

PRUEBAS ELÉCTRICAS Y PUESTA EN SERVICIO DEL EQUIPO ENCAPSULADO EN GAS SF₆ DEL PATIO DE 69KV DE LA SUBESTACIÓN SALITRAL

Autora:

Ivette Oñate Huayamabe

Director:

Ing. Gustavo Bermúdez F.

INTRODUCCIÓN

La implementación o ampliación de un patio de maniobras de una Subestación Eléctrica de Potencia es de vital importancia para el buen funcionamiento de la misma. El departamento de estudios de CELEC-TRANSELECTRIC encontró la necesidad de implementar en la Subestación Salitral un patio de maniobras de 69KV con aislamiento en Hexafloruro de Azufre (SF₆).

OBJETIVOS


- 1) Elaborar un manual de procedimientos de pruebas eléctricas y Puesta en Servicio que debe realizarse a un Equipo encapsulado con aislamiento en SF₆.
- 2) Analizar los resultados de las pruebas eléctricas, que se realicen al Equipo encapsulado con aislamiento en SF₆ de la Subestación Salitral, tomando como referencia Estándares Internacionales y el protocolo de pruebas del equipo.

METODOLOGÍA:

El desarrollo de la tesis fue paralela a la implementación del patio de 69KV, pues al mismo tiempo que se realizaron las pruebas de recepción se fue elaborando los procedimientos de esas pruebas en base a normas establecidas, y por supuesto a investigaciones y fundamentos teóricos respecto a la presente.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SUBESTACIÓN: PATIO DE 138KV

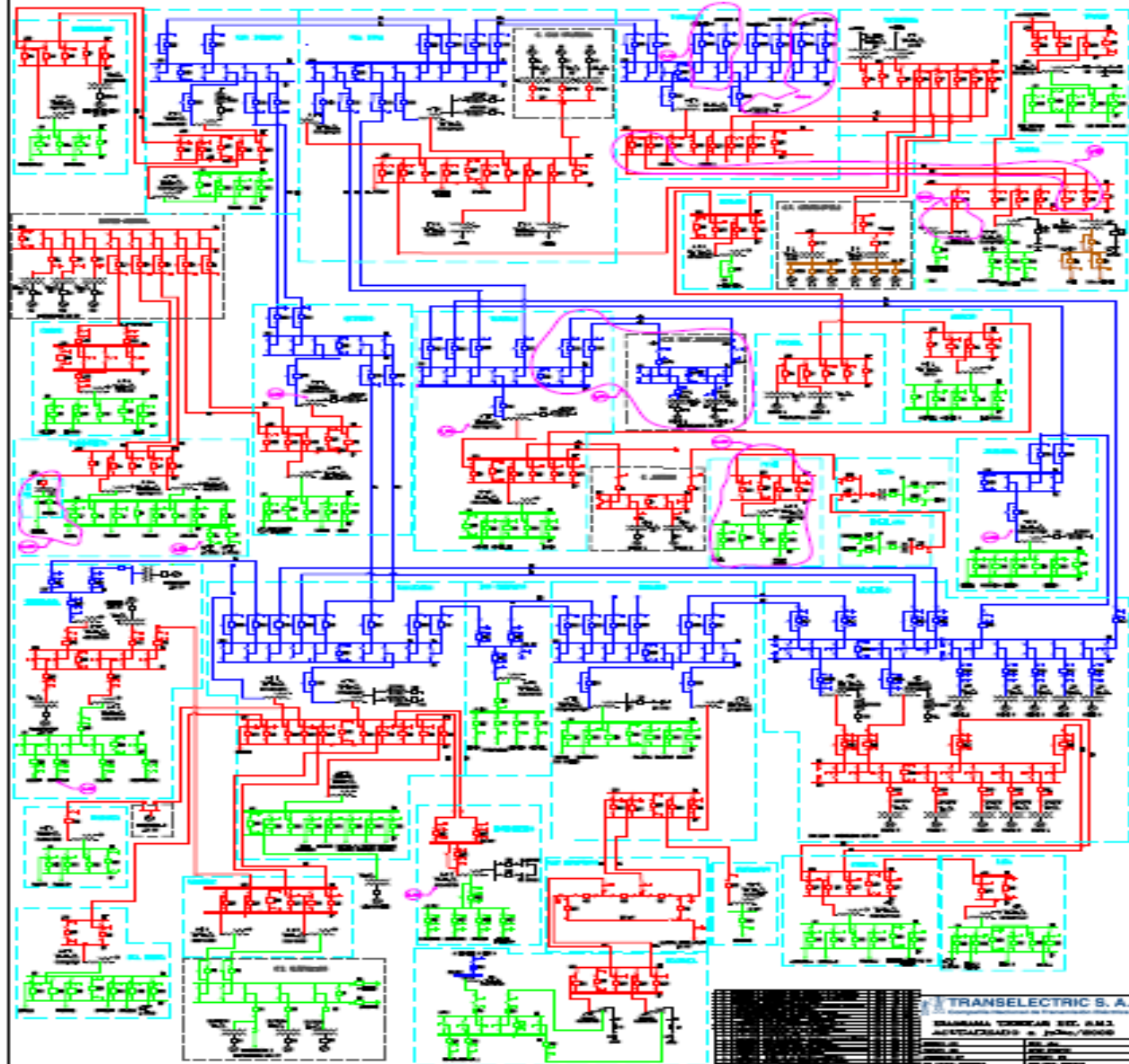
La compañía de transmisión de energía eléctrica CELEC-TRANSELECTRIC es la única a nivel nacional que se encarga de la transportación de energía eléctrica generada desde las distintas centrales de generación hasta las distribuidoras o empresas eléctricas en el país hasta el nivel de 69KV.



La compañía está dividida en dos unidades que son:

- Unidad de Transmisión Norte
- Unidad de Transmisión Sur

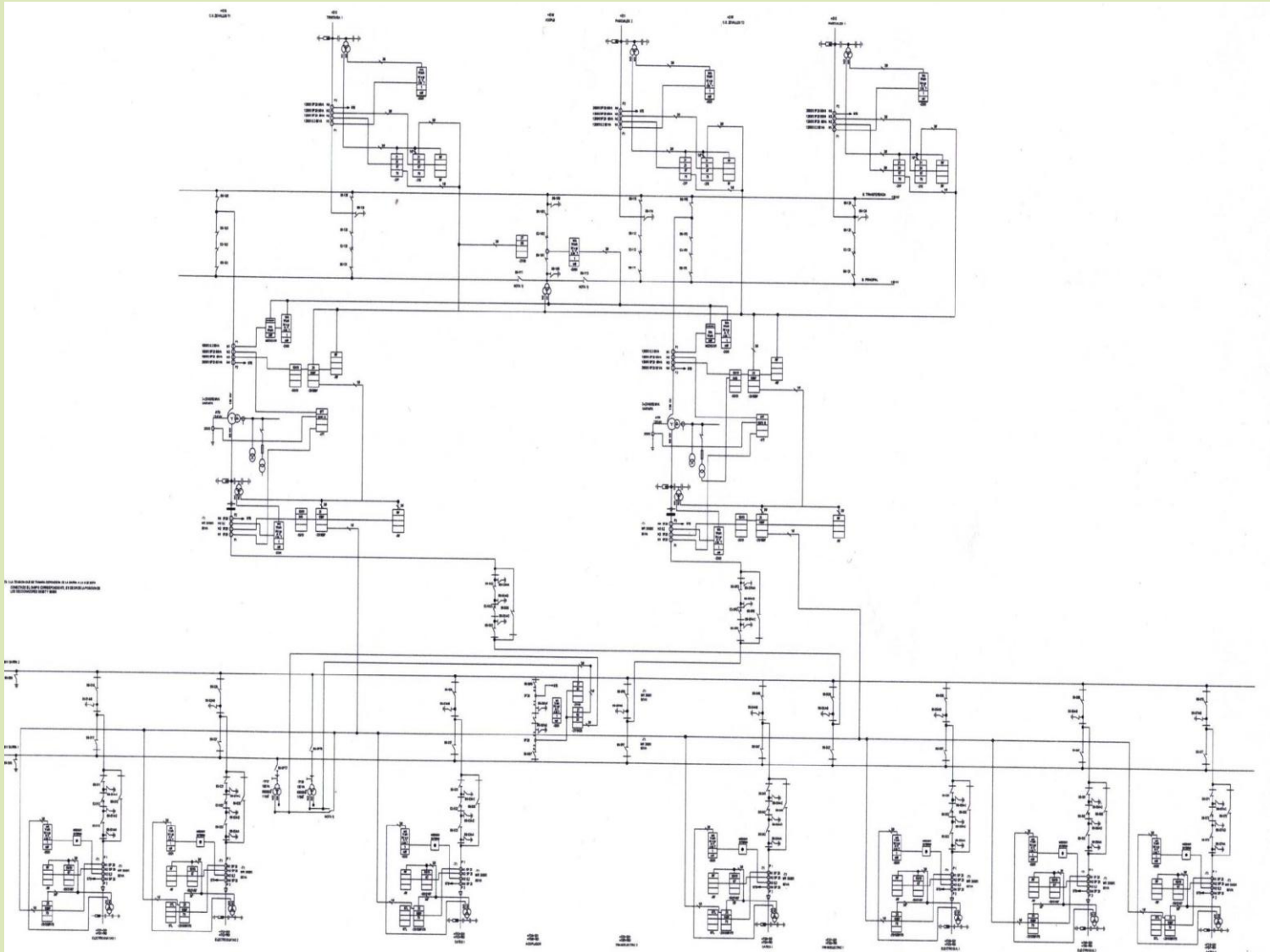
SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO S.N.I. 2009




TRANSELECTRIC S. A.
BARCELONA TORREAS SUT. S.M.2
AV. DIAGONAL 610, 08038

PROYECTO:	
FECHA:	
ESCALA:	
HOJA:	

DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACION.



BANCO ATR

AUTOTRANSFORMADOR					
Norma	IEC 76 (1993)	Frecuencia	60 Hz	Tipo	Núcleo
BIL		Fecha	SEPT 1998	Aceite Aisl.	IEC 296 CLASE L
AT LINEA	650 KV	ENFRIAMIENTO		ONAN/ONAF/ONAF	
MT LINEA	350 KV	CAPACIDAD MVA		VOLTAJE (V)	
NEUTRO	95 KV	AT	30/40/50	AT	$138000/\sqrt{3}$
BT	95KV	MT	30/40/50	MT	$69000/\sqrt{3}$
CON OLTC	SI	BT	10/13.33/16.66	BT	13800
ACETITE	15900 L	OLTC	230 L	TOTAL	49500 Kg
			IMPEDANCIA		SERIE
			AT-MT 50MVA	8.15%	FASE A 9812282101
			AT-BT 16.66MVA	10.86%	FASE B 9812282102
			MT-BT 16.66MVA	6.70%	FASE C 9812282103
					FASE R 9812282104
					
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION JAPAN					

BANCO ATQ

AUTOTRANSFORMADOR					
Norma	ANSI C 57.12.00	Frecuencia	60 Hz	Tipo	Núcleo
BIL		Contrato	ST/3/A1	Aceite Aisl.	IP DITRANS CK
H1	550 KV	ENFRIAMIENTO		OA/FA/FA	
X1	350 KV	CAPACIDAD MVA		VOLTAJE (V)	
Y1-Y2	110 KV	55°C	65°C	AT	$138000/\sqrt{3}$
H0-X0	110 KV	30/40/50	33.6/33.6/11.2	MT	$69000/\sqrt{3}$
CON OLTC	NO	30/40/50	44.8/44.8/11.2	BT	13800
ACETITE	10000 L	10/10/10	56/56/11.2	TOTAL	40500 Kg
			IMPEDANCIA		SERIE
			30MVA 79.674/39.837 KV	5.086%	FASE A 31973
			10MVA 79.674/13.8 KV	6.967%	FASE B 31974
			10MV39.837/13.8 KV	4.725%	FASE C 31975
					FASE R 31976



INDUSTRIE ELETTRICHE DI LEGNANO S.p.A.
MILANO-ITALY

DESCRIPCIÓN DE LA MODERNIZACIÓN DEL PATIO DE 138KV DE LA SUBESTACIÓN


En la subestación se utiliza un sistema automatizado suministrado en su arquitectura por la marca Siemens, la misma que está constituida por cuatro switch Ruggedcom; 2 en el nivel de 69KV, 1 en 138KV y otro para comunicación con el centro de operaciones de transmisión (COT) y el CENACE, dichos switch se comunican por la plataforma de Ethernet en la red LAN mediante el protocolo de comunicaciones IEC61850.

Esta arquitectura utiliza un sistema de control para la automatización de subestaciones (SICAM PAS) que está compuesto por los siguientes sistemas:

- Unidad de Control de Subestación SICAM PAS SU
- un puerto ETHERNET
- Puertos seriales


- Para el presente proyecto se utilizara un sistema redundante conformado por dos SICAM PAS SU igualmente equipados.
- IED's (Dispositivos Electrónicos Inteligentes) que son los controladores de bahía 6MD66 (BCUs), y los relés de protección SIPROTEC 4.
- 2 Estaciones de trabajo para la Interfaz Humano – Máquina (IHM).
- LAN de subestación en cable TP (ETHERNET)
- LAN de campo en anillo redundante de fibra óptica (IEC 61850).
- Software de control SICAM PAS.
- Software de visualización y control SICAM PAS CC.
- Módulo de sincronización de tiempo.

