interrupción de tensión a contactores				
cierre Fc (117-119)		1↑	1 1/4	3/4
apertura Fa (116-118)		1 1/4	1↑	1↑
observaciones				
-Las tres fases están desfasadas en maniobra de cierre. En maniobra de cierre el brazo móvil de las fases A y B golpean y presentan				
-rebotes				
-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.				
1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado.				
1/4↓: Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.				

Tabla N° 4.21 Pruebas diversas a seccionador S7B2.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S7B2			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29 1/2	29 1/2	29 1/2
Apertura	29 1/2	29 1/2	29 1/2
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	214	214	214
Tensión alterna V49-50 Vac	214	214	214
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.670	1.667	1.678
Bobina 4C (K-ohms)	1.658	1.667	1.800
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	No	Conforme
apertura	Conforme	No	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/2	1/4↑	3/4
apertura	1/2	1/4↑	1/2
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	3/4↑	1/2	1 1/2
apertura Fa (116-118)	1	1	1↑
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -La fase B tiene tapa de canaleta rota -tiene mandos con interruptor cerrado No bloquea en local -La fase B se retrasa ligeramente con respecto a las fases A y C en el cierre. -En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes -Falta numeradores a los hilos de los contactos auxiliares de las fases A y C. -El motor de la fase A tanto al cierre como a la apertura se apaga después de un tiempo corto, esto no ocurre con los demás seccionadores. -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. <p>1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado. 1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.</p>			

Tabla N° 4.22 Pruebas diversas a seccionador S8B21.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S8B2			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29 1/4	29 1/4	30
Apertura	29 1/4	29 1/4	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	143.76	221.7	221.7
Tensión alterna V49-50 Vac	143.76	221.7	221.7
Calefacción		Conforme	Conforme
Iluminación		Conforme	Conforme
Tomacorriente		Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.709	1.718	1.719
Bobina 4C (K-ohms)	1.722	1.725	1.716
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	No	Conforme
apertura	Conforme	No	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/4↑	1 1/2↑	3/4
apertura	1/2	1/4↓	3/4↑
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1/2	2 1/2	1 1/4↑
apertura Fa (116-118)	3/4↑	1 1/4↓	1 1/4
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> - Las tres fases no cierran simultáneamente - En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes - La fases A y B no están alineadas - La Vac medida en la fase A es de 143 V - El positivo del circuito de bloqueo de manivela llega al borne 29, no existe el borne 4A, el resto de los seccionadores tienen esta bornera. - El motor de la fase A tanto al cierre como a la apertura se apaga después de un tiempo corto, esto no ocurre con los demás seccionadores. - Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. 1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando. 			

Tabla N° 4.23 Pruebas diversas a seccionador S5B3.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S5B3			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29 1/4	29 1/4	29 1/2
Apertura	29 1/4	29 1/4	29 1/2
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	217.8	217.8	217.8
Tensión alterna V49-50 Vac	217.8	217.8	217.8
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.724	1.738	1.725
Bobina 4C (K-ohms)	1.722	1.725	1.716
6-Inserción de candados			
cierre	No	No	Conforme
apertura	Conforme	No	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/4↑	1/4↑	3/4↑
apertura	1/4↓	1/4↓	3/4↑
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1/2	3/4	1 1/4
apertura Fa (116-118)	3/4↓	3/4↑	1 ↑
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -La puerta de la fase B, la bisagra inferior no tiene pasador original -Está cambiada la indicación de Local-Remoto (está como remoto Local). -La fase C se adelanta ligeramente con respecto a las fases A y B en el cierre. -En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. <p>1/4 ↑: Se entiende como un cuarto de vuelta pasado. 1/4 ↓: Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.</p>			

Tabla N° 4.24 Pruebas diversas a seccionador S6B4 .

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S6B4			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	30	29 1/2	29 1/4
Apertura	30	29 1/2	29 1/4
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.3	129.3	129.3
Tensión alterna V47-48 Vac	215.7	215.7	215.7
Tensión alterna V49-50 Vac	215.7	215.7	215.7
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.742	1.740	1.755
Bobina 4C (K-ohms)	1.739	1.742	1.760
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	No	Conforme
apertura	Conforme	No	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/4↑	1 1/4	1/4
apertura	1/4↓	1/8	1/2
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1/4	1 1/2↑	1/4
apertura Fa (116-118)	1/2↑	1	1 1/4↑
observaciones			
-Falta numeradores a los hilos de contacto auxiliar de las fases A y C			
-En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes La fase B en maniobra de cierre se retrasa ligeramente con respecto a las otras			
-fases			
-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.			
1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado.			
1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.			

Tabla N° 4.25 Pruebas diversas a seccionador S7B3.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S7B3			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29 1/2	29 1/4	29 1/2
Apertura	29 1/2	29 1/4	29 1/2
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48	215	215	215
Tensión alterna V49-50	215	215	215
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	foco quemado	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.754	1.760	1.754
Bobina 4C (K-ohms)	1.766	1.762	1.752
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	No	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/4	1↑	1/2↓
apertura	1/4↑	1/8	1/4↑
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1/2	1 3/4	3/4
apertura Fa (116-118)	1 1/2	3/4	1 1/2
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -La fase C se adelanta ligeramente al cierre con respecto a las otras dos fases -En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes -La fase A no están alineada -El foco de la fase A está quemado. -La puerta de la caja de mandos de la fase C no tiene pin en la bisagra inferior. -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. 1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado. 1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando. 			

Tabla N° 4.26 Pruebas diversas a seccionador S8B4 .

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S8B4				
		Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela				
Cierre		29 1/4	29 3/4	29 1/2
Apertura		29 1/4	29 3/4	29 1/2
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)				
13-15		Conforme	Conforme	Conforme
16-18		Conforme	Conforme	Conforme
19-21		Conforme	Conforme	Conforme
22-24		Conforme	Conforme	Conforme
11-12		Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)				
14-15		Conforme	Conforme	Conforme
17-18		Conforme	Conforme	Conforme
20-21		Conforme	Conforme	Conforme
23-24		Conforme	Conforme	Conforme
5-6		Conforme	Conforme	Conforme
7-8		Conforme	Conforme	Conforme
9-10		Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones				
Mandos V1-2 (VCC)		129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48	Vac	220.3	220.3	220.3
Tensión alterna V49-50	Vac	220.3	220.3	220.3
Calefacción		Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación		Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente		Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:				
Bobina 4A (K-ohms)		1.752	1.742	1.766
Bobina 4C (K-ohms)		1.759	1.754	1.766
6-Inserción de candados				
cierre		Conforme	Conforme	No
apertura		Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico				
cierre		1/4↑	1/2	1/4↑
apertura		1/2	1/4↑	1/4↓
8-Interrupción de tensión a contactores				
cierre Fc (117-119)		1/4	1/2	1/4↑
apertura Fa (116-118)		1 3/4	1 1/4	1 1/4
observaciones				
La fase B se retrasa ligeramente con respecto a las dos fases en maniobra de -cierre.				
-En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes				
-La fases A y B no están alineadas				
-Ajustar y sellar las platinas ubicadas en los costados del contacto macho.				
En Fase C bornera 28 llega el hilo codificado como 29				
-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.				
1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado.				
1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.				

Tabla N° 4.27 Pruebas diversas a seccionador S11B1.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S11B1				
		Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela				
Cierre		29 1/4	29 3/4	29 1/2
Apertura		29 1/4	29 3/4	29 1/2
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)				
13-15		Conforme	Conforme	Conforme
16-18		Conforme	Conforme	Conforme
19-21		Conforme	Conforme	Conforme
22-24		Conforme	Conforme	Conforme
11-12		Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)				
14-15		Conforme	Conforme	Conforme
17-18		Conforme	Conforme	Conforme
20-21		Conforme	Conforme	Conforme
23-24		Conforme	Conforme	Conforme
5-6		Conforme	Conforme	Conforme
7-8		Conforme	Conforme	Conforme
9-10		Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones				
Mandos V1-2 (VCC)		129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48	Vac	220.3	220.3	220.3
Tensión alterna V49-50	Vac	220.3	220.3	220.3
Calefacción		Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación		Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente		Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:				
Bobina 4A (K-ohms)		1.715	1.691	1.698
Bobina 4C (K-ohms)		1.712	1.700	1.701
6-Inserción de candados				
cierre		No	No	No
apertura		Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico				
cierre		1/2↑	1 1/2	1 1/2↓
apertura		1/4	1/4↓	1/4↓
8-Interrupción de tensión a contactores				
cierre Fc (117-119)		1 1/8	2 1/4	2↑
apertura Fa (116-118)		3/4	3/4↑	3/4↑
observaciones				
-La fase A se adelanta con respecto a las dos fases en maniobra de cierre.				
-La fase C se atrasa con respecto a las dos fases en maniobra de apertura..				
-Falta tornillos a la plancha de aluminio de las fases A y C.				
-En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes				
-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.				
-Faltan 5 contratuerzas en pernos de fijación de la estructura de soporte,				
1 en la fase A, 1 en la fase B y 3 en la fase C				
1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado.				
1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.				

Tabla Nº 4.28 Pruebas diversas a seccionador S12B2.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S12B2			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29 1/4	29 1/4	29 1/2
Apertura	29 1/4	29 1/4	29 1/2
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	220.3	220.3	220.3
Tensión alterna V49-50 Vac	220.3	220.3	220.3
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.703	1.703	1.705
Bobina 4C (K-ohms)	1.701	1.708	1.710
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	No	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/2↑	1 1/2	1 1/2↓
apertura	1/4	1/4↓	1/4↓
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1 1/8	2 1/4	2↑
apertura Fa (116-118)	3/4	3/4↑	3/4↑
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -La riel de la puerta batiente de la fase B choca y raspa la base del armario -La puerta no tiene pin en la bisagra inferior. -El circuito de la alimentación de alterna esta bien, falta fusibles en borneras 47, 48, 49 y 51 -En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. -Faltan 4 contratueras en pernos de fijación de la estructura de soporte en fase B 1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado. 1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando. 			

Tabla N° 4.29 Pruebas diversas a seccionador S13B3.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S13B3			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29 1/4	29 1/4	29 1/2
Apertura	29 1/4	29 1/4	29 1/2
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	220.9	220.9	220.9
Tensión alterna V49-50 Vac	220.9	220.9	220.9
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.749	1.747	1.745
Bobina 4C (K-ohms)	1.758	1.735	1.736
6-Inserción de candados			
cierre	No	No	No
apertura	Conforme	No	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/2↓	1/2↓	1 1/4
apertura	1/8↑	1/8↓	1/8↓
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1/2↓	1↓	2↑
apertura Fa (116-118)	1/2↓	1/2↓	1/2↑
observaciones			
<p>-En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.</p> <p>-Faltan 7 contratuerzas en pernos de fijación de la estructura de soporte, 1 en la fase A, 2 en la fase B y 4 en la fase C</p> <p>1/8↑ : Se entiende como un octavo de vuelta pasado.</p> <p>1/8↓ : Se entiende como un octavo de vuelta faltando.</p>			

Tabla N° 4.30 Pruebas diversas a seccionador S14B4.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR S14B4			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29 1/2	29 1/4	29 1/2
Apertura	29 1/2	29 1/4	29 1/2
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	219	219	219
Tensión alterna V49-50 Vac	219	219	219
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.668	1.680	1.682
Bobina 4C (K-ohms)	1.669	1.689	1.682
6-Inserción de candados			
cierre	No	No	No
apertura	Conforme	No	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1 1/2↓	1 1/4	3/4
apertura	1/8↑	1/8↓	1/8↓
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1 ↓	2↓	3/4↑
apertura Fa (116-118)	3/4	1	1 ↓
observaciones			
-En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes			
-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.			
1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado.			
1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.			

Tabla N° 4.31 Pruebas diversas a seccionador SL1B11.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SL1B11			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	28 3/4	28 3/4	28 3/4
Apertura	28 3/4	28 3/4	28 3/4
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.3	129.3	129.3
Tensión alterna V47-48 Vac	219	219	219
Tensión alterna V49-50 Vac	219	219	219
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.667	1.680	1.677
Bobina 4C (K-ohms)	1.662	1.667	1.676
6-Inserción de candados			
cierre	no	Conforme	no
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1	1/2	1
apertura	1/4	1/2↑	1/2
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1 3/4	3/4↑	1 1/2
apertura Fa (116-118)	3/4	1↑	1↑
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -La fase A se adelanta con respecto a las dos fases en maniobra de cierre. -La fase A se adelanta con respecto a las dos fases en maniobra de apertura. -En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes. -La fase A no esta alineada. No encaja el seguro mecánico al cierre y a la apertura del seccionador SB11G, fase -B. -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. -Faltan 19 contratruercas en pernos de fijación de la estructura de soporte, 3 en la fase A, 8 en la fase B y C 1/2 ↑: Se entiende como media vuelta pasado. 1/2 ↓: Se entiende como media vuelta faltando. 			

Tabla N° 4.32 Pruebas diversas a seccionador SB21B13.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SB21B13			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29	29	29
Apertura	29	29	29
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.3	129.4	129.3
Tensión alterna V47-48 Vac	216	216	216
Tensión alterna V49-50 Vac	216	216	216
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.666	1.684	1.671
Bobina 4C (K-ohms)	1.664	1.681	1.682
6-Inserción de candados			
cierre	No	No	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/2	1↓	1/4↑
apertura	1/2	1/2	1/2
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	3/4↓	1↑	3/4↓
apertura Fa (116-118)	3/4↑	3/4	1↓
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -Falta fijar riel en gabinetes de las fase A y B (un extremo suelto). -Las fases B y C no están alineadas. -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. -En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes. -Desplazar las borneras seccionables del gabinete de la fase B, choca con lámpara. -Faltan 21 contratueras en pernos de fijación de la estructura de soporte, <ul style="list-style-type: none"> 5 en la fase A, 8 en la fase B y C 3/4↑ : Se entiende como tres cuartos de vuelta pasado. 3/4↓ : Se entiende como tres cuartos de vuelta faltando. 			

Tabla N° 4.33 Pruebas diversas a seccionador SL2B12.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SL2B12			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29 1/4	29 1/2	29 1/4
Apertura	29 1/4	29 1/2	29 1/4
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48 Vac	214	214	214
Tensión alterna V49-50 Vac	214	214	214
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.720	1.729	1.711
Bobina 4C (K-ohms)	1.714	1.726	1.710
6-Inserción de candados			
cierre	No	No	No
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/4↑	1	3/4
apertura	1/2	1/2	1/2
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1/2↑	1 1/4↑	1↑
apertura Fa (116-118)	1	1	1
observaciones			
<p>La fase B se retrasa ligeramente con respecto a las dos fases en maniobra de -cierre.</p> <p>-En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes.</p> <p>-La puerta del gabinete de control de la fase A, no tiene pin la bisagra inferior.</p> <p>-El hilo interno de la bornera 30 estaba suelto.</p> <p>-El hilo 29 llega a bornera 30 y el hilo 30 llega a bornera 29.</p> <p>-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.</p> <p>-Faltan 12 contratuercas en pernos de fijación de la estructura de soporte, 8 en la fase A, 4 en la fase B.</p>			

Tabla N° 4.34 Pruebas diversas a seccionador SB22B14.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SB22B14				
		Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela				
Cierre		29 1/4	29 1/2	29
Apertura		29 1/4	29 1/2	29
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)				
13-15		Conforme	Conforme	Conforme
16-18		Conforme	Conforme	Conforme
19-21		Conforme	Conforme	Conforme
22-24		Conforme	Conforme	Conforme
11-12		Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)				
14-15		Conforme	Conforme	Conforme
17-18		Conforme	Conforme	Conforme
20-21		Conforme	Conforme	Conforme
23-24		Conforme	Conforme	Conforme
5-6		Conforme	Conforme	Conforme
7-8		Conforme	Conforme	Conforme
9-10		Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones				
Mandos V1-2 (VCC)		128	128	128
Tensión alterna V47-48	Vac	214	214	214
Tensión alterna V49-50	Vac	214	214	2142
Calefacción		Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación		Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente		Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:				
Bobina 4A (K-ohms)		1.704	1.730	1.722
Bobina 4C (K-ohms)		1.693	1.699	1.722
6-Inserción de candados				
cierre		No	Conforme	No
apertura		Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico				
cierre		1/2	1/4	1 1/2
apertura		1/2	3/4	1/4
8-Interrupción de tensión a contactores				
cierre Fc (117-119)		1	1/2↑	1 3/4
apertura Fa (116-118)		1↑	1↑	1/2
observaciones				
<ul style="list-style-type: none"> -La fase A se retrasa ligeramente con respecto a las 2 fases en maniobra de apertura. En maniobra de cierre, brazo móvil de las 3 fases golpean y presentan rebotes ligeros. -La riel montada en puerta batiente del gabinete de la fase A choca con el marco. -La puerta del gabinete de la fase C no tiene bisagra inferior. -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. -Faltan 13 contratuerzas en pernos de fijación de la estructura de soporte, 5 en la fase A y 8 en la fase B. 1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado. 1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando. 				

Tabla N° 4.35 Pruebas diversas a seccionador SL3B17.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SL3B17			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	30	30	30
Apertura	30	30	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	219	219	219
Tensión alterna V49-50 Vac	219	219	219
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.718	1.701	1.703
Bobina 4C (K-ohms)	1.723	1.734	1.721
6-Inserción de candados			
cierre	No	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1 1/2	1/2	1/2
apertura	1/2↑	3/4↓	1/2
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	2 1/4	1	1↑
apertura Fa (116-118)	1 1/4↓	1 1/4↑	1 1/4↓
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -En maniobra de cierre las tres fases están desfasadas. -La fase A se adelanta con respecto a las dos fases en maniobra de apertura. -En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes -El seccionador de tierra (SB17G) tiene los contactos 40-41-42 defectuosos. -La calefacción del gabinete central de mandos no esta operativo. -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. 			

Tabla N° 4.36 Pruebas diversas a seccionador SB23B15.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SB23B15			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	30	29 1/2	30
Apertura	30	29 1/2	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	219	219	219
Tensión alterna V49-50 Vac	219	219	219
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.721	1.715	1.712
Bobina 4C (K-ohms)	1.720	1.712	1.705
6-Inserción de candados			
cierre	No	No	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/4	1/2↑	1/4
apertura	1/4↑	1/2↓	1/2
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1/2	1 1/4	1/2
apertura Fa (116-118)	1↑	1	1↑
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes -La fase C se retrasa ligeramente con respecto a las 2 fases en maniobra de apertura. -Las fases A y C no están alineadas. -La puerta batiente de la fase C está colgada -La calefacción y el foco del gabinete central de mandos no están operativos. -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. 1/2 ↑: Se entiende como media vuelta pasado. 1/2 ↓: Se entiende como media vuelta faltando. 			

Tabla N° 4.37 Pruebas diversas a seccionador SL4B18.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SL4B18			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	30	30	30
Apertura	30	30	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	210.7	210.7	210.7
Tensión alterna V49-50 Vac	210.7	210.7	210.7
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.721	1.706	1.729
Bobina 4C (K-ohms)	1.717	1.705	1.716
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	Conforme	No
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/4↑	1/4↑	1/4↑
apertura	1/4↓	1/4↑	1/4↑
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1	1/2	3/4
apertura Fa (116-118)	3/4	1	3/4↑
observaciones			
-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. -El contacto BM quedaba abierto luego de extraer manivela. En gabinete de agrupamiento la lámpara esta quemada. 1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado. 1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.			

Tabla N° 4.38 Pruebas diversas a seccionador SB24B16.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SB24B16			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	29 1/2	29 1/2	29 1/2
Apertura	29 1/2	29 1/2	29 1/2
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	129.4	129.4	129.4
Tensión alterna V47-48 Vac	214	214	214
Tensión alterna V49-50 Vac	214	214	214
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.675	1.662	1.691
Bobina 4C (K-ohms)	1.676	1.662	1.704
6-Inserción de candados			
cierre	No	No	No
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1 3/4	1 1/2↑	1 1/2
apertura	1/4	1/2↓	1/4↑
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	2 1/4	2 1/4↑	1 3/4↑
apertura Fa (116-118)	1/2	1	3/4
observaciones			
<p>La fase C se adelanta ligeramente con respecto a las dos fases en maniobra de -cierre.</p> <p>-en maniobra de apertura las tres fases están desfasadas</p> <p>En maniobra de cierre, brazo móvil de las 3 fases golpean y presentan rebotes (B y -C).</p> <p>-La fases A y C no están alineadas</p> <p>-El gabinete central de agrupamiento y de la fase B no tiene lámpara de iluminación.</p> <p>-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.</p>			

Tabla Nº 4.39 Pruebas diversas a seccionador SB11G.

VERIFICACION DE CONTACTOS AUXILIARES SB11G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
31-33	Conforme	Conforme	Conforme
34-36	Conforme	Conforme	Conforme
37-39	Conforme	Conforme	Conforme
40-42	Conforme	Conforme	Conforme
2-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
32-33	Conforme	Conforme	Conforme
35-36	Conforme	Conforme	Conforme
38-39	Conforme	Conforme	Conforme
41-42	Conforme	Conforme	Conforme
3-Encaste del seguro mecánico			
cierre	Conforme	No	Conforme
apertura	Conforme	No	Conforme
4-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
VERIFICACION DE CONTACTOS AUXILIARES SB13G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
31-33	Conforme	Conforme	Conforme
34-36	Conforme	Conforme	Conforme
37-39	Conforme	Conforme	Conforme
40-42	Conforme	Conforme	Conforme
2-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
32-33	Conforme	Conforme	Conforme
35-36	Conforme	Conforme	Conforme
38-39	Conforme	Conforme	Conforme
41-42	Conforme	Conforme	Conforme
3-Encaste del seguro mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
4-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
observaciones			
-No encaja el seguro mecánico al cierre y a la apertura del seccionador SB11G, fase B.			

Tabla N° 4.40 Pruebas diversas a seccionador SB12G, SB14G.

VERIFICACION DE CONTACTOS AUXILIARES SB12G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
31-33	Conforme	Conforme	Conforme
34-36	Conforme	Conforme	Conforme
37-39	Conforme	Conforme	Conforme
40-42	Conforme	Conforme	Conforme
2-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
32-33	Conforme	Conforme	Conforme
35-36	Conforme	Conforme	Conforme
38-39	Conforme	Conforme	Conforme
41-42	Conforme	Conforme	Conforme
3-Encaste del seguro mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
4-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
VERIFICACION DE CONTACTOS AUXILIARES SB14G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
31-33	Conforme	Conforme	Conforme
34-36	Conforme	Conforme	Conforme
37-39	Conforme	Conforme	Conforme
40-42	Conforme	Conforme	Conforme
2-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
32-33	Conforme	Conforme	Conforme
35-36	Conforme	Conforme	Conforme
38-39	Conforme	Conforme	Conforme
41-42	Conforme	Conforme	Conforme
3-Encaste del seguro mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
4-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
observaciones			

Tabla N° 4.41 Pruebas diversas a seccionador SB15G, SB17G.

VERIFICACION DE CONTACTOS AUXILIARES SB15G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
31-33	Conforme	Conforme	Conforme
34-36	Conforme	Conforme	Conforme
37-39	Conforme	Conforme	Conforme
40-42	Conforme	Fallado	Conforme
2-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
32-33	Conforme	Conforme	Conforme
35-36	Conforme	Conforme	Conforme
38-39	Conforme	Conforme	Conforme
41-42	Conforme	Fallado	Conforme
3-Encaste del seguro mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
4-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
VERIFICACION DE CONTACTOS AUXILIARES SB17G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
31-33	Conforme	Conforme	Conforme
34-36	Conforme	Conforme	Conforme
37-39	Conforme	Conforme	Conforme
40-42	Conforme	Conforme	Conforme
2-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
32-33	Conforme	Conforme	Conforme
35-36	Conforme	Conforme	Conforme
38-39	Conforme	Conforme	Conforme
41-42	Conforme	Conforme	Conforme
3-Encaste del seguro mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
4-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
observaciones			
-El contacto 42-41, 42-40 del seccionador de tierra SB15G esta malogrado, no cambia de posición al cerrar o abrir la cuchilla de puesta a tierra			

Tabla N° 4.42 Pruebas diversas a seccionador SB16G, SB18G.

VERIFICACION DE CONTACTOS AUXILIARES SB16G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
31-33	Conforme	Conforme	Conforme
34-36	Conforme	Conforme	Conforme
37-39	Conforme	Conforme	Conforme
40-42	Conforme	Conforme	Conforme
2-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
32-33	Conforme	Conforme	Conforme
35-36	Conforme	Conforme	Conforme
38-39	Conforme	Conforme	Conforme
41-42	Conforme	Conforme	Conforme
3-Encaste del seguro mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
4-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
VERIFICACION DE CONTACTOS AUXILIARES SB18G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
31-33	Conforme	Conforme	Conforme
34-36	Conforme	Conforme	Conforme
37-39	Conforme	Conforme	Conforme
40-42	Conforme	Conforme	Conforme
2-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
32-33	Conforme	Conforme	Conforme
35-36	Conforme	Conforme	Conforme
38-39	Conforme	Conforme	Conforme
41-42	Conforme	Conforme	Conforme
3-Encaste del seguro mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
4-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
observaciones			

Tabla N° 4.43 Pruebas diversas a seccionador SL1B21.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SL1B21			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	30	30	30
Apertura	30	30	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48 Vac	218	218	218
Tensión alterna V49-50 Vac	218	218	218
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.704	1.704	1.699
Bobina 4C (K-ohms)	1.708	1.711	1.697
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	no	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1↓	1/2↑	1/4↑
apertura	1/2	1/4	1/4↑
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1 1/4	1↑	1/2
apertura Fa (116-118)	1↑	3/4↓	1
observaciones			
-falta tuerca y perno en la bisagra inferior de puerta batiente La fase C se retrasa ligeramente con respecto a las 2 fases en maniobra de -apertura. -La fase C no está alineada. -La riel de borneras esta suelta por un extremo. -El hilo de tierra de la puerta se liberó del terminal prensado -En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes. -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. Faltan 19 contratuercas en pernos de fijación de la estructura, 3 en fase A y 8 en B -y C 1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.			

Tabla Nº 4.44 Pruebas diversas a seccionador SL2B22.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SL2B22			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	30	30	30
Apertura	30	30	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48 Vac	214	215	214
Tensión alterna V49-50 Vac	214	215	214
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	foco quemado
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.705	1.714	1.712
Bobina 4C (K-ohms)	1.702	1.709	1.694
6-Inserción de candados			
cierre	No	Conforme	No
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1/2↓	1/4↑	1/4↓
apertura	1/4	1/2↓	1/4
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	3/4	1	3/4
apertura Fa (116-118)	1/2↑	1	1 ↓
observaciones			
<p>-En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebotes.</p> <p>-La lámpara de iluminación del gabinete de la fase C está quemado.</p> <p>-Pernos de puerta batiente están flojos.</p> <p>-La fase B presenta un ligero desalineamiento.</p> <p>-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.</p> <p>-Faltan 10 contratuerzas en pernos de fijación de la estructura de soporte, 2 en la fase A y 8 en la fase B.</p> <p>1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado.</p> <p>1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.</p>			

Tabla N° 4.45 Pruebas diversas a seccionador SL3B23.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SL3B23			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	30	30	30
Apertura	30	30	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48 Vac	216	216	216
Tensión alterna V49-50 Vac	216	216	216
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Foco quemado	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.683	1.697	1.682
Bobina 4C (K-ohms)	1.688	1.692	1.692
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	No	No
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1↓	3/4	1/4
apertura	3/4↓	1/2	1/2↑
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1 1/4↓	1↑	1/2
apertura Fa (116-118)	1↓	3/4↑	1 1/4
observaciones			
En maniobra de cierre, el brazo móvil de las tres fases golpean, ligero rebotes (A y -C)			
La fase A se adelanta ligeramente con respecto a las 2 fases en maniobra de -apertura.			
-Las tres fases están desfasados en maniobra de cierre.			
-El foco del gabinete de control de la fase A está quemado.			
-Las tres fases no están alineados.			
-falta ajustar tuercas de bisagra inferior de puerta batiente			
-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.			
1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado.			
1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.			

Tabla N° 4.46 Pruebas diversas a seccionador SL4B24.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SL4B24			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	30	30	30
Apertura	30	30	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48 Vac	216	216	215
Tensión alterna V49-50 Vac	216	216	215
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Foco quemado
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.719	1.726	1.710
Bobina 4C (K-ohms)	1.705	1.714	1.705
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	No	No
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	casi tope	1/2↑	1↓
apertura	3 3/4↓	1/4↑	1/4
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1/4↑	1↑	1 1/4
apertura Fa (116-118)	4 1/2	3/4	1
observaciones			
<p>-Para cerrar cuchilla de tierra debemos darle 3 1/2 más de vuelta con manivela</p> <p>-En maniobra de cierre y apertura las tres fases están desfasados. La fase B se retrasa ligeramente con respecto a las 2 fases en maniobra de apertura.</p> <p>-En maniobra de cierre el brazo móvil de las 3 fases golpean y presentan ligeros rebotes.</p> <p>-La fase A no está alineada.</p> <p>-La lámpara del gabinete de mandos de la fase C está quemada.</p> <p>-En el gabinete central no funciona la calefacción y la lámpara está quemada.</p> <p>1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.</p>			

Tabla N° 4.47 Pruebas diversas a seccionador SB1B21.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SB1B21			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela			
Cierre	30	30	30
Apertura	30	30	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
13-15	Conforme	Conforme	Conforme
16-18	Conforme	Conforme	Conforme
19-21	Conforme	Conforme	Conforme
22-24	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
14-15	Conforme	Conforme	Conforme
17-18	Conforme	Conforme	Conforme
20-21	Conforme	Conforme	Conforme
23-24	Conforme	Conforme	Conforme
5-6	Conforme	Conforme	Conforme
7-8	Conforme	Conforme	Conforme
9-10	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Mandos V1-2 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48 Vac	218	218	218
Tensión alterna V49-50 Vac	218	218	218
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación	Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente	Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:			
Bobina 4A (K-ohms)	1.704	1.704	1.699
Bobina 4C (K-ohms)	1.708	1.711	1.697
6-Inserción de candados			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	no	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico			
cierre	1↓	1/2↑	1/4↑
apertura	1/2	1/4	1/4↑
8-Interrupción de tensión a contactores			
cierre Fc (117-119)	1 1/4	1↑	1/2
apertura Fa (116-118)	1↑	3/4↓	1
observaciones			
<p>La fase C se adelanta ligeramente con respecto a las 2 fases en maniobra de -cierre.</p> <p>-Están desfasados las tres fases en maniobra de apertura.</p> <p>En maniobra de cierre el brazo móvil de las 3 fases golpean y presentan ligero -rebote.</p> <p>-Le falta perno y tuerca a bisagra inferior de la puerta batiente.</p> <p>-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.</p> <p>-Faltan 10 contratuercas en pernos de fijación de la estructura de soporte, 2 en la fase A y 8 en la fase B.</p> <p>1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado.</p> <p>1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.</p>			

Tabla N° 4.48 Pruebas diversas a seccionador SB2B22.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SB2B22				
		Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela				
Cierre		30	30	30
Apertura		30	30	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)				
13-15		Conforme	Conforme	Conforme
16-18		Conforme	Conforme	Conforme
19-21		Conforme	Conforme	Conforme
22-24		Conforme	Conforme	Conforme
11-12		Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)				
14-15		Conforme	Conforme	Conforme
17-18		Conforme	Conforme	Conforme
20-21		Conforme	Conforme	Conforme
23-24		Conforme	Conforme	Conforme
5-6		Conforme	Conforme	Conforme
7-8		Conforme	Conforme	Conforme
9-10		Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones				
Mandos V1-2 (VCC)		128	128	128
Tensión alterna V47-48	Vac	214	215	214
Tensión alterna V49-50	Vac	214	215	214
Calefacción		Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación		Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente		Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:				
Bobina 4A (K-ohms)		1.705	1.714	1.712
Bobina 4C (K-ohms)		1.702	1.709	1.694
6-Inserción de candados				
cierre		Conforme	No	Conforme
apertura		Conforme	No	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico				
cierre		1/2↓	1/4↑	1/4↓
apertura		1/4	1/2↓	1/4
8-Interrupción de tensión a contactores				
cierre Fc (117-119)		3/4	1	3/4
apertura Fa (116-118)		1/2↑	1	1↓
observaciones				
La fase B se adelanta ligeramente con respecto a las dos fases en maniobra de -cierre.				
La fase C se atrasa ligeramente con respecto a las dos fases en maniobra de -apertura.				
-En maniobra de cierre el brazo móvil de las tres fases golpean y presentan rebote.				
-La fase B no está alineada.				
-falta ajustar los pernos de la bisagra de puerta batiente				
-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.				
-Faltan 8 contratueras en pernos de fijación de la estructura de soporte, 4 en la fase A y 4 en la fase B.				
1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado.				
1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.				

Tabla N° 4.49 Pruebas diversas a seccionador SB4B23.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SB4B23				
		Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela				
Cierre		30	30	30
Apertura		30	30	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)				
13-15		Conforme	Conforme	Conforme
16-18		Conforme	Conforme	Conforme
19-21		Conforme	Conforme	Conforme
22-24		Conforme	Conforme	Conforme
11-12		Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)				
14-15		Conforme	Conforme	Conforme
17-18		Conforme	Conforme	Conforme
20-21		Conforme	Conforme	Conforme
23-24		Conforme	Conforme	Conforme
5-6		Conforme	Conforme	Conforme
7-8		Conforme	Conforme	Conforme
9-10		Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones				
Mandos V1-2 (VCC)		128	128	128
Tensión alterna V47-48	Vac	216	216	216
Tensión alterna V49-50	Vac	216	216	216
Calefacción		Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación		Foco quemado	Conforme	Conforme
Tomacorriente		Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:				
Bobina 4A (K-ohms)		1.683	1.697	1.682
Bobina 4C (K-ohms)		1.688	1.692	1.692
6-Inserción de candados				
cierre		Conforme	Conforme	Conforme
apertura		No	No	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico				
cierre		1↓	3/4	1/4
apertura		3/4↓	1/2	1/2↑
Interrupción de tensión a				
8-contactores				
cierre Fc (117-119)		1 1/4↓	1↑	1/2
apertura Fa (116-118)		1↓	3/4↑	1 1/4
observaciones				
<ul style="list-style-type: none"> -En maniobra de cierre están desfasados las tres fases -En maniobra de apertura se adelanta ligeramente la fase B. -La fase B no está alineada. -En maniobra de cierre el brazo móvil de la fase B golpea y presenta ligero rebote. -La lámpara de iluminación del gabinete de la fase A está quemado. -falta ajustar tuercas de bisagra inferior de puerta batiente -Terminales no adecuados en resistencia de calefacción. 1/4 ↑: Se entiende como un cuarto de vuelta pasado. 1/4 ↓: Se entiende como un cuarto de vuelta faltando. 				

Tabla N° 4.50 Pruebas diversas a seccionador SB3B24.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SB3B24				
		Fase A	Fase B	Fase C
1-Número de vueltas a manivela				
Cierre		30	30	30
Apertura		30	30	30
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)				
13-15		Conforme	Conforme	Conforme
16-18		Conforme	Conforme	Conforme
19-21		Conforme	Conforme	Conforme
22-24		Conforme	Conforme	Conforme
11-12		Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)				
14-15		Conforme	Conforme	Conforme
17-18		Conforme	Conforme	Conforme
20-21		Conforme	Conforme	Conforme
23-24		Conforme	Conforme	Conforme
5-6		Conforme	Conforme	Conforme
7-8		Conforme	Conforme	Conforme
9-10		Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones				
Mandos V1-2 (VCC)		128	128	128
Tensión alterna V47-48	Vac	216	216	215
Tensión alterna V49-50	Vac	216	216	215
Calefacción		Conforme	Conforme	Conforme
Iluminación		Conforme	Conforme	Conforme
Tomacorriente		Conforme	Conforme	Conforme
5-Resistencias de Bobinas de:				
Bobina 4A (K-ohms)		1.719	1.726	1.710
Bobina 4C (K-ohms)		1.705	1.714	1.705
6-Inserción de candados				
cierre		No	No	Conforme
apertura		No	Conforme	Conforme
7-Margen de vueltas antes del tope mecánico				
cierre		casi tope	1/2↑	1↓
apertura		3/4↓	1/4↑	1/4
8-Interrupción de tensión a contactores				
cierre Fc (117-119)		1/4↑	1↑	1 1/4
apertura Fa (116-118)		4 1/2	3/4	1
observaciones				
<p>-Para cerrar cuchilla de tierra debemos darle 3 1/2 más de vuelta con manivela</p> <p>-Las tres fases están desfasados en maniobra de cierre y apertura.</p> <p>-La fase A se adelanta notoriamente con respecto a las fases B y C.</p> <p>En maniobra de cierre el brazo móvil de las 3 fases golpean y presentan rebote ligero.</p> <p>-Terminales no adecuados en resistencia de calefacción.</p> <p>1/4↑ : Se entiende como un cuarto de vuelta pasado.</p> <p>1/4↓ : Se entiende como un cuarto de vuelta faltando.</p>				

Tabla N° 4.51 Pruebas diversas a seccionador SXL11G.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SXL11G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Angulo de giro por medio de palanca			
Cierre	90°	90°	90°
Apertura	90°	90°	90°
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
1 - 3	Conforme	Conforme	Conforme
4 - 6	Conforme	Conforme	Conforme
7 - 9	Conforme	Conforme	Conforme
10-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
2 - 3	Conforme	Conforme	Conforme
5 - 6	Conforme	Conforme	Conforme
8 - 9	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Bloqueo de Bobina V29-30 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48 Vac	217	216	215
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
5-Inserción de candados			
cierre	Conforme	(1)	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
6-Bloqueo eléctrico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
8-Topes mecánicos			
cierre (separación)	Contacto	Contacto	5 mm
apertura (separación)	Contacto	1 mm	1 mm
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -Faltan regular los topes mecánicos, deben quedar en 2 mm se separación Falta tapa de fin de bloque de borneras de cada -fase Estos contactos no son -regulables -Faltan 1 contratueras en pernos de fijación de la estructura de soporte de la fase C -(1) El candado no ingresa con libertad, se necesita forzar un poco 			

Tabla N° 4.52 Pruebas diversas a seccionador SXL12G.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SXL12G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Angulo de giro por medio de palanca			
Cierre	90°	90°	90°
Apertura	90°	90°	90°
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
1 - 3	Conforme	Conforme	Conforme
4 - 6	Conforme	Conforme	Conforme
7 - 9	Conforme	Conforme	Conforme
10-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
2 - 3	Conforme	Conforme	Conforme
5 - 6	Conforme	Conforme	Conforme
8 - 9	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Bloqueo de Bobina V29-30 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48 Vac	216	217	216
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
5-Inserción de candados			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
6-Bloqueo eléctrico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
8-Topes mecánicos			
cierre (separación)	3 mm	3 mm	25 mm
apertura (separación)	1 mm	3 mm	2 mm
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -Los topes mecánicos faltan regular, deben quedar en 2 mm se separación -Falta tapa de fin de bloque de borneras en las tres fases -Estos contactos no son regulables 			

Tabla N° 4.53 Pruebas diversas a seccionador SXL13G.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SXL13G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Angulo de giro por medio de palanca			
Cierre	90°	90°	90°
Apertura	90°	90°	90°
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
1 - 3	Conforme	Conforme	Conforme
4 - 6	Conforme	Conforme	Conforme
7 - 9	Conforme	Conforme	Conforme
10-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
2 - 3	Conforme	Conforme	Conforme
5 - 6	Conforme	Conforme	Conforme
8 - 9	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Bloqueo de Bobina V29-30 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48 Vac	218	217	218
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
5-Inserción de candados			
cierre	Conforme	(1)	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
6-Bloqueo eléctrico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
8-Topes mecánicos			
cierre (separación)	5 mm	1 mm	1 mm
apertura (separación)	6 mm	15 mm	30 mm
observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> -Faltan regular los topes mecánicos, deben quedar en 2 mm se separación -Falta tapa de fin de bloque en borneras de cada fase -Estos contactos no son regulables -Faltan 12 contratueras en pernos de fijación de la estructura de soporte, 4 en cada fase de la fase -(1) El candado no ingresa con libertad, se necesita forzar un poco 			

Tabla N° 4.54 Pruebas diversas a seccionador SXL14G.

PRUEBAS MANUAL- ELECTRICA DEL SECCIONADOR SXL14G			
	Fase A	Fase B	Fase C
1-Angulo de giro por medio de palanca			
Cierre	90°	90°	90°
Apertura	90°	90°	90°
2-Verificación de contactos auxil. (abierto)			
1 - 3	Conforme	Conforme	Conforme
4 - 6	Conforme	Conforme	Conforme
7 - 9	Conforme	Conforme	Conforme
10-12	Conforme	Conforme	Conforme
3-Verificación de contactos auxil. (cerrado)			
2 - 3	Conforme	Conforme	Conforme
5 - 6	Conforme	Conforme	Conforme
8 - 9	Conforme	Conforme	Conforme
11-12	Conforme	Conforme	Conforme
4-Medida de tensiones			
Bloqueo de Bobina V29-30 (VCC)	128	128	128
Tensión alterna V47-48 Vac	214	215	215
Calefacción	Conforme	Conforme	Conforme
Inserción de			
5-candados			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
6-Bloqueo eléctrico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
7-Bloqueo mecánico			
cierre	Conforme	Conforme	Conforme
apertura	Conforme	Conforme	Conforme
8-Topes mecánicos			
cierre (separación)	Contacto	3 mm	6 mm
apertura (separación)	5 mm	1 mm	Contacto
observaciones			
-Los topes mecánicos faltan regular, deben quedar en 2 mm se separación			
-Falta tapa de fin de bloque en borneras en las tres fases			
Estos contactos no son			
-regulables			

4.4.6 Pruebas de operación

Por medio de esta prueba verificamos que los mandos eléctricos en local o remoto respondan correctamente y que los bloqueos eléctricos y mecánicos operen satisfactoriamente.

Por lo general se dan los mandos con el selector “REMOTO-LOCAL” y el selector “MANUAL-ELECTRICO” en sus diferentes posiciones y combinaciones posibles debiendo responder únicamente en las que cumplan las condiciones. Para la realización de esta prueba se requiere los planos eléctricos y los funcionales de los seccionadores para revisar conexiones en caso que se presenten problemas. En la tabla N° 4.55 se muestra los resultados.

Tabla N° 4.55 Pruebas de bloqueos de los seccionadores.

Ubicación	Mando	Selector MAN / ELECT	Selector LOC / REM	operación	Actuación
Gabinete del Patio	Cierre	Manual	Local	No	OK
			Remoto	No	OK
		Eléctrico	Local	Sí	OK
			Remoto	No	OK
	Apertura	Manual	Local	No	OK
			Remoto	No	OK
Eléctrico		Local	Sí	OK	
		Remoto	No	OK	
Sala de Control	Cierre	Manual	Local	No	OK
			Remoto	No	OK
		Eléctrico	Local	No	OK
			Remoto	Sí	OK
	Apertura	Manual	Local	No	OK
			Remoto	No	OK
		Eléctrico	Local	No	OK
			Remoto	Sí	OK

a) Observaciones

☞ Cuando se inserte la manivela se bloquea eléctricamente los mandos, es decir no responde en local ni en remoto lo cual es correcto.

Todos los seccionadores no tienen bloqueo eléctrico con seccionadores de puesta a tierra, ni con interruptor para mando local, debería tener bloqueo eléctrico para mando local con interruptor para evitar malas maniobras y por seguridad.

4.4.7 Verificación posterior a las pruebas

Llegado a éste punto se tiene que revisar minuciosamente los puntos indicados en el cuadro y todos los puntos anteriormente observados volverlos a ver, que por lo general ya han sido superados. En la Tabla N° 4.56 se muestra los puntos a inspeccionar.

Tabla N° 4.56 Verificación posterior a las pruebas.

Puntos importantes de inspección en cada seccionador	
1. Ajuste de terminales y conectores de potencia	Conforme
2. Conexiones de cables de control según planos	Conforme
3. Ajuste de cables de control	Conforme
4. Revisión de puestas a tierra (estructuras y mecanismo)	Conforme
5. Candados y llaves	Conforme
6. Conexiones a tierra (Estructura, masa del seccionador)	Conforme
7. Lubricación de toda articulación y parte móvil e interruptor	Conforme
8. Lubricación de contactos	Conforme
9. Distancia de seguridad (entre fases y fase-tierra)	Conforme
10. Verificación de contratueras de estructura de soporte	Conforme
11. Limpieza	Conforme

a) Observaciones

- ☞ Se levantaron las observaciones presentadas en un 90%, quedando algunas como foco quemados, pines de bisagras no adecuadas en puertas batientes.
- ☞ Los golpes que presentan los seccionadores en maniobra de cierre son aceptables según Ing. de supervisión.
- ☞ El seccionador SB3B24 presenta una discordancia bastante notoria al cierre como a la apertura, se actuó en varillas de mando y contactos de fin de carrera para menguar la discordancia, se logró disminuirla lo mas que se puede mecánica y eléctricamente pero aún es notaria.
- ☞ La palanca de accionamiento de la cuchilla de puesta a tierra con cámara de interrupción sufrió dobladura en plena maniobra, debe reforzarse para no tener problemas cuando entre en servicio la subestación.
- ☞ Los motores de los seccionadores que flanquean a las barras tienen una sólo interruptores termo magnéticos en el gabinete central (fase B), se observó ésta protección sugiriendo colocar térmicos a cada motor, persistimos en la misma.

- ☞ Los candados en algunos de los Seccionadores no podrán ser insertados, luego de cerrar o abrir, falta un poco más para que el seguro baja y se pueda colocar el candado y asegurar de esta manera que el personal autorizado sea el único que los manipule.

Otro tipo de seccionadores es de apertura central y el tipo semi-pantógrafo, estos tipos no fueron instalados en la subestación de Cotaruse, en el anexo B, se puede los esquemas EP-IV-09 y EP-IV-10 los cuales muestran sus componentes.

CAPITULO V

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

5.1 Introducción

La función principal de un transformador de corriente es la de reducir a valores no peligrosos y estandarizados la intensidad de una red eléctrica, evitándose de ésta manera la conexión directa de los instrumentos a los circuitos de alta tensión, de hacerlo sería peligroso para los operadores y se necesitaría instrumentos con aislamiento especial, por tanto se evita con esta medida utilizar instrumentos especiales y costosos que se requeriría para realizar lecturas de corrientes intensas.

La intensidad secundaria es, en condiciones normales de uso prácticamente proporcional a la intensidad primaria, desfasada con relación a la misma un ángulo próximo a cero, para unas conexiones apropiadas, el primario de un transformador de intensidad consta de una o varias espiras que se conectan en serie, con el circuito cuya intensidad se desea medir, la corriente primaria es, en todo momento independiente de la carga conectada en el secundario, el secundario alimenta los circuitos de intensidad de uno o varios aparatos de medida conectados siempre en serie.

El arrollamiento primario puede tener uno, dos o, cuatro secciones permitiendo una, dos o tres intensidades primarias nominales, mediante el adecuado acoplamiento de las mismas, puede haber también uno o varios arrollamientos secundarios, bobinados cada uno sobre su circuito magnético, de esta manera se evita la influencia de un arrollamiento secundario sobre el otro.

5.2 Normas

Los transformadores de intensidad ó corriente se diseñan normalmente atendiendo las normas IEC-185 y ANSI C57.13, ambas normas consideran una temperatura ambiente de 30°C.

5.3 Clasificación de acuerdo a su uso

Atendiendo al modo de uso, se distinguen de dos formas, para realizar medidas o para uso de las protecciones del sistema eléctrico.

5.3.1 Transformadores de corriente para medida

Son los transformadores de corriente destinados a alimentar, los aparatos de medidas, contadores, medidores, registradores, transductores y otros análogos.

➤ Clase de precisión

La clase de precisión de un transformador de corriente para medida, está caracterizada por un número (conocido como índice de clase) que es el límite del error de relación, expresado en tanto por ciento para la intensidad nominal primaria estando alimentando el transformador a la carga.

Los transformadores de corriente para medida tienen las siguientes clases de precisión:

0,1, 0,2, 0,5, 1 y 3, tienen la siguiente aplicación

- * Clase 0,1 : Laboratorio
- * Clase 0,2 : Laboratorio, patrones portátiles, contadores de gran precisión
- * Clase 0,5 : Contadores normales y aparatos de medida.
- * Clase 1 : Aparatos de cuadro
- * Clase 3 : Para usos en los que no se requiere una mayor precisión.

➤ Verificación de la clase

La verificación de la clase en los transformadores de corriente para medidas, consiste en medir su relación de transformación con una precisión que debe ser necesariamente del orden de 0,01%, la ejecución de este ensayo, solamente es posible en laboratorios especializados. En los transformadores de corrientes instalados se tratará de verificar la relación especificada en los transformadores de corriente.

5.3.2 Transformadores de corriente para protección

Son transformadores de corriente destinados a alimentar relés de protección, por tanto, deben asegurar una precisión suficiente para intensidades de valor igual a varias veces la intensidad nominal.

“Intensidad límite de precisión nominal” es el valor más elevado de la intensidad primaria, para la cual, el transformador, con la carga de precisión, responde a los límites exigidos del error compuesto.

➤ Clase de precisión

La clase de precisión de un transformador de corriente destinada a protección, se especifica indistintamente de acuerdo a las normas.

❖ Norma IEC – 185

En ésta norma la clase de precisión está caracterizada por un número (conocida como índice de clase) y la letra “P” (Es la inicial de protección).

El índice de clase indica el límite superior del error compuesto para la intensidad límite de precisión nominal y la carga de precisión. Después de la letra “P”, figura el factor límite de precisión nominal.

Las clases de precisiones normales son:

5P : Tiene un error de intensidad de $\pm 1\%$ a intensidad nominal y

10P: Tiene un error de intensidad de $\pm 3\%$ a intensidad nominal

Ejemplo: Si la especificación de la clase de precisión en placa del transformador es 5P10, para una potencial nominal de 30 VA y 5A de corriente nominal, entonces la descripción será:

5 : Error compuesto

P : Protección

10: Factor límite de precisión

Para mejor comprensión diremos que: 5P10 significa que el transformador conservará la precisión de $\pm 5\%$ para valores de corriente de falla menores o iguales a 10 veces la corriente nominal.

❖ Norma ANSI C57.13

En ésta norma se hacen dos distinciones que dependen de la construcción del transformador. Clasifica con letra “C” al transformador de construcción toroidal que no tiene devanado primario y con la letra “T” al transformador con devanado primario.

La precisión se especifica mediante una letra (C o T) seguido de un número seleccionado de (10, 20, 50, 100, 200, 400, 800).

Ejemplo:

C400; significa que se trata de un transformador de corriente de construcción toroidal con una tensión secundaria de 400 voltios cuando la corriente que circula es 20 veces la corriente nominal sin exceder un error de relación de transformación de 10 %.

❖ Otras normas

En las normas antiguas se utilizaban para la especificación de la clase de precisión los factores de sobrecarga identificados con las letras “n” ó “s”.

En las normas actuales en cuanto al funcionamiento en sobre intensidad, 5P equivale a “s” y 10P a “n”, pero a su vez a 5P corresponde un error de $\pm 1\%$ de la intensidad nominal y a 10P corresponde un error de intensidad de $\pm 3\%$ de la intensidad nominal. En la tabla N° 5.1 se señala la denominación de la clase.

Tabla N° 5.1 Denominación de la clase de los transformadores de corriente.

Antes	Ahora
30 VA clase 3 n ≥ 15	30 VA clase 10P15
15 VA clase 1 s ≥ 15	15 VA clase 5P10
15 VA clase 1 n ≥ 15	No se utiliza

➤ Verificación de la clase

En los transformadores de corriente para protección, hay que verificar la precisión para la corriente nominal, y para ello se utiliza el mismo sistema que en los transformadores de medida.

5.4 Especificaciones técnicas

Antes de salir de fábrica todos los transformadores de corriente se someten a una serie de pruebas destinadas a verificar si garantizan una seguridad de funcionamiento suficiente para resistir las diversas exigencias eléctricas, mecánicas o térmicas que pueden normalmente ocurrir en su lugar de utilización.

Otras pruebas se enfocan especialmente a verificar la aptitud para cumplir su función, es decir, proporcionar en su secundario una imagen fiel de la corriente primaria.

Tomando como base la norma ITINTEC 370.026 que tiene como referencia a la norma IEC 185 y teniendo presente las normas ANSI, VDE en la tabla N° 5.2 se da un resumen de las diferentes pruebas, algunas son de rutina (R), que se efectúan sistemáticamente a cada transformador, otras son de prototipo (P), que se efectúan en transformadores de modelo o prototipo y finalmente algunas son especiales (E) por no estar incluidas en las normas, o bien complementarias para verificar alguna característica

particular, generalmente se efectúan sobre los transformadores de corriente prototipo a solicitud del usuario.

Tabla Nº 5.2 Pruebas en transformadores de corriente.

