

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**



**AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN EL TOTORAL 138/13.8kV
NUEVO SWITCHGEAR- EQUIPAMIENTO ELECTRICO**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:
MIGUEL ANGEL VASQUEZ PACHACUTEC**

PROMOCIÓN

2002-I

LIMA – PERÚ

2008

**AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN EL TOTORAL 138/13.8kV
NUEVO SWITCHGEAR- EQUIPAMIENTO ELECTRICO**

DEDICATORIA

A mi familia, por su completo y pleno apoyo.

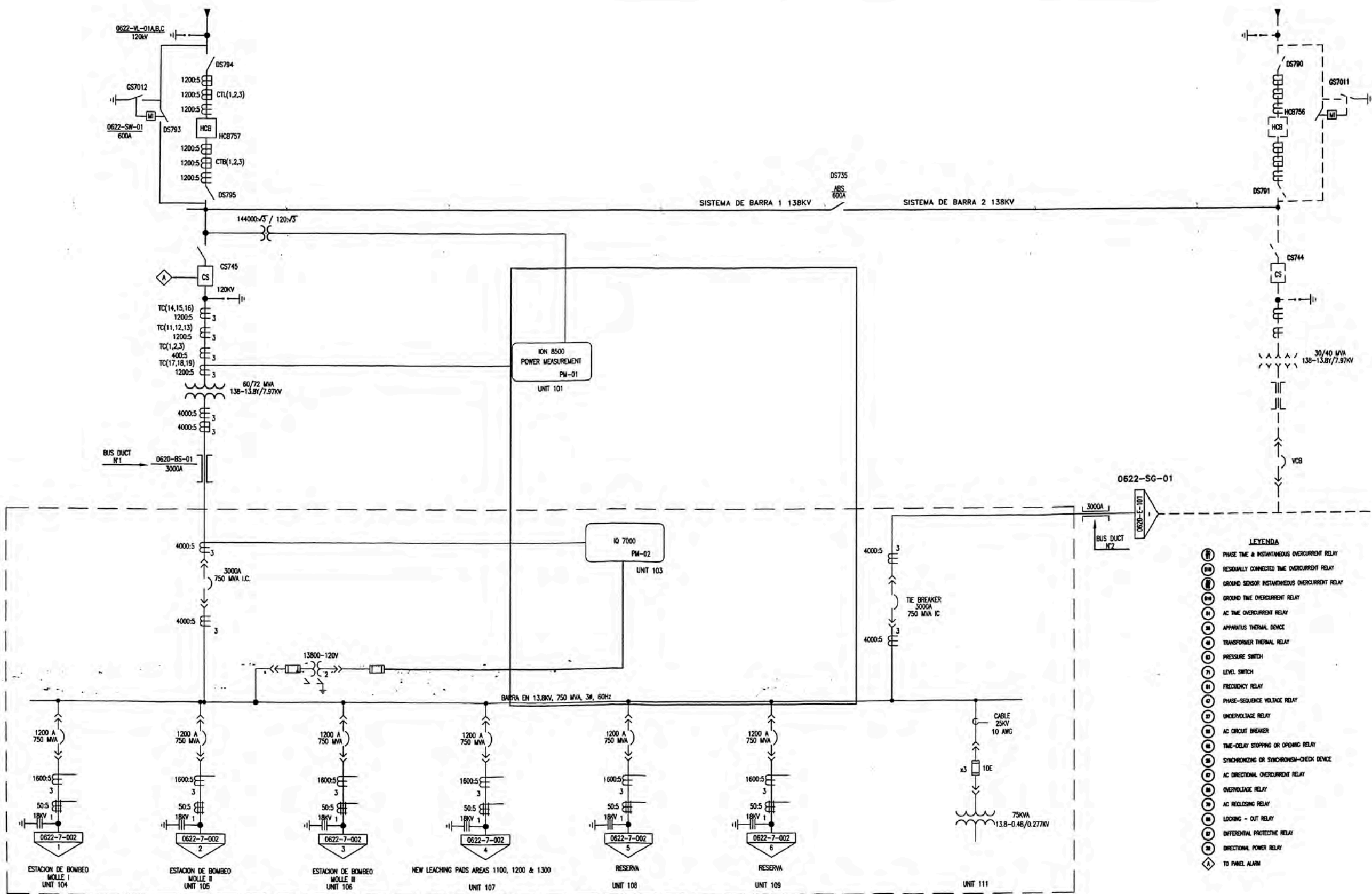
A mis amigos, por tenerme siempre en cuenta.

A mi Universidad, por haberme dado una gran experiencia de vida.

SUMARIO

Ante la demanda creciente de materias primas (como el cobre), las empresas productoras están incrementando constantemente, año tras año, su procesos de producción.

Es en esta situación que se plantea el incremento de la explotación y la eficiencia de los procesos productivos ya existentes. Obviamente, todos estos proyectos requieren energía eléctrica para su desarrollo y es así como este informe aborda el incremento de energía eléctrica a través de la ampliación de la Subestación El Totoral 138/13.8kV de la empresa minera Southern Cooper Corporation.



- LEYENDA**
- ⊕ PHASE TIME & INSTANTANEOUS OVERCURRENT RELAY
 - ⊖ RESIDUALLY CONNECTED TIME OVERCURRENT RELAY
 - ⊙ GROUND SENSOR INSTANTANEOUS OVERCURRENT RELAY
 - ⊗ GROUND TIME OVERCURRENT RELAY
 - ⊕ AC TIME OVERCURRENT RELAY
 - ⊖ APPARATUS THERMAL DEVICE
 - ⊙ TRANSFORMER THERMAL RELAY
 - ⊗ PRESSURE SWITCH
 - ⊕ LEVEL SWITCH
 - ⊖ FREQUENCY RELAY
 - ⊙ PHASE-SEQUENCE VOLTAGE RELAY
 - ⊗ UNDERVOLTAGE RELAY
 - ⊕ AC CIRCUIT BREAKER
 - ⊖ TIME-DELAY STOPPING OR OPENING RELAY
 - ⊙ SYNCHRONIZING OR SYNCHRONISM-CHECK DEVICE
 - ⊗ AC DIRECTIONAL OVERCURRENT RELAY
 - ⊕ OVERVOLTAGE RELAY
 - ⊖ AC RECLOSING RELAY
 - ⊙ LOCKING - OUT RELAY
 - ⊗ DIFFERENTIAL PROTECTIVE RELAY
 - ⊕ DIRECTIONAL POWER RELAY
 - ⊖ TO PANEL ALARM

Fig. 1.2 Diagrama unifilar de Fuerza y Medicion.

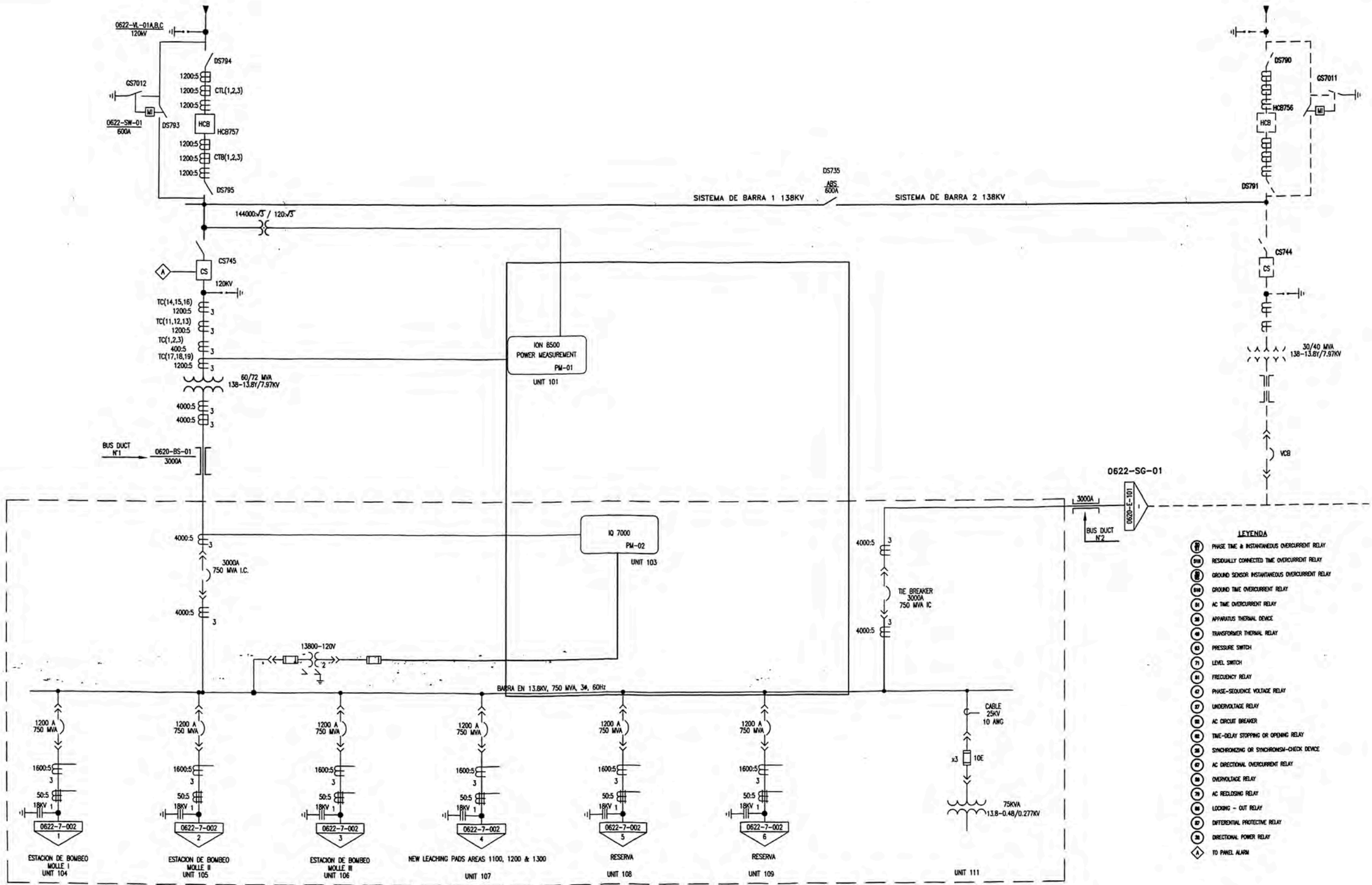


Fig. 1.2 Diagrama unifilar de Fuerza y Medición.

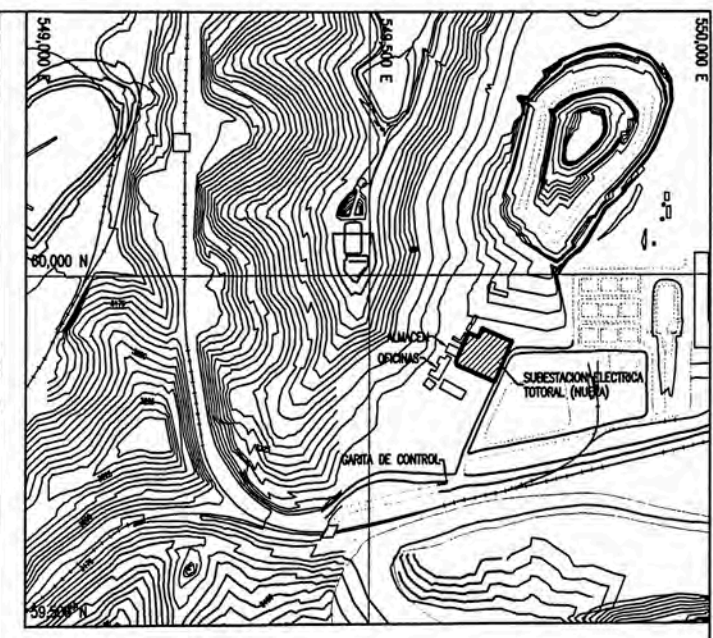
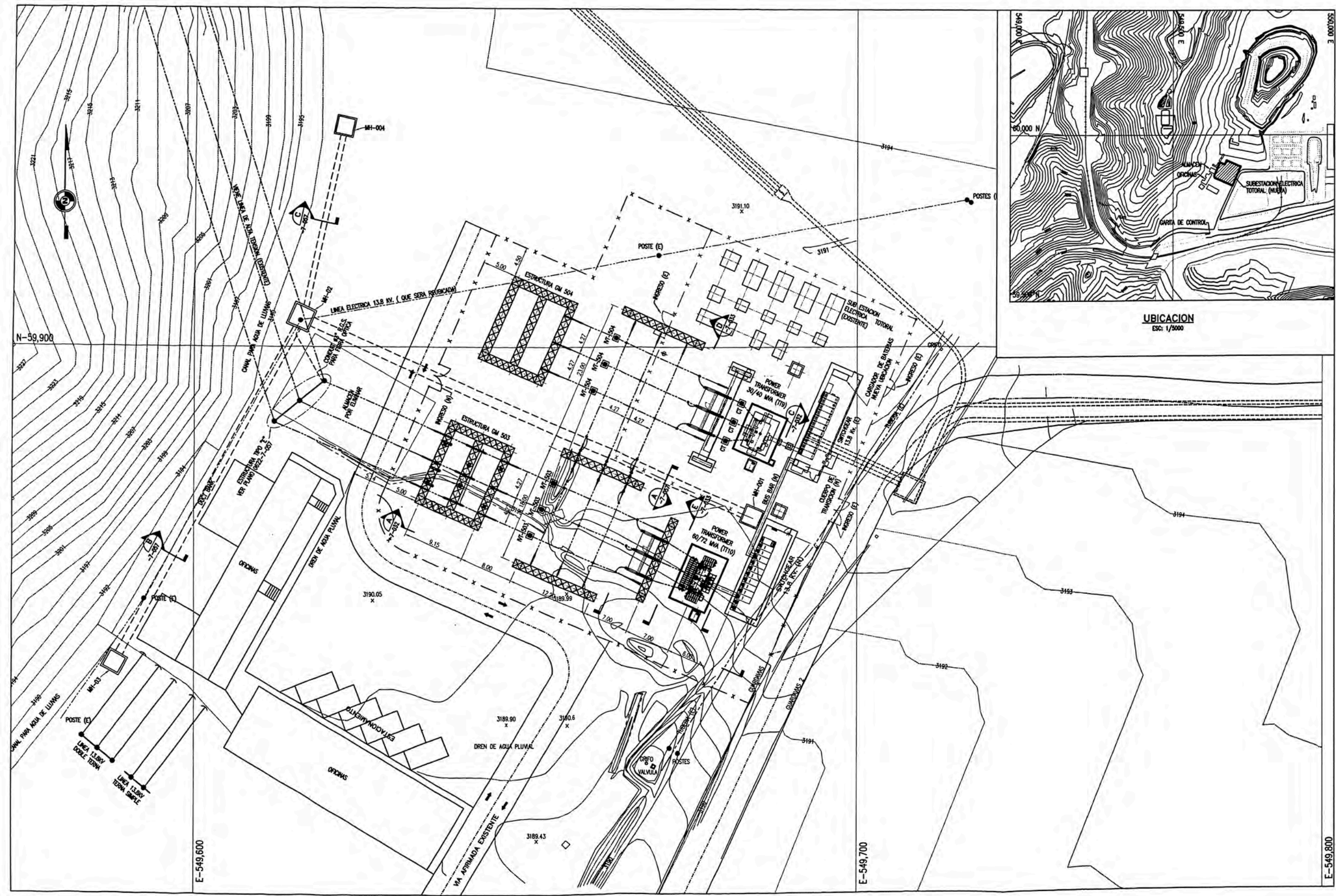
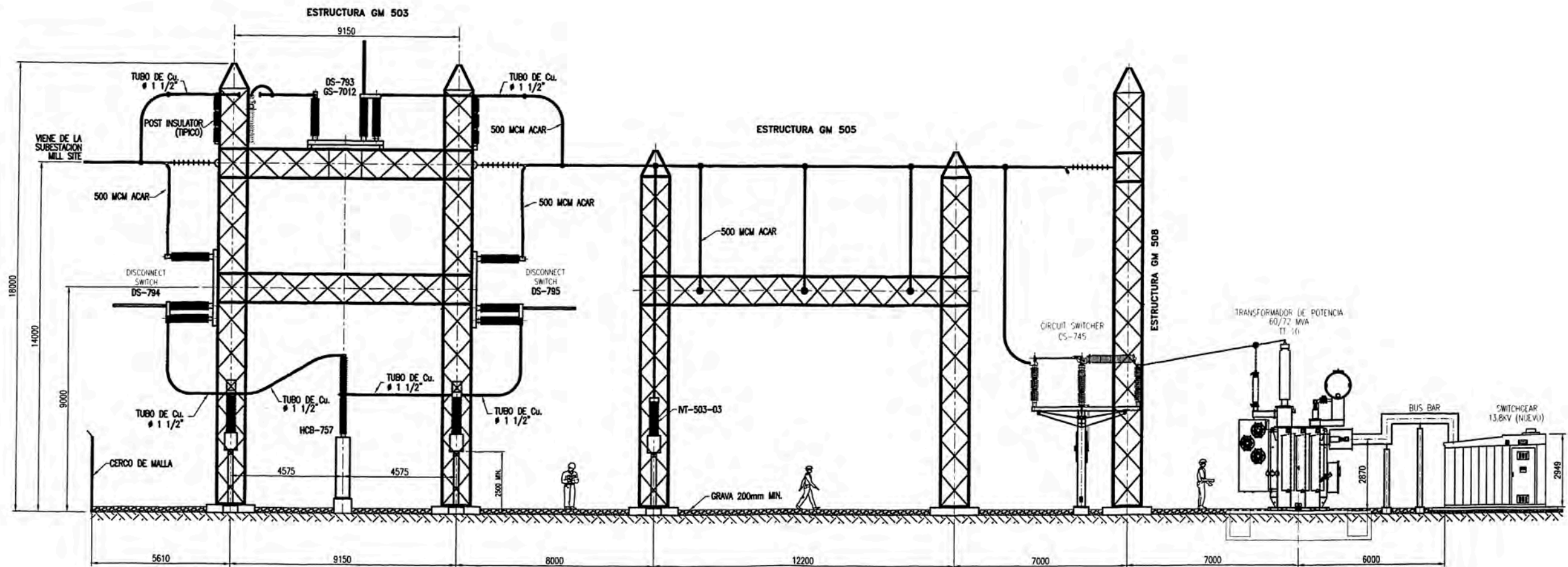
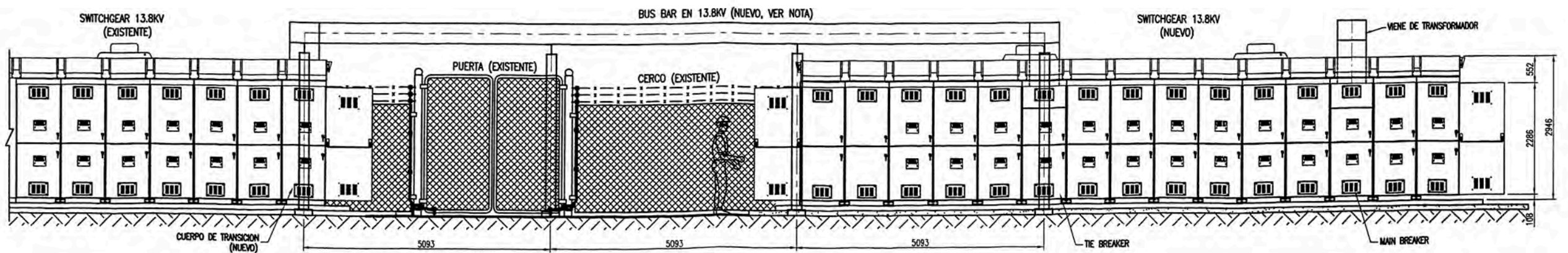


Fig. 1.3 Vista General de Planta-Subestacion Electrica



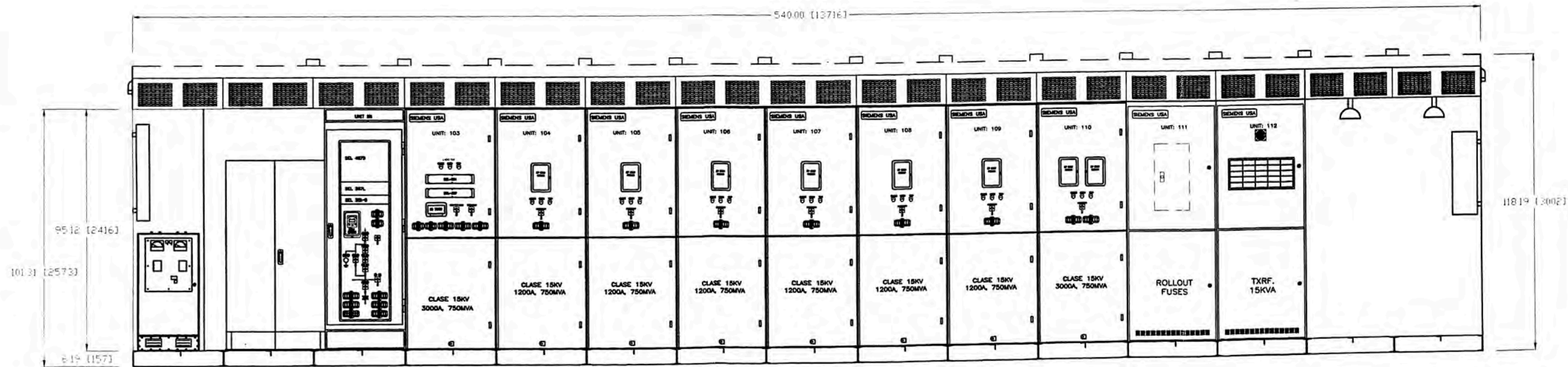
SECCION A
ESC: 1/100 0622-7-031



SECCION C
ESC: 1/50 0622-7-031

NOTA:
1.- EL BUS BAR SERA DEFINIDO POR EL FABRICANTE

Fig. 1.4 Vista General de Elevación -Subestacion Electrica.



CORTE C-C'

Fig. 1.5 Vista interior Walking -Subestacion Electrica.

CIRCUITO DE MANDOS DE SECCIONADORES

SECCIONADOR DE BARRAS DS794

SECCIONADOR DE BARRAS DS795

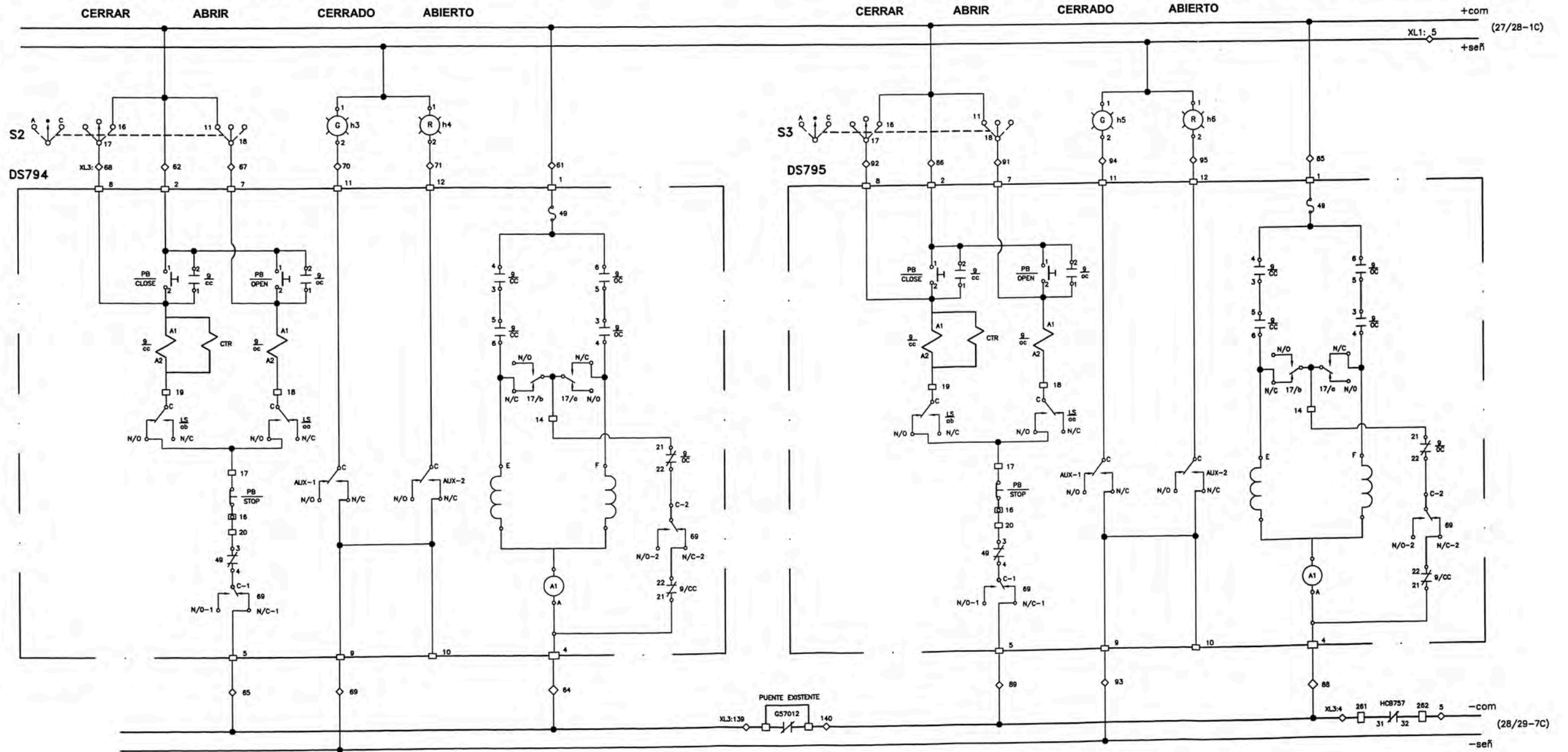


Fig. 3.1 Circuito de control de Seccionadores DS794 y DS795.

CIRCUITO DE MANDOS DE SECCIONADORES

SECCIONADOR DE BARRAS DS793 (BY PASS)

SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA GS7012

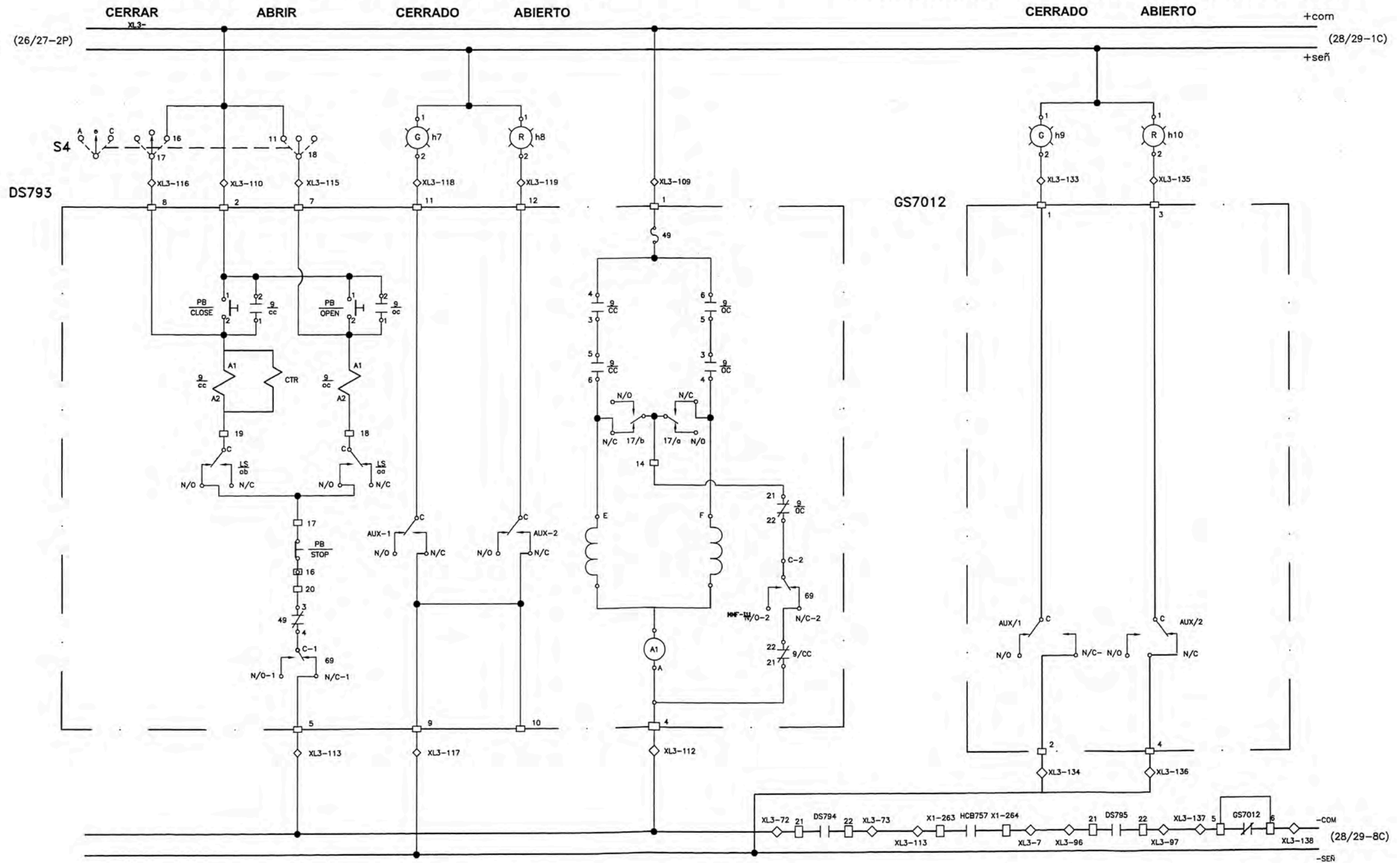


Fig. 3.2 Circuito de control de Seccionadores DS793 y GS7012.