SICAM PAS CC


TRANSELECTRIC S. A.
Compañía Nacional de Transmisión Eléctrica
Transmitiendo Desarrollo

SIEMENS
SICAM PAS CC

S/E SALITRAL 138kV/69kV
ON LINE



01/09/2009 17:28:54

Usuario Actual: siemens

Opciones: Apagar Equipo, **Centar RunTime**, Aplicaciones WinCC, Aplicaciones Office, Aplicaciones Windows, Imprimir, Exportar Eventos

Despliegues Generales: GESTION 192.168.10.202

Ventana Control: **Nivel Control** (Centro Control, COT)

Formato Ventanas: SU 2 192.168.10.201

Editar Notas: IHM 192.168.10.203

Recalcular Animación Barras

ANILLO 138kV

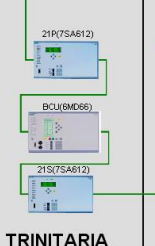
Anillo 2 - 69kV
Anillo 1 - 69kV
Medidas Generales

RS8000H(E100) RS400(E300) RS8000H(E200)

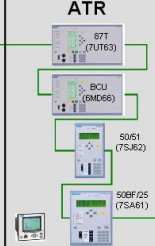
Selección de SU Favorito

SU1	SU2
SU Favorita en BCU1:	1
SU Master en BCU1:	2

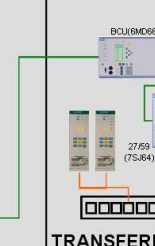
TRINITARIA



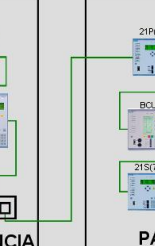
ATR



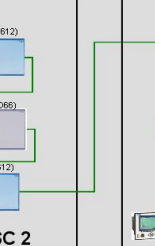
TRANSFERENCIA



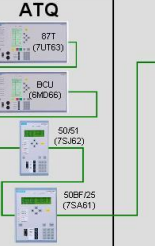
PASC 2



ATQ



PASC 1



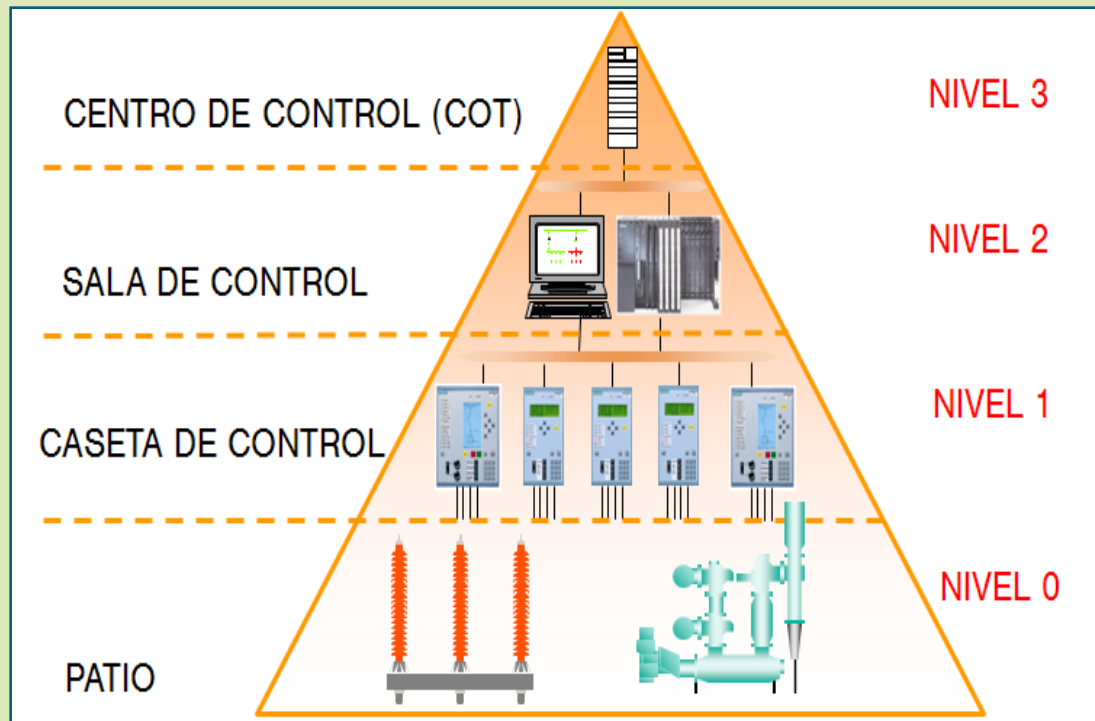
ALARMAS Y EVENTOS

01/09/09	17:02:26.655	SE Saltral/Redundancia/Bay1	Falla SUT	Alarma	valido	--	Esponáneo	no error	VS
01/09/09	17:02:26.680	SE Saltral/Redundancia/Bay2	SU como Maestra	2	valido	--	Esponáneo	no error	VS
01/09/09	17:03:43.800	SE Saltral/Redundancia/Bay1	Falla SUT	Normal	valido	--	Esponáneo	no error	VS
01/09/09	17:03:53.931	SE Saltral/Redundancia/Bay2	SU como Maestra	1	valido	--	Esponáneo	no error	VS
01/09/09	17:08:15.664	SE Saltral/SS_AA/Status/BCU	Reset Leds	Alarma	valido	Nivel 1	Retrovisivo	no error	VS
01/09/09	17:08:16.784	SE Saltral/SS_AA/Status/BCU	Reset Leds	Normal	valido	Automatico/Bah	Retrovisivo	no error	VS
01/09/09	17:08:16.784	SE Saltral/SS_AA/Status/BCU	Reset Leds	Normal	valido	Automatico/Bah	Retrovisivo	no error	VS
01/09/09	17:27:47.504	USERT-SALITRAL_GEST	Nombre de inicio de sesión:password err						
01/09/09	17:27:55.857	USERT-SALITRAL_GEST	Nombre de inicio de sesión:password err						
01/09/09	17:28:02.598	USERT-SALITRAL_GEST	Nombre de inicio de sesión:password err						
01/09/09	17:28:17.082	USERT-SALITRAL_GEST	Inicio de sesión manual. Usuario: siemens						

NIVELES DE OPERACIÓN DE LA SUBESTACIÓN

- Nivel 0: Patio.
- Nivel 1: Controlador de Campo
- Nivel 2: Estación de operación IU (Interface Unit o Interfaz de Usuario)
- Nivel 3: Centro de Control.

A continuación se describen los niveles de operación disponibles en la subestación.



Nivel Cero



Nivel Uno



Nivel Dos

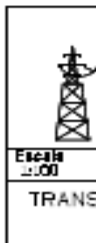
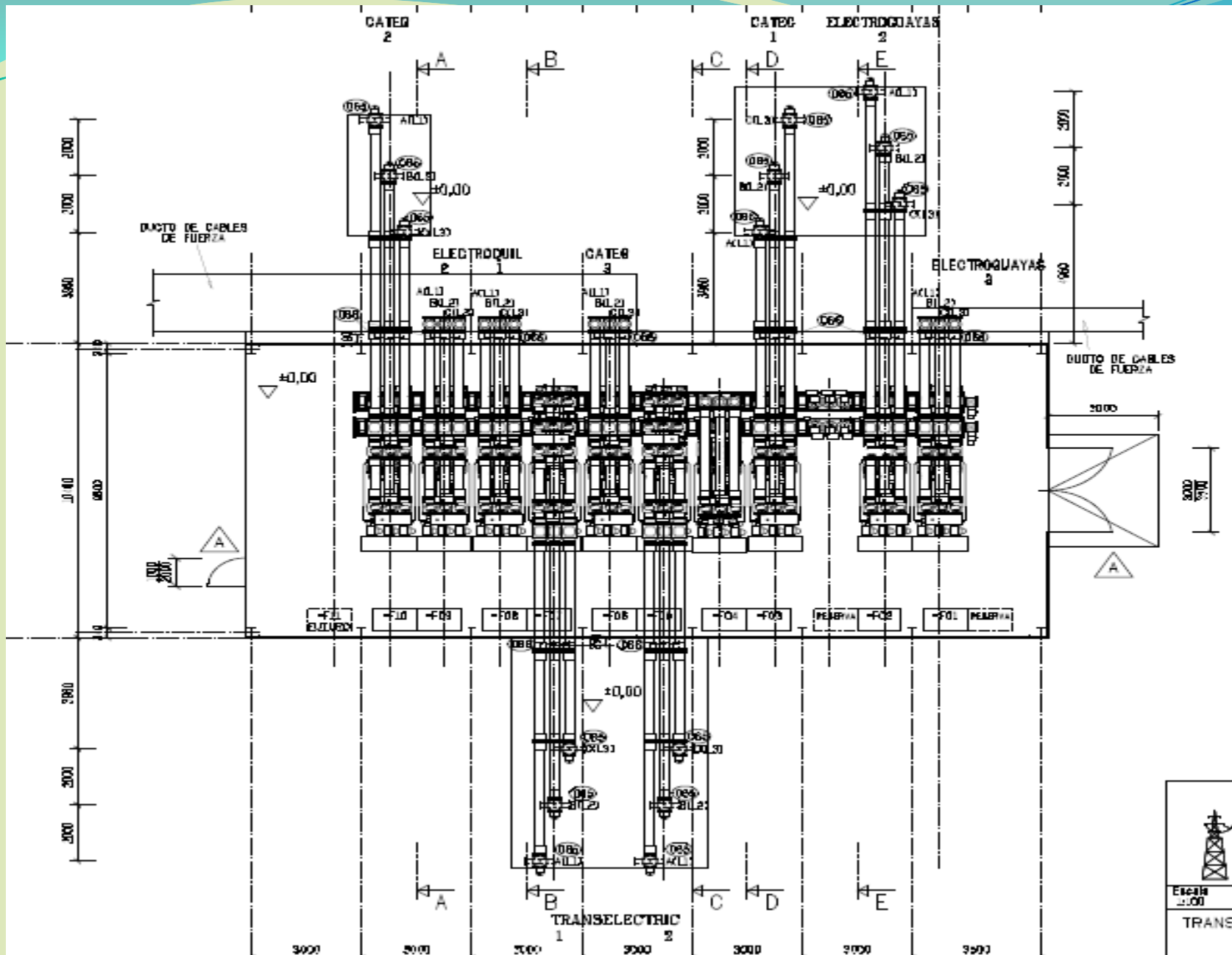


VENTAJAS DE LA MODERNIZACIÓN

- Mayor confiabilidad en el sistema de protecciones.
- Acceso en línea a la información de los relés en tiempo real.
- Reducción de costos de operación.
- Reducción de costos de mantenimiento.

DESCRIPCION DE LA AMPLIACION DE LA SUBESTACION: EQUIPO DE MANIOBRA CON AISLAMIENTO EN GAS SF6.

En base a los estudios que se realizaron además del reducido espacio físico de la subestación sin opción a ampliación del terreno puesto que contiguo al mismo pasa el oleoducto de Petroecuador, la Compañía de Transmisión concluyó que la ampliación del patio de maniobras de 69KV debía ser implementado con equipo encapsulado con aislamiento en Hexafloruro de azufre (SF₆).



En la siguiente tabla se especifica cada una de las posiciones y como llegan al equipo GIS.

POSICION	TUBERIA	CABLE-AISLADO
Electroguayas 1		✓
Electroguayas 2	✓	
Categ 1	✓	
Categ 2	✓	
Categ 3		✓
Electroquil 1		✓
Electroquil 2		✓
Transelectric 1	✓	
Transelectric 2	✓	
Acoplamiento	N.A.	N.A.



EQUIPO DE MANIOBRA ENCAPSULADO CON AISLAMIENTO EN HEXAFLORURO DE AZUFRE GIS- GENERALIDADES, CARACTERISTICAS Y TIPOS.

Subestaciones con aislamiento en Hexafloruro de azufre (SF₆) GIS (Gas Insulated Switchgear) son apropiadas en lugares donde no se tiene mucho espacio físico.

Debido a las características del SF₆ como medio dieléctrico es posible que se reduzca en un 80% de una convencional, haciendo más fácil la instalación de la misma

Gas Hexafloruro de azufre (SF₆)

- El Hexafloruro de Azufre o SF₆, es un gas artificial utilizado en los equipos eléctricos de alta tensión.
- El SF₆ es un excelente aislante eléctrico y puede apagar un arco eléctrico en forma efectiva.
- El SF₆ en su forma pura no es tóxico ni tampoco peligroso al ser inhalado.
- El SF₆ proporciona un aislamiento eléctrico y muy efectiva resistencia a los arcos eléctricos esto se debe a su baja temperatura de ionización y su alta energía de disgregación.

- A presión atmosférica, el SF₆ tiene una rigidez dieléctrica 2,5 veces mejor que la del aire.
- Las propiedades como refrigerante de SF₆ lo hace especialmente útil para la extinción del arco eléctrico dentro de la cámara de un interruptor, tiene una energía de disociación elevada así como una gran capacidad para evacuar el calor producido por el arco logrando así una respuesta de enfriamiento más rápida que otros medios aislantes.