1.0 Pruebas dieléctricas (para verificar la calidad de aislamiento)	1.1.1 Tensión aplicada entre los arrollamientos de A.T. y B.T. a tierra	R
	1.1.2 Tensión aplicada entre el arrollamiento de B.T. y Tierra	R
	1.1.3 Tensión aplicada entre arrollamientos de B.T. (en caso de tener 2 o más secundarios)	R
	1.2 Tensión inducida	R
	1.3 Prueba de impulso	R
	1.4 Descargas parciales	E
	1.5 Factor de disipación ($\text{tg}\delta$)	E
2.0 Pruebas de Resistencia al corto circuito	2.1 Verificación de la corriente térmica (I_{th})	P
	2.2 Verificación de la corriente dinámica (I_{dyn})	P
3.0 Pruebas de circuito abierto	3.1 Verificación de la tensión de circuito abierto	P
4.0 Pruebas de calentamiento	4.1 Evaluación de temperatura con carga real o simulada	P
5.0 Pruebas de precisión	5.1 En régimen normal; verificación del error de relación y de fase	R
	5.2 Para los TC de protección en régimen de falla, verificación del índice de saturación.	R
6.0 Complementarias	6.1 Polaridad	R
	6.2 Resistencia	E
	6.3 Corriente de excitación	E
	6.4 pérdidas en vacío y en corto circuito	E
	6.5 Impedancia en corto circuito	E

Las pruebas en blanco están basados en las normas internacionales citadas líneas arriba y también en las normas nacionales de ITINTEC 370-026. los propios fabricantes especifican el tipo de pruebas como pruebas de fábrica y recomiendan volver a efectuar algunas una vez instalado el equipo, el Ministerio de Energía y Minas también tienen especificaciones técnicas en el ETS-SE-003 [7] y en ella se definen las condiciones de suministro de transformadores de corriente, el conjunto de suministro se prevé de manera que el diseño, la fabricación y el método de pruebas se rigen de acuerdo a la última revisión de las especificaciones técnicas del Ministerio de Energía y Minas, en ningún caso se admite un nivel técnico inferior a lo indicado.

De todas las pruebas que se señalan, las normas y los fabricantes para garantizar el buen estado de los equipos sugieren pruebas las cuales se indican:

Resistencia de aislamiento

Resistencia de arrollamientos
 Curva de saturación
 Relación de transformación
 Polaridad

5.5 Ejecución de pruebas en blanco

5.5.1 Inspección y verificación inicial

Iniciamos haciendo una inspección inicial, se hace a todos los transformadores de corriente familiarizándose con la ubicación de los mismos en el patio de llaves, se revisa la estructura, la caja de bornes, los aisladores, las conexiones a tierra, el nivel, anclaje de cada polo, etc.

Ver la tabla N° 5.3, en donde se ve los principales aspectos a considerar en esta inspección preliminar antes del inicio de las pruebas, los puntos señalados se verifica en cada transformador de corriente tomando polo por polo.

Tabla N° 5.3 Puntos para inspección del transformador de corriente.

Inspección en cada polo del transformador	
1. Fundación	Conforme
2. Anclaje (verificación del torque en tuercas)	Conforme
3. Estructura de soporte (fijación, alineamiento y verticalidad)	Conforme
4. Localización e instalación de acuerdo a planos	Conforme
5. Conexiones a tierra (Estructura y masa TC)	Conforme
6. Conectores y conexiones de alta tensión (tipo, flexibilidad)	Conforme
7. Integridad y limpieza de aisladores	Conforme
8. Nivel de aceite	Conforme
9. Cortocircuito de los terminales secundarios no utilizados	Pendiente
10. Continuidad del circuito secundario a conectarse	Pendiente
11. PAT de los circuitos secundarios (PAT en panel de ctrol/prot)	Pendiente
12. Estanqueidad	Conforme
13. Pintura y/o galvanizado	Conforme
14. Caja de conexiones	Conforme
15. Placa de características	Conforme

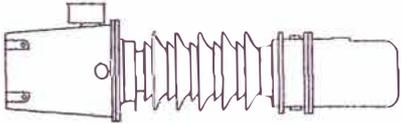
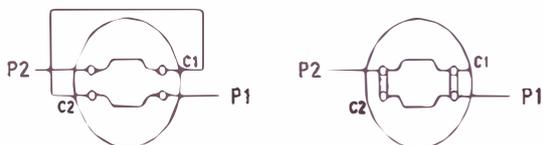
a) Observaciones

☞ Los puntos 9, 10 y 11, se verifica luego de terminar las conexiones en paneles de control y medición en la sala de mando, por lo general, durante el desarrollo de las pruebas de inyección secundaria de corriente desde patio (pruebas realizadas por

grupo de pruebas de control y protección), por lo tanto en ésta parte se indica como pendiente.

☞ Falta limpiar la parte superior del TC5B1 fase C, por la altura del indicador de nivel de aceite, aparentemente sería formación de oxido o simplemente tierra.

Terminada las inspecciones, se toma nota de la placa de características de todos los transformadores de corriente, cuando son del mismo tipo, como en este caso, sólo cambia el número de serie. Se revisa y toma nota de las placas de características, en la figura N° 5.1 se muestra la placa de características, en la tabla 5.4 se muestran los números de serie.

ABB Switchgear		C E		Made in Sweden	
Transformador de corriente	Tipo	IMB 300	Relación	800-1600/1/1/1/1	
Normas IEC 60044-1/60044-6	Tensión máxima	245 kV		No	(1)
Año de producción 1999	Nivel de aislamiento	460-850-1050 kV	Frecuencia	60	Hz
Masa total 1370 kg	Corriente térmica continua	992-1984A	Ith	25-25	kA/1s
Distancia de fuga 8250 mm	Altitud de operación max.	4165 m	Idyn	63-63	kA/1s
Temperatura -10 → +25°C					
Kssc=20,Rb=2.5ohm, Tp=45ms, t'=75ms, tfr=300ms, t''=75ms, Ts=2375ms, Ktd=27					
<p>La caja de terminales debe estar siempre hacia arriba cuando el transformador es transportado horizontalmente</p> 			<p>800 A <input checked="" type="checkbox"/> 1600 A <input type="checkbox"/></p> 		

Conexión primaria (A)	Terminal	Relación (A)	Potencia/Clase	Rct
800	1S1-1S2	800/1	30VA 0.2	
1600	1S1-1S2	1600/1	30VA 0.2	
800	2S1-2S2	800/1	30VA 5P20/TPY	3
1600	2S1-2S2	1600/1	30VA 5P20/TPY	3
800	3S1-3S2	800/1	30VA 5P20/TPY	3
1600	3S1-3S2	1600/1	30VA 5P20/TPY	3
800	4S1-4S2	800/1	30VA 5P20/TPY	3
1600	4S1-4S2	1600/1	30VA 5P20/TPY	3

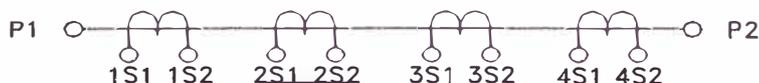


Fig. N° 5.1 Placa de características del Transformador de corriente.

Tabla N° 5.4 Número de serie de los transformadores de corriente.

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	Número de serie (1)		
	Ø A	Ø B	Ø C
CT 5 B 1	8378919	8378916	8378908
CT 5 B 3	8378925	8378907	8378915
CT 6 B 1	8378904	8378905	8378923
CT 6 B 4	8378926	8378922	8378910
CT 7 B 2	8436776	8378924	8378906
CT 7 B 3	8378912	8378911	8378914
CT 8 B 2	8378920	8378918	8378909
CT 8 B 4	8378917	8378913	8378921

No es una regla, pero es conveniente que los transformadores de corriente de una bahía se monten correlativamente para mantener un orden. Por ejemplo los transformadores de corriente de números de serie 8378916, 8378917 y 8378918 conformarían una bahía. Y así sucesivamente.

5.5.2 Resistencia de aislamiento con corriente continua

Esta prueba nos permite determinar el estado de los aislamientos eléctricos del transformador de corriente, de tal manera que pueda soportar conforme a las normas, las tensiones nominales y de prueba.

El equipo de medida MEGABRAS MI-5500 debe operar perfectamente nivelado para evitar lecturas falsas, los valores medidos se muestran en la tabla N° 5.5 y tabla N° 5.6.

A la prueba de resistencia de aislamiento también se le llama ensayo dieléctrico de 1 min. con tensión a frecuencia industrial y el propósito es el de verificar que cada material cumpla con las tensiones nominales soportadas que determinen su nivel de aislamiento.

Tabla N° 5.5 Valores de resistencia de aislamiento en transformadores de corriente TC5 y TC6.

PRUEBA (1min)		T °C	kV	Resist. de aislamiento MΩ		
				Ø A	Ø B	Ø C
TC5B1	P1 - Masa superior	6	5.0	380 000	> 360 000	220 000
	P1 - Masa		5.0	2 000 000	3 000 000	> 1 000 000
	P1 - 1S1/2S1/3S1/4S1		5.0	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1/2S1/3S1/4S1 - Masa		0.5	150 000	> 100 000	> 200 000
	1S1 - 2S1		0.5	INFINITO	> 1 000 000	INFINITO
	1S1 - 3S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1 - 4S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	2S1 - 3S1		0.5	> 1 000 000	1 000 000	INFINITO
	2S1 - 4S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	3S1 - 4S1		0.5	> 1 000 000	> 1 000 000	> 100 000
TC5B3	P1 - Masa superior	12	5.0	500 000	380 000	> 500 000
	P1 - Masa		5.0	> 800 000	> 1 500 000	> 1 500 000
	P1 - 1S1/2S1/3S1/4S1		5.0	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1/2S1/3S1/4S1 - Masa		0.5	200 000	> 100 000	> 100 000
	1S1 - 2S1		0.5	> 1 000 000	> 1 000 000	> 1 000 000
	1S1 - 3S1		0.5	> 1 000 000	> 1 000 000	> 1 000 000
	1S1 - 4S1		0.5	> 1 000 000	INFINITO	INFINITO
	2S1 - 3S1		0.5	> 1 000 000	> 1 000 000	INFINITO
	2S1 - 4S1		0.5	> 1 000 000	INFINITO	> 1 000 000
	3S1 - 4S1		0.5	> 1 000 000	> 1 000 000	> 1 000 000
TC6B1	P1 - Masa superior	10	5.0	380 000	> 380 000	> 300 000
	P1 - Masa		5.0	1 000 000	> 1 000 000	> 1 000 000
	P1 - 1S1/2S1/3S1/4S1		5.0	INFINITO	INFINITO	> 10 000 000
	1S1/2S1/3S1/4S1 - Masa		0.5	60 000	> 60 000	200 000
	1S1 - 2S1		0.5	500 000	> 1 000 000	INFINITO
	1S1 - 3S1		0.5	> 500 000	> 500 000	INFINITO
	1S1 - 4S1		0.5	> 500 000	> 500 000	> 1 000 000
	2S1 - 3S1		0.5	> 200 000	> 300 000	> 1 000 000
	2S1 - 4S1		0.5	> 200 000	> 500 000	> 1 000 000
	3S1 - 4S1		0.5	> 200 000	> 300 000	> 1 000 000
TC6B4	P1 - Masa superior	8	5.0	> 320 000	> 320 000	> 340 000
	P1 - Masa		5.0	> 1 500 000	2 000 000	> 800 000
	P1 - 1S1/2S1/3S1/4S1		5.0	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1/2S1/3S1/4S1 - Masa		0.5	> 200 000	> 200 000	> 150 000
	1S1 - 2S1		0.5	INFINITO	> 1 000 000	INFINITO
	1S1 - 3S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1 - 4S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	2S1 - 3S1		0.5	> 1 000 000	> 1 000 000	> 1 000 000
	2S1 - 4S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	3S1 - 4S1		0.5	> 1 000 000	INFINITO	> 1 000 000

Tabla N° 5.6 Valores de resistencia de aislamiento en transformadores de corriente TC7 y TC8.

PRUEBA (1min)		T °C	kV	Resist. de aislamiento MΩ		
				Ø A	Ø B	Ø C
TC7B2	P1 - Masa superior	18	5.0	> 185 000	> 380 000	500 000
	P1 - Masa		5.0	2 000 000	> 1 500 000	> 1 500 000
	P1 - 1S1/2S1/3S1/4S1		5.0	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1/2S1/3S1/4S1 - Masa		0.5	> 150 000	150 000	> 60 000
	1S1 - 2S1		0.5	INFINITO	INFINITO	> 500 000
	1S1 - 3S1		0.5	INFINITO	INFINITO	> 500 000
	1S1 - 4S1		0.5	INFINITO	INFINITO	> 1 000 000
	2S1 - 3S1		0.5	INFINITO	INFINITO	> 500 000
	2S1 - 4S1		0.5	> 1 000 000	INFINITO	> 100 000
	3S1 - 4S1		0.5	> 1 000 000	> 1 000 000	> 500 000
TC7B3	P1 - Masa superior	11	5.0	230 000	> 320 000	320 000
	P1 - Masa		5.0	> 1 000 000	1 500 000	> 1 000 000
	P1 - 1S1/2S1/3S1/4S1		5.0	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1/2S1/3S1/4S1 - Masa		0.5	150 000	> 150 000	> 100 000
	1S1 - 2S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1 - 3S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1 - 4S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	2S1 - 3S1		0.5	> 1 000 000	INFINITO	> 1 000 000
	2S1 - 4S1		0.5	> 1 000 000	INFINITO	INFINITO
	3S1 - 4S1		0.5	> 1 000 000	INFINITO	> 1 000 000
TC8B2	P1 - Masa superior	17	5.0	> 360 000	> 380 000	> 440 000
	P1 - Masa		5.0	> 1 000 000	> 90 000	> 1 000 000
	P1 - 1S1/2S1/3S1/4S1		5.0	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1/2S1/3S1/4S1 - Masa		0.5	> 150 000	> 1 000 000	150 000
	1S1 - 2S1		0.5	INFINITO	INFINITO	> 1 000 000
	1S1 - 3S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1 - 4S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	2S1 - 3S1		0.5	> 1 000 000	> 1 000 000	> 1 000 000
	2S1 - 4S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	3S1 - 4S1		0.5	> 1 000 000	> 1 000 000	> 100 000
TC8B4	P1 - Masa superior	5	5.0	300 000	250 000	280 000
	P1 - Masa		5.0	> 1 500 000	> 1 500 000	> 1 500 000
	P1 - 1S1/2S1/3S1/4S1		5.0	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1/2S1/3S1/4S1 - Masa		0.5	> 90 000	> 100 000	> 150 000
	1S1 - 2S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1 - 3S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	1S1 - 4S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	2S1 - 3S1		0.5	INFINITO	> 1 000 000	> 1 000 000
	2S1 - 4S1		0.5	INFINITO	INFINITO	INFINITO
	3S1 - 4S1		0.5	INFINITO	> 1 000 000	INFINITO

La IEEE a publicado una guía de pruebas de campo de transformadores de corriente, en ella indica el valor de 500 Vcc como tensión de prueba entre los devanados secundarios y secundarios contra masa y como valor mínimo del aislamiento 1 MΩ.

a) Observaciones

- ☞ Se debe desconectar los cables que llegan de la sala de control a borneras de los devanados secundarios, para evitar el envío de tensión por ellos a relés transistorizados que tienen capacitores de sobre tensión y demás equipos alimentados por él, evitando posibles daños.
- ☞ Desconectar las conexiones de tierra de los devanados secundarios para poder medir su aislamiento contra masa, cada devanado secundario por lo general debe ponerse a tierra en un punto a la borna de tierra localizada en la caja de bornes, con el fin de fijar su potencial.

5.5.3 Resistencia de arrollamientos

Se mide las resistencias de los devanados secundarios y la resistencia del devanado primario, para medir la resistencia de los devanados secundarios se utiliza un miohmimetro marca MEGABRAS MI - 215, y para medir la resistencia del primario se utiliza el microhmimetro, se inyecta 100 A.

Los valores medidos en los ocho transformadores de corriente que se instalaron en la Subestación Cotaruse se muestran en la tabla N° 5.7.

Tabla N° 5.7 Resistencia de arrollamiento de transformadores de corriente.

P r u e b a		Resistencia CC (Ω)		
		$\emptyset A$	$\emptyset B$	$\emptyset C$
TC5B1	P1 - P2	0.000500	0.000485	0.000483
	1s1- 1s2	5.10	5.05	4.91
	2s1- 2s2	2.39	2.36	2.19
	3s1- 3s2	2.33	2.34	2.26
	4s1- 4s2	2.38	2.32	2.23
TC5B3	P1 - P2	0.000514	0.000491	0.000552
	1s1- 1s2	5.26	4.83	4.94
	2s1- 2s2	2.71	2.21	2.29
	3s1- 3s2	2.68	2.24	2.35
	4s1- 4s2	2.69	2.22	2.32
TC6B1	P1 - P2	0.000460	0.000477	0.000506
	1s1- 1s2	4.99	4.87	4.85
	2s1- 2s2	2.37	2.32	2.30
	3s1- 3s2	2.33	2.32	2.29
	4s1- 4s2	2.37	2.35	2.32
TC6B4	P1 - P2	0.000482	0.000501	0.000487
	1s1- 1s2	4.89	4.85	4.95
	2s1- 2s2	2.25	2.21	2.33
	3s1- 3s2	2.32	2.25	2.39
	4s1- 4s2	2.25	2.24	2.40
TC7B2	P1 - P2	0.000481	0.000482	0.000485
	1s1- 1s2	6.08	4.87	4.86
	2s1- 2s2	2.41	2.26	2.37
	3s1- 3s2	2.44	2.30	2.29
	4s1- 4s2	2.40	2.25	2.32
TC7B3	P1 - P2	0.000484	0.000472	0.000564
	1s1- 1s2	4.91	4.96	4.94
	2s1- 2s2	2.33	2.32	2.32
	3s1- 3s2	2.38	2.39	2.34
	4s1- 4s2	2.38	2.39	2.36
TC8B2	P1 - P2	0.000466	0.000520	0.000503
	1s1- 1s2	4.88	4.94	4.95
	2s1- 2s2	2.32	2.33	2.34
	3s1- 3s2	2.30	2.33	2.40
	4s1- 4s2	2.32	2.27	2.36
TC8B4	P1 - P2	0.000498	0.000415	0.000478
	1s1- 1s2	5.07	4.81	4.88
	2s1- 2s2	2.36	2.24	2.28
	3s1- 3s2	2.33	2.28	2.28
	4s1- 4s2	2.43	2.30	2.23

a). Observaciones

Esta prueba permite verificar a priori que los devanados son para medición o para protección, para ello se compara los valores obtenidos de los cuatro devanados debiendo tenerse valores iguales o similares para devanados iguales. Por otro lado, también nos verifica la continuidad de las bobinas.

5.5.4 Curvas de saturación

Los transformadores de medición deben mantener su precisión hasta el nivel de corrientes próximas a la nominal, y es conveniente que se saturen rápidamente cuando ésta se sobrepase, con el objeto de proteger a los instrumentos de medida. En cambio, cuando se trata de protección, la precisión debe existir tanto para intensidades bajas como altas, dado que ésta última es la que indica la existencia de falla en la red. Por tanto no podrán utilizarse transformadores de intensidad de medida para protecciones ya que, en caso de una falla, la información que suministraría no sería correcta.

El caso contrario, consistiría en conectar aparatos de medida a transformadores de intensidad de protección, es posible, si bien se deberá tener en cuenta que en caso de una falla el aparato de medida recibirá una intensidad muy elevada que incluso puede llegar desajustarlo o averiarlo.

Si en una aplicación determinada, se necesita varios transformadores de intensidad, tanto de medida como de protección, por razones de costo se montan todos ellos dentro de un mismo contenedor. A este tipo de transformadores se le llama incorrectamente transformador de intensidad con varios secundarios, cuando en realidad son varios transformadores de intensidad con sus respectivos núcleos magnéticos independientes.

En sistemas de alta tensión resulta imprescindible que los transformadores de intensidad sean capaces de reproducir sin dificultades las corrientes de cortocircuito de la red a fin de evitar falsas actuaciones o retrasos en las protecciones

Para obtener la curva de magnetización primero se debe tener los valores de tensión (volt) y corriente (mAmp) aplicadas y medidas respectivamente, estos valores luego nos permitirá realizar la curva de magnetización, en las tablas del N° 5.8 al N° 5.15 se muestran los valores señaladas líneas arriba.

Previo a las tablas donde se colocarán los valores medidos, se esquematiza en la figura N° 5.2 el circuito que se ha empleado en esta prueba. Esta conexión se realiza a cada devanado secundario del transformador de corriente, en este caso se tiene cuatro

devanados secundarios, en la que uno de los devanados es de protección y los tres restantes son de medición.

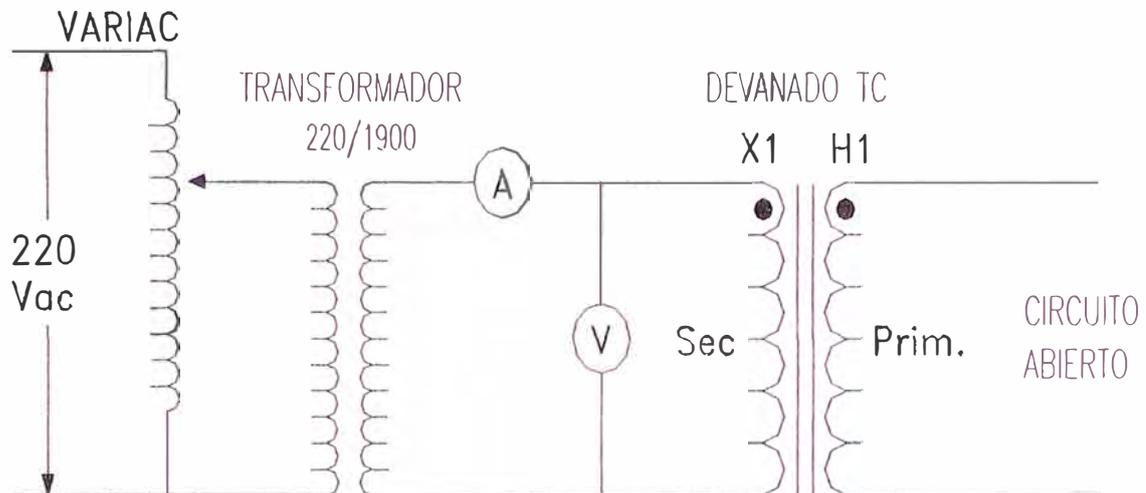


Fig. N° 5.2 Circuito para obtener valores de tensión y corriente para curva de magnetización

En el anexo B se muestra el esquema EP-V-01, en ella se ilustra la típica curva de magnetización para transformadores de la clase C. También se ilustra en el esquema EP-V-02 un transformador de corriente del tipo QDR y su respectiva curva de magnetización específica.

Tabla N° 5.8 Valores de tensión aplicados y corrientes medidas en devanados del TC5B1.

TC5B1	Voltios	Corriente (mA)		
		Ø A	Ø B	Ø C
1S1- 1S2	100	4.24	4.53	3.40
	200	5.61	5.87	5.06
	300	6.87	7.23	6.56
	400	8.41	8.82	8.31
	500	10.83	11.34	10.93
	600	18.31	20.63	19.58
	700	187.76	206.42	192.66
	800	1049.00	1105.00	1094.00
2S1- 2S2	200	35.91	35.82	35.77
	400	69.73	70.18	70.38
	600	103.27	102.52	104.99
	800	137.36	136.36	140.23
	1000	170.64	170.13	174.75
	1200	204.55	203.41	209.21
	1400	238.81	236.20	244.16
	1600	271.70	269.50	278.80
3S1- 3S2	200	36.32	36.16	35.06
	400	70.36	71.03	68.86
	600	104.70	104.66	102.81
	800	137.55	138.99	137.16
	1000	173.36	173.69	170.55
	1200	206.47	207.49	204.27
	1400	240.93	240.81	238.61
	1600	274.99	275.06	271.52
	1800	308.83	308.84	305.41
4S1- 4S2	200	35.15	36.45	35.46
	400	69.46	70.56	69.98
	600	103.33	103.38	104.42
	800	137.15	140.28	139.58
	1000	171.97	174.63	172.62
	1200	204.83	208.53	207.47
	1400	238.54	242.94	242.36
	1600	272.08	277.58	275.98
	1800	306.52	311.99	311.06

Tabla N° 5.9 Valores de tensión aplicados y corrientes medidas en devanados del TC5B3.

TC5B3	Voltios	Corriente (mA)		
		Ø A	Ø B	Ø C
1S1- 1S2	100	3.65	4.73	3.33
	200	5.31	5.82	5.12
	300	6.65	6.92	6.74
	400	8.24	8.45	8.62
	500	10.71	10.93	11.10
	600	19.51	20.29	18.57
	700	210.78	234.35	168.55
	800	1113.00	1125.00	1043.00
2S1- 2S2	200	35.77	35.12	35.99
	400	71.16	68.45	70.73
	600	104.31	102.95	105.28
	800	139.54	138.04	139.79
	1000	173.86	171.47	174.67
	1200	207.60	205.62	208.57
	1400	242.49	239.07	243.11
	1600	275.68	273.06	276.94
3S1- 3S2	200	36.37	34.75	36.33
	400	71.55	68.32	70.83
	600	105.75	101.85	104.33
	800	140.67	134.76	138.84
	1000	175.59	169.14	172.33
	1200	209.31	202.63	206.46
	1400	244.22	236.07	240.95
	1600	279.04	269.18	273.40
4S1- 4S2	200	35.86	35.53	36.68
	400	70.54	69.64	72.35
	600	103.70	104.87	106.22
	800	138.51	139.95	142.62
	1000	172.34	173.94	176.91
	1200	206.22	208.93	211.99
	1400	239.54	243.10	247.32
	1600	273.79	277.83	282.07
1800	307.77	312.25	317.25	

Tabla N° 5.10 Valores de tensión aplicados y corrientes medidas en devanados del TC6B1.

TC6B1	Voltios	Corriente (mA)		
		Ø A	Ø B	Ø C
1S1- 1S2	100	4.23	4.61	4.34
	200	5.61	5.93	5.84
	300	7.09	6.89	6.90
	400	8.64	8.49	8.53
	500	11.18	10.91	10.99
	600	20.15	19.39	19.26
	700	220.18	218.92	186.97
	800	1121.00	1122.00	1077.00
2S1- 2S2	200	35.76	35.12	34.86
	400	69.44	68.72	68.45
	600	104.38	101.62	102.23
	800	137.76	135.91	136.42
	1000	172.19	169.86	170.54
	1200	206.67	203.27	203.96
	1400	241.58	237.60	238.13
	1600	274.55	270.26	271.59
3S1- 3S2	200	35.01	38.16	34.86
	400	69.77	75.87	68.45
	600	103.56	112.57	102.23
	800	138.09	149.16	136.42
	1000	171.58	186.72	170.54
	1200	205.82	224.15	203.96
	1400	239.71	262.79	238.13
	1600	273.84	298.95	271.59
4S1- 4S2	200	35.69	35.36	34.31
	400	69.86	69.89	67.92
	600	104.43	103.48	101.38
	800	139.76	138.41	135.43
	1000	174.45	171.76	169.15
	1200	209.83	206.74	202.46
	1400	243.05	241.22	235.49
	1600	278.30	275.69	269.35
1800	312.16	309.69	303.23	

Tabla N° 5.11 Valores de tensión aplicados y corrientes medidas en devanados del TC6B4.

TC6B4	Voltios	Corriente (mA)		
		Ø A	Ø B	Ø C
1S1- 1S2	100	4.16	4.64	4.53
	200	5.87	5.64	5.99
	300	7.28	6.77	7.11
	400	8.78	8.31	8.53
	500	11.46	10.68	11.21
	600	19.52	19.13	20.69
	700	175.04	202.49	228.49
	800	1061.00	1113.00	1170.00
2S1- 2S2	200	36.31	34.35	35.02
	400	70.92	68.88	68.86
	600	104.82	102.23	103.25
	800	139.07	136.07	136.18
	1000	173.10	169.32	170.25
	1200	207.02	203.81	203.77
	1400	240.82	236.02	238.94
	1600	274.97	270.33	272.24
	1800	309.83	303.22	305.97
3S1- 3S2	200	36.19	34.96	37.22
	400	70.59	69.09	73.28
	600	105.12	103.55	108.91
	800	140.17	138.18	144.50
	1000	175.08	172.19	179.62
	1200	208.92	205.65	215.77
	1400	242.75	240.18	251.90
	1600	277.62	273.56	287.45
	1800	312.17	307.13	323.19
4S1- 4S2	200	36.03	34.92	35.53
	400	69.76	69.25	71.02
	600	103.42	203.42	703.75
	800	137.94	137.57	139.46
	1000	172.35	171.77	173.22
	1200	206.33	206.64	207.11
	1400	238.79	239.53	241.75
	1600	273.02	274.30	276.28
	1800	307.53	306.97	310.68

Tabla N° 5.12 Valores de tensión aplicados y corrientes medidas en devanados del TC7B2.

TC7B2	Voltios	Corriente (mA)		
		Ø A	Ø B	Ø C
1S1- 1S2	100	4.85	4.46	4.74
	200	5.95	6.04	5.85
	300	7.23	7.09	7.20
	400	8.94	8.73	8.53
	500	12.04	11.42	11.20
	600	31.51	21.34	22.15
	700	394.92	219.49	255.40
	800	1464.10	1158.00	1192.00
2S1- 2S2	200	38.12	36.24	34.64
	400	75.14	71.36	68.31
	600	112.69	106.22	101.63
	800	149.61	141.19	135.26
	1000	187.13	174.52	169.38
	1200	222.75	209.64	202.56
	1400	260.56	244.56	236.15
	1600	297.81	278.74	269.48
3S1- 3S2	200	39.62	37.45	35.22
	400	77.89	73.64	69.81
	600	117.89	108.54	103.03
	800	156.40	143.81	137.82
	1000	196.28	179.58	171.78
	1200	234.45	215.22	206.84
	1400	273.69	251.21	240.56
	1600	313.36	286.16	274.19
4S1- 4S2	200	38.28	36.12	36.55
	400	76.11	70.12	72.58
	600	112.93	104.51	107.97
	800	149.95	138.94	143.71
	1000	189.18	173.19	179.70
	1200	225.52	205.98	216.66
	1400	262.70	240.82	251.10
	1600	298.97	275.45	286.40
1800	336.69	309.38	321.93	

Tabla N° 5.13 Valores de tensión aplicados y corrientes medidas en devanados del TC7B3.

TC7B3	Voltios	Corriente (mA)		
		Ø A	Ø B	Ø C
1S1- 1S2	100	4.46	4.43	4.53
	200	6.05	5.86	5.88
	300	7.34	7.04	7.19
	400	8.99	8.62	8.97
	500	11.89	11.23	11.75
	600	22.22	19.68	21.91
	700	242.53	193.87	178.92
	800	1182.00	1112.00	1118.00
2S1- 2S2	200	34.89	34.93	35.97
	400	69.08	69.02	70.15
	600	102.66	102.70	104.59
	800	137.28	237.22	138.80
	1000	171.50	171.14	173.11
	1200	205.81	204.52	207.07
	1400	238.23	239.14	240.77
	1600	272.65	273.14	275.45
	1800	306.03	306.98	309.38
3S1- 3S2	200	35.92	34.76	35.43
	400	70.30	68.75	69.52
	600	103.72	102.12	102.81
	800	138.10	136.36	137.13
	1000	171.59	170.46	171.09
	1200	205.39	203.76	203.88
	1400	238.42	236.98	237.27
	1600	272.49	271.23	271.15
	1800	306.51	305.59	304.58
	4S1- 4S2	200	36.27	35.79
400		70.70	70.43	70.71
600		104.78	104.25	105.43
800		138.61	139.71	139.96
1000		172.95	173.66	174.25
1200		207.15	208.15	208.69
1400		240.91	242.66	242.51
1600		275.86	276.64	277.29
1800		309.66	311.46	311.38

Tabla N° 5.14 Valores de tensión aplicados y corrientes medidas en devanados del TC8B2.

TC8B2	Voltios	Corriente (mA)		
		Ø A	Ø B	Ø C
1S1- 1S2	100	4.00	4.29	4.41
	200	5.57	5.69	5.71
	300	6.94	7.10	7.12
	400	8.62	8.60	8.61
	500	11.45	11.09	11.08
	600	20.89	19.94	19.33
	700	220.72	189.63	182.38
	800	1171.00	1101.00	1049.00
2S1- 2S2	200	36.29	35.30	35.42
	400	70.68	69.83	69.72
	600	104.25	102.76	105.43
	800	137.80	137.35	139.01
	1000	172.35	171.55	172.85
	1200	206.48	205.51	207.10
	1400	239.33	239.21	241.54
	1600	273.36	273.35	275.23
	1800	307.41	307.11	309.83
3S1- 3S2	200	35.65	36.15	35.44
	400	70.26	71.64	70.19
	600	104.09	105.72	104.21
	800	137.47	141.28	139.38
	1000	172.10	175.87	172.69
	1200	205.64	210.92	208.28
	1400	239.47	245.32	242.23
	1600	273.20	280.35	277.01
	1800	306.73	314.92	311.12
4S1- 4S2	200	34.99	34.60	35.33
	400	68.69	66.85	69.51
	600	102.24	101.32	102.43
	800	135.75	135.13	137.60
	1000	169.25	168.05	172.46
	1200	201.96	200.77	205.69
	1400	235.14	234.73	239.26
	1600	268.72	267.77	273.69
	1800	302.11	301.29	308.28

Tabla N° 5.15 Valores de tensión aplicados y corrientes medidas en devanados del TC8B4.

TC8B4	Voltios	Corriente (mA)		
		Ø A	Ø B	Ø C
1S1- 1S2	100	2.76	4.39	4.35
	200	4.58	5.81	6.16
	300	6.34	7.13	7.12
	400	8.11	8.57	8.81
	500	10.74	10.93	11.21
	600	17.64	19.05	19.65
	700	173.71	187.69	204.14
	800	1050.00	1084.00	1097.00
2S1- 2S2	200	37.78	35.98	35.64
	400	73.43	71.08	69.64
	600	109.27	105.53	103.77
	800	145.92	138.89	137.80
	1000	179.89	176.45	172.09
	1200	216.31	210.65	205.99
	1400	252.62	245.36	239.66
	1600	287.80	280.44	273.38
	1800	324.87	315.46	307.21
3S1- 3S2	200	36.92	36.21	36.64
	400	70.39	71.33	71.28
	600	106.22	107.33	105.78
	800	138.26	142.12	140.64
	1000	172.67	177.72	174.76
	1200	210.23	213.68	208.23
	1400	241.16	245.74	242.70
	1600	276.18	285.22	277.18
	1800	308.29	319.27	311.31
4S1- 4S2	200	34.62	35.14	36.59
	400	70.73	69.48	71.09
	600	104.99	103.67	105.56
	800	138.79	138.17	139.05
	1000	172.16	171.36	173.95
	1200	206.40	205.96	208.38
	1400	245.42	240.24	242.04
	1600	276.31	274.35	276.46
	1800	314.93	308.66	301.86

Se esboza la curva de magnetización de los transformadores de corriente TC5B1, TC5B3, TC6B1, TC6B4, TC7B2, TC7B3, TC8B2 y TC8B4, es claro que la curva de magnetización será similar para todos ellos, por tal razón se presenta las curvas de medida y de protección de la fase A del TC5B3 en la figura N° 5.3.

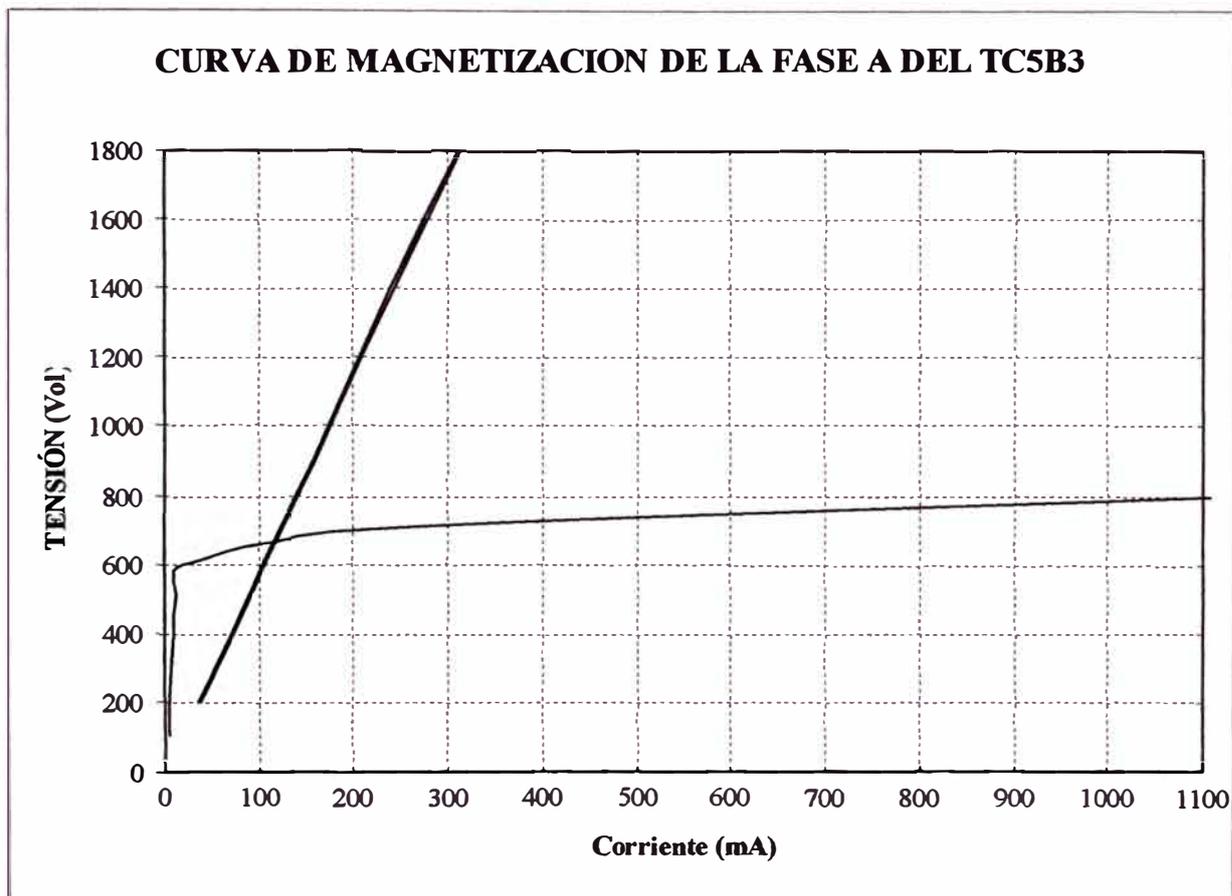


Fig. N° 5.3 Curva de magnetización de los transformadores de corriente.

1S1 - 1S2		2S1 - 2S2		3S1 - 3S2		4S1 - 4S2	
Volt.	mA	Volt.	mA	Volt.	mA	Volt.	mA
100	3.65	200	35.77	200	36.37	200	35.86
200	5.31	400	71.16	400	71.55	400	70.54
300	6.65	600	104.31	600	105.75	600	103.7
400	8.24	800	139.54	800	140.67	800	138.51
500	10.71	1000	173.86	1000	175.59	1000	172.34
600	19.51	1200	207.6	1200	209.31	1200	206.22
700	210.78	1400	242.49	1400	244.22	1400	239.54
800	1113.00	1600	275.68	1600	279.04	1600	273.83
		1800	310.41	1800	313.06	1800	312.25

Nota

- 1.-La curva de magnetización del devanado de medición de todas las fases de los transformadores de corriente están dentro del comportamiento normal.
- 2.-La curva de magnetización del devanado de protección de todas las fases de los transformadores de corriente no llegan a saturarse, manteniéndose la zona lineal hasta el valor de 1800 V.

5.5.5 Relación de transformación

Las intensidades nominales de los transformadores de corriente son reglamentadas por las normas IEC, VDE, UNE entre otras, la intensidad primaria se determina tomando el inmediato superior a la intensidad de servicio previsible, y los valores secundarios más generalizados son 5A y 1A, algunas normas admiten también otros valores, especialmente 2 A. Hay dos métodos aceptados para la verificación de la relación de transformación de todos los tipos de transformadores de corriente.

* Método de la Tensión

Para la aplicación de este método se toma un valor conveniente de la zona lineal, es decir, por debajo del codo de saturación (para tener este valor previamente se realizó la prueba de curva de magnetización), el valor de la tensión elegida se aplica en cada devanado secundario completo y se mide la tensión en el lado primario con un multítester de alta impedancia y en la escala que permita una mejor lectura de la medición realizada (por lo general se mide en milivoltios, es importante la cantidad de cifras decimales a mayor cantidad de ellas la lectura mejorará).

El valor de la tensión aplicada por lo general se considera aproximadamente alrededor de los 2/3 del presentado cerca del codo, asegurando de esta manera que se toma un valor en la zona lineal de la curva de saturación. El circuito se muestra en la figura N° 5.4.

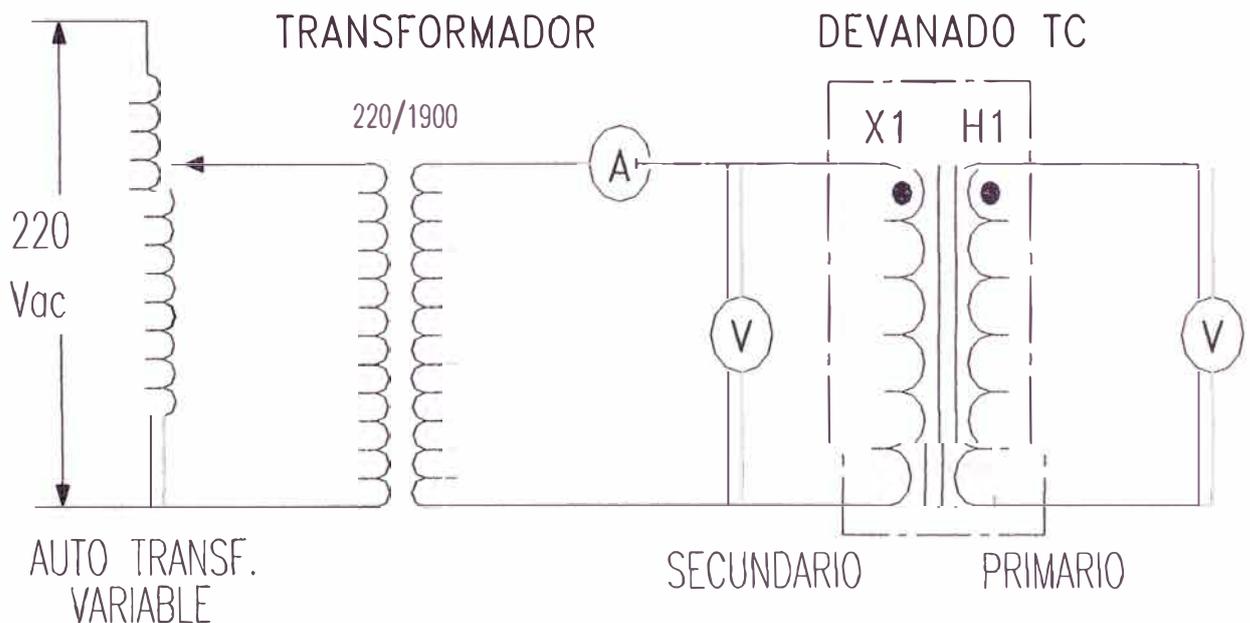


Fig. N° 5.4 Circuito empleado para el Método de la tensión.

* Método de la Corriente

Este método requiere una gran fuente de alta corriente, un transformador de corriente adicional con relación conocida y su propio amperímetro, y un segundo amperímetro para el transformador sujeto a prueba, algún otro transformador de corriente que puede estar en serie con el transformador bajo prueba, cerrando de esta forma el circuito y en lo posible desconectar la carga para evitar daños a los equipos de medida o realizar un disparo accidental en caso que parte de la subestación esté en servicio.

Este método no es práctico para los transformadores de corriente montados en transformadores de potencia o generador, una fuente de corriente para esta prueba podría ser un transformador pesado que genere unos 1200 amperios durante un tiempo considerable (~30 minutos).

La prueba se realiza por la inyección de una alta corriente, dentro de un rango deseado y midiendo las dos corrientes secundarias, La relación del transformador bajo prueba es igual a la relación del transformador de referencia multiplicado por la relación entre las corrientes registradas del transformador de referencia y el lado secundario del transformado sujeto a prueba.

$$N_T = N_R \frac{I_R}{I_T} \quad \dots(5.1)$$

Donde:

I_R = Corriente medida en el transformador de referencia

I_T = Corriente medida en secundario del transformador sujeto a prueba

N_R = Relación de transformación del transformador de referencia

Si bien las normas admiten los dos métodos, hay que tener en cuenta que en método directo se mide el error de relación (método de la corriente), y en el indirecto (Método de la tensión) el error compuesto, no obstante los valores obtenidos en ambos métodos difieren muy poco y la fácil aplicación del método indirecto justifica plenamente su utilización. El circuito a emplear se muestra en la figura N° 5.5.

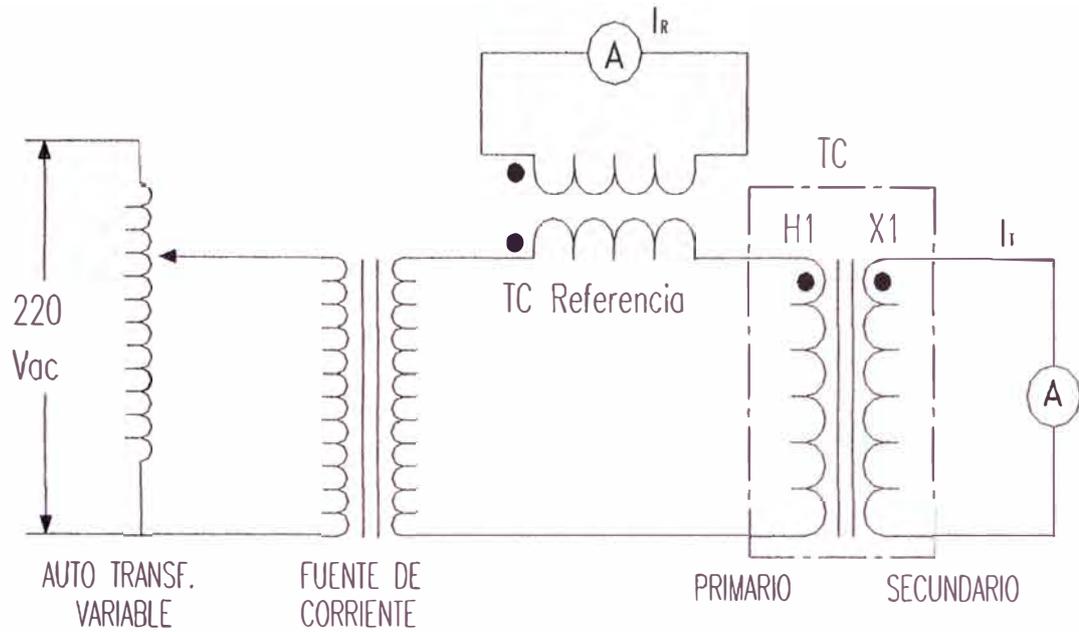


Fig. N° 5.5 Método de la corriente.

Por lo expuesto líneas arriba, se ha empleado el método de la tensión, los valores de las tensiones medidos en devanados primarios y secundarios se muestran en la tabla N° 5.16, en la tabla N° 5.17 se muestra el valor de las relaciones calculadas.

De acuerdo a los datos de placa los transformadores de corriente tiene conexiones para dos tipos de relación, 800/1 y 1600/1, de las mediciones realizadas se podrá ver la que esta habilitada.

Tabla N° 5.16 Valores en voltios para relación de transformación.

Equipo	Terminales		Tensión Secund. (V)			Tensión Primario (V)		
	Secund.	Primario	Ø A	Ø B	Ø C	Ø A	Ø B	Ø C
TC5B1	1S1 - 1S2	P1 - P2	400.09	400.66	400.51	0.5004	0.5013	0.5009
	2S1 - 2S2	P1 - P2	750.00	750.90	750.80	0.9381	0.9351	0.9339
	3S1 - 3S2	P1 - P2	750.80	750.40	750.10	0.9321	0.9266	0.9303
	4S1 - 4S2	P1 - P2	750.90	750.40	749.80	0.9328	0.9310	0.9347
TC5B3	1S1 - 1S2	P1 - P2	400.32	400.83	400.89	0.5007	0.5015	0.5015
	2S1 - 2S2	P1 - P2	750.50	749.90	750.90	0.9367	0.9273	0.9324
	3S1 - 3S2	P1 - P2	750.70	749.90	750.20	0.9304	0.9273	0.9258
	4S1 - 4S2	P1 - P2	750.60	750.30	750.70	0.9352	0.9336	0.9324
TC6B1	1S1 - 1S2	P1 - P2	400.81	400.08	400.81	0.5014	0.5003	0.5016
	2S1 - 2S2	P1 - P2	750.70	750.00	751.80	0.9331	0.9326	0.9311
	3S1 - 3S2	P1 - P2	750.10	750.80	750.60	0.9257	0.9309	0.9311
	4S1 - 4S2	P1 - P2	750.80	750.10	750.90	0.9321	0.9374	0.9345
TC6B4	1S1 - 1S2	P1 - P2	400.01	399.67	400.71	0.5003	0.5000	0.5014
	2S1 - 2S2	P1 - P2	750.80	750.30	750.70	0.9371	0.9348	0.9346
	3S1 - 3S2	P1 - P2	750.10	750.30	750.00	0.9292	0.9302	0.9296
	4S1 - 4S2	P1 - P2	750.30	750.30	750.70	0.9324	0.9350	0.9353
CT7B2	1S1 - 1S2	P1 - P2	400.31	400.76	400.17	0.5007	0.5015	0.5006
	2S1 - 2S2	P1 - P2	749.70	750.40	750.40	0.9322	0.9323	0.9361
	3S1 - 3S2	P1 - P2	750.00	749.80	750.50	0.9281	0.9255	0.9297
	4S1 - 4S2	P1 - P2	750.30	750.10	750.40	0.9337	0.9317	0.9313
CT7B3	1S1 - 1S2	P1 - P2	400.94	400.83	400.75	0.5015	0.5013	0.5013
	2S1 - 2S2	P1 - P2	750.40	750.30	750.00	0.9327	0.9347	0.9339
	3S1 - 3S2	P1 - P2	750.50	750.80	749.10	0.9277	0.9308	0.9273
	4S1 - 4S2	P1 - P2	750.30	750.10	750.20	0.9337	0.9322	0.9331
CT8B2	1S1 - 1S2	P1 - P2	400.03	400.18	400.30	0.5004	0.5005	0.5008
	2S1 - 2S2	P1 - P2	751.20	749.20	750.70	0.9349	0.9321	0.9385
	3S1 - 3S2	P1 - P2	750.60	751.40	750.50	0.9318	0.9297	0.9333
	4S1 - 4S2	P1 - P2	750.70	752.30	750.30	0.9360	0.9359	0.9333
CT8B4	1S1 - 1S2	P1 - P2	399.20	399.74	400.35	0.4989	0.4990	0.5005
	2S1 - 2S2	P1 - P2	750.40	750.50	750.10	0.9243	0.9322	0.9314
	3S1 - 3S2	P1 - P2	750.60	750.20	750.10	0.9293	0.9270	0.9241
	4S1 - 4S2	P1 - P2	754.90	750.60	750.10	0.9377	0.9315	0.9307

Tabla N° 5.17 Valor de la relación de transformación hallada.