CIRCUITO DE MANDOS DE SECCIONADORES

SECCIONADOR LONGITUDINAL 1 138KV DS735

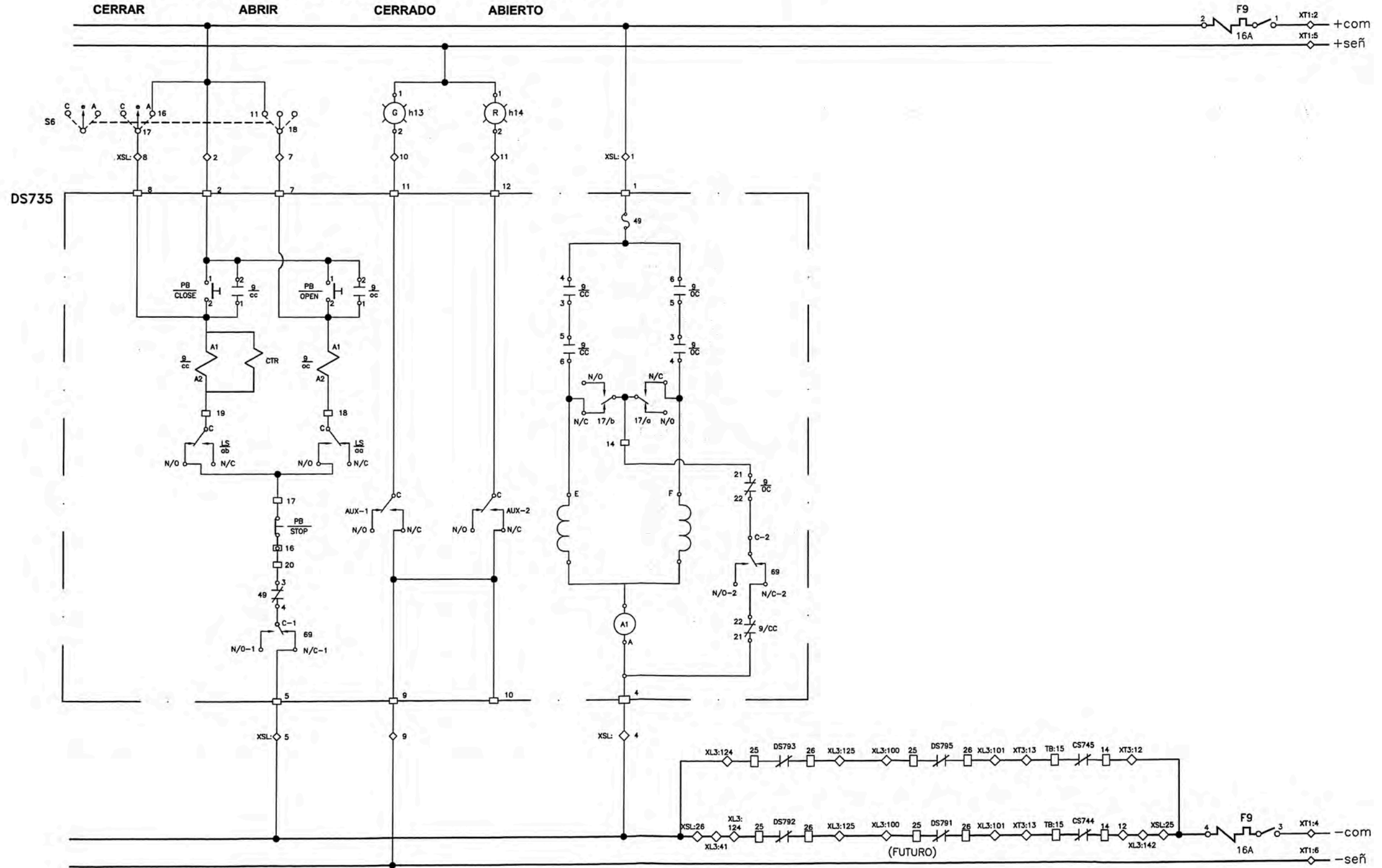
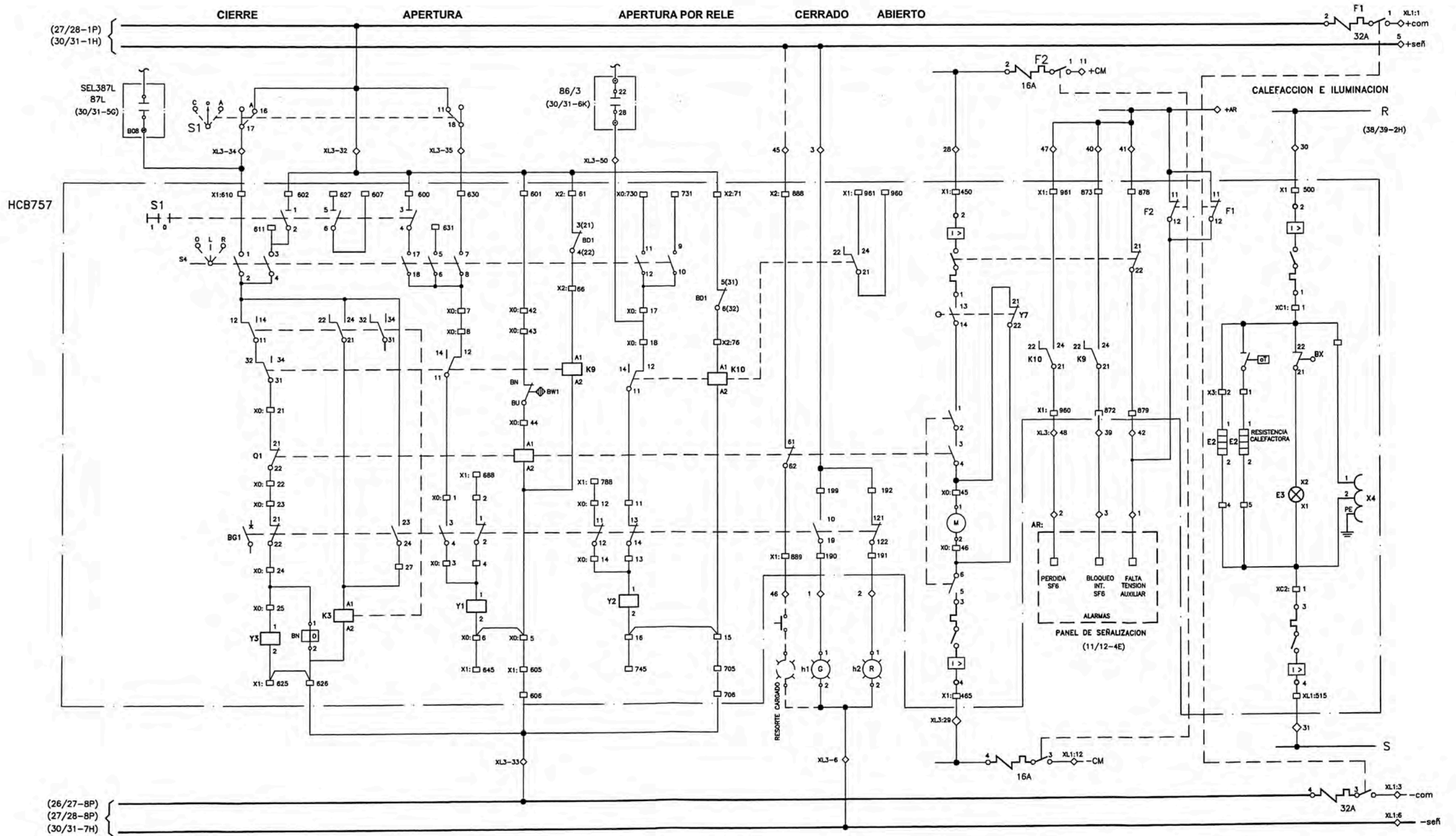


Fig. 3.3 Circuito de control de Seccionador DS735.

CIRCUITO DE MANDOS DE INTERRUPTOR DE POTENCIA INTERRUPTOR HCB757



CIRCUITO DE MANDOS DE CIRCUIT SWITCHER CS745

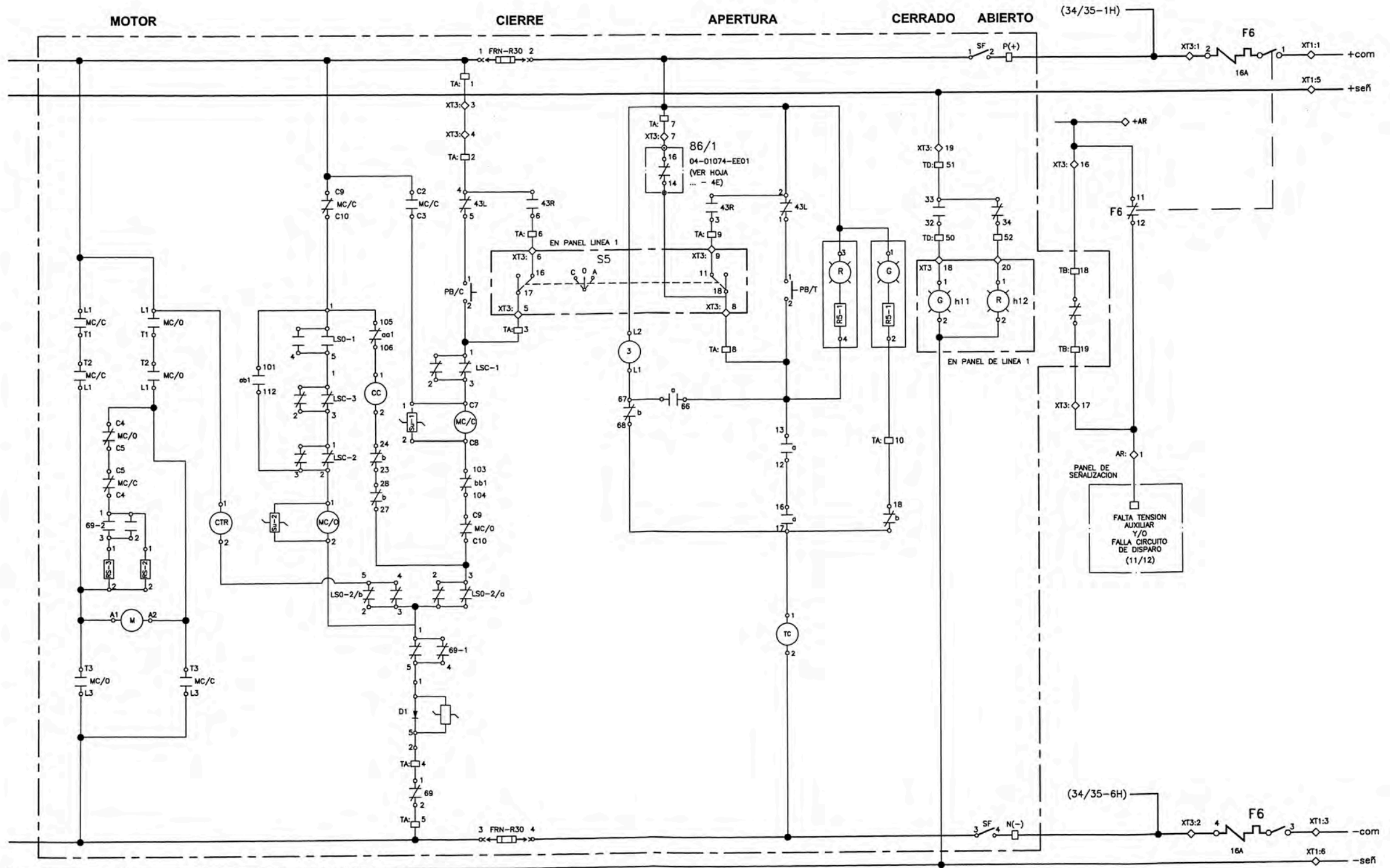


Fig. 3.5 Circuito de control de Circuit Switcher CS745.

CIRCUITO DE CORRIENTE

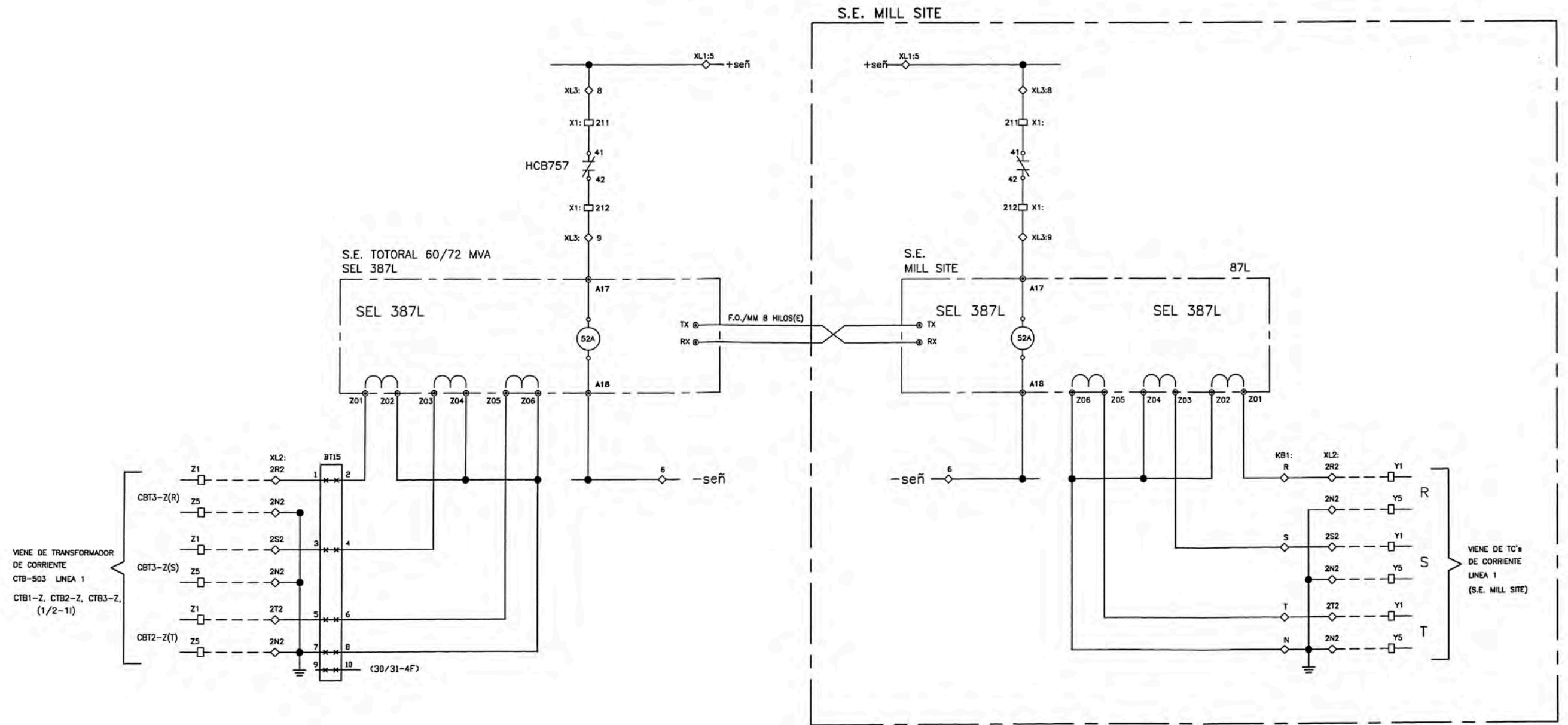


Fig. 3.6 Circuito de control de Relé diferencial de Línea SEL 387L.

CIRCUITO DE APERTURA Y SEÑALIZACION

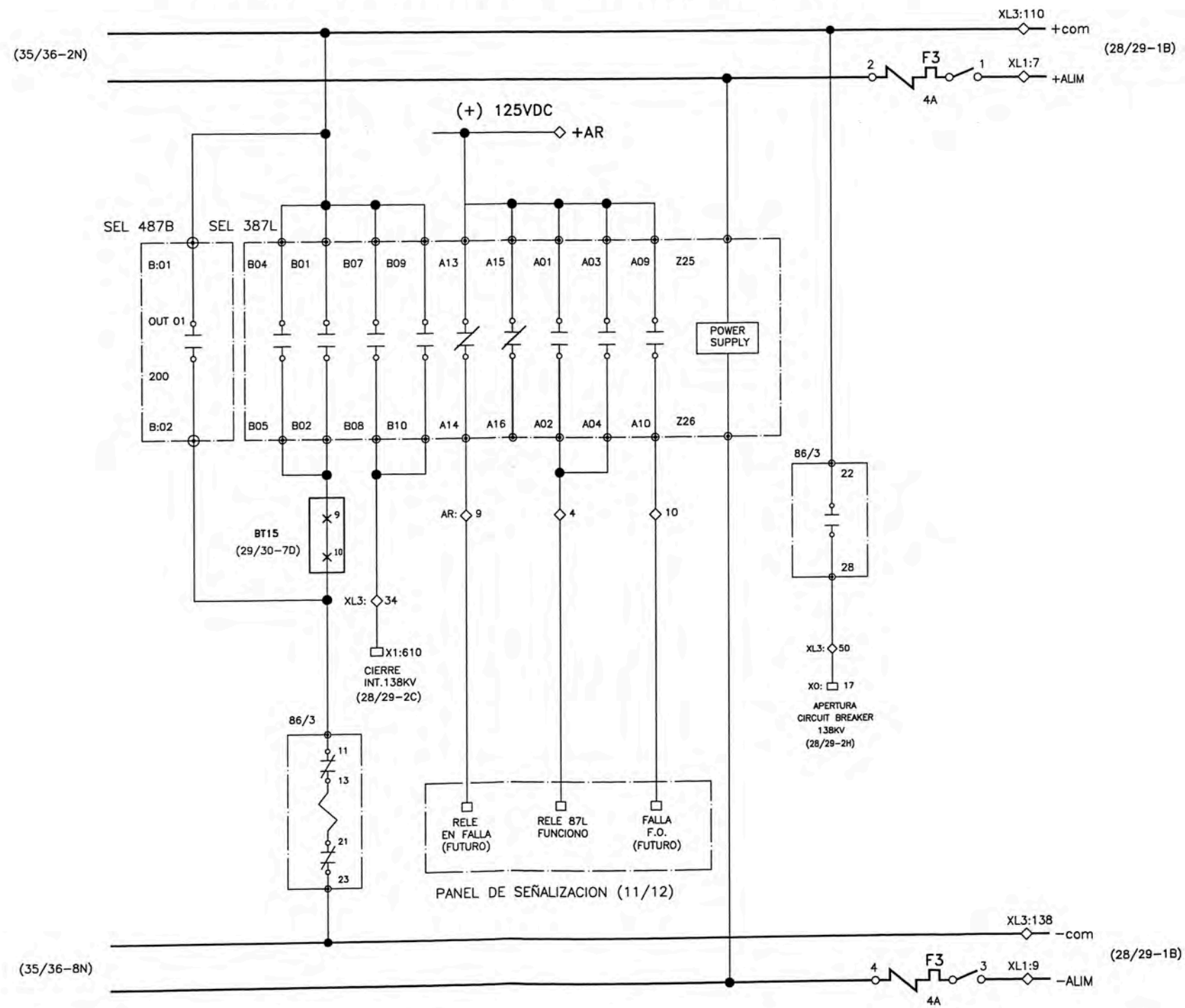


Fig. 3.7 Salidas programables de Relé diferencial de Línea SEL 387L.

PROTECCION DE BARRAS 138KV
CIRCUITO DE CORRIENTES Y TENSIONES

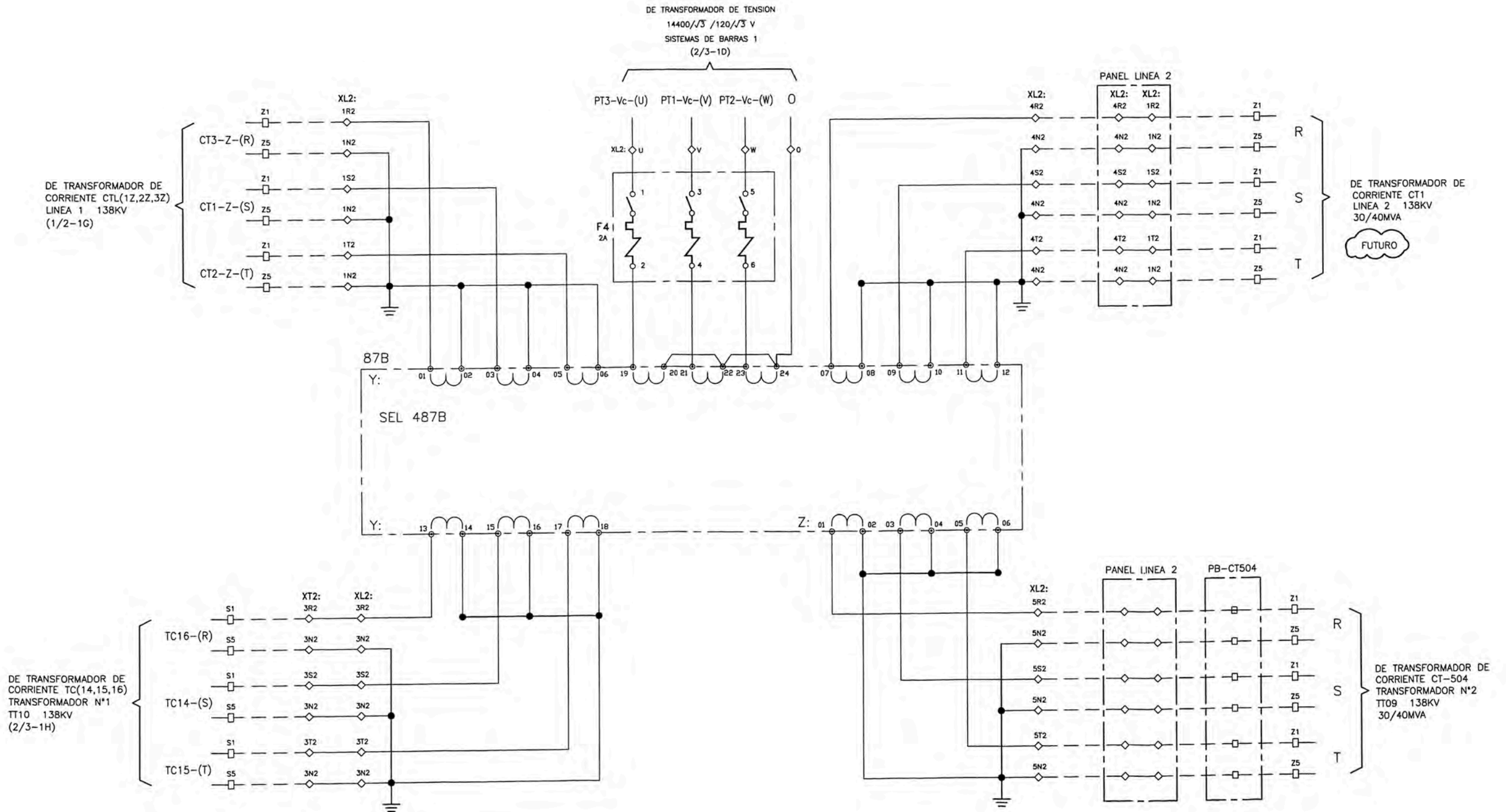


Fig. 3.8 Señales de entrada en Relè diferencial de barras SEL 487B.

PROTECCION DE BARRAS 138KV IMAGEN DE SECCIONADORES Y CIRCUITO DE APERTURA

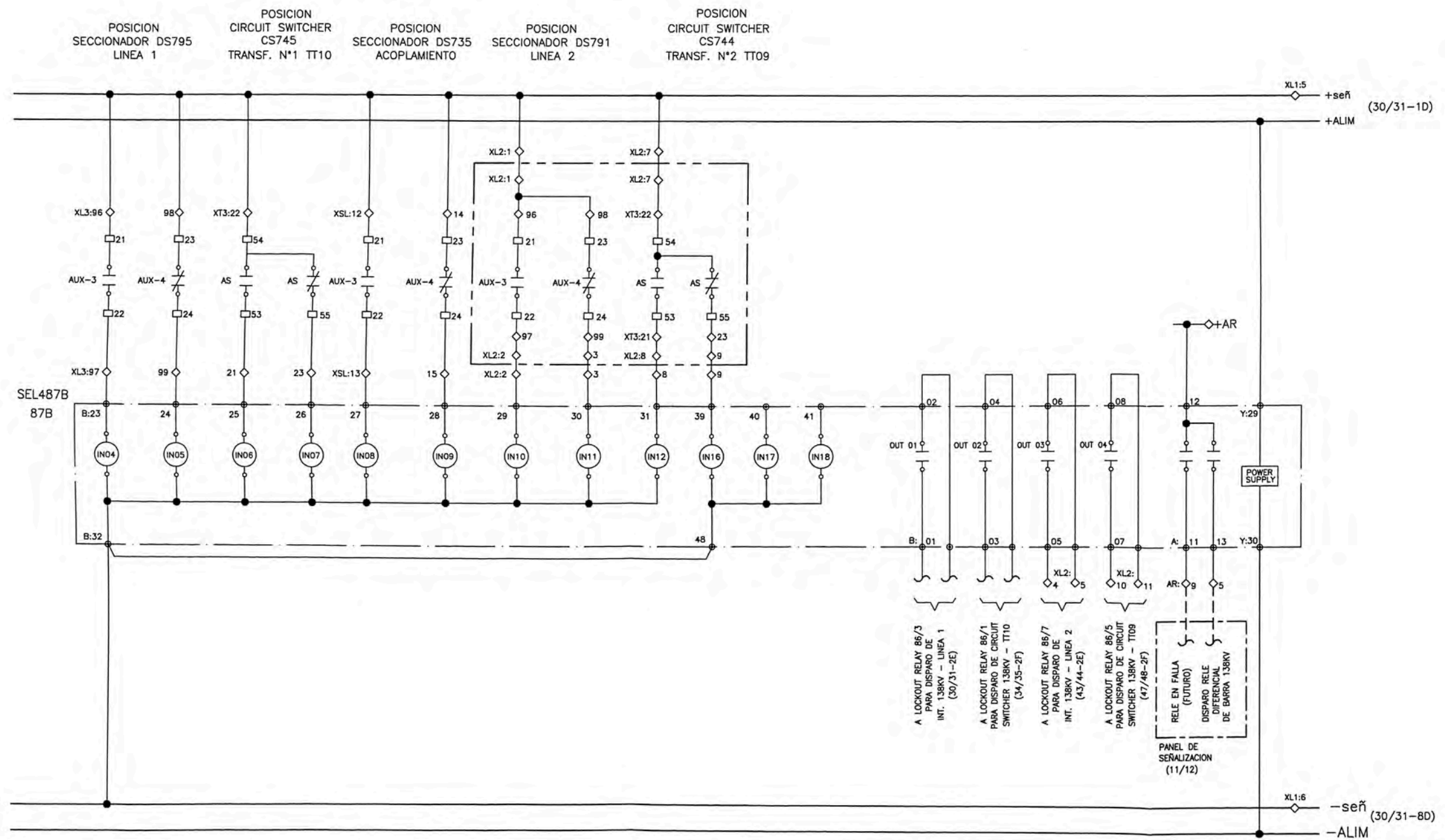


Fig. 3.9 Entradas y salidas programables en relè diferencial de barras SEL487B.