Handwritten cursive letters 'w' and 'v' on a light-colored background.



Handwritten cursive letters 'w' and 'v' on a dark blue background.

Sustancias peligrosas a partir de la descomposición del SF₆

- Después de una falla ocurrida dentro de un interruptor en consecuencia se forman subproductos sólidos y gaseosos. Normalmente las descomposiciones gaseosas se mantienen bajas y pueden ser eliminadas con alguna sustancia absorbente como la Alumina.
- Los descompuestos sólidos son básicamente fluoruros en forma de un polvo gris muy fino.

A continuación en siguiente tabla se muestra las ventajas que tiene el SF6 cuando es utilizado como medio aislante respecto al aire.

VENTAJAS	
AIRE	SF6
MAYOR UTILIZACIÓN DE MATERIALES PARA EL DESARROLLO DE LOS EQUIPOS.	MENOR UTILIZACIÓN DE MATERIALES.
MAYOR DESPERDICIO DE MATERIALES.	MENOR DESPERDICIO DE MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL.
ESPACIO DE INSTALACIÓN MUY GRANDE	REDUCCIÓN DE ESPACIO
DESPUÉS DE UN CORTE DE UN ARCO ELÉCTRICO REQUIERE UN ENFRIAMIENTO, Y RECUPERACIÓN D SU RIGIDEZ DIELECTRICA.	EL PROCESO DE DISOCIACIÓN DE LA MOLÉCULA ES REFRIGERANTE Y PERMITE ENFRIAR EL ARCO ELÉCTRICO.
EXISTENCIA DE SOBRETENSIONES SIGNIFICATIVAS.	RECUPERACIÓN RÁPIDA DESPUÉS DEL ARCO ELÉCTRICO.
EXISTEN PUNTOS CALIENTES O PUNTOS DE FALLA.	NO HAY DESGASTE EN EL AISLAMIENTO, NO EXISTEN PUNTOS CALIENTES EN LOS CONTACTOS.
LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEPENDE DEL MEDIO AMBIENTE.	LA RIGIDEZ DIELECTRICA NO DEPENDE DEL MEDIO AMBIENTE.
LOS GASES GENERADOS AL CORTE DEL ARCO ELÉCTRICO, SON EMITIDOS HACIA LA ATMÓSFERA.	LOS GASES GENERADOS AL CORTE DEL ARCO ELÉCTRICO, NO SON EMITIDOS HACIA LA ATMÓSFERA.
DESGASTE DEL AISLAMIENTO	NO GENERA SOBRETENSIONES SIGNIFICATIVAS.
EXISTE OXIDACIÓN EN LOS CONTACTOS.	VIDA ÚTIL DE 30 AÑOS.

GENERALIDADES DE UNA GIS (GAS INSULATED SWITCHGEAR)

- *Rápido montaje:* se envían de fábrica totalmente armadas y ensayadas cada una de las posiciones de bahía.
- *Mantenimiento reducido:* el mantenimiento de las GIS es de muy baja frecuencia en comparación con las AIS.

COSTOS

¿Cuesta más, instalar una AIS o una GIS?

Algunas de las consideraciones que se debe tener para realizar este análisis son las siguientes:

- Área disponible.
- Costo del Terreno donde será instalada.
- Costo de obra civil.
- Costo y tiempo del montaje.

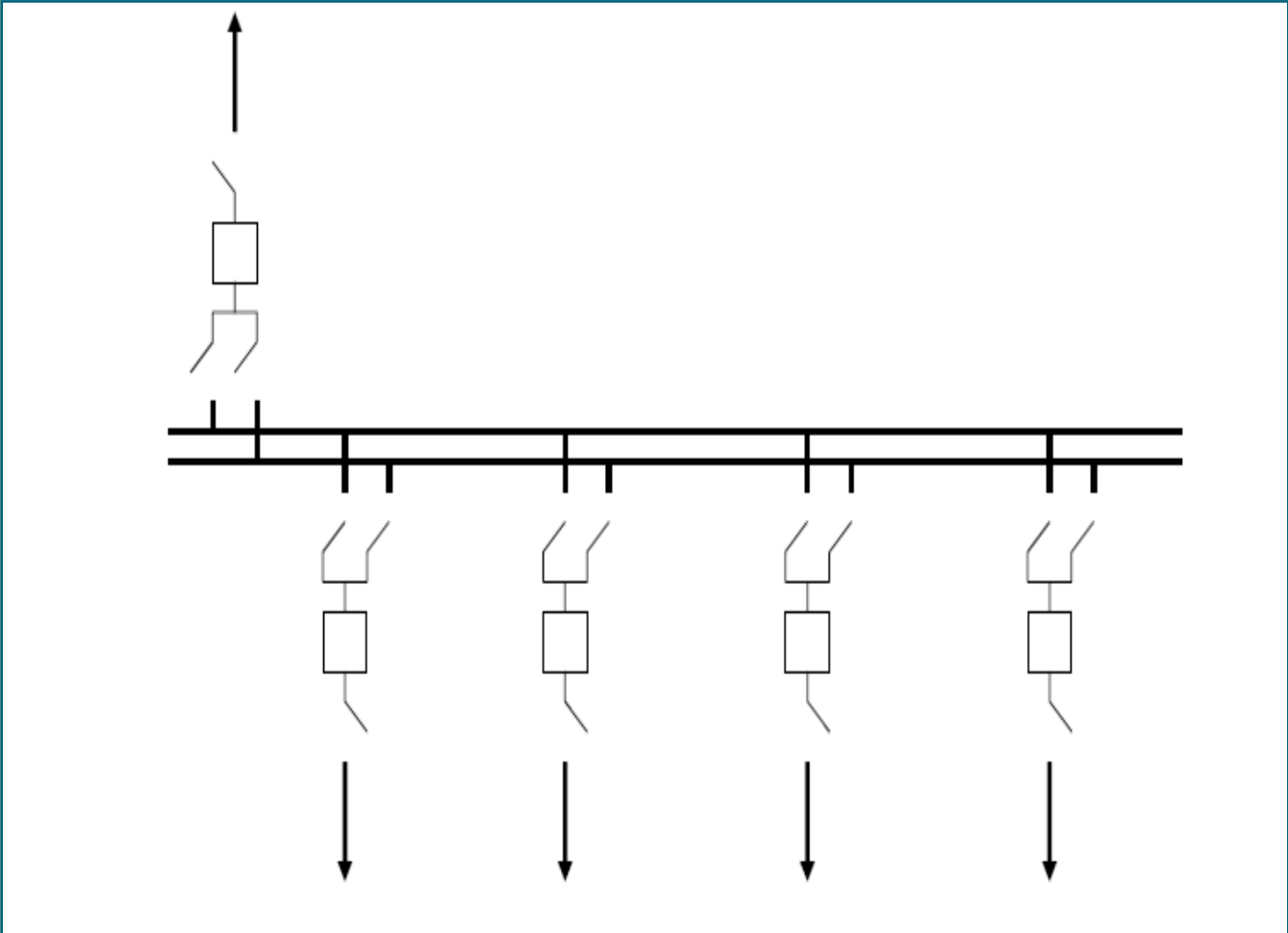
VENTAJAS DE UNA GIS

- Se reduce el campo magnético en forma considerable y elimina por completo el campo eléctrico.
- Rápido montaje.
- Espacio muy limitado para su instalación.
- Escaso volumen y relativamente bajo peso.
- Reducida sensibilidad a esfuerzos sísmicos.
- Reducidos costos de operación.
- Larga vida operativa.
- Bajo impacto visual.

CONFIGURACIONES DE BARRAS

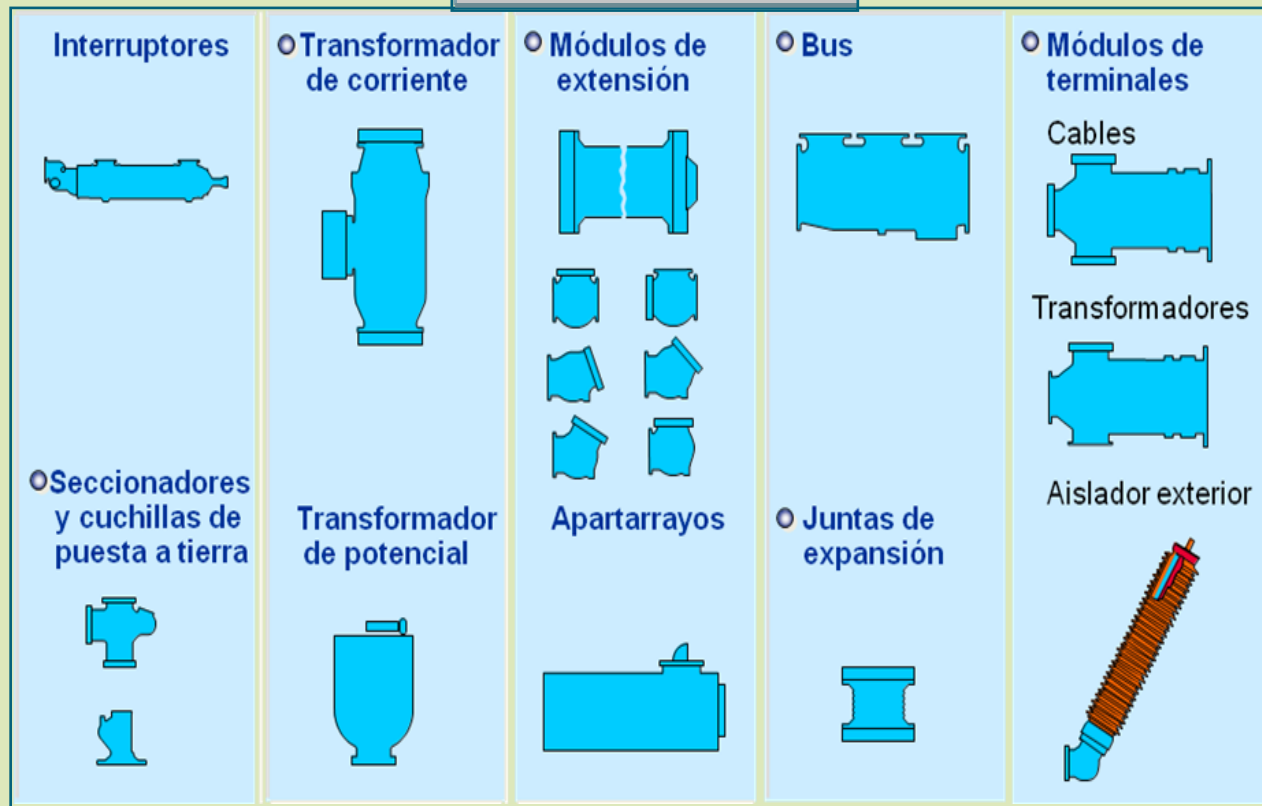
- Juego de barras simple.
- Juego de barras doble.
- Juego de barras múltiples (más de dos).
- Juego de barras en anillo.
- Interruptor y medio por campo (celda).
- Doble interruptor por campo (celda).

ARREGLO DE DOBLE BARRA



CARACTERISTICAS GENERALES

Módulos de una GIS



● **BLINDAJE MONOFASICO/TRIFASICO**

Entre ventajas del blindaje monofásico:

- No existe la posibilidad de la ocurrencia de un corto circuito trifásico.
- Configuración cilíndrica y uniforme del campo eléctrico que evita concentraciones críticas de las líneas de campo que tal vez pudieran como consecuencia llevar a descargas parciales en el SF₆.

Entre ventajas del blindaje trifásico:

- costo menor con respecto a una monofásico
- se obtiene mejor hermeticidad al reducir la posibilidad de ingreso de humedad ya que éstas utilizan menor cantidad de empaques.

DESCRIPCION DEL EQUIPO GIS 8DN9 Y SUS COMPONENTES



Vista interior



Vista exterior

Características de la GIS 8DN9

Voltaje nominal	Hasta 245 KV
Frecuencia Nominal	50/60Hz
Tensión de prueba a baja frecuencia (1 min)	Hasta 460 KV
Tensión de prueba de impulso por rayo (1.2/50 μ s)	Hasta 1050 KV
Corriente nominal de la barra	Hasta 3150 A
Corriente nominal del alimentador	hasta 3150 A
Corriente nominal de corta duración (1seg)	Hasta 50 KA
Corriente nominal de interrupción c.c.	Hasta 50 KA
Hermeticidad por año y por compartimiento de gas	$\leq 0.5\%$
Ancho de bahía	1500mm
Alto de bahía	3500mm
Profundidad de bahía	4700mm
Peso por bahía	5 ton.