Equipo	Relación Esperada		Relación Calculada			% de error		
	Devanados	800/1	Ø A	Ø B	Ø C	Ø A	Ø B	Ø C
TC5B1	1° Devanado	800	799.54	799.24	799.52	-0.06%	-0.09%	-0.06%
	2° Devanado	800	799.49	803.02	803.94	-0.06%	0.38%	0.49%
	3° Devanado	800	805.49	809.84	806.30	0.69%	1.23%	0.79%
	4° Devanado	800	805.00	806.02	802.18	0.62%	0.75%	0.27%
TC5B3	1° Devanado	800	799.54	799.26	799.45	-0.06%	-0.09%	-0.07%
	2° Devanado	800	801.22	808.69	805.34	0.15%	1.09%	0.67%
	3° Devanado	800	806.86	808.69	810.33	0.86%	1.09%	1.29%
	4° Devanado	800	802.61	803.66	805.13	0.33%	0.46%	0.64%
TC6B1	1° Devanado	800	799.38	799.65	799.06	-0.08%	-0.04%	-0.12%
	2° Devanado	800	804.52	804.20	807.43	0.57%	0.53%	0.93%
	3° Devanado	800	810.31	806.53	806.14	1.29%	0.82%	0.77%
	4° Devanado	800	805.49	800.19	803.53	0.69%	0.02%	0.44%
TC6B4	1° Devanado	800	799.54	799.34	799.18	-0.06%	-0.08%	-0.10%
	2° Devanado	800	801.20	802.63	803.23	0.15%	0.33%	0.40%
	3° Devanado	800	807.25	806.60	806.80	0.91%	0.83%	0.85%
	4° Devanado	800	804.70	802.46	802.63	0.59%	0.31%	0.33%
CT7B2	1° Devanado	800	799.50	799.12	799.38	-0.06%	-0.11%	-0.08%
	2° Devanado	800	804.23	804.89	801.62	0.53%	0.61%	0.20%
	3° Devanado	800	808.10	810.16	807.25	1.01%	1.27%	0.91%
	4° Devanado	800	803.58	805.09	805.76	0.45%	0.64%	0.72%
CT7B3	1° Devanado	800	799.48	799.58	799.42	-0.06%	-0.05%	-0.07%
	2° Devanado	800	804.55	802.72	803.08	0.57%	0.34%	0.39%
	3° Devanado	800	808.99	806.62	807.83	1.12%	0.83%	0.98%
	4° Devanado	800	803.58	804.66	803.99	0.45%	0.58%	0.50%
CT8B2	1° Devanado	800	799.42	799.56	799.32	-0.07%	-0.05%	-0.08%
	2° Devanado	800	803.51	803.78	799.89	0.44%	0.47%	-0.01%
	3° Devanado	800	805.54	808.22	804.14	0.69%	1.03%	0.52%
	4° Devanado	800	802.03	803.83	803.92	0.25%	0.48%	0.49%
CT8B4	1° Devanado	800	800.16	801.08	799.90	0.02%	0.14%	-0.01%
	2° Devanado	800	811.86	805.08	805.35	1.48%	0.64%	0.67%
	3° Devanado	800	807.70	809.28	811.71	0.96%	1.16%	1.46%
	4° Devanado	800	805.05	805.80	805.95	0.63%	0.72%	0.74%

5.5.6 Polaridad

Para la realización de esta prueba existen tres métodos normados y recomendados por IEEE y esta son:

* Método de la Tensión continua

Para la ejecución de este método se puede utilizar una batería de 6 a 10 Vcc conectado momentáneamente al secundario del transformador de corriente y la deflexión momentánea de la aguja de un miliamperímetro o mili voltímetro conectado al devanado primario, si el terminal positivo de la batería se conecta al terminal X1 y el terminal positivo del miliamperímetro es conectado al terminal H1 del devanado primario, como se muestra en la figura N° 5.6, la deflexión de la aguja será ascendente cuando se conecta la batería y descendente cuando se desconecta la batería, si la polaridad es de acuerdo a las marcas de polaridad de los terminales.

Esta prueba también es válida con la batería aplicado al primario y el medidor analógico utilizado en el secundario. Es aconsejable desmagnetizar cualquier transformador de corriente que se pruebe ingresando tensión continua por sus devanados.

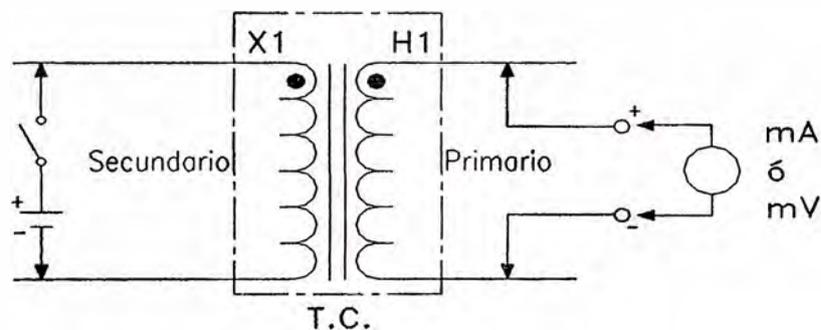


Fig. N° 5.6 Método de la tensión continua

* Método de la Tensión alterna

Un osciloscopio puede usarse para verificar la polaridad del transformador como se muestra en la figura N° 5.7, el método usado es aplicar una tensión alterna al devanado secundario y lo compara con el voltaje inducido del bobinado primario.

Si el osciloscopio tiene un solo canal disponible, el método principal es conectar la tensión secundaria al terminal del ingreso vertical V y tensión primaria al ingreso horizontal H con las polaridades como se indican en el diagrama. Si la pendiente de la línea es positiva como se muestra en el esquema, como sería cuando el mismo voltaje es aplicado a ambas entradas, la polaridad es de acuerdo a las señaladas en los terminales.

Si el osciloscopio tiene dos canales disponibles, las tensiones primaria y secundaria deben ser visualizadas en canales separados. Si el resultado tiene la misma forma es correcto, como sería cuando el mismo voltaje se aplica a ambos canales, por tanto la polaridad es correcta. Si el osciloscopio es calibrado, la relación del transformador de corriente puede ser obtenida directamente por la medida de la magnitud de la forma de onda del voltaje y multiplicándolo por las constantes de escala del osciloscopio.

El amperímetro sólo se emplea para proporcionar la indicación de la corriente de excitación excesiva.

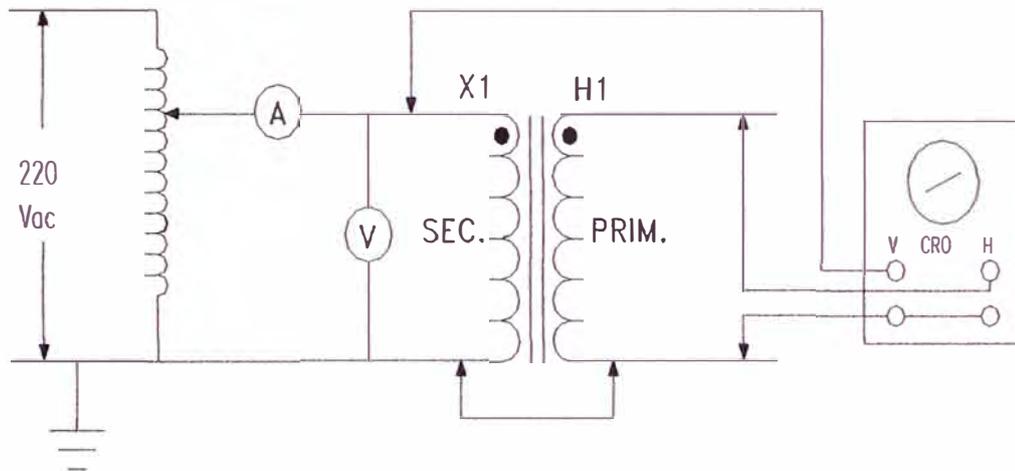


Fig. N° 5.7 Método de la tensión alterna

*** Método de la corriente alterna**

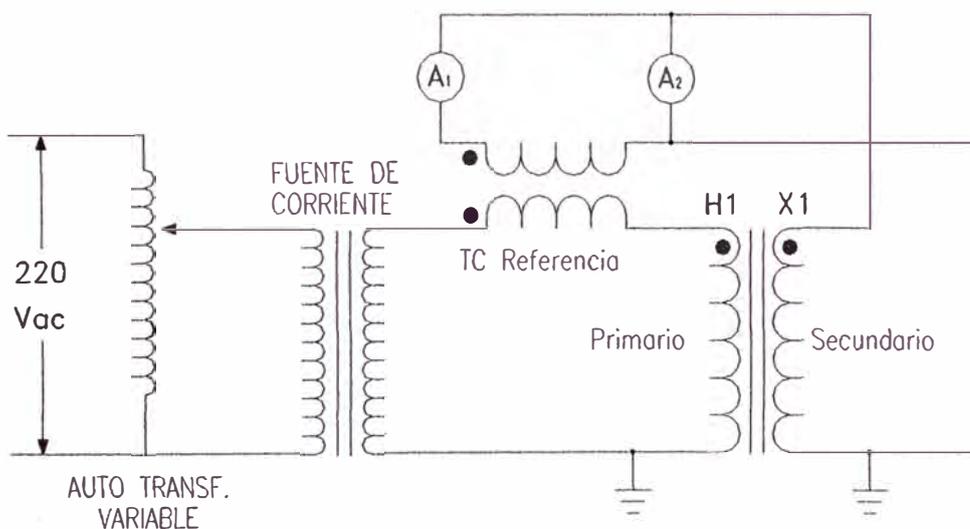


Fig. N° 5.8 Método de la corriente alterna.

Puede realizarse conjuntamente con la prueba de relación de transformación, puede verificarse convenientemente colocando en paralelo el transformador de referencia con el

secundario del transformador bajo prueba a través de dos amperímetros como se muestra en la figura N° 5.8. Si la lectura del amperímetro A_2 es mayor que la del A_1 la polaridad esta de acuerdo con los señalados en los devanados.

De estos tres métodos aceptados se emplea el primer método, los transformadores de corriente tienen cuatro devanados en cada fase, a cada uno de ellos se realiza la prueba, y finalmente se muestra la figura N° 5.9 en la que esboza el circuito empleado y los resultados en la tabla N° 5.18.

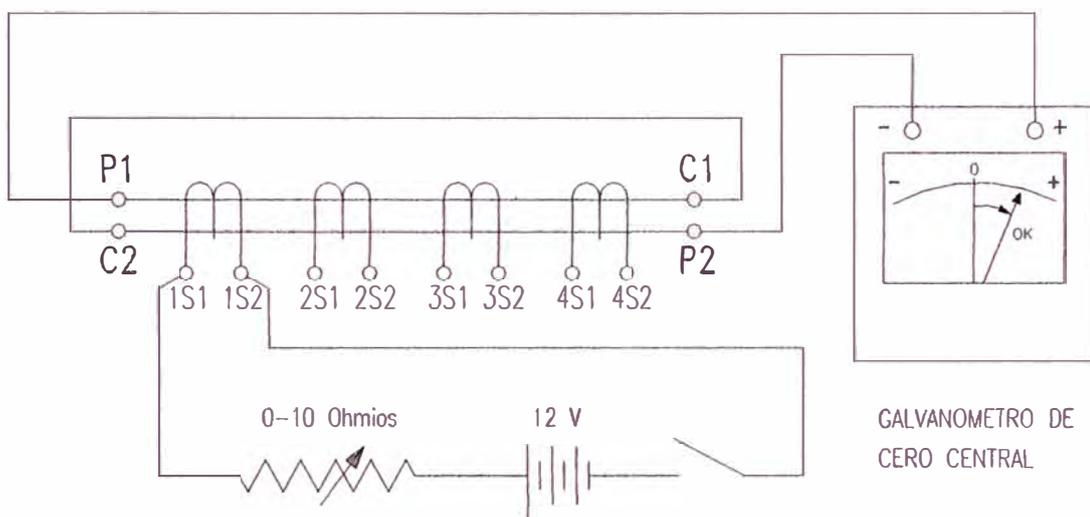


Fig. N° 5.9 Circuito empleado para verificar la polaridad.

Tabla N° 5.18 Resultados de la prueba de polaridad de los transformadores de Corriente.

Prueba	Aplic 12 Vcc	Deflecta aguja	Polaridad		
			Ø A	Ø B	Ø C
TC5B1	1s1- 1s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	2s1- 2s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	3s1- 3s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	4s1- 4s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
TC5B3	1s1- 1s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	2s1- 2s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	3s1- 3s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	4s1- 4s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
TC6B1	1s1- 1s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	2s1- 2s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	3s1- 3s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	4s1- 4s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
TC6B4	1s1- 1s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	2s1- 2s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	3s1- 3s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	4s1- 4s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
TC7B2	1s1- 1s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	2s1- 2s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	3s1- 3s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	4s1- 4s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
TC7B3	1s1- 1s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	2s1- 2s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	3s1- 3s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	4s1- 4s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
TC8B2	1s1- 1s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	2s1- 2s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	3s1- 3s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	4s1- 4s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
TC8B4	1s1- 1s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	2s1- 2s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	3s1- 3s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva
	4s1- 4s2	P1 - P2	Sustractiva	Sustractiva	Sustractiva

a) Observaciones

- ☞ La fase C del transformador TC5B1 tiene problemas de fuga de aceite, la fuga es por el visor del nivel de aceite.

5.5.7 Pruebas al transformador que reemplaza al TC5B1 Fase C

El transformador de la fase C del TC5B1 N° 8378908 fue reemplazado por el transformador N° 8378927, éste cambio se realiza por presentar fuga de aceite. Los resultados de las diferentes pruebas son similares a los valores de los demás transformadores de corrientes.

5.5.8 Verificación posterior a las pruebas

Llegado a éste punto se tiene que realizar nuevamente una inspección final a los transformadores de corriente, revisar minuciosamente las conexiones, ajustes entre otras verificaciones, para mejor comprensión se elabora un cuadro que facilitará este punto, la misma se indica en la tabla N° 5.19, en este punto también se debe verificar que las observaciones realizadas al inicio de las pruebas hayan sido superadas.

Tabla N° 5.19 Puntos para verificación posterior a las pruebas.

Puntos importantes de inspección en cada transformador	
1. Ajuste de terminales y conectores de potencia	Conforme
2. Conexiones de cables de control según planos	Conforme
3. Ajuste de cables de control	Conforme
4. Revisión de puestas a tierra (estructuras y mecanismo)	Conforme
5. PAT de los circuitos secundarios (PAT en panel de ctrol/prot)	Conforme
6. Cortocircuito de los terminales secundarios no utilizados	Conforme
7. Distancia de seguridad (entre fases y fase-tierra)	Conforme
8. Limpieza	Conforme

a) Observaciones

- ☞ Los transformadores de corriente no deben ser puesto en servicio hasta 48 horas después de su montaje.
- ☞ Culminadas las pruebas se debe conectar los cables de alta y baja tensión, verificar que ningún secundario este en circuito abierto.
- ☞ Los devanados secundarios no utilizados deben ser cortocircuitados y puestos a la tierra.
- ☞ Verificar la posición del indicador de nivel de aceite comparándolo con los otros transformadores de corriente idénticos en la misma subestación.
- ☞ Ningún mantenimiento particular es necesario, sin embargo, una inspección visual es necesario las primeras semanas de la puesta en servicio.

- ☒ Verificar que no exista ninguna fuga alrededor de la base, visor del nivel de aceite y de la caja de los bornes secundarios
- ☒ Si el indicador de nivel de aceite muestra el volumen de aceite anormalmente bajo o alto, poner fuera deservicio el transformador y avisar al fabricante.

CAPITULO VI

TRANSFORMADOR DE TENSIÓN

6.1 Introducción

La función de los transformadores de tensión es la de reducir a valores no peligrosos y normalizados las características de tensión de una red eléctrica, de este manera se evita la conexión directa entre los instrumentos de medida, relés, registradores, etc. y los circuitos de alta tensión, sería peligroso para los operarios y requeriría cuadros de instrumentos con aislamiento especial.

El primario del transformador de tensión se conecta a los bornes entre los cuales se desea medir la tensión y los secundarios se conecta a los circuitos de tensión de uno o varios aparatos de medida y protección conectados en paralelo, la tensión secundaria es, en condiciones normales de uso, prácticamente proporcional a la tensión primaria y desfasada con relación a la misma, un ángulo próximo a cero para un sentido apropiado de las conexiones.

Por razones constructivas y de aislamiento los transformadores de tensión se fabrican normalmente con núcleo rectangular y con secundarios (si hay mas de uno) que se bobina sobre el mismo núcleo, no existiendo influencias entre ellos. Los transformadores de tensión pueden estar destinados a medir la tensión entre fases o entre fase tierra, en este caso el terminal P2 puede estar conectado a tierra dentro del transformador o salir aislado, a partir de cierta tensión (alrededor de 72,5 kV) todos los transformadores de tensión son del tipo fase tierra, pueden trabajar al interior o exterior, si es el segundo caso, necesita de una línea de fuga que evite contorneos bajo condiciones de lluvia, niebla, polución, etc.

Los transformadores de tensión se dividen en dos grandes grupos.

Transformadores de tensión electromagnéticos

Transformadores de tensión capacitivos

La diferencia principal está en lo económico, los electromagnéticos para tensiones por encima de los 110 kV se incrementa su precio en forma sustancial con respecto a los capacitivos, estos últimos presentan ciertas limitaciones de respuesta frente a fenómenos

transitorios, pero su uso en alta tensión es ampliamente extendida, además, permite inyectar señales de comunicación a altas frecuencias, para ello basta añadirle bobinas de drenaje y las protecciones adecuadas (seccionador de p.a.t., pararrayos, etc.) sin verse alterado en forma apreciable sus características.

6.2 Normas.

Los transformadores de tensión son diseñados de acuerdo a las normas ANSI C57.13 ó IEC-186. La norma americana ANSI C57.13 no hace ninguna distinción entre los transformadores de tensión destinados a medición y los destinados a protección, sin embargo la norma europea IEC-186 hace una distinción especialmente en lo que se refiere a la clase de precisión. Las normas UNE 21-088-81, distinguen entre transformadores de tensión para medida y transformadores de tensión para protección.

6.3 Transformador de tensión electromagnético.

Estos transformadores difieren menos del transformador de potencia que los transformadores de intensidad, en caso de tener varios devanados secundarios, ellos están bobinados sobre un único núcleo magnético, aquí no existe las limitaciones indicadas en los transformadores de intensidad.

En estos transformadores pueden aparecer fenómenos de ferro resonancias que dependen de las características de la red y del transformador, aún con lo señalado estos fenómenos son menos frecuentes que en caso de los transformadores capacitivos, a su vez debo señalar que los electromagnéticos eliminan este fenómeno conectando uno de sus circuitos secundarios en delta abierto agregándole una resistencia que tenga un valor adecuado impidiendo la circulación de una corriente al estar las tensiones equilibradas, esta claro que esto representa una fuerte carga para el transformador que genera la sobre tensión debido a la ferro resonancia.

Una de las causas principales del costo elevado de este transformador es que es proporcional a la tensión del primario, es decir que se encarece a medida que se requiera darle un aislamiento necesario.

6.4 Transformador de tensión capacitivo.

Son los transformadores de tensión formados por divisor capacitivo y un elemento electromagnético.

El divisor de tensión capacitivo (D.T.C.) consta de dos condensadores, C_1 y C_2 conectados en serie como se indica en la figura N° 6.1 con el fin de obtener un borne de tensión intermedia, al que se conecta una inductancia L_1 y un transformador de tensión intermedia (T.T.I.) de tipo inductivo.

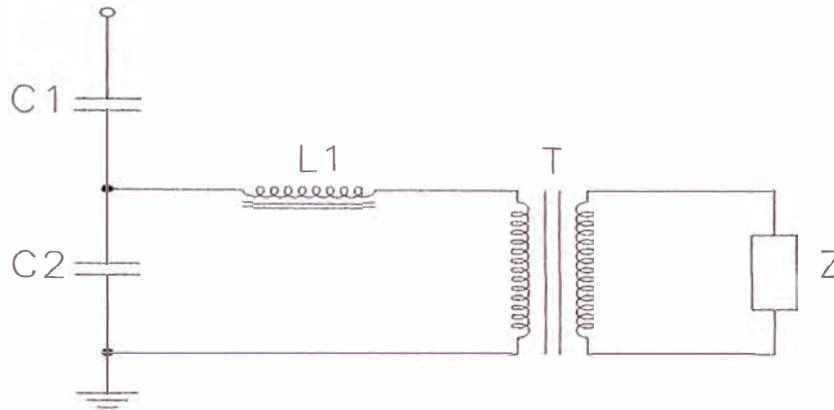


Fig. N° 6.1 Desarrollo del transformador de tensión capacitivo

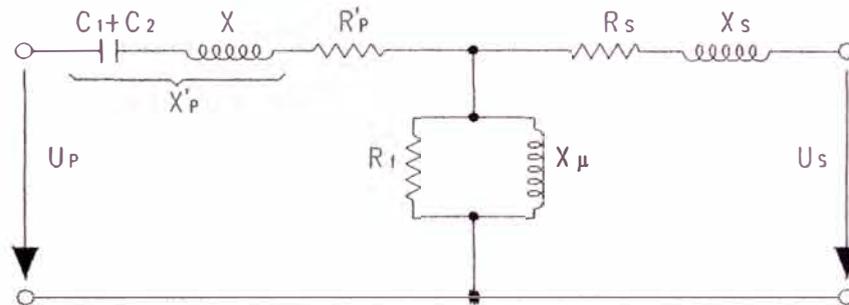


Fig. N° 6.2 Circuito equivalente simplificado del T.T.C.

En la figura N° 6.2 se representa el esquema equivalente de un transformación de tensión capacitivo este esquema es similar al esquema de un transformador electromagnético, teniendo en cuenta que ahora R'_p , representa la resistencia de los arrollamientos del transformador de tensión intermedio y de la inductancia L_1 y las pérdidas en el dieléctrico de C_1 y C_2 y X'_p representa la reactancia debido a la capacidad $C_1 + C_2$, a la inductancia L_1 y al primario del transformador de tensión intermedio. Asimismo

$$U_p = U_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2} \quad \dots(6.1)$$

De esta manera podemos, analizar el transformador de tensión capacitivo de forma similar al transformador de tensión inductivo. Sin embargo hay que tener en cuenta también otros factores, que afectan a la precisión, como son:

- * Variaciones de frecuencia.
- * Variaciones de temperatura.
- * Estabilidad en el tiempo.

Los principales componentes de este transformador son:

- El Divisor de Tensión Capacitivo (DTC)
- La Unidad Electromagnética (UEM)

6.4.1 Divisor de Tensión Capacitivo (DTC)

El divisor de tensión capacitivo esta compuesto de una o varias secciones de aisladores montados uno encima de otro, cada sección contiene un gran número de condensadores, el divisor capacitivo contiene varios capacitores conectados en serie cada uno de ellos es fabricado con papel polipropileno dieléctricos de alta pureza y hojas de aluminio que forman los electrodos, formando una columna capacitiva localizada dentro del aislador de porcelana que en conjunto es llamado módulo capacitivo, cada módulo es secado mediante un proceso de temperatura y vacío. Posteriormente es impregnado con aceite de una alta rigidez dieléctrica apropiadamente desgasificado y secado. Todos los elementos se impregnan y los aisladores se llenan completamente de líquido impregnante. Como norma los aisladores son suministradas con una línea de fuga aumentada para condiciones atmosféricas más severa, 25 mm/kV para atmósferas contaminadas.

Una de las normas tenidas en cuenta por los fabricantes es la BS que señala en cuanto a la línea de fuga mínima se indica como valores mínimos:

Polución normal : 15 mm/kV.

Fuerte polución : 23 mm/kV.

Y la norma ANSI indica valores mínimos que oscilan entre 17 y 19 mm/Kv.

6.4.2 Unidad Electromagnética (UEM)

La unidad electromagnética se encuentra localizado en un tanque metálico hermético llenado de aceite mineral, este aceite según IEC 296 debe ser de grado 2, ésta UEM se diseño e interconecto de tal manera que la tensión secundaria es directamente proporcional y esta en fase con la tensión aplicada al divisor capacitivo para todos los valores de carga secundaria nominal del transformador.

Dentro del tanque se aloja un transformador de potencial, un reactor de compensación, un dispositivo especial que protege contra sobre tensiones y también otro que suprime los efectos de la ferro resonancia, las unidades electromagnéticas son diseñadas para tensiones intermedias de 18 a 24 por raíz de 3 kV. Las bobinas primarias y secundarias son separadas por una pantalla aterrada, como norma hay dos devanados secundarios, cada uno con dos o tres bornes.

Un circuito de amortiguación integrado por un reactor y una resistencia en serie, es conectado en paralelo a través de una de las bobinas secundarias. La unidad electromagnética está equipada con un tapón para relleno de aceite y un indicador de nivel de aceite, (ver esquema EP-VI-01 en anexo B, se ilustra la unidad electromagnética).

6.5 Clasificación de acuerdo a su uso

6.5.1 Transformadores de tensión para medida

Son los transformadores de tensión destinados a alimenta aparatos de medida, contadores y otros aparatos análogos.

a) Clase de precisión.

En los transformadores de tensión para medida, la clase de precisión de un transformador de tensión para medida esta caracterizada por un número (llamado índice de clase) que es el límite del error de relación, expresado en tanto por ciento, para la tensión nominal primaria estando alimentado el transformador con la “carga de precisión”.

Esta precisión debe mantenerse para una tensión comprendida entre el 80% y el 120% de la tensión nominal con una carga comprendida entre el 25% y el 100% de la carga de precisión, con un factor de potencia de 0.8 inductivo.

La clase de precisión y su aplicación para los transformadores de tensión son:

- * Clase 0,1 : Mediciones de precisión (laboratorio)
- * Clase 0,2 : Contadores de precisión, especialmente cuando se trata de grandes potencias, Mediciones de laboratorio. Mediciones portátiles.
- * Clase 0,5 : Contadores normales, aparatos de medida y Reguladores sensibles
- * Clase 1 : Aparatos de cuadro
- * Clase 3 : Aparatos de gran consumo, sin grandes requerimientos, aparatos de poca precisión

6.5.2 Transformador de tensión para protección

Son los transformadores de tensión destinados a alimentar relés de protección. Si un transformador de tensión va a ser utilizado para medida y para protección, normalmente no es necesario que existan dos arrollamientos separados como en los transformadores de intensidad, salvo que se desee una separación galvánica. Por ello en la norma CEI, a los transformadores de tensión para protección se les exige también que cumplan una clase de precisión como transformador de tensión para medida.

Para un mismo modelo de T.T., la potencia de precisión, cuando sólo existe un secundario es superior a la suma de las potencias de precisión de cada secundario, cuando existen dos, pues hay que tener en cuenta el espacio destinado a aislar entre ambos secundarios.

a) Clase de precisión

La clase de precisión de un transformador de tensión para protección se caracteriza por un número índice de clase igual al límite admisible del error de tensión, expresado en tanto por ciento, entre el 5 % de la tensión nominal y el valor de la tensión correspondiente al factor de tensión nominal y con la carga de precisión. Esta expresión viene seguida de la letra P.

La clase de precisión normal de los transformadores de tensión para protección son 3P y 6P y se aplican usualmente los mismos límites de error de tensión y de error de fase, tanto al 5 % de la tensión nominal como a la tensión correspondiente al factor de tensión nominal.

Al 2 % de la tensión nominal, los límites de los errores admisibles son el doble de los especificados para el 5% de la tensión nominal, un transformador de tensión utilizado para protección, normalmente debe especificarse también como un transformador de tensión para medida.

La clase de precisión y su aplicación para los transformadores de tensión son: 3P y 6P. Por lo general su aplicación es como se indica

- * Clase 3P Relés que exigen cierta precisión y no excesivo error de ángulo (direccionales y de distancia)
- * Clase 6P Relés de sobre tensión o de mínima tensión, sin requerimientos especiales en cuanto a error de ángulo.

6.6 Especificaciones técnicas

Antes de salir de fábrica todos los transformadores de tensión se someten a una serie de pruebas destinadas a verificar si garantizan una seguridad de funcionamiento suficiente para resistir las diversas exigencias eléctricas, mecánicas o térmicas que pueden normalmente ocurrir en su lugar de utilización.

Otras pruebas se enfocan especialmente a verificar la aptitud para cumplir su función, proporcionar en su secundario una imagen fiel de la tensión primaria.

Tomando como referencia a la norma IEC 186 y teniendo presente las normas ANSI, IEEE C57-13. Los propios fabricantes especifican el tipo de pruebas como pruebas de fábrica y recomiendan volver a efectuar algunas una vez instalado el equipo, el Ministerio de Energía y Minas también tienen especificaciones técnicas en el ETS-SE-003 [5] y en ella se definen las condiciones de suministro de transformadores de tensión, el conjunto de suministro se prevé de manera que el diseño, la fabricación y el método de pruebas se rigen de acuerdo a la última revisión de las especificaciones técnicas del Ministerio de Energía y Minas, en ningún caso se admite un nivel técnico inferior a lo indicado.

A continuación se indican las pruebas sugeridas por las normas y también por los fabricantes a fin de garantizar el buen estado de los equipos y que estén libres de fallas.

Resistencia de aislamiento

Resistencia de arrollamientos

Relación de transformación

Capacitancia

Polaridad

6.7 Ejecución de pruebas en blanco

6.7.1 Inspección y verificación inicial

Iniciamos haciendo una inspección inicial, se hace a todos los transformadores de tensión familiarizándose con la ubicación de los mismos en el patio de llaves, paso seguido se revisa la estructura, la caja de bornes, los aisladores, las conexiones a tierra, el nivel de aceite, anclaje de cada polo, etc.

· Ver la tabla N° 6.1, en donde se ve los principales aspectos a considerar en esta inspección preliminar antes del inicio de las pruebas, los puntos señalados se verifica en cada transformador de tensión tomando polo por polo.

Tabla N° 6.1 Puntos para inspección del transformador de tensión

Inspección en cada polo del transformador	
1. Fundación	Conforme
2. Anclaje (verificación del torque en tuercas)	Conforme
3. Estructura de soporte (fijación, alineamiento y verticalidad)	Conforme
4. Localización e instalación de acuerdo a planos	Conforme
5. Conexiones a tierra (Estructura y masa TT)	Conforme
6. Conectores y conexiones de alta tensión (tipo, flexibilidad)	Conforme
7. Integridad y limpieza de aisladores	Conforme
8. Nivel de aceite	Conforme
9. PAT de los circuitos secundarios (PAT en panel de ctrol/prot)	Pendiente
10. Estanqueidad	Conforme
11. Pintura y/o galvanizado	Conforme
12. Caja de conexiones	Conforme
13. Placa de características	Conforme

Terminada las inspecciones, se toma nota de la placa de características de todos los transformadores de tensión, cuando son del mismo tipo, como en este caso, sólo cambia el número de serie.

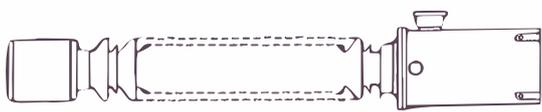
ABB Switchgear		C E		Made in Sweden	
Transformador de tensión capacitivo	Tipo	CPB 245	No	(1)	
Nivel de aislamiento	460-1050 kV	Frecuencia	60 Hz	Año de producción	1999
Tensión nom.	220/ $\sqrt{3}$ kV	Temperatura	-40 \rightarrow +40°C		
Tensión max.	245 kV	Normas	IEC 60186/IEC 60358		
Masa total	540	kg, incluyendo	115	kg de aceite	
Divisor de tensión capacitivo		Transformador de tensión intermedio			
Tipo	CSA245	Tipo	EOB		
C1/C2	1.0082/0.00733	μF	Tensión nom. intermedia	22248/ $\sqrt{3}$ V	
C1 + C2	0.0816	μF	Factor de tensión	1.7/30 s	
Capacitancia C	0.0074	μF	Campo de ajuste	+/-121*0.05%	
Relación de transf.	178/18=9.889	Resistencia d1-d2	1.99	+/-5% Ohm	
 <p>La caja de terminales estará siempre hacia arriba cuando el transformador es transportado horizontalmente</p>					

Fig. N° 6.3 Placa de características del Transformador de Tensión

Se revisa y toma nota de las placas de características, en la figura N° 6.3 se muestra la placa de características. Seguidamente en la figura N° 6.4, se muestra el esquema del transformador de tensión capacitivo, donde se ve el DTC y la UEM acompañado del cuadro de relación de transformación.

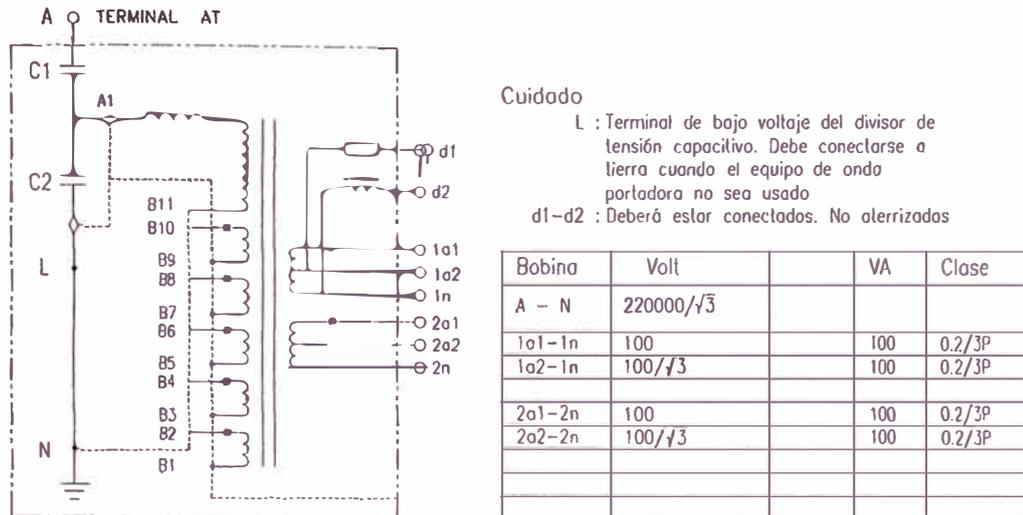


Fig. N° 6.4 Placa de características del Transformador de Tensión

En la Subestación de Cotaruse se han instalado cuatro ternas de transformadores de tensión y todos cuentan con un número de serie, los cuales se registran y se muestran en la tabla N° 6.2.

Tabla N° 6.2 Número de serie de los transformadores de tensión

TRANSFORMADOR DE TENSIÓN	Número de serie (1)		
	Ø A	Ø B	Ø C
T T L 1	8378868	8378869	8378870
T T L 2	8378871	8378872	8378873
T T L 3	8378874	8378875	8378876
T T L 4	8378877	8378878	8378879

a) Observación

Se puede apreciar que los números de serie de los transformadores de tensión de todas las bahías son correlativos en forma creciente, siendo correcta y ordenada el montaje de los mismos en el patio de llaves. Los transformadores de corriente fueron montados sin tener orden en cuanto a su número de serie en el patio de llaves.

6.7.2 Resistencia de aislamiento con corriente continua

Esta prueba nos permite determinar el estado del aislamiento del transformador de tensión, de tal manera que pueda soportar conforme a las normas, las tensiones nominales y de prueba.

Los valores de la resistencia de aislamiento se dan en megohms, estas medidas se obtienen al aplicar una fuente de tensión de corriente directa durante un minuto. En el transformador de tensión se mide los aislamientos del primario respecto a masa, primario respecto a secundarios, entre secundarios y secundarios con respecto a masa.

Una regla práctica para los valores mínimos recomendados de resistencia de aislamiento es como se indica en la relación (6.2):

$$R_{AISL} = \frac{1M\Omega}{kV} + 1M\Omega \quad \dots (6.2)$$

Se realiza esta prueba con un megohmetro analógico marca MEGABRAS MI-550, debe operar perfectamente nivelado para evitar lecturas falsas, los valores medidos se muestran en la tabla N° 6.3.

Tabla N° 6.3 Valores de resistencia de aislamiento en transformadores de Tensión

P r u e b a 1 min	Tensión aplicada	T °C	Resist. de aislamiento (MΩ)			
			Ø A	Ø B	Ø C	
TTL1	A-masa	5 kV	8	1 500 000	> 2 000 000	2 000 000
	A-1n	5 kV	8	150 000	170 000	220 000
	A-2n	5 kV	8	> 170 000	170 000	210 000
	1a1 - 2a1	500 V	8	50 000	70 000	70 000
	1a1 - masa	500 V	8	40 000	> 42 000	80 000
	2a1 - masa	500 V	8	29 000	> 46 000	70 000
TTL2	A-masa	5 kV	7	2 000 000	1 500 000	1 500 000
	A-1n	5 kV	7	170 000	180 000	> 360 000
	A-2n	5 kV	7	200 000	175 000	300 000
	1a1 - 2a1	500 V	7	> 50 000	> 60 000	> 50 000
	1a1 - masa	500 V	7	28 000	> 50 000	60 000
	2a1 - masa	500 V	7	28 000	48 000	> 60 000
TTL3	A-masa	5 kV	16	2 000 000	2 000 000	1 500 000
	A-1n	5 kV	16	460 000	> 230 000	190 000
	A-2n	5 kV	16	> 200 000	> 200 000	> 180 000
	1a1 - 2a1	500 V	16	60 000	80 000	> 70 000
	1a1 - masa	500 V	16	> 50 000	40 000	> 36 000
	2a1 - masa	500 V	16	> 50 000	> 30 000	> 26 000
TTL4	A-masa	5 kV	7	1 500 000	> 2 000 000	2 000 000
	A-1n	5 kV	7	150 000	170 000	220 000
	A-2n	5 kV	7	> 170 000	170 000	210 000
	1a1 - 2a1	500 V	7	50 000	70 000	70 000
	1a1 - masa	500 V	7	40 000	> 42 000	80 000
	2a1 - masa	500 V	7	29 000	> 46 000	70 000

Los valores mínimos de deben ser 1500 M-Ω y 100 M-Ω, el primero es respecto a las tres primeras medidas, es decir cuando se mide entre primario - masa y primario – secundarios y el segundo valor cuando se mide entre secundarios y secundarios – masa. Estos valores nos refiere el fabricante, teniendo en cuenta la regla practica serian 221 M-Ω

con respecto a las tres primeras medidas, el valor de 1500 M- Ω es casi 7 veces el valor de 221 M- Ω , asegurándose de esta manera el aislamiento en la que trabajaría sin presentar problema alguno el transformador de tensión.

6.7.3 Resistencia de arrollamiento

Se mide las resistencias de los devanados secundarios con un ohmímetro de baja resistencia, para medir la resistencia de los devanados secundarios se utiliza un miohmímetro digital marca MEGABRAS MO-215.

Esta prueba permite verificar la continuidad de las bobinas, los valores medidos en los cuatro ternas de transformadores de tensión que se instalaron en la Subestación Cotaruse se muestran en la tabla N° 6.4.

Tabla N° 6.4 Resistencia de arrollamiento de Transformadores de Tensión

P r u e b a		Resistencia CC (Ω)		
		\emptyset A	\emptyset B	\emptyset C
TTL1	1n - 1a2	0.028	0.030	0.028
	1n - 1a1	0.047	0.047	0.048
	2n - 2a2	0.030	0.030	0.031
	2n - 2a1	0.054	0.055	0.056
TTL2	1n - 1a2	0.029	0.030	0.030
	1n - 1a1	0.049	0.050	0.048
	2n - 2a2	0.030	0.031	0.030
	2n - 2a1	0.056	0.057	0.056
TTL3	1n - 1a2	0.036	0.035	0.031
	1n - 1a1	0.056	0.050	0.051
	2n - 2a2	0.038	0.032	0.033
	2n - 2a1	0.061	0.058	0.059
TTL4	1n - 1a2	0.028	0.040	0.030
	1n - 1a1	0.050	0.071	0.046
	2n - 2a2	0.032	0.030	0.030
	2n - 2a1	0.058	0.056	0.049

6.7.4 Relación de transformación

Se comprueba la correspondencia de tensiones aplicando un valor de tensión en el devanado primario y midiendo la correspondiente tensión en cada devanado secundario. Con esta prueba se verifica también la continuidad de los devanados, en caso de no ser posible verificar la polaridad, ver circuito en figura N° 6.5.

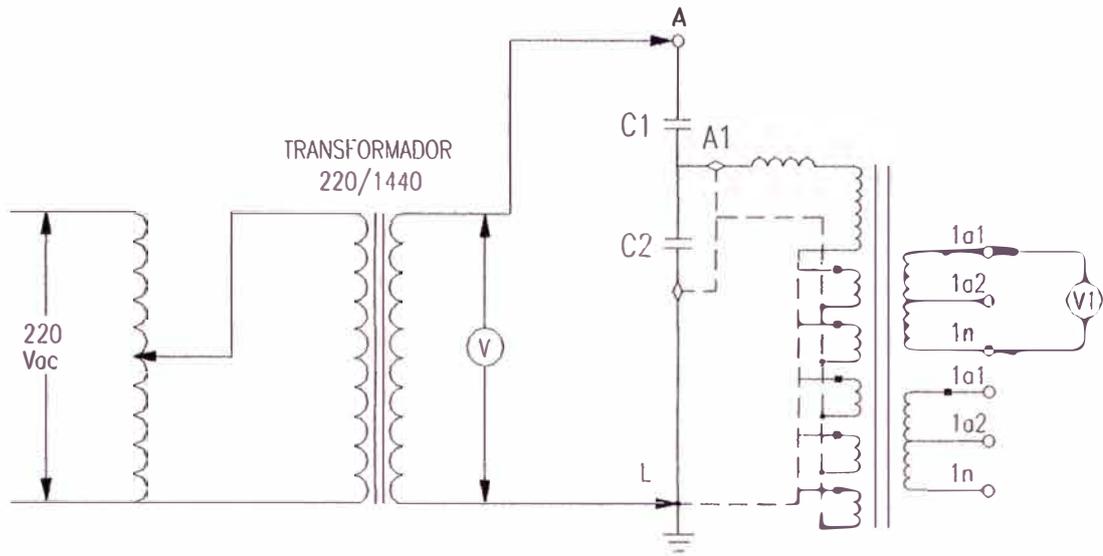


Fig. N° 6.5 Circuito empleado para relación de transformación

Los valores de las tensiones medidos en devanados primarios y secundarios se muestran en la tabla N° 6.5, en la tabla N° 6.6 se muestra el valor de las relaciones calculadas.

Tabla N° 6.5 Valores en voltios para relación de transformación

Equipo	Terminales		Tensión primario			Tensión secundario		
	Prim.	Secund.	Ø A	Ø B	Ø C	Ø A	Ø B	Ø C
TTL1	A-N	1a2- 1n	1100.6	1099.9	1100.1	0.5032	0.5034	0.5032
	A-N	1a1- 1n	1100.6	1099.9	1100.1	0.8712	0.8714	0.8714
	A-N	2a2- 2n	1101.1	1099.9	1100.5	0.5035	0.5033	0.5034
	A-N	2a1- 2n	1101.1	1099.9	1100.5	0.8721	0.8713	0.8718
TTL2	A-N	1a2- 1n	1100.7	1100.3	1100.4	0.5048	0.5035	0.5037
	A-N	1a1- 1n	1100.7	1100.4	1100.4	0.874	0.8718	0.8719
	A-N	2a2- 2n	1100.7	1100.4	1100.4	0.5049	0.5036	0.5036
	A-N	2a1- 2n	1100.7	1100.4	1100.4	0.8739	0.8715	0.872
TTL3	A-N	1a2- 1n	1100.9	1100.3	1100.4	0.5044	0.5037	0.5049
	A-N	1a1- 1n	1100.9	1100.3	1099.7	0.8732	0.8732	0.8738
	A-N	2a2- 2n	1100.9	1100.3	1099.2	0.5042	0.5035	0.5036
	A-N	2a1- 2n	1099.7	1100.3	1099.5	0.872	0.872	0.8727
TTL4	A-N	1a2- 1n	1100.8	1099.5	1099.8	0.5036	0.5037	0.5047
	A-N	1a1- 1n	1100.4	1099.5	1100.7	0.8721	0.8721	0.874
	A-N	2a2- 2n	1101.1	1100.0	1100.0	0.5038	0.5037	0.5048
	A-N	2a1- 2n	1100.4	1100.0	1100.2	0.8721	0.8724	0.8747

Tabla N° 6.6 Valores de la relación de transformación hallada.

Equipo	Relación Esperada		Relación Calculada			% de error		
	Devanados		Ø A	Ø B	Ø C	Ø A	Ø B	Ø C
TTL1	1a2- 1n	2200.00	2187.20	2184.94	2186.21	-0.58%	-0.68%	-0.63%
	1a1- 1n	1270.17	1263.31	1262.22	1262.45	-0.54%	-0.63%	-0.61%
	2a2- 2n	2200.00	2186.89	2185.38	2186.13	-0.60%	-0.66%	-0.63%
	2a1- 2n	1270.17	1262.58	1262.37	1262.33	-0.60%	-0.61%	-0.62%
TTL2	1a2- 1n	2200.00	2180.47	2185.30	2184.63	-0.89%	-0.67%	-0.70%
	1a1- 1n	1270.17	1259.38	1262.22	1262.07	-0.85%	-0.63%	-0.64%
	2a2- 2n	2200.00	2180.04	2185.07	2185.07	-0.91%	-0.68%	-0.68%
	2a1- 2n	1270.17	1259.53	1262.65	1261.93	-0.84%	-0.59%	-0.65%
TTL3	1a2- 1n	2200.00	2182.59	2184.44	2179.44	-0.79%	-0.71%	-0.93%
	1a1- 1n	1270.17	1260.77	1260.08	1258.53	-0.74%	-0.79%	-0.92%
	2a2- 2n	2200.00	2183.46	2185.30	2182.68	-0.75%	-0.67%	-0.79%
	2a1- 2n	1270.17	1261.12	1261.81	1259.88	-0.71%	-0.66%	-0.81%
TTL4	1a2- 1n	2200.00	2185.86	2182.85	2179.12	-0.64%	-0.78%	-0.95%
	1a1- 1n	1270.17	1261.78	1260.75	1259.38	-0.66%	-0.74%	-0.85%
	2a2- 2n	2200.00	2185.59	2183.84	2179.08	-0.66%	-0.73%	-0.95%
	2a1- 2n	1270.17	1261.8	1260.9	1257.8	-0.66%	-0.73%	-0.97%

6.7.5 Capacitancia

La medida de las capacitancias se realiza con la maleta “Doble”, estos valores medidos se señalan en la tabla N° 6.7.

Tabla N° 6.7 Valores de la capacitancia medidos.

P r u e b a C1+C2 (A-N)		Capacitancia (µF)			
		TTL1	TTL2	TTL3	TTL4
Ø A	Según placa	6424	6376	6387	6364
	Medida	6481	6401	6417	6391
	% Error	0.88%	0.39%	0.47%	0.42%
Ø B	Según placa	6394	6392	6361	6394
	Medida	6430	6412	6390	6424
	% Error	0.56%	0.31%	0.45%	0.47%
Ø C	Según placa	6362	6388	6356	6366
	Medida	6395	6414	6381	6395
	% Error	0.52%	0.41%	0.39%	0.45%

6.7.6 Polaridad

Se puede realizar la verificación de la polaridad por dos métodos:

* Método por corriente Continua

Si es accesible la parte inductiva del devanado primario, se verificará la polaridad del transformador con el auxilio de una batería de 12 voltios y un miliamperímetro

analógico. Se aplica un toque entre el lado de alta tensión (+) y el lado masa (-), mientras se mantiene conectado el miliamperímetro entre $a_1(+)$ y $n_1(-)$. Si la aguja deflecta en incremento, la polaridad será sustractiva, de lo contrario será positiva. Ver figura N° 6.6.

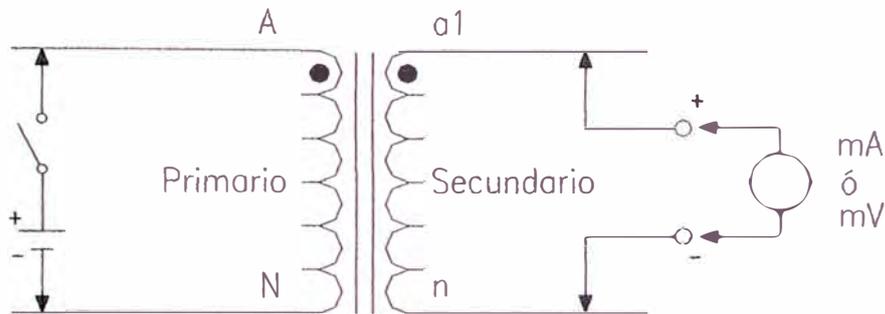


Fig. N° 6.6 Circuito para la prueba de polaridad

* Método por corriente alterna

Consiste en aplicar tensión alterna (ver figura N° 6.7), previamente, se unirán al azar, un borne de un arrollamiento A con otro borne del otro arrollamiento B, y se aplicará la respectiva tensión alterna procediendo a medir las tensiones en ambos devanados sujetos a prueba.

Si A – B de igual polaridad, $V_1 = V_2 - V_3$

Si A – B de polaridad contraria, $V_1 = V_2 + V_3$

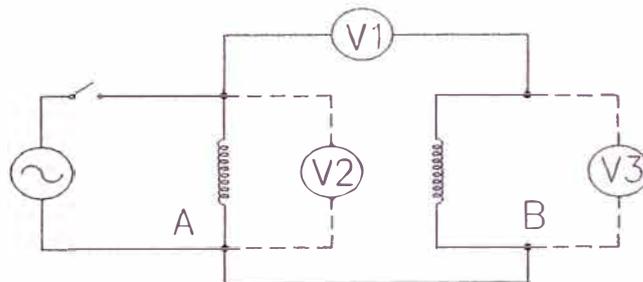


Fig. N° 6.7 Método de la corriente alterna

En nuestro caso la prueba se realiza aplicando el segundo método, para lo cual se une el terminal N del lado primario con el borne $2n$, luego se procede a aplicar la tensión por el lado de alta tensión y se toma la lectura de las tensiones del borne A con cada uno de los terminales del secundario.

Para mejor explicación se esboza el circuito empleado (figura N° 6.8), es el mismo circuito que se tiene en la placa de características de los transformadores de Tensión, de acuerdo a las conexiones y a los valores leídos en los voltímetros, se tendrá la polaridad .

Tabla N° 6.8 Resultados de la prueba de polaridad de los transformadores TTL1, TTL2

Prueba	Fase	Tensión V	Tensión V1		V1-V	Polaridad
			terminal	Medida		
TTL1	Ø A	1101	A - 2a2	1100.20	-0.80	sustractiva
		1101	A - 2a1	1099.70	-1.30	sustractiva
		1101	A - 1a2	1099.30	-1.70	sustractiva
		1100.8	A - 1a1	1098.10	-2.70	sustractiva
	Ø B	1100.9	A - 2a2	1099.50	-1.40	sustractiva
		1100.9	A - 2a1	1099.20	-1.70	sustractiva
		1100.9	A - 1a2	1098.60	-2.30	sustractiva
		1100.9	A - 1a1	1098.30	-2.60	sustractiva
	Ø C	1099.9	A - 2a2	1099.20	-0.70	sustractiva
		1100	A - 2a1	1099.80	-0.20	sustractiva
		1099.9	A - 1a2	1098.30	-1.60	sustractiva
		1100	A - 1a1	1098.00	-2.00	sustractiva
TTL2	Ø A	1100.1	A - 2a2	1099.70	-0.40	sustractiva
		1100.1	A - 2a1	1099.20	-0.90	sustractiva
		1100.1	A - 1a2	1098.70	-1.40	sustractiva
		1100.1	A - 1a1	1098.30	-1.80	sustractiva
	Ø B	1100.4	A - 2a2	1099.60	-0.80	sustractiva
		1100.4	A - 2a1	1099.00	-1.40	sustractiva
		1100.4	A - 1a2	1098.80	-1.60	sustractiva
		1100.4	A - 1a1	1098.40	-2.00	sustractiva
	Ø C	1100.3	A - 2a2	1099.50	-0.80	sustractiva
		1100.4	A - 2a1	1099.10	-1.30	sustractiva
		1100.4	A - 1a2	1098.60	-1.80	sustractiva
		1100.3	A - 1a1	1098.30	-2.00	sustractiva

Tabla N° 6.9 Resultados de la prueba de polaridad de los transformadores TTL3, TTL4

Prueba	Fase	Tensión V	Tensión V1		V-V1	Polaridad
			terminal	Medida		
TTL3	Ø A	1100.9	A - 2a2	1100.10	-0.80	sustractiva
		1101.2	A - 2a1	1099.90	-1.30	sustractiva
		1100.5	A - 1a2	1098.80	-1.70	sustractiva
		1100	A - 1a1	1097.90	-2.10	sustractiva
	Ø B	1101.6	A - 2a2	1100.90	-0.70	sustractiva
		1101.6	A - 2a1	1100.50	-1.10	sustractiva
		1101.5	A - 1a2	1099.90	-1.60	sustractiva
		1100.4	A - 1a1	1098.40	-2.00	sustractiva
	Ø C	1100.2	A - 2a2	1099.40	-0.80	sustractiva
		1100.2	A - 2a1	1099.10	-1.10	sustractiva
		1100.2	A - 1a2	1098.60	-1.60	sustractiva
		1100.2	A - 1a1	1098.20	-2.00	sustractiva
TTL4	Ø A	1100.1	A - 2a2	1099.30	-0.80	sustractiva
		1100.1	A - 2a1	1098.38	-1.72	sustractiva
		1100.1	A - 1a2	1098.40	-1.70	sustractiva
		1100.1	A - 1a1	1098.10	-2.00	sustractiva
	Ø B	1099.6	A - 2a2	1098.70	-0.90	sustractiva
		1099.3	A - 2a1	1098.00	-1.30	sustractiva
		1099.4	A - 1a2	1097.60	-1.80	sustractiva
		1099.4	A - 1a1	1097.20	-2.20	sustractiva
	Ø C	1100.2	A - 2a2	1099.30	-0.90	sustractiva
		1100.4	A - 2a1	1099.20	-1.20	sustractiva
		1100.4	A - 1a2	1098.60	-1.80	sustractiva
		1100.2	A - 1a1	1098.10	-2.10	sustractiva

6.7.7 Verificación posterior a las pruebas

Llegado a éste punto se tiene que realizar nuevamente una inspección final a los transformadores de tensión, revisar minuciosamente las conexiones, ajustes entre otras verificaciones, para mejor entendimiento se elabora un cuadro, la misma que se muestra en la tabla N° 6.10, en este punto también se debe verificar que las observaciones realizadas al inicio de las pruebas hayan sido superadas.