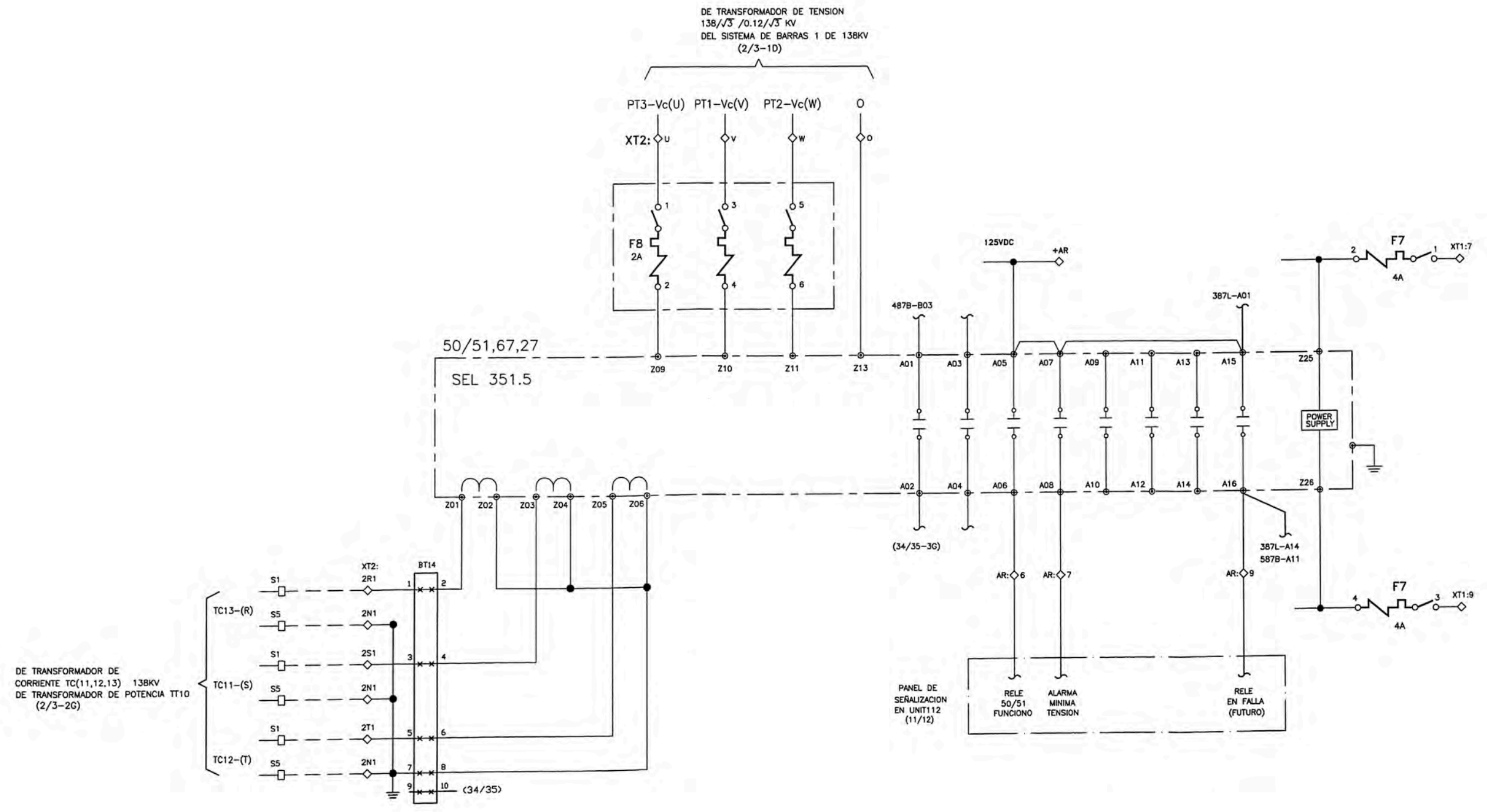
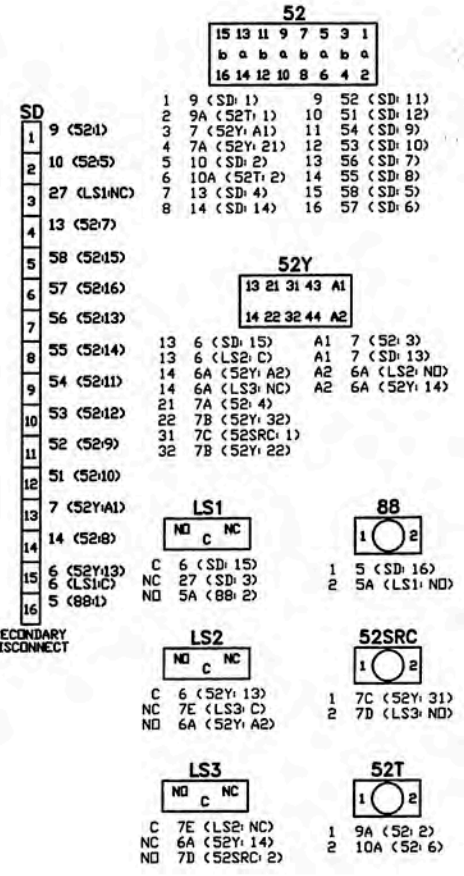
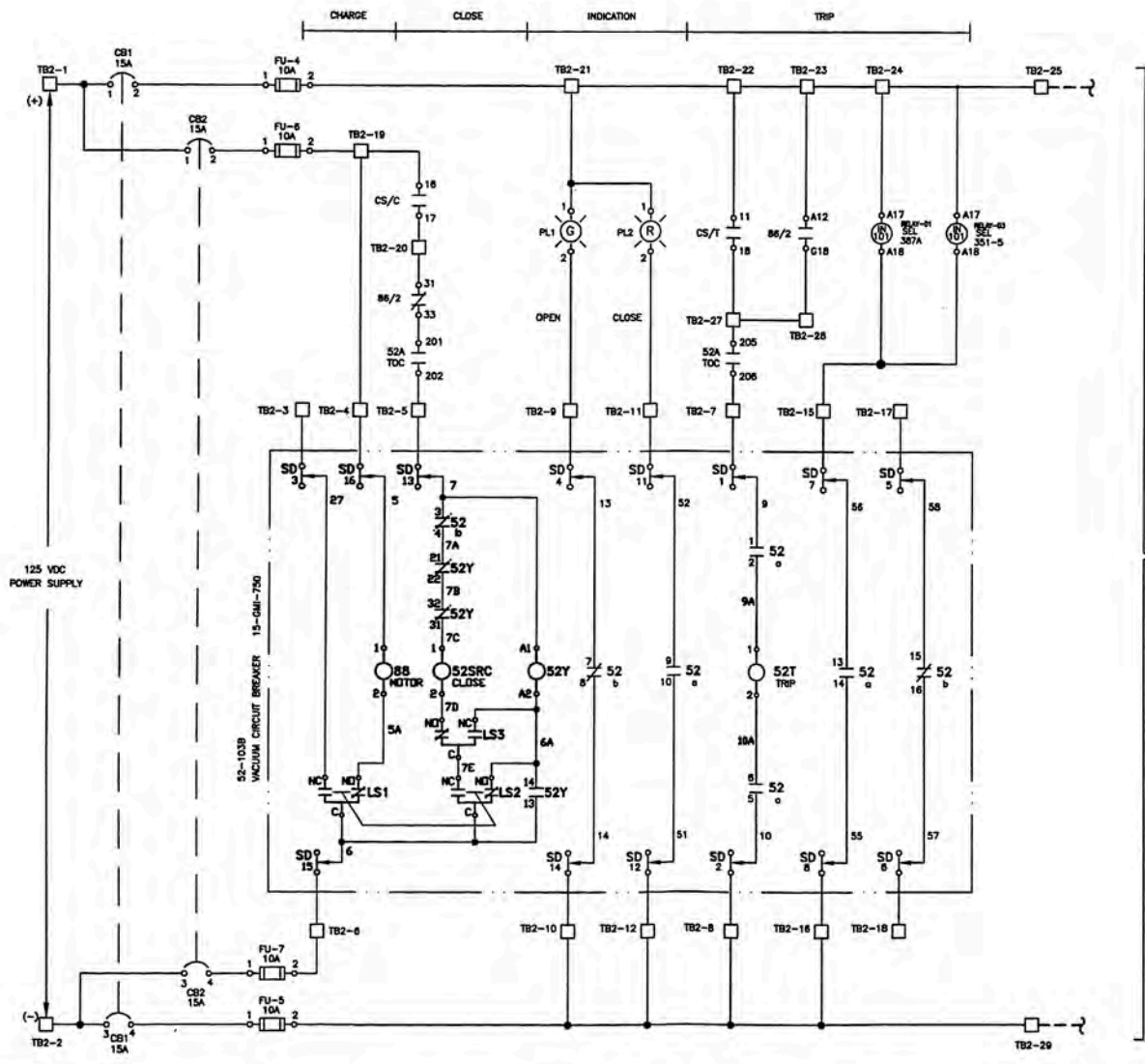
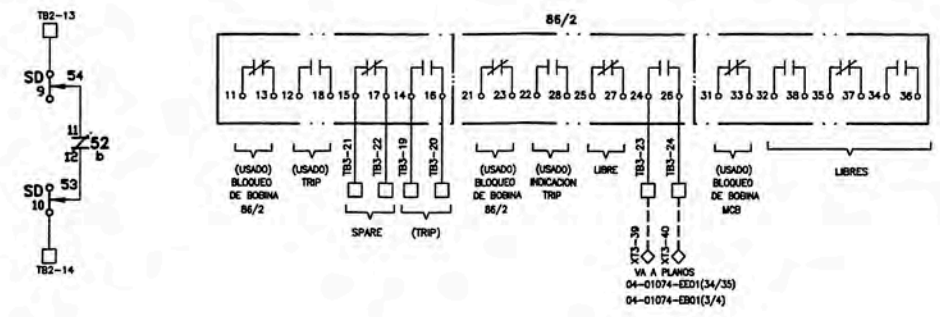


Fig. 3.10 Circuito de relé de sobrecorriente SEL 351-5.

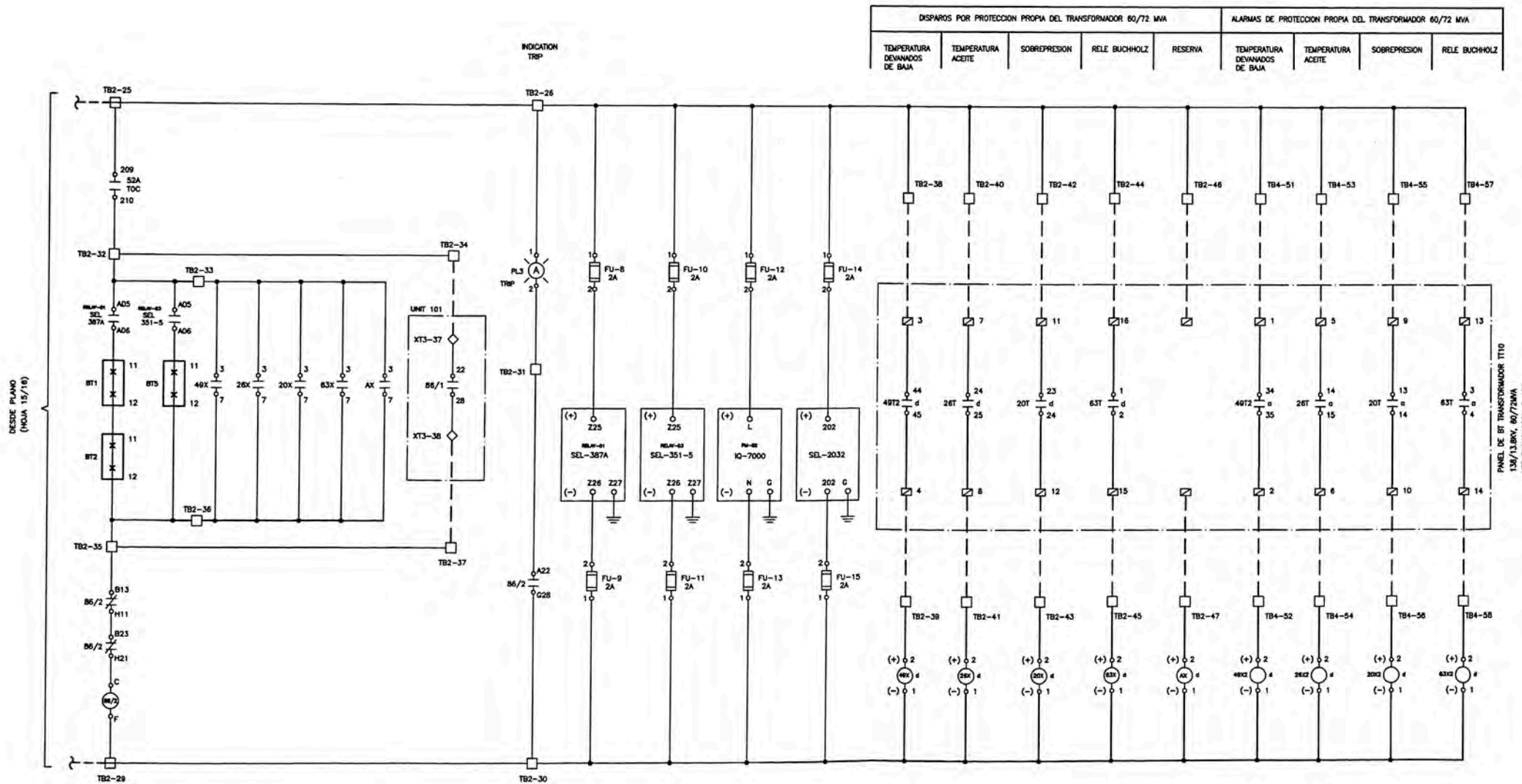


LEYENDA	
□	TERMINAL BLOCK EN CELDA
◇	TERMINAL BLOCK EXTERNO
○	TERMINAL BLOCK EN EQUIPO
---	CABLEADO EN CELDA
---	CABLEADO EXTERNO A LA CELDA
⊞	FUSIBLE DE BT
⊞	CIRCUIT BREAKER
⊞	PILOT LIGHT

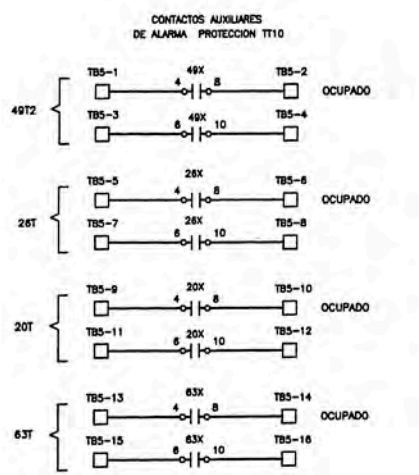
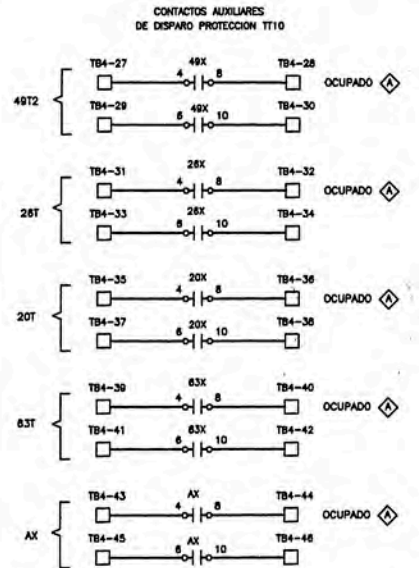


- SYMBOL LIST:**
- LS1 - MOTOR CUTOFF SWITCH
 - LS2 - SPRING CHARGE SWITCH
 - LS3 - CHECKS TRIP LATCH RESET (BLOCKS ELEC. CLOSE WHILE RACKING TEST TO CONNECT)
 - 88 - SPRING CHARGE MOTOR
 - S2SRC - SPRING RELEASE COIL (CLOSE)
 - S2Y - CLOSING RELAY (ANTI-PUMP)
 - S2T - OPENING SOLENOID (TRIP)
 - SD - SECONDARY DISCONNECT
 - S2a - AUXILIARY SWITCH (OPEN WHEN BREAKER IS OPEN)
 - S2b - AUXILIARY SWITCH (CLOSED WHEN BREAKER IS OPEN)
 - BT - TEST BLOCKS
- TYPICAL REMOTE DEVICES**
- R - RED INDICATING LIGHT (CLOSE)
 - G - GREEN INDICATING LIGHT (TRIP)
 - A - AMBER INDICATING LIGHT (TRIP)
 - CS/C - CONTROL SWITCH (CLOSE)
 - CS/T - CONTROL SWITCH (TRIP)

Fig. 3.11 Circuito de control de interruptor 13.8KV/3000A – Componentes internos.

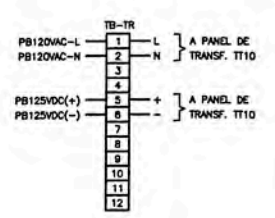
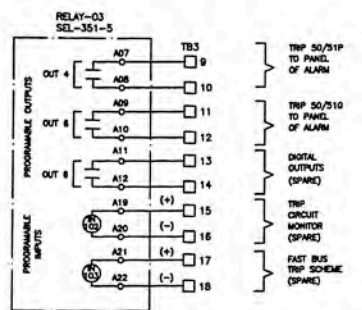
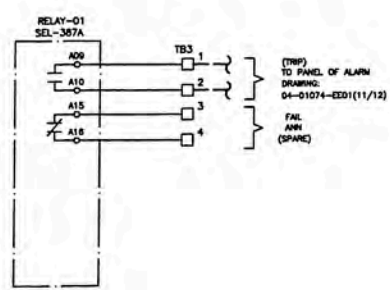


DISPAROS POR PROTECCION PROPIA DEL TRANSFORMADOR 60/72 MVA				ALARMAS DE PROTECCION PROPIA DEL TRANSFORMADOR 60/72 MVA				
TEMPERATURA DEVIANDOS DE BAJA	TEMPERATURA ACEITE	SOBREPRESION	RELE BUCHHOLZ	RESERVA	TEMPERATURA DEVIANDOS DE BAJA	TEMPERATURA ACEITE	SOBREPRESION	RELE BUCHHOLZ



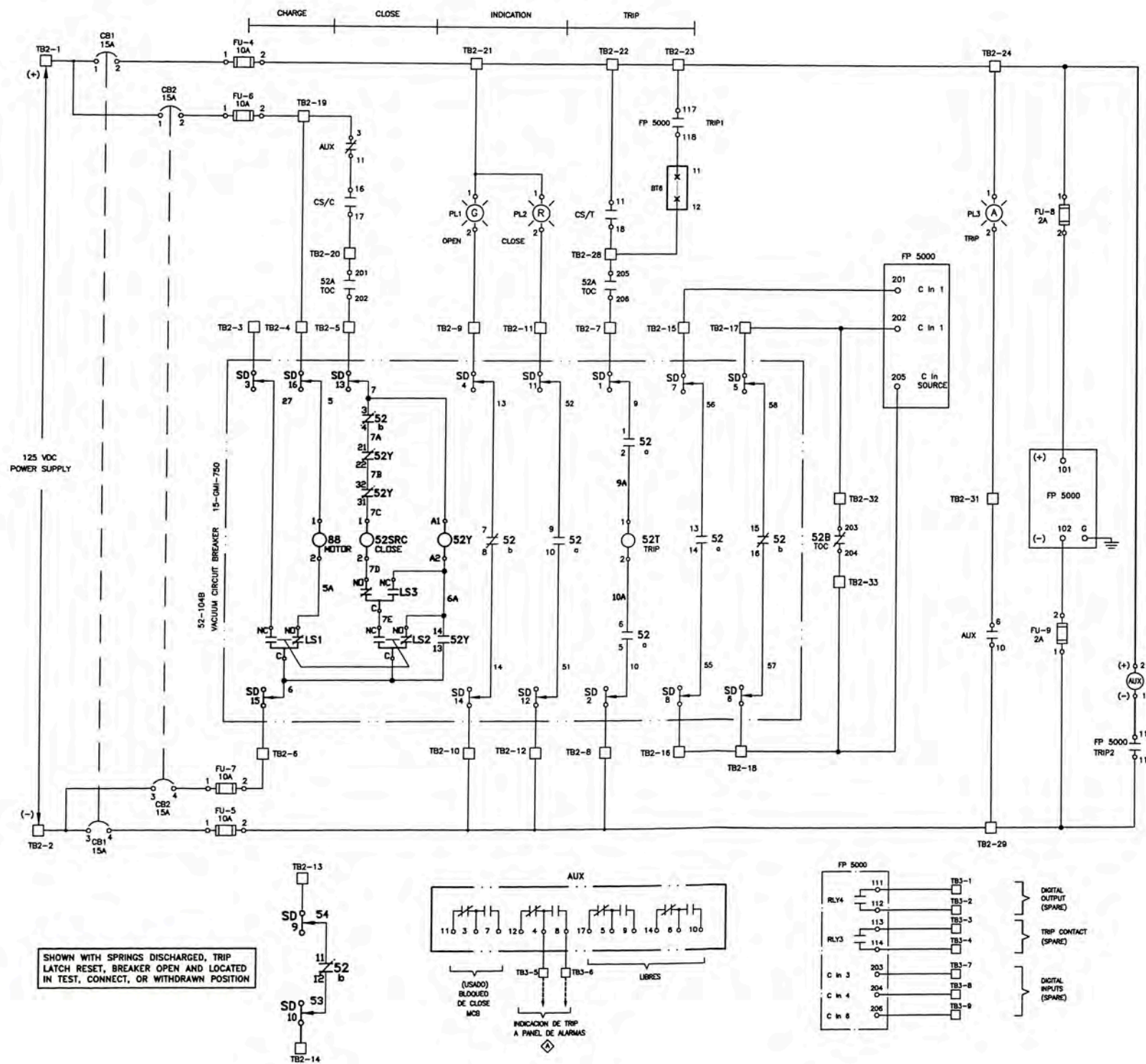
LEYENDA

□	TERMINAL BLOCK EN CELDA
◇	TERMINAL BLOCK EXTERNO
○	TERMINAL BLOCK EN EQUIPO
⊠	TERMINAL BLOCK PANEL DE TT10
—	CABLEADO EN CELDA
- - -	CABLEADO EXTERNO A LA CELDA
⊞	FUSIBLE DE BT
⊞	CIRCUIT BREAKER
⊞	PILOT LIGHT
⊞	RELE DE BLOQUEO



- SYMBOL LIST:
- LS1 - MOTOR CUTOFF SWITCH
 - LS2 - SPRING CHARGE SWITCH
 - LS3 - CHECKS TRIP LATCH RESET (BLOCKS ELEC. CLOSE WHILE RACKING TEST TO CONNECT)
 - 88 - SPRING CHARGE MOTOR
 - S2SRC - SPRING RELEASE COIL (CLOSE)
 - S2T - CLOSING RELAY (ANTI-PUMP)
 - SD - OPENING SOLENOID (TRIP)
 - SD - SECONDARY DISCONNECT
 - S2a - AUXILIARY SWITCH (OPEN WHEN BREAKER IS OPEN)
 - S2b - AUXILIARY SWITCH (CLOSED WHEN BREAKER IS OPEN)
 - BT - TEST BLOCKS
- R - RED INDICATING LIGHT (CLOSE)
 G - GREEN INDICATING LIGHT (TRIP)
 A - AMBER INDICATING LIGHT (TRIP)
 CS/C - CONTROL SWITCH (CLOSE)
 CS/T - CONTROL SWITCH (TRIP)

Fig. 3.12 Circuito de control de interruptor 13.8KV/3000A – Señales de disparo.



SHOWN WITH SPRINGS DISCHARGED, TRIP LATCH RESET, BREAKER OPEN AND LOCATED IN TEST, CONNECT, OR WITHDRAWN POSITION

52															
15	13	11	9	7	5	3	1								
b	a	b	a	b	a	b	a								
16	14	12	10	8	6	4	2								

52Y															
13	21	31	43	A1											
14	22	32	44	A2											

SD															
1	9	(52:1)													
2	10	(52:5)													
3	27	(LS1:NC)													
4	13	(52:7)													
5	58	(52:15)													
6	57	(52:16)													
7	56	(52:13)													
8	55	(52:14)													
9	54	(52:11)													
10	53	(52:12)													
11	52	(52:9)													
12	51	(52:10)													
13	7	(52Y:A1)													
14	14	(52:8)													
15	6	(52Y:13)													
16	5	(88:1)													

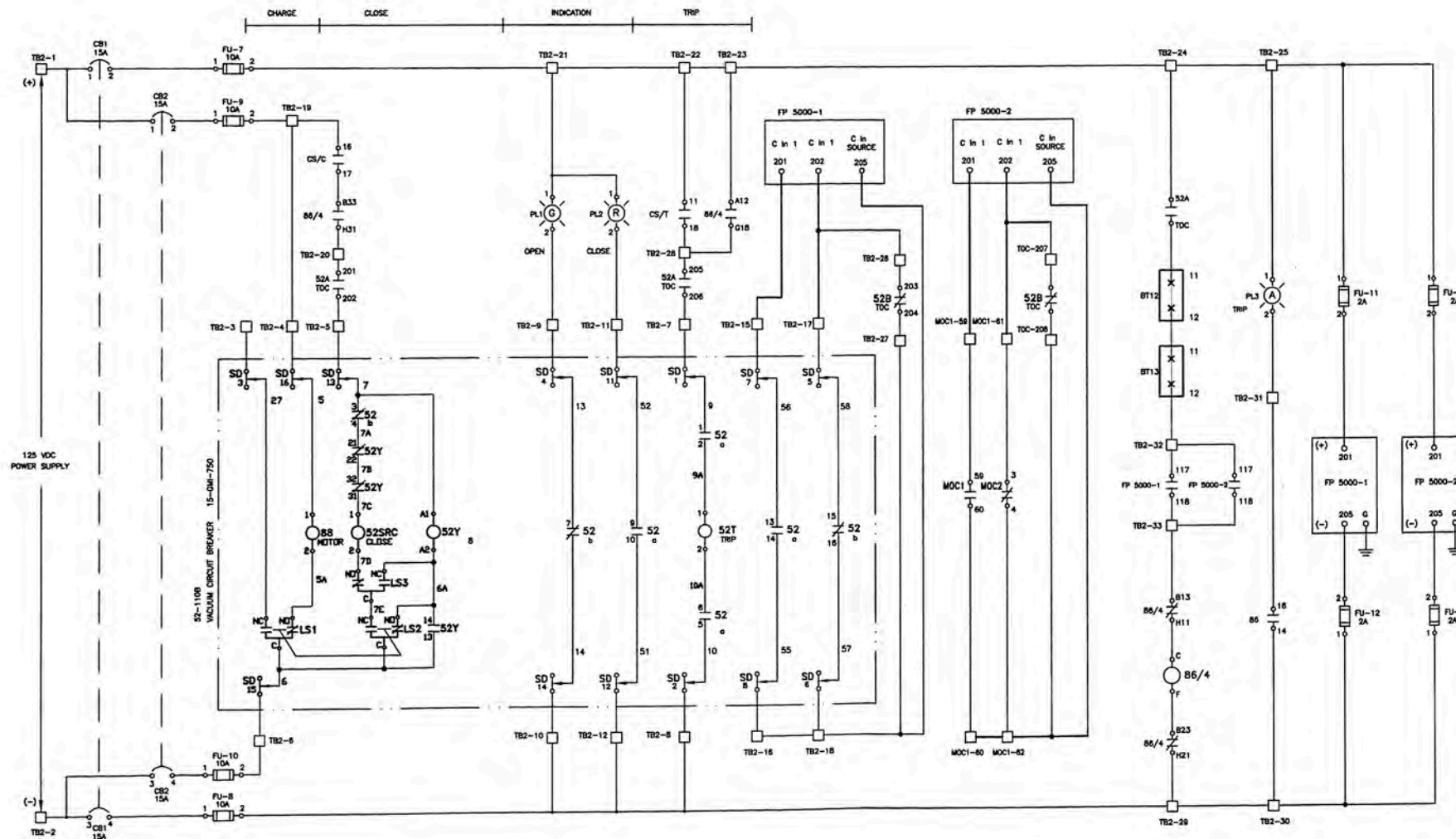
LS1		88			
NO	C	NC			
C	6	(SD:15)	1	5	(SD:16)
NC	27	(SD:3)	2	5A	(LS1:ND)
NO	5A	(88:2)			

LS2		52SRC			
NO	C	NC			
C	6	(52Y:13)	1	7C	(52Y:31)
NC	7E	(LS3:C)	2	7D	(LS3:ND)
NO	6A	(52Y:A2)			

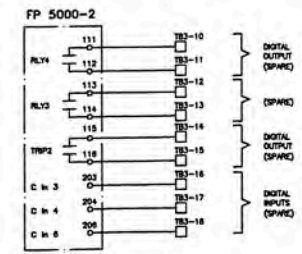
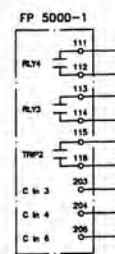
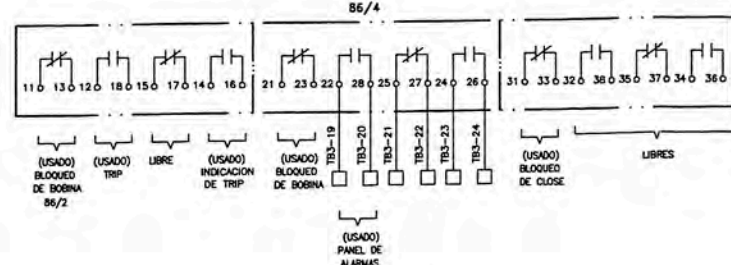
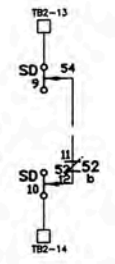
LS3		52T			
NO	C	NC			
C	7E	(LS2:NC)	1	9A	(52:2)
NC	6A	(52Y:14)	2	10A	(52:6)
NO	7D	(52SRC:2)			

- SYMBOL LIST:**
- LS1 - MOTOR CUTOFF SWITCH
 - LS2 - SPRING CHARGE SWITCH
 - LS3 - CHECKS TRIP LATCH RESET (BLOCKS ELEC. CLOSE WHILE RACKING TEST TO CONNECT)
 - 88 - SPRING CHARGE MOTOR
 - 52SRC - SPRING RELEASE COIL (CLOSE)
 - 52Y - CLOSING RELAY (ANTI-PUMP)
 - 52T - OPENING SOLENOID (TRIP)
 - SD - SECONDARY DISCONNECT
 - 52a - AUXILIARY SWITCH (OPEN WHEN BREAKER IS OPEN)
 - 52b - AUXILIARY SWITCH (CLOSED WHEN BREAKER IS OPEN)
 - BT - TEST BLOCKS
 - R - RED INDICATING LIGHT (CLOSE)
 - G - GREEN INDICATING LIGHT (TRIP)
 - A - AMBER INDICATING LIGHT (TRIP)
 - CS/C - CONTROL SWITCH (CLOSE)
 - CS/T - CONTROL SWITCH (TRIP)
 - - BLOCK IN CABINED
 - ◇ - BLOCK IN CONTROL PANEL

Fig. 3.13 Circuito de control de interruptor 13.8KV/1200A – Componentes internos.