Interruptor de Potencia





SIEMENS	
Año de fabricación / N°	2005 / K 31250631
Modelo	8DN9-2
Tensión asignada	U_r 72,5 kV
Tensión asignada al impulso de rayo	U_p 325 kV
Tensión asignada de corta duración a frec.ind.CA	U_d 140 kV
Frecuencia asignada	f_r 60 Hz
Corriente asignada	
Barras colectoras	I_r 3150 A
Bahía	I_r 3150 A
Corriente asignada de corta duración	I_k 50 kA
Duración asignada del cortocircuito	t_k 1 s
Interrupción de potencia	
Corriente asignada de cortocircuito de interrupción	I_{sc} 50 kA
Factor del primer polo	k_{pp} 1,3
Ciclo asignado de operación	0-0,3s-CO-3min-CO
Corriente de ruptura asignada en oposición de fases	I_d 12,5 kA
Sobrepresión de gas SF ₆ ver placa en unidad de mando	
Peso del gas SF ₆	m 215 kg
Peso completo incl. gas SF ₆	M 7,1 t
Temperatura ambiente	+5...+40 °C
Indicaciones: Public. IEC 60056, 60129, 60517, VDE 0670	
MADE IN GERMANY	

Placa de identificación: SIEMENS	
Modelo	8DN9-2
Serie	2005/K 31250631
Tensión	72,5 KV
Al impulso tipo rayo (U_p)	325 KV
Tensión asignada de corta duración a frec. Ind. CA (U_d)	140 KV
Frecuencia	60 Hz
Corriente asignada	
Barras Colectoras (I_r)	3150 A
Bahía (I_r)	3150 A
Sobrepresión de gas SF ₆	
Peso del Gas SF ₆	215 Kg
Peso completo incl. Gas SF ₆	7,1 t
Señal	6,4 Bar
Bloqueo	6,2 Bar
Corriente asignada de corta duración (I_k)	50 kA
Duración asignada del cortocircuito (t_k)	1 seg
Corriente asignada de cortocircuito de interrupción (I_{sc})	50 kA
Factor de primer polo k_{pp}	1,3
Corriente de ruptura asignada en oposición de fases I_d	12,5 kA
Secuencia de Operación	0-0.3s-CO-3min-CO
NORMAS IEC 60056, 60129, 60517; VDE 0670	
MADE IN GERMANY	

Modulo de Barras Colectoras

Pasatapas

Envoltura tripolar
del sistema
modular

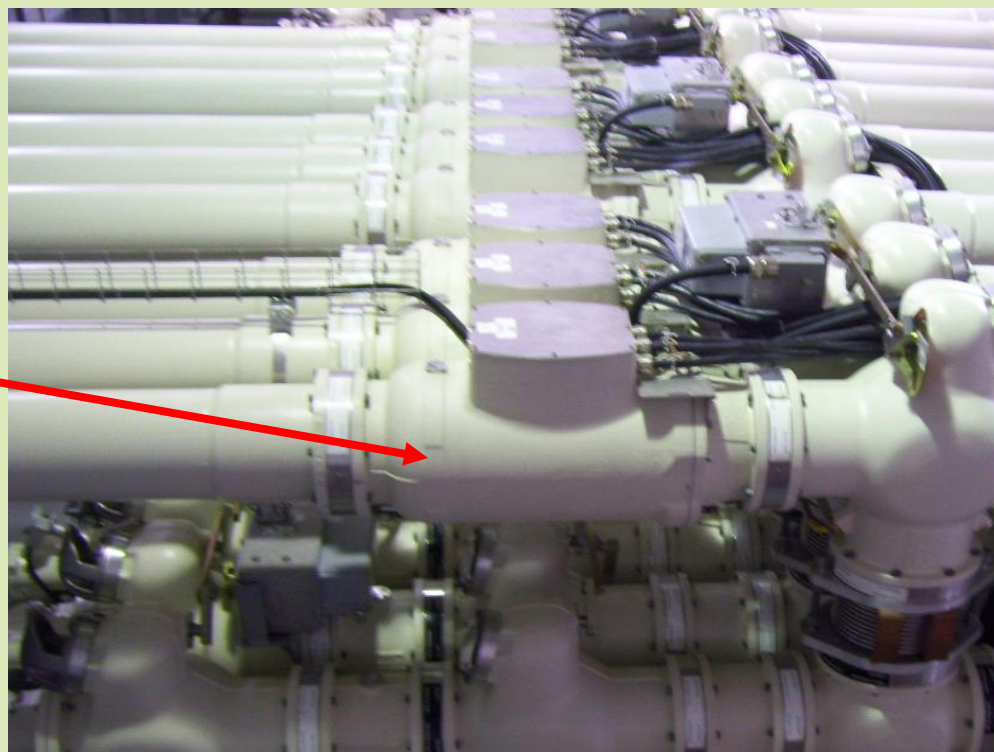


Seccionadores, seccionadores de puesta a tierra de trabajo y Seccionadores de puesta a tierra rápida

- Disponen de envolventes monofásicos, su accionamiento es por motor.
- El seccionador de puesta a tierra rápida tiene su accionamiento por motor que tensa los resortes del accionamiento brusco por resorte que acciona los tres polos.
- Los tres polos de los seccionadores o de los seccionadores de puesta a tierra de una celda están acoplados mecánicamente a través de un varillaje de accionamiento en la parte exterior del envolvente.

Transformador de Corriente

Transformador de
Corriente





SIEMENS		2005/303460		AMT 72.5/1		TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	
C 145		I _{lim} 50 kA 1s		niv. de aisl. 72.5/140/325 kV			
IEC 60044-1		I _{yp} 125 kA		cl. de aisl. E 60 Hz			
núcleo 1		núcleo 2		núcleo 3		núcleo 4	
A 3000 MR	A 3000 MR	A 3000 MR	A 3000 MR	A 3000 MR	A 3000 MR	A 3000 MR	A 3000 MR
5	5	5	5	5	5	5	5
60 VA	60 VA	60 VA	60 VA	60 VA	60 VA	60 VA	60 VA
CI 5 P20	CI 5 P20	CI 0.2 FS10	CI 5 P20	CI 5 P20	CI 5 P20	CI 5 P20	CI 5 P20
1S4-1S5	2S1-2S2-2S3-2S4-2S5	3S1-3S2-3S3-3S4-3S5	4S1-4S2-4S3-4S4-4S5				
120%							

SIEMENS
MADE IN GERMANY

Tipo	AMT 72.5/1
Relación	3000:5/5/5/5
Nivel de Aislamiento	72.5/140/325 kV
Frecuencia	60 Hz
Normas	IEC 60044-1
# SERIE	
Fase A	2005/303459
Fase B	2005/303460
Fase C	2005/303461
I _{th}	50 kA/1s
Idyn	125 kA
Potencias y clase de precisión	
Núcleo N°1	60VA CI 5P20
Núcleo N°2	60VA CI 5P20
Núcleo N°3	60VA CI 0.2FS10
Núcleo N°4	60VA CI 5P20

Transformador de Potencial

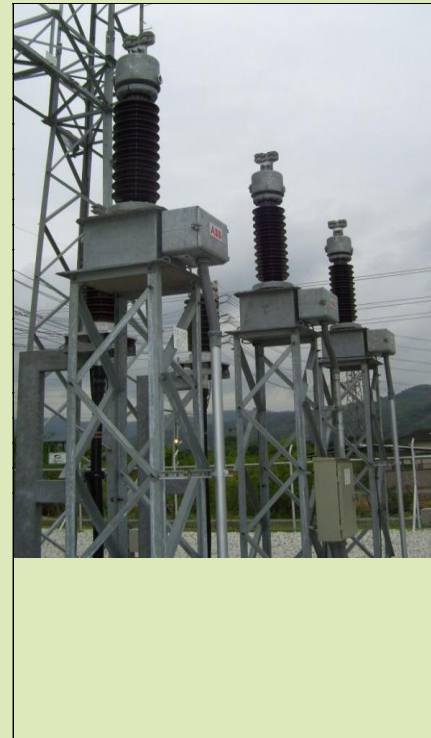


ABB Power Technology Products CE Made in Sweden		
Tipo	EMFC 72	
Nivel de Aislamiento	140-350 KV	
Tensión máx.	72.5 KV	
Frecuencia	60 Hz	
Normas	IEC60044-2	
Factor de tensión	1.5/30s	
Masa Total	190 kg	
Año de Producción	2005	
Relación		
A-N	$69000 / \sqrt{3} \text{ V}$	
a1-n	115 V	100VA 3P
a2-n	$115 / \sqrt{3} \text{ V}$	100VA 3P
Serie		
Fase A	8706542	
Fase B	8706541	
Fase C	8706540	

Módulos de empalme monofásico

- Estos módulos con blindaje monopolar se utilizan para establecer las uniones necesarias dentro de una bahía o para conductores tubulares.

Modulo de conexión de cable

Módulo de
conexión



Cable aislado
69KV

Armario de mando local

- Maniobra in situ enclavable y señalización de posición de todos los aparatos de mando.
- Indicación de todas las señalizaciones y todos los valores de medición necesarios para la maniobra y vigilancia.
- Protección por fusible de todos los circuitos eléctricos auxiliares y circuitos de transformadores.

Armario de mando local



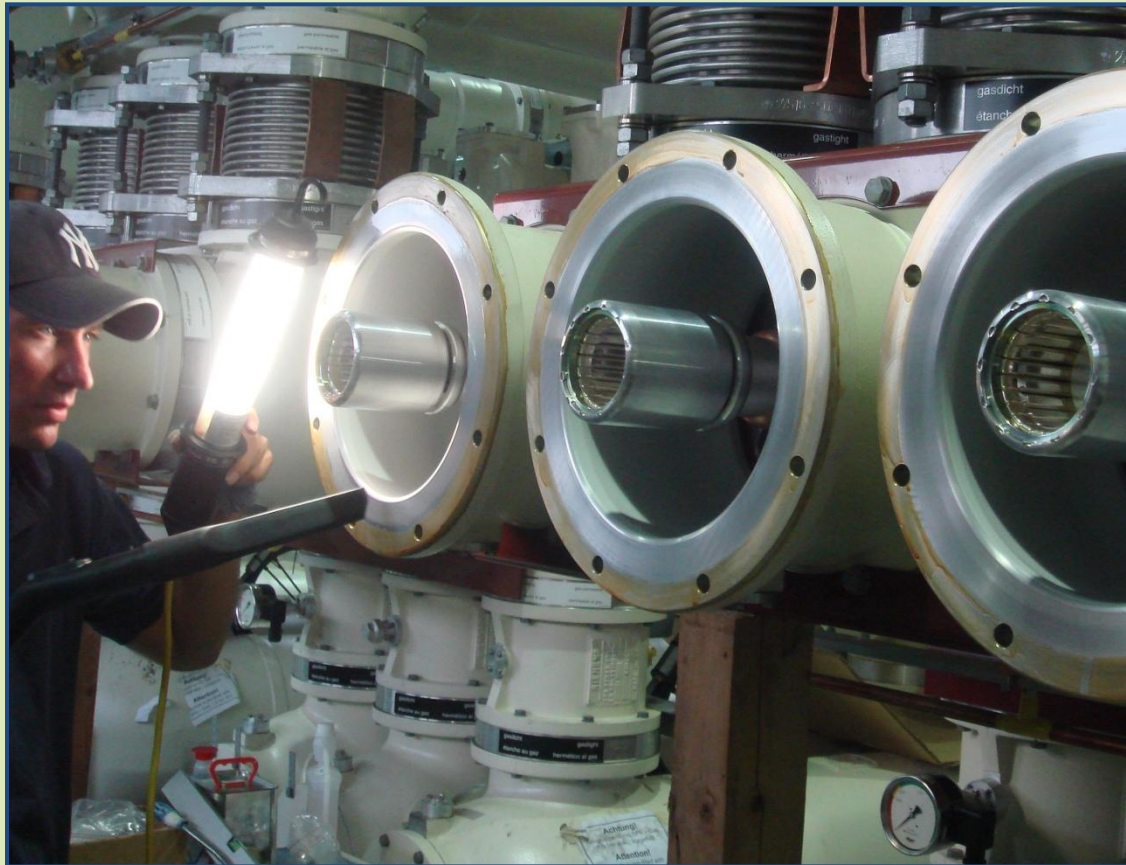
PROCESO DE MONTAJE E INSTALACIÓN



Barras de cobre



Limpieza de partes de GIS



Previo al llenado de SF₆ se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El peso del gas SF₆
- El volumen del compartimento del gas
- Presión de llenado
- Presión de actuación del diafragma de seguridad
- Los valores de ajuste de los densímetros
- Diagrama unifilar monofásico, para distinguir la distribución de las bahías y la división de los compartimentos del gas.

PRUEBAS DE RECEPCION REALIZADAS AL EQUIPO ENCAPSULADO EN GAS HEXAFLORURO DE AZUFRE (SF6)

- Las diversas pruebas tienen como finalidad la comprobación del cumplimiento de los requisitos especificados, para cada uno de los componentes y su conjunto.
- Siendo estas de gran importancia previo a la energización del equipo, pues de ellas dependerá el buen funcionamiento del mismo.

PRUEBAS ELECTRICAS EN FABRICA (FAT)

Son pruebas realizadas de acuerdo a la NORMA IEC 517:

- Pruebas dieléctricas (potencial aplicado, impulso por rayo, impulso por maniobra, descargas parciales, etc.).
- Prueba de temperatura y medición de resistencias eléctricas.
- Prueba de cortocircuito.
- Prueba de capacidad interruptiva a los elementos de desconexión (interruptores).
- Pruebas de resistencia mecánica a las envolventes.
- Pruebas para verificar la protección del personal contra el contacto con partes vivas y en movimiento.
- Verificación del alambrado eléctrico.