Tabla N° 6.10 Puntos para verificación posterior a las pruebas

Puntos importantes de inspección en cada transformador	
1. Ajuste de terminales y conectores de potencia	Conforme
2. Conexiones de cables de control según planos	Conforme
3. Ajuste de cables de control	Conforme
4. Revisión de puestas a tierra (estructuras y mecanismo)	Conforme
5. PAT de los circuitos secundarios (PAT en panel de ctrol/prot)	Conforme
6. Cortocircuito de los terminales d1-d2	Conforme
7. Distancia de seguridad (entre fases y fase-tierra)	Conforme
8. Limpieza	Conforme

a) Observaciones

- ☞ Los transformadores de tensión al no tener partes móviles, generalmente no presentan fallas frecuentes, tal vez las fallas más continuas que se podrían presentar son los puntos calientes que en la mayoría de los casos son ocasionados por falsos contactos en la terminal primaria, en las secundarias, conectores, etc, y las fugas de aceite, para el primer caso, la solución es verificar el par de apriete de la tornillería (175 kg-cm) y buen contacto de los conectores; para el segundo, primeramente se tiene que localizar el origen de la fuga para determinar la solución.
- ☞ Verificar la posición del indicador de nivel de aceite comparándolo con los otros transformadores de tensión idénticos en la misma subestación.
- ☞ Ningún mantenimiento particular es necesario, sin embargo, una inspección visual es necesario las primeras semanas de la puesta en servicio.

En el esquema EP-VI-02 del anexo B, se muestra el detalle de la instalación del transformador de tensión.

CAPITULO VII

PARARRAYOS

7.1 Introducción

Son unos dispositivos eléctricos formados por una serie de elementos resistivos no lineales y explosores que limitan la amplitud de las sobre tensiones originadas por descargas atmosféricas, operación de interruptores o desbalance del sistemas.

Un dispositivo de protección efectivo debe tener tres características principales:

- Comportarse como un aislador mientras la tensión aplicada no exceda de cierto valor predeterminado.
- Convertirse en conductor al alcanzar la tensión de ese valor, y
- Conducir a tierra la onda de corriente producida por la onda de sobretensión.

Una vez desaparecida la sobre tensión y restablecida la tensión normal, el dispositivo de protección debe ser capaz de interrumpir la corriente. Estas características se logran con un pararrayo.

Los pararrayos cumplen las siguientes funciones:

- ❖ Descargar las sobre tensiones cuando su magnitud llega al valor de la tensión disruptiva de diseño.
- ❖ Conducir a tierra las corrientes de descarga producidas por las sobre tensiones.
- ❖ Debe desaparecer la corriente de descarga al finalizar las sobre tensiones.
- ❖ No deben operar con sobre tensiones temporales, de baja frecuencia.
- ❖ La tensión residual debe ser menor que la tensión que resisten los aparatos que protegen

Los pararrayos deben quedar conectados permanentemente a los circuitos que protegen y entran en operación en el instante en que la sobretensión alcanza un valor convenido, superior a la tensión máxima del sistema.

7.2 Tipos de pararrayos

Se pueden considerar tres tipos de pararrayos:

7.2.1. Cuernos de Arqueo

Es el caso de los pararrayos más primitivos y pueden estar formados por un solo explosor, caso más sencillo, o varios explosores en serie, conectados por un lado al circuito vivo que se va a proteger, y por el otro lado, a la red de tierra. Véase la figura N° 7.1

Este sistema, que sería el más económico, tiene el inconveniente de que una vez originado el arco en el explosor se ioniza el aire y la corriente de descarga se transforma en una corriente de cortocircuito a tierra que sólo se puede eliminar mediante la apertura de un interruptor o fusible adecuado. Su uso no es común, se podría utilizar mediante el uso de un interruptor con circuito de recierre.

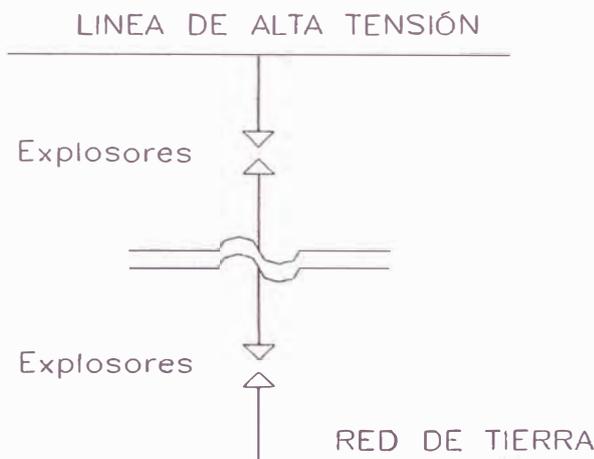


Fig. N° 7.1 Esquema de pararrayos primitivo

7.2.2 Pararrayos auto valvulares

Este grupo de pararrayos, llamado también del tipo convencional, está formado por una serie de resistencias no lineales de carburo de silicio, prácticamente sin inductancia, presentadas como pequeños cilindros de material prensado. Las resistencias se conectan en serie con un conjunto de explosores intercalados entre los cilindros, según la figura N° 7.2

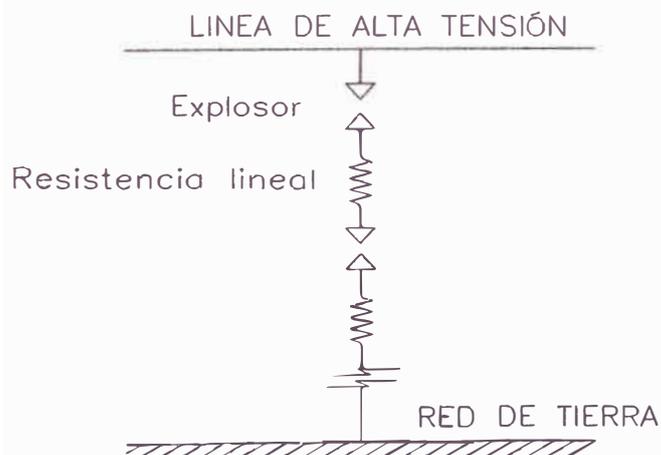


Fig. N° 7.2 Esquema de pararrayos auto valvular

Las resistencias evitan que, una vez iniciada la descarga en los explosores, se produzca una corriente permanente. A su vez permiten disminuir las distancias entre los electrodos, proporcionando mayor sensibilidad al pararrayos, aun en el caso de sobre tensiones reducidas.

Las resistencias no lineales son unos pequeños cilindros formados por pequeñas partículas de carburo de silicio (SiC) con dimensiones del orden de 200 micrones, como se observa en la figura N° 7.3

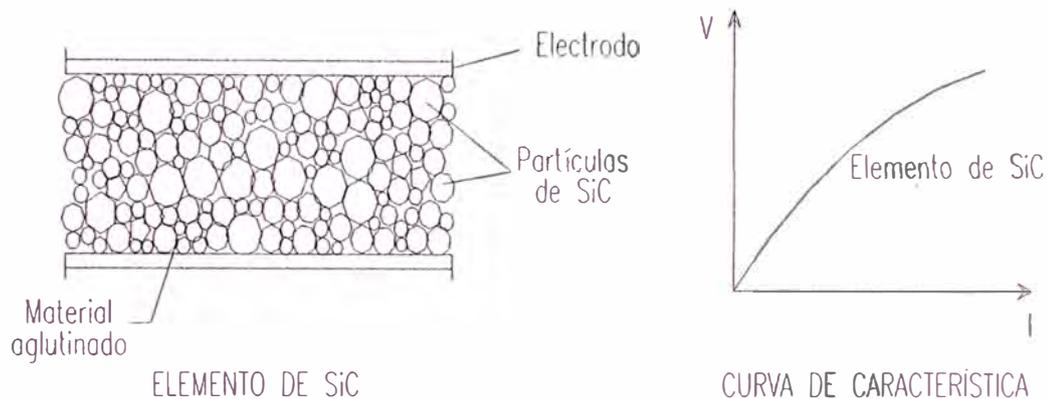


Fig. N° 7.3 Partículas que forman pararrayos auto valvulares.

La curva característica no lineal de tensión – corriente, se obtiene a partir de las propiedades semiconductoras eléctricas, por la interacción entre el carburo de silicio y el aglutinador que permite cierto contacto entre las partículas de SiC, ocasionando la obtención de una resistencia no lineal.

Los cilindros semiconductores tienen la propiedad de disminuir su resistencia en presencia de sobretensiones y de aumentarla a un valor prácticamente infinito, al regresar la tensión a su valor nominal. Esto convierte al pararrayos en una válvula de seguridad para las altas tensiones, que funciona en el momento necesario, evitando la persistencia de la corriente de cortocircuito sin que se produzca oscilaciones secundarias.

a) Operación del pararrayos

Al originarse una sobretensión, se produce el arqueo de los entre hierros y la corriente resultante es limitada por las resistencias a pequeños valores, hasta que en una de las pasadas por cero de la onda de corriente, los explosores interrumpen definitivamente la corriente.

La figura N° 7.4 muestra el efecto de una onda de choque sobre un pararrayos de tipo valvular. El frente escarpado, que semeja una función escalón, tiene una duración de $1.2 \mu s$, y llega a la mitad de V_c en un tiempo de $50 \mu s$.

El gráfico muestra que una vez iniciada la onda de choque en t_0 , ésta empieza a crecer hasta llegar a V_1 punto en que empieza a ionizarse el entrehierro del explosor, sigue creciendo la tensión y al llegar a V_2 se produce el arco entre los terminales del explosor.

El valor de V_2 se relaciona con la amplitud de la tensión nominal V_n de la red, por medio de un coeficiente A , de acuerdo con la expresión (7.1):

$$V_1 = A \sqrt{2} V_n \quad (7.1)$$

Donde el valor de A depende de las características de diseño del pararrayos, el pararrayos tiene una tensión de arranque (V_2), a partir de cuyo valor, la tensión desciende rápidamente hasta llegar a V_1 , que se denomina tensión residual y cuya magnitud aparece entre los terminales del pararrayos, en el instante en que la corriente de descarga alcanza su valor máximo de intensidad I_m , de acuerdo con la expresión (7.2):

$$V_3 = I_m R \quad (7.2)$$

donde R es la magnitud en ohmios, de la resistencia no lineal en el instante t_3 .

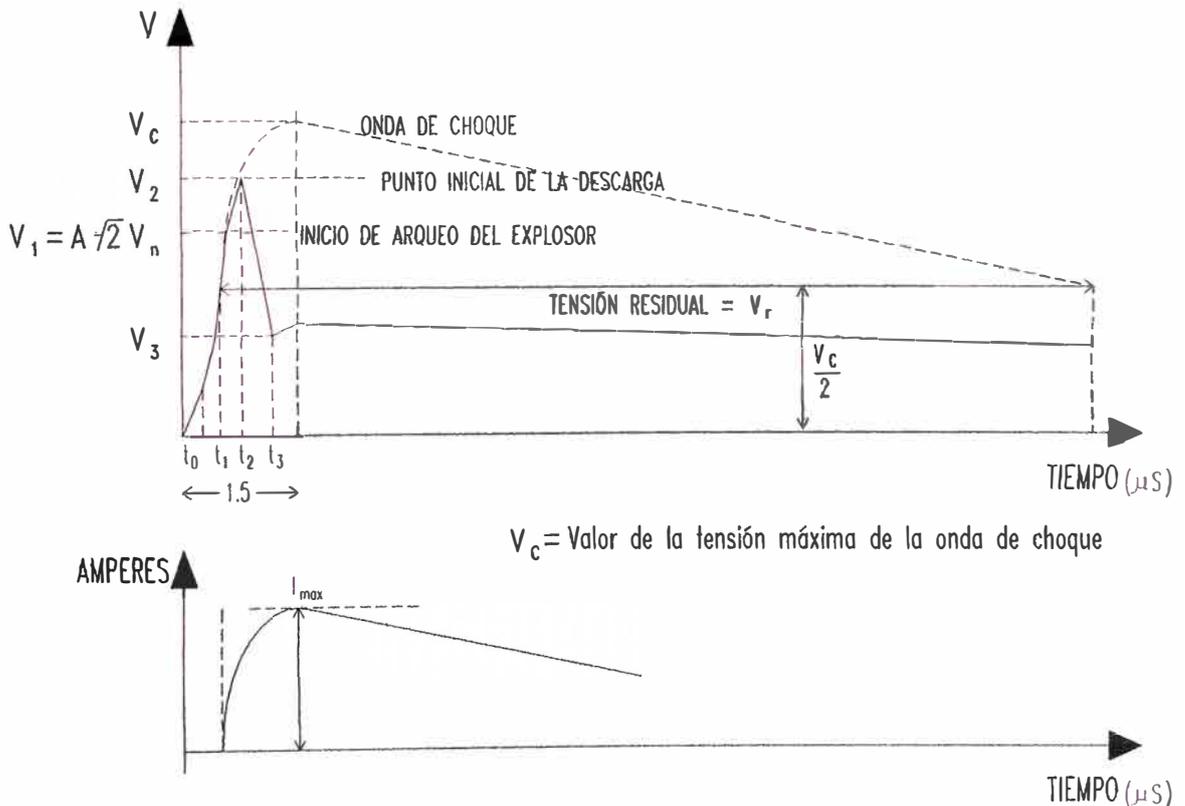


Fig. N° 7.4 Funcionamiento del pararrayos

Viendo la gráfica se aprecia que el pararrayos reduce la onda de sobretensión del valor pico V_2 al valor de la tensión residual V_3 , en un tiempo muy breve, del orden de $8 \mu s$.

Por otro lado, durante la descarga de la sobretensión, en la resistencia no lineal, circula una corriente con un valor máximo I_m que fija la capacidad de descarga máxima de energía a través del pararrayos, sin que este sufra deterioro alguno.

Cuando los pararrayos deban limitar también las sobretensiones que originan la operación de interruptores, los explosores incluyen también un soplado magnético que cumple dos funciones, extinguir más rápidamente el arco formado y oponen resistencia a los reencendidos

7.2.3 Pararrayos de óxido metálico

Tiene su base en las investigaciones que se han venido efectuando sobre las propiedades semiconductoras de los óxidos metálicos. Los fabricantes de equipo eléctrico han venido desarrollando, desde hace unos quince años, otro tipo de pararrayos, el de óxido de Zinc (ZnO). Este tipo está basado también en que la curva de tensión-corriente de las resistencias es menos lineal que la del caso de carburo de silicio; conduce cuando la tensión es superior a la tensión máxima de referencia y cierra la conducción, prácticamente a un valor cero, cuando la tensión regresa a su valor nominal.

Los pararrayos están constituidos por varias piezas de resistencia no lineal, de óxido de zinc, apiladas dentro de una columna hueca de porcelana, sin entrehierros, en la parte superior de la porcelana tienen una placa relevadora de presión que, en caso de una sobrepresión interna, se rompe y permite escapar los gases hacia arriba sin producir daños laterales.

Las resistencias no lineales son también unos pequeños cilindros formado por partículas de óxido de zinc de menor tamaño que en el caso que los convencionales según la figura N° 7.5. Las partículas están formadas por cristales de óxido de zinc de unos 10 micrones, rodeados por un material aglutinador de mayor resistencia eléctrica que el cristal, el cual produce una separación entre los cristales del orden de 0.1 de micrón y permite cierto contactos entre los cristales de óxido, ocasionando una resistencia no lineal, fuerte. La resistencia de los cristales es mucho menor que la del material aglutinador, de tal manera que cuando aparece una sobretensión entre los elementos no lineales, casi toda la tensión aparece en la capa aglutinadora; así se produce un fenómeno multiplicador de corriente, típico de la electrónica de estado sólido y se obtiene una característica

extremadamente no lineal entre la tensión aplicada y la corriente resultante, que se aproxima al caso del pararrayos ideal.

Las características tensión-corriente de estos pararrayos corresponden a la relación (7.3). Que nos indica la corriente que circula en el pararrayos.

$$I = K V^n \quad (7.3)$$

Donde:

K = factor que depende de las dimensiones de la resistencia y de su material

n = tiene valores entre 4 y 6 para los auto valvulares, 30 y 40 para los de óxido de zinc.

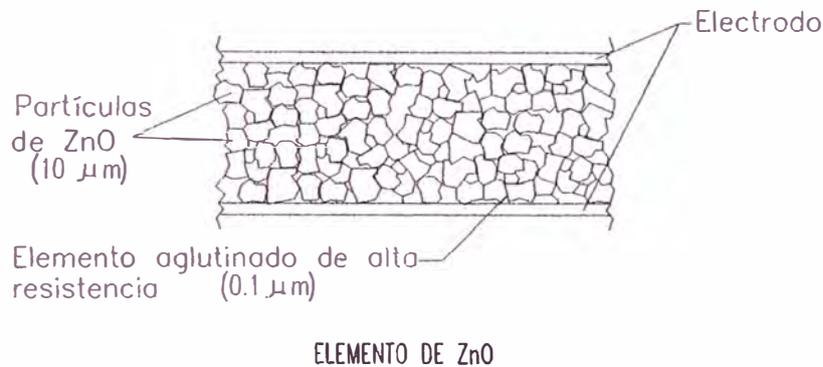


Fig. N° 7.5 Elemento de ZnO

Si se grafica la relación anterior se observa (figura N° 7.6) que cuando el factor de sobretensión es igual a la unidad, la corriente del pararrayos es del orden de 1 miliampere lo que disipa muy poca energía y por lo tanto no requiere de los explosores que utilizan los auto valvulares.

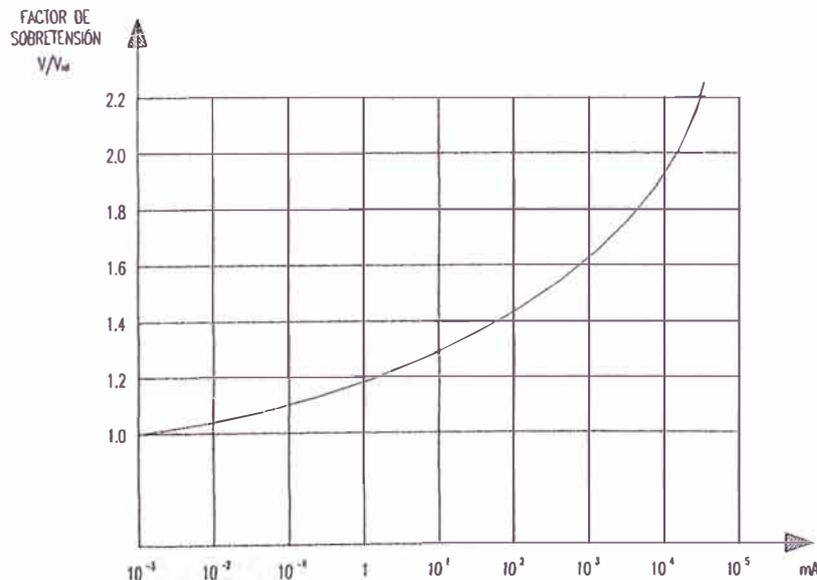


Fig. N° 7.6 Curva tensión-corriente en elemento de ZnO

7.2.4 Ventajas del óxido metálico sobre los de tipo convencional

Una característica que lo diferencia notablemente es que a la tensión de servicio fluye una corriente predominantemente capacitiva. Cualquier aumento de tensión lleva a un aumento fuerte e inmediato de la corriente a través de los resistores, limitando así cualquier aumento de posterior en la tensión en el pararrayos. Cuando la sobretensión disminuye, el pararrayos inmediatamente vuelve a su estado no conductivo.

Finalmente indicamos las ventajas de los de óxido metálico (MO) sobre los de tipo convencional.

- Como no tiene entrehierros, su protección es constante
- Por su característica de tensión-corriente menos lineal que los de tipo convencional, no permite el flujo de corriente posterior, causada por una sobretensión.
- Debido a que absorben menos energía que los convencionales, pueden soportar mayor cantidad de rayos y operaciones de interruptores.
- El volumen de las partes activas se reducen respecto al tipo convencional lo que los hace más compactos.

7.3 Ejecución de pruebas en blanco

7.3.1. Inspección y verificación inicial

Iniciamos haciendo una inspección inicial, se hace a todos los pararrayos, familiarizándose con la ubicación de los pararrayos en el patio de llaves, se revisa la estructura, los aisladores, las conexiones a tierra, el nivel, anclaje de cada polo, etc.

Tabla N° 7.1 Puntos para inspección del transformador de corriente.

Puntos a inspeccionar en c/polo del pararrayo	
1. Fundación	Conforme
2. Anclaje (ajuste de tuercas)	Conforme
3. Estructura de soporte (fijación, alineamiento y verticalidad)	Conforme
4. Localización e instalación de acuerdo a planos	Conforme
5. Conexiones a tierra (estructura y masa TT)	Conforme
6. Conectores y conexiones de alta tensión (tipo, flexibilidad)	Conforme
7. Aisladores de pararrayos y base (integridad y limpieza)	Conforme
8. Contadores de descargas	Conforme
9. Instalación de acuerdo a los planos de detalle de montaje	Conforme
10. Fijación correcta de los anillos antiefluvio	Conforme
11. Distancias de seguridad (fase-fase y fase-tierra)	Conforme
12. Placa de características e identificación del equipo	Conforme

Ver la tabla N° 7.1 en donde se ve los principales aspectos a considerar en esta inspección preliminar antes del inicio de las pruebas, los puntos señalados se verifica en cada pararrayo tomando polo por polo.

El pararrayos consta de dos columnas de aisladores de la misma distancia de línea de fuga y se montan una encima de otra, cada columna lleva una placa de identificación, el número de serie de ambos es la misma que aparece en la placa de características del pararrayo acompañados de las letras A y B, la letra A indica que es la base o inferior (BOT) y la letra B es la superior (TOP), debe respetarse este orden en el momento del montaje, ver esquema EP-VII-01 del anexo B.

PARARRAYOS VariSTAR			
COOPER			
N° catálogo	AZG3124B156192	Año	99
N° Serie	(1)		
Tensión Nominal	192	kV rms	
MCOV / COV	156	kV rms	
Alivio de Pres.	63	kA rms	
Clase	3/10	kA	
Norma	IEC 99-4		
frec.	50-60	Hz	

PARARRAYOS VariSTAR			
COOPER			
N° catálogo	AZG3124B156192	Unidad	1 de 2
N° Serie	(1) - A		
MCOV	74	kV rms	BOT
COV			

PARARRAYOS VariSTAR			
COOPER			
N° catálogo	AZG3124B156192	Unidad	2 de 2
N° Serie	(1) - B		
MCOV	74	kV rms	TOP
COV			

Fig. N° 7.7 Placa de características de los Pararrayos.

Terminada las inspecciones, se toma nota de la placa de características de todos los pararrayos, cuando son del mismo tipo, como en este caso, sólo cambia el número de serie., en la figura N° 7.7 se muestra la placa de características, en la tabla N° 7.2 se detallan los números de serie.

Tabla N° 7.2 Número de serie de los Pararrayos

EQUIPO	Números de serie (1)		
	Ø A	Ø B	Ø C
PRL1	990803566	990803567	990803571
PRL2	990803571	990803573	990803572
PRL3	990803596	990803599	990803600
PRL4	990803607	990803603	990803602
PXL11	990803574	990803575	990803578
PXL12	990803580	990803581	990803582
PXL13	990803585	990803586	990803590
PXL14	990803591	990803592	990803593

Los pararrayos de línea tienen contadores cada fase mientras los de las reactancias tiene uno sólo para las tres fases. Las lecturas de los contadores de descargas de los diferentes pararrayos se indican en la tabla 7.3.

Tabla N° 7.3 Contadores de operación de descarga de los Pararrayos.

EQUIPO	Lectura de contadores de descarga		
	Ø A	Ø B	Ø C
PRL1	0007	0006	0006
PRL2	0006	0006	0006
PRL3	0006	0007	0006
PRL4	0006	0007	0006
PXL11	-	0006	-
PXL12	-	0006	-
PXL13	-	0006	-
PXL14	-	0006	-

7.3.2 Resistencia de Aislamiento con corriente continua

Esta prueba nos permite determinar el estado de los aislamientos eléctricos del pararrayo, de tal manera que pueda soportar conforme a las normas, las tensiones nominales y de prueba.

En todo pararrayo se debe desconectar el conductor flexible que conecta el contador de descarga, esto se hace por seguridad del contador, es posible que durante la medida de la resistencia de aislamiento del pararrayo se cometa un error y se daña el contador, desconectado el contador de descarga se procede a megar, en este caso se aplica 5kV para la columna del pararrayos y 500 V para el aislador de la base.

Con el megohmetro analógico marca MEGABRAS MI-5500 se realiza las mediciones y los valores se muestran en la tabla N° 7.4

Tabla N° 7.4 Valores de resistencia de aislamiento de los Pararrayos.

PRUEBA (1min)		Temp. °C	kV	Resistencia MΩ		
				Ø A	Ø B	Ø C
PRL1	Columna	16	5.0	> 1 500 000	1 500 000	3 000 000
	Aislador base		0.5	200 000	80 000	1 000 000
PRL2	Columna	12	5.0	2 000 000	2 000 000	> 1 500 000
	Aislador base		0.5	> 500 000	122	8 000
PRL3	Columna	13	5.0	> 5 000 000	5 000 000	> 5 000 000
	Aislador base		0.5	> 100 000	INFINITO	> 500 000
PRL4	Columna	12	5.0	> 300 000	4 000 000	> 2 000 000
	Aislador base		0.5	1 000 000	INFINITO	> 1 000 000
PXL11	Columna	12	5.0	3 000 000	> 2 000 000	3 000 000
	Aislador base		0.5	INFINITO	INFINITO	> 500 000
PXL12	Columna	6	5.0	10 000 000	> 5 000 000	5 000 000
	Aislador base		0.5	150 000	1 000 000	> 150 000
PXL13	Columna	14	5.0	4 000 000	> 3 000 000	4 000 000
	Aislador base		0.5	> 500 000	20 000	> 500 000
PXL14	Columna	5	5.0	> 5 000 000	> 5 000 000	10 000 000
	Aislador base		0.5	1 000 000	> 500 000	90 000

a) Observaciones

☞ En el desarrollo de las pruebas se encontró que el pararrayo de la línea 2 (PRL2) presenta valores bajos de resistencia de aislamiento de los aisladores base de las

fases B y C, se repitieron las pruebas y las medidas no se alteran, se recomienda cambiar dichos aisladores.

- ☞ Realizado el cambio de los aisladores de las fases B y C se procede a medir nuevamente las tres fases con temperatura ambiente de 5°C, obteniéndose los valores que se muestra en la tabla N° 7.5.

Tabla N° 7.5 Valores luego del cambio de aisladores.

Ø A	Ø B	Ø C
450 000	32	250 000

- ☞ El aislamiento de la fase B bajó más, la fase C mejoró y la fase A se mantuvo, se midió el aislamiento de los aisladores anteriormente cambiados arrojando valores altos, entonces el problema es de montaje, se recomienda revisar el montaje la fase B, el problema fue cercanía del perno de fijación a estructura con el aislador de la base. Superado el percance se vuelve a medir y se tiene el valor de 80 000 MΩ a 10°C en la fase B.

7.3.3 Verificación posterior a las pruebas

Terminado las pruebas de los pararrayos se procede a realizar una inspección de un correcto conexionado de los cables de alta tensión y el conexionado del cable de tierra, en la tabla N° 7.6 se señala los puntos a inspeccionar.

Tabla N° 7.6 Puntos para verificación posterior a las pruebas

Inspección final	
1. Conectores y conexiones de alta tensión (tipo flexible)	Conforme
2. Terminales de tierra (conexión y ajuste)	Conforme
3. Limpieza	Conforme

En el esquema EP-VII-02 del anexo B, se muestra el detalle de la instalación del pararrayos.

CONCLUSIONES

- 1 Las pruebas en blanco cumplieron su objetivo, la cual consistía en dejar mecánica y eléctricamente operativo todos los equipos del patio de llaves.
- 2 No siempre viene de fábrica completamente cableado, hubo ocasiones en que se encontró hilos sueltos, puentes faltantes o puentes indebidos, por tanto siempre se recomienda una inspección en el cableado interno, poniéndole mayor atención a los contactos auxiliares y contactos de relés en interruptores y seccionadores.
- 3 La importancia de verificar el aislamiento de los aisladores, debe de hacerse a cada uno cerciorándose así que todos estén operativos, cuando el embarrado este acabado se tendrá que megar con todos las cadenas de aisladores involucradas y si hubiese un valor bajo se tendrá que seccionar por partes hasta encontrar el lugar que hace tierra o que presente un aislamiento muy bajo.
- 4 Todas las subestaciones de alta tensión cuentan con bloqueos eléctricos entre Seccionadores e interruptores, esto se da para evitar errores de operación que pueden causar daños severos a los equipos, nunca un seccionador debe abrirse cuando el interruptor esta cerrado.
- 5 Los valores medidos en las diferentes pruebas son casi similares, cuando se encuentre un valor que difiere sustancialmente de los anteriores se tendrá que revisar el circuito y el equipo empleado en la prueba, Ante esta eventualidad se vuelve a probar un equipo bueno para luego volver hacer medidas en el equipo con valores divergentes, verificando finalmente estos valores divergentes, de inmediato se hace la consulta a los fabricantes.
- 6 Los resultados y los diferentes inconvenientes solucionados demuestran claramente la importancia de realizar las “pruebas en blanco” a los diferentes equipos que conforman una subestación y garantizar de esta forma un servicio confiable y continuo.

7 Las pruebas en blanco es un candado de seguridad que elimina errores de instalación, detectan daños u operaciones anormales de los equipos instalados, técnicamente es el último filtro antes de su energización, por ende, su ejecución debe realizarse con bastante criterio y debe estar a cargo de personal experimentado, de darse el caso de ejecutar pruebas con diagnósticos erróneos se corre el riesgo de ocasionar daños personales y materiales de diferentes grados llegando incluso a que el equipo colapse, y su consiguiente repercusión en los equipos aledaños, convirtiéndose en un tremendo problema el ingreso de la nueva subestación al sistema eléctrico, sería más complejo el problema si ocurriese una falla estando ya en servicio, puede comprometer a todo el sistema interconectado.

Generalmente, los equipos se mandan a fabricar en el exterior y en cantidades de acuerdo al proyecto, y está pensado su ejecución contemplando hasta los más mínimos detalles de tal manera que no hay lugar a equivocaciones, por los montos de los equipos, por los tiempos comprometidos hasta su puesta en servicio y por ende su operación dentro de lo esperado.

Dependiendo del equipo o equipos comprometidos, puede generarse montos bastantes elevados (daños personales, verificación y descarte de daños a resto de equipos, compra de nuevos equipos, tiempo de para de la subestación, instalación de nuevos equipos, pruebas a nuevos equipos, sanciones contractuales, etc.).

ANEXOS

ANEXO A

NORMAS

Introducción

Las normas son un conjunto de publicaciones editadas por organismos especializados que sirven de base en el diseño de equipos, instalaciones o partes dentro de cualquier área de la ingeniería.

La normalización, se define como el proceso de formular y aplicar reglas con la aportación y colaboración de todas las áreas involucradas, para obtener una técnica y economía de conjunto óptimas.

La normalización se apoya en la ciencia, la técnica y la experiencia y fija las bases para un entendimiento entre un fabricante y un comprador respecto a la calidad de un producto. En forma general se considera que la normalización abarca tres niveles:

Niveles de Empresa. Este nivel de normalización se desarrolla en empresas grandes y muy grandes, para cumplir sus propias necesidades y optimizar el costo, el tiempo y la calidad de sus productos.

Nivel Nacional. Este nivel de normalización se desarrollo dentro de algunos países, por lo general en los más desarrollados industrialmente; sirve como herramienta para reglamentarlas transacciones desde el punto de vista técnico, entre los diferentes fabricantes y consumidores de un país.

Estas normas abarcan diferentes industrias, como son la eléctrica, la mecánica, la química, etc. Como ejemplo de estas instituciones se pueden citar las normas DIN alemana, las ANSI americanas, Las DGN mexicanas, las BS inglesas, etc.

Nivel Internacional. Este nivel de normalización es el caso general que abarca los casos anteriores. Estas se utilizan para reglamentar las transacciones técnicas entre diferentes países, Como ejemplo se puede mencionar, la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), cuya responsabilidad cubre el campo de la electrotécnica, para unificar la nomenclatura la clasificación de los aparatos y máquinas eléctricas, sus pruebas, etc.

Por lo indicado líneas arriba, las pruebas realizadas están reglamentadas bajo las normas CEI, ANSI, ITINTEC, MEM/DEP. En la tabla A-II- 1 se muestran las normas relacionadas a la Inductancia, la Tabla A-II-2 son normas relacionadas al interruptor, la Tabla A-II-3 muestra normas relacionadas al seccionador, la Tabla A-II-4 muestra normas relacionadas al transformador de corriente, la Tabla A-II-5 muestra normas relacionadas al transformador de tensión.

Tabla N° A-1 Normas para la Inductancia Shunt

Descripción	Normas
❖ Inductancia Shunt - Resistencia de aislamiento con corriente continua - Resistencia de arrollamiento - Relación de transformación - Capacidad dieléctrica del aceite - Contenido de humedad en el aceite	IEC-76, UNE 20-101-75 ANSI C57.12.00/12.90 MEM/DEP-221 [1] IEC 296 (1969) ASTM D 1040 (1968) CEI 156 ITINTEC 270-002

Tabla N° A-2 Normas para el interruptor

Descripción	Normas
❖ Pruebas Mecánicas y registros de los tiempos de operación -15 maniobras de apertura y 15 maniobras de cierre de las cuales 5 a tensión mínima 5 a tensión máxima 5 a tensión asignada - 5 CO a tensión asignada Se registra el tiempo desde la aparición de la corriente en la bobina del electroimán hasta la abertura o cierre del contacto principal.	CEI 56 § 7 - 101 ANSI C 37 - 09 § 5 - 11 ANSI C 37 - 09 § 5 - 12
❖ Medición de la resistencia de las bobinas de apertura y cierre ❖ Medición del consumo del motor bajo la tensión asignada de alimentación.	CEI 56 § 7 - 101 ANSI C37 - 09 § 5 - 12
❖ Medición de resistencia del circuito principal con una corriente continua de 100 A.	CEI 56 § 7 - 3 ANSI C37-09 § 5-14
❖ Pruebas de estanqueidad al SF6	CEI 56 § 7 - 101 ANSI C37-09 § 5 - 7
❖ Prueba de rigidez dieléctrica de frecuencia industrial en seco del circuito principal.	CEI 56 § 7 - 1 ANSI C37-09 § 5-15

Tabla N° A-3 Normas para el seccionador

Description	standards
❖ Common clauses for high - voltage switchgear and controlgear standards - Visual Check - Mechanical Test - Dielectric tests - Measurement of the resistance of the main circuit - Voltage test on control and auxiliary circuits - Measurement of the resistance of the main circuits - Motor Charging - Operating of releases	IEC 129 IEC 168 IEC 694
❖ Interrupting Chamber Routine test - Mechanical operating test - Measurement of the resistance of the main circuits - Control of gas operating pressure	IEC 56

Tabla N° A-4 Normas para el transformador de corriente

Description	standards
❖ Pruebas a los transformadores de corriente - Current Transformer Types - Insulating Resistance Tests - Polarity Check - Winding and lead Resistance (internal resistance) - Ratio Test - Excitation Test	CEI 185 UNE 21 - 308 ANSI/IEEE C57.13.1-1981 IEC 76-1 ITINTEC 270-002

Tabla N° A-5 Normas para el transformador de tensión

Description	standards
❖ Pruebas a los transformadores de Tensión - Voltage Transformer Types - Insulating Resistance Tests - Polarity Check - Winding and lead Resistance (internal resistance) - Ratio Test	CEI 186 UNE 21 - 308 ANSI/IEEE C57.13.1-1981 IEC 76-1 ITINTEC 270-002

ANEXO B

DIAGRAMAS

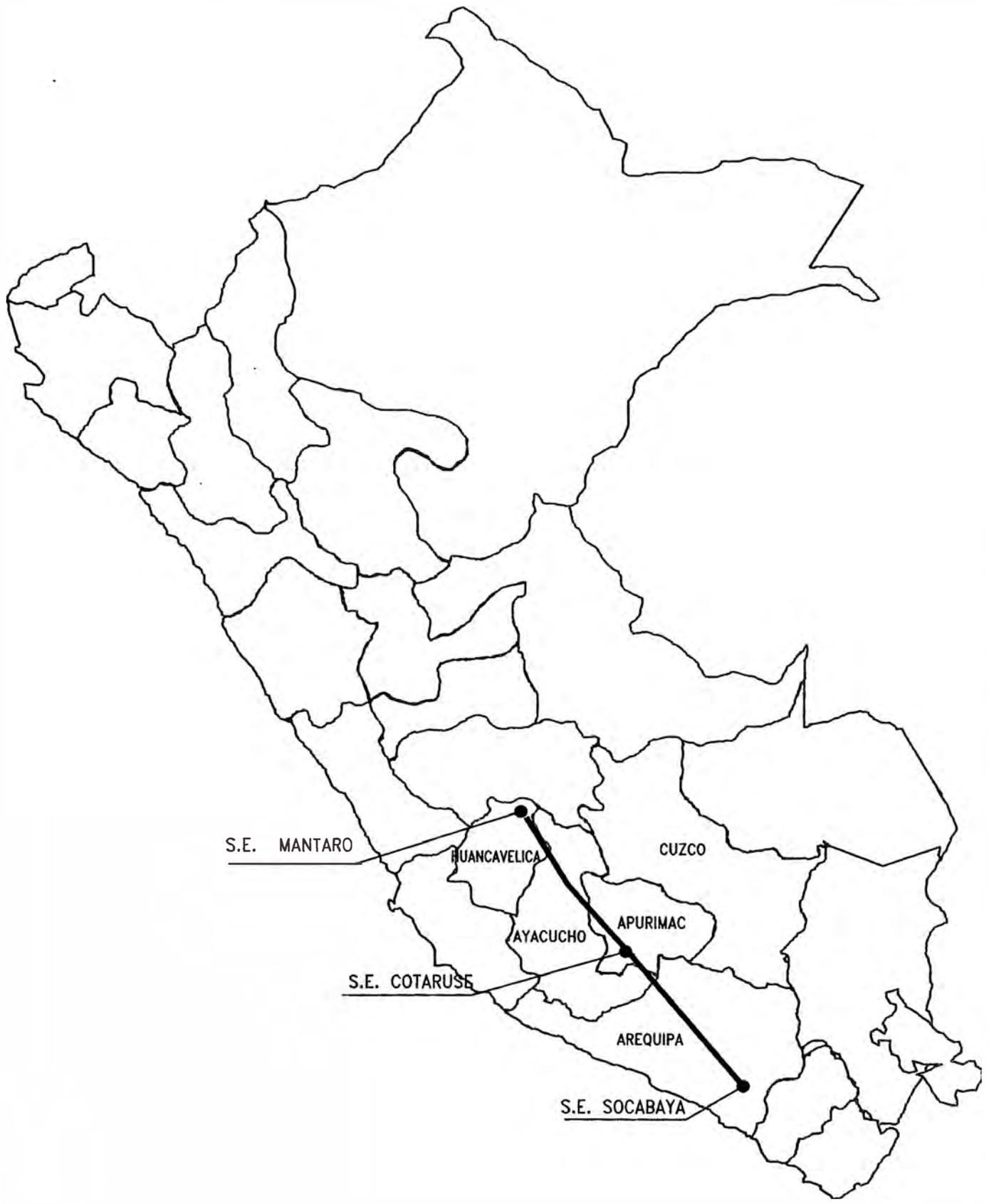
INTRODUCCIÓN

En esta parte se presentan los diferentes esquemas que ayudarán tener una mayor comprensión acerca de los diferentes equipos que se encuentra en la subestación de Cotaruse, aquí se muestra el diagrama unifilar, la inductancia shunt, el interruptor de dos cámaras en SF₆, esquemas del mecanismo motorizado de los interruptores y Seccionadores.

En esta sección también se encuentra la representación esquemática de los Seccionadores tal como han sido megados, debemos indicar que se realizó de esta forma por encontrarse torqueados los cables de alta tensión.

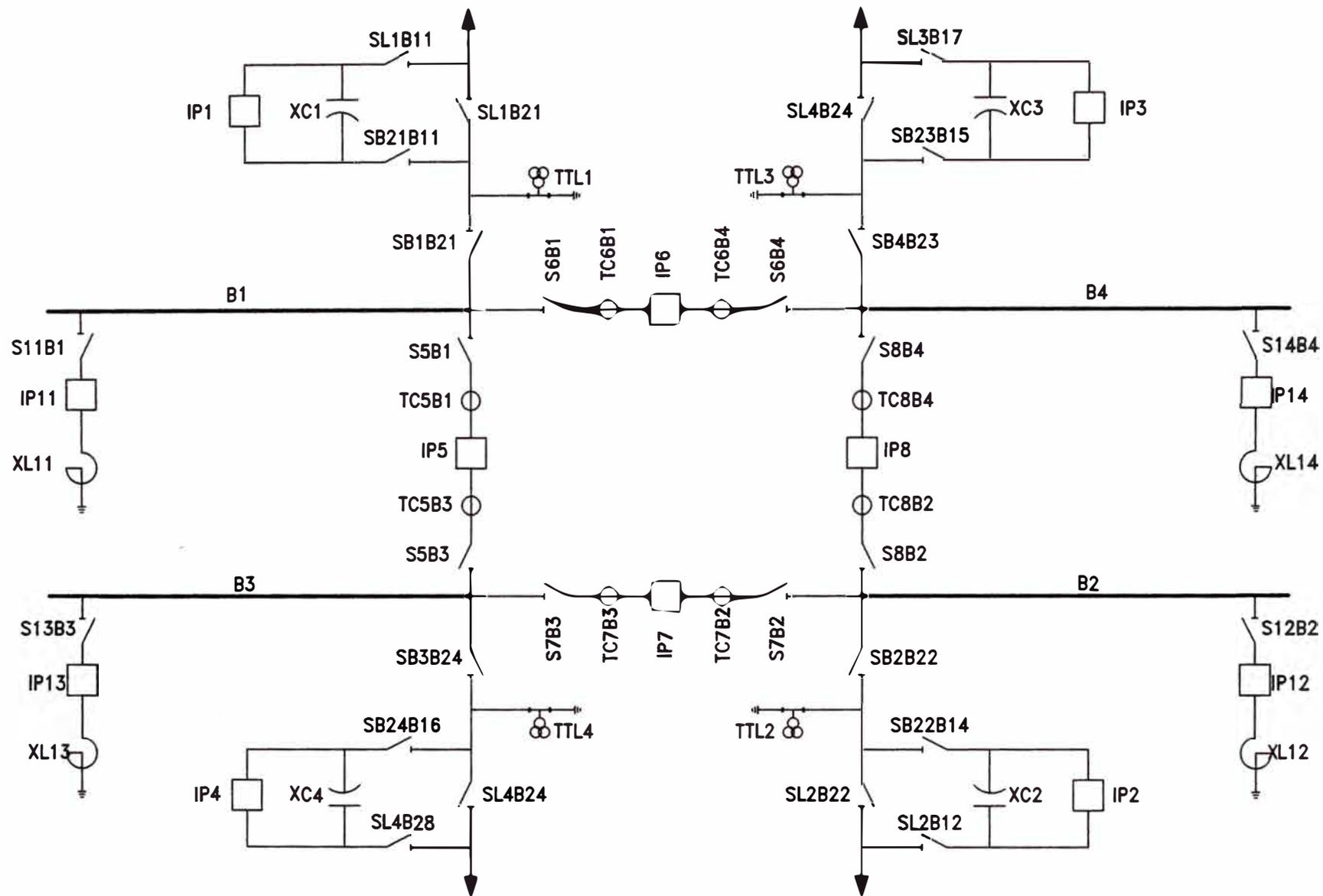
Se encuentra el esquema de un seccionador tipo semi-pantógrafo instalado en la subestación de Socabaya y esquemas del transformador de corriente de tipo QDR instalado en la subestación de Chimbote (REP), Se añade un gráfico que muestra la curva de magnetización típica para los transformadores de corriente de clase C contemplado en la “guía de pruebas de transformadores de la IEEE”.

Se tiene 25 esquemas y un total de 52 hojas conteniendo ilustraciones relacionados a las pruebas en blanco ejecutados en la subestación Cotaruse, la relación del contenido del anexo B es la misma que se señala en el Índice.



La subestación de Cotaruse se encuentra localizada en en altiplano de la localidad de Cotaruse del departamento de Apurimac a 4104 msnm.

Marca:	UBICACIÓN GEOGRÁFICA S.E. COTARUSE	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	ESQUEMA EP-I-01
Tipo:			Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE
Subestación:			



Marca:	
Tipo:	
Subestación:	COTARUSE

ESQUEMA SIMPLIFICADO

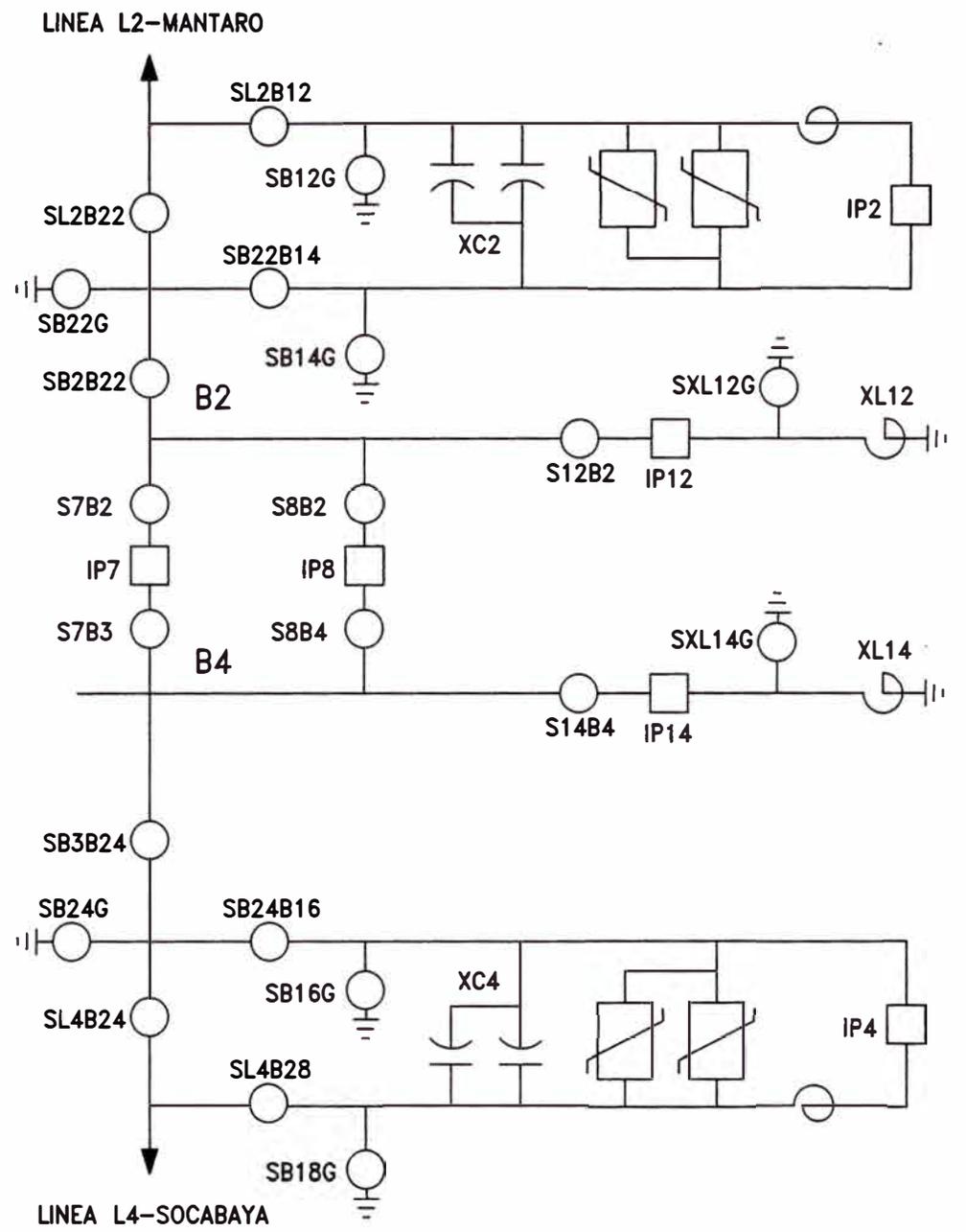
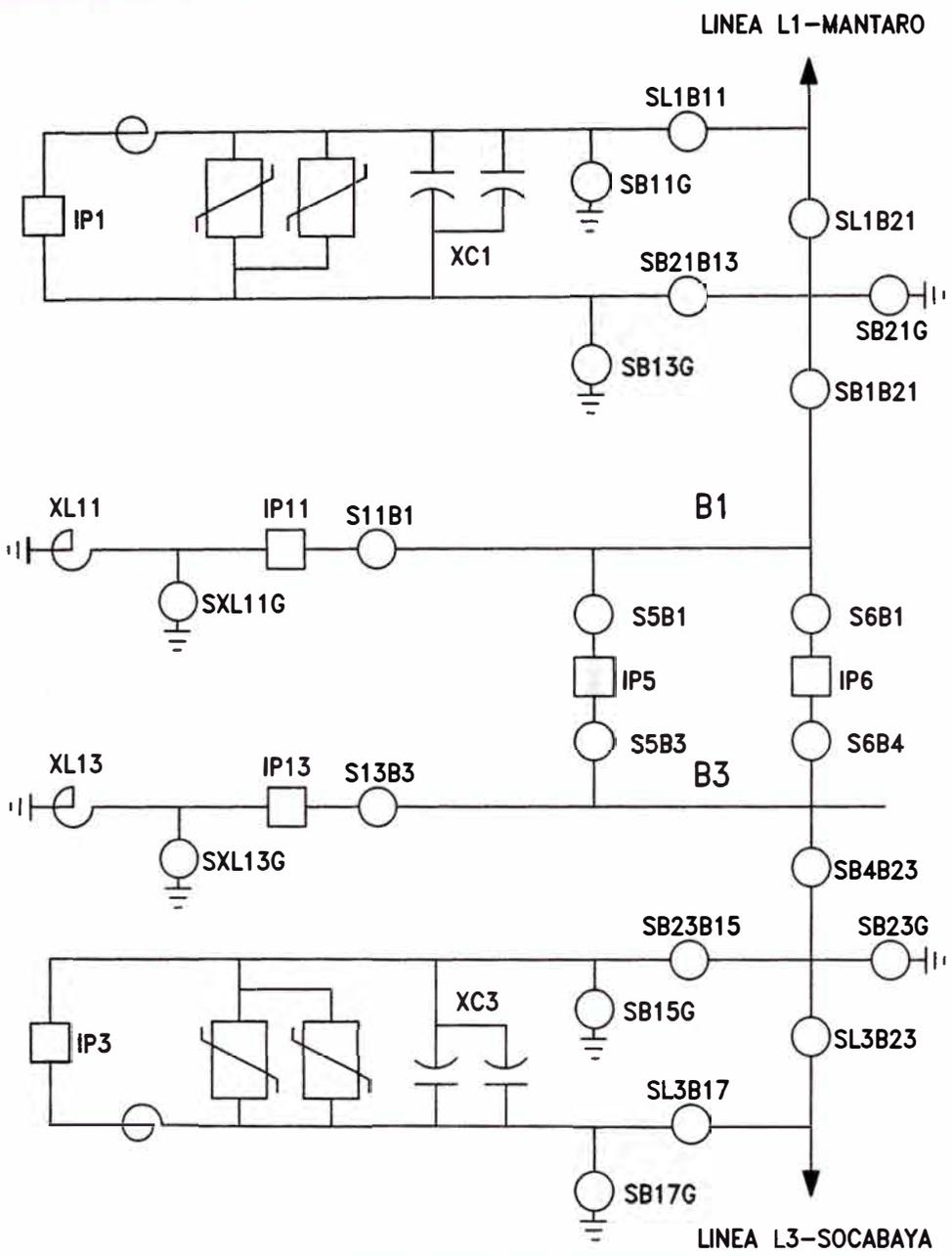
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