SHOWN WITH SPRINGS DISCHARGED, TRIP LATCH RESET, BREAKER OPEN AND LOCATED IN TEST, CONNECT, OR WITHDRAWN POSITION



		52																															
		15	13	11	9	7	5	3	1																								
		b	a	b	a	b	a	b	a																								
		16	14	12	10	8	6	4	2																								
SD		1	9 (SD: 1)	2	9A (52Y: 1)	3	7 (52Y: A1)	4	7A (52Y: 21)	5	10A (52Y: 2)	6	10A (52Y: 2)	7	13 (SD: 4)	8	14 (SD: 14)	9	52 (SD: 11)	10	51 (SD: 12)	11	54 (SD: 9)	12	53 (SD: 10)	13	56 (SD: 7)	14	55 (SD: 8)	15	58 (SD: 5)	16	57 (SD: 6)
		52Y																															
		13	21	31	43	A1																											
		14	22	32	44	A2																											
SD		13	6 (SD: 15)	13	6 (LS2: C)	14	6A (52Y: A2)	21	7A (52: 4)	22	7B (52Y: 32)	31	7C (52SRC: 1)	32	7B (52Y: 22)	A1	7 (SD: 3)	A1	7 (SD: 13)	A2	6A (LS2: ND)	A2	6A (52Y: 14)										
		LS1		88																													
		NO	C	NC	1	5 (SD: 16)	2	5A (LS1: ND)																									
		C	6 (SD: 15)	NC	27 (SD: 3)	NO	5A (88: 2)																										
		LS2		52SRC																													
		NO	C	NC	1	7C (52Y: 31)	2	7D (LS3: ND)																									
		C	6 (52Y: 13)	NC	7E (LS3: C)	NO	6A (52Y: A2)																										
		LS3		52T																													
		NO	C	NC	1	9A (52: 2)	2	10A (52: 6)																									
		C	7E (LS2: NC)	NC	6A (52Y: 14)	NO	7D (52SRC: 2)																										

SECONDARY DISCONNECT

SYMBOL LIST:

- LS1 - MOTOR CUTOFF SWITCH
 - LS2 - SPRING CHARGE SWITCH
 - LS3 - CHECKS TRIP LATCH RESET (BLOCKS ELEC. CLOSE WHILE RACKING TEST TO CONNECT)
 - BB - SPRING CHARGE MOTOR
 - 52SRC - SPRING RELEASE COIL (CLOSE)
 - 52Y - CLOSING RELAY (ANTI-PUMP)
 - 52T - OPENING SOLENOID (TRIP)
 - SD - SECONDARY DISCONNECT
 - 52a - AUXILIARY SWITCH (OPEN WHEN BREAKER IS OPEN)
 - 52b - AUXILIARY SWITCH (CLOSED WHEN BREAKER IS OPEN)
 - BT- - TEST BLOCKS
 - R - RED INDICATING LIGHT (CLOSE)
 - G - GREEN INDICATING LIGHT (TRIP)
 - A - AMBER INDICATING LIGHT (TRIP)
 - CS/C - CONTROL SWITCH (CLOSE)
 - CS/T - CONTROL SWITCH (TRIP)
 - - BLOCK IN CABINED
- } TYPICAL REMOTE DEVICES

Fig. 3.14 Circuito de control de interruptor de enlace 13.8KV/3000A - Componentes

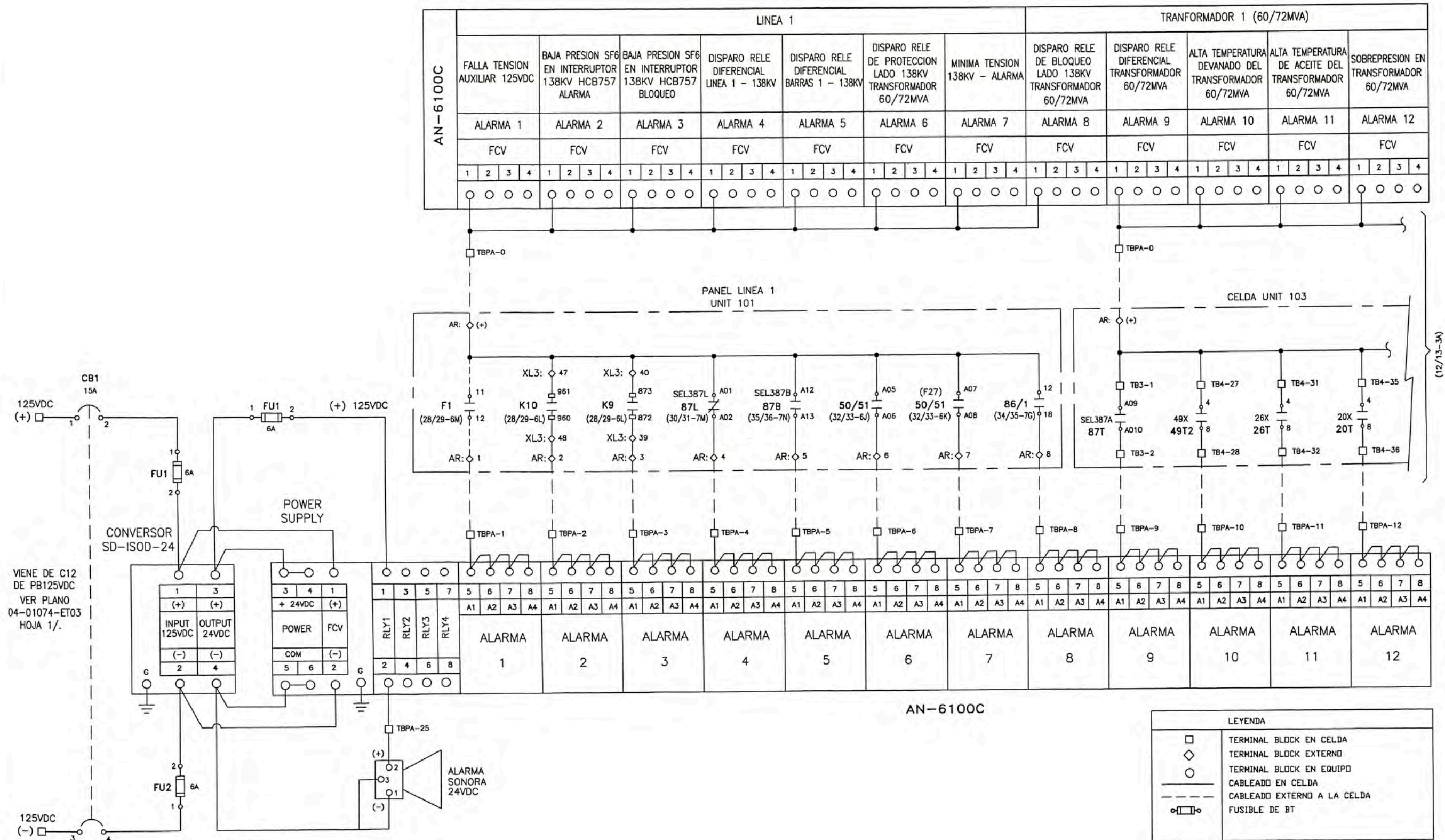


Fig. 3.15 Circuito de control - Panel de Alarmas - Parte 1

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
REQUERIMIENTOS GENERALES	
1.1 Diagrama unifilar de fuerza y protección	2
1.2 Diagrama unifilar de fuerza y medición.	2
1.3 Vistas generales y disposición de equipos.	2
CAPITULO II	
SELECCIÓN DE EQUIPOS	
2.1 Medium Voltage Switchgear 15kV (3000A, 1200A).	8
2.2 Relè de protección diferencial de Barra (SEL 487B).	10
2.3 Relè de protección diferencial de Linea (SEL 387L).	11
2.4 Relè de protección diferencial de Transformador (SEL 387A)	12
2.5 Relè de protección de sobrecorriente (SEL 351-5)	13
2.6 Relè de protección de feeder (FP 5000)	14
2.7 Medidor multifunción para subestaciones de alta tensión (ION 8500)	15
2.8 Medidor multifunción para subestaciones de media tensión (IQ 7000)	16
2.9 Panel de alarmas (AN6100C – AMMETEK)	17
2.10 Cargador de baterías y banco de baterías.	17
2.11 Servicios Auxiliares.	18
CAPITULO III	
LOGICA DE FUNCIONAMIENTO	
3.1 Control de Equipos en 138kV.	
3.1.1 Circuitos de Control de Seccionadores (DS).	19
3.1.2 Circuito de Control de Interruptor de Potencia (HCB757).	23
3.1.3 Circuito de Control de Circuit Switcher (CS745).	26

VII

3.1.4 Circuito de Control de Relé diferencial de Linea (SEL 387L).	28
3.1.5 Circuito de Control de Relé diferencial de Barras (SEL 487B).	28
3.1.6 Circuito de Control de Relé de Sobrecorriente (SEL 351-5).	32
3.2 Control de Equipos en 13.8kV.	
3.2.1 Circuito de Control de Interruptor 3000A y 1200A.	35
3.2.2 Circuito de Control de Interruptor de Enlace 3000A.	37
3.2.3 Circuito de Control de Relé diferencial de transformador (SEL 387A).	37
3.3 Equipo de Señalización Visual y Sonora.	
3.3.1 Cuadro anunciador de Alarmas (AN 6100C).	41
CONCLUSIONES.	45
ANEXOS.	46
BIBLIOGRAFIA.	70

INTRODUCCION

El presente informe describe la implementación del equipamiento eléctrico en la Ampliación de la Subestación el Totoral, ubicada en la Unidad de Toquepala, propiedad de la empresa minera Southern Cooper Corporation. Se explican los equipos principales involucrados para un correcto funcionamiento y desempeño.

Toquepala se ubica en el sur del Perú, a 30 kilómetros de Cuajone y a 870 kilómetros de Lima. La unidad de Toquepala opera una mina de cobre a tajo abierto y una Concentradora, también refina cobre en las instalaciones de extracción por solventes y electrodeposición (SX/EW) a través de un proceso de lixiviación.

En 2003, se comenzó un proyecto para instalar un sistema de chancado, fajas transportadoras y distribución en la Unidad de Toquepala para mejorar el control de costos y la eficiencia productiva. Se espera que el nuevo sistema mejore la recuperación en las plantas de lixiviación y que elimine en gran medida el costoso proceso de acarreo con camiones.

La ampliación de la subestación el Totoral obedece a la necesidad de suministrar energía eléctrica a este Proyecto.

El presente informe muestra los principales equipos en 13.8kV, equipos de protección, control, medición y un breve análisis del funcionamiento del conjunto (incluyendo los equipos en 138kV).

No se incluyen los procesos de instalación en campo, puesta en marcha o programación.

CAPITULO I

REQUERIMIENTOS GENERALES

Para satisfacer los requerimientos de la ampliación, el propietario de la Subestación, planteo una Ingeniería Básica (como se vera en las diferentes figuras de este Capitulo). Tomando como base esta Ingeniería (y durante toda la implementación física del equipamiento) se elaboraron los diferentes planos de Ingeniería de detalle.

Los diagramas suministrados fueron:

1.1 Diagrama unifilar de Fuerza y Protección

En este diagrama se muestra el requerimiento de interruptores de potencia asi como los relés y sus transformadores de corriente y tensión asociados tanto en 138kV como en 13.8kV (Figura 1.1).

1.2 Diagrama unifilar de Fuerza y Medición

En este diagrama se muestra el requerimiento de interruptores de potencia asi como los medidores y sus transformadores de corriente y tensión asociados tanto 138kV como en 13.8kV (Figura 1.2).

1.3 Vistas Generales y Disposición de Equipos.

En estas figuras se muestra la disposición física de la Subestación y el área total involucrada (Figura 1.3), la ubicación física de los equipos en 138kV (Seccionadores, Circuit Switcher, Transformadores de corriente y tensión, etc) así como los equipos en 13.8kV ubicados en el Walking (Fig. 1.4 y 1.5 respectivamente).

CAPITULO II SELECCIÓN DE EQUIPOS

Una vez definido los requerimientos, y luego de un análisis técnico-económico, se seleccionaron los equipos mencionados líneas abajo.

2.1 Medium Voltage Switchgear 15KV (3000A, 1200A)

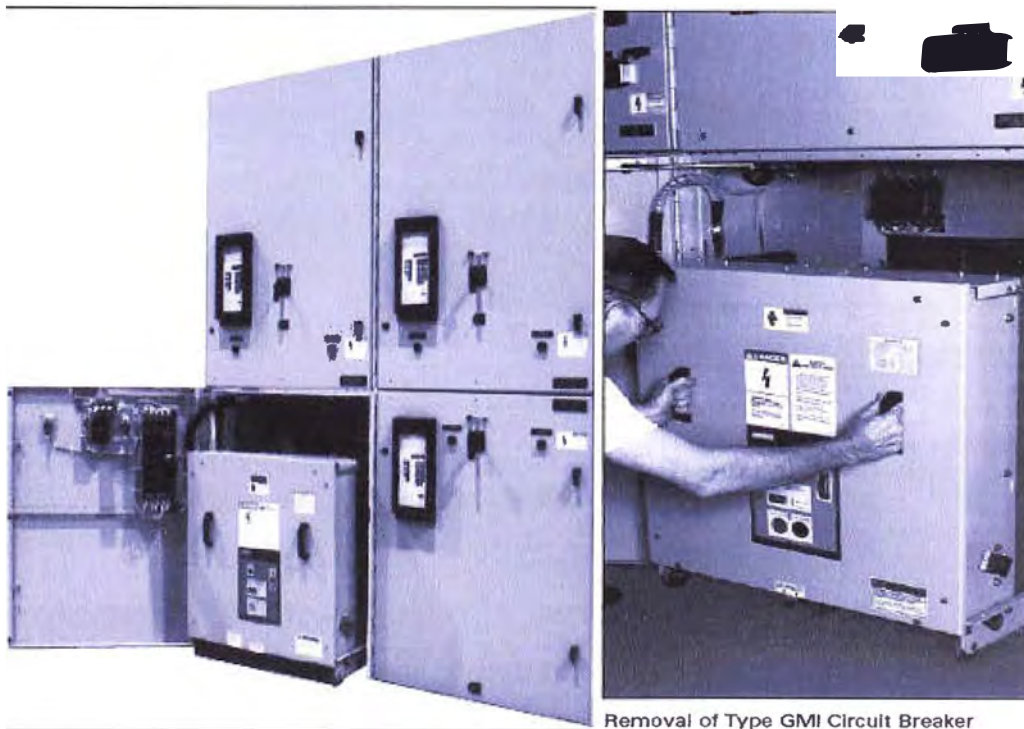
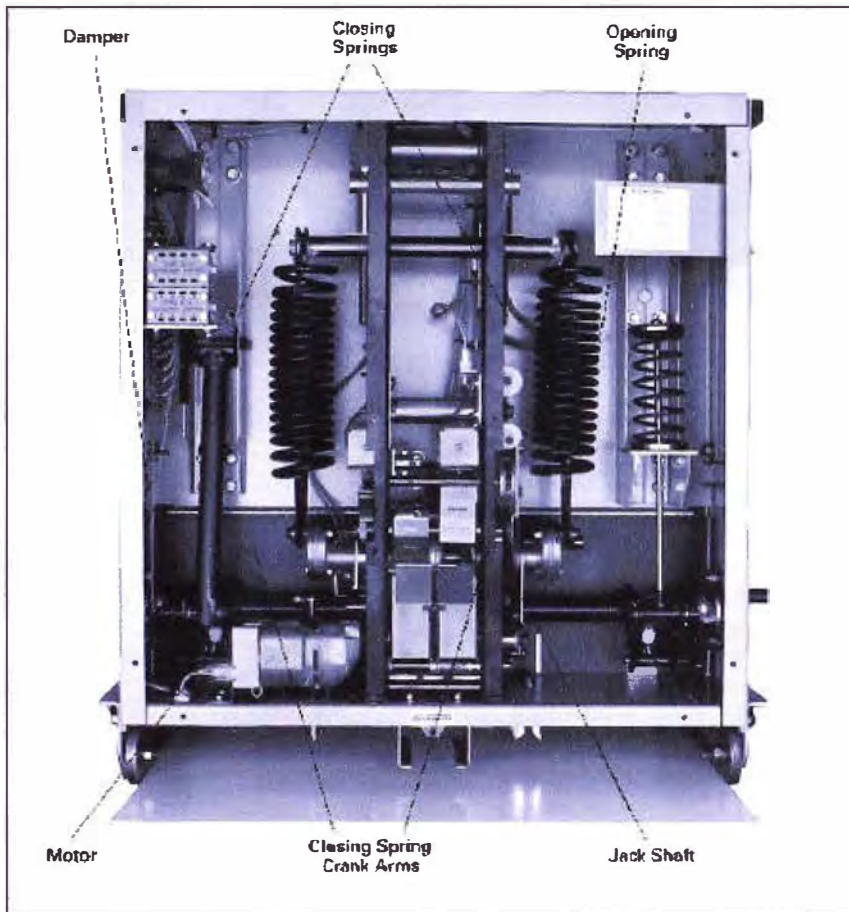


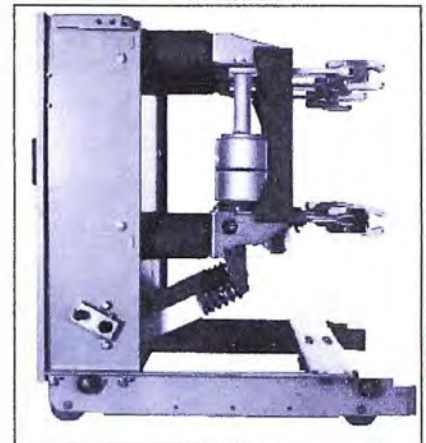
Fig. 2.1 Vistas Generales de Switchgear 15KV

Las Celdas Metalclad con interruptores de vacío extraíbles 15kV están fabricadas bajo los estándares NEMA, IEEE y ANSI. Estas son usadas en plantas industriales, sistemas de distribución eléctrica y otros sistemas eléctricos (ver figura 2.1).

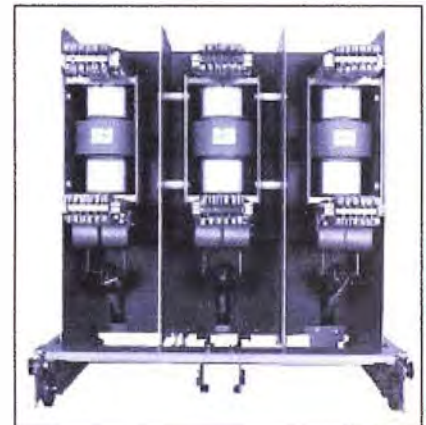
Los interruptores requieren una tensión auxiliar para su funcionamiento que puede ser tensión continua o alterna. Los elementos internos principales de estos interruptores son los de cierre (realizan el cierre del interruptor), elementos de apertura (realizan la apertura del interruptor), motor actuador (carga los resortes de los elementos de cierre y apertura) y contactos de posición (abiertos y cerrados) para indicación local o remota (ver figura 2.2).



GMI Breaker — Key Components



GMI Breaker — Side View (1200A) —
(Outer barriers removed)



GMI Breaker — Rear View (2000A)

Fig. 2.2 Vistas interiores de interruptor de potencia.

Estos interruptores de potencia permiten la apertura y cierre del flujo de potencia. Su operación puede realizarse de forma manual, a través de mandos ubicados local o remotamente; y de forma automática a través de los relés de protección a los cuales se encuentren asociados. Su circuito de control puede ser muy complejo dependiendo de la lógica requerida. En nuestro caso particular, el interruptor principal (3000A) recibe señales del Transformador de Potencia 60MVA (funciones 63, 20, 26 y 49), relé diferencial de transformador (87) y del relé de sobrecorriente (50, 51); mientras que los interruptores secundarios o de salida (1200A) reciben señales de los relés de sobrecorriente (50, 51).

2.2 Relé de protección diferencial de Barra (SEL 487B)



Fig. 2.3 Vista frontal de Relé de protección diferencial de barras.

El Relé digital SEL 487B brinda protección diferencial de barra, protección por falla de interruptor y protección de sobrecorriente de respaldo. Posee 18 entradas de corriente analógica y entradas de tensión analógica trifásica. Equipado con 4 tarjetas de interface, el relé tiene un total de 103 entradas (74 entradas comunes y 29 entradas independientes) y 40 salidas (24 de alta velocidad y 16 estándar). Posee grabador de secuencias de eventos y oscilografía de 24 muestras por ciclo; comunicación serial 232, Ethernet y fibra óptica.

Este relé permite la programación de múltiples escenarios permitiendo cambiar automáticamente entre eventos (ver figura 2.4)

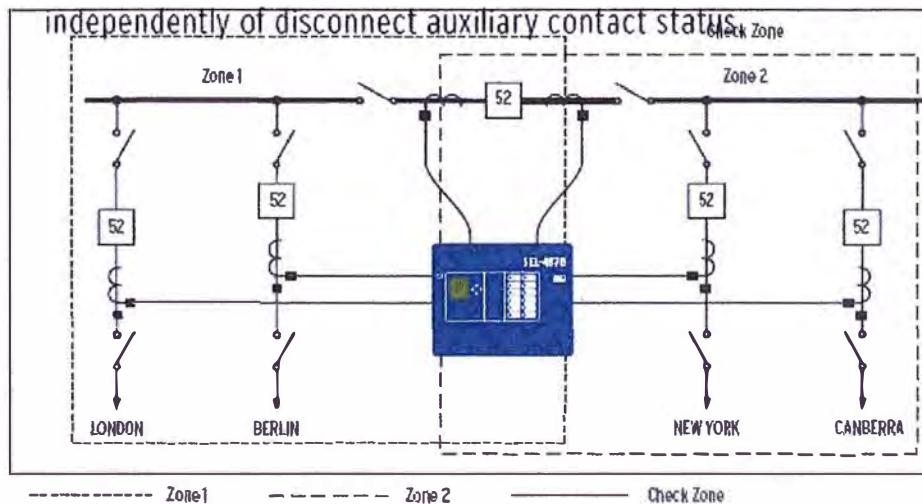


Fig. 2.4 Esquema de conexión de Relé de protección diferencial de barras.

2.3 Relé de protección diferencial de Línea (SEL387L).



Fig. 2.5 Vista frontal de Relé de protección diferencial de Línea.

El relé SEL 387-L es un relé diferencial de corriente de línea aplicable para la protección de un amplio rango de líneas y cables.

El relé contiene elementos diferenciales de corriente trifásico. Estos elementos de alta velocidad detectan fallas trifásicas y fallas fase-fase, operando normalmente en menos de un ciclo.

El SEL 387-L usa además un elemento diferencial de corriente de secuencia cero para detectar fallas a tierra resistivas. Un elemento diferencial de corriente de secuencia negativa detecta fallas a tierra resistiva y fallas fase-fase resistiva.

Estos relés trabajan en par, cada uno ubicado en extremos de la línea y su comunicación es a través de fibra óptica (ver figura 2.6).

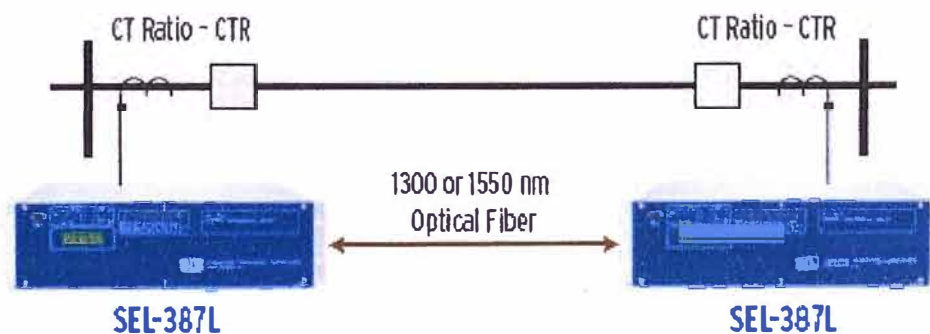


Fig. 2.6 Conexión por fibra óptica de Relé de protección diferencial de Línea.

2.4 Relé de protección diferencial de Transformador (SEL 387A)



Fig. 2.7 Vista frontal de Relé de protección diferencial de transformador.

El relé digital SEL 387-A es usado para proteger transformadores de potencia de dos devanados, reactores, generadores, motores y otros aparatos de potencia, usando una combinación de característica diferencial de simple (o doble) pendiente, protección de sobrecorriente, protección de falla a tierra restringida y otras (ver figura 2.8).

El relé SEL 387-A proporciona un monitoreo de eventos ocurridos (como nivel de corriente de fallas, duración, día, hora, etc). Posee además contactos de entrada y salida optoaisladas programables que permiten el diseño de los esquemas de disparo y control.

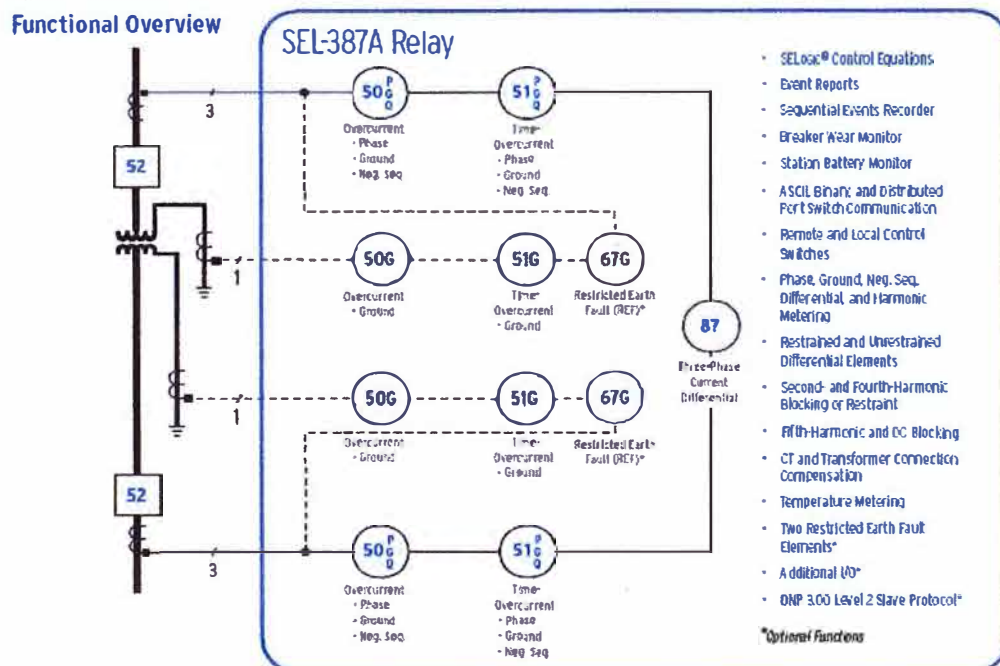


Fig. 2.8 Funciones de protección - Relé de protección diferencial de transformador.