PRUEBAS ELECTRICAS EN SITIO (SAT)

Son aquellas pruebas que se efectúan de acuerdo a una norma y la exigencia del cliente y que tienen por finalidad verificar la calidad de los componentes terminado el montaje e instalación de la Subestación, dichas pruebas deberán ser realizadas por el contratista ante la presencia de un representante del cliente en este caso es CELEC-TRANSELECTRIC.

EQUIPOS EMPLEADOS EN LAS PRUEBAS DE RECEPCION

- **Microhmetro MOM 600A.**



- **Omicrom 356:**



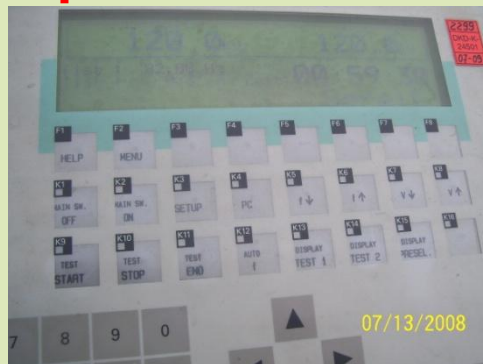
- Equipo de Inyección de Corriente



- Aparato de medida de porcentaje en volumen, 3-027-R002.



• Equipo para prueba de Alta Tensión



Transformador de Corriente

	Núcleo 1	Núcleo 2	Núcleo 3	Núcleo 4
Potencia Nominal	60 VA	60 VA	60 VA	60 VA
Relación Nominal	3000 A/5A	3000 A/5 ^a	3000 A/5A	3000 A/5 ^a
Clase	5P20	5P20	0.2 s Fs 10	5P20
Usado para	Protección	Protección	Control	Protección

BAHIA	NUCLEO 1- 5P20		NUCLEO 2- 5P20		NUCLEO 3- 0.3Fs 10		NUCLEO 4- 5P20	
	RTC	EQUIPO	RTC	EQUIPO	RTC	EQUIPO	RTC	EQUIPO
Electroguayas 1	1500/5	25/79/50BF	1500/5	50/51/67 Y RAP	1500/5	BCU	3000/5	87B
Electroguayas 2	2000/5	25/79/50BF	2000/5	50/51/67 Y RAP	2000/5	BCU	3000/5	87B
Categ 1	3000/5	25/79/50BF Y 87L	3000/5	50/51/67 Y RAP	3000/5	BCU	3000/5	87B
Categ 2	3000/5	25/79/50BF Y 87L	3000/5	50/51/67 Y RAP	3000/5	BCU	3000/5	87B
Categ 3	1500/5	25/79/50BF Y 87L	1500/5	50/51/67 Y RAP	1500/5	BCU	3000/5	87B
Electroquil 1	1200/5	25/79/50BF	1200/5	50/51/67 Y RAP	1200/5	BCU	3000/5	87B
Electroquil 2	1200/5	25/79/50BF	1200/5	50/51/67 Y RAP	1200/5	BCU	3000/5	87B
ATR 69KV	2000/5	87T	2000/5	50/51/67, 50BF Y RAP	2000/5	BCU	3000/5	87B
ATQ 69KV	2000/5	87T	2000/5	50/51/67, 50BF Y RAP	2000/5	BCU	3000/5	87B
Acoplador	3000/5	50/51 Y 25/50BF	3000/5	87B	-----		-----	

Verificación de Polaridad

Esta prueba es una indicación de la dirección del flujo de corriente a través de los terminales del lado de alta tensión con respecto a la dirección del flujo de corriente de los terminales de baja tensión en un instante dado en el ciclo alterno.

El procedimiento de esta prueba está basado en la norma IEC 60044-1.

Instrumentos Empleados

- Fuente DC.
- Galvanómetro.

Precauciones para el desarrollo de la Prueba

- Ajustar bien las conexiones.

Procedimiento

- 1) Hacer un puente entre un lado de alta y uno de baja del transformador, y en el otro extremo libre conectar el galvanómetro.
- 2) Aplicar un impulso de tensión continua entre fases a las conexiones primarias del transformador.
- 3) Si la aguja del galvanómetro se desvía hacia el lado derecho cuando se cierra el switch de la fuente de voltaje y cuando se abre el switch la aguja se desvía hacia el lado izquierdo entonces la polaridad es sustractiva, caso contrario es aditiva.

Verificación de Relación de Transformación.

El siguiente procedimiento está basado en la norma IEC 60044-1.

Instrumentos Empleados.

- Equipo de Inyección de corriente.

Precauciones para el desarrollo de la Prueba.

- Cortocircuitar el devanado secundario del TC.
- Ajustar bien las conexiones requeridas.

Procedimiento

- 1) Cortocircuitar el secundario del transformador de corriente.
- 2) Inyectar gradualmente la corriente primaria que le corresponda al TC de cada posición de bahía con el equipo de inyectar corriente desde los bornes del arrollamiento primario del CT.
- 3) Medir la corriente en el tablero de control de cada posición referente a la que se esté haciendo la inyección primaria.
- 4) Dividir el valor primario de corriente entre el valor secundario medido en el tablero de control.
- 5) Comparar la relación obtenida con la relación esperada.

Prueba de Inyección Secundaria

Esta prueba permite conocer el estado de funcionamiento de estos equipos sin necesidad de utilizar altos niveles de corriente.

PROCEDIMIENTO

- 1) Conectar el equipo de inyección secundaria(Omicrom 356) en las borneras de corriente del tablero de control local.

- 2) Inyectar 5A secundarios con el equipo de inyección a cada uno de los cuatro núcleos secundarios (Por ejemplo, en la Subestación Salitral esto se lo hizo hacia los borneras X301, X302, X303 y X304 que son borneras de corriente de cada uno de tableros de control local de cada posición de bahía), dichas borneras deben estar en posición de abierto.

- 3) Tomar la lectura del amperímetro analógico correspondiente a la fase A que se encuentra en la parte frontal del tablero de control local de la bahía que está siendo probada.

Interruptor de Potencia del Patio de 69KV.

Las siguientes pruebas fueron realizadas bajo la norma IEC 62271-100.

- Pruebas de Operación local.
- Verificación de los tiempos de operación.

Pruebas de Operación local

<i>Permiso OK</i> <i>Interruptor Q0</i> CERRADO	<i>— Selector Local</i> <i>— Seccionador intermedio Q6</i> ABIERTO <i>— Seccionador de línea Q9</i> ABIERTO
<i>Permiso OK</i> <i>Interruptor Q0</i> ABIERTO	<i>— Selector Local</i>

PROCEDIMIENTO

- 1) Verificar el alambrado de control local del interruptor en los planos de control de cada una de las posiciones, es decir realizar el amarillado de los planos de control de los equipos.
- 2) Ejecutar la lógica de enclavamientos de interruptores para cada una de las diez posiciones existentes en la GIS.
- 3) Protocolizar los resultados de la prueba.

Verificación de los tiempos de operación

Instrumentos Empleados

- Equipo medidor de tiempos de apertura y cierre de contactos (Milligraph).

Precauciones para el desarrollo de la Prueba.

- El personal que esté trabajando cerca de los interruptores debe cumplir con las normas de seguridad respectiva cuando se maniobren los mismos.
- Para realizar la prueba se debe contar con los diagramas de control de apertura y cierre del interruptor.

PROCEDIMIENTO

- 1) Seleccionar la posición LOCAL del tablero de control correspondiente a la posición de bahía deseada.
- 2) Verificar que el personal que va a operar cumpla con las normas de seguridad respectiva. Dar la orden de apertura en el tablero de control como se indica en la figura (va un tablero de posición).
- 3) Conectar el equipo de prueba.

- 3) Conectar el equipo de prueba.
- 4) Colocar en posición ON.
- 5) Tomar el tiempo de apertura del interruptor.
- 6) Verificar que el personal que va a operar cumpla con las normas de seguridad correspondiente. Dar la orden de cierre en el tablero de control como se indica en la figura anterior.

- 4) Colocar en posición ON
- 5) Tomar el tiempo de apertura del interruptor.
- 6) Verificar que el personal que va a operar cumpla con las normas de seguridad correspondiente. Dar la orden de cierre en el tablero de control como se indica en la figura anterior.
- 7) Tomar el tiempo de cierre del interruptor.

CIRCUITO PRIMARIO

PRUEBA DE ALTA TENSION

Prueba realizada de acuerdo a la norma IEC 517.

El método que fue aplicado en el circuito principal de la subestación de 69KV de Salitral es: Sistema resonante serie con frecuencia variable (30....300Hz)

Instrumentos Empleados.

- Control and feeding unit RSE 70.
- HV Inductance
- 3 phase selector switch

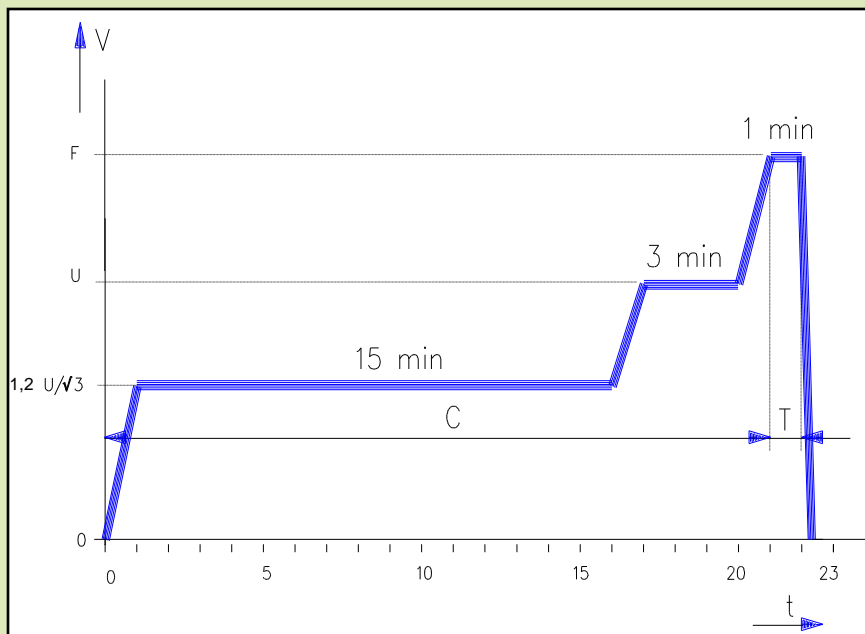
Precauciones para el desarrollo de la Prueba:

- Cortocircuitar y conectar a tierra los transformadores de corriente por el lado secundario.
- Montar apantallamientos y de ser preciso desconectar partes de la subestación para realizar la prueba.
- Desconectar los transformadores de potencial de la sección a comprobar de la subestación.
- Disponer de un adaptador puesto a tierra a través de dos puntos de aislamiento situado entre la sección de la subestación a comprobar y cada parte de la subestación que se encuentre en servicio

PROCEDIMIENTO

- 1) Conectar el equipo de prueba de alta tensión a las fases A, B y C individualmente, es decir primero se aplica la prueba de alta tensión a la fase A, luego a la B y por último a la fase C.
- 2) Conectar el equipo de prueba a la fase primera a probar y aterrizan las dos fases que no están siendo probadas.
- 3) Incrementar gradualmente el voltaje hasta $1.2[72.5KV/1.73]$ con la unidad de control y alimentación.
- 4) Mantener el voltaje durante 15 minutos y protocolizar los resultados .

- 5) Incrementar gradualmente el voltaje hasta 72.5KV, con la unidad de control de alimentación.
- 6) Mantener el voltaje durante 3 minutos y protocolizar los resultados.
- 7) Incrementar gradualmente el voltaje hasta 120KV, con la unidad de control de alimentación.
- 8) Mantener el voltaje durante 1 minuto y protocolizar los resultados.
- 9) Llevar el voltaje a cero voltios.



Curva de Voltaje con respecto al tiempo de la secuencia de prueba de voltaje

- F Máximo voltaje de prueba
- U Tensión asignada
- $U/\sqrt{3}$ Voltaje Línea-Neutro
- T Prueba principal
- C Condición
- V Voltaje
- t Tiempo

Resistencia Eléctrica de Contactos.

Instrumentos Empleados

- Microhmetro modelo MOM 600A
- Multímetro

Precauciones para el desarrollo de la Prueba.

- En la medición de resistencias de contactos por medio de corriente continua encontramos el problema de “estabilización” por motivo de la inducción.
- Poner a tierra la carcasa del equipo de prueba.

PROCEDIMIENTO

- 1) Delimitar la sección de GIS que será sometida a la prueba de resistencia de contactos.
- 2) Conectar el micrómetro.
- 3) Inyectar 100A DC a la sección en prueba.
- 4) Tomar la lectura de Resistencia ($\mu\Omega$) que marca el micrómetro.
- 5) Referir la resistencia obtenida a 20°C y protocolizar los resultados.

Pruebas Pre-Funcionales

- **Comprobación de Interruptor:**
Verificación del mando eléctrico

Se constata la exclusión de efectos de bombeo que impide una maniobra repetida en el caso de órdenes de mando abriendo o cerrando simultáneamente.

Por ejemplo si el interruptor se encuentra en la posición de APERTURA, deberá darse una orden de APERTURA y CIERRE simultáneamente. Entonces el interruptor deberá abrirse.