FECHA
Oct/05

ESQUEMA
EP-I-03

PAGINA
1/1



Marca:	
Tipo:	
Subestación:	COTARUSE

**PANEL DE MANDOS
(MIMICO)**

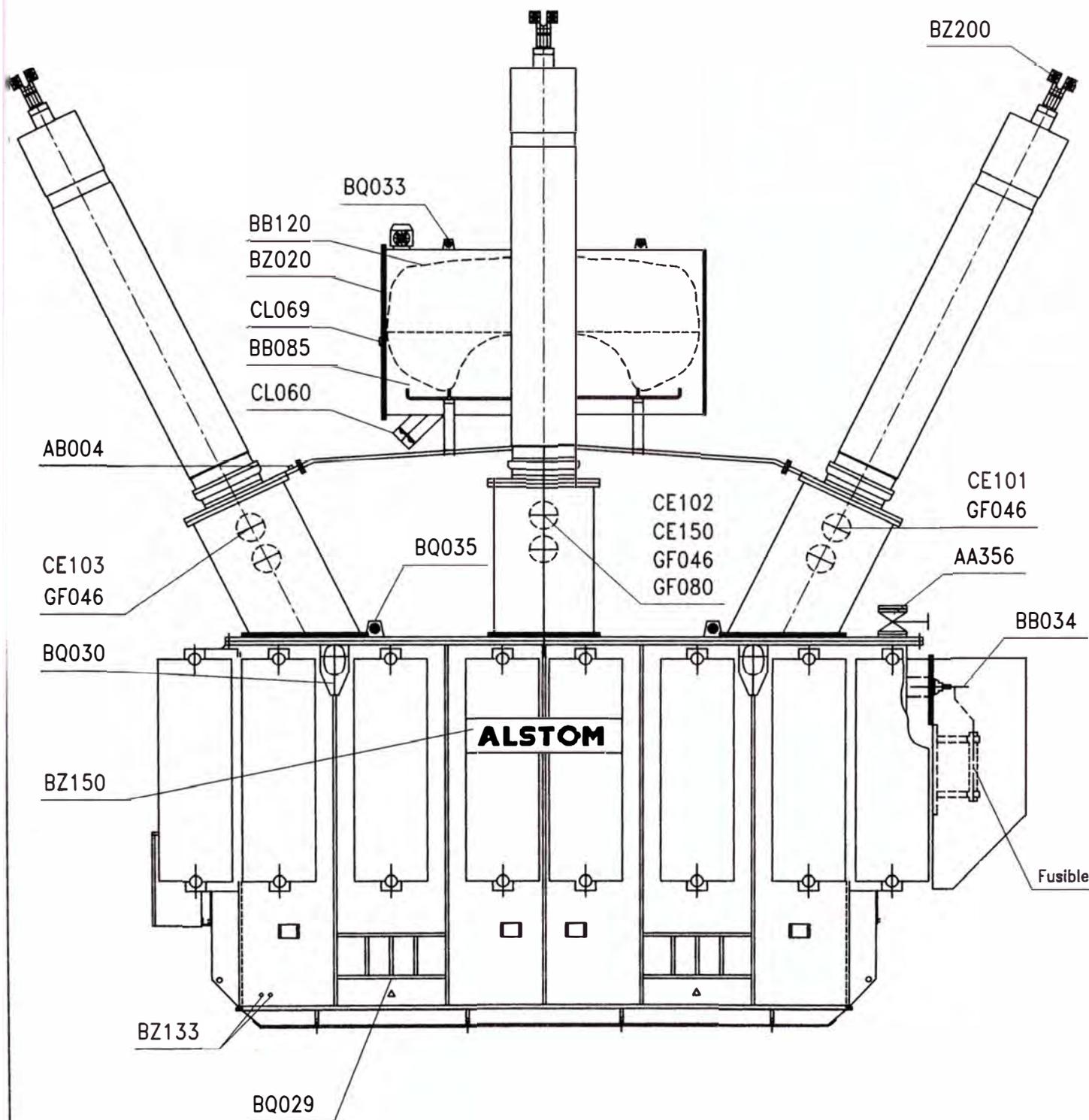
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-I-04
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA Oct/05	PAGINA 1/1

PT23 1	08.11.1999 T. ERKUS ALSTOM	PERU LISTADO DE COMPONENTES PLANO DE ARREGLO	FB. No : M 325860 COD No : 3801759
Pos. No.	Designación		
AA021	Llave de salida para muestra de aceite – punto de arriba		
AA022	Llave de salida para muestra de aceite – punto medio		
AA023	Llave de salida para muestra de aceite – punto abajo		
AA026	Llave de relleno del conservador		
AA145	Válvula de compuerta para el regulador		
AA200	Válvula de compuerta del relé Buchholz		
AA345	Válvula entre el conservador y la bolsa de aire		
AA355	Válvula de compuerta del tanque para tratamiento de aceite salida		
AA356	Válvula de compuerta del tanque para tratamiento de aceite en tapa		
AB004	Purga para Torecilla AT		
AB005	Purga del conservador		
AB230	Válvula mariposa para radiador		
AB240	Salida de aceite residual del tanque M52x2		
AB600	Purga del aire del radiador Gr.6		
AB630	Drenaje del radiador Gr.12		
AC600	Radiadores		
AT001	Secador de aire del conservador		
BB034	Caja de conexión BT y fusible		
BB069	Torrecilla para pasatapas AT		
BB085	Conservador		
BB120	Bolsa de aire dentro del conservador		
BQ010	Vaina para termómetros		
BQ011	Vaina para termómetros de reserva		
BQ023	Escalera		
BQ029	Punto de aplicación para elevación del transformador		
BQ030	Salientes de suspensión del transformador		
BQ031	Cáncamos de izamiento de la parte activa		
BQ033	Cáncamos de izamiento del conservador		
BQ035	Gancho de izamiento de la tapa		
BQ150	Consola para conservador		
BQ153	Consola para pararrayos AT		
BR050	Tubería para drenaje del conservador		
BR107	Tubería entre el tanque principal y el conservador		
BR114	Tubería entre secador de aire y copnservador		
BR321	Tubería colectora de muestra de gas		
BR625	Compensador		
BZ009	Acceso para conexión de puesta a tierra del núcleo		
BZ011	Tapa de inspección (tanque principal)		

Marca:	ALSTOM	INDUCTANCIA SHUNT LISTA DE COMPONENTES 50 MVAR, 220 kV	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	ESQUEMA EP-II-01
Tipo:	KCA 5743		Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA Oct/05
Subestación:	COTARUSE			

PT23 2	08.11.1999 T. ERKUS ALSTOM	PERU LISTADO DE COMPONENTES PLANO DE ARREGLO	FB. No : M 325860 COD No : 3801759
Pos. No.	Designación		
BZ020	Tapa de inspección del conservador		
BZ102	Conexión para evacuar del conservador		
BZ120	Dispositivo de muestra de gas para relé Buchholz (tanque principal)		
BZ133	Terminal de puesta a tierra del núcleo		
BZ150	Placa de identificación del fabricante		
BZ151	Placa de características		
BZ160	Placa de ubicación de la tubería y accesorios		
BZ200	Conector para pasatapas AT		
CE101	Transformador de corriente	T1, T4, T7, T10, T13	H1
CE102	Transformador de corriente	T2, T5, T8, T11, T14	H2
CE103	Transformador de corriente	T3, T6, T9, T12, T15	H3
CE104-1	Transformador de corriente	T16, T19	AT-N
CE104-2	Transformador de corriente	T17, T20	AT-N
CE104-3	Transformador de corriente	T18, T21	AT-N
CE150	Transformador de corriente para imagen térmica	T22	H2
CL060	Indicador de nivel de aceite		
CL069	Nivel de aceite +20°C, dentro del recipiente de expansión tanque conservador		
CP081	Válvula de alivio de presión del tanque principal		
CT031	Termómetro para el aceite del tanque principal		
CT033	Termómetro de imagen térmica para arrollado AT		
GD001	Pasatapas (AT);	H1,H2,H3	-GOE-1175-850-2500
GD002	Pasatapas (AT-N);	H0	-GOB-650-1250
GD009	Pasatapas (BT);	X1,X2,X3	-DT 20NF/250
GD010	Pasatapas (BT-N);	X0	-DT 20NF/250
GD025	Pasatapas para puesta a tierra del núcleo		
GF046	Caja de terminales de transformadores de corriente (AT)		
GF047	Caja de terminales de transformadores de corriente (AT-N)		
GF070	Caja de conexión de puesta a tierra del núcleo		
GF080	Caja de terminal de transformadores de imagen térmica		
GH009	Armario de control		

Marca:	ALSTOM	INDUCTANCIA SHUNT LISTA DE COMPONENTES	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-II-01
Tipo:	KCA 5743		50 MVAR, 220 kV	Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA Oct/05
Subestación:	COTARUSE				



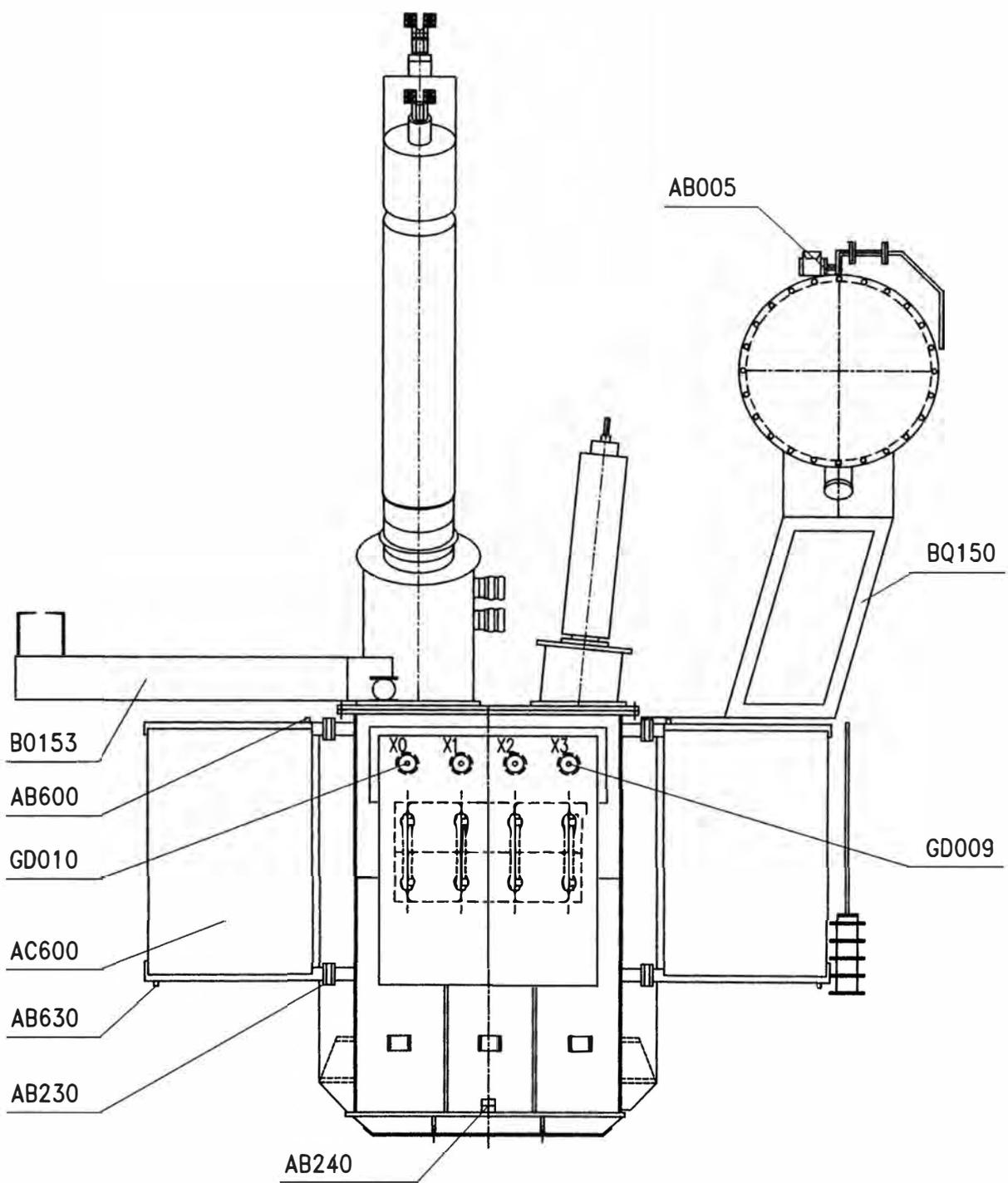
Marca:	ALSTOM
Tipo:	KCA 5743
Subestación:	COTARUSE

INDUCTANCIA SHUNT
VISTA FRONTAL
 50 M VAR, 220 kV

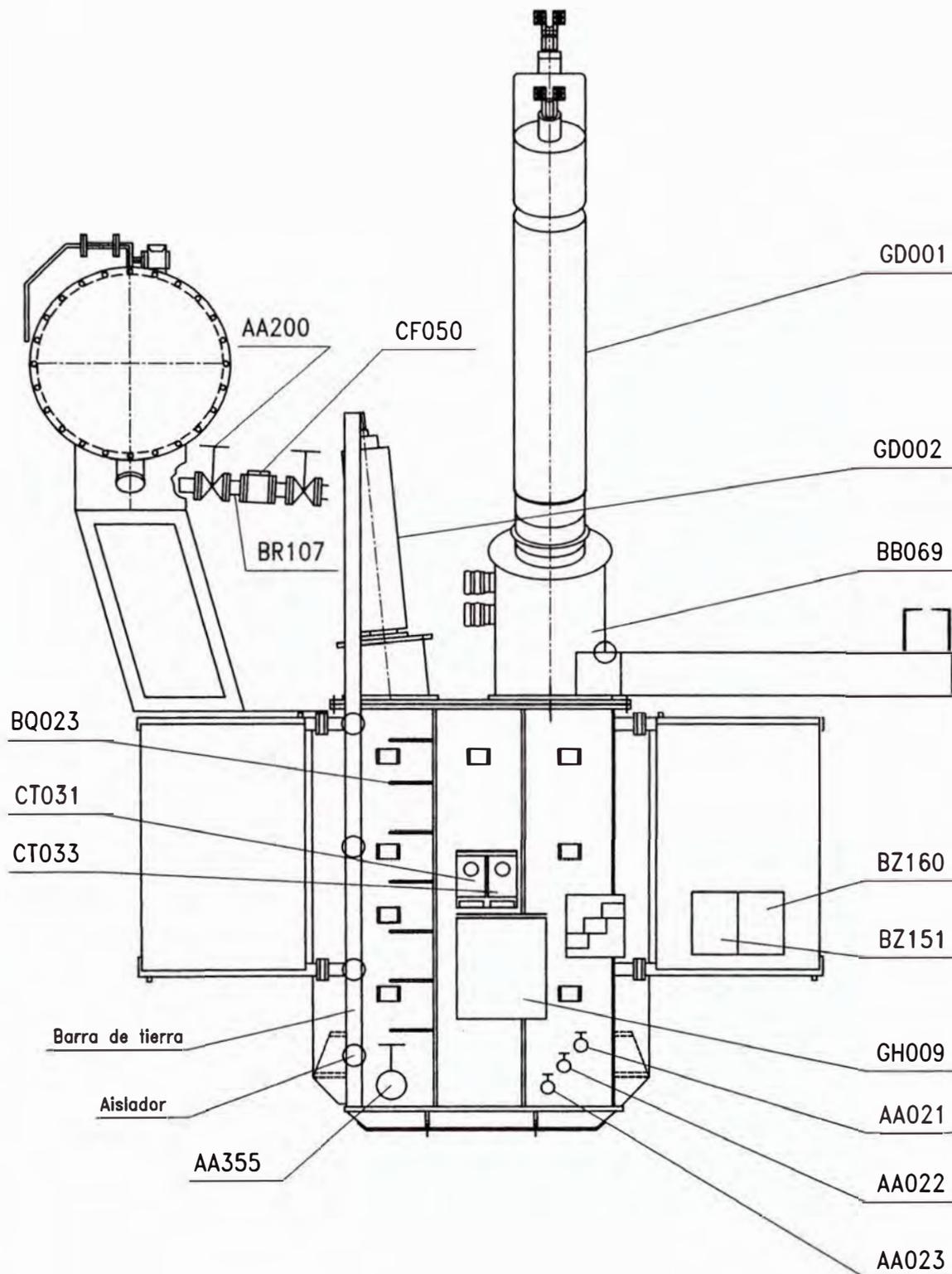
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	
Nombre:	MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

ESQUEMA	EP-II-01
PAGINA	3/6

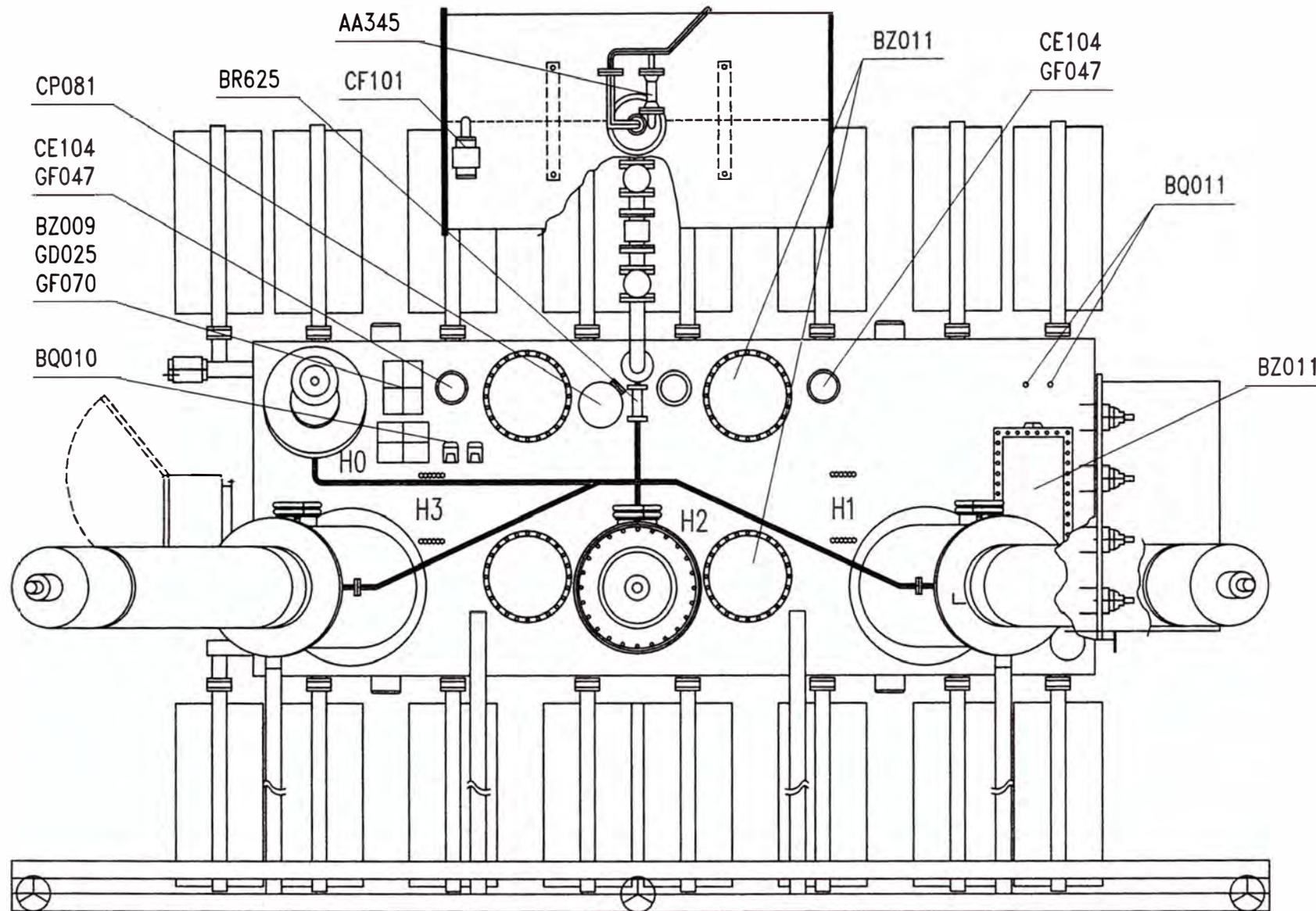
FECHA
 Oct/05



Marca:	AL ST OM	INDUCTANCIA SHUNT VISTA LATERAL DERECHA 50 MVAR, 220 kV	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-II-01
Tipo:	KCA 5743		Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA	PAGINA
Subestación:	COTARUSE			Oct/05	4/6



Marca:	AL STOM	INDUCTANCIA SHUNT VISTA LATERAL IZQUIERDA 50 MVAR, 220 kV	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-II-01
	KCA 5743		Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA Oct/05	PAGINA 5/6
Subestación:	COTARUSE				



Marca:	AL ST 10
Tipo:	KCA 5743
Subestación:	COTARUSE

INDUCTANCIA SHUNT
 VISTA SUPERIOR
 50 MVAR, 220 kV

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

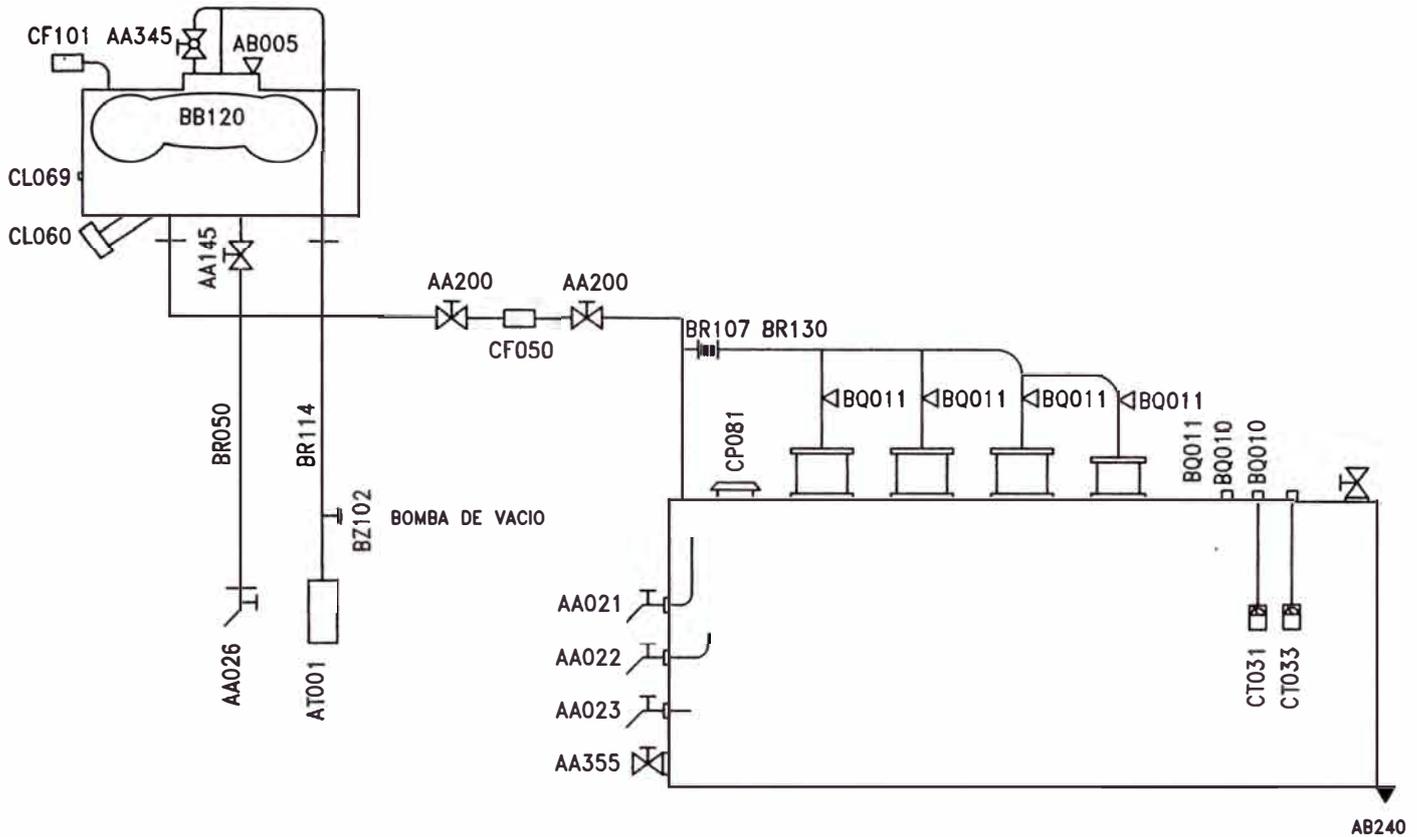
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

FECHA
 Oct/05

ESQUEMA
 EP-II-01

PAGINA
 6/6

DIAGRAMA DE VALVULAS TUBERIAS Y DISPOSITIVOS DE PROTECCION



- = VALVULA DE COMPUERTA
 = VALVULA DE GLOBO
 = LLAVE
 = DRENAJE
 = TAPON PARA PURGA
 = BRIDA
 = COMPRESOR

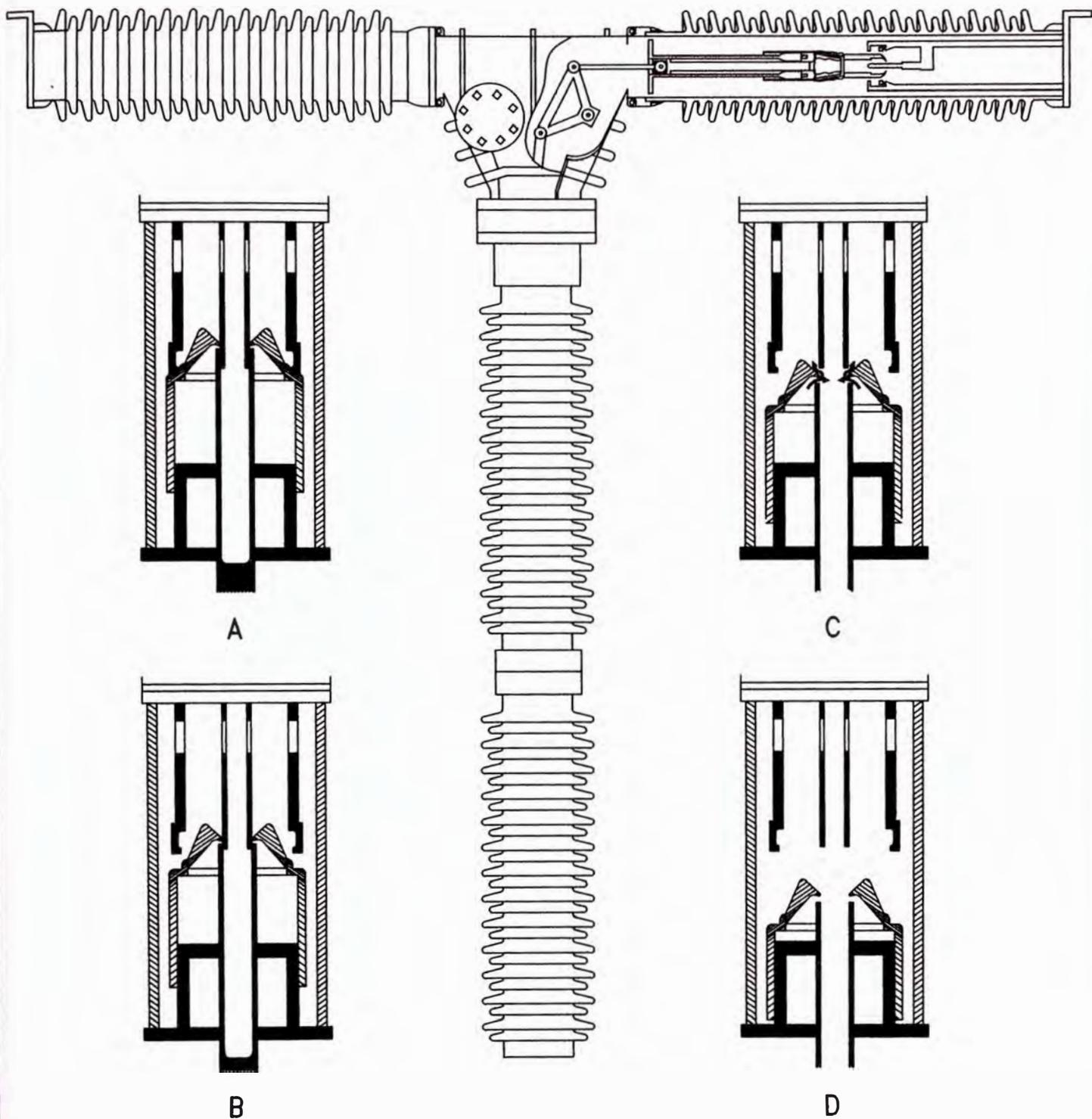
- AA021 LLAVE PARA TOMA DE MUESTRA DE ACEITE PTO. ARRIBA 15 mm
 AA022 LLAVE DE SALIDA P/MUESTRA DE ACEITE-PTO. MEDIO 15mm
 AA023 LLAVE DE SALIDA P/MUESTRA DE ACEITE- PTO. ABAJO 15mm
 AA026 LLAVE DEL CONSERVADOR 32mm
 AA145 VALVULA DE COMPUERTA PARA EL CONSERVADOR 40mm
 AA200 VALVULA DE COMPUERTA DEL RELE BUCHHOLZ 80mm
 AA345 VALVULA ENTRE EL CONSERVADOR Y LA BOLSA DE AIRE 40mm
 AA355 VALVULA DE COMPUERTA DEL TANQUE PARA TRATAMIENTO DE ACEITE. SALIDA 80mm
 AA356 VALVULA DE COMPUERTA DEL TANQUE. PARA TRATAMIENTO DE ACEITE EN TAPA 80mm
 AB004 PURGA PARA TORRECILLA A.T.
 AB005 PURGA DEL CONSERVADOR
 AB240 SALIDA DE ACEITE RESIDUAL DEL TANQUE M 52X2
 AT001 SECADOR DEL AIRE DEL CONSERVADOR

- AB120 BOLSA DE AIRE DENTRO DEL CONSERVADOR
 BQ010 VAINA PARA TERMOMETROS
 BQ011 VAINA PARA TERMOMETROS DE RESERVA
 BR050 TUBERIA PARA DRENAJE DEL CONSERVADOR 40mm
 BR107 TUBERIA ENTRE TANQUE PRINCIPAL Y EL CONSERVADOR 80mm
 BR114 TUBERIA ENTRE SECADOR DE AIRE Y CONSERVADOR 40mm
 BZ102 CONEXION PARA EVACUAR DEL CONSERVADOR
 BF050 RELE BUCHHOLZ PARA TANQUE PRINCIPAL
 CF101 RELE DE SOBREPRESION DEL CONSERVADOR 25mm
 CLO60 INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE
 CLO69 NIVEL DE ACEITE +20°C, DENTRO DEL RECIPIENTE DE EXPANSION TANQUE CONSERVADOR
 CP081 VALVULA DE ALIVIO DE PRESION DEL TANQUE PRINCIPAL
 CT031 TERMOMETRO PARA EL ACEITE DEL TANQUE PRINCIPAL
 CT033 TERMOMETRO DE IMAGEN TERMICA PARA ARROLLAMIENTO AT

VALVULAS EN DIFERENTES CONDICIONES	CT031							
OPERACION	●	●	●	●	○	○	●	●
RELLENO DE LA INDUCTANCIA	●	●	●	●	○	○	○	○
DRENAJE DE LA INDUCTANCIA	●	●	●	●	○	○	○	○
RELLENO DEL CONSERVADOR	●	●	●	●	○	○	○	○
DRENAJE DEL CONSERVADOR	●	●	●	○	○	○	○	○
CONEXIONES PARA VACIO	●	●	●	●	○	○	○	○

○ = ABIERTA ● = CERRADA

Marca: ALSTOM Tipo: KCA 5743 Subestación: COTARUSE	PLACA DE TUBERIAS INDUCTANCIA SHUNT	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	ESQUEMA EP-II-02 FECHA Oct/05 PAGINA 1/1
---	---	--	--



A

C

B

D

- A posición cerrado
- B Separacion de contactos principales
- C Separacion de contactos de arco
- D Posición abierto

Marca:	ABB Switchgear
Tipo:	LT B 420E2
Subestación:	COTARUSE

INTERRUPTOR DE DOS CAMARAS EN SF6 PRINCIPIO DE OPERACIÓN
--

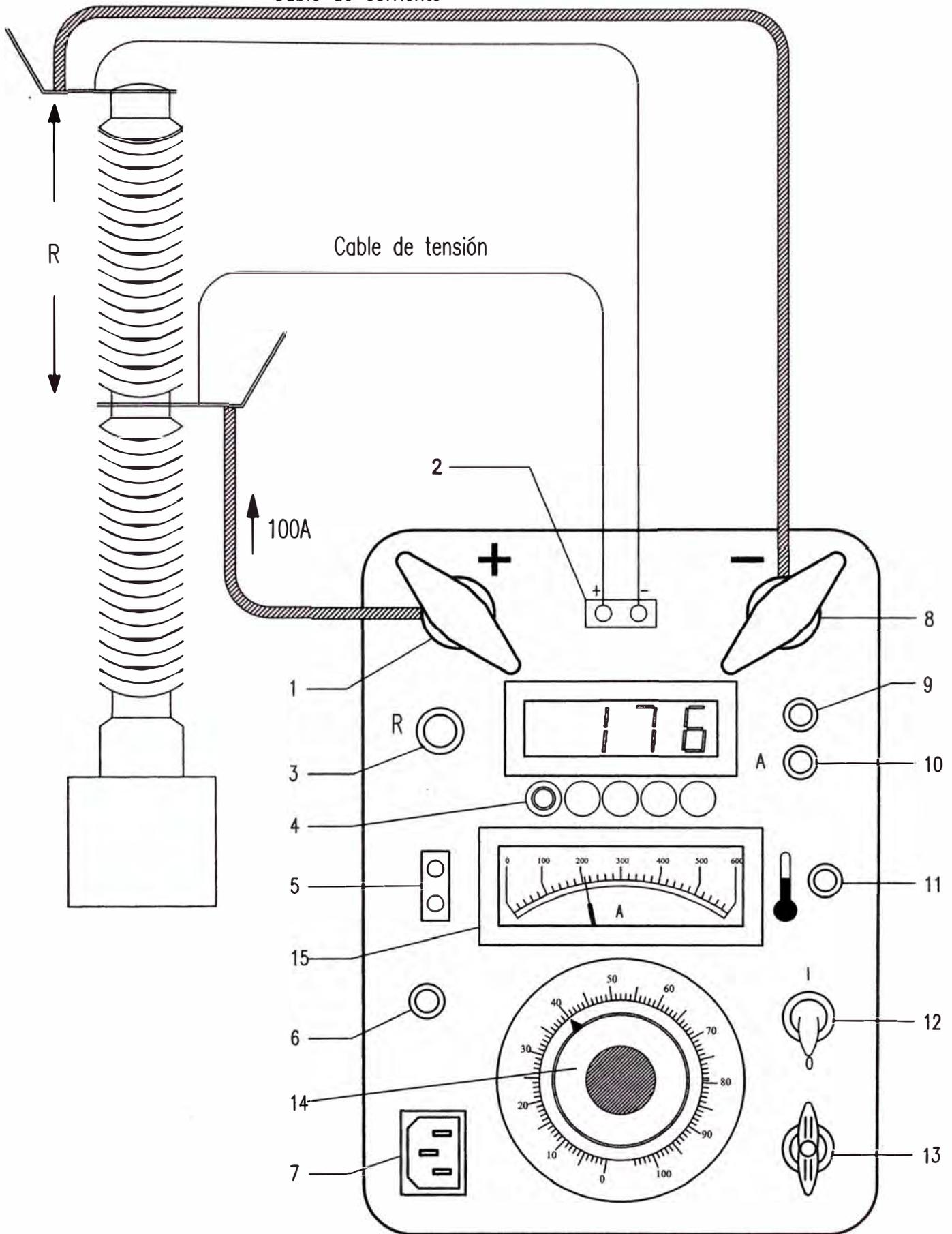
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE		EP-III-01
FECHA	PAGINA	
Oct/05	1/1	

Cable de corriente

Cable de tensión

R

100A



Marco:	PROGRAMMA
Tipo:	MOM 600A
Subestación:	

APLICACIÓN DEL MICRÓHMETRO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

FECHA
Oct/05

ESQUEMA
EP-III-02
PAGINA
1/2

**LISTADO DE COMPONENTES
DEL MICRÓHMETRO**

No.	Designación
1	Borna de intensidad positiva (+)
2	Bornas de tensión
3	Pulsador para medir la resistencia
4	Pulsadores para elegir la escala del amperímetro
5	Salida de 10mV c.c./100A
6	Borna de intensidad negativa (-)
7	Conector para alimentación del equipo 220 Vac
8	Interruptor automático
9	indicador de modo resistencia
10	Indicador de modo intensidad
11	Indicador de protección térmica activado
12	Interruptor de alimentación
13	Terminal para conectar a tierra
14	Autotransformador para ajuste de la intensidad
15	Indicador analógico de la intensidad aplicada

Marca:	PROGRAMMA	APLICACIÓN DEL MICROHMETRO	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-III-02
Tipo:	MOM 660A		Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA Oct/05	PAGINA 2/2
Subestación:					

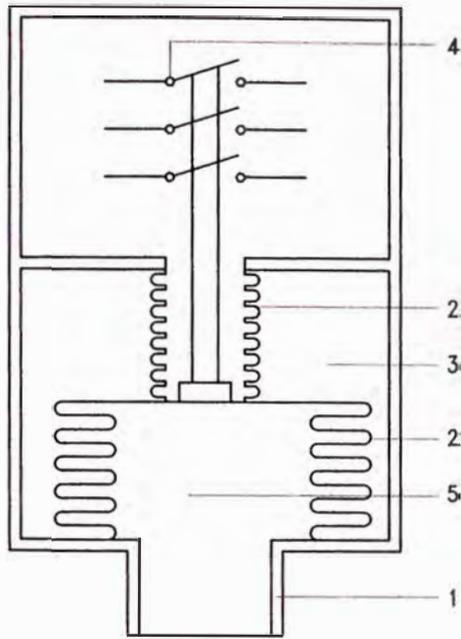
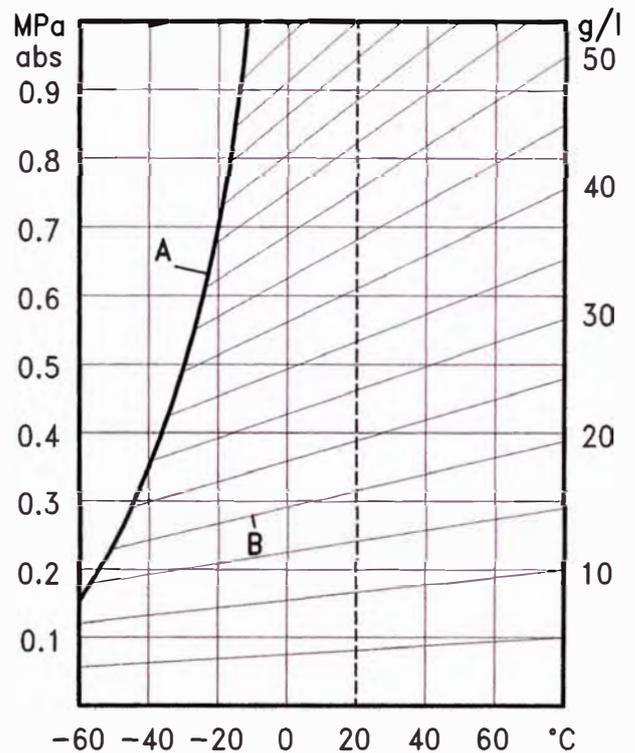


Fig. A. Diagrama esquemático del monitor de densidad

- 1 envoltura exterior
- 2 Membranas metálicas
- 3 Volumen de referencia
- 4 Micro-interruptor
- 5 Volumen de gas del interruptor

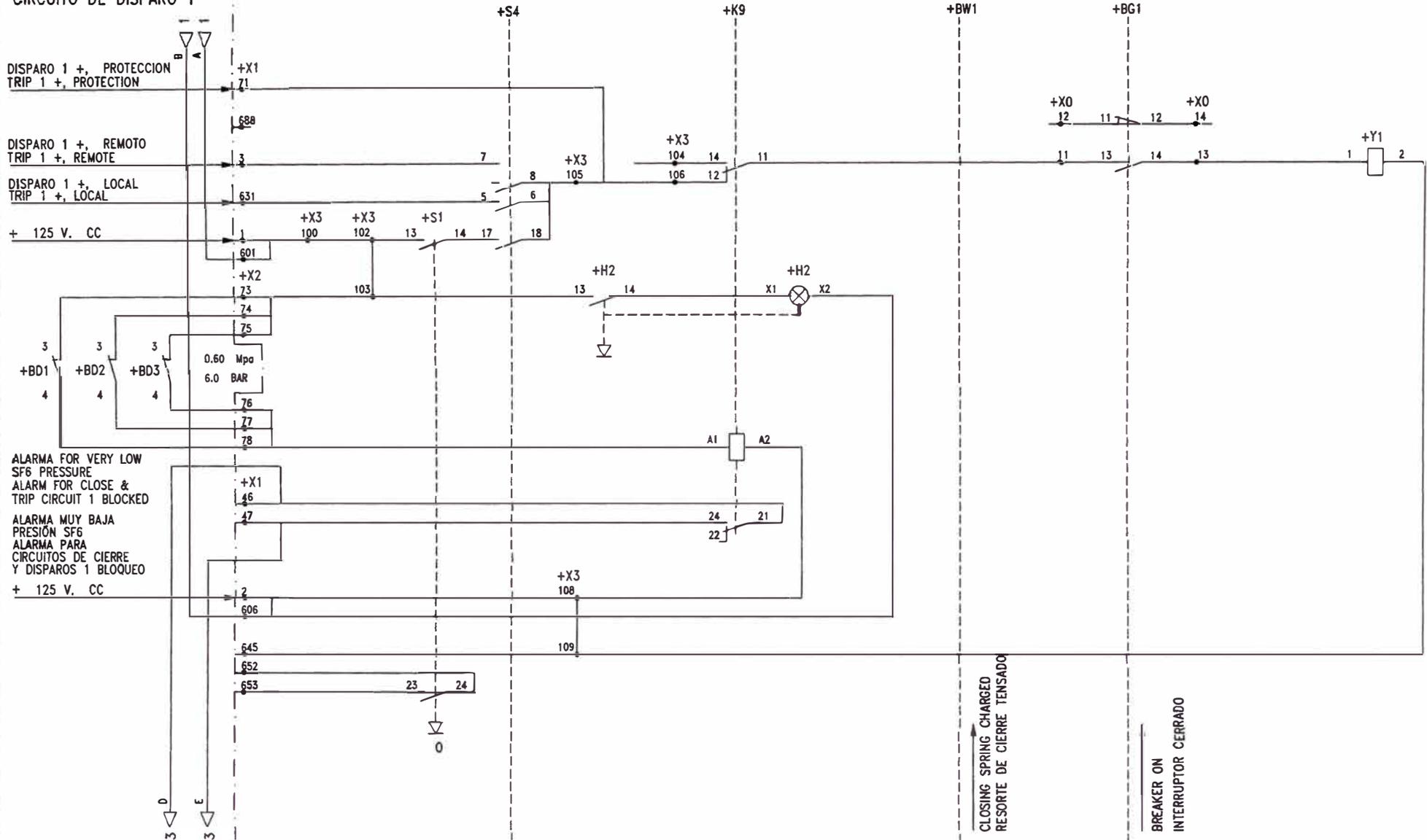
Fig. B Diagrama de presión-temperatura para gas SF₆

- A Línea de licuefacción
- B Líneas de densidad constante
- a Líneas de densidad de llenado
- b Líneas de densidad de señalización
- c Línea de densidad de bloqueo



Marca:	DIAGRAMA DE DENSIDAD Y PRESION/TEMPERATURA DEL GAS SF₆	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-III-03
Tipo:		Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE		FECHA Oct/05
Sustitución:				PAGINA 1/1

TRIP CIRCUIT 1
CIRCUITO DE DISPARO 1



Marca:	ABB
Tipo:	H P1300B1
Subestación:	COTARUSE

DIAGRAMA DE CIRCUITO
MECANISMO DE MANIOBRA BLG1002A

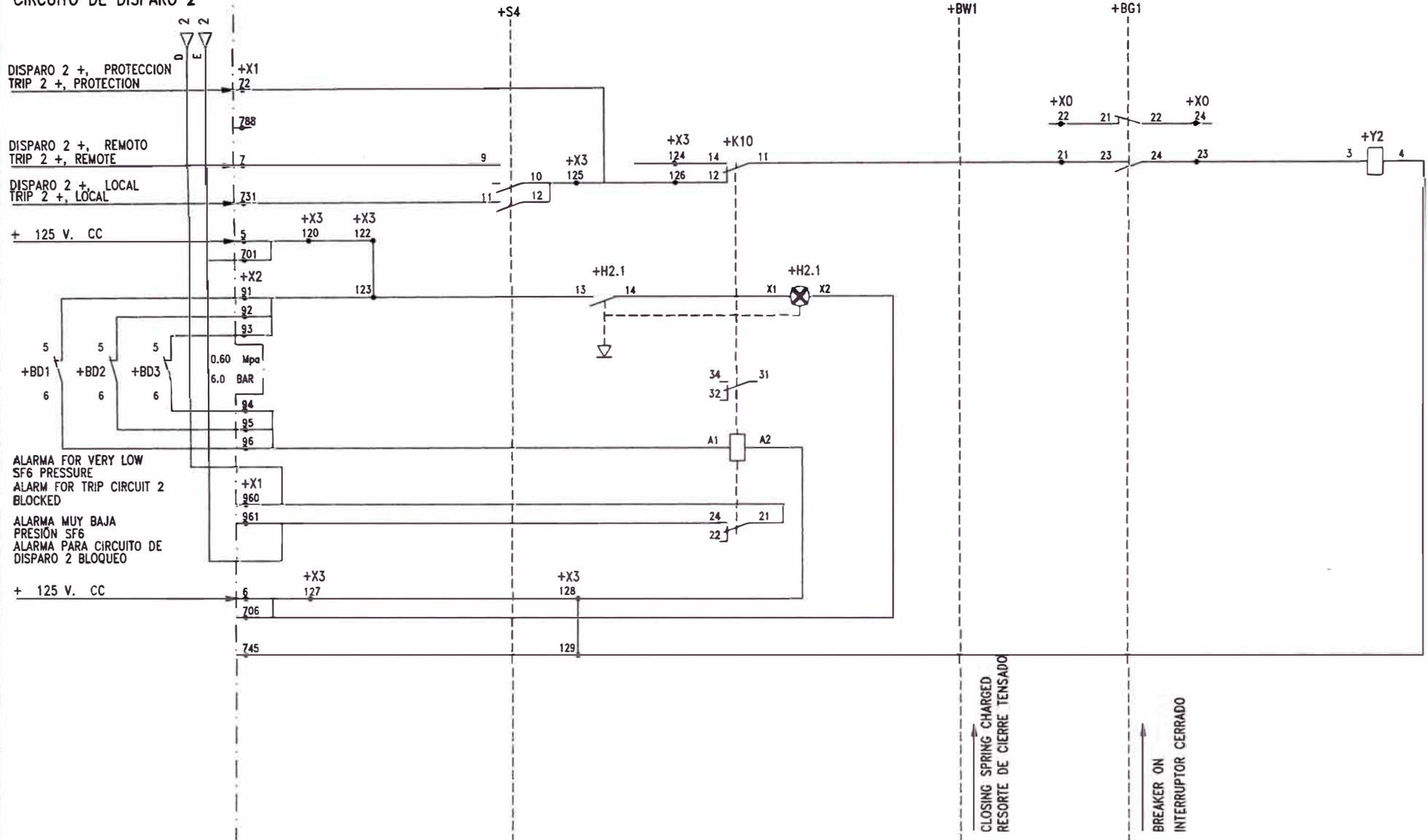
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

ESQUEMA	EP-III-04
PAGINA	2/8

FECHA
Oct/05

TRIP CIRCUIT 2
CIRCUITO DE DISPARO 2



Marca:	ABB
Tipo:	H PL300B1
Subestación:	COTARUSE

DIAGRAMA DE CIRCUITO
MECANISMO DE MANIOBRA BLG1002A

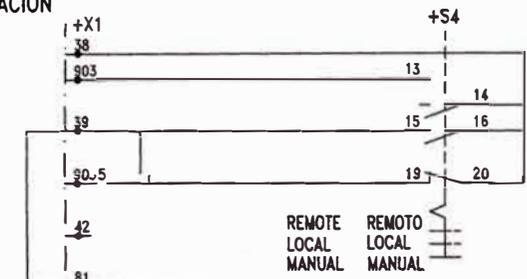
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

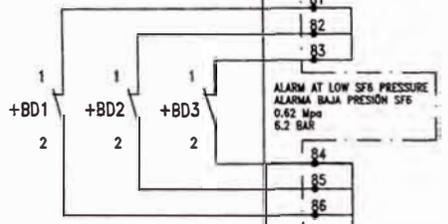
ESQUEMA	PAGINA
EP-III-04	
FECHA	
Oct/05	3/8

SIGNAL CONTACTS
CONTACTOS DE SEÑALIZACIÓN

ALARMA FOR COMAND AT
LOCAL AND MANUAL
ALARMA MANDO
LOCAL Y MANUAL



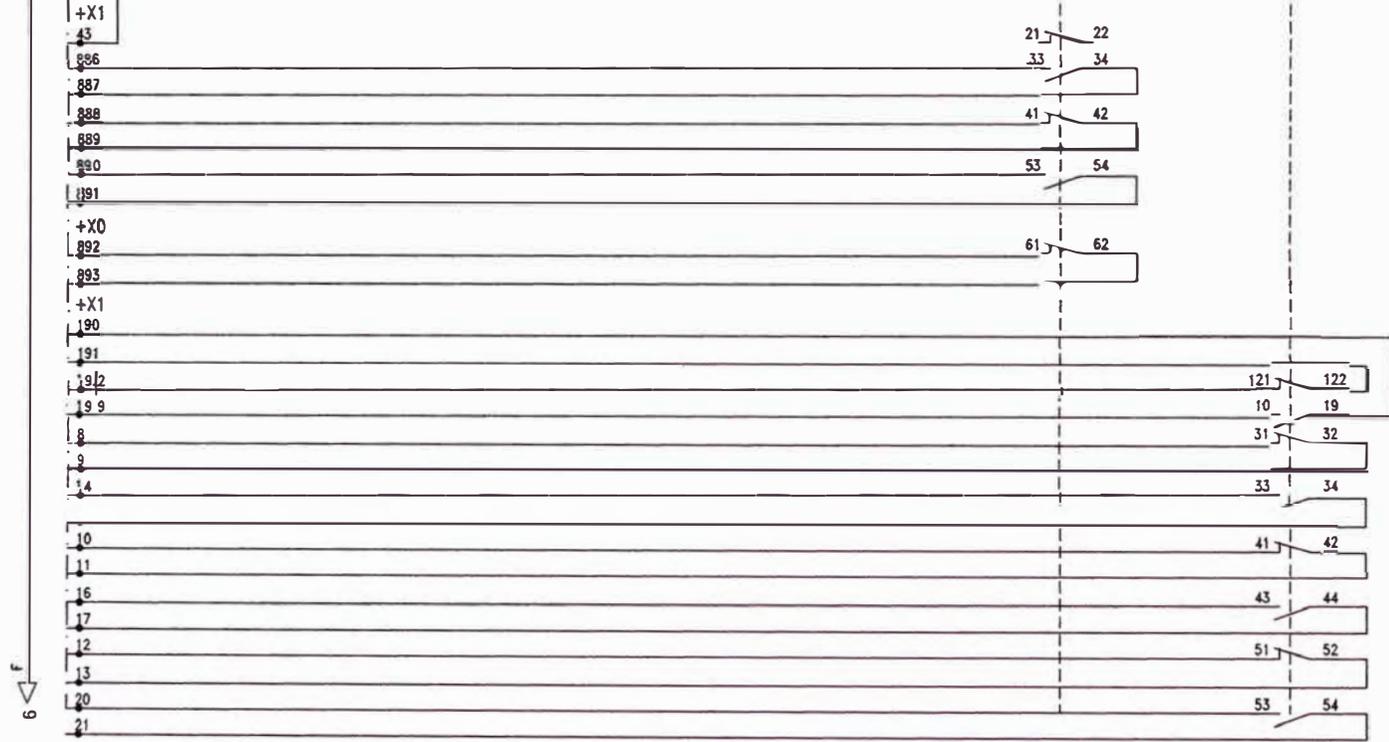
REMOTE LOCAL MANUAL
REMOTO LOCAL MANUAL



ALARM AT LOW SF6 PRESSURE
ALARMA BAJA PRESIÓN SF6
0.62 Mpa
6.2 BAR

LIMIT SWITCH
INTERRUPTOR DE FIN
CARRERA

AUXILIARY CONTACTS
CONTACTOS AUXILIARES



+BW1 +BG1

CLOSING SPRING CHARGED
RESORTE DE CIERRE TENSADO

BREAKER ON
INTERRUPTOR CERRADO

CONDITION MONITORING CONTACTS
CONTACTOS DE CONTROL DE
CONDICIÓN DEL INTERRUPTOR

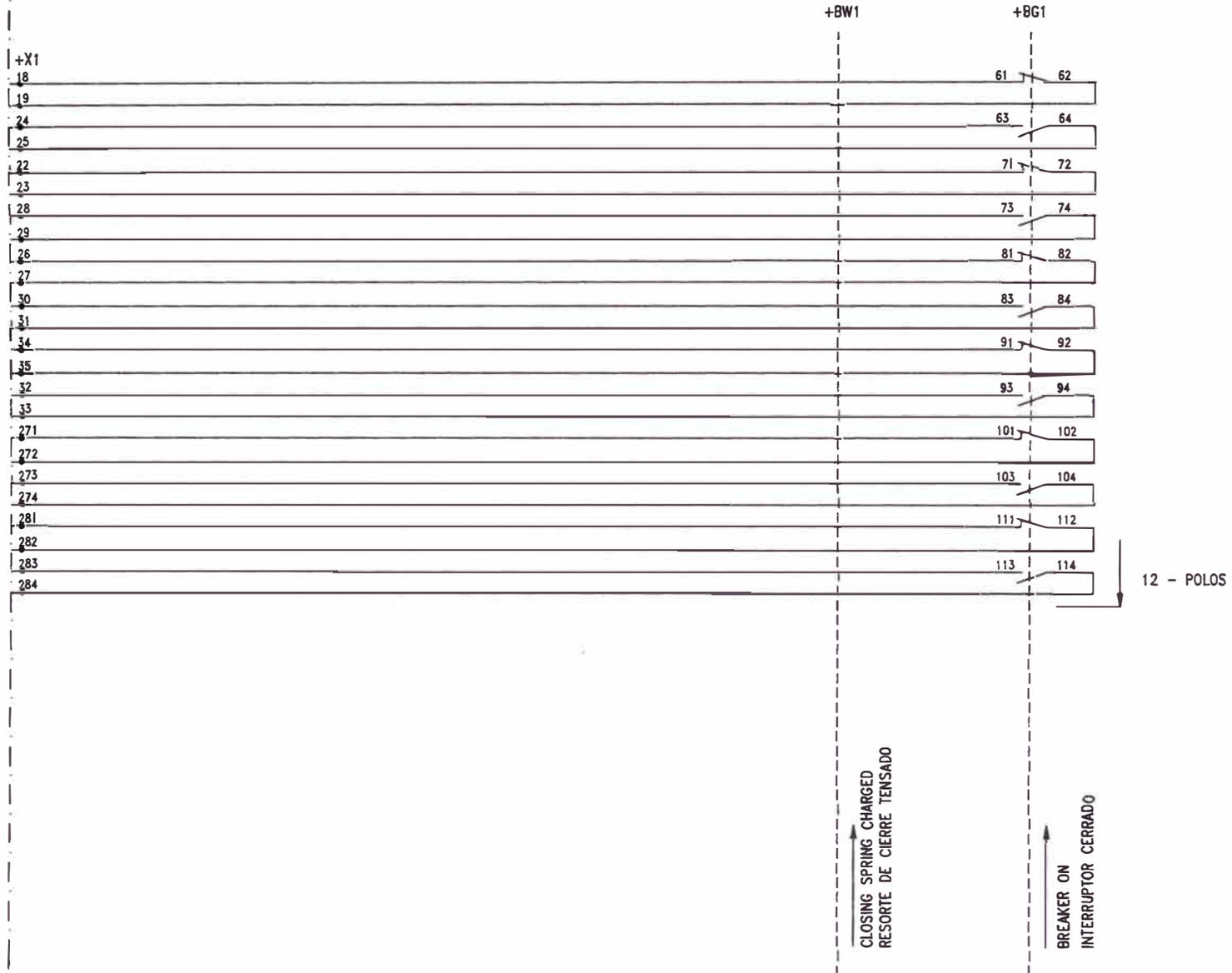
Marca:	ABB
Tipo:	H PL300B1
Sub estación:	COTARUSE