2.5 Relé de protección de Sobrecorriente (SEL 351-5).



Fig. 2.9 Vista frontal de Relé de sobrecorriente.

El relé SEL 351-5 proporciona una combinación de funciones incluidas de protección, monitoreo, control, localización de falla y automatización.

Entre las principales funciones están la protección de sobrecorriente (usando una mezcla segura y sensible de elementos de sobrecorriente de fase, secuencia negativa y tierra), mínima tensión, sobretensión (de fase, tierra, secuencia negativa y positiva), sobrecorriente direccional neutra y otras (ver figura 2.10).

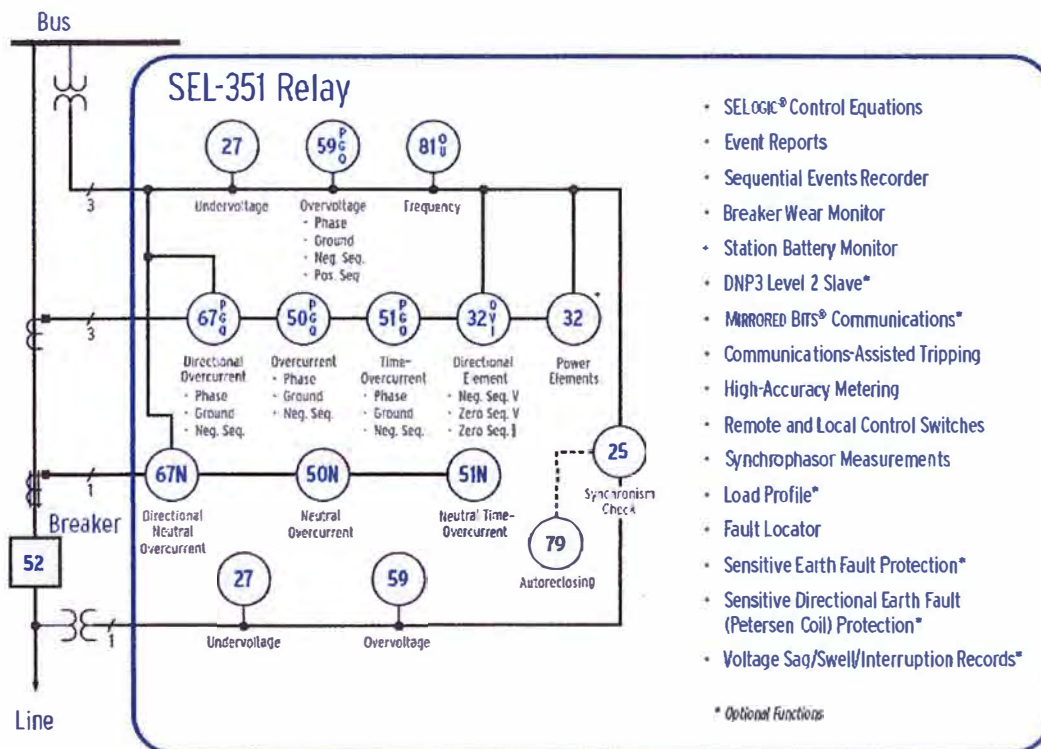


Fig. 2.10 Funciones de protección - Relé de sobrecorriente.

2.6 Relé de protección de feeder (FP5000)



Fig. 2.11 Vista frontal de Relé de protección de feeder.

El relé FP5000 proporciona una completa protección de tensión y sobrecorriente trifásica y a tierra así como de frecuencia. Puede ser usado como protección primaria de alimentadores, en aplicaciones de interruptores principales y de enlace.

Este relé basado totalmente en microprocesadores también proporciona completas funciones de máximas y mínimas corrientes, voltajes, potencia, energía y demanda, etc (ver figura 2.12).

También proporciona disparos lógicos, captura de forma de onda y eventos para un mejor análisis y restitución del sistema.

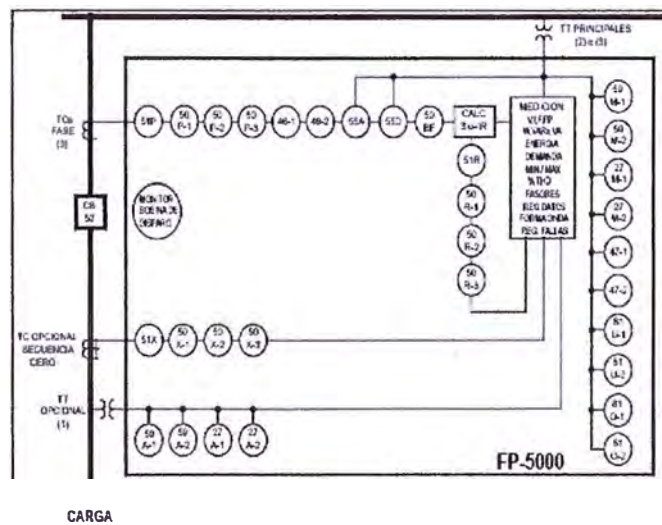


Fig. 2.12 Funciones de protección - Relé de protección de feeder.

2.7 Medidor multifunción para subestaciones de alta tensión (ION 8500)



Fig. 2.13 Vista frontal de Medidor ION 8500.

El medidor ION 8500, es un medidor de alta precisión y exactitud utilizado frecuentemente para el monitoreo de redes de potencia y subestaciones (ver figura 2.14). Permite el manejo de contratos de energía complejos integrándolo a través de su software u otro de gestión de energía y sistema Scada por sus múltiples puertos de comunicación y protocolos.

Entre sus principales propiedades se encuentran:

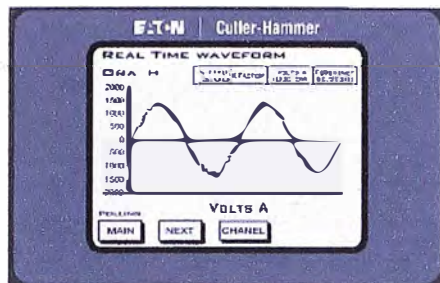
1. Valor verdadero RMS trifásico en corriente, tensión y potencia.
2. Lectura de Armónicos, factor K y componentes simétricas.
3. Puertos de comunicación RS232, RS485, Ethernet y óptico con soporte para protocolos como DNP3, Modbus, etc.
4. Registro de fallas, forma de onda y transitorios.

Measurement Specifications (at 25°C / 77°F)

Parameter	Accuracy ± (%Reading + %Nominal Current*)
Voltage (L-L) (L-N)	0.1%
Frequency (47 - 63Hz)	±0.01Hz
Current (I1, I2, I3)	0.1% + 0.002%
Current (I4)	0.4%
kW, kVAR, kVA (Unity PF)	0.2% + 0.001%
kW, kVAR, kVA (±0.5 PF)	0.3% + 0.003%
kWh, kVARh, kVAh	Class 0.2*
Power Factor at Unity PF	0.5%
Harmonics (to 63rd)**	1%
Harmonics (to 40th)	IEC 61000-4-7
K Factor	5%
Crest Factor	1% Full Scale

Fig. 2.14 Valores de exactitud – Medidor ION 8500

2.8 Medidor Multifunción para subestaciones de media tensión (IQ 7000)



LCD Display

Fig. 2.15 Vista frontal de Medidor IQ 7000.

El medidor IQ7000, es un medidor de alta precisión y exactitud utilizado frecuentemente para aplicaciones industriales y empresas de servicio público (ver figura 2.16).

Entre sus principales propiedades se encuentran:

1. Lectura de corriente, tensión con precisión de 0.1%
2. Lectura de Armónicos, factor K.
3. Puertos de comunicación RS232, RS485, Ethernet y modem interno, con soporte para protocolos como DNP3, Modbus RTU, Modbus TCP, etc.
4. Registro de fallas, forma de onda con resolución de 16 bits.

Table 3. Measurement Accuracy (% of Reading)

Parameter	50 Millisecond	1 Second	Display Resolution
Voltage (L-N)	0.10%	0.01%	5 Digit
Voltage (L-L)	0.10%	0.01%	5 Digit
Current	0.10%	0.03%	5 Digit
Frequency	0.01 Hz	0.001 Hz	00.001 Hz
kW at Unity PF	0.10%	0.04%	5 Digit
kW at .5 PF	0.10%	0.06%	5 Digit
kVA	0.40%	0.04%	5 Digit
VAR	0.10%	0.04%	5 Digit
PF	0.10%	0.04%	3 Digit
Harmonics	N/A	0.10%	3 Digit
kW/Hours	N/A	0.04%	16 Digit
kVA/Hours	N/A	0.04%	16 Digit
kVAR/Hours	N/A	0.04%	16 Digit

Fig. 2.16 Valores de exactitud – Medidor IQ 7000

2.9 Cuadro Anunciador de alarmas (AN6100C – AMMETEK)

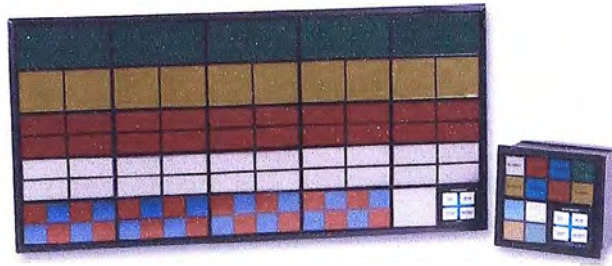


Fig. 2.17 Vista frontal de Cuadro anunciador AN6100C

El Panel de alarmas es un sistema de monitoreo visual que muestra señales de acontecimientos críticos dentro del proceso al cual está unido. Es para uso local del operador, el cual podrá tomar decisiones de acuerdo al acontecimiento presentado. Este cuadro también posee un puerto de comunicación para llevar las señales al Supervisor Remoto (ver figura 2.17).

2.10 Cargador de Baterías y Banco de Baterías.

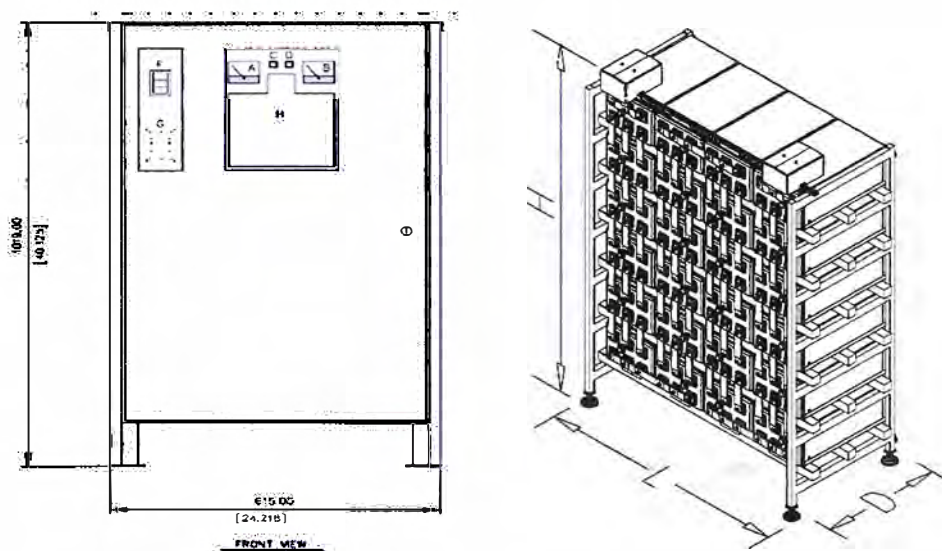


Fig. 2.17 Vista frontal de cargador-rectificador y banco de baterías.

El cargador rectificador (480V, 3F/125VDC, 60A) suministra tensión continua necesaria para la alimentación de los equipos de control, protección y medición cuando se alimenta directamente de la red, además de cargar al Banco de Baterías. Ante ausencia de la tensión de red, el banco de baterías (125VDC, 300AH) suministrar la tensión de respaldo

garantizando en todo momento el funcionamiento de los equipos de control, protección y medición. Su disposición física puede verse en la figura 2.17

2.11 Servicios Auxiliares.

Los Servicios auxiliares comprenden los sistemas de iluminación interior y exterior, alumbrado de emergencia, extractores de aire, etc. Todos estos servicios reciben su energía de un panel de servicios auxiliares el cual es alimentado por un Transformador Seco de 75KVA, 13.8/0.48-0.277KV que se encuentra dentro del Walking.

CAPITULO III

LOGICA DE FUNCIONAMIENTO

Tomando como referencia lo ya explicado acerca de los principales equipos eléctricos, explicaremos como estos interactúan entre sí.

3.1 Control de Equipos en 138kV.

3.1.1 Circuitos de Control de Seccionadores (DS).

Los seccionadores de Potencia (equipos de apertura sin carga) fueron utilizados en tres formas diferentes.

a) Seccionadores en Funcionamiento Normal (DS794 y DS795).

Como se muestra en la figura 1.1, estos seccionadores estarán cerrados (al igual que el Interruptor HCB757) durante la operación normal de la subestación para permitir el flujo de potencia. Pero a su vez, los seccionadores se encuentran enclavados eléctricamente con el Interruptor HCB757 a través de un contacto de posición del Interruptor de tal manera que no sea posible operarlos cuando el Interruptor esta cerrado puesto que este contacto apertura el circuito de alimentación de las bobinas de los seccionadores como se aprecia en la figura 3.1, sección D8.

Cada seccionador puede ser comandado por sus respectivo conmutador (S2 y S3) para su apertura y cierre y señalizados mediante lámparas indicadoras (ver figura 3.1) ubicados en el Tablero de Protección localizado en el Walking (ver figura 1.5, sección D5).

b) Seccionador de By- Pass (DS793) y Seccionador de Puesta a Tierra (GS7012).

Como se muestra en la figura 1.1, la razón de ser del seccionador de by-pass DS793 es la de derivar todo flujo de potencia a través de él, ante un posible desperfecto o avería ya sea de los seccionadores DS794, DS795 o del interruptor HCB757. Esta configuración es necesaria dada la alta disponibilidad con la que debe contar la subestación por el tipo de procesos a los cuales proporciona energía.

Este seccionador de by-pass se encuentra eléctricamente enclavado con contactos de posición de los seccionadores DS794, DS795 y del interruptor HCB757 (contactos enseriados) de tal manera que para proporcionar alimentación a las bobinas del seccionador de by-pass es necesario que estos tres equipos estén en la posición “abierto”. Solo bajo esta condición será posible operar el seccionador de by-pass como se puede apreciar en la figura 3.2, sección H8.

El seccionador de by-pass se encuentra comandado por su respectivo conmutador (S4) para su apertura y cierre y señalizado mediante lámparas indicadoras (ver figura 3.2) ubicados en el Tablero de Protección localizado en el Walking (ver figura 1.5, sección D5). Este seccionador se encuentra enclavado mecánicamente con el seccionador de puesta a tierra GS7012.

c) Seccionador de Enlace (DS735).

Como se muestra en la figura 1.1, el seccionador de enlace DS735 une eléctricamente los dos sistemas de barras de la Subestación para así transferir el flujo de potencia entre ambos.

Cabe resaltar que los dos sistemas de barras tienen su propia alimentación en operación normal y que el seccionador de enlace hace posible alimentar los 2 transformadores de potencia ante la ausencia de tensión en uno de los alimentadores. Una vez mas es clara la alta disponibilidad con la que esta subestación debe contar.

Este seccionador de enlace se encuentra eléctricamente enclavado con contactos de posición de los seccionadores DS793, DS795 y del Circuit Switcher CS745 en la Línea

1 y con los contactos de posición de los seccionadores DS792, DS791 y del Circuit Switcher CS744 en la Línea 2; de tal manera que antes de poder cerrar el seccionador de enlace es necesario aperturar estos equipos para poder así energizar las bobinas del seccionador como se puede ver en la figura 3.3, sección L8.

Nunca los dos sistemas de barras se conectaran si están bajo tensión.

El seccionador de by-pass se encuentra comandado por su respectivo conmutador (S6) para su apertura y cierre y señalizado mediante lámparas indicadoras (ver figura 3.3) ubicados en el Tablero de Protección localizado en el Walking (ver figura 1.5, sección D5).

3.1.2 Circuito de Control de Interruptor de Potencia (HCB757).

Este interruptor de potencia apertura el flujo de potencia de la Línea 1 (ver figura 1.1, sección C1) y es comando ya sea por la señal de un relé de bloqueo (asociado a señales de disparo de los reles), reles de protección que interactúan con el interruptor, o por señales de apertura y cierre manuales (ver figura 3.4).

El interruptor cerrara por la señal del Relè de Línea (SEL 387L) asociado de acuerdo a la programación y la comunicación con su par ubicado en la Subestación Mill Site.

Como se puede apreciar en la figura 3.7, el interruptor aperturará ante una falla por la señal del Relé de Barra (SEL 487B) o por la señal del Relé de Línea (SEL 387L) de acuerdo a los ajustes y programación de tiempos definidos en el estudio de coordinación respectivo (ver Anexo C). Las señales de estos reles energizan un relé de bloqueo (86/3) quien a través de sus contactos ultrarrápidos repite esta señal hasta la entrada correspondiente en el interruptor (ver figura 3.4, sección H2).

A diferencia de los seccionadores vistos en la sección anterior, este equipo no tiene condicionado su cierre a la posición de los contactos de fuerza de otros equipos.

Este interruptor también puede ser comandado por su respectivo conmutador (S1) para su apertura y cierre y señalizado mediante lámparas indicadoras (ver figura 3.4) ubicados en el Tablero de Protección localizado en el Walking (ver figura 1.5, sección D5).

Adicionalmente es necesario llevar señales del interruptor al Panel de Alarmas para su visualización como:

- Baja presión SF6 Alarma.
- Baja presión SF6 Bloqueo.
- Falla Tensión Auxiliar 125VDC.

3.1.3 Circuito de Control de Circuit Switcher (CS745).

Este interruptor de potencia apertura el flujo de potencia aguas abajo del seccionador de enlace DS735 y alimenta al Transformador de Potencia 60/72MVA (ver figura 1.1, sección C3) y es comando ya sea por la señal de un relé de bloqueo (asociado a señales de disparo de los reles y señales del Transformador de Potencia aguas abajo), o por señales de apertura y cierre manuales (ver figura 3.5).

Como se puede apreciar en la figura 3.14, el Circuit Switcher aperturará ante una falla por la señal del Relé diferencial de Transformador (SEL 387A) o por la señal del Rele de sobrecorriente (SEL 351-5) de acuerdo a los ajustes y programación de tiempos definidos en el estudio de coordinación respectivo (ver Anexo C). También aperturará por las señales de disparo del Transformador 60/72MVA (Temperatura de devanado baja, Temperatura de aceite, sobrepresión, Relè Buchholz, etc).

Todas estas señales energizan un relè de bloqueo (86/2) quien a través de sus contactos ultrarrápidos repite esta señal hasta la entrada correspondiente en el Circuit Switcher (ver figura 3.5, sección H2).

Este equipo, al igual que el interruptor, no tiene condicionado su cierre a la posición de los contactos de fuerza de otros equipos.

Este interruptor también puede ser comandado por su respectivo conmutador (S5) para su apertura y cierre y señalizado mediante lámparas indicadoras (ver figura 3.5) ubicados en el Tablero de Protección localizado en el Walking (ver figura 1.5, sección D5).

Adicionalmente es necesario llevar señales del Circuit Switcher al Panel de Alarmas para su visualización como:

- Falla circuito de disparo.
- Falla tensión Auxiliar 125VDC.

3.1.4 Circuito de Control de Relé diferencial de Línea (SEL 387L).

Este relé a través de sus entradas de corriente, recibe la corriente secundaria de los transformadores de corriente seleccionado para tal fin ubicado en el patio de llaves de la Subestación el Totoral. Estos valores leídos por el relé son comparados con su par ubicado en la Subestación Mill Site en el otro extremo de la línea en todo momento a través de comunicación por fibra óptica multimodo (ver figura 3.6). Ante algún desbalance que salga fuera de las tolerancias programada, se interpretara como una falla en la línea procediendo a la apertura de los interruptores de potencia en los extremos (como ya fue explicado en el caso del Interruptor HCB757).

El relé de línea a través de sus múltiples salidas programables (ver figura 3.7) ejecutara:

- Apertura del Interruptor HCB757.
- Cierre del Interruptor HCB757.
- Relé en falla (al Panel de Alarmas)
- Disparo de Relé (al Panel de Alarmas).
- Falla en Fibra Óptica (al Panel de Alarmas).

3.1.5 Circuito de Control de Relé diferencial de Barras (SEL 487B).

Este relé a través de sus entradas de corriente y tensión, recibe las señales secundaria de los transformadores de corriente y tensión seleccionados para tal fin ubicado en el patio de llaves de la Subestación el Totoral (ver figura 3.8). Como se muestra en la figura 1.1, recibe las señales de corriente de los transformadores aguas arriba y aguas abajo del seccionador de enlace DS735.

Por medio de la programación es posible guardar múltiples configuraciones de escenarios posibles, que el relé automáticamente asumirá dependiendo de las señales de posición de los equipos de fuerza y proporcionando las funciones de protección adecuadas (principalmente la diferencial) para cada caso. Los posibles escenarios son:

- Con el seccionador de enlace DS735 abierto, interruptor HCB757 (Línea 1) y HCB756 cerrados (Línea 2).
- Con el seccionador de enlace DS735 cerrado, interruptor HCB757 (Línea 1) cerrado e HCB756 cerrados (Línea 2) abierto.
- Con el seccionador de enlace DS735 cerrado, interruptor HCB757 (Línea 1) abierto e HCB756 cerrados (Línea 2) cerrado.

En nuestro caso específico, como se puede apreciar en la figura 3.9, recibe las señales de posición del seccionador DS795, circuit switcher CS745, seccionador de enlace DS735 en Línea 1; y del seccionador DS791 y circuit switcher CS744 en Línea 2.

Las salidas configuradas para esta aplicación son:

- Disparo de Interruptor HCB757 (Línea 1).
- Disparo de Circuit Switcher CS745 (Línea 1).
- Disparo de Interruptor HCB756 (Línea 2).
- Disparo de Circuit Switcher CS744 (Línea 2).
- Relè en falla (al Panel de Alarmas)
- Disparo de Relè (al Panel de Alarmas).

3.1.6 Circuito de Control de Relé de Sobrecorriente (SEL 351-5).

El relé protegerá al Transformador 60/72MVA como protección principal por sobrecorriente (50, 51).

Este relé se encuentra ubicado aguas arriba del Transformador de Potencia 60/72MVA y recibe las señales de los transformadores de corriente y tensión como se puede apreciar en la figura 3.10.

Adicionalmente a la función de sobrecorriente (50,51) también es utilizada la función de mínima tensión (27) para incrementar la seguridad de los trabajos cuando el transformador esta energizado (ver Anexo C).

Las salidas configuradas para esta aplicación son:

- Disparo de Circuit Switcher CS745 (Línea 1).
- Mínima tensión Línea 1 (al Panel de Alarmas).
- Relé en falla (al Panel de Alarmas).
- Disparo de relé (al Panel de Alarmas).

3.2 Control de Equipos en 13.8kV.

3.2.1 Circuito de Control de Interruptor 3000A y 1200A.

Los interruptores de potencia 3000A y 1200A, forman el ultimo frente del circuito de potencia puesto que estos alimentan a las cargas ubicadas en campo como se puede apreciar en la figura 1.1. Cada interruptor de salida tiene asociado un relé de protección FP5000, tres transformadores de corriente de fase, un transformador de falla a tierra y señales de tensión en barras en 13.8kV.

Los circuitos de control de los interruptores para una total disponibilidad normalmente son alimentados en tensión continua. Esta tensión es suministrada por un cargador-rectificador 480VAC/125VDC y por un banco de baterías (que suministrara potencia ante ausencia de tensión de entrada 480VAC), ubicados dentro del Walking. Este cargador-rectificador y baterías alimentan a todos los circuitos de control de los seccionadores, interruptores en media y alta tensión, reles de protección y medidores.

En la figura 3.11 se muestra un esquema de control típico de interruptor en 13.8kV con sus dispositivos de protección a la entrada (interruptor y fusibles), motor cargador (88 Motor), bobina de cierre (52SRC), bobina de apertura (52T), contacto de posición del interruptor (52a, 52b), conmutador para apertura y cierre de interruptor (CS) y lámparas indicadoras que proporcionan la posición del interruptor.

En la figura 3.12, se muestra los contactos en paralelo que energizan al relé de bloqueo 86/2. Estos contactos son las señales de disparos del Transformador de potencia 60/72MVA, la señal del relé diferencial de transformador SEL 387A y la señal del relé de sobrecorriente 351-5. También se puede observar las alimentaciones a los diferentes reles y medidores asociados.

Para el caso de los interruptores de 1200A, el relé de bloqueo solo recibe la señal de disparo del relé FP5000 asociado como se puede ver en la figura 3.13, sección G2.

Cabe señalar que el relé de bloqueo no es un repetidor común. Si bien es cierto repite su señal de entrada, este lo hace a una velocidad del orden de los milisegundos, lo cual es apropiado para aplicaciones con relés de protección cuyas velocidades de disparo son de ese orden.

3.2.2 Circuito de Control de Interruptor de Enlace 3000A.

Este interruptor enlaza la Línea 1 y Línea 2 en el lado de tensión de 13.8kV, recordándonos nuevamente la alta disponibilidad de la subestación. En operación normal se encontrara abierto solo cerrándose de acuerdo a las necesidades que se presenten.

El circuito de control es muy similar al explicado en el subcapitulo anterior, por lo que solo comentaremos las diferencias.

En esta aplicación debemos tener en cuenta que el flujo de corriente puede ser en uno u otro sentido, lo que explica la colocación de los reles FP5000 en ambos lados del interruptor (ver figura 1.1).

Como se puede ver en la figura 3.14, las señales de disparo de los reles energizan el relé de bloqueo 86/4 para la apertura del interruptor.

3.2.3 Circuito de Control de Relé diferencial de transformador (SEL 387A).

Este relé a través de sus entradas de corriente, recibe la corriente secundaria de los transformadores de corriente seleccionado para tal fin ubicado en el Transformador de potencia 60/72MVA y en la celda del Interruptor General 3000A. Estos valores leídos por

el relé son comparados entre si. Ante algún desbalance que salga fuera de las tolerancias programadas (ver Anexo C), se interpretara como una falla en la zona comprendida entre los transformadores de corriente procediendo a la apertura del interruptor de potencia de 3000A/13.8KV (ver figura 3.12, sección B3) y el circuit switcher CS745 (ver figura 3.5, sección H2).

3.3 Equipo de Señalización Visual y Sonora.

3.3.1 Cuadro Anunciador de Alarmas (AN 6100C).

Ante un evento es importante distinguir exactamente lo ocurrido. Es en ese sentido que el Panel de Alarmas nos ayuda a discriminar en que parte o partes del Sistema ha ocurrido una falla.