Si el interruptor está en la posición de APERTURA, deberá darse una orden de APERTURA y CIERRE simultáneamente. Entonces el interruptor debe cerrarse y abrirse.

Comprobación de Seccionadores

- En el control visual se verifica que los seccionadores se encuentren en buen estado y de ser necesario se debe corregir los defectos que tengan.
- Se debe visualizar el estado de las tuercas, las uniones atornilladas y si existe corrosión en la envoltura del seccionador que está siendo inspeccionado.

Indicador óptico ABIERTO/CERRADO



El siguiente procedimiento fue realizado bajo la norma IEC 62271-102.

PROCEDIMIENTO

- 1) Realizar los enclavamientos correspondientes al seccionador que vaya a ser probado. (Ver enclavamientos del Nivel Cero).
- 2) Conectar un multímetro en las borneras que son de alimentación $125V_{DC}$ para el motor del seccionador (de acuerdo a los planos de control de los tableros de control local).
- 3) Dar la orden de APERTURA ó CIERRE del seccionador.
- 4) Tomar el tiempo de apertura ó cierre, y el valor de la corriente que consume el motor.

GAS HEXAFLORURO DE AZUFRE (SF₆)

Para efectuar el llenado de gas en los compartimientos se debe estar seguro de no sobrepasar la presión de llenado del compartimiento a llenarse pues no todos se hacen a la misma presión. Una vez lleno los compartimientos de debe hacer una prueba de fuga de gas con el detector de fuga de gas SF₆



Medición de Punto de Rocío

Es la temperatura a la que comienza a condensarse el agua que está contenida en el SF₆.

Instrumentos Empleados

- Aparato de medida de porcentaje en volumen, 3-027-R002.

Precauciones para el desarrollo de la Prueba.

- Ajustar bien las sondas o mangueras por donde circulará el SF₆.

PROCEDIMIENTO

- 1) Conectar una sonda por el cual pasara el gas, desde el compartimiento de gas hasta al equipo de medición de punto de rocío.
- 2) Regular la velocidad a la que pasará el gas por medio de la sonda hacia el equipo.
- 3) Tomar la lectura de temperatura que muestra el equipo.

Medición de Porcentaje de SF₆

Este medio aislante debe estar concentrado mínimo en un 95%.

Instrumentos Empleados

- Aparato de medida de porcentaje en volumen, 3-027-R002

Precauciones para el desarrollo de la Prueba

- Ajustar bien las sondas o mangueras por donde circulará el SF₆.

PROCEDIMIENTO

- 1) Conectar el equipo de medición de SF₆ al empalme de mantenimiento del compartimiento a analizar.
- 2) Dejar fluir el gas SF₆ del compartimiento hacia el equipo de medición y tomar la lectura del porcentaje de aire que contiene el SF₆.

Comprobación de Alarmas



● Criterios de Aceptación de resultado de las Pruebas

<u>Transformador de Corriente</u>	
Verificación de Polaridad	El flujo de corriente que está circulando por el transformador de intensidad debe salir por el terminal marcado (en este caso P1). Es decir polaridad Sustractiva.
Verificación de la relación de transformación.	La diferencia entre la relación obtenida y a relación teórica no debe excederse de los límites $\pm 0.5\%$.
<u>Interruptor de Potencia</u>	
Pruebas de operación local	De acuerdo a la comprobación con los planos de control.
<u>Circuito Primario</u>	
Prueba de Alta Tensión	La prueba será aprobada cuando las tres fases de una sección de prueba hayan mantenido la tensión máxima de prueba durante un minuto (120KV) sin que haya ocurrido ninguna falla.
Resistencia Eléctrica de contactos	$\leq 1.2 (250\mu\Omega)$.
<u>Gas Hexafluoruro de Azufre (SF6)</u>	
Medición del Punto de rocío	$> -5^{\circ}\text{C}$
Medición de porcentaje de SF6	El contenido de aire en el SF6 no debe excederse del 5%, análogamente es preciso no tener menos del 95% del SF6 en cada uno de los compartimentos.

Análisis de Resultados de las Pruebas Eléctricas en Sitio (SAT).

- Transformador de corriente-Polaridad

Bahía	Polaridad					
	Aditiva			Sustractiva		
	Fase A	Fase B	Fase C	Fase A	Fase B	Fase C
Electroguayas 1				✓	✓	✓
Electroguayas 2				✓	✓	✓
Categ 1				✓	✓	✓
Categ 2				✓	✓	✓
Categ 3				✓	✓	✓
Transelectric 1				✓	✓	✓
Transelectric 2				✓	✓	✓
Electroquil 1				✓	✓	✓
Electroquil 2				✓	✓	✓
Acoplamiento				✓	✓	✓

Transformador de Corriente- Verificación de la relación de transformación.

Bahía	$I_{\text{prim.}}$	$I_{\text{sec.}}$	$RTC_{\text{obt.}}$	$RTC_{\text{esp.}}$	Error (%)
Electroguayas 1	10	0,033	299,401	300	0,200
Electroguayas 2	10	0,025	398,406	400	0,398
Categ 1	10	0,017	598,802	600	0,200
Categ 2	10	0,017	602,410	600	0,402
Categ 3	10	0,034	298,507	300	0,498
Transelectric 1	10	0,025	401,606	400	0,402
Transelectric 2	10	0,025	398,406	400	0,398
Electroquil 1	10	0,042	240,964	240	0,402
Electroquil 2	10	0,042	240,385	240	0,160
Acoplamiento	10	0,017	598,802	600	0,200

$$Error = \frac{| RTC_{\text{esp.}} - RTC_{\text{obt.}} |}{RTC_{\text{esp.}}} \times 100\%$$

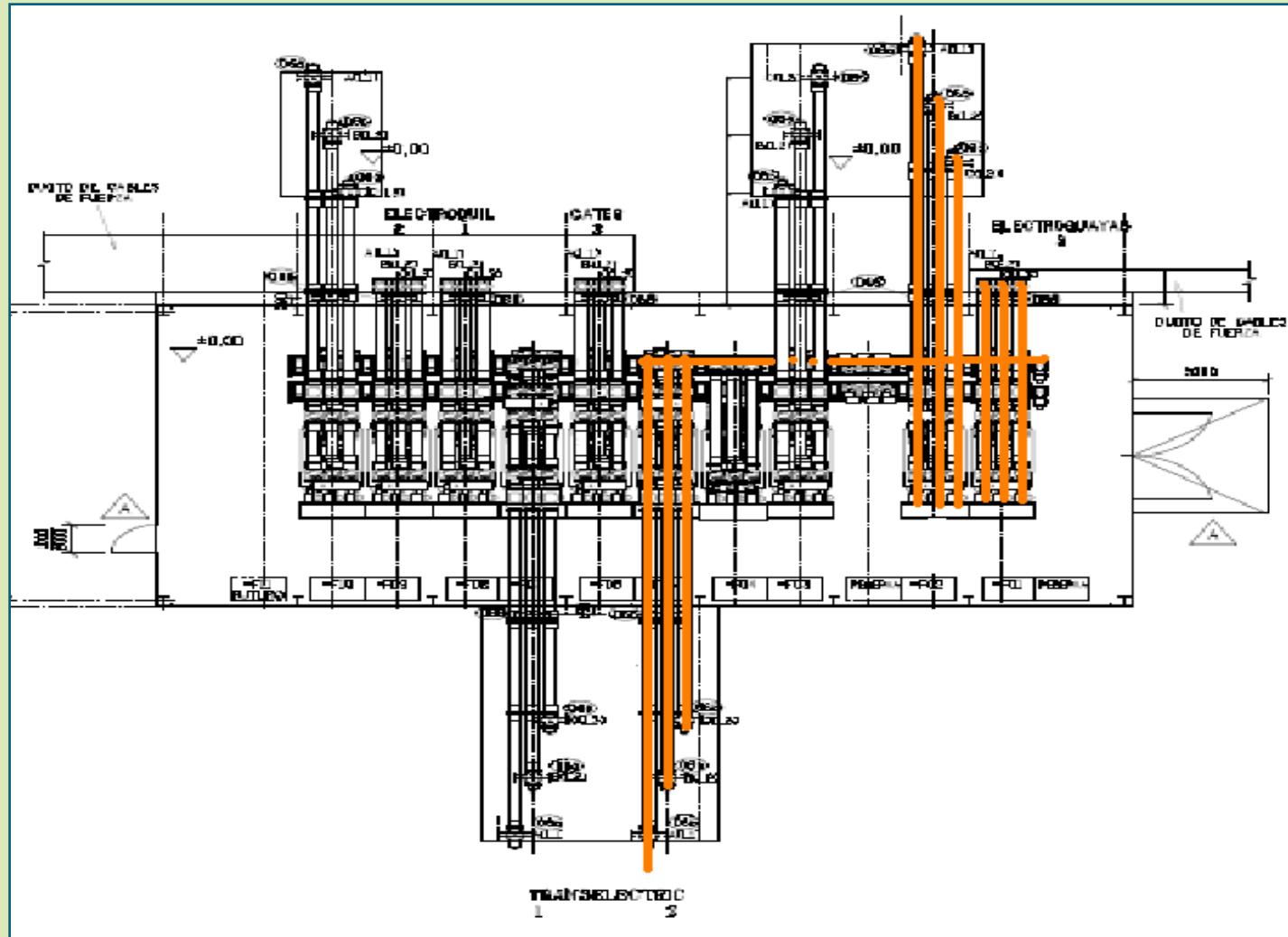
- Según la norma IEC 60044-1 para aceptar esta prueba el error no debe pasarse de $\pm 0.5\%$. En la tabla anterior se observa que ningún resultado excede dicho valor por lo tanto se acepta la prueba.

Circuito Primario-Prueba de Alta Tensión

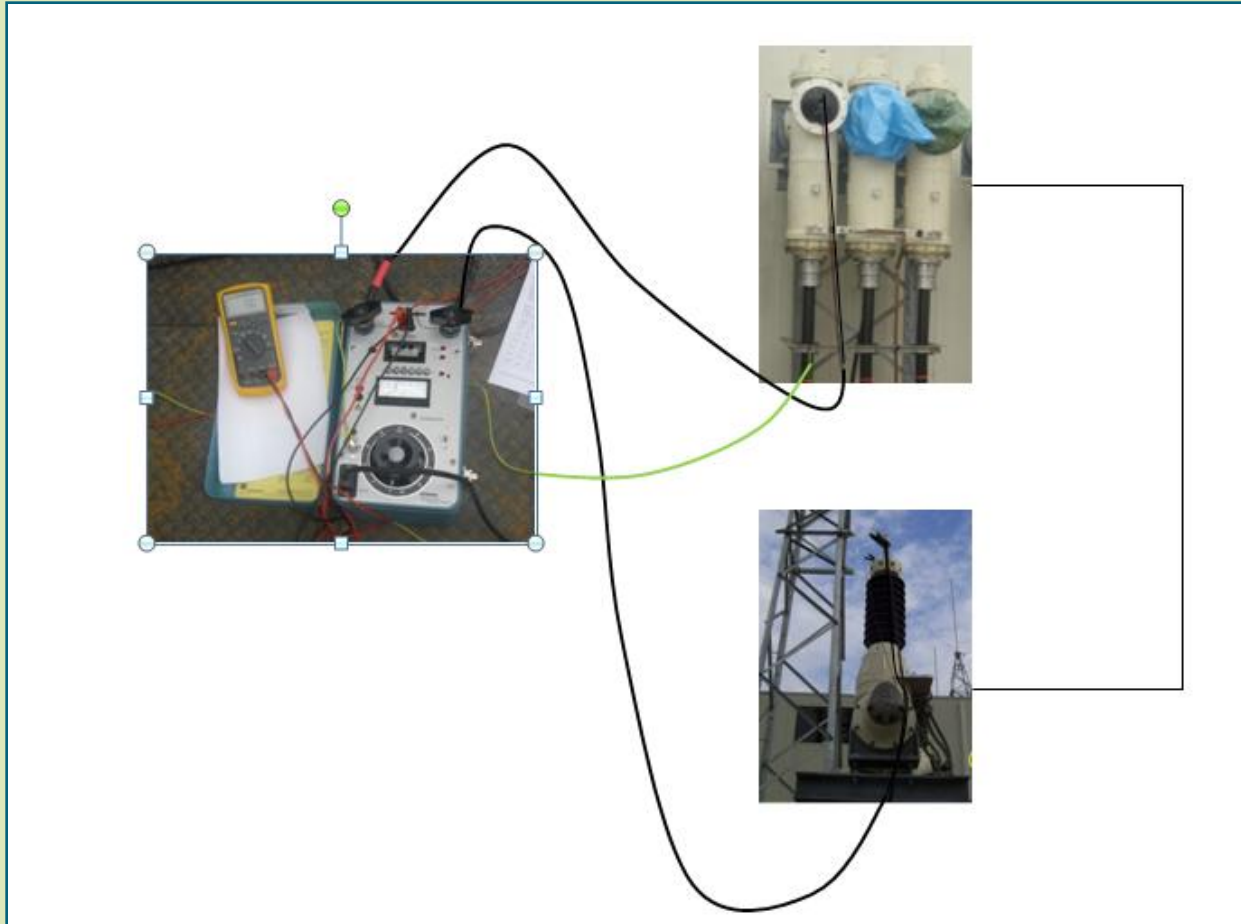
Sección de prueba:	01	Celdas:	=F05 + =F01 + =F02			Incluyendo barra:	Barra 1	
Tensión de prueba	Frecuencia de prueba			Tiempo de prueba	Corriente capacitiva			
(kV)	Polo A (Hz)	Polo B (Hz)	Polo C (Hz)	(min)	Polo A A	Polo B A	Polo C A	
50	79,1	80,2	82,1	15	0,1	0,1	0,1	
72	79,1	80,2	82,1	3	0,2	0,1	0,1	
120	79,1	80,2	82,1	1	0,3	0,3	0,3	

Según la norma IEC 6227, se da por aceptada la prueba.