DIAGRAMA DE CIRCUITO
MECANISMO DE MANIOBRA BLG1002A

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	
Nombre:	MARCIAL CONCHATUPA QUISPE
FECHA:	Oct/05

ESQUEMA	EP-III-04
PAGINA	4/8

AUXILIARY CONTACTS
CONTACTOS AUXILIARES



Marca:	ABB
Tipo:	HPL300B1
Subestación:	COTARUSE

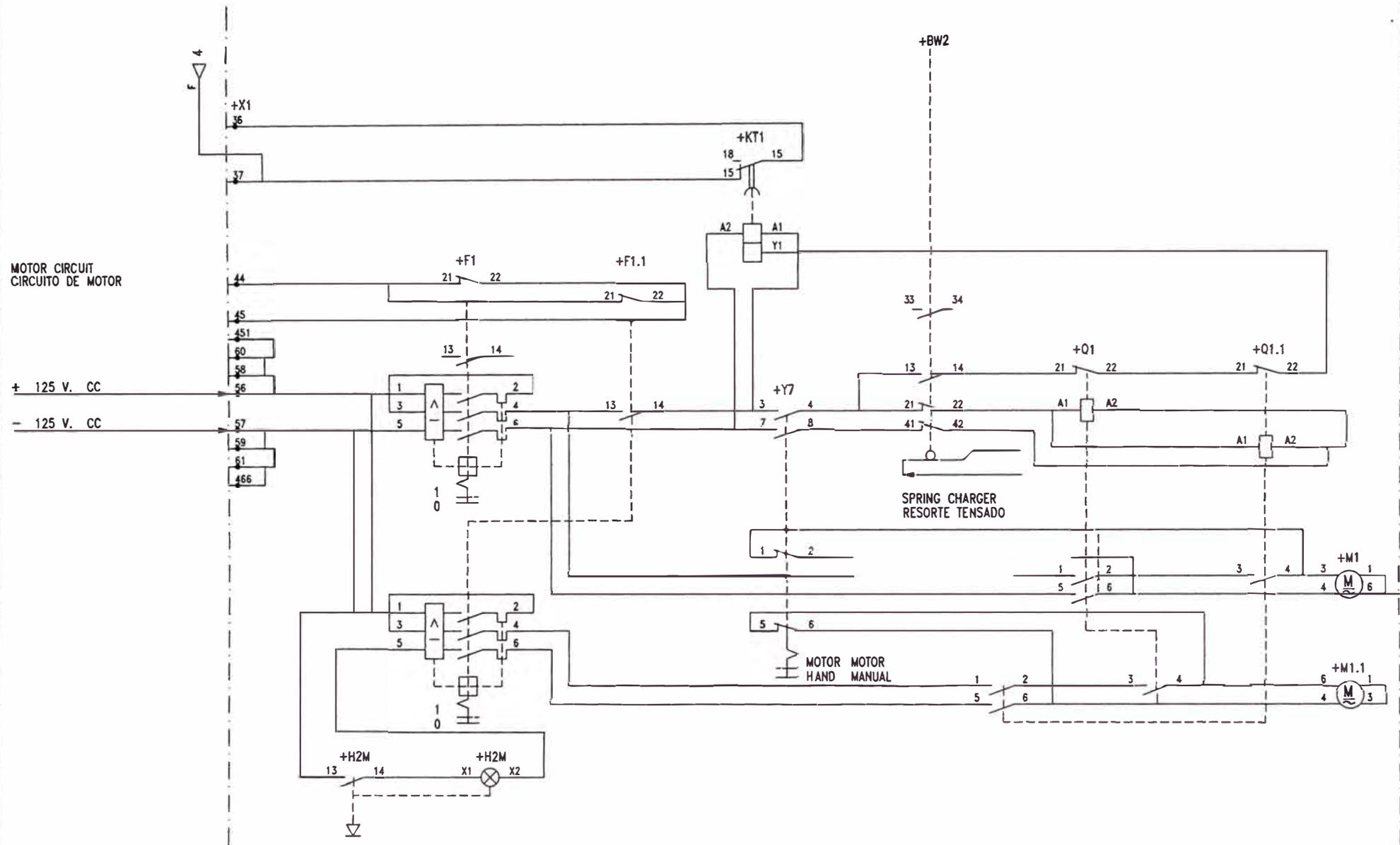
DIAGRAMA DE CIRCUITO
MECANISMO DE MANIOBRA BLG1002A

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

ESQUEMA	EP-III-04
PAGINA	5/8

FECHA
Oct/05



MOTOR CIRCUIT
CIRCUITO DE MOTOR

+ 125 V. CC

- 125 V. CC

+BW2

+KT1
18 15
15 1

+F1 21 22
+F1.1 21 22

1 2
3 4
5 6
1 0

+Y7 3 7
4 8

33 34

+Q1 21 22
+Q1.1 21 22

A1 A2
A1 A2

SPRING CHARGER
RESORTE TENSADO

1 2

1 2 3 4 5 6
+M1 1 6

1 2
3 4
5 6
1 0

MOTOR HAND
MOTOR MANUAL

1 2 3 4 5 6
+M1.1 1 3

+H2M 13 14
+H2M X1 X2

Marca:	ABB
Tipo:	HPL30 OB 1
Sube a ción	CÔTARIUS E

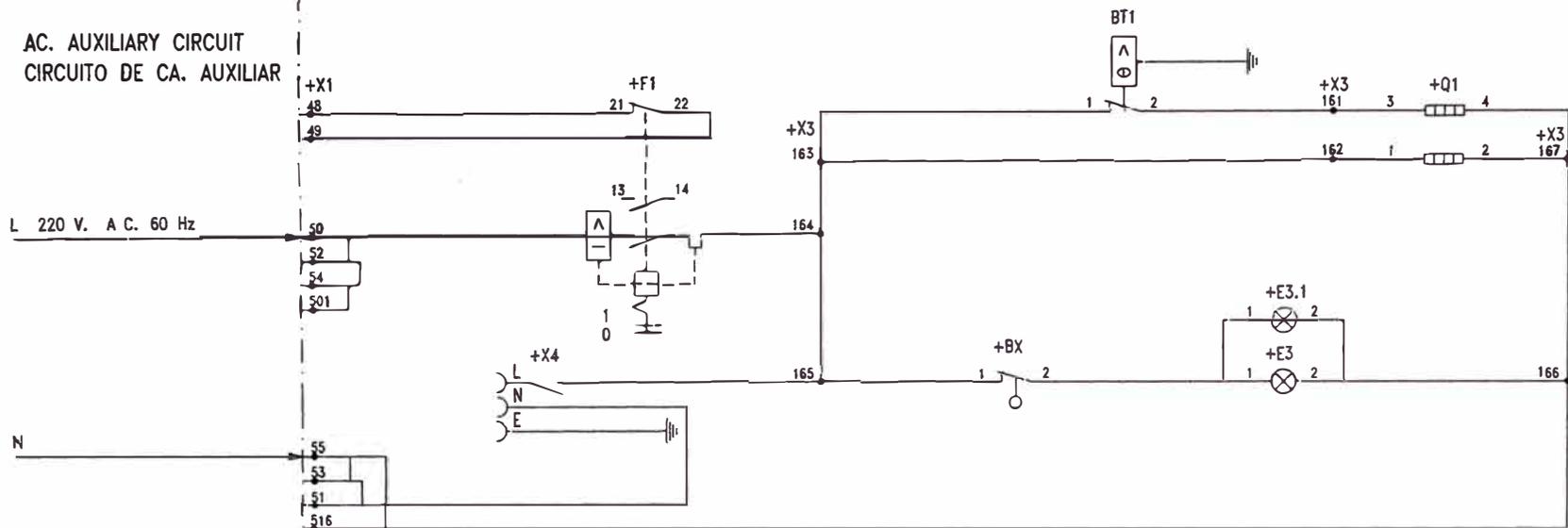
DIAGRAMA DE CIRCUITO
MECANISMO DE MANIOBRA BLG1002A

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

ESQUEMA
EP-III-04
PAGINA
6/8

FECHA
Oct/05

AC. AUXILIARY CIRCUIT
CIRCUITO DE CA. AUXILIAR



Marca:	ABB
Tipo:	H P1300B1
Sustentación:	COTARUSE

DIAGRAMA DE CIRCUITO
MECANISMO DE MANIOBRA BLG1002A

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

ESQUEMA	EP-III-04
PAGINA	7/8

FECHA
Oct/05

CIRCUIT DIAGRAM SHOWS OPERATING MECHANISM WHEN CIRCUIT BREAKER IS IN OFF POSITION NOT PRESSURIZED, CLOSING SPRING UNCHARGED, HANDCRANK ADAPTED AND CIRCUITS DE-ENERGIZED.

ITEM	DESIGNATION
BD1-3	DENSITY SWITCH 2)
BG1	AUXILIARY CONTACT
BN	COUNTER
BT1	THERMOSTAT
BW	LIMIT SWITCH
BX	DOOR SWITCH (ILUMINATION)
E1	HEATER (CONTINUOUS CONNECTED)
E2	HEATER (THERMOSTAT CONTROLLED)
E3, E3.1	LAMP
F1, F1.1	DIRECT-ON-LINE MOTORSTARTER (M. C. B)
F2	MINIATURE CIRCUIT BREAKER (AC CIRCUIT)
H2	SIGNAL LAMP (FOR TRIP 1 AND CLOSE OPERATING VOLTAGE)
H2.1	SIGNAL LAMP (FOR TRIP 2 OPERATING VOLTAGE)
H2M	SIGNAL LAMP (FOR MOTOR OPERATING VOLTAGE)
KT1	TIME DELAY RELAY (SPRING CHARGE FAILURE)
K3	ANTIPUMPING RELAY
K9	INTERLOCKING RELAY (GAS SUPERVISION) (CLOSE/TRIP 1)
K10	INTERLOCKING RELAY (GAS SUPERVISION) (TRIP 2)
M1, M1.1	MOTOR
Q1, Q1.1	CONTACTOR
S1	PUSH BUTTON (TRIP)
S3	PUSH-BUTTON (CLOSE)
S4	SELECTOR SWITCH (OPERATION)
X0	TERMINAL BLOCK (INTERNAL)
X1	TERMINAL BLOCK (EXTERNAL)
X2	TERMINAL BLOCK (INTERNAL) (GAS SUPERVISION) 2)
X3	TERMINAL BLOCK (INTERNAL)
X4	SOCKET OUTLET (UK13)
Y1	SHUNT TRIP COIL 1
Y2	SUNT TRIP COIL 2
Y3	CLOSING COIL
Y7	BLOCKING CONTACT (HANDCRANK ADAPTED)

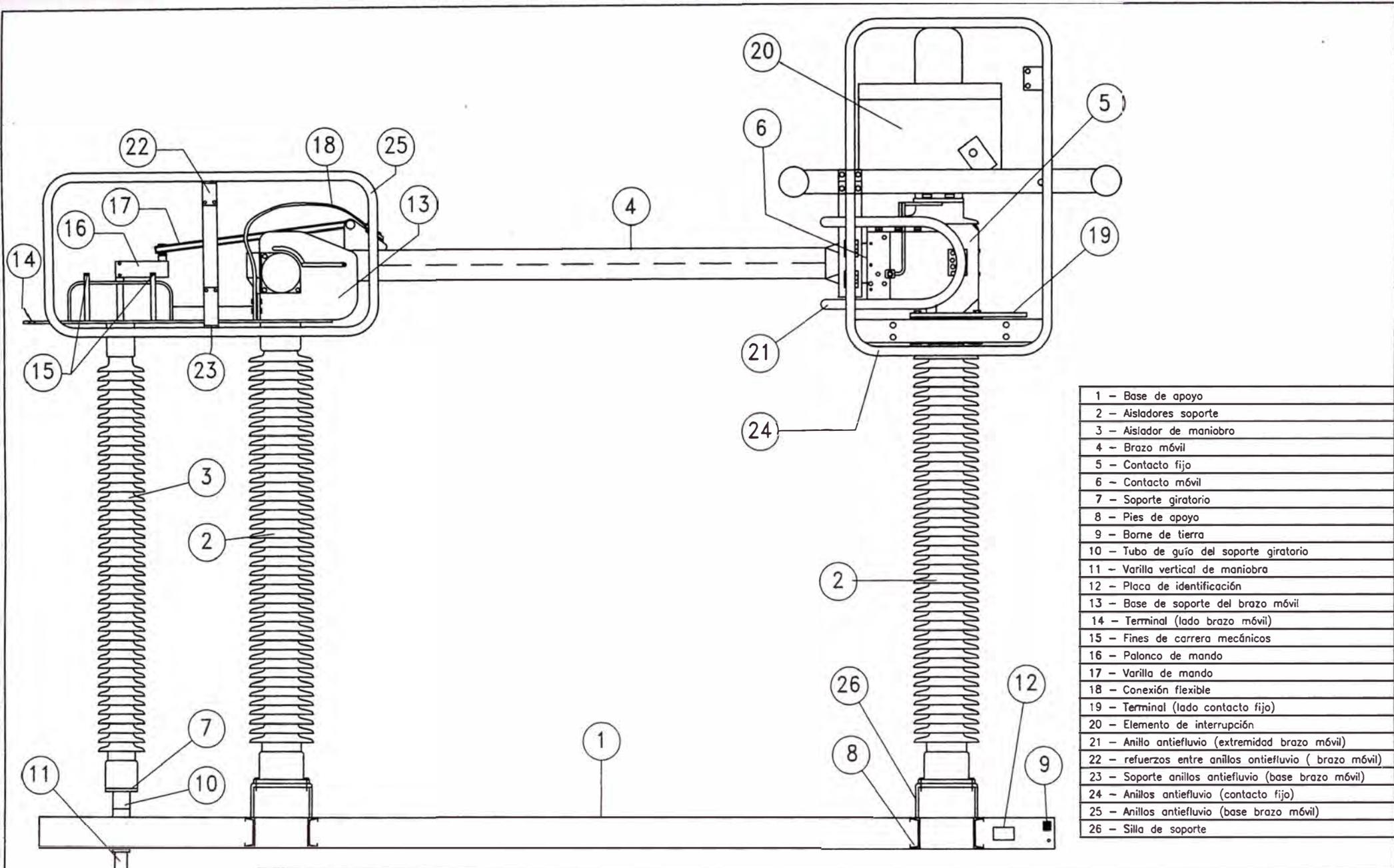
2) TO BE CONNECTED ON SITE WHEN INSTALLING

EL DIAGRAMA MUESTRA EL MECANISMO DE MANIOBRA CUANDO EL INTERRUPTOR ESTÁ EN POSICIÓN ABIERTA, NO PRESURIZADO, LOS RESORTES DEL MECANISMO NO ESTÁN TENSADOS, LA MANIVELA ESTÁ INSERTADA Y LAS BOBINAS DESENERGIZADAS.

ITEM	DESIGNACIÓN
BD1-3	PRESOSTATO 2)
BG1	CONTACTO AUXILIAR
BN	CONTADOR
BT1	TERMOSTATO
BW	INTERRUPTOR DE FIN DE CARRERA
BX	CONTACTO DE PUERTA (ILUMINACIÓN)
E1	CALENTADOR (CONTINUAMENTE CONECTADO)
E2	CALENTADOR (CONTROLADO POR TERMOSTATO)
E3, E3.1	LÁMPARA
F1, F1.1	ARRANCADOR DE MOTOR
F2	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO (CIRCUITO DE CA)
H2	LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN (PARA DISPARO 1 Y CIERRE, CIRCUITO PRINCIPAL)
H2.1	LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN (PARA DISPARO 2, CIRCUITO DE RESPALDO)
H2M	LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN (PARA TENSIÓN DE MOTOR)
KT1	RELÉ DE RETARDO (RESORTE NO TENSADO)
K3	RELÉ DE ANTIBOMBEO
K9	RELÉ DE BLOQUEO (SUPERVISIÓN DE GAS) (CIERRE/DISPARO 1)
K10	RELÉ DE BLOQUEO (SUPERVISIÓN DE GAS) (DISPARO 2)
M1, M1.1	MOTOR
Q1, Q1.1	CONTACTOR
S1	PULSADOR DE APERTURA
S3	PULSADOR DE CIERRE
S4	SELECTOR (MANIOBRA)
X0	BORNERA INTERNO
X1	BORNERA (EXTERNO)
X2	BORNERA(INTERNO) (SUPERVISIÓN DE GAS)
X3	BORNERA (INTERNO)
X4	ENCHUFE (UK13)
Y1	BOBINA DE DISPARO 1
Y2	BOBINA DE DISPARO 2
Y3	BOBINA DE CIERRE
Y7	CONTACTO DE BLOQUEO (MANIVELA APLICADA)

2) A CONECTARSE EN LA OBRA DURANTE LA INSTALACIÓN.

Marca: ABB	DIAGRAMA DE CIRCUITO MECANISMO DE MANIOBRA BLG1002A	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-III-04
Tipo: H PL300B1		Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE		PAGINA
Sub esta ción: COTARUSE				FECHA Oct/05



1 - Base de apoyo
2 - Aisladores soporte
3 - Aislador de maniobra
4 - Brazo móvil
5 - Contacto fijo
6 - Contacto móvil
7 - Soporte giratorio
8 - Pies de apoyo
9 - Borne de tierra
10 - Tubo de guío del soporte giratorio
11 - Varilla vertical de maniobra
12 - Placa de identificación
13 - Base de soporte del brazo móvil
14 - Terminal (lado brazo móvil)
15 - Fines de carrera mecánicas
16 - Palanco de mando
17 - Varilla de mando
18 - Conexión flexible
19 - Terminal (lado contacto fijo)
20 - Elemento de interrupción
21 - Anillo antiefluvio (extremidad brazo móvil)
22 - refuerzos entre anillos antiefluvio (brazo móvil)
23 - Soporte anillos antiefluvio (base brazo móvil)
24 - Anillos antiefluvio (contacto fijo)
25 - Anillos antiefluvio (base brazo móvil)
26 - Silla de soporte

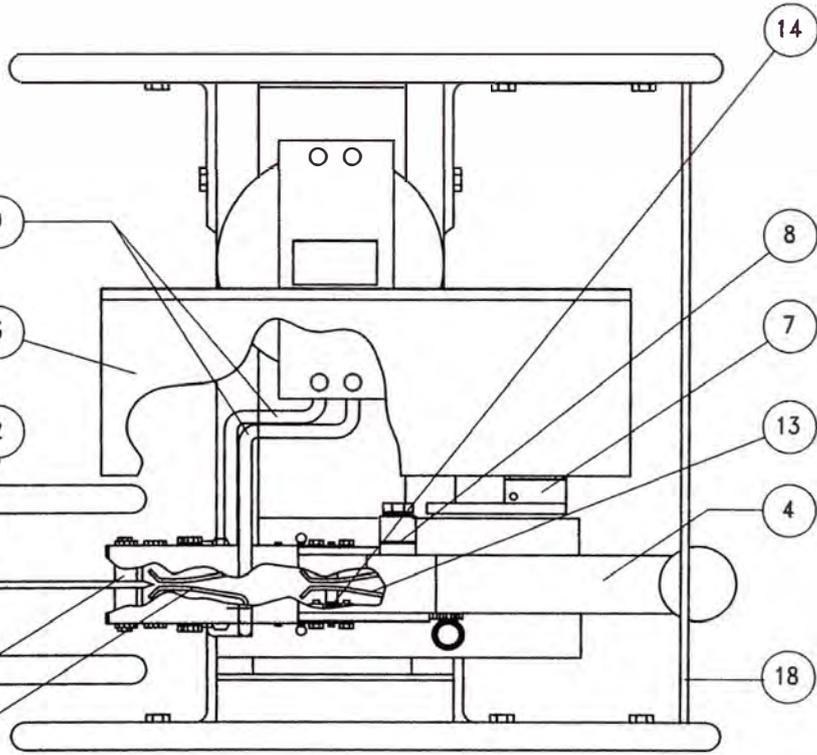
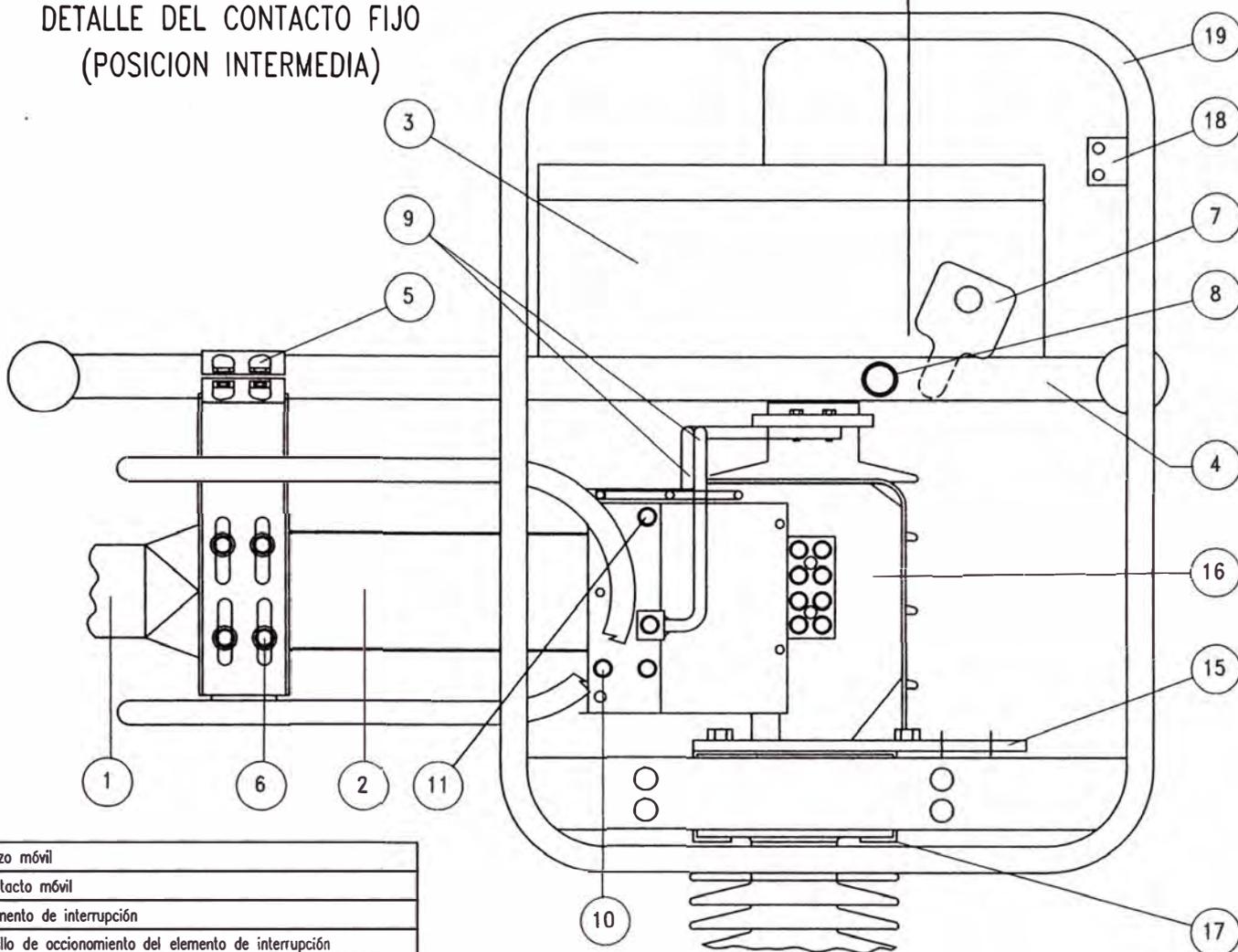
Marca:	COELME
Tipo:	SLOB 1175-2000
Subestación:	COTARUSE

POLO DEL SECCIONADOR
SLOB

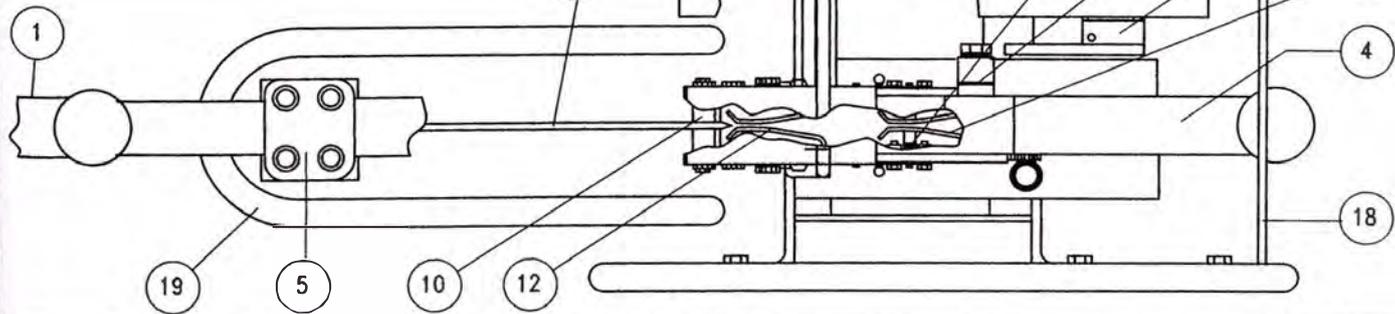
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-IV-01
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA Oct/05	PAGINA 1/2

DETALLE DEL CONTACTO FIJO (POSICION INTERMEDIA)

290 mm →



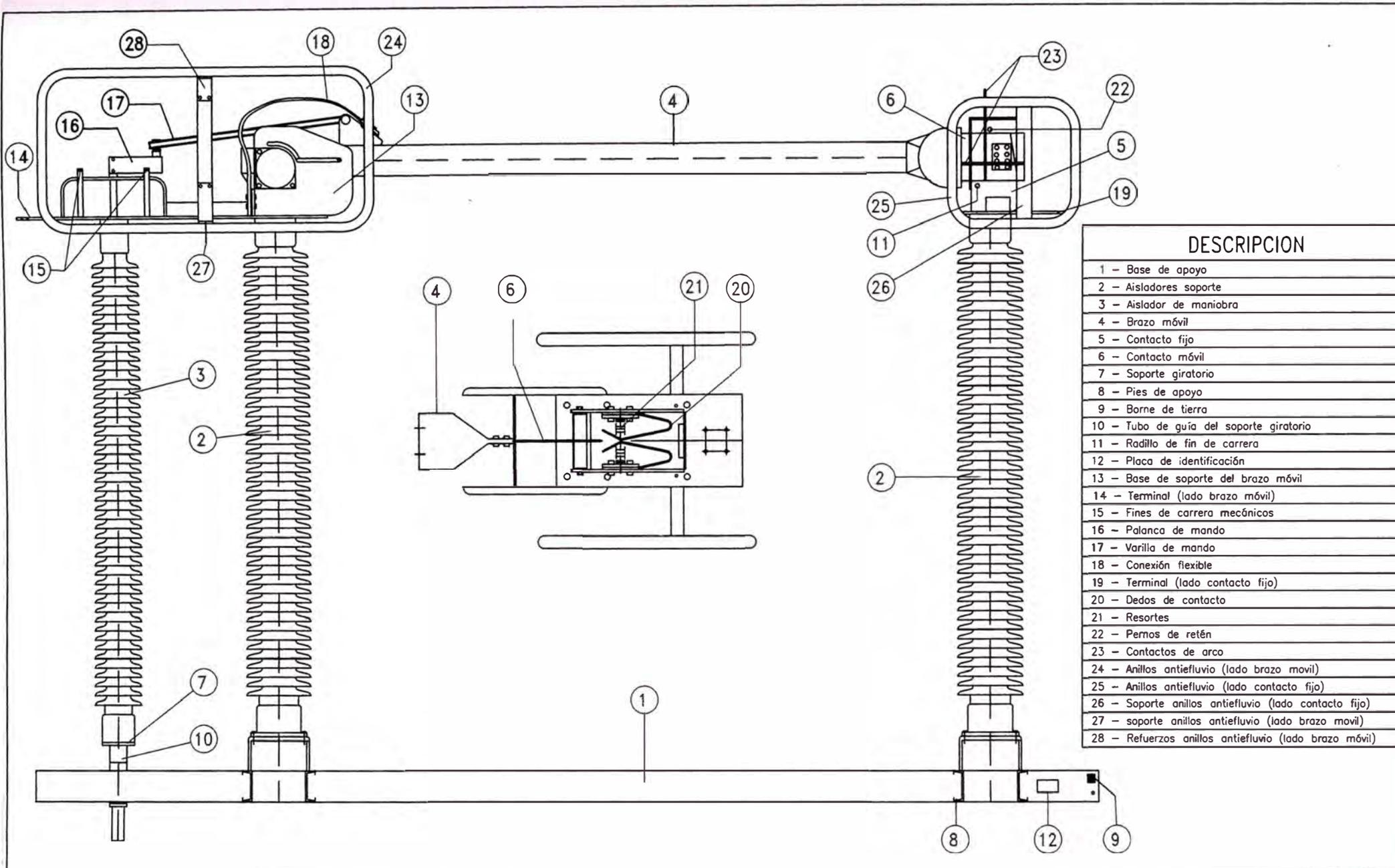
1	Brazo móvil
2	Contacto móvil
3	Elemento de interrupción
4	Vorillo de accionamiento del elemento de interrupción
5	Morsa de soporte de la varilla de accionamiento
6	Tamillos de sujeción del soporte de la varilla de accionamiento
7	Palanca de accionamiento del elemento de interrupción
8	Perno de accionamiento del elemento de interrupción
9	Barros de conexión
10	Rodillo de fin de carrero
11	Perno de retén
12	Dedos auxiliares de contacto
13	Dedos principales de contacto
14	Resortes
15	Terminal
16	Caja de soporte de los dedos
17	Placo de base
18	Refuerzo entre los anillos antiéfluvio
19	Anillos antiéfluvio



Marca:	COELME
Tipo:	SLOB 1175-2000
Subestación:	COTARUSE

DETALLE DEL CONTACTO FIJO SLOB

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-IV-01
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA Oct/05	PAGINA 2/2



DESCRIPCION

1 - Base de apoyo
2 - Aisladores soporte
3 - Aislador de maniobra
4 - Brazo móvil
5 - Contacto fijo
6 - Contacto móvil
7 - Soporte giratorio
8 - Pies de apoyo
9 - Borne de tierra
10 - Tubo de guía del soporte giratorio
11 - Radillo de fin de carrera
12 - Placa de identificación
13 - Base de soporte del brazo móvil
14 - Terminal (lado brazo móvil)
15 - Fines de carrera mecánicos
16 - Palanca de mando
17 - Varilla de mando
18 - Conexión flexible
19 - Terminal (lado contacto fijo)
20 - Dedos de contacto
21 - Resortes
22 - Pernos de retén
23 - Contactos de arco
24 - Anillos antiefluvio (lado brazo móvil)
25 - Anillos antiefluvio (lado contacto fijo)
26 - Soporte anillos antiefluvio (lado contacto fijo)
27 - soporte anillos antiefluvio (lado brazo móvil)
28 - Refuerzos anillos antiefluvio (lado brazo móvil)

Marca:	COELME
Tipo:	SLOBT 1175-2000
Subestación:	COTARUSE

POLO DEL SECCIONADOR SLOBT

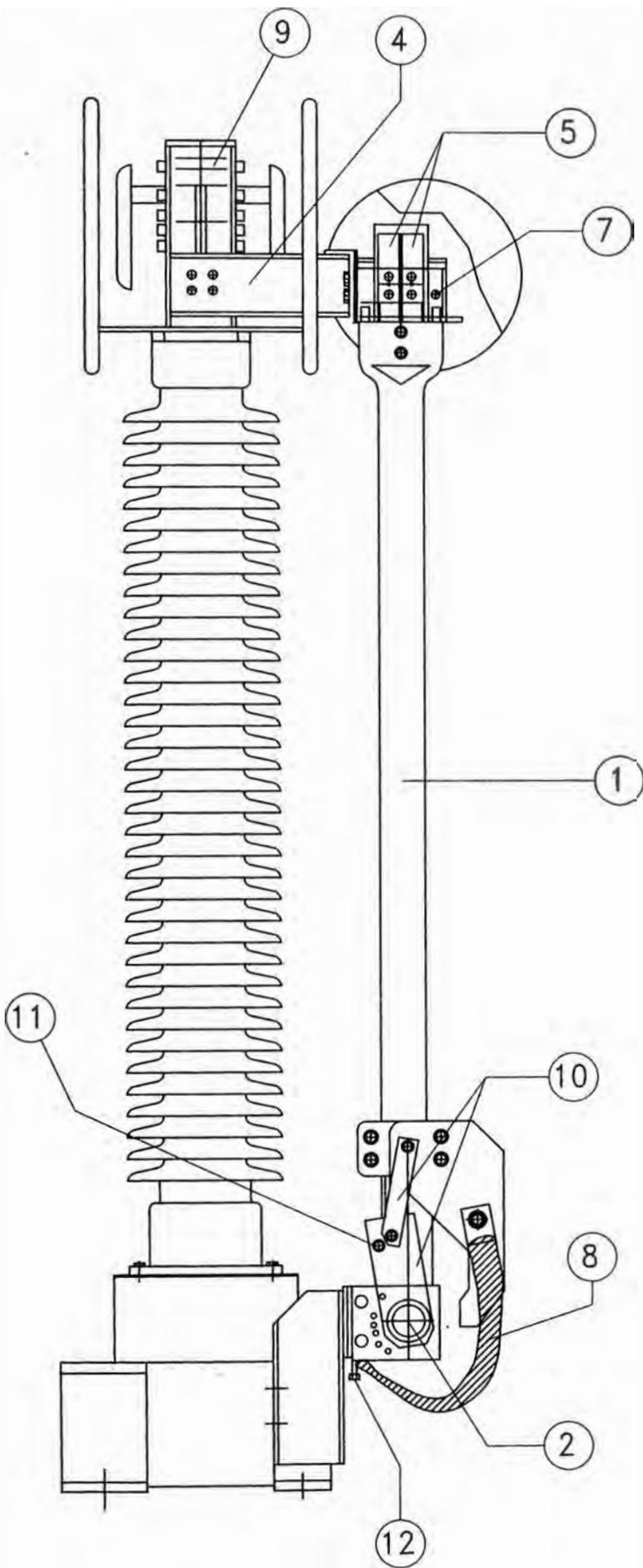
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

FECHA
Oct/05

ESQUEMA
EP-IV-02

PAGINA
1/2



DESCRIPCION

- 1 - Brazo móvil
- 2 - Eje horizontal
- 3 - Contacto móvil
- 4 - Contacto fijo seccionador de tierra
- 5 - Dedos de contacto
- 6 - Resortes
- 7 - Pernos de Retén
- 8 - Trenzas flexibles
- 9 - Contacto fijo seccionador de línea
- 10 - Palanca de "introducción" del brazo
- 11 - Fin de carrera mecánico en "cerrado"
- 12 - Fin de carreramecánico en "abierto"

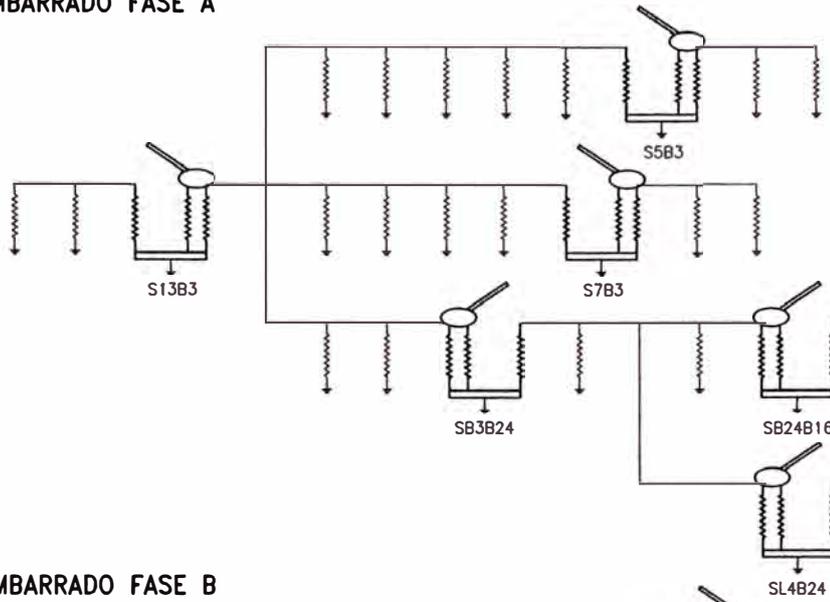
Marca: COELME
 Tipo: SLOBT 1175-2000
 Subestación: COTARUSE

POLO DEL SECCIONADOR SLOBT
 POLO DE SECCIONADOR DE TIERRA

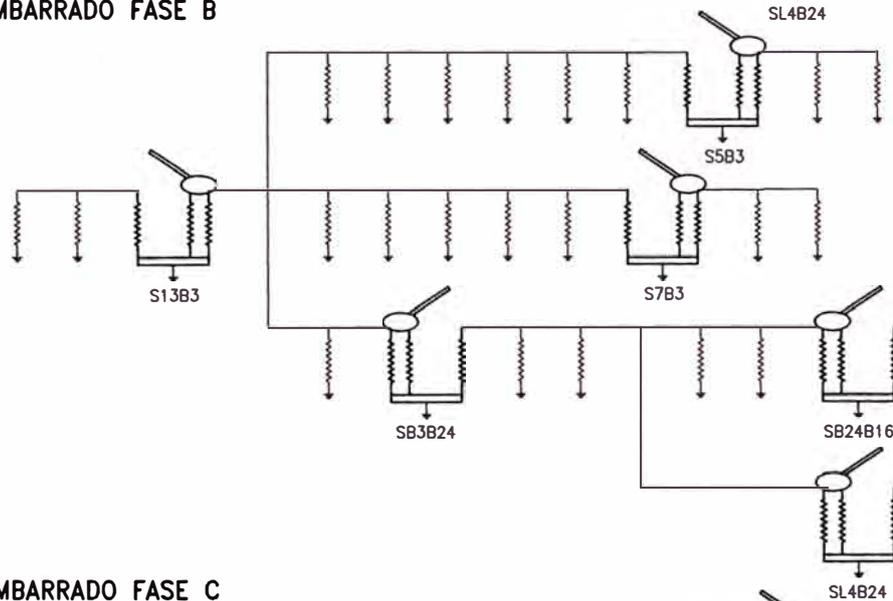
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
 Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE
 FECHA: Oct/05
 PAGINA: 2/2

ESQUEMA EP-IV-02

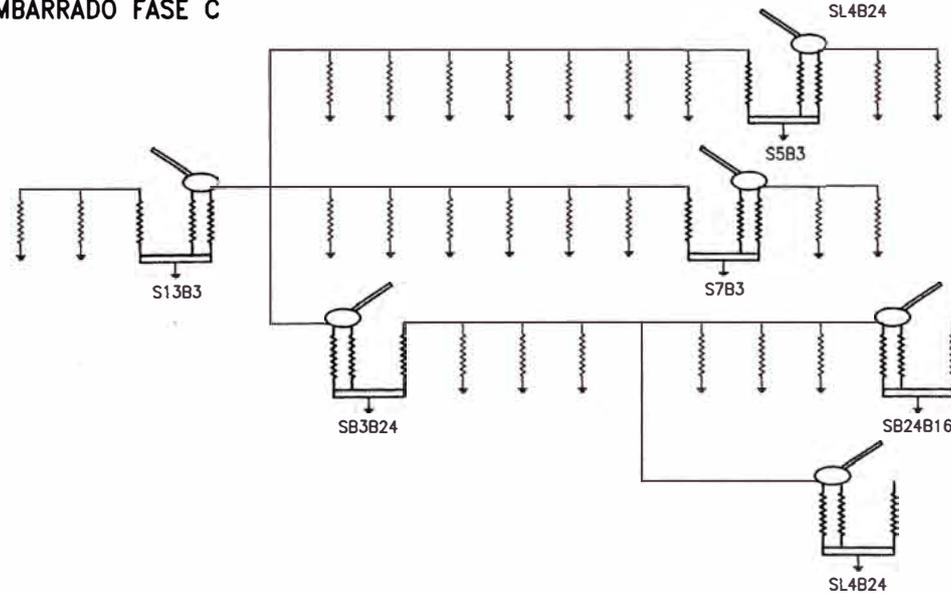
EMBARRADO FASE A



EMBARRADO FASE B



EMBARRADO FASE C



Marca: COELME
 Tipo:
 Subestación: COTARUSE

ESQUEMA DE MEGADO
 DE SECCIONADORES
 S5B3, S7B3, S13B3, SB3B24

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

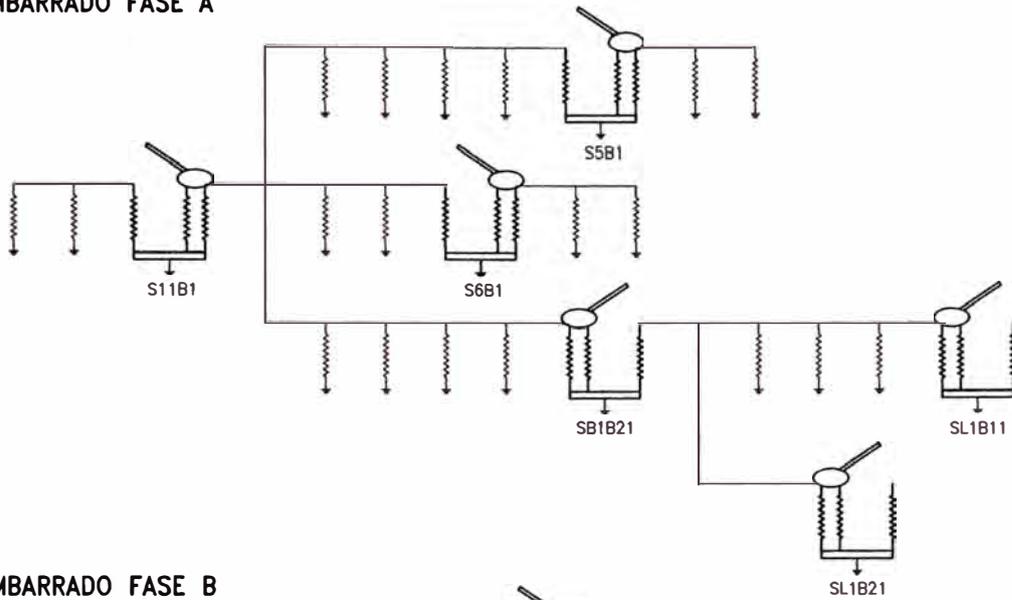
ESQUEMA
 EP-IV-03

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

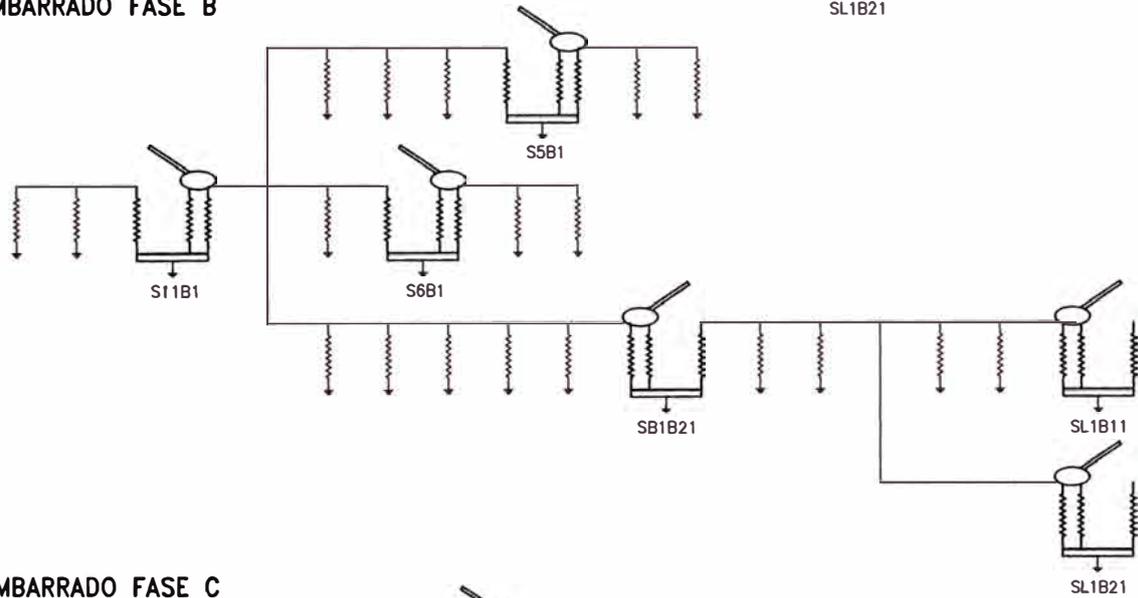
FECHA
 Oct/05

PAGINA
 1/8

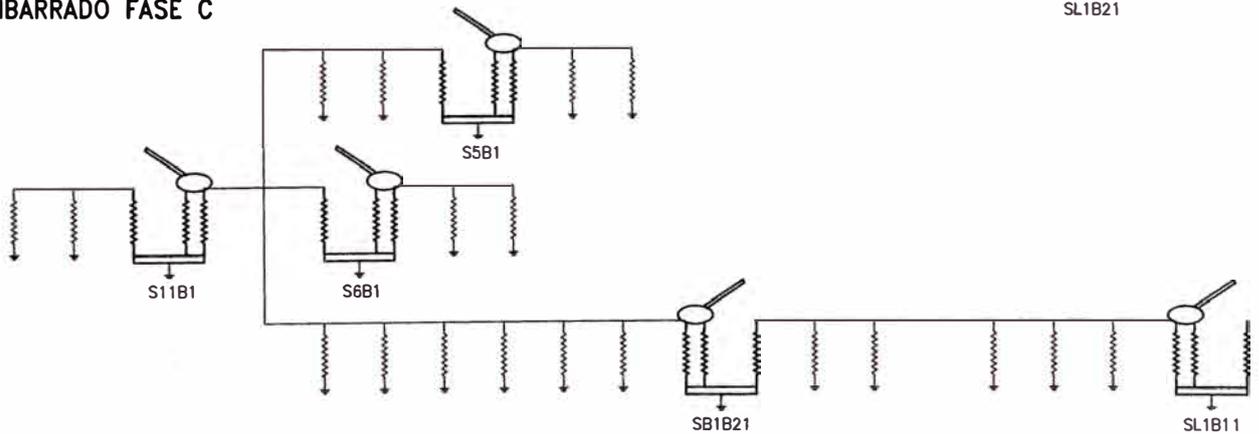
EMBARRADO FASE A



EMBARRADO FASE B

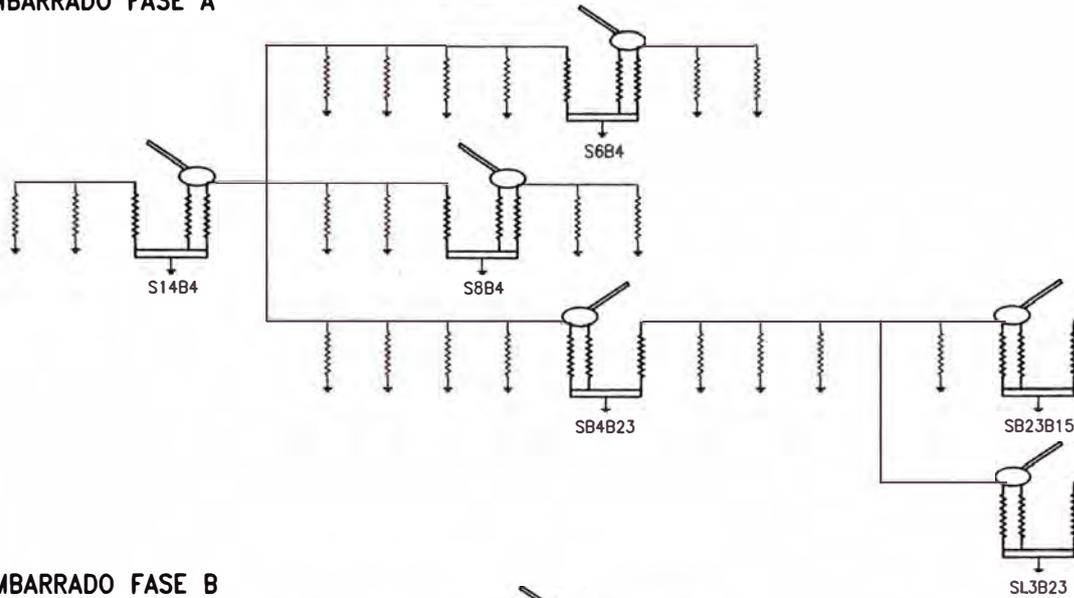


EMBARRADO FASE C

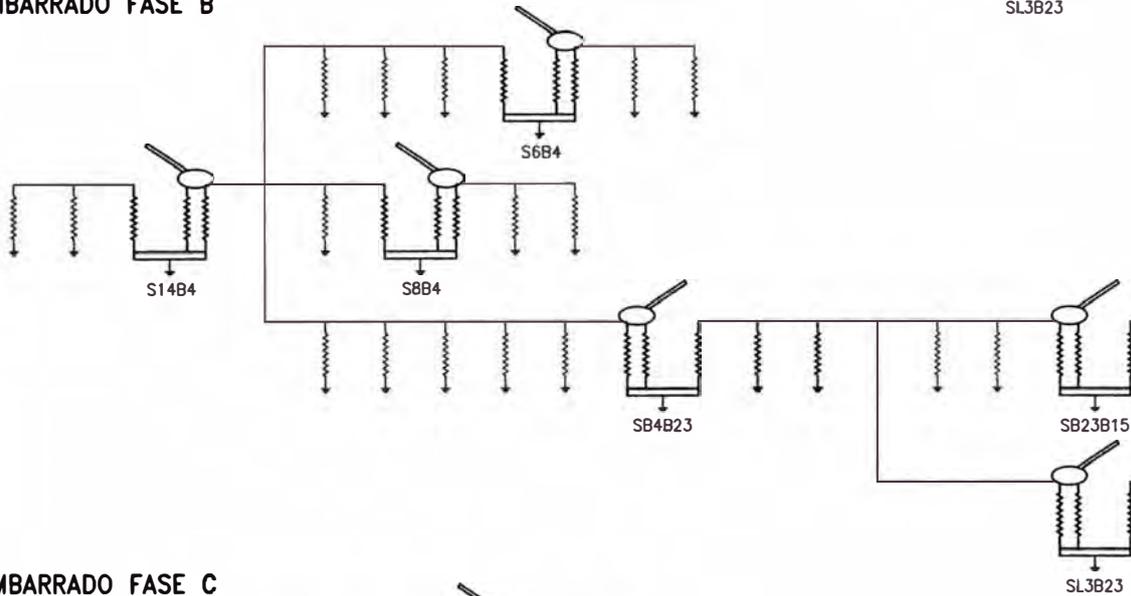


Marca: COELME	ESQUEMA DE MEGADO DE SECCIONADORES S5B1, S6B1, S11B1, SB1B21	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingenieria Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-IV-03
Tipo:		Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUI ÆE	FECHA Oct/05	PAGINA 2/8
Subestación: COTARUSE				