Como podemos apreciar en las figuras 3.15 y 3.16 las alarmas seleccionadas han sido:

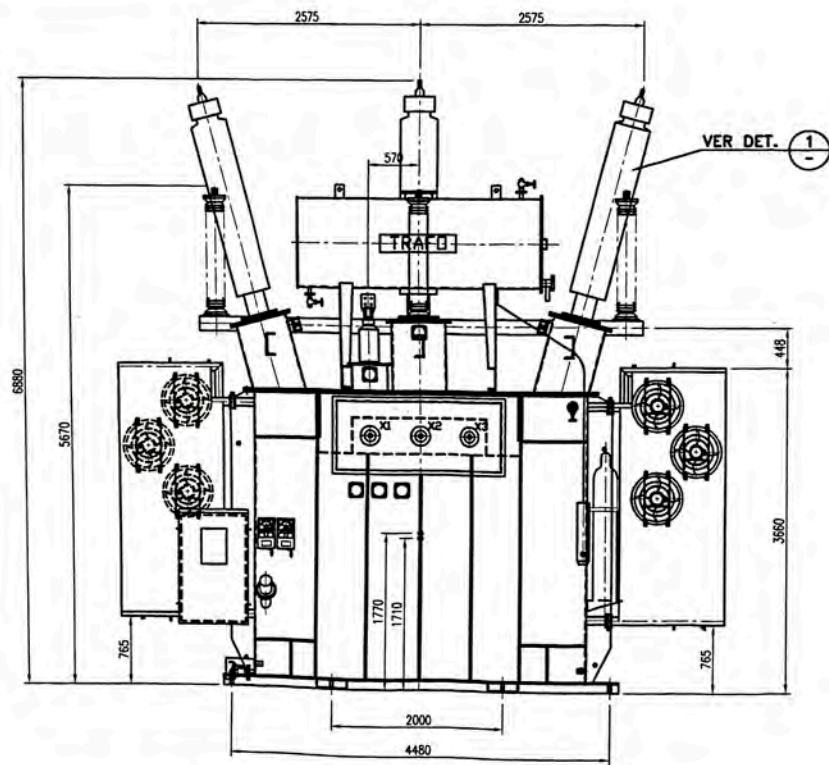
- Falla tensión auxiliar 125VDC.
- Alarma baja presión SF6 en Interruptor HCB757-138kV.
- Baja presión SF6 en Interruptor HCB757 – Bloqueo
- Disparo relè diferencial de Línea 1(SEL 387L) – 138kV.
- Disparo relè diferencial de Barras 1(SEL 487B)- 138kV.
- Disparo relè de sobrecorriente (SEL 351-5) – 138kV.
- Alarma mínima tensión (SEL 351-5) – 138kV.
- Disparo relè de bloqueo (86/1) – 138kV.
- Disparo relè diferencial de transformador 60/72MVA.
- Disparo alta temperatura devanado de transformador 60/72MVA.
- Disparo alta temperatura de aceite de transformador 60/72MVA.
- Disparo sobrepresión transformador 60/72MVA.
- Disparo relè Buchholz transformador 60/72MVA.
- Alarma temperatura aceite y devanado transformador 60/72MVA.
- Alarma sobrepresión y relè buchholz transformador 60/72MVA.
- Disparo relè de sobrecorriente (SEL 351-5) – 13.8kV
- Disparo relè de bloqueo (86/2) – 13.8kV.
- Disparo relè de protección salida 1 (FP-5000) – 13.8kV.
- Disparo relè de protección salida 2 (FP-5000) – 13.8kV.

- Disparo relè de protección salida 3 (FP-5000) – 13.8kV.
- Disparo relè de protección salida 4 (FP-5000) – 13.8kV.
- Disparo relè de protección interruptor de enlace (FP-5000) – 13.8kV.
- Disparo falla a tierra (SEL 351-5) – 13.8kV.
- Alarma falla rectificador cargador 125VDC.

CONCLUSIONES

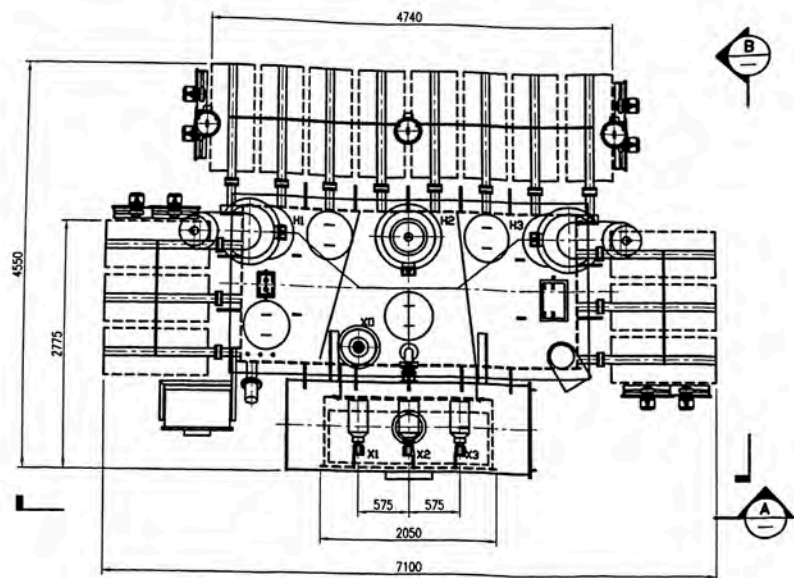
1. Se muestra la solución técnica a un requerimiento planteado por el usuario bajo criterios de confiabilidad y disponibilidad al implementarse con equipos de alta calidad.
2. Se han planteado los criterios de funcionamiento de los equipos importantes asociados a la protección, control y mando de la subestación así como la interacción entre ellos logrando un óptimo desempeño hasta la fecha.
3. Las cargas eléctricas asociadas a la ampliación ingresan por etapas por lo que es necesario cambiar los ajustes en cada una de estas etapas. El estudio de coordinación del Anexo C es una muestra de ello.
4. Se implementó adecuadamente la ampliación de la Subestación El Totoral en el año 2005, ampliando las operaciones en la mina con los siguientes resultados:
 - 4.1 La chancadora primaria se puso en operación en agosto de 2005.
 - 4.2 Las fajas transportadoras 1, 2 y 3, y las grúas móviles 30 y 31 entraron en producción el 2005.
 - 4.3 El transporte por fajas alcanzó su capacidad nominal de 6,500 toneladas/hora en septiembre de 2005.
 - 4.4 La construcción de la rampa se concluyó en el primer trimestre de 2007

ANEXO A
PLANOS DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA 60/72MVA.

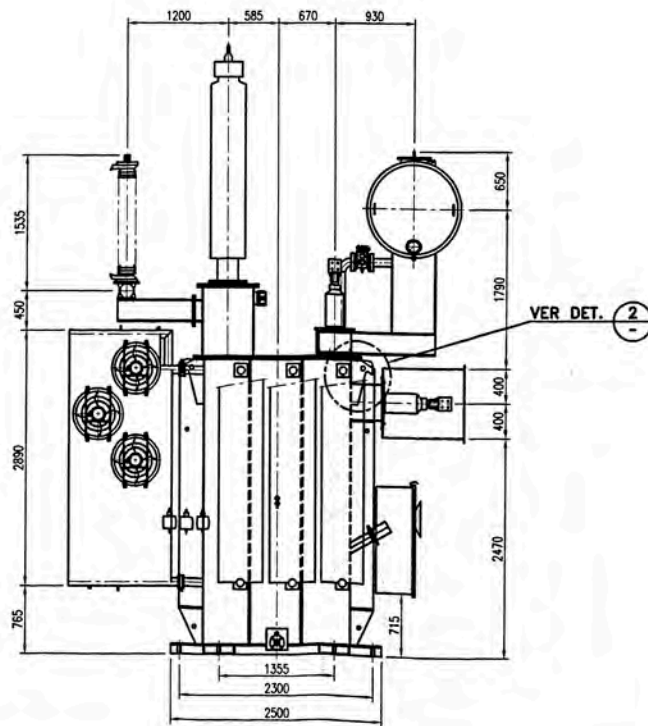


TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA
60-72 MVA - 138/13.8KV

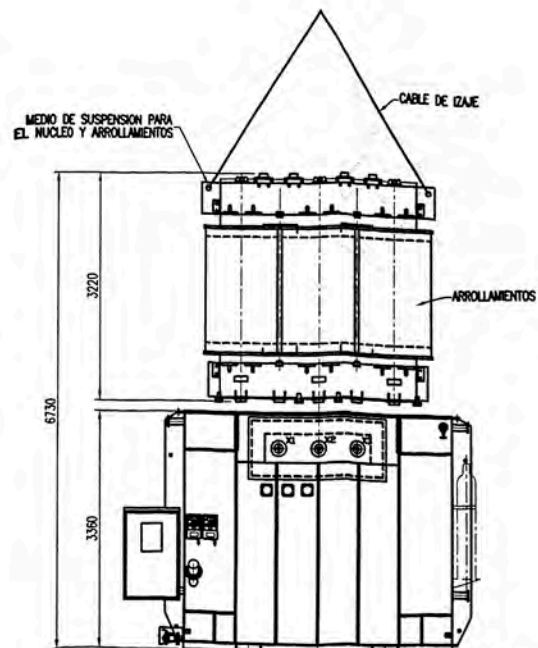
VISTA A
ESC: 1/30



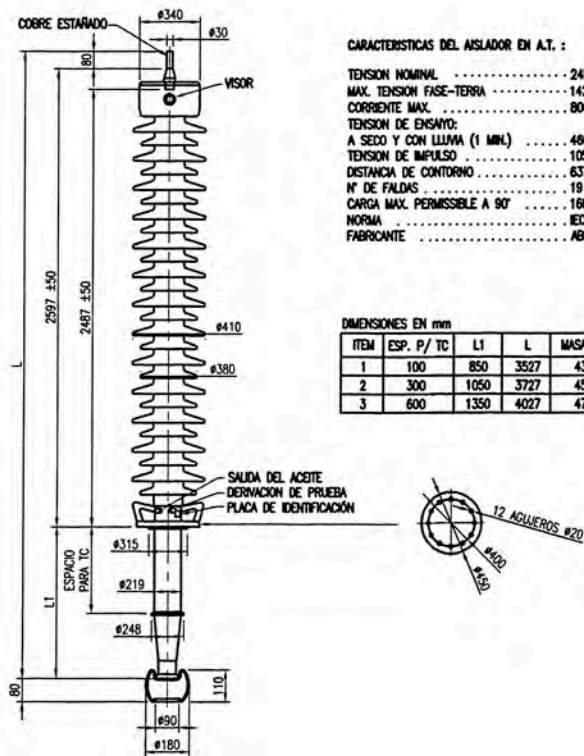
VISTA DE PLANTA
ESC: 1/40



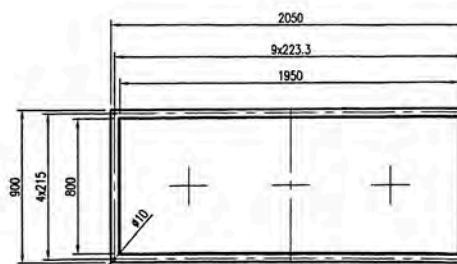
VISTA B
ESC: 1/40



DETALLE PARA SACAR LA PARTE ACTIVA
ESC: 1/30



DETALLE 1
ESC: 1/20



DETALLE DE BRIDA DE ACOPLAMIENTO DE BAJA TENSION
ESC: 1/20

PESOS EN kg:

PARTE ACTIVA	40250
CUBA	24250
LIQUIDO AISLANTE	18200
TOTAL	82700
MAYOR PIEZA PARA TRANSPORTE SIN LIQUIDO AISLANTE	51500

DIMENSIONES PARA TRANSPORTE:

ALTO:	4300
ANCHO:	3650
LARGO:	5250

⊙ CENTRO DE GRAVEDAD CON ACEITE
○ CENTRO DE GRAVEDAD SIN ACEITE

CARACTERISTICAS DEL AISLADOR EN A.T.:

TENSION NOMINAL	245KV
MAX. TENSION FASE-TERRA	142KV
CORRIENTE MAX.	800A
TENSION DE ENSAYO:	
A SECO Y CON LLUVIA (1 MIN.)	460KV
TENSION DE IMPULSO	1050KV
DISTANCIA DE CONITORNO	6370mm±5%
Nº DE FALDAS	19 largas, 19 cortas
CARGA MAX. PERMISIBLE A 90º	1600N
NORMA	IEC 137
FABRICANTE	ABB

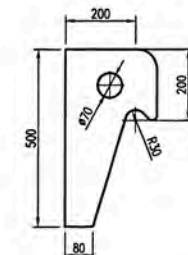
DIMENSIONES EN mm

ITEM	ESP. P/ TC	L1	L	MASA(kg)
1	100	850	3527	430
2	300	1050	3727	450
3	600	1350	4027	470

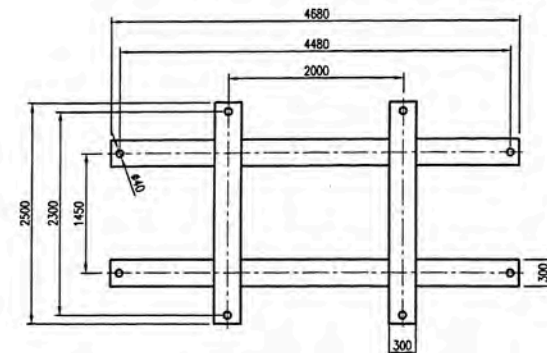
TOLERANCIAS
(EXCEPTO DONDE ESTA INDICADO EXPRESAMENTE)

HASTA 1000	± 15
1001 a 2000	± 25
2001 a 3000	± 40
3001 a 4000	± 60
SOBRE DE 4000	± 80

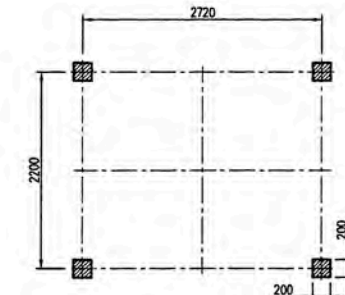
DIMENSIONES EN mm



DETALLE 2
ESC: 1/10



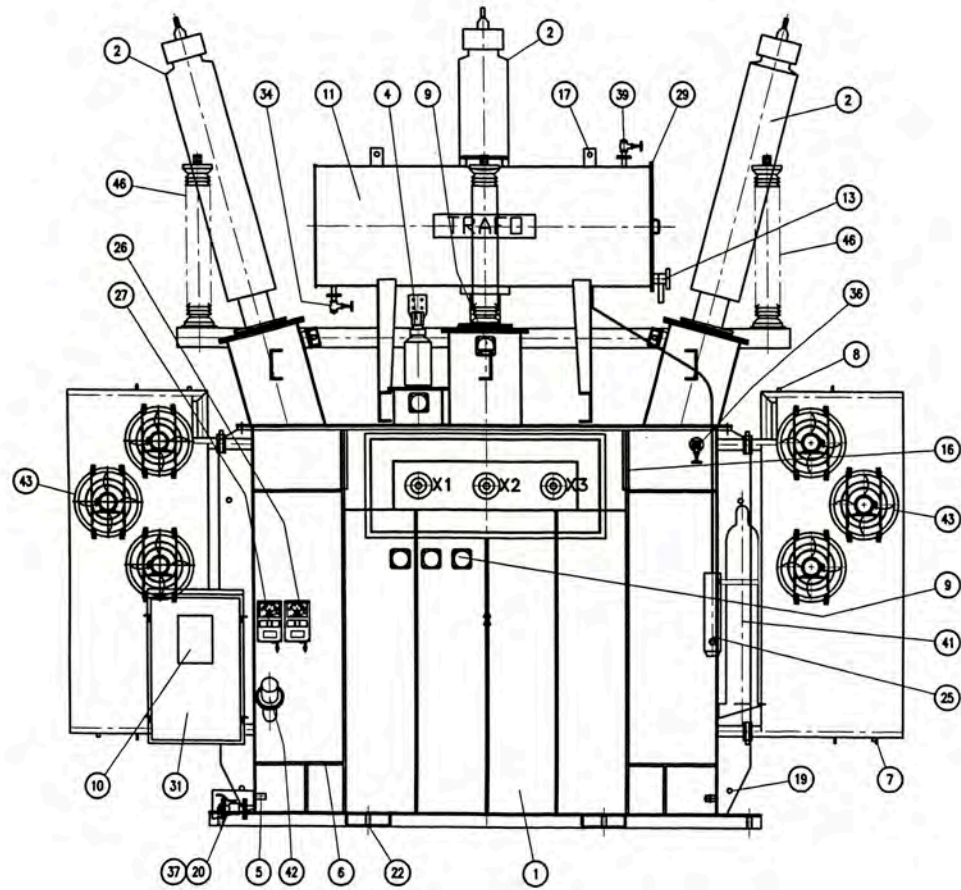
DETALLE DE LA BASE Y PREVISION PARA PERNO DE ANCLAJE
ESC: 1/40



DETALLE DE LOS PUNTOS DE GATEO
ESC: 1/40

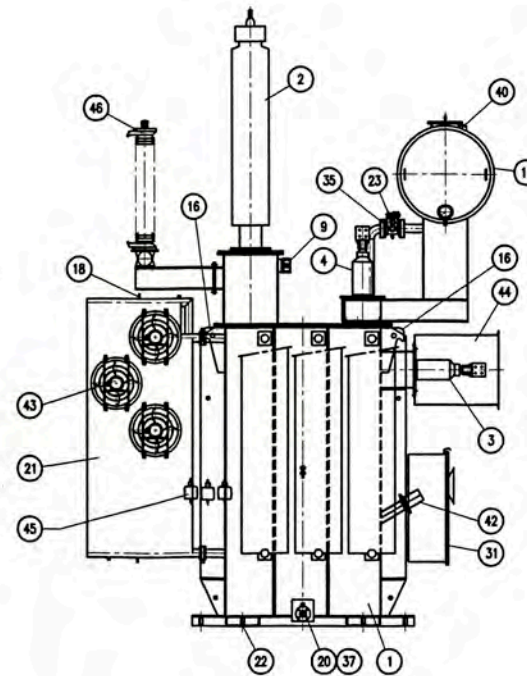
LISTADO DE PARTES DEL TRANSFORMADOR

ITEM	DESCRIPTION
1	CUBA
2	ASLADOR DE A.T. CON CONECTOR PRR-263A D. STAR
3	ASLADOR DE BT CON CONECTOR SL-175A M5X3 D. STAR
4	ASLADOR DE NEUTRO DE B.T. CON CONECTOR SL-175A M5X3 D. STAR
5	PUESTA A TIERRA DE LA CUBA PARA CABLE DE 50 A 150 mm ²
6	APOYO PARA LOS GATOS
7	TAPON DE DRENO DEL RADADOR
8	TAPON PARA RELLENO DEL RADADOR
9	CAJA DE TERMINALES DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
10	PLACA DE CARACTERISTICAS
11	CONSERVADOR DEL ACEITE
12	FLUJACION DE LOS RADADORES
13	INDICADOR MAGNETICO DEL NIVEL DE ACEITE DEL TRANSFORMADOR
14	MEDIO PARA SUSPENSION DEL NUCLEO Y ARROLLAMENTOS
15	MEDIO PARA SUSPENSION DE LA TAPA
16	MEDIO PARA SUSPENSION DEL TRANSFORMADOR COMPLETO
17	MEDIO PARA SUSPENSION DEL CONSERVADOR
18	MEDIO PARA SUSPENSION DE LOS RADADORES
19	MEDIO PARA TRACCION
20	PROTECCION PARA VALVULA DE DRENAJE
21	RADADOR DESMONTABLE
22	BASE PARA ARRASTRE
23	RELE DETECTOR DE GAS
24	DISPOSITIVO DE ALMO DE PRESION
25	SECADOR DE AIRE DEL TRANSFORMADOR
26	INDICADOR DE TEMPERATURA DEL ACEITE
27	INDICADOR DE TEMPERATURA DE DEVANADOS
28	TAPA PARA INSPECCION DEL TRANSFORMADOR #450
29	TAPA PARA INSPECCION DEL CONSERVADOR #1000
30	POZO PARA TERMOMETRO
31	CAJA DE COMANDO Y CONTROL DEL TRANSFORMADOR
32	CAJA DE PUESTA A TIERRA DEL NUCLEO
33	CAJA PARA REGISTRADOR DE IMPACTOS
34	VALVULA DE DRENAJE Y MUESTRA DEL CONSUMO DE ACEITE TIPO COMPUERTA #1 1/2"
35	VALVULA PARA RELE DE GAS TIPO MARIPOSA #3"
36	VALVULA SUPERIOR DE FILTRO Y MUESTRA DEL ACEITE TIPO COMPUERTA #1 1/2"
37	VALVULA INFERIOR DE DRENAJE DEL TRANSFORMADOR TIPO ESFERA #2" FLANGEADA
38	VALVULA MARIPOSA #3" PARA LOS RADADORES
39	VALVULA SUP. DE FILTRO DEL CONSERVADOR DEL TRANSF. TIPO COMPUERTA #1 1/2"
40	VALVULA EQUALIZADORA ESFERA #1"
41	SISTEMA PARA TRANSPORTE CON NITROGENO
42	ACCIONAMIENTO DEL CONMUTADOR SIN TENSIION
43	MOTO - VENTILADOR
44	CAJA DE PROTECCION PARA ENTRADA INFERIOR DE CABLES
45	CONTADOR DE DESCARGA AT SC12 CAT AM22A1-COOPER
46	PARARRAYO A.T. TIPO AZE3009GDB4108-COOPER

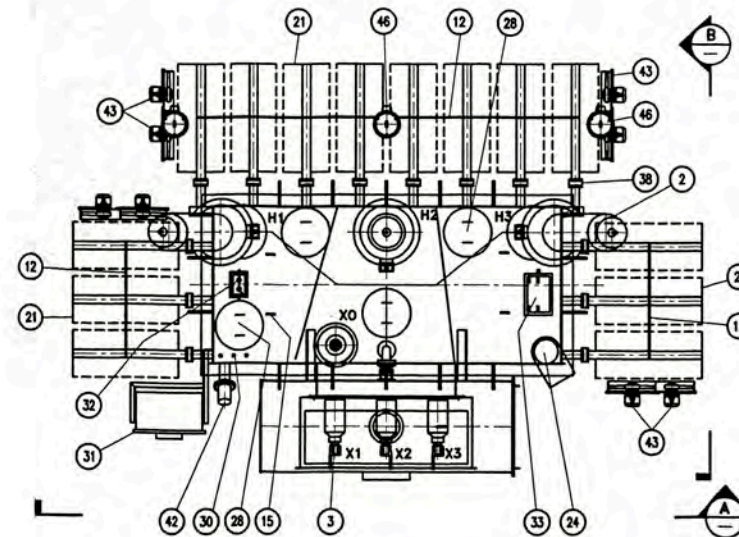


TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA
60-72 MVA - 138/13.8KV

VISTA A
ESC: 1/30

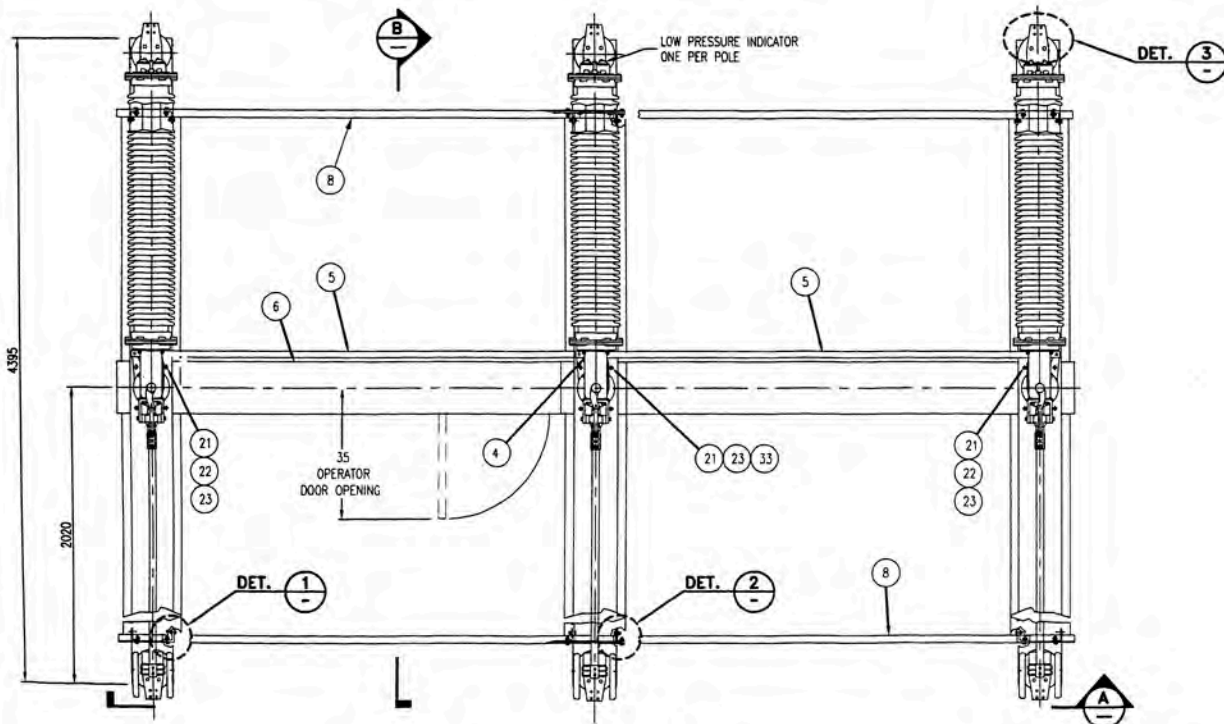


VISTA B
ESC: 1/40

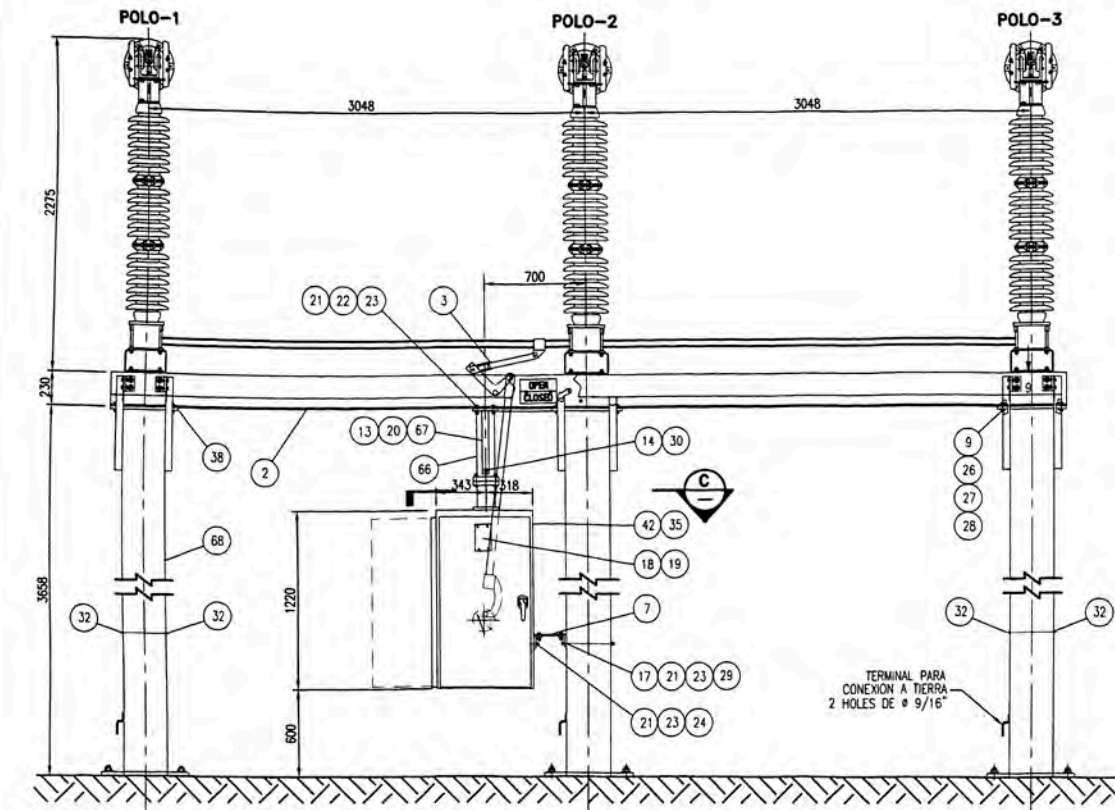


VISTA DE PLANTA
ESC: 1/40

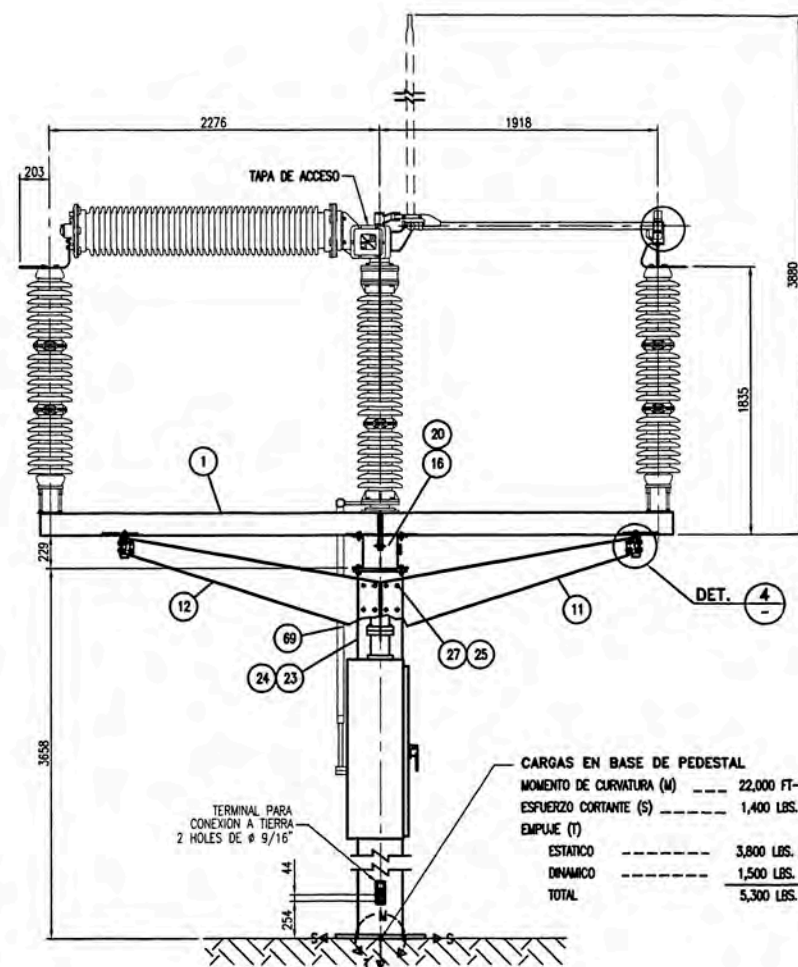
ANEXO B
PLANOS DE EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN.