Bahías F05, F01 y F02 involucradas en la Prueba de Alta Tensión.

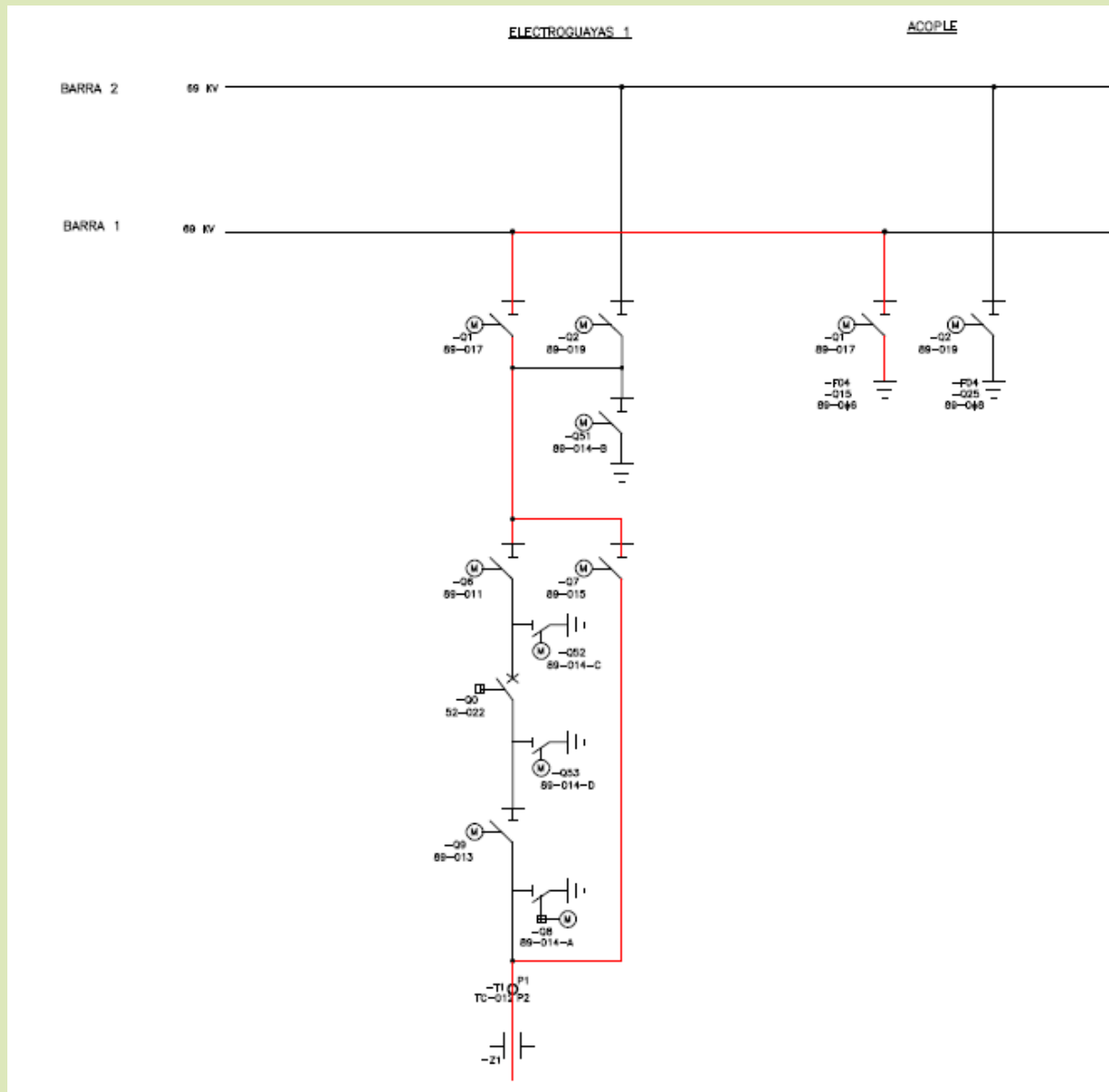


Circuito Primario-Resistencia de contactos.



Conexión Física de la prueba de Resistencia Eléctrica de Contactos.

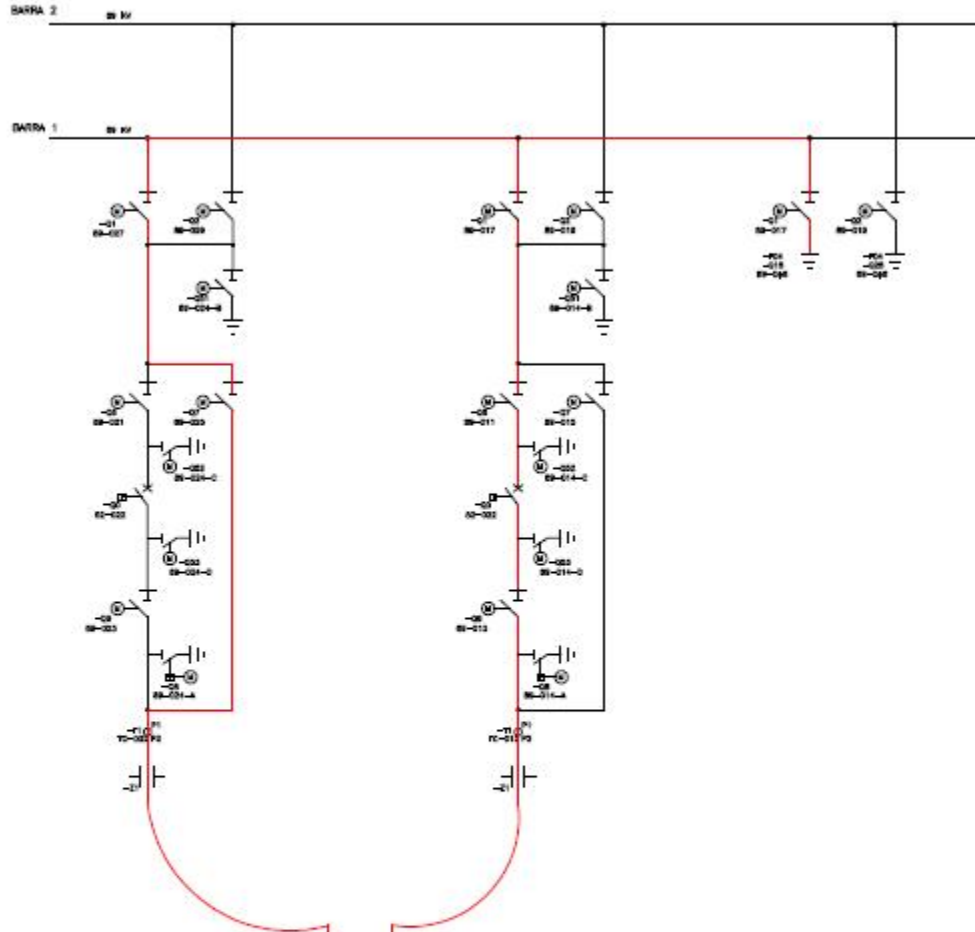
Sección I: Q1 y Q7 cerrados de Electroguayas 1.