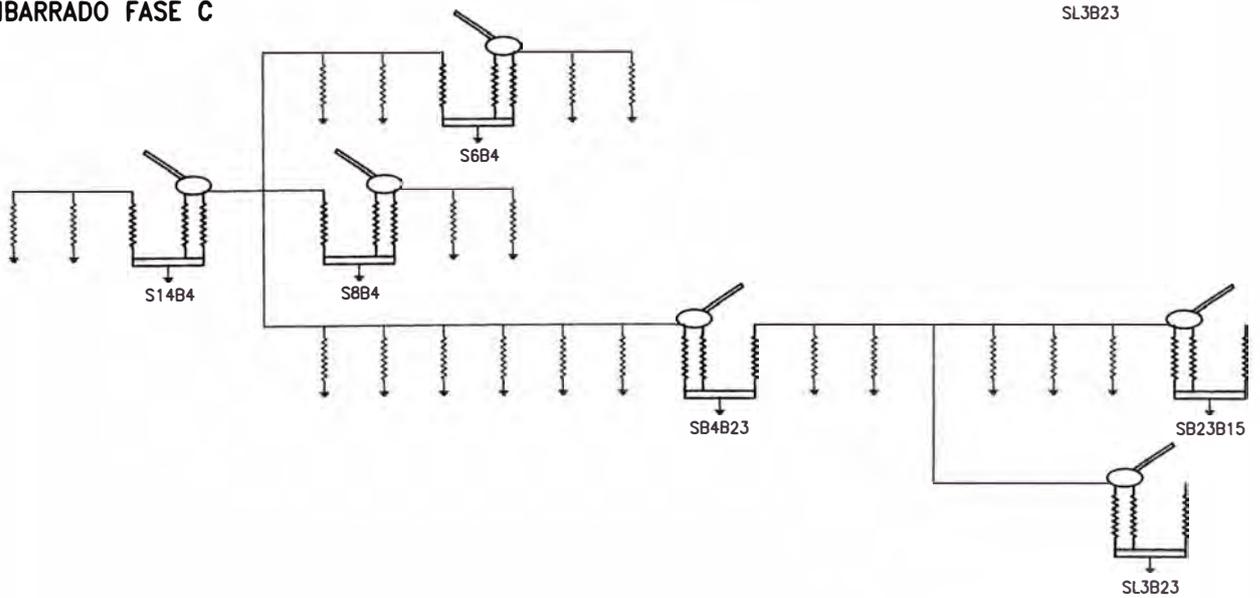
EMBARRADO FASE A



EMBARRADO FASE B



EMBARRADO FASE C



Marca: COELME
 Tipo:
 Subestación: COTARUSE

**ESQUEMA DE MEGADO
 DE SECCIONADORES
 S6B4, S8B4, S14B4, SB4B23**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

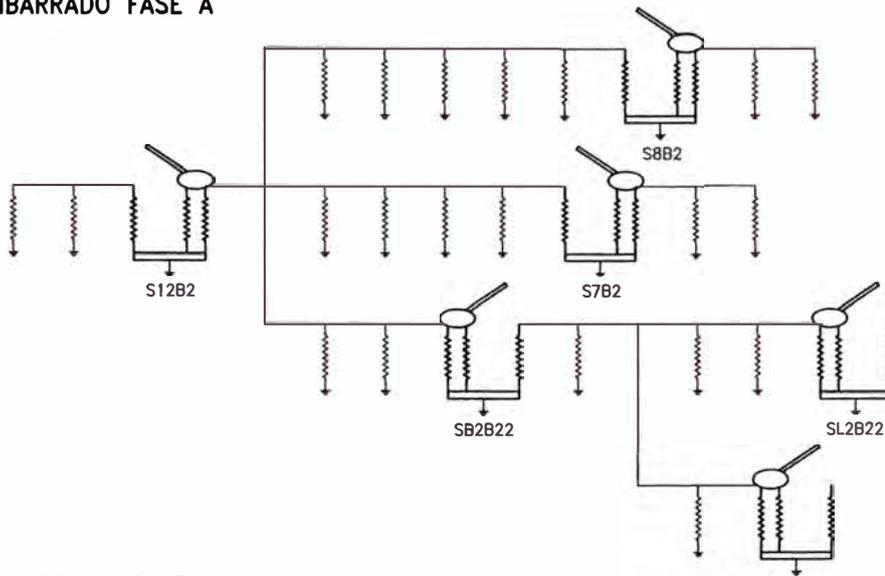
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

FECHA
 Oct/05

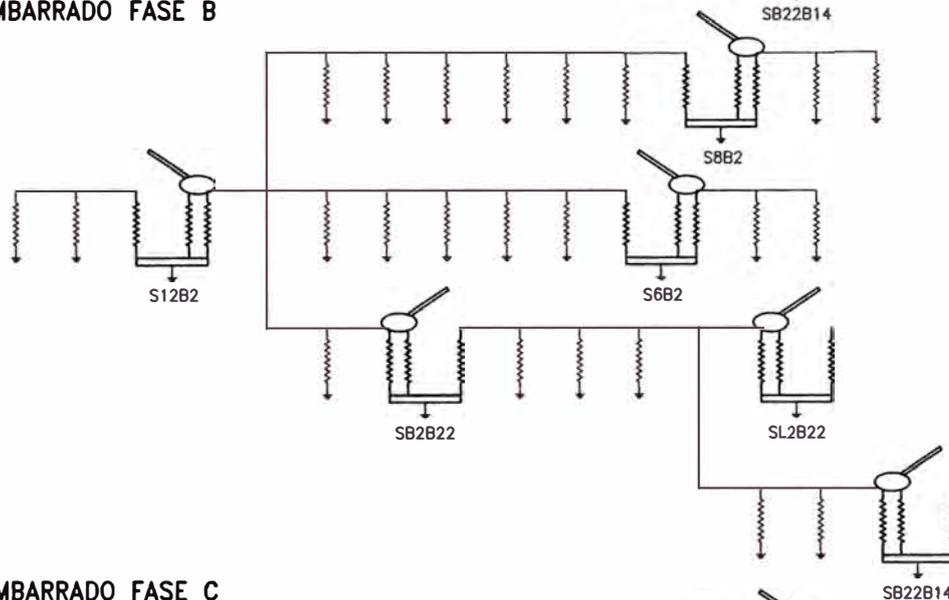
ESQUEMA
 EP-IV-03

PAGINA
 3/8

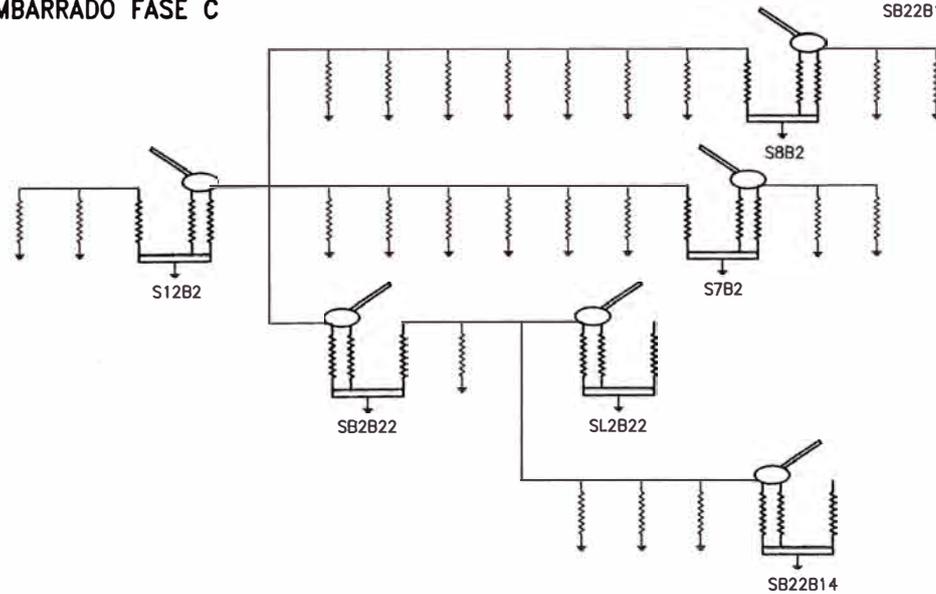
EMBARRADO FASE A



EMBARRADO FASE B



EMBARRADO FASE C



Marco:	COELME
Tipo:	
Subestación:	COTARUSE

ESQUEMA DE MEGADO
DE SECCIONADORES
S7B2, S8B2, S12B2, SB22B14

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

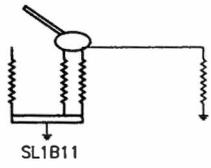
FECHA
Oct/05

ESQUEMA
EP-IV-03

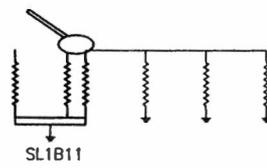
PAGINA
4/8

SECCIONADOR SL1B11

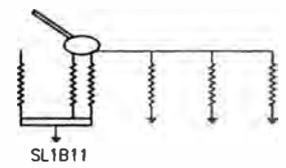
FASE A



FASE B

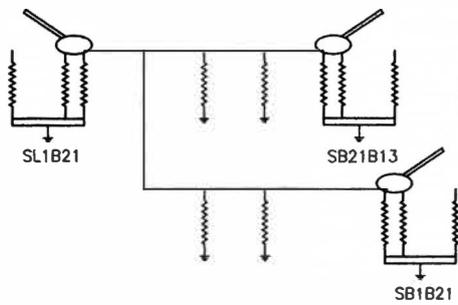


FASE C

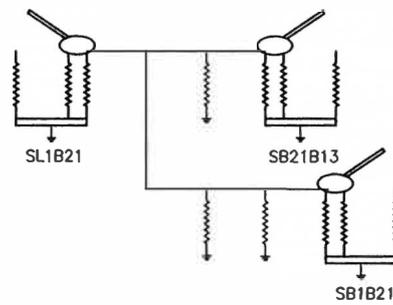


SECCIONADOR SB21B13

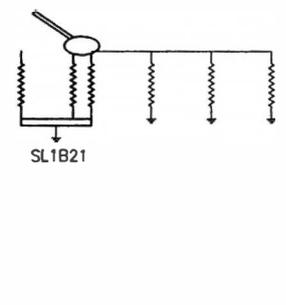
FASE A



FASE B

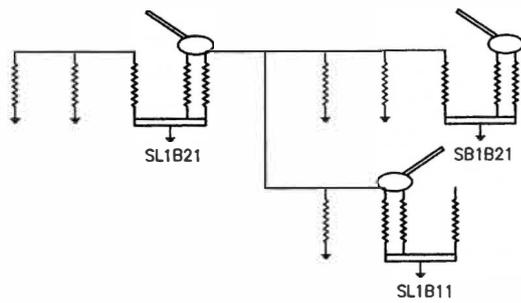


FASE C

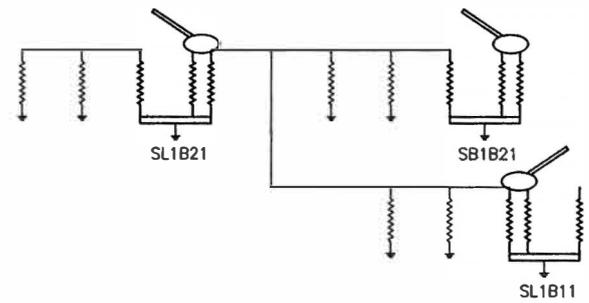


SECCIONADOR SL1B21

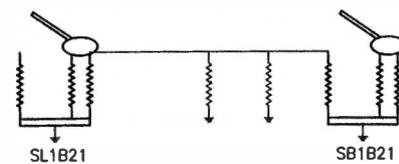
FASE A



FASE B



FASE C



Marca:	COELME
Tipo:	
Subestación:	SOCABAYA

**ESQUEMA DE MEGADO
DE SECCIONADORES
SL1B11, SB21B13, SL1B21**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

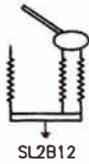
FECHA
Oct/05

ESQUEMA
EP-IV-03

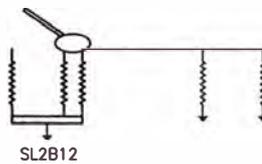
PAGINA
5/8

SECCIONADOR SL2B12

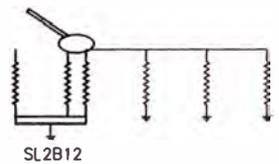
FASE A



FASE B

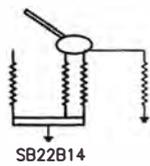


FASE C

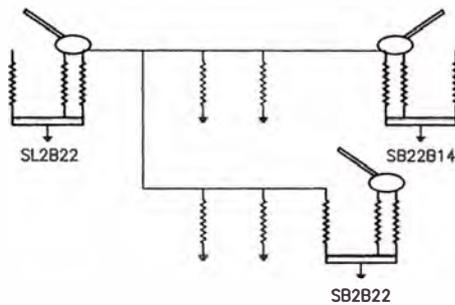


SECCIONADOR SB22B14

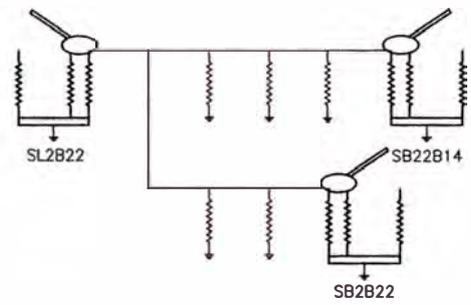
FASE A



FASE B

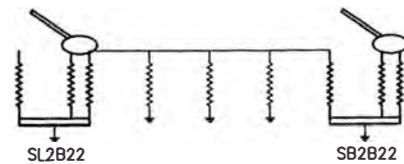


FASE C

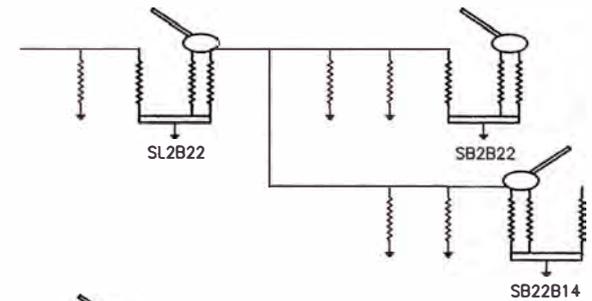


SECCIONADOR SL2B22

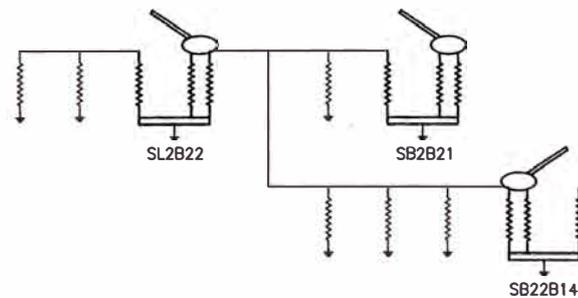
FASE A



FASE B



FASE C



Marca: COELME
 Tipo:
 Subestación: COTARUSE

**ESQUEMA DE MEGADO
 DE SECCIONADORES
 SL1B12, SB22B14, SL2B22**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

ESQUEMA
 EP-IV-03

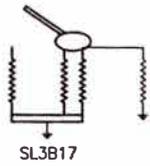
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

FECHA
 Oct/05

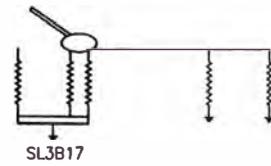
PAGINA
 6/8

SECCIONADOR SL3B17

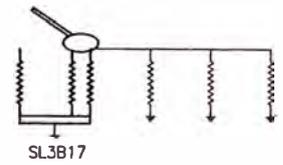
FASE A



FASE B

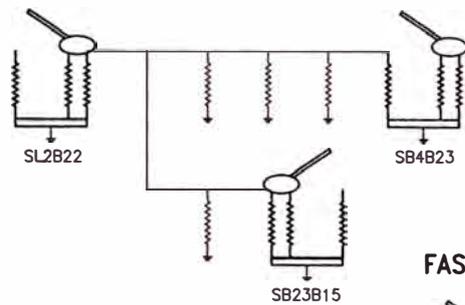


FASE C

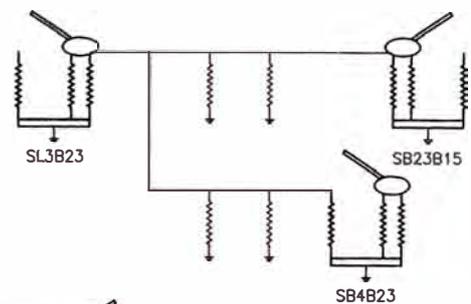


SECCIONADOR SB23B15

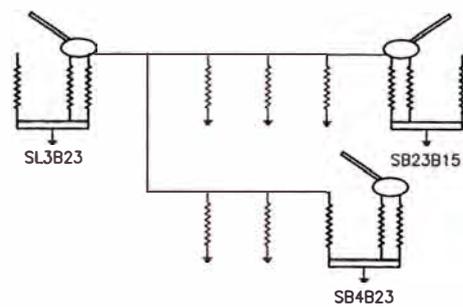
FASE A



FASE B

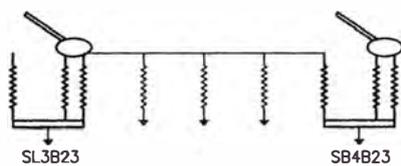


FASE C

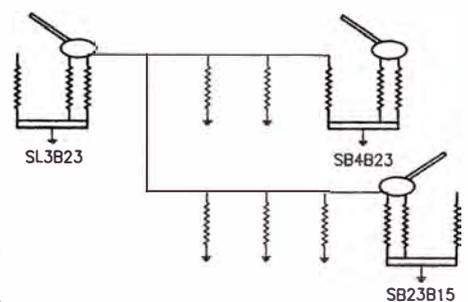


SECCIONADOR SL3B23

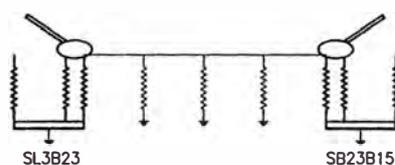
FASE A



FASE C



FASE B



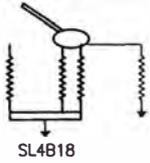
Marca:	COELME
Tipo:	
Subestación:	COTARUSE

ESQUEMA DE MEGADO
DE SECCIONADORES
SL3B17, SB23B15, SL3B23

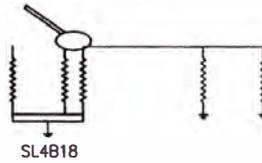
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA
		EP-IV-03
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA	PAGINA
	Oct/05	7/8

SECCIONADOR SL4B18

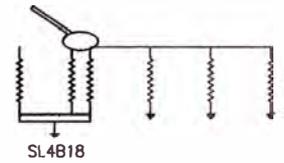
FASE A



FASE B

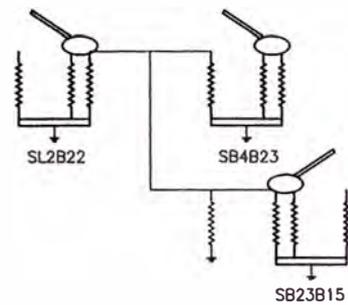


FASE C

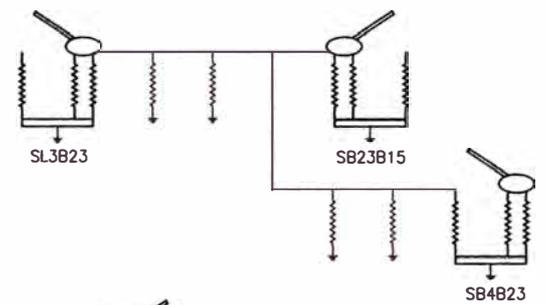


SECCIONADOR SB24B16

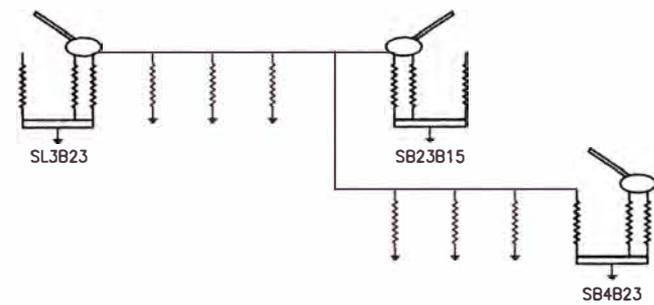
FASE A



FASE B

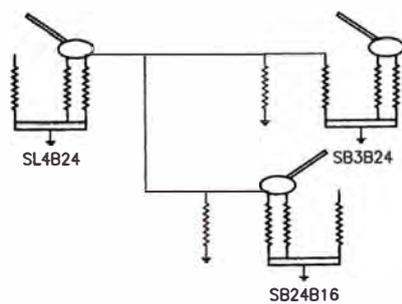


FASE C

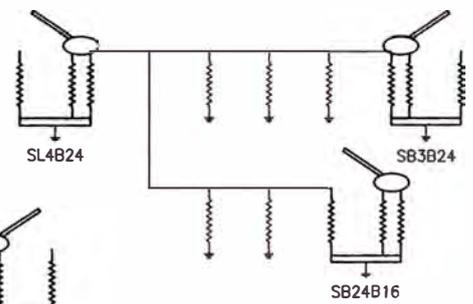


SECCIONADOR SL4B24

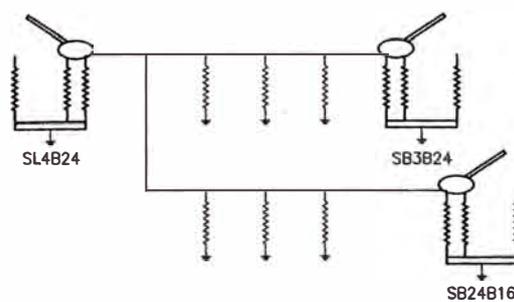
FASE A



FASE C



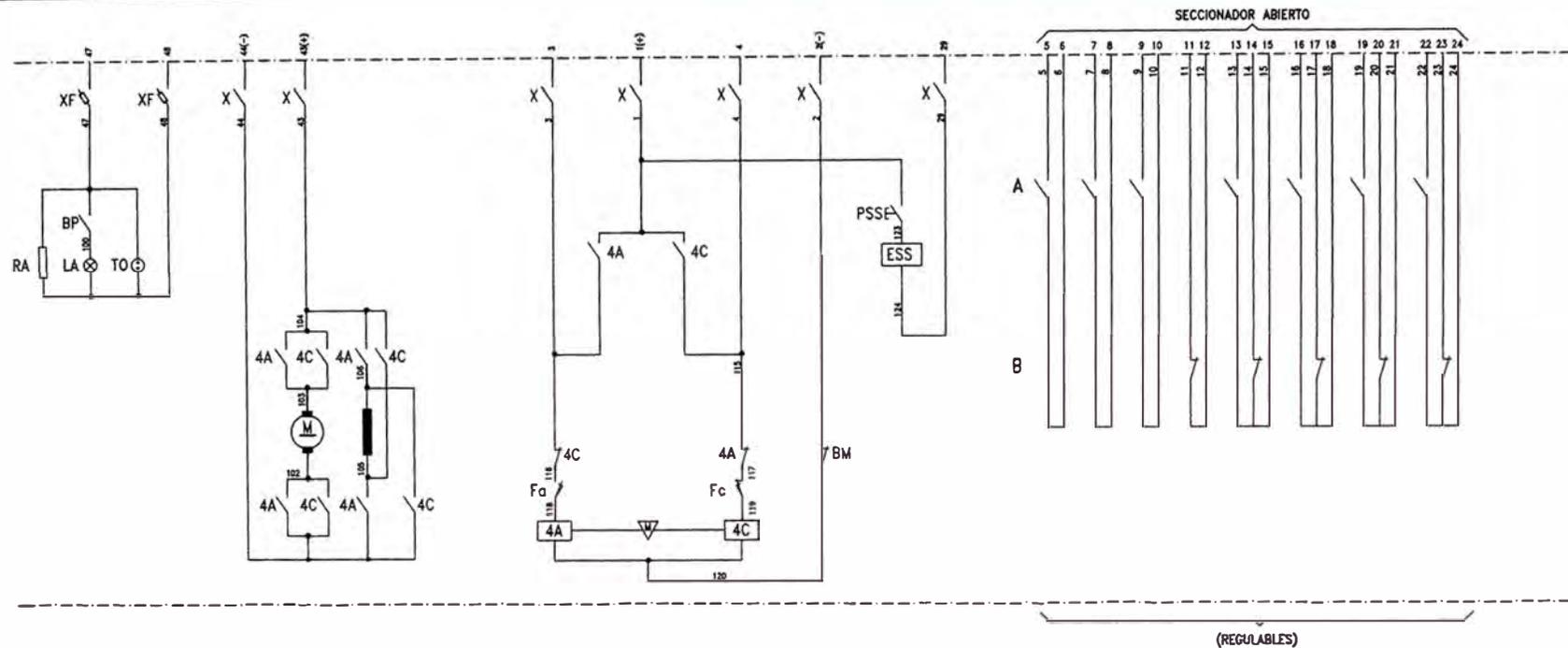
FASE B



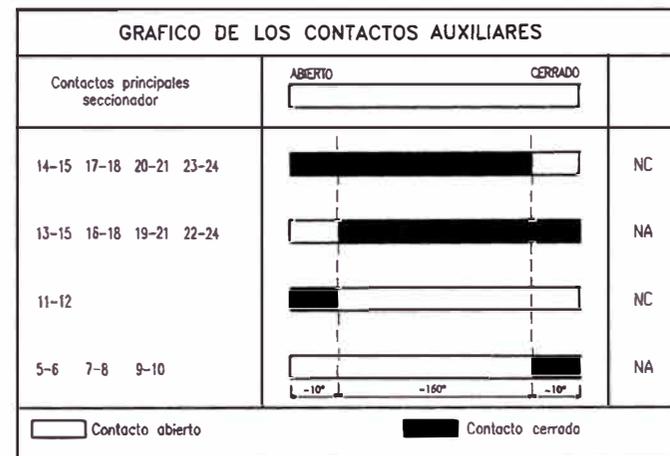
Marca:	COELME
Tipo:	
Subestación:	COTARUSE

**ESQUEMA DE MEGADO
DE SECCIONADORES**
SL4B18, SB24B16, SL4B24

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-IV-03
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA Oct/05	PAGINA 8/8



CODIGO	DESCRIPCION
4A	MOTOR 125 Vcc 220W ~5A
4A	CONTACTOR DE APERTURA 125 Vcc
4C	CONTACTOR DE CIERRE 125 Vcc
Fa	FIN DE CARRERA ELECTRICO EN POSICION "ABIERTO"
Fc	FIN DE CARRERA ELECTRICO EN POSICION "CERRADO"
BM	BLOQUEO MANIVELA INSERTADA
PSS	PULSADOR PARA EL ELECTROIMAN "ESS"
ESS	ELECTROIMAN DE BLOQUEO DE LA MANIVELA 125 Vcc
RA	RESISTENCIA DE ANTICONDENSACION 220 Vca 18W
BP	INTERRUPTOR PARA LAMPARA
LA	LAMPARA DE ALUMBRADO 220 Vca 12W
TO	TOMACORRIENTE 220 Vca
X	INTERRUPTOR DE PRUEBA
XF	INTERRUPTOR DE PRUEBA CON FUSIBLE
A-B	CONTACTOS AUXILIARES DEL SECCIONADOR
C-D	CONTACTOS AUXILIARES DE LAS CUCHILLAS DE P.A.T.



Marca:	COELME
Tipo:	SLOB 1175-2000
Subestación:	COTARUSE

**MECANISMO MOTORIZADO
SECUNDARIO CD 101**

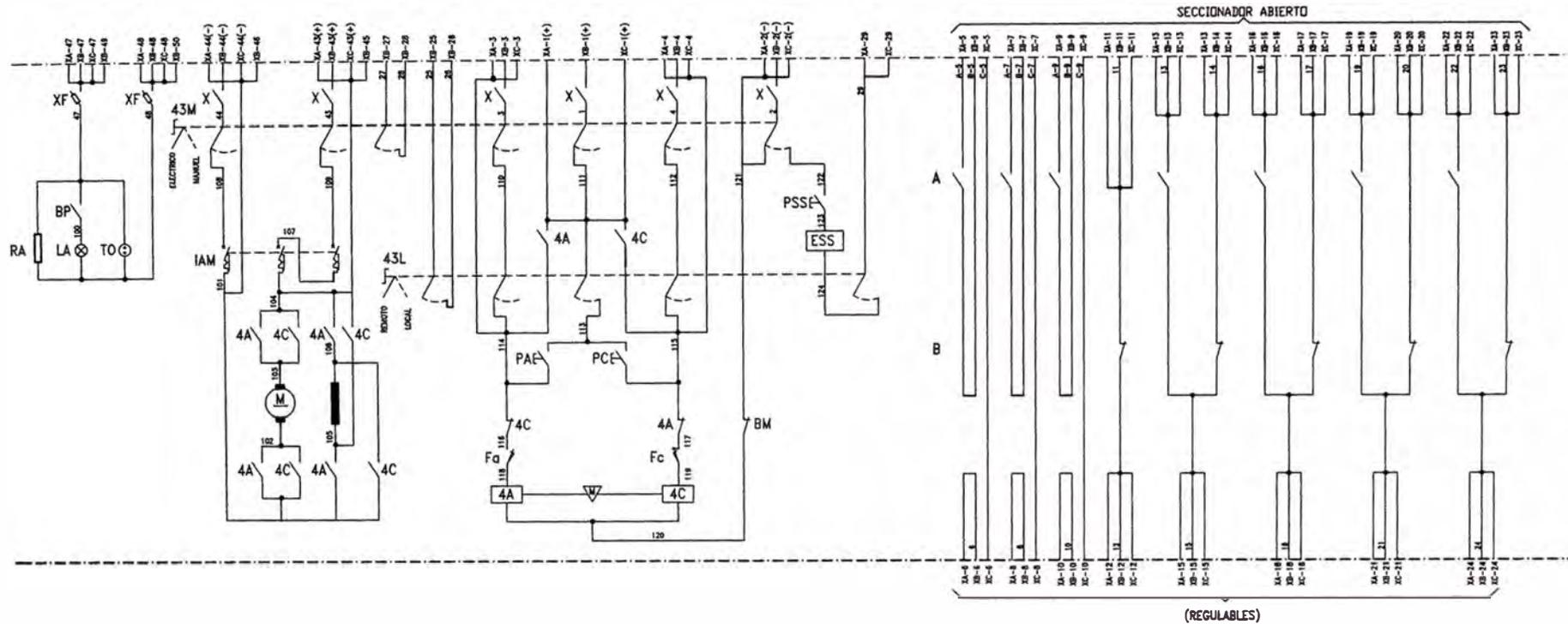
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: **MARCIAL CONCHATUPA QUISPE**

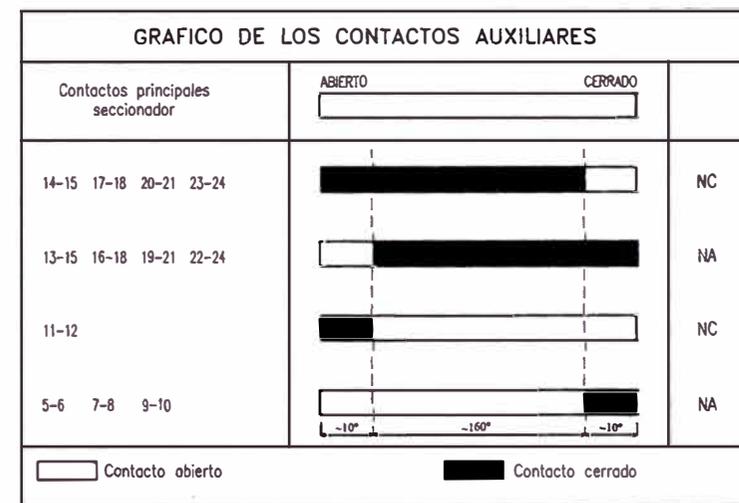
FECHA
Oct/05

ESQUEMA
EP-IV-04

PAGINA
1/1



CODIGO	DESCRIPCION
M	MOTOR 125 Vcc 220W ~5A
IAM	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 125Vcc
4A	CONTACTOR DE APERTURA 125 Vcc
4C	CONTACTOR DE CIERRE 125 Vcc
Fa	FIN DE CARRERA ELECTRICO EN POSICION "ABIERTO"
Fc	FIN DE CARRERA ELECTRICO EN POSICION "CERRADO"
PA	PULSADOR DE APERTURA
PC	PULSADOR DE CIERRE
BM	BLOQUEO MANIVELA INSERTADA
43L	SELECTOR A DOS POSICIONES "REMOTO-LOCAL"
43M	SELECTOR A DOS POSICIONES "ELECTRICO-MANUAL"
PSS	PULSADOR PARA EL ELECTROIMAN "ESS"
ESS	ELECTROIMAN DE BLOQUEO DE LA MANIVELA 125 Vcc
RA	RESISTENCIA DE ANTICONDENSACION 220 Vca 18W
BP	INTERRUPTOR PARA LAMPARA
LA	LAMPARA DE ALUMBRADO 220 Vca 12W
TO	TOMACORRIENTE 220 Vca
X	INTERRUPTOR DE PRUEBA
XF	INTERRUPTOR DE PRUEBA CON FUSIBLE
A-B	CONTACTOS AUXILIARES DEL SECCIONADOR



Marca:	COELME
Tipo:	SLOB 1175-2000
Subestación:	COTARUSE

**MECANISMO MOTORIZADO
PRINCIPAL CD101**

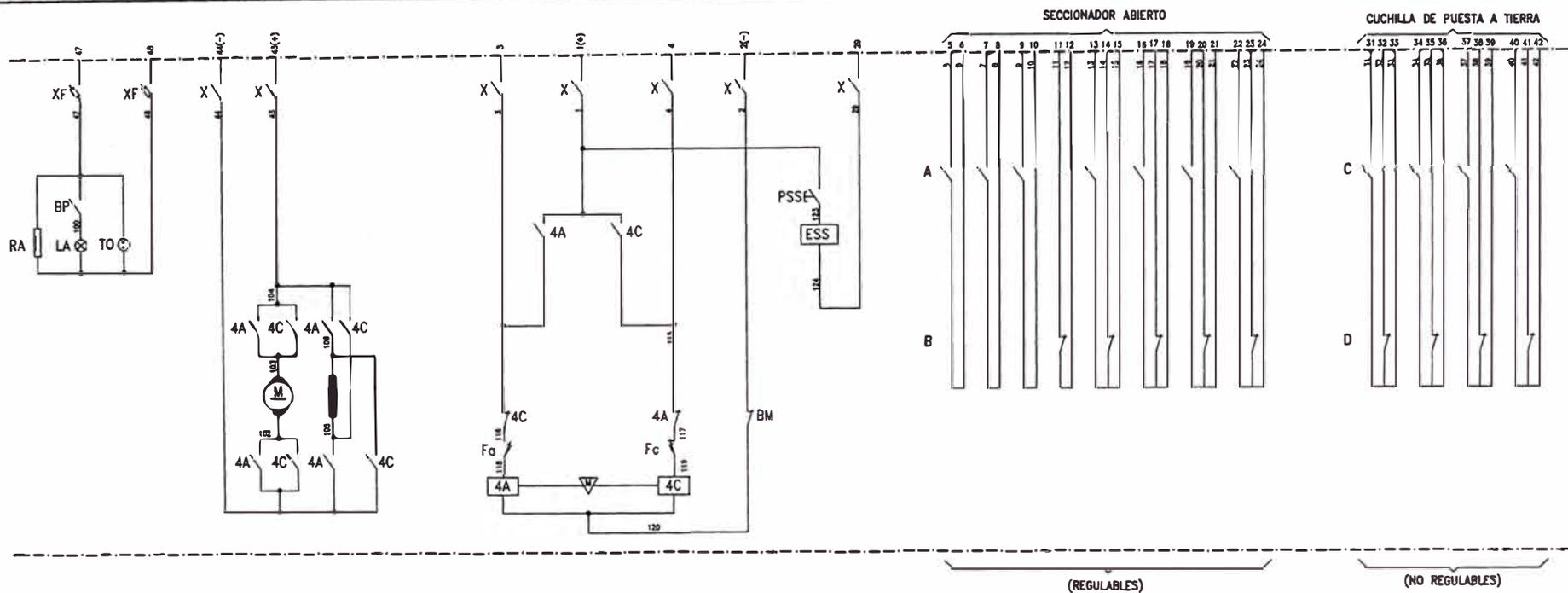
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: **MARCIAL CONCHATUPA QUISPE**

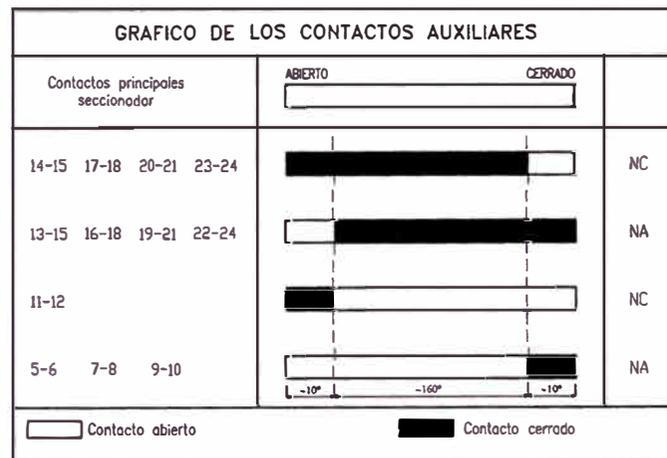
FECHA
Oct/05

ESQUEMA
EP-IV-05

PAGINA
1/1



CODIGO	DESCRIPCION
4A	MOTOR 125 Vcc 220W ~5A
4A	CONTACTOR DE APERTURA 125 Vcc
4C	CONTACTOR DE CIERRE 125 Vcc
Fa	FIN DE CARRERA ELECTRICO EN POSICION "ABIERTO"
Fc	FIN DE CARRERA ELECTRICO EN POSICION "CERRADO"
BM	BLOQUEO MANIVELA INSERTADA
PSS	PULSADOR PARA EL ELECTROIMAN "ESS"
ESS	ELECTROIMAN DE BLOQUEO DE LA MANIVELA 125 Vcc
RA	RESISTENCIA DE ANTICONDENSACION 220 Vca 18W
BP	INTERRUPTOR PARA LAMPARA
LA	LAMPARA DE ALUMBRADO 220 Vca 12W
TO	TOMACORRIENTE 220 Vca
X	INTERRUPTOR DE PRUEBA
XF	INTERRUPTOR DE PRUEBA CON FUSIBLE
A-B	CONTACTOS AUXILIARES DEL SECCIONADOR
C-D	CONTACTOS AUXILIARES DE LAS CUCHILLAS DE P.A.T.



Marca:	COELME
Tipo:	SLOBT 1175-2000
Subestación:	COTARUSE

**MECANISMO MOTORIZADO
SECUNDARIO CD 201**

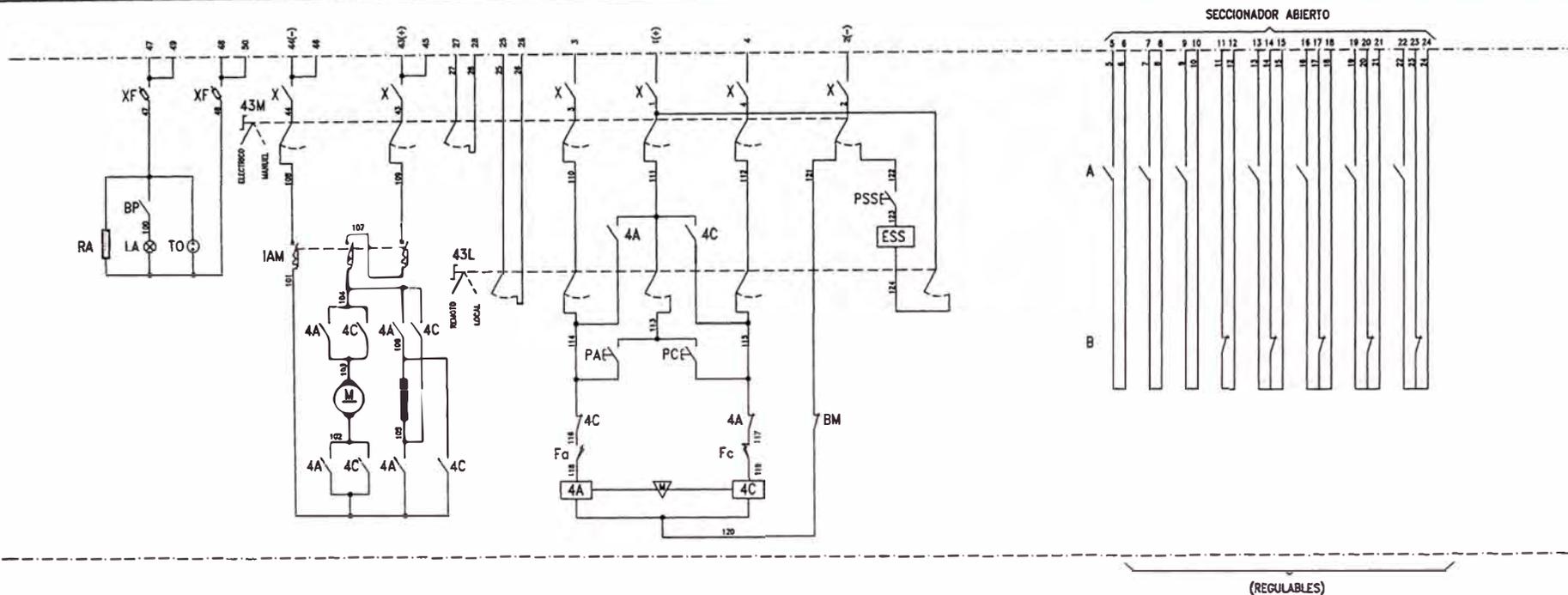
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

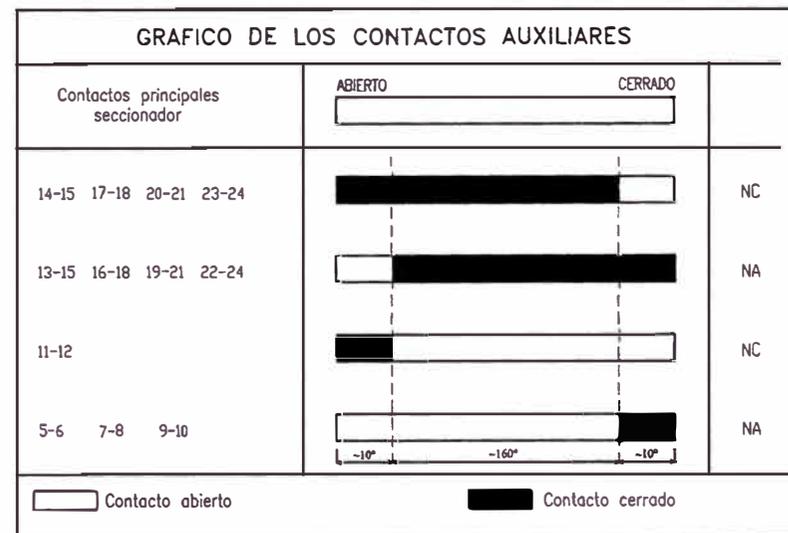
FECHA
Oct/05

ESQUEMA
EP-IV-06

PAGINA
1/1



CODIGO	DESCRIPCION
M	MOTOR 125 Vcc 370W ~7A (CD 101-294) MOTOR 125 Vcc 370W ~7A (CD 101-299)
IAM	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 125Vcc
4A	CONTACTOR DE APERTURA 125 Vcc
4C	CONTACTOR DE CIERRE 125 Vcc
Fa	FIN DE CARRERA ELECTRICO EN POSICION "ABIERTO"
Fc	FIN DE CARRERA ELECTRICO EN POSICION "CERRADO"
PA	PULSADOR DE APERTURA
PC	PULSADOR DE CIERRE
BM	BLOQUEO MANIVELA INSERTADA
43L	SELECTOR A DOS POSICIONES "REMOTO-LOCAL"
43M	SELECTOR A DOS POSICIONES "ELECTRICO-MANUAL"
PSS	PULSADOR PARA EL ELECTROIMAN "ESS"
ESS	ELECTROIMAN DE BLOQUEO DE LA MANIVELA 125 Vcc
RA	RESISTENCIA DE ANTICONDENSACION 220 Vca 18W
BP	INTERRUPTOR PARA LAMPARA
LA	LAMPARA DE ALUMBRADO 220 Vca 12W
TO	TOMACORRIENTE 220 Vca
X	INTERRUPTOR DE PRUEBA
XF	INTERRUPTOR DE PRUEBA CON FUSIBLE
A-B	CONTACTOS AUXILIARES DEL SECCIONADOR



Marca:	COELME
Tipo:	SLOB 1175-2000
Subestación:	COTARUSE

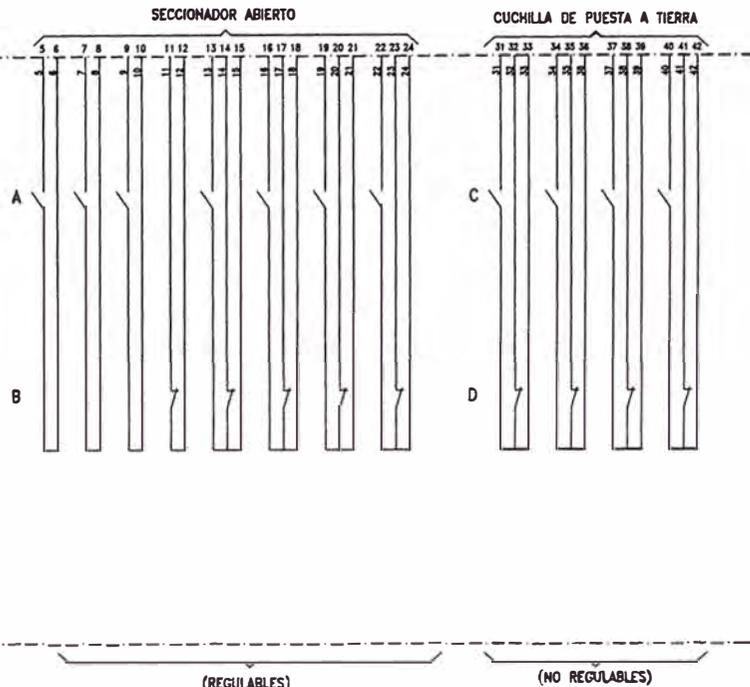
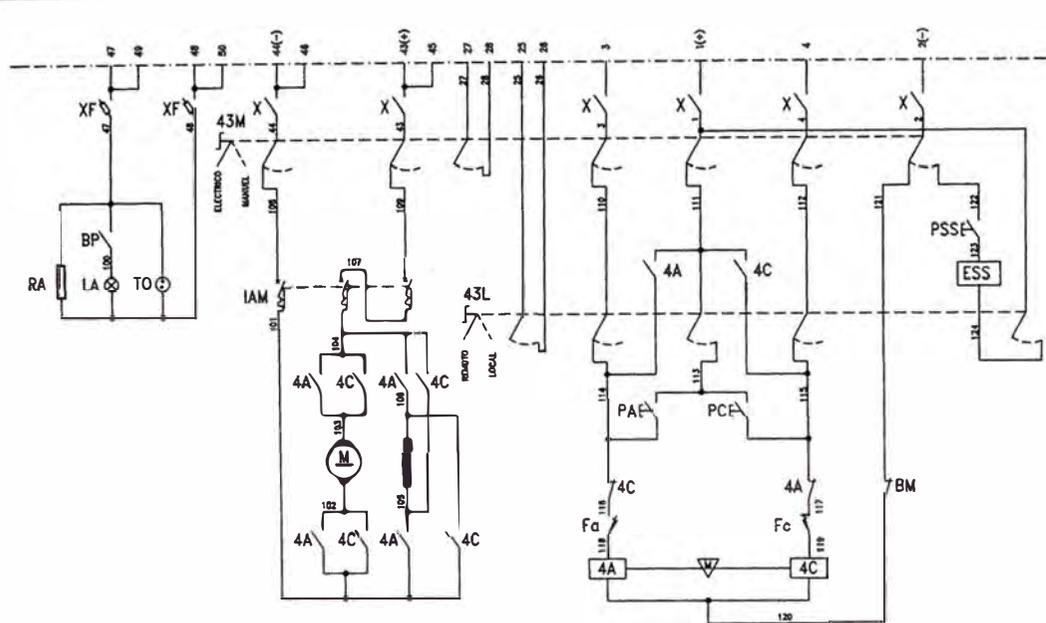
**MECANISMO MOTORIZADO
TRIPOLAR CD 101**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

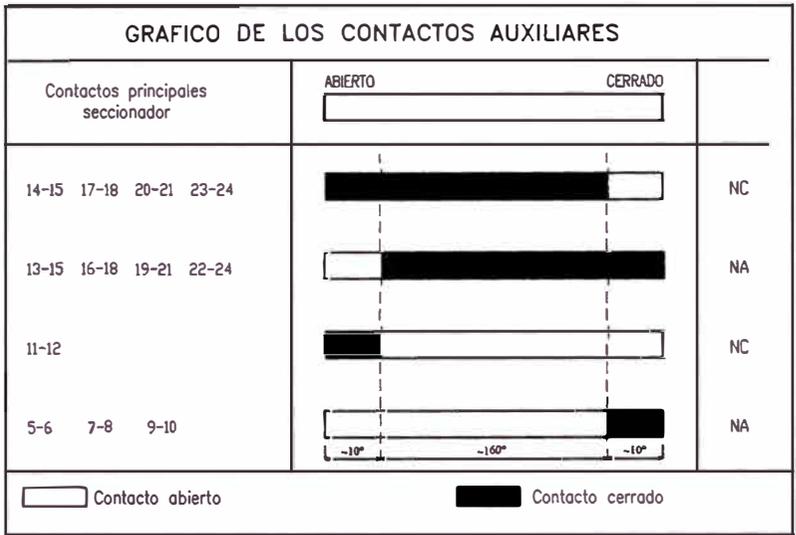
Nombre: MARCIA L CONCHATUPA QUISPE

FECHA
Oct./05

ESQUEMA
EP-IV-07
PAGINA
1/1



CODIGO	DESCRIPCION
M	MOTOR 125 Vcc 370W ~7A (CD 101-294)
	MOTOR 125 Vcc 370W ~7A (CD 101-299)
IAM	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 125Vcc
4A	CONTACTOR DE APERTURA 125 Vcc
4C	CONTACTOR DE CIERRE 125 Vcc
Fa	FIN DE CARRERA ELECTRICO EN POSICION "ABIERTO"
Fc	FIN DE CARRERA ELECTRICO EN POSICION "CERRADO"
PA	PULSADOR DE APERTURA
PC	PULSADOR DE CIERRE
BM	BLOQUEO MANIVELA INSERTADA
43L	SELECTOR A DOS POSICIONES "REMOTO-LOCAL"
43M	SELECTOR A DOS POSICIONES "ELECTRICO-MANUAL"
PSS	PULSADOR PARA EL ELECTROIMAN "ESS"
ESS	ELECTROIMAN DE BLOQUEO DE LA MANIVELA 125 Vcc
RA	RESISTENCIA DE ANTICONDENSACION 220 Vca 18W
BP	INTERRUPTOR PARA LAMPARA
LA	LAMPARA DE ALUMBRADO 220 Vca 12W
TO	TOMACORRIENTE 220 Vca
X	INTERRUPTOR DE PRUEBA
XF	INTERRUPTOR DE PRUEBA CON FUSIBLE
A-B	CONTACTOS AUXILIARES DEL SECCIONADOR