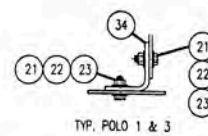
VISTA DE PLANTA
ESC: 1/25



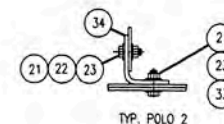
SECCION A
ESC: 1/25



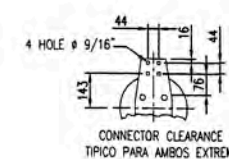
SECCION B
ESC: 1/25



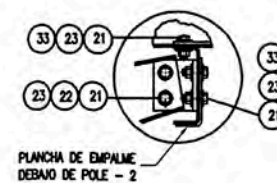
DETALLE 1
ESC: 1/25



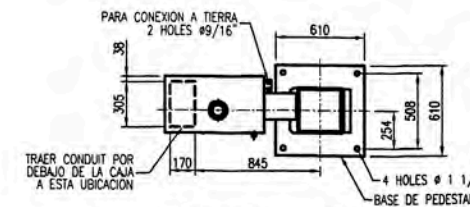
DETALLE 2
ESC: 1/25



DETALLE 3
ESC: 1/25



DETALLE 4
ESC: 1/25



SECCION C
ESC: 1/25

CARGAS EN BASE DE PEDESTAL
 MOMENTO DE CURVATURA (M) ----- 22,000 FT.-LBS.
 ESFUERZO CORTANTE (S) ----- 1,400 LBS.
 EMPUJE (T)
 ESTANCO ----- 3,800 LBS.
 DINAMICO ----- 1,500 LBS.
 TOTAL ----- 5,300 LBS.

LISTA DE MATERIALES

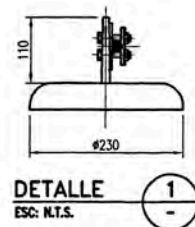
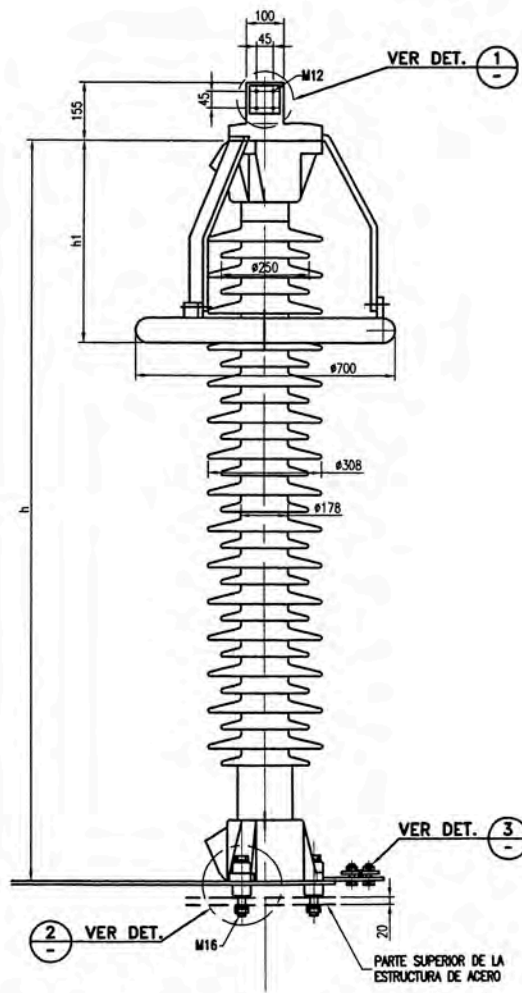
ITEM	QTY	DESCRIPTION	PART NUMBER
1	3	POLE UNIT	SA-42878-1
2	1	BOTTOM PLATE ASSEMBLY	SA-42877
3	1	OPERATING PIPE ASSEMBLY	SA-42618-1
4	1	PIPE COUPLING ASSEMBLY	SA-42623
5	2	INTERPHASE SHAFT	SA-42619-4
6	1	DRIVE LINKAGE ASSEMBLY	SA-42894-2
7	1	OPERATOR SUPPORT	S-90003-3
8	2	SUPPORT CHANNEL ASSEMBLY	SA-43783-4
9	36	SHIM	S-75173-2
11	6	SUPPORT ARM	S-90557-1
12	6	SUPPORT ARM	S-90557-2
13	1	PIN (TOP)	S-90590-1
14	1	PIN (BOTTOM)	S-89674-6
15	3	PIN	S-91127
17	2	MOUNTING ANGLE	SK-2201
18	1	NAME PLATE	G-5687
19	4	1/8" x 19/64 RIVET AD-42 AH	3540-209
20	5	1/8" x 1 1/4" COTTER PIN S.S.	1340-312
21	104	HEX NUT 1/2" GALV.	1040-035
22	60	MACHINE BOLT 1/2" x 1 3/4" GALV.	1023-335
23	198	1/2" HARDENED FLATWASHER GALV.	1040-039
24	12	MACHINE BOLT 1/2" x 1 1/2" GALV.	1023-332
25	53	MACHINE BOLT 5/8" x 1 1/2"	1023-364
26	12	MACHINE BOLT 5/8" x 2 1/4"	1023-368
27	78	HARDENED FLATWASHER GALV. 5/8"	1040-038
28	12	HEX NUT GALV. 5/8"	9933-113
29	2	MACHINE BOLT 1/2" x 14" GALV.	1023-512
30	1	1/8" x 2 1/2" COTTER PIN S.S.	1340-396
31	1	SHIPPING & ALIGN. TOOL	SA-42775
32	8	HOLE PLUG	9933-132
33	26	MACHINE BOLT 1/2" x 2" GALV.	1023-336
34	12	CLIP ANGLE	S-89415
35	1	CAUTION LABEL	G-5945
37	1	SHIPPING AND LIFTING ASSEMBLY	SA-43660-1
38	6	ADJUSTMENT PLATE	S-90570
39	1	OPERATOR	SA-42003-BH1K1M1TY
40	1	TUBE SUPPORT	SA-41864-3
41	1	CONNECTING LINK	SA-41976-2
42	3	PEDESTAL	SXA-2111-3
43	1	VERTICAL OPERATING PIPE	SA-42622-3

NOTES:

- TOTAL WEIGHT 9,600 LBS.
- A TYPICAL BOLT CONNECTION FOR FIELD ASSEMBLY WILL REQUIRE ONE FLATWASHER UNDER THE BOLT AND ONE UNDER THE NUT.
- SUPPORT ANGLE (ITEM 17) TO BE SHIPPED ATTACHED TO PEDESTAL (ITEM 68).
- STANDARD FEATURES:
 -B 125-VOLT DC OPERATOR CONTROL VOLTAGE
 -E12 144 INCH PEDESTALS
 -H1 120-VOLT 60 HZ HEATER SUPPLY
- SWITCH-RELATED OPTIONAL FEATURES:

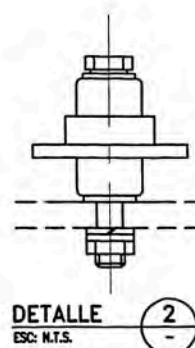
TERMINAL MECHANICAL LOAD LIMITS

DIRECTION	MAXIMUM CONTINUOUS (POUNDS)	PERMISSIBLE PEAK (POUNDS)
IN-LINE WITH TERMINALS	150	300
PERPENDICULAR TO TERMINALS	75	150
VERTICAL	300	300

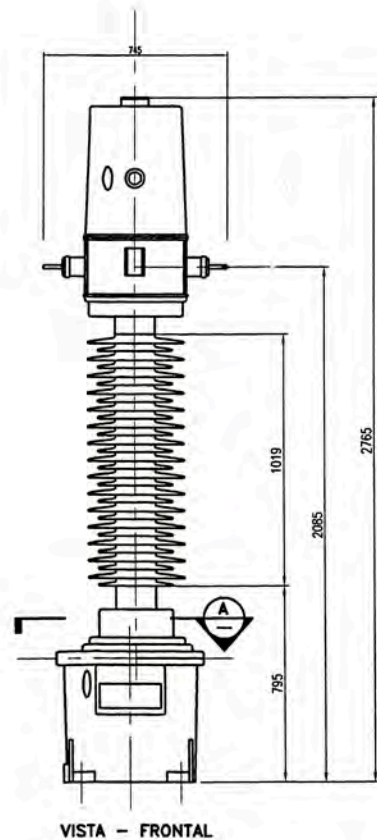


DETALLE 1
ESC: N.T.S.

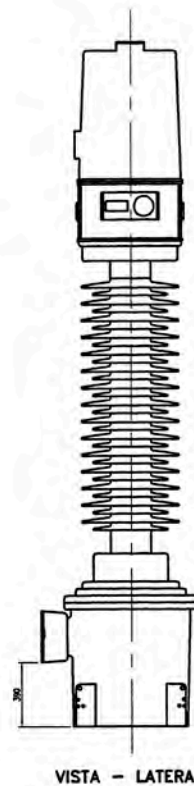
SB 123 / 10.4-1-A
h = 1980 mm.
h1 = 400 mm.
creepage distancia: 5450 mm.
Altura: app. 155 Kg.



DETALLE 2
ESC: N.T.S.

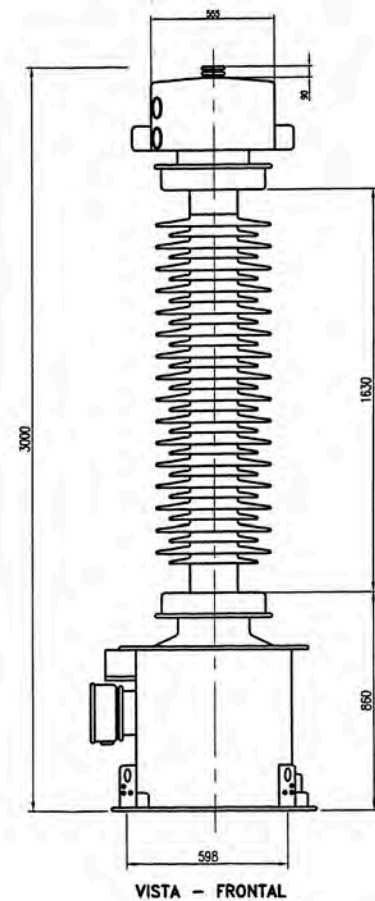


VISTA - FRONTAL

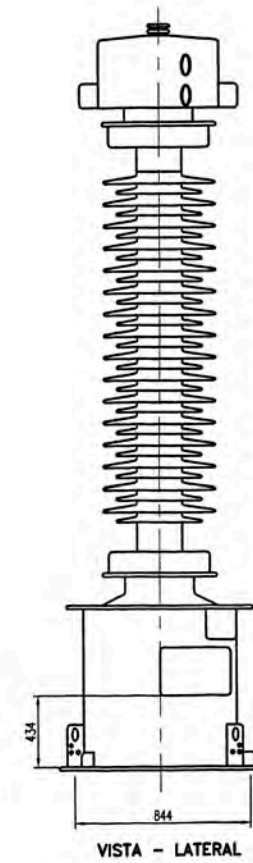


VISTA - LATERAL

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
ESC: 1/15

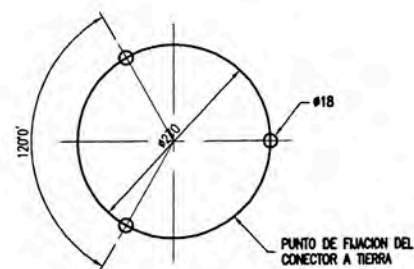


VISTA - FRONTAL

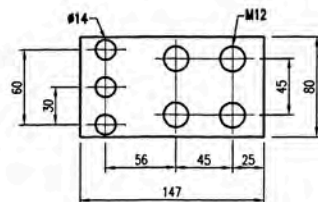


VISTA - LATERAL

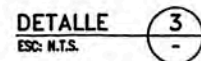
TRANSFORMADOR INDUCTIVO DE TENSION
ESC: 1/15



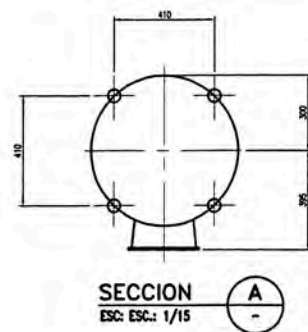
DRILLING PLAN
ESC: 1/5



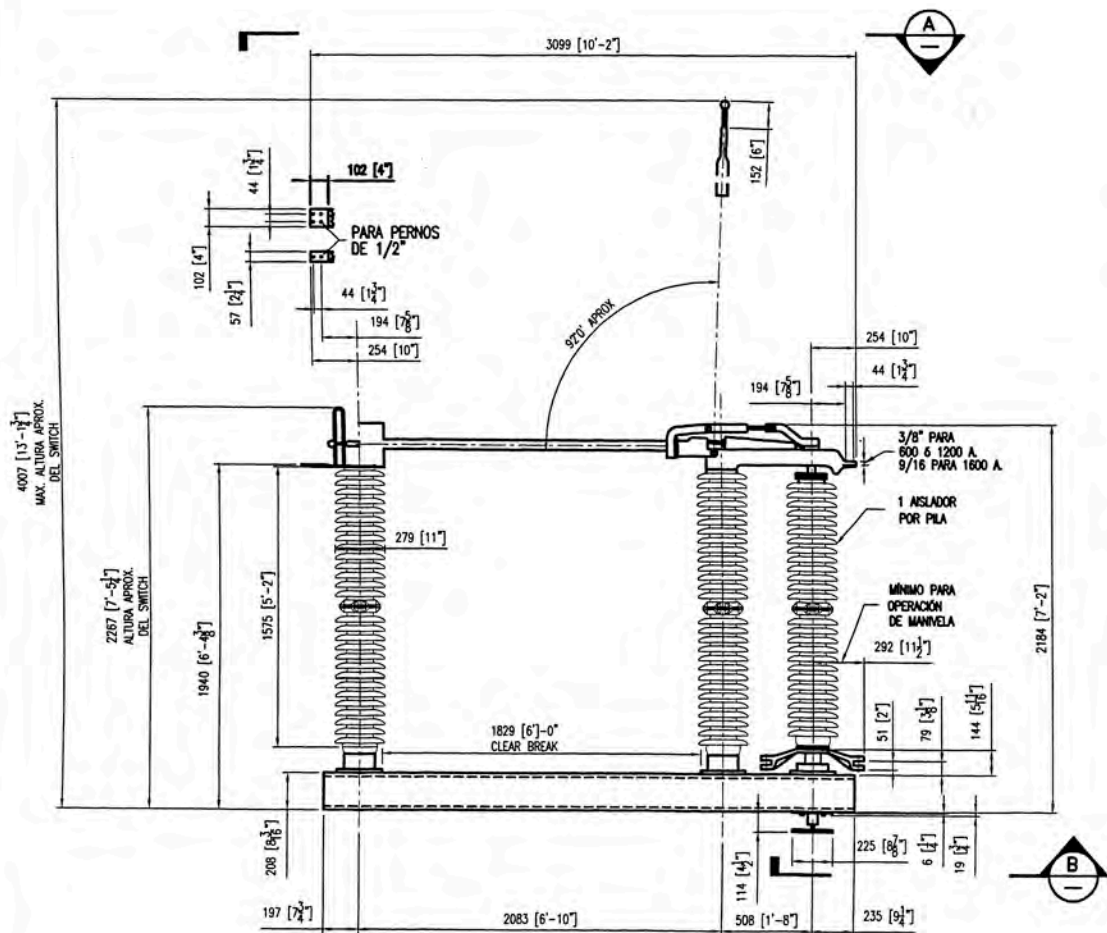
CONECTOR A TIERRA



DETALLE 3
ESC: N.T.S.

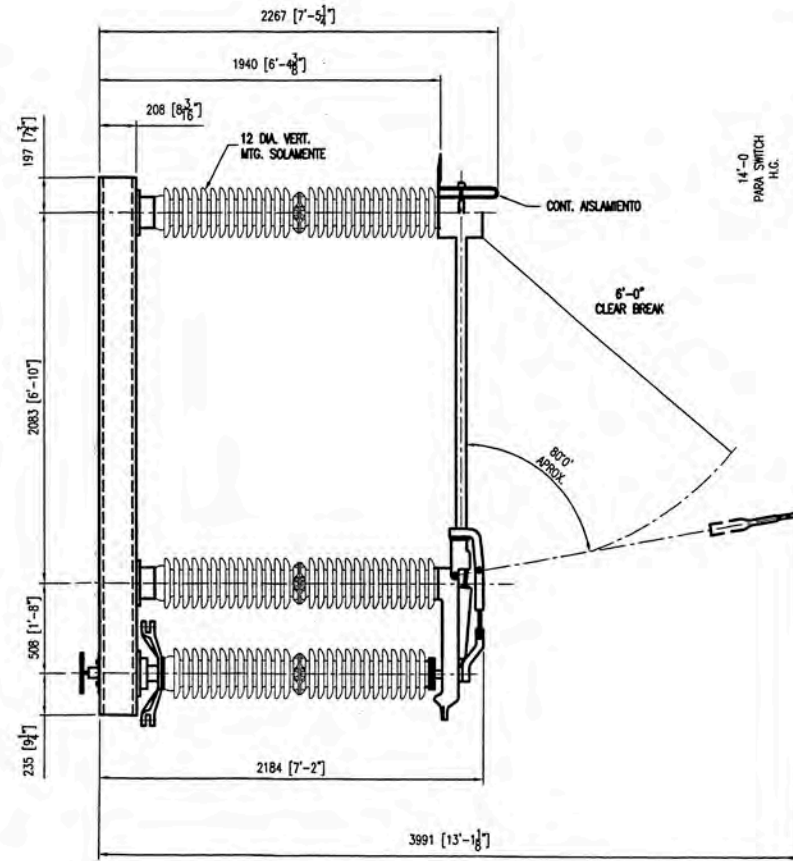


SECCION A
ESC: 1/15



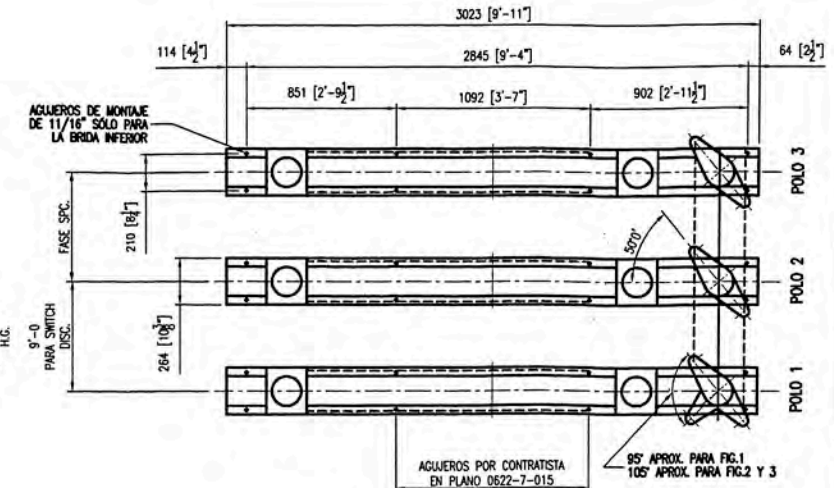
MONTAJE HORIZONTAL DERECHO
S.W. DE CUERNOS APAGA ARCOS O DE DESCONEXION
 ESC: 1/20

FIG-1



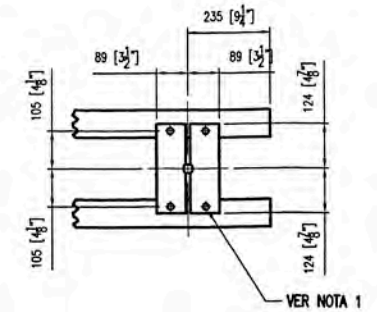
MONTAJE VERTICAL
SINO, IGUAL A FIG 1
 ESC: 1/20

FIG-2



SECCION A
 ESC: 1/20

TODAS LAS MANIVELAS MOSTRADAS PARA POSICION CERRADA DE SWITCH



SECCION B
 ESC: 1/10

KV.	AMPS.	NUMERO DE CATALOGO				PAD	DATOS	
		HORIZ. H.G.	HORIZ. DISC.	VERT. DISC.	UNDERHUNG DISC.		N° REF. TECN.	TENSION NO DISRUPTIVA DE IMPULSO KV. **
		FIG. 1	FIG. 1	FIG. 2	FIG. 3			
161	600					B		
	1200					A		
	1600					A		
	2000					A		

** 1 1/2 - 40 MS ONDA POSITIVA

NOTAS:

- 1.- TUBOS DOBLES DE INTERFASE (UNIDOS) CUANDO EL "SPCG" DE FASE EXCEDE 10'-0"
- 2.- MANIVELA DENTADA PARA ADHERIR EL MECANISMO DE OPERACION, SE PUEDE ROTAR PARA ADECUARSE A REQUERIMIENTOS MECANICOS, EL SWITCH QUE TENGA ESTA MANIVELA DEBE UBICARSE JUNTO AL MECANISMO DE OPERACION.
- 3.- CUANDO SE USA EL TUBO UNIPOLAR DE INTERFASE Y EL TUBO DE OPERACION HORIZONTAL SE ADHIERE AL SWITCH POR ENCIMA DE LA BASE, LA MANIVELA DENTADA DE INTERFASE DEBE ESTAR EN EL POLO AL CUAL SE ADHIERE EL MECANISMO.
- 4.- LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS, A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO. LAS DIMENSIONES MOSTRADAS EN CORCHETES (") ESTAN EN PULGADAS.

ANEXO C
ESTUDIO DE COORDINACIÒN SUBESTACIÒN EL TOTORAL.

Coordinación de Protecciones S.E. Totoral

Proyecto Ampliación de Represas de Lixiviación – Toquepala

*Realizado por: R. Jesús
Supervisado por: L. Toledo
Rev. 1, 22 Junio 2006*

1. OBJETIVO

Recomendar los ajustes del sistema de protección de las subestaciones de Mill Site y Totoral que comprende el proyecto de Ampliación de Represas de Lixiviación.

2. ALCANCE

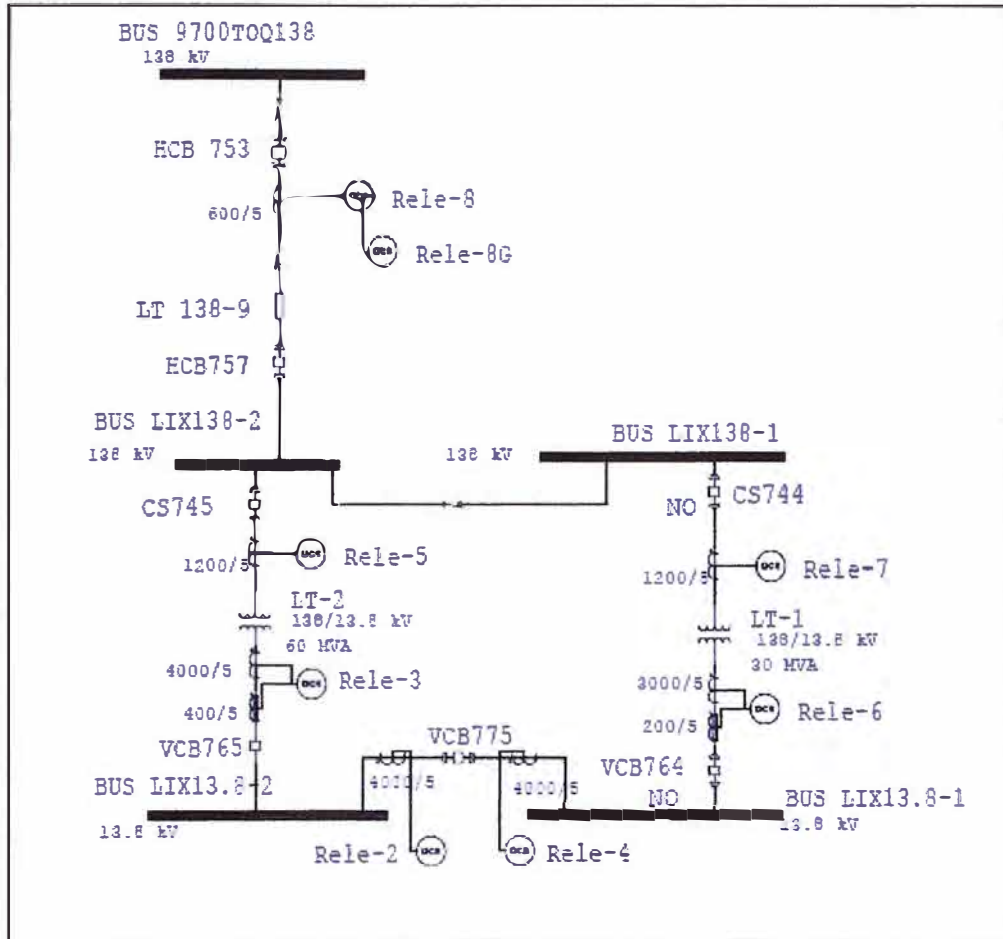
El presente estudio considera los niveles de cortocircuito en fallas trifásicas y monofásicas proporcionado para las simulaciones realizadas con el programa ETAP Power Station versión 5.00; se ha considerado el modelamiento de las nuevas instalaciones que comprende el proyecto dentro del sistema eléctrico existente de Toquepala, Ilo, Cujone y el Sistema Eléctrico del Sur.