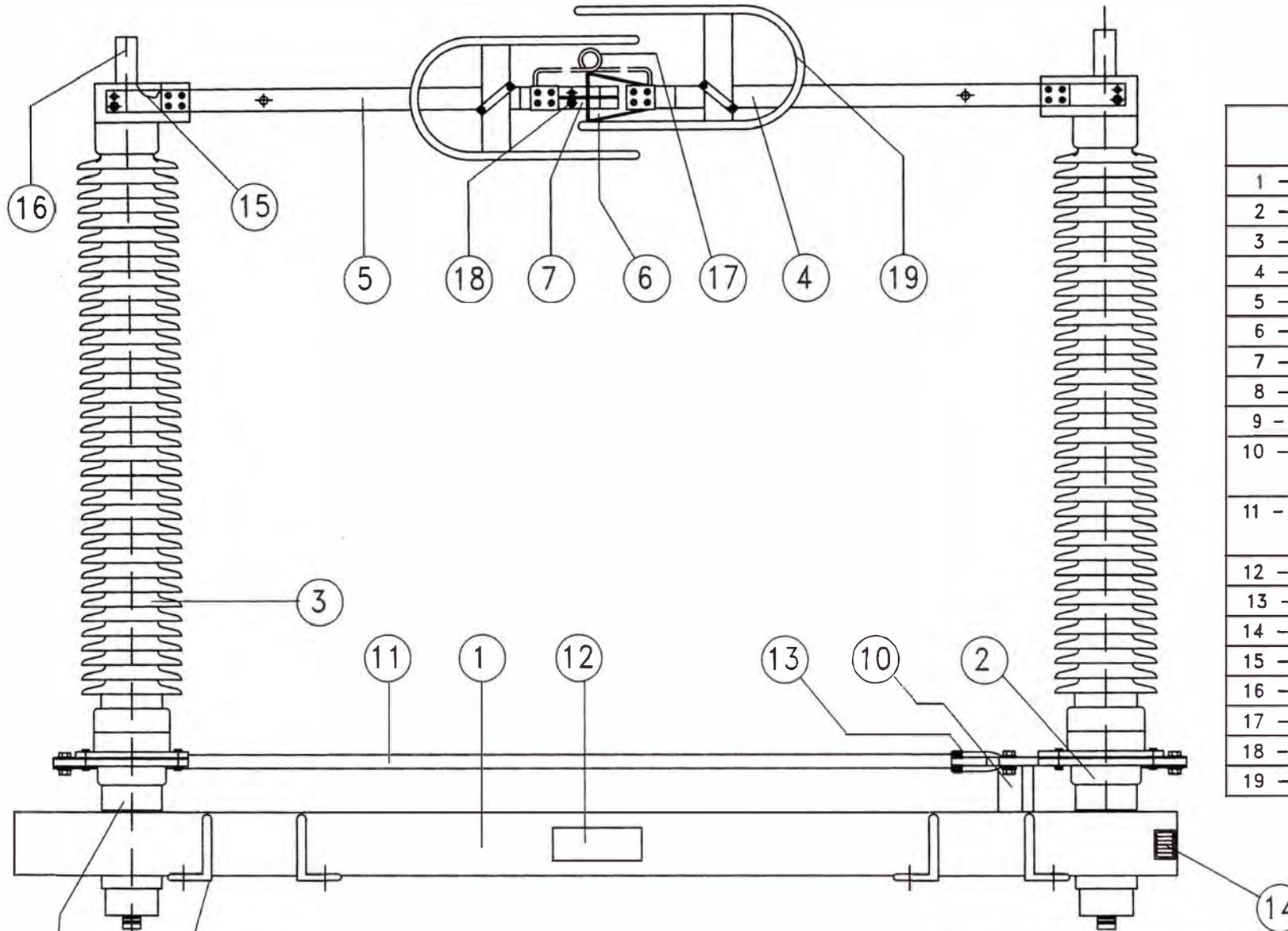
Marca:	COELME
Tipo:	SLOBT 1175-2000
Subestación:	COTARUSE

**MECANISMO MOTORIZADO
TRIPOLAR CD 201**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: **MARCIAL CONCHATUPA QUISPE**

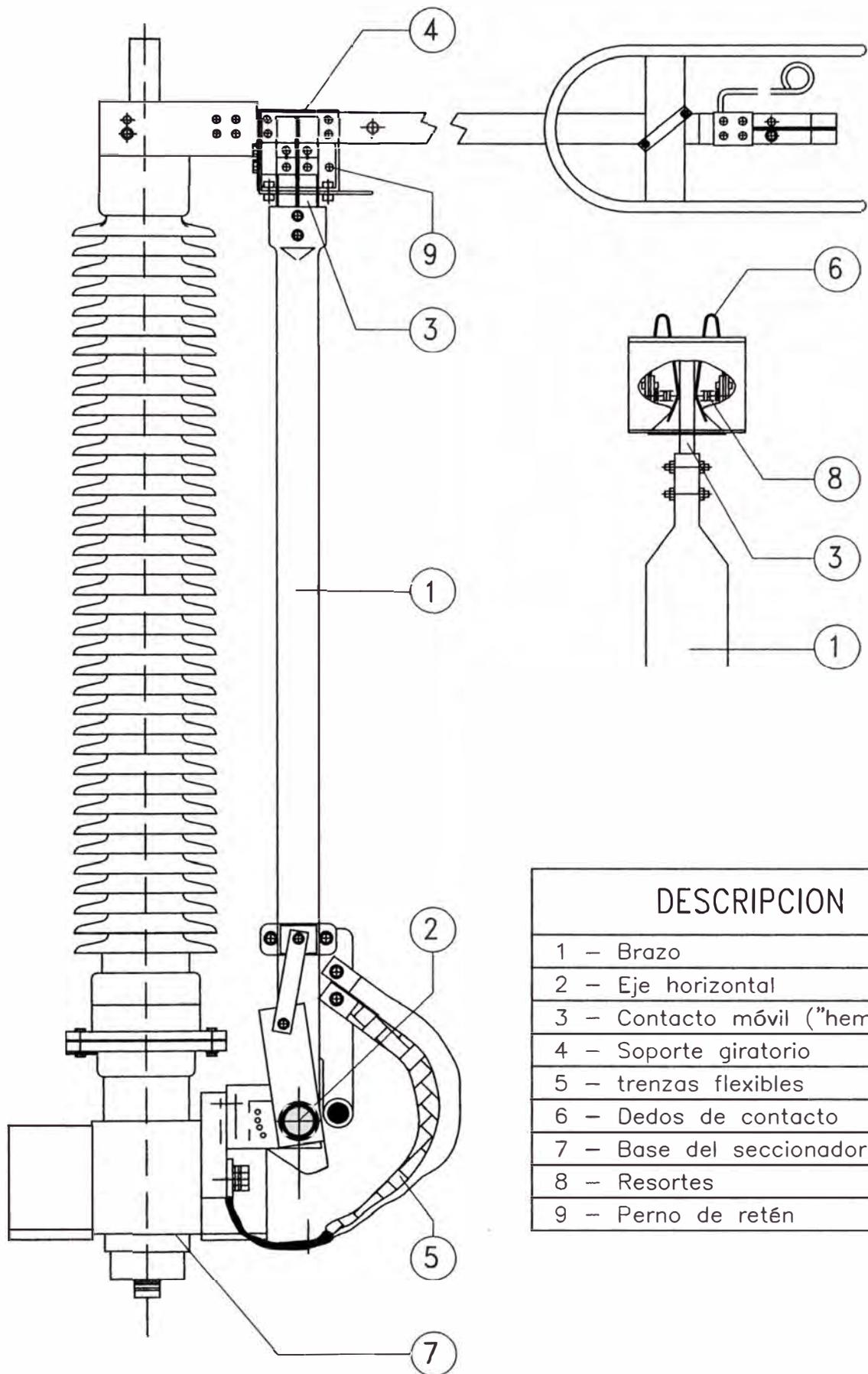
ESQUEMA	EP-IV-08
FECHA	PAGINA
Oct/05	1/1



DESCRIPCION

1 - Base de apoyo
2 - Soporte giratorio
3 - Aislador soporte
4 - Brazo móvil macho
5 - Brazo móvil hembra
6 - Contacto móvil macho
7 - contacto móvil hembra
8 - Pie de apoyo
9 - tubo de guía del soporte giratorio
10 - Fin de carrera mecánico en posición de "cerrado"
11 - Varilla de unión de los soportes giratorios
12 - Brida
13 - Placa de identificación
14 - Borne de tierra
15 - Contacto "bisagra"
16 - Terminal
17 - Contactos de arco
18 - Resorte
19 - Anillos antiefluvio

Marca: COELME Tipo: SDCT 1050-2000 Subestación: SOCABAYA	POLO DEL SECCIONADOR DE APERTURA CENTRAL CON CUCHILLA DE PUESTA ATIERRA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	ESQUEMA EP-IV-09 FECHA: Oct/05 PAGINA: 1/2
--	--	---	--



DESCRIPCION

1 - Brazo
2 - Eje horizontal
3 - Contacto móvil ("hembra")
4 - Soporte giratorio
5 - trenzas flexibles
6 - Dedos de contacto
7 - Base del seccionador
8 - Resortes
9 - Perno de retén

Marca: COELME
 Tipo: S DCT 1050-2000
 Subestación: SOCABAYA

POLO DEL SECCIONADOR
 CON APERTURA CENTRAL
 CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA

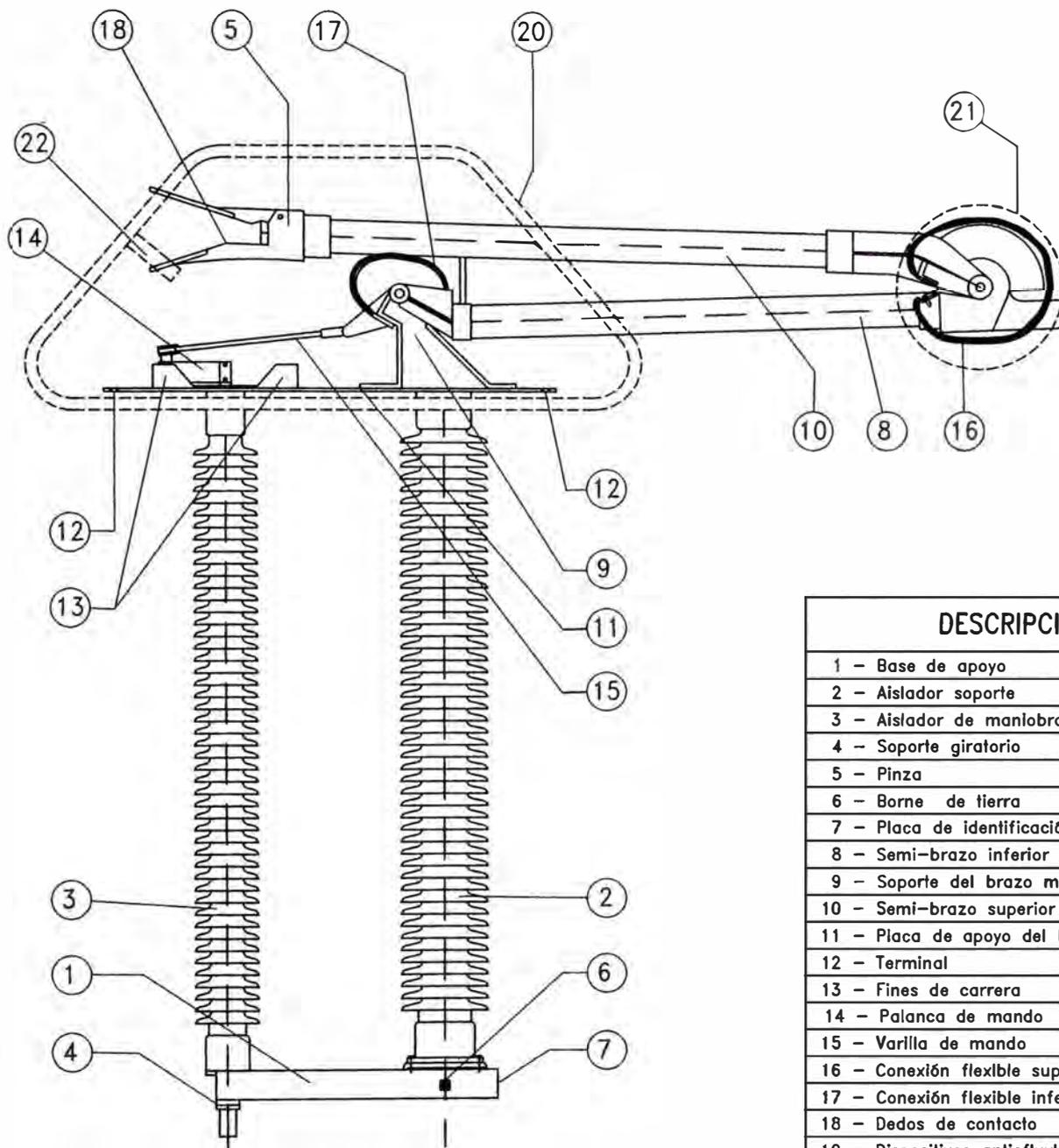
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

FECHA
 Oct/05

ESQUEMA
 EP-IV-03

PAGINA
 2/2



DESCRIPCION

1 - Base de apoyo
2 - Aislador soporte
3 - Aislador de manobra
4 - Soporte giratorio
5 - Pinza
6 - Borne de tierra
7 - Placa de identificación
8 - Semi-brazo inferior
9 - Soporte del brazo móvil
10 - Semi-brazo superior
11 - Placa de apoyo del brazo móvil
12 - Terminal
13 - Fines de carrera
14 - Palanca de mando
15 - Varilla de mando
16 - Conexión flexible superior
17 - Conexión flexible inferior
18 - Dedos de contacto
19 - Dispositivos antiefluvio (anillos)
20 - Dispositivos antiefluvio (plato)
21 - Plato de refuerzo

Marca: **COELME**
 Tipo: **SVG 1050-2000**
 Subestación: **SOCABAYA**

**POLO DEL SECCIONADOR
 SEMI-PANTOGRAFO
 BRAZO MOVIL**

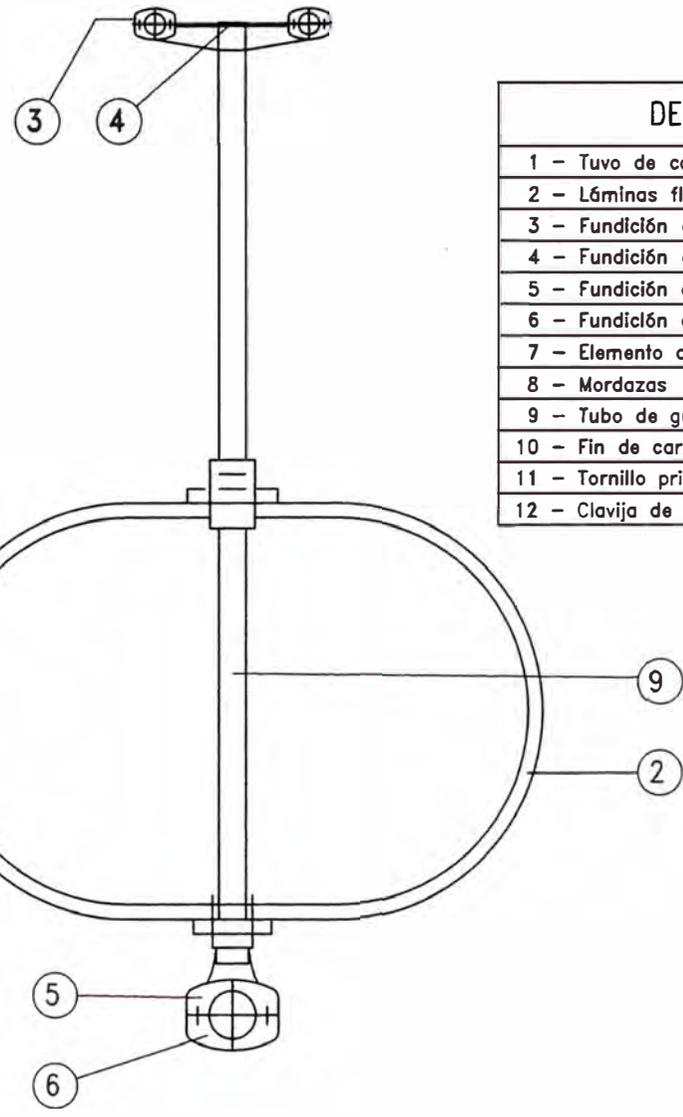
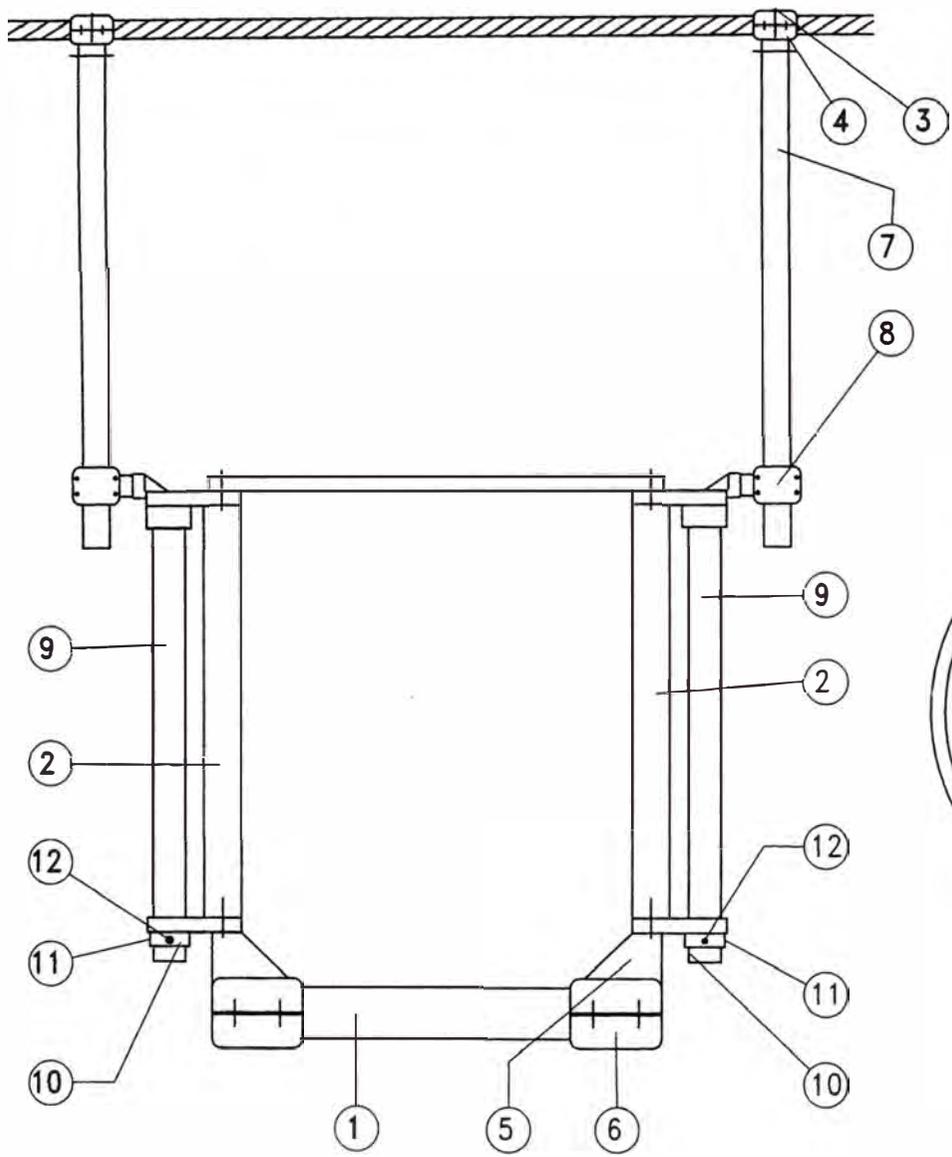
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

ESQUEMA
 EP-IV-10

Nombre: **MARCIAL CONCHATUPA QUISPE**

FECHA
 Oct/05

PAGINA
 1/2



DESCRIPCION

1 - Tuvo de contacto
2 - Láminas flexibles
3 - Fundición de conexión a la barra superior
4 - Fundición de conexión a la barra superior
5 - Fundición de soporte del tubo de contacto
6 - Fundición de soporte del tubo de contacto
7 - Elemento de prolongación
8 - Mordazas
9 - Tubo de guía
10 - Fin de carrera (en posición de abierto)
11 - Tornillo prisionero
12 - Clavija de fijación del fin de carrera

Marca:	COELME
Tipo:	SVG 1050-2000
Subestación:	SOCABAYA

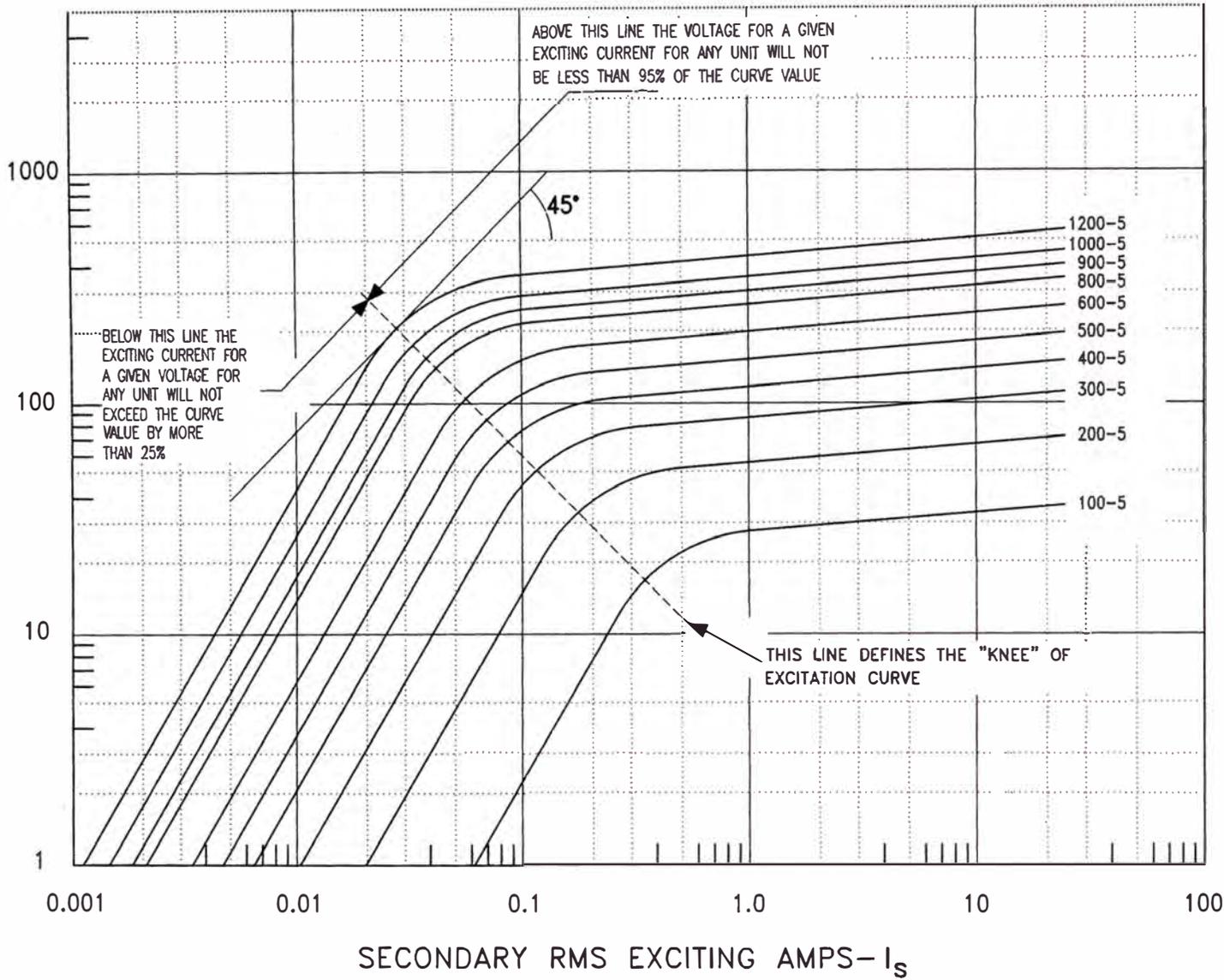
POLO DEL SECCIONADOR
SEMI-PANTOGRAFO
CONTACTO FIJO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

ESQUEMA	EP-IV-10
FECHA	PAGINA
Oct/05	2/2

SECONDARY RMS EXCITING VOLTS— E_s



CURRENT RATIO	TURN RATIO	SECONDARY * RESISTANCE
100-5	20-1	0.05
200-5	40-1	0.10
300-5	60-1	0.15
400-5	80-1	0.20
500-5	100-1	0.23
600-5	120-1	0.31
800-5	160-1	0.41
900-5	180-1	0.46
1000-5	200-1	0.51
1200-5	240-1	0.61

* OHMS AT 75°C

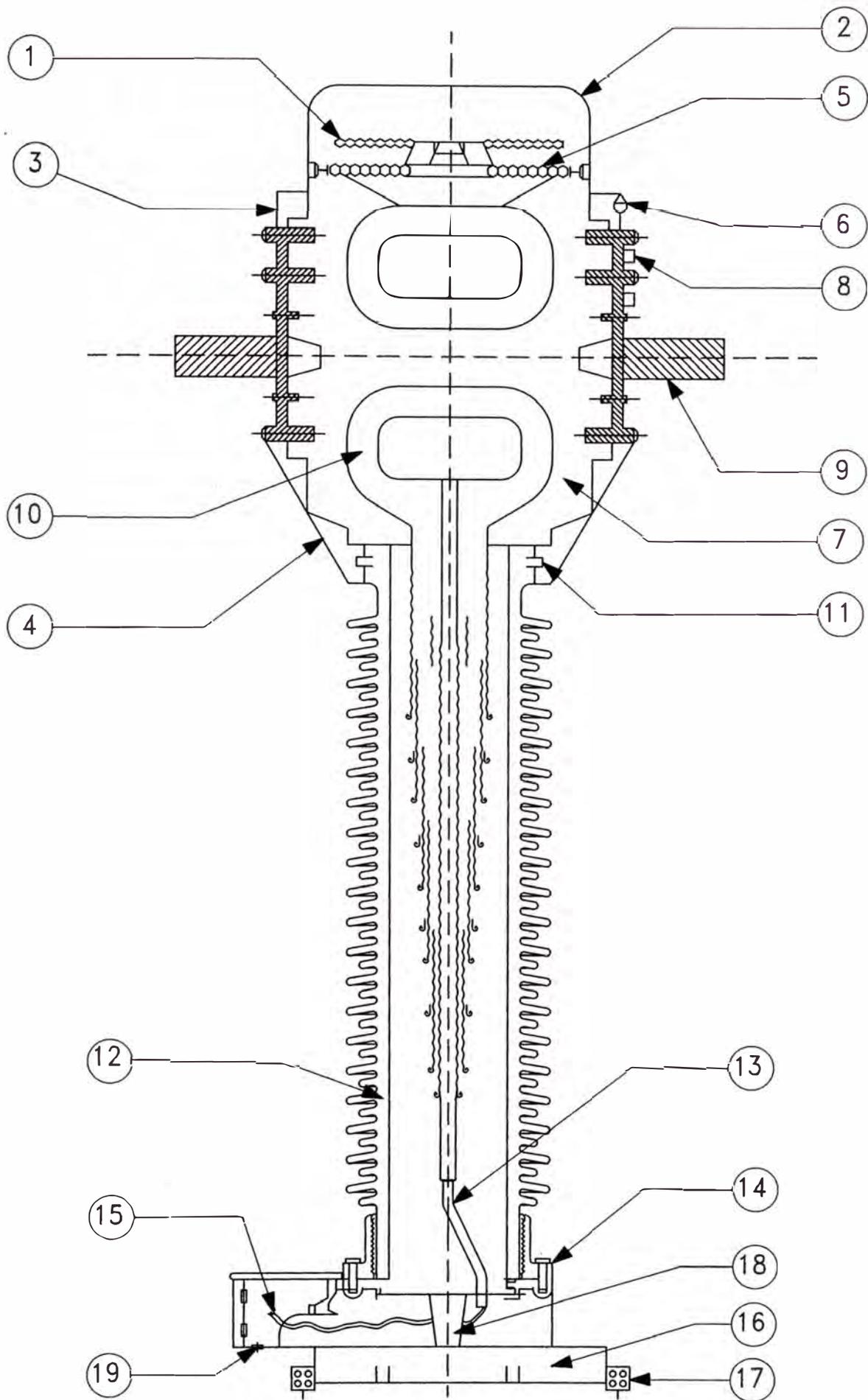
Marca:	
Tipo:	
Subestación:	

**Typical Excitation
Curve for C Class
Multiratio Current Transformer**

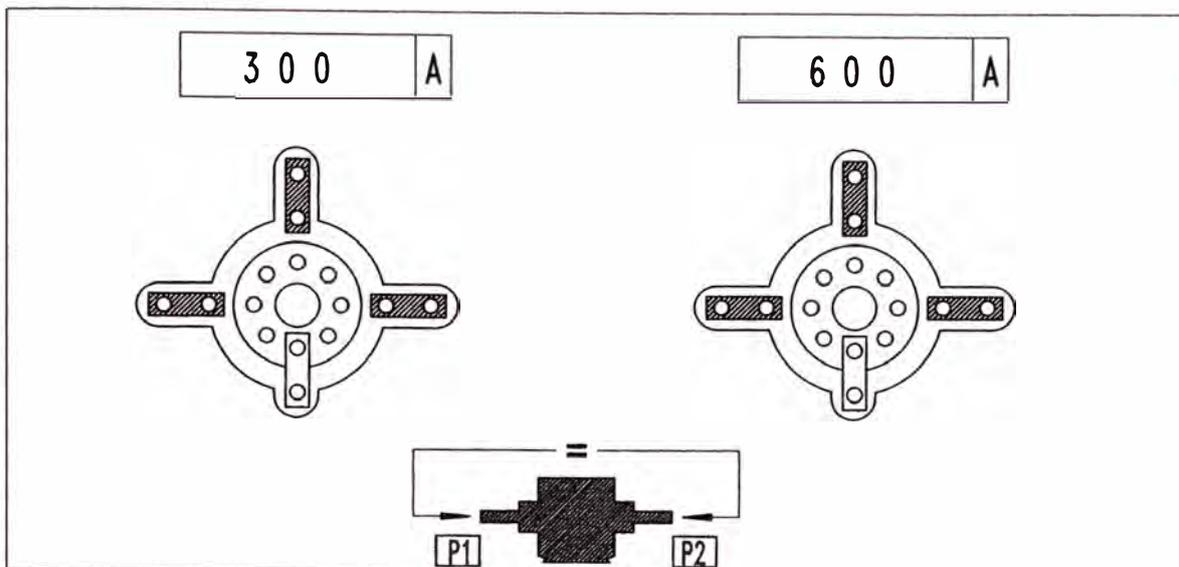
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: **MARCIAL CONCHATUPA QUISPE**

ESQUEMA EP-V-01
FECHA Oct/05
PAGINA 1/1



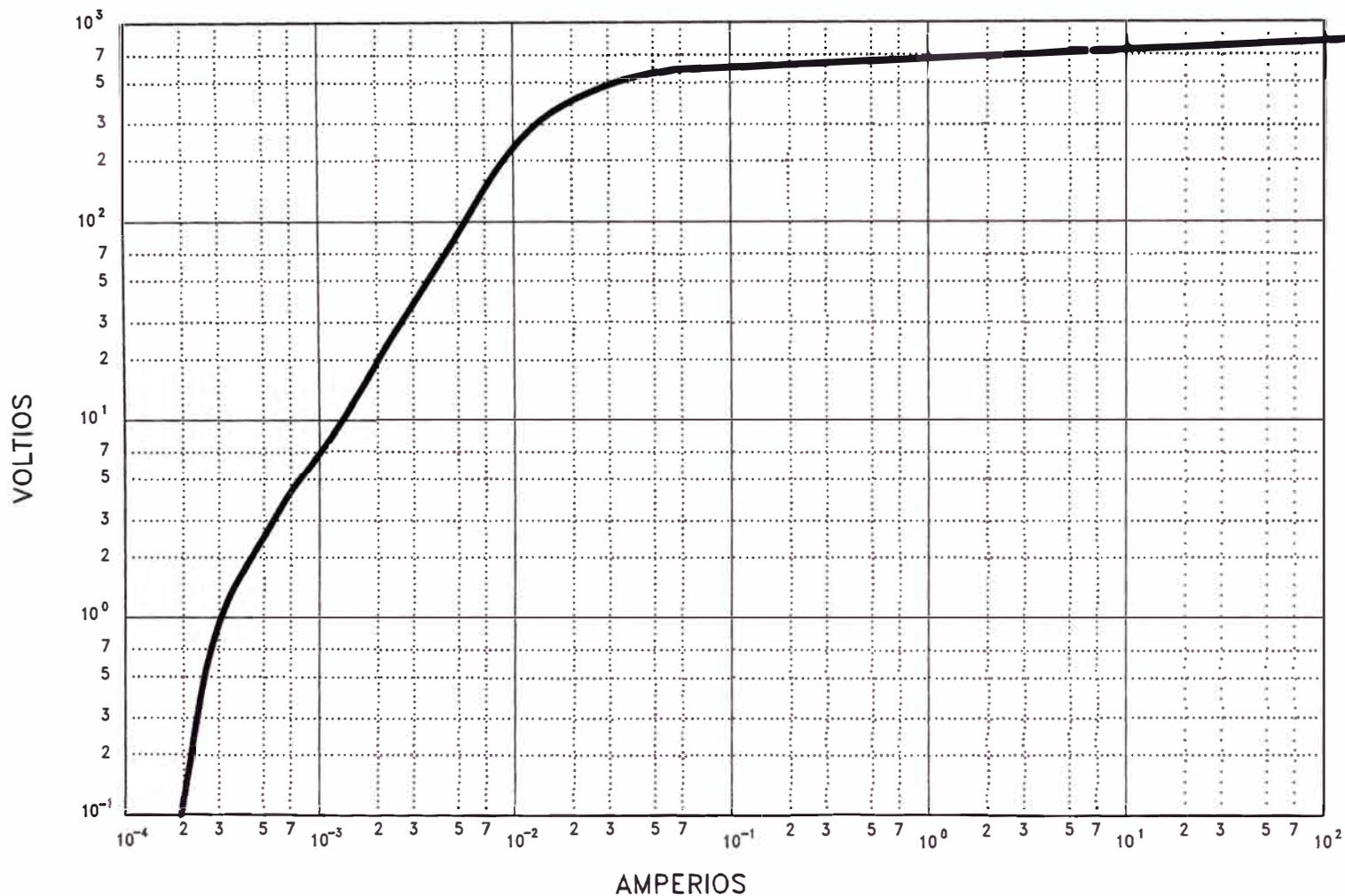
Marca: GEC ALSTHOM Tipo: QDR Subestación: CHIMBOTE	CORTE LONGITUDINAL TRANSF. DE CORRIENTE HERMÉTICO	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	ESQUEMA EP-V-02 FECHA: Oct/05 PAGINA: 1/3
--	--	---	---



1. Disco del indicador del nivel de aceite.
2. Domo removible de aluminio anodizado.
3. Conexión para fijar el potencial del domo 2, aluminio anodizado.
4. Conexión para fijar el potencial de la brida 11, aluminio anodizado.
5. Membrana de compensación de hule sintético.
6. Aparta - rayo.
7. Parte activa encapsulado en epoxy.
8. Conexión para el cambio de realción.
9. terminal primaria.
10. Aislamiento de alta tensión, papel impregnado en aceite.
11. Brida de aluminio para sujetar la porcelana.
12. Aislador de porcelana.
13. Salidas secundarias.
14. Brida de aluminio para sujetar la porcelana.
15. Caja de terminales secundarias
16. Bases de acero galvanizado.
17. Casquillo para anclaje en acero galvanizado
18. Tapón para drenaje del aceite.
19. Acceso del electroducto para conexiones secundarias.

Marca:	GEC ALSTHOM	ESQUEMA DE CONEXION TRANSF. DE CORRIENTE HERMÉTICO	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-V-02
Tipo:	QDR		Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA	PAGINA
Subestación:	CHIMBOTE			Oct/05	2/3

ABOVES-MENTIONNED VALUES ARE TYPICAL ESTIMATED



CORE Nr = 2
 AVERAGE LENGTH OF CORE
 (cm) = 84.82
 CORE CROSS SECTION
 (cm²) = 13.50
 MAGNETIC MATERIAL
 "HIPERSIL" F (Hz) = 60
 AVERAGE - Rct 75°C - KPV(8S3938)
 1- 1200 5.8156 538
 MAGNETISATION CURVE(S)
 BALTEAU Nr= 50792 CORE Nr= 2-3

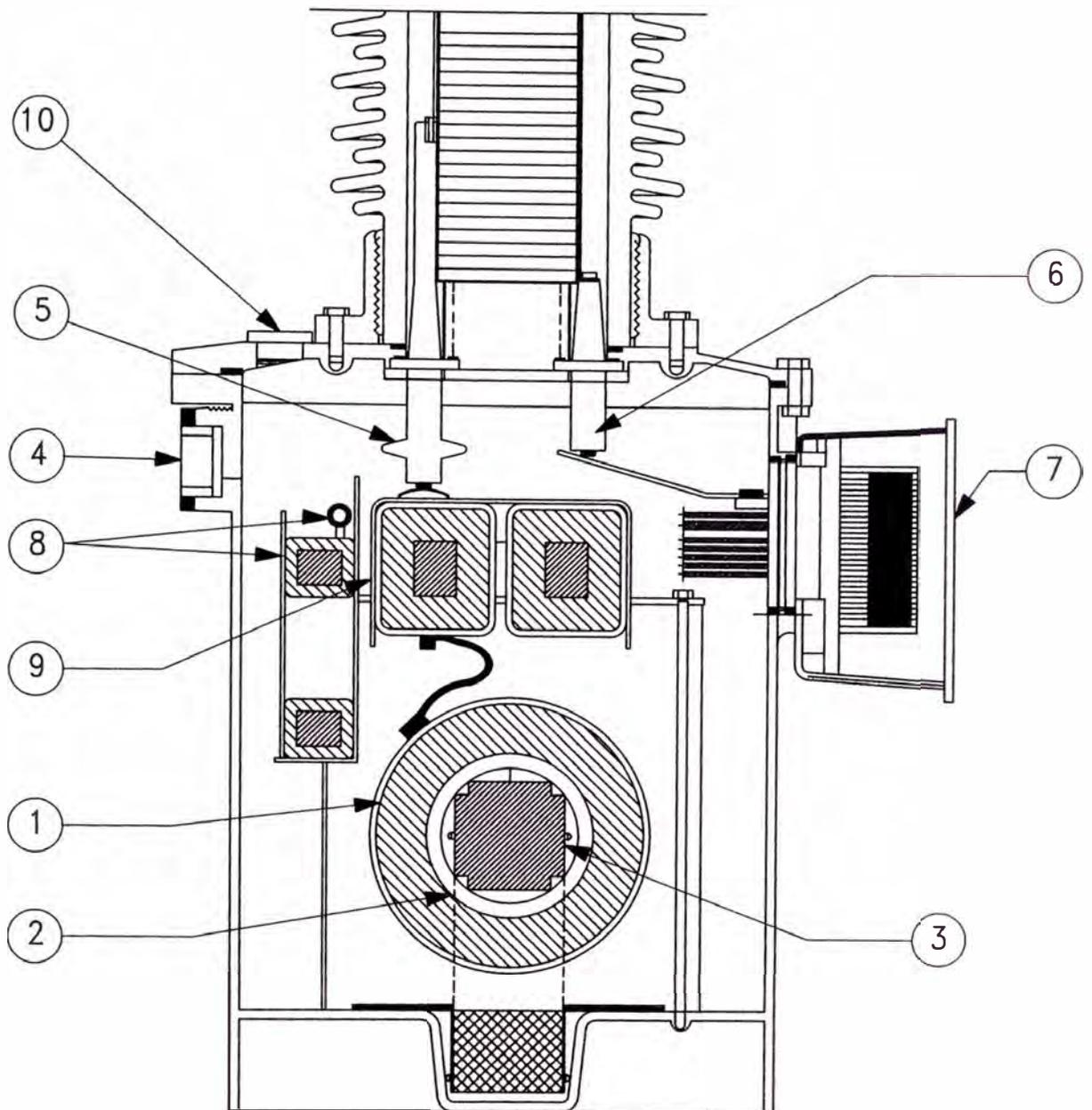
Marca:	GEC ALSTHOM
Tipo:	QDR
Subestación:	CHIMBOTE

**CURVA DE
MAGNETIZACIÓN**
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

ESQUEMA	EP-V-02
FECHA	PAGINA
Oct/05	3/3



1. Bobina primaria
2. Bobina secundaria
3. Núcleo
4. Indicador de nivel de aceite
5. Aislador de tensión intermedio
6. Aislador de bajas tensión
7. Caja de bornes secundarios
8. Circuito de amortiguación
9. Reactor de compensación
10. Tapon para relleno de aceite

Marca:	ABB Switchgear
Tipo:	CPA/CPB
Subestación:	

**UNIDAD
ELECTROMAGNETICA**
TRAFO DE TENSIÓN CAPACITIVO

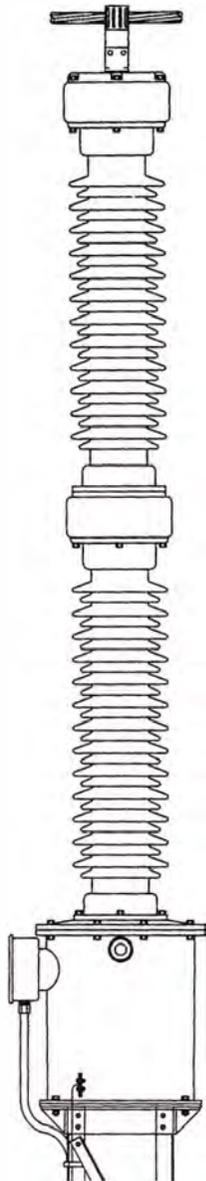
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

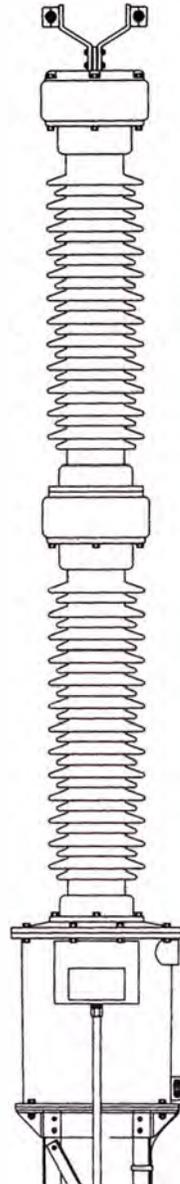
FECHA
Oct/05

ESQUEMA
EP-VI-01

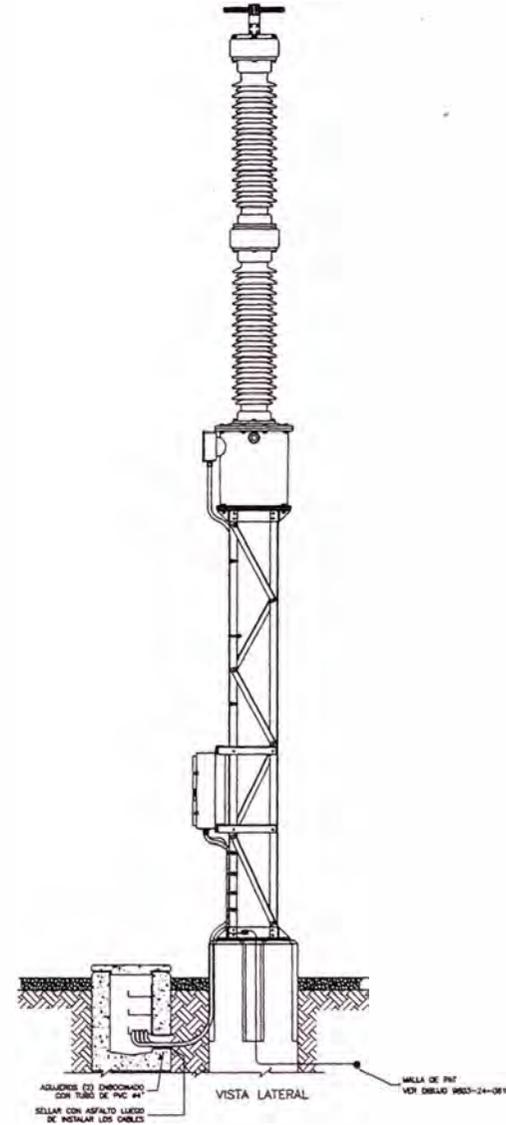
PAGINA
1/1



VISTA LATERAL #8



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

Marca: ABB Switchgear
 Tipo: CPB 245
 Subestación: COTARUSE

DETALLES DE INSTALACIÓN TRANSF. DE TENSIÓN

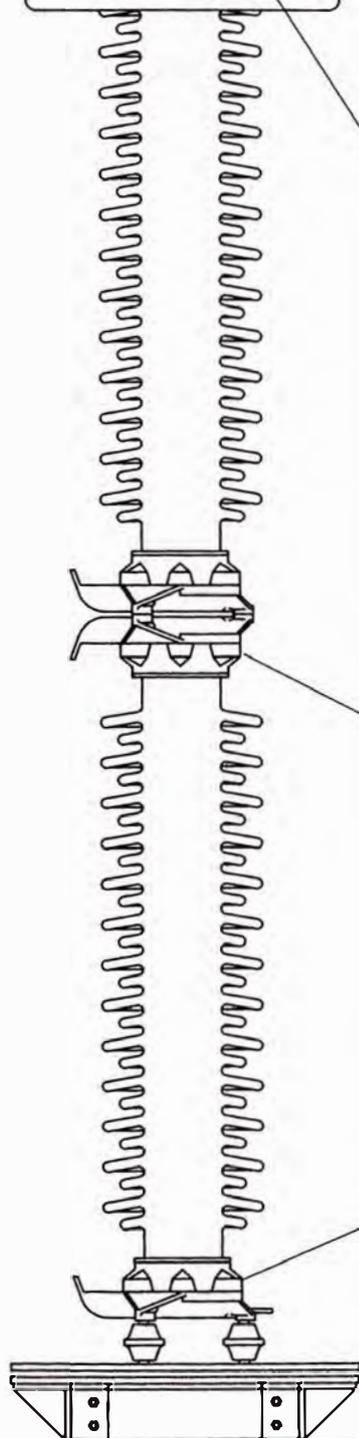
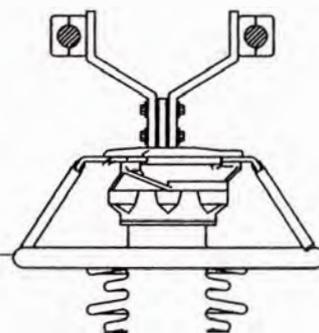
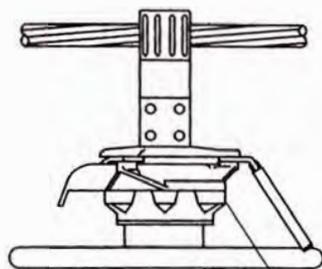
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE

FECHA
 Oct/05

ESQUEMA
 EP-VI-02
 PAGINA
 1/1

ANILLO
PARA EFLUVIO



**PARARRAYOS VariSTAR
COOPER**

N° catálogo AZG3124B156192 Unidad de
 N° Serie -
 MCOV kV rms COV

**PARARRAYOS VariSTAR
COOPER**

N° catálogo AZG3124B156192 Unidad de
 N° Serie -
 MCOV kV rms COV

**PARARRAYOS VariSTAR
COOPER**

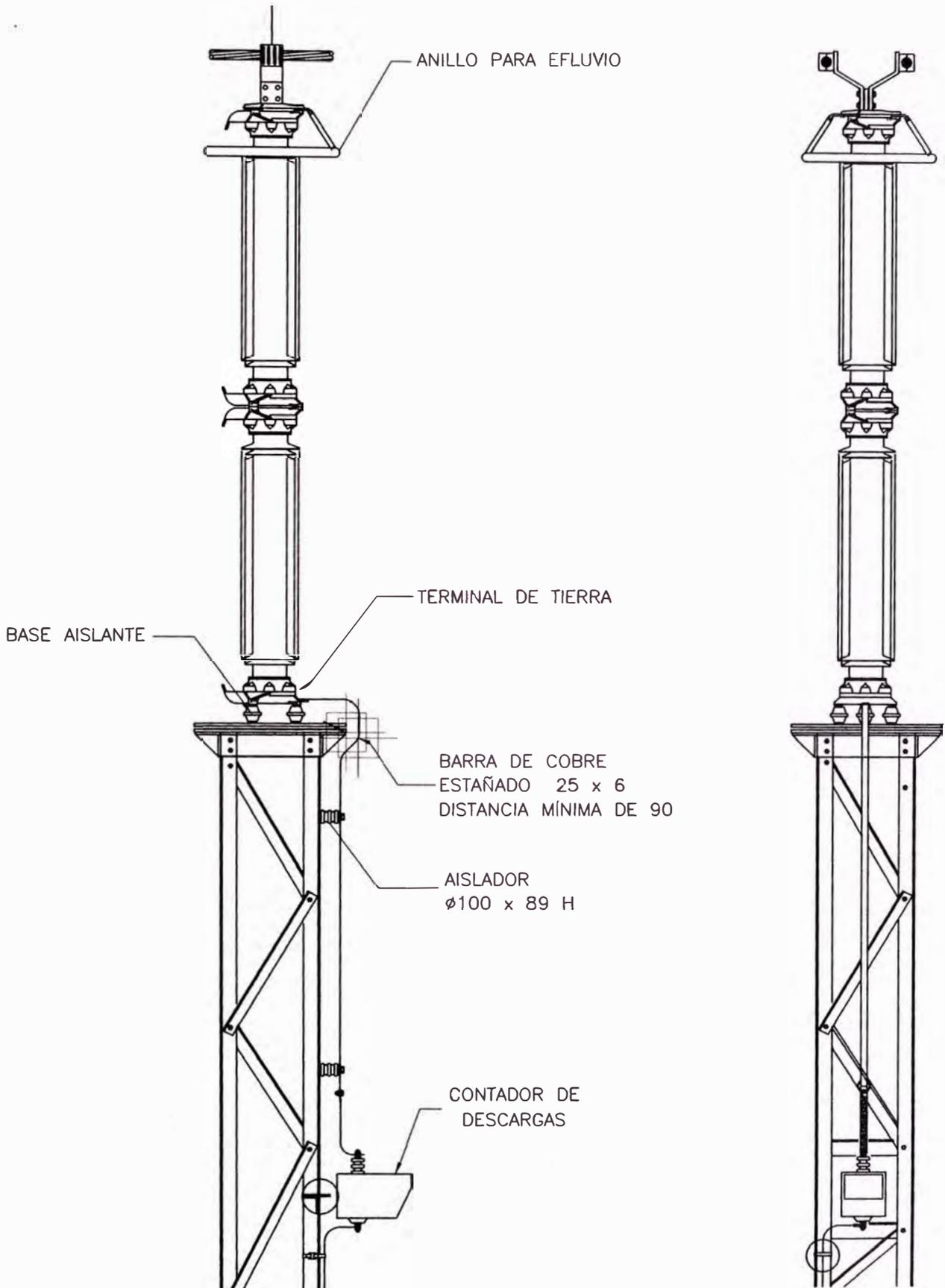
N° catálogo AZG3124B156192 Año 99
 N° Serie
 Tensión Nominal kV rms
 MCOV / COV kV rms
 Alivio de Pres. kA rms
 Clase kA
 Norma IEC 99-4
 frec. Hz

Marca:	VariSTAR COOPER
Tipo:	
Subestación:	COTARUSE

PARARRAYOS
PLACA DE CARACTERÍSTICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	ESQUEMA EP-VII-01
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FEC I-A Oct/05
	PAG INA 1/1

LADO LÍNEA ← → LADO SUBESTACIÓN



Marca:	VariSTAR COOPER
Tipo:	AZG3124B156192
Subestación:	COTARUSE

**PARARRAYOS
INSTALADO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		ESQUEMA EP-VII-02
Nombre: MARCIAL CONCHATUPA QUISPE	FECHA Oct/05	PAGINA 1/1

BIBLIOGRAFÍA

- 1 José Raúl Martín, “ Diseño de subestaciones eléctricas”
McGRAW – HILL/INTERAMERICNA D MÉXICO, 1992
- 2 Coelme “Instrucciones de montaje y de mantenimiento”,
Construzione Elettromeccaniche – SPA Italia, 2000
- 3 Fernando de Melo Santos “Centrais elétricas Brasileiras S.A”,
Grafica Cervantes Editora Ltda – Brazil , 1993
- 4 Alstom “Instrucciones de operación para transformadores”,
ALSTOM ELEKTRIK END. A.S. – GEBZE/KOCAELI TURKIYE , 1999
- 5 Jacques Brodeur “Etude du vieillissement de l’appareillage”,
TransEnergie Hydro Quebec – Canada , 1999
- 6 ABB “Documento de Producto – manual”,
ABB Switchgear AB – Ludvika Suecia, 1998