El estudio incluye los siguientes reles:

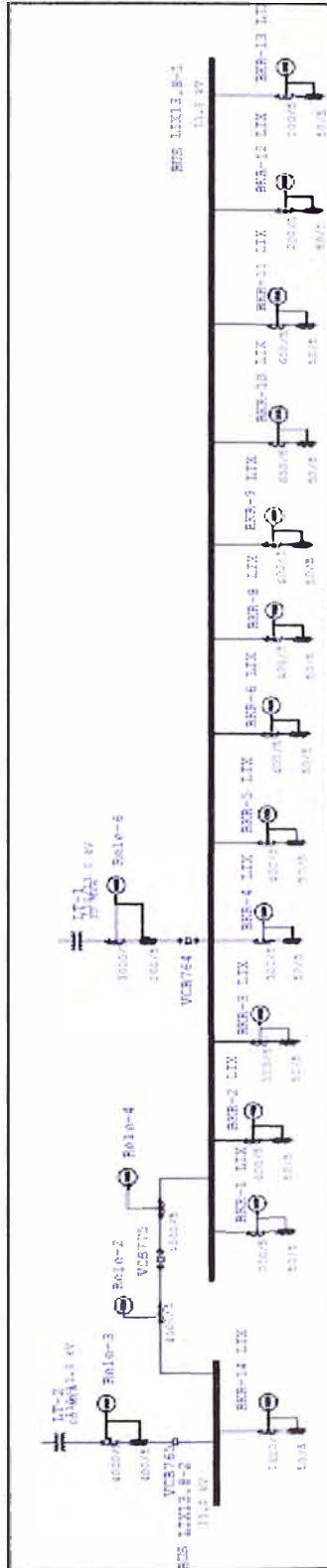
Sección	S.E.	ID	UBICACIÓN	MARCA	MODELO	FUNCIÓN
3.1	Mill Site	Rele-8	HCB753	ABB	CO-9	Relé de sobrecorriente
3.1	Mill Site	Rele-8G	HCB753	ABB	CO-2	Relé de sobrecorriente a tierra
3.2	Totoral	Rele-5	CS745 (LT2 -138 kV)	SEL	SEL 351-5	Relé de sobrecorriente
3.3	Totoral	Rele-3	VCB765(LT2 -13.8 Kv)	SEL	SEL 351-5	Relé de sobrecorriente
3.4	Totoral	Rele-6	VCB764(LT1 -13.8 kV)	ABB	MMCO2	Relé de sobrecorriente
3.5 Anexo-1	Totoral	Rele-7	CS744 (LT1 -138 kV)	SEL	SEL 351-5	Relé de sobrecorriente
3.6	Totoral	Rele-2 Rele-4	VCB775	Cutler Hammer	FP 5000	Relé de sobrecorriente
3.7 Anexo 2	Totoral	487B	S.E. TOTORAL	SEL	SEL 487B	Relé diferencial de barra
3.8 Anexo 3	Mill Site	387L-1	HCB753	SEL	SEL 387L	Relé diferencial de línea
3.9 Anexo 3	Totoral	387L-2	HCB757	SEL	SEL 387L	Relé diferencial de línea
Anexo 4	Totoral	Reles barra 13.8 kV	BKRs 13.8 kV	Cutler Hammer, ABB	FP 5000, MMCO	Relé de sobrecorriente

Diagramas unifilares:

S.E. Totoral 138 kV



S.E. Totoral 13.8 kV



3. RECOMENDACION DE AJUSTES

Se recomiendan los siguientes ajustes:

3.1 Relé-8 y Relé-8G de sobrecorriente, CO, HCB753 (Mill Site - 138 kV)

Al cambiar la relación de transformación del transformador de corriente de 300/5 a 600/5 que alimenta los relés y coordinando con los nuevos ajustes de los relés de la S.E. Totoral, se debe realizar los siguientes cambios a los ajustes:

	AJUSTES ACTUALES	AJUSTES PROPUESTOS
Relé-8 CO-9 Fase	TAP=12; TD=3;INST=80 A	TAP=4; TD=2.5;INST=40 A
Relé-8G CO-2Tierra	TAP=2; TD=5;INST=35 A	TAP=2; TD=3;INST=10 A

3.2 Relé-5 de sobrecorriente, SEL 351-5, CS745 (LT2 -138 kV)

Se ha revisado la programación del Relé SEL 351 de sobrecorriente asociado al CS745 (Relé-5) y se observa que la protección de mínima tensión (27) se encuentra activada sólo como alarma, para incrementar la seguridad de los trabajos cuando el transformador está desenergizado se recomienda la activación de la protección de mínima tensión con un tiempo de retardo de 10 seg. y la activación de la protección direccional de sobrecorriente (67):

	AJUSTES ACTUALES	AJUSTES PROPUESTOS
50P1P Level 1 (Amps secondary)	17	17
50PP1P Level 1 (Amps secondary)	OFF	OFF
51PP Pickup (Amps secondary)	2.5	1
51PC Curve	U3	U2
51PTD Time Dial	3.0	2.2

Setting	AJUSTES ACTUALES	AJUSTES PROPUESTOS
LER Length of Event Report (cycles)	15	30
ESV SELogic Variable Timers Enables	1	2
TR Other trip conditions	OC+51PT+51GT+50P1	OC+51PT+50P1+67P1T
ULTR Unlatch trip conditions	!(51P+51G)	!(OC+51PT+50P1+67P1T+27A1+27B1+27C1)
SV1PU SV1 Pickup Time cycles	-	-
SV2PU SV2 Pickup Time cycles	-	600
OUT101 Output Contact 101	TRIP	TRIP+SV2T
OUT102 Output Contact 102	CLOSE	CLOSE
OUT103 Output Contact 103	TRIP	TRIP+SV2T
OUT104 Output Contact 104	27A1+27B1+27C1	SV2T

3.3 Relé-3 de sobrecorriente, SEL 351-5, VCB765 (LT2 -13.8 kV)

Para una coordinación selectiva de las protecciones contra fallas a tierra se debe modificar los ajustes de relé y activar los disparos direccionales (67):

Setting (SELogic 1):

Setting	AJUSTES ACTUALES	AJUSTES PROPUESTOS
TR Other trip conditions	OC+51PT+51GT+50P 1	OC+51PT+51INT+51GT+50PI+67P1T+67G1T
ULTR Unlatch trip conditions	!(51P+51G)	!(OC+51PT+51INT+51GT+50PI+67P1T+67G1T)
51PTC Phase	32PF	32PF
51INTC Neutral Ground	32GF	32NF
51GTC Residual Ground	1	32GF

	AJUSTES ACTUALES	AJUSTES PROPUESTOS
50P1P Level 1 (Amps secondary)	23	35
50N1P Level 1 (Amps secondary)	4.5	4.5
50PP1P Level 1 (Amps secondary)	OFF	OFF
51PP Pickup (Amps secondary)	4.0	4.0
51PC Curve	U3	U1
51PTD Time Dial	3.0	1.2
51NP Pickup (Amps secondary)	0.7	0.7
51NC Curve	U2	U2
51N1D Time Dial	0.5	0.5

3.4 Relé-6 de sobrecorriente, MMCO, VCB764 (LT1 -13.8 kV)

Modificar los ajustes del relé existente:

	AJUSTES ACTUALES	AJUSTES PROPUESTOS
FASE	TAP=4; TD=63; INST=127 A Curva: MMCO-2	TAP=3.5; TD=10; INST=60 A Curva: MMCO-7
TIERRA	TAP=1; TD=11; INST=20 A Curva: MMCO-11	TAP=1; TD=11; INST=20 A Curva: MMCO-11

3.5 Relé-7 de sobrecorriente, SEL 351-5 , CS744 (LTI -138 kV)

Los ajustes detallados se indican en el anexo 1.

	AJUSTES ACTUALES	AJUSTES PROPUESTOS
50P1P Level 1 (Amps secondary)	-	17
50PP1P Level 1 (Amps secondary)	-	OFF
51PP Pickup (Amps secondary)	-	1.5
51PC Curve	-	U1
51PTD Time Dial	-	1.6

3.6 Relé-2 y Relé-4 de sobrecorriente, FP-5000 , TIE BREAKER VCB775 13.8 kV

Setting	AJUSTES ACTUALES	AJUSTES PROPUESTOS
Shape	MOD	MOD
Direction	Forward	Forward
51P-1 PH TOC		
Pickup	0.42	0.52
Time Mult	0.5	0.5
50P-1		
Pickup	Disable	Disable

3.7 Relé diferencial de barra Sel 487B:

Los ajustes se indican en el anexo 2.

- Los ajustes recomendados en el presente informe deberán de ser revisados cuando se implemente la línea #2 (Mill Site – Totoral) y el interruptor HCB-756.
- Para evitar falsas operaciones del relé de protección diferencial en el caso de la operación con el interruptor HCB757 abierto y DS793 cerrado, se debe cablear las condiciones de estado de apertura y cierre del seccionador al relé diferencial, según:

Condición normalmente abierto (NA) al bornera # 40 - IN217
 Condición normalmente cerrado (NC) al bornera # 41 - IN218
 Ver: Plano 04-01074-EE01 hoja 35/36

- En el plano 04-01074-EE01 hoja 35/36 se observa que se ha cableado las señales de corriente del futuro interruptor HCB-756, se requiere puentear estos terminales y llevarlos a tierra para evitar alguna inducción de corriente al algoritmo del relé.

- d) Verificar la secuencia de fases/polaridad de las señales de corriente y las señales de estado/posición de equipos de maniobra cableadas hacia el rele, incluyendo el seccionador by pass de línea DS-793.
- e) Realizar las pruebas de operación y puesta en servicio del rele Sel 487B, mediante inyección secundaria de corriente y disparo real de interruptores.

3.8 Diferencial de línea Sel 387L:

Los ajustes se indican en el anexo 3.

- a) Antes de conectar la comunicación entre relés, se debe realizar las pruebas del sistema de comunicación de fibra óptica que comunica a los relés Sel 387L de Mill Site y Totoral.
- b) Realizar el cambio de TAP de los transformadores de corriente correspondientes a la protección diferencial de línea, de las subestaciones Mill Site y Totoral a la relación 600/5. Relación actual: Mill Site 300/5 (HCB753 relés 50/51) y Totoral 1200/5 (HCB-757).
- c) La condición que llega al rele 387L de la S.E. Totoral debe ser del interruptor normalmente abierto NA, el plano 04-01074-EE01 hoja 29/30 indica que la señal de posición del interruptor es normalmente cerrado NC, lo cual debe ser cambiado.
- d) Desactivar la función de cierre de interruptor HCB-757 por parte del relé 387L (ver diagramas hojas 28/29 y 30/31), ya que el relé sólo debe trabajar con mando de apertura y los cierres deben efectuarse por otros dispositivos. Se debe retirar el cableado de salida del rele.
- e) Verificar la secuencia de fases/polaridad de las señales de corriente y las señales de estado/posición de equipos de maniobra cableadas hacia el relé.
- f) Efectuar los siguientes trabajos en la S.E. Mill Site:
 - Cablear al rele Sel 387L de Mill Site los estados de apertura y cierre del interruptor HCB-753.
 - Cablear al relé SEL 387L de Mill Site el contacto de TRIP del interruptor HCB-753.
 - Cablear al rele Sel 387L de Mill Site la alimentación e instalar un termomagnético de 4 A.
 - Cambio de relación de transformación del CT de protección que alimenta al los relés existentes 50/51 y 50N del HCB-753 (actual 300/5, recomendado 600/5)
 - Modificar los ajustes de los relés 50/51 y 50N con la nueva relación de transformación de los transformadores de corriente del HCB-753.

Enersur indicará los puntos donde realizar las conexiones al rele.

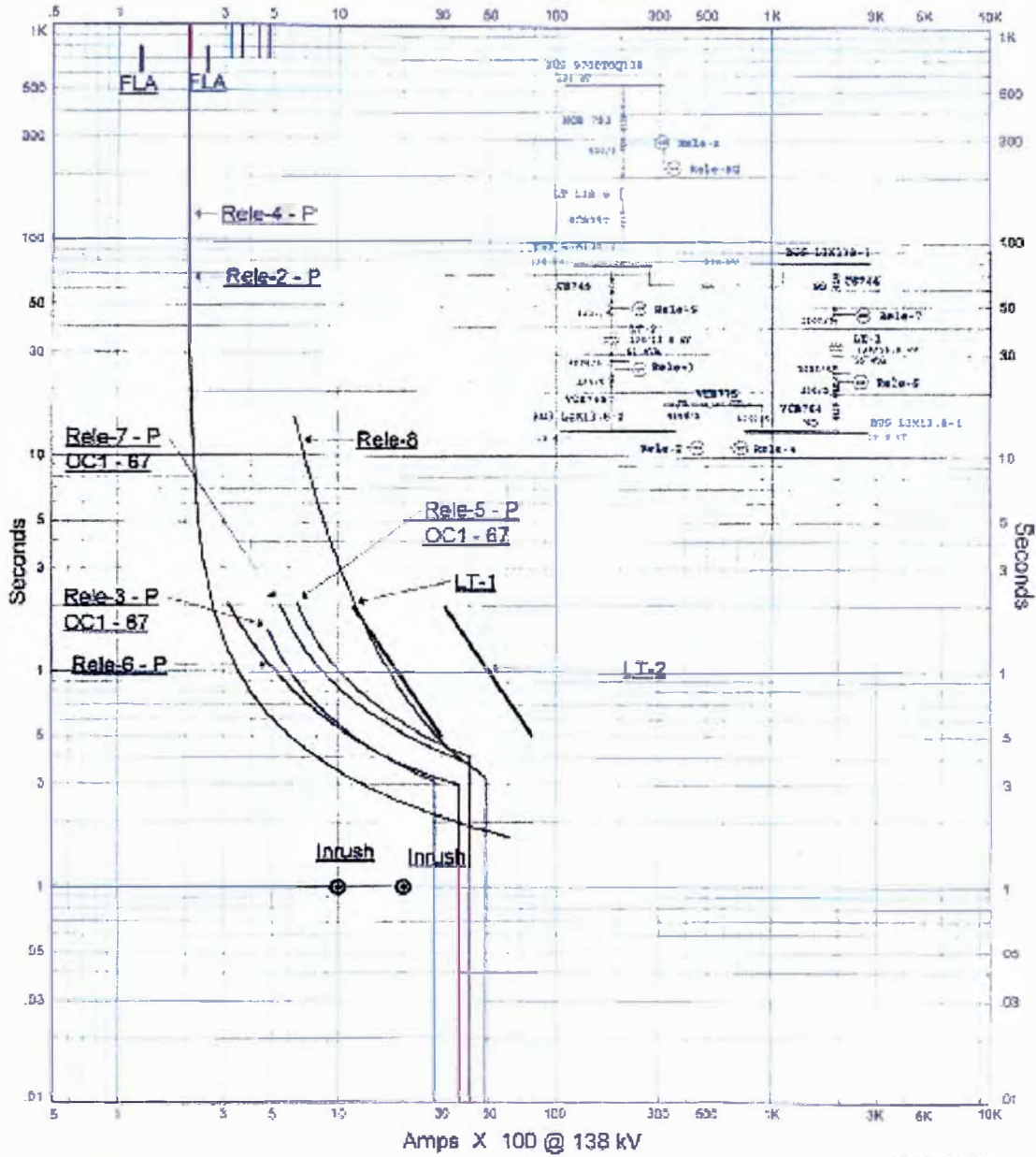
- g) Realizar las pruebas de operación y puesta en servicio de los reles de Mill Site y Totoral, mediante inyección secundaria de corriente y disparo real de interruptores.

3.9 Diferencial del transformador 30/40 MVA existente:

- a) Recablear el disparo del relé diferencial del transformador de 30/40 MVA al relé 86/5 del nuevo CS-744.

4. CURVAS DE COORDINACIÓN

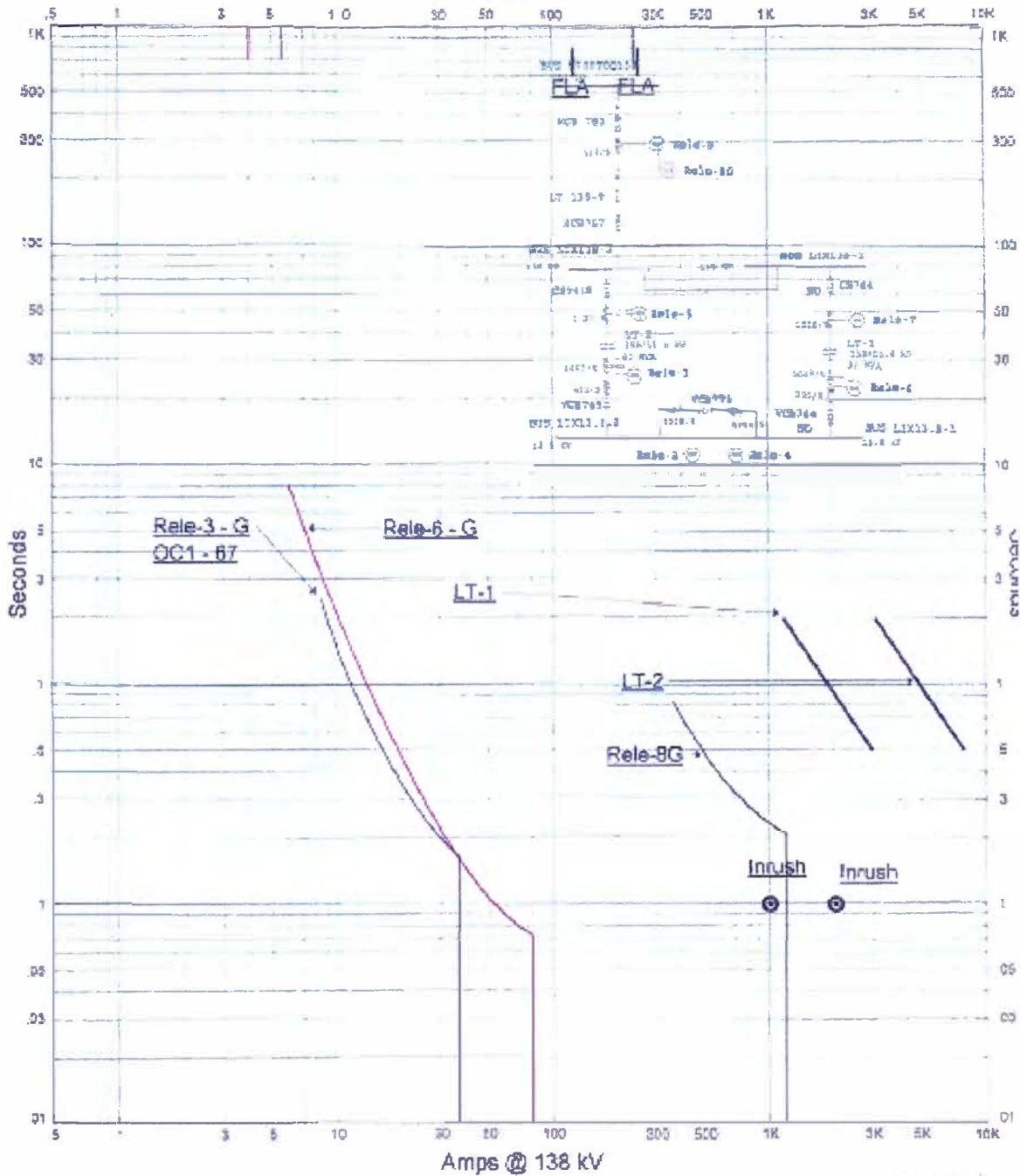
Coordinación de Fase, 138 kV, ($I_{L138kV} = 4.8 \text{ KA}$, $I_{L138kV} = 2.1 \text{ kA} \rightarrow$ referencia 138 kV)
 Amps X 100 @ 138 kV



S.E. Totoral 138KV

Project: SPCC Power Study Location: Paru Contract: LIXIVIACION Engineer: Luis Toledo / Rolanda Jesús File name: D:\USER\Proyecto Fundicion\Modelo ETAP\SPCC-2006.DTI LIXIVIACION TOQUEPALA	Date: 20-08-2006 SN: SOUTHPERCC Rev: Base Fault Phase
---	--

Coordinación de Tierra 138 kV ($I_{LE\ 138kV} = 1.5\ KA, I_{L\ 13\ 8kV} = 13.5\ A \rightarrow$ referencia 138 kV)
Amps @ 138 kV



ETAP STAR 9.0.00

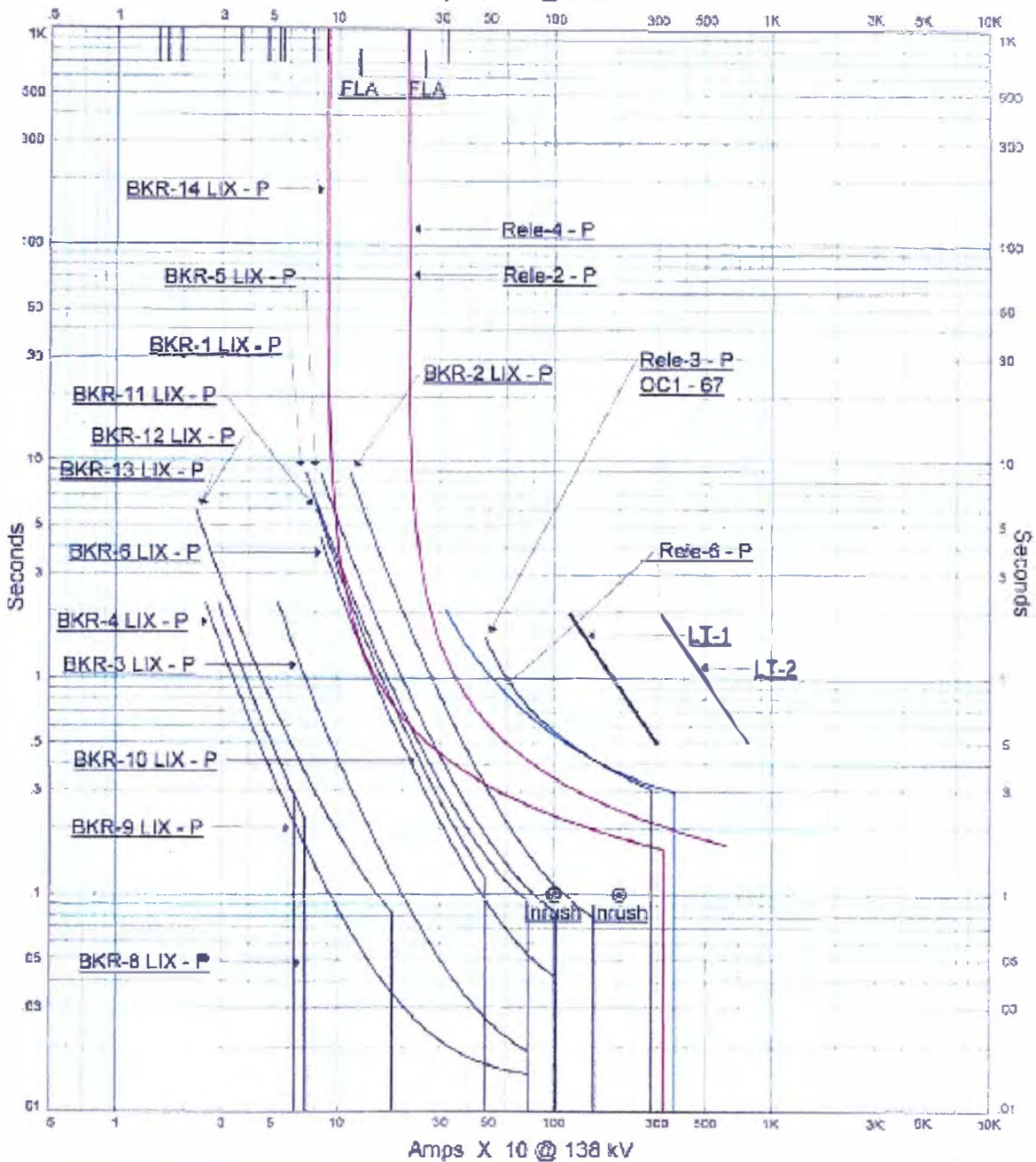
S.E. Total 138KV

Project: SPCC Power Study
 Location: Peru
 Contract: LIMACION
 Engineer: Luis Toledo / Rolando Jesús
 Filename: D:\USER\Proyecto Fundicion\Mecc\ETAP\SPCC-2008.OTI
 LIMACION TOSQUEP A

Date: 20-08-2008
 SN: SOUTHPERCC
 Rev: Base
 Fault: Ground

Coordinación de Fase , 13.8 kV ($I_{sc13.8kV} = 2.1 \text{ kA} \rightarrow$ referencia 138 kV)

Amps X 10 @ 138 kV



ETAP STAR 6.0.3C

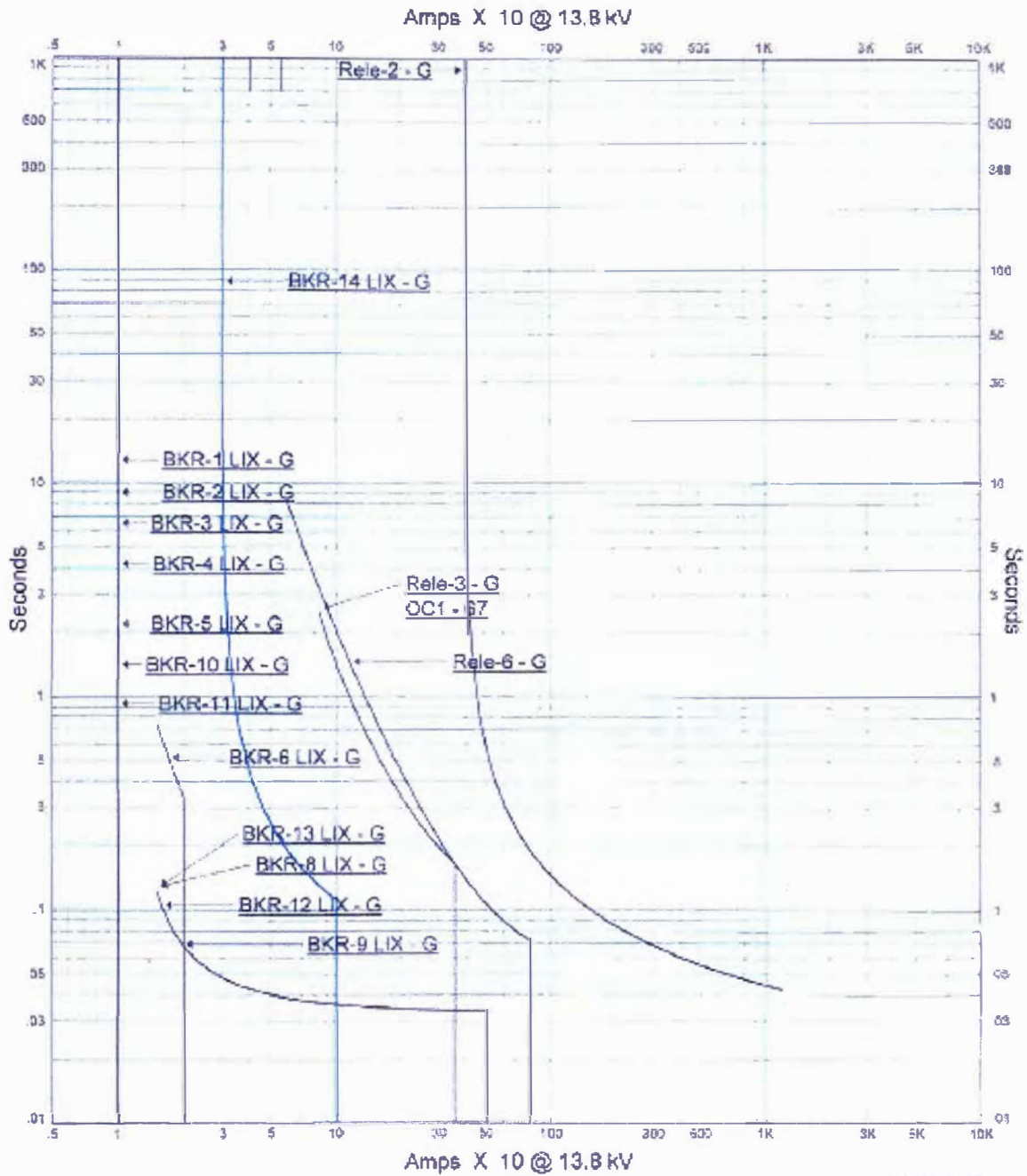
Barra 13.8 kV LIX

Project: SPCC Power Study
 Location: Peru
 Contact: LIXIVIACION
 Engineer: Luis Toledo / Rolando Jesus
 Filename: D:\USER\Proyecto Fundacion\Modelo ETAP\SPCC-2005.011
 LIXIVIACION TOQUEPALA

Date: 04-21-2005
 SN: SOUTHPERCC
 Rev: Base
 Fault: Phase

ETAP
 12-2
 11/01/05

Coordinación de Tierra 13.8 kV ($I_{ref13.8kV} = 135 A \rightarrow$ referencia 13.8 kV)



Barra 13.8 kV LIX

Project: SPCC Power Study	Date: 04-21-2008
Location: Peru	SN: SOUTHPERCC
Contract: LIX/VIACION	Rev: Base
Engineer: Luis Toledo / Rolando Jesús	Fault: Ground
Filename: D:\USER\Proyecto Fundicion\Modelo ETAP\SPCC-2008.01	
LIX/VIACION TOQUEPALA	

— LIX-3
LIX/VIACION TOQUEPALA

ANEXO D

FOTOGRAFIAS DE AMPLIACIÒN DE SUBESTACIÒN EL TOTORAL.



VISTA EXTERIOR PATIO DE LLAVES 138kV



VISTA EXTERIOR DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA Y POSTERIOR DE WALKING.



VISTA EXTERIOR DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA Y FRONTAL DEL WALKING



VISTA INTERIOR DE WALKING – SWITCHGEAR 13.8Kv EN OPERACIÓN



VISTA INTERIOR DE WALKING – SWITCHGEAR 13.8kV



VISTA INTERIOR DE WALKING – SUPERVISION EN CAMPO

BIBLIOGRAFIA.

1. File de Ingeniería CR:04-01074. Dimatic S.A.C, Lima, 2004
2. Reporte Anual 2003. Southern Cooper Corporation – Lima 2004
3. Reporte Anual 2006. Southern Cooper Corporation – Lima 2007
4. Memoria Anual de acuerdo con lo estipulado en la sección 13 o 15 de la Ley de Títulos Valores y Bolsa de 1934. Southern Cooper Corporation – Lima 2005
5. Siemens Electrical Products and Systems, Specification Guide, CSI Section 16320 – 2003.
6. SEL-487B Relay Protection Automation Control, Relay – Pullman – 2004.
7. SEL-387A Current Differential Relay Relay - Pullman 2004.
8. SEL-387L Line Current Differential Relay Instruction Manual, Pullman – 2005
9. SEL-351-5, -6, -7 Relé de sobrecorriente direccional, Manual de Instrucciones – Pullman 2004.
10. FP-5000 Feeder Protection, Technical Data TD02602003E, Moon Township – 2007.
11. ION 8500, User Guide – 2004.
12. Metering Devices IQ 7000, Technical Data, Moon Township – 2005.