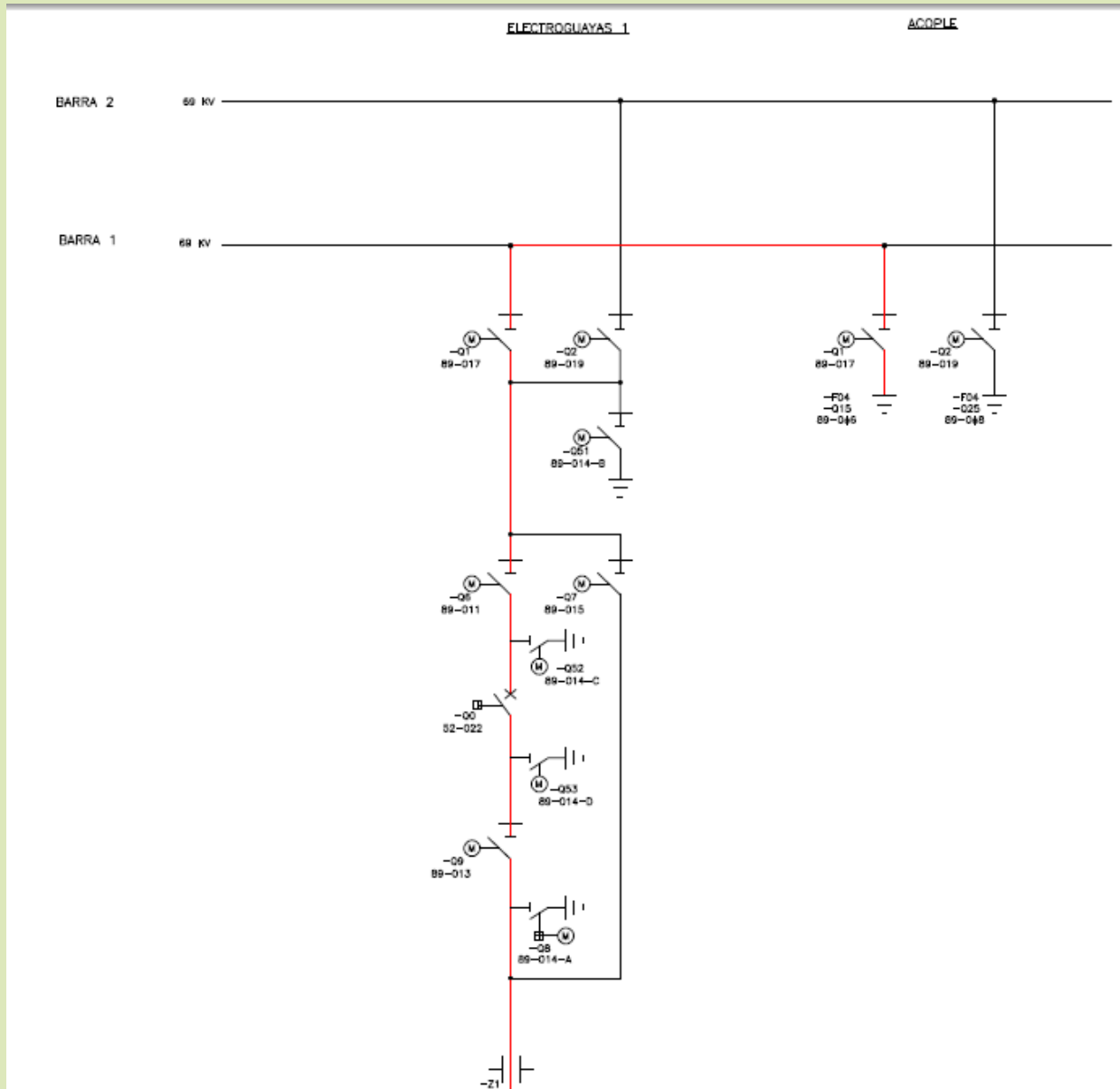
STRUKTUR 2

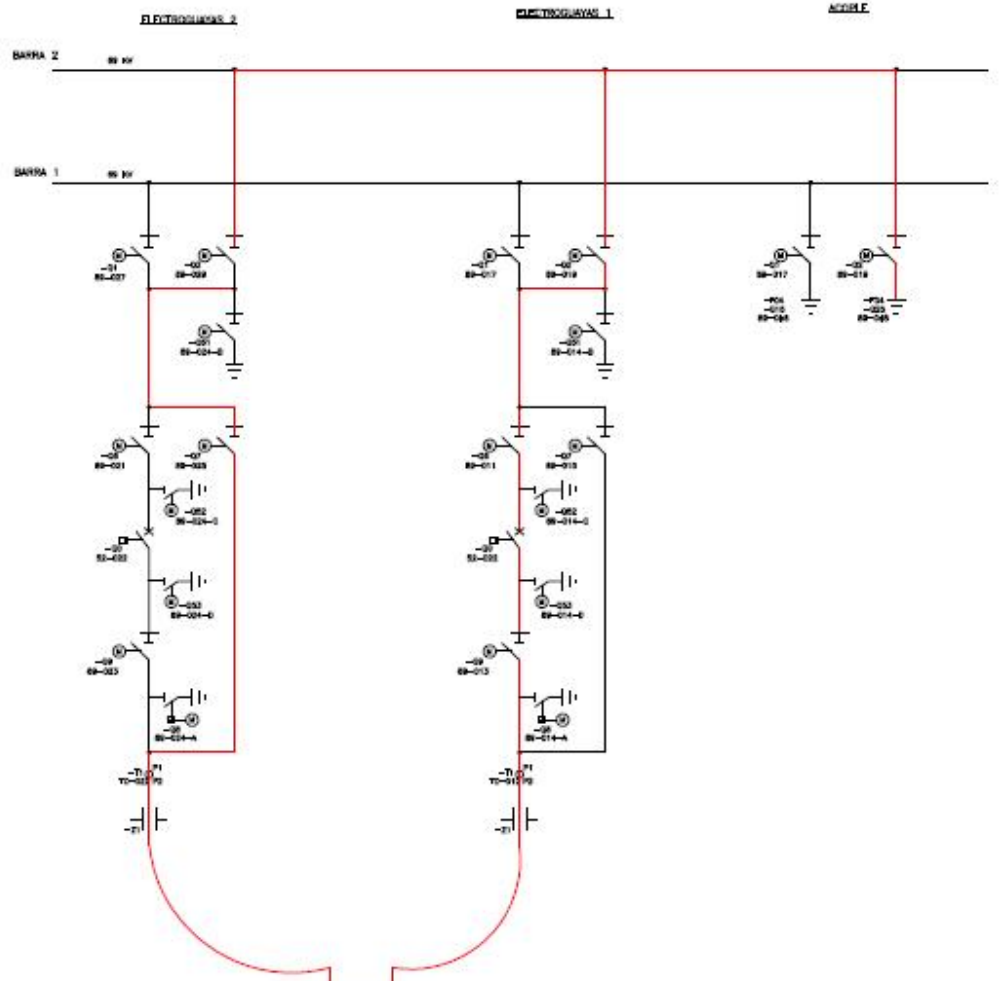
STRUKTUR 1

ACELK

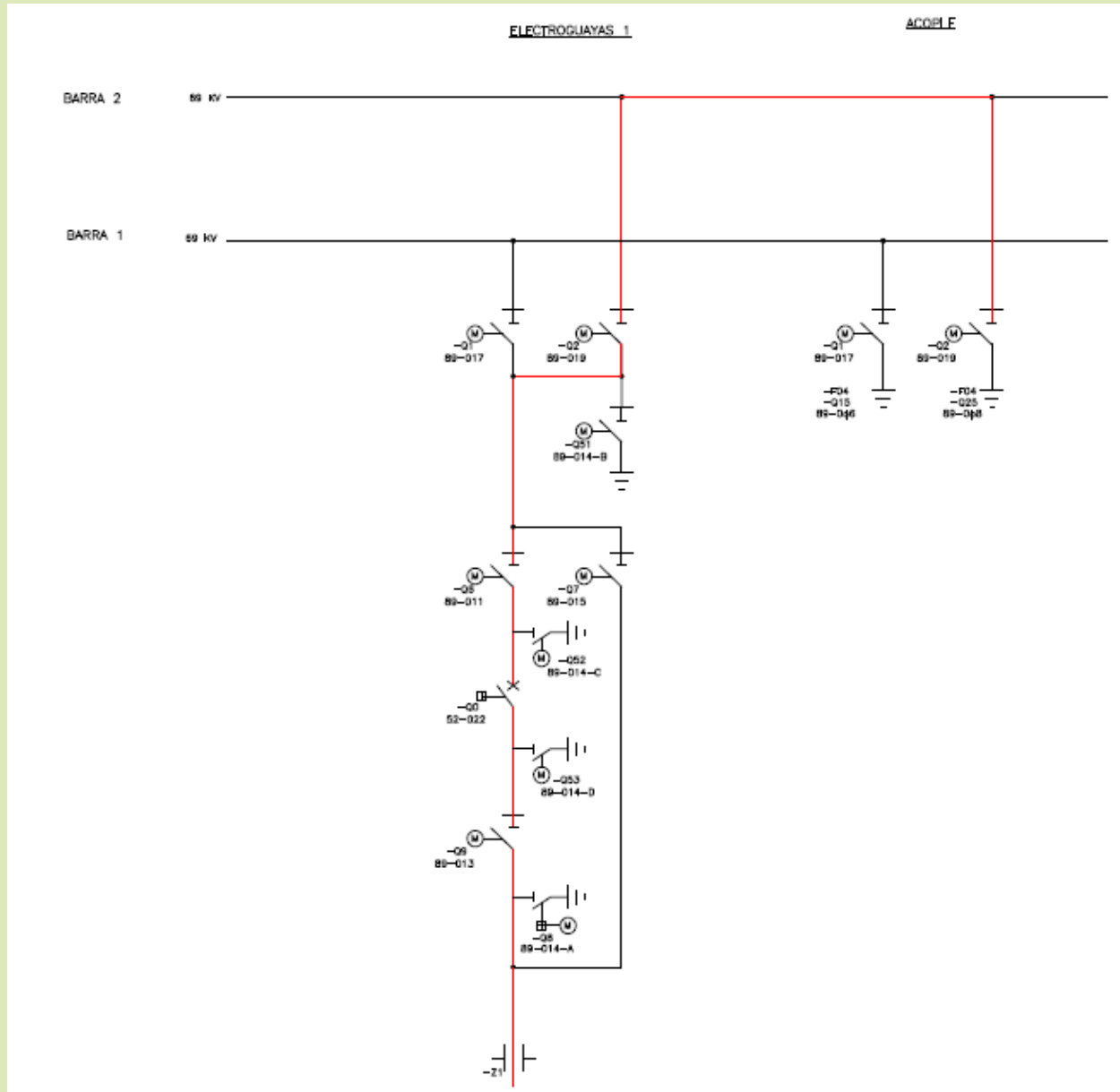


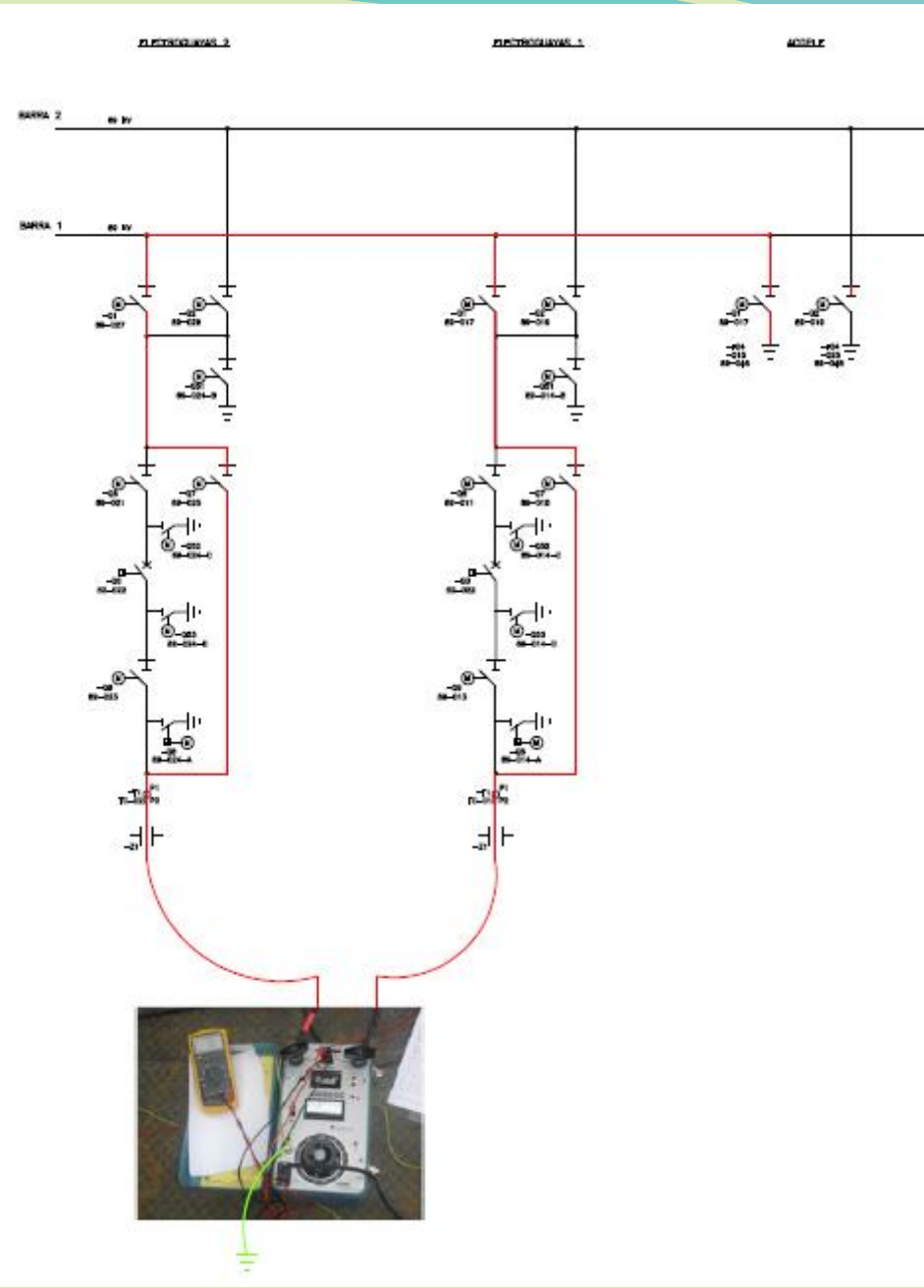
Sección II: Q1, Q6, Q0 y Q9 cerrados de Electroguayas 1.



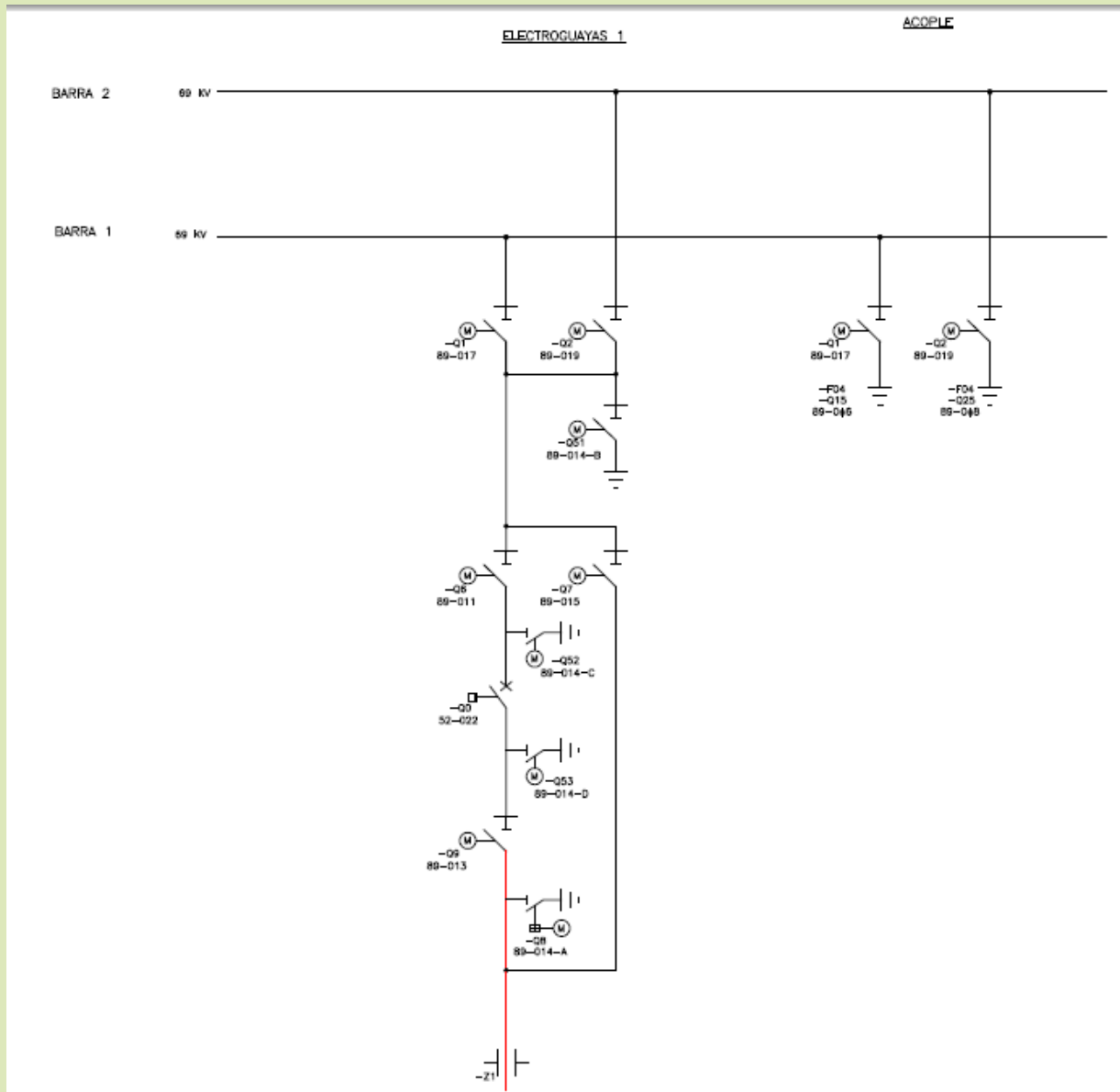


Sección III: Q2, Q6, Q0 y Q9 cerrados de Electroguayas 1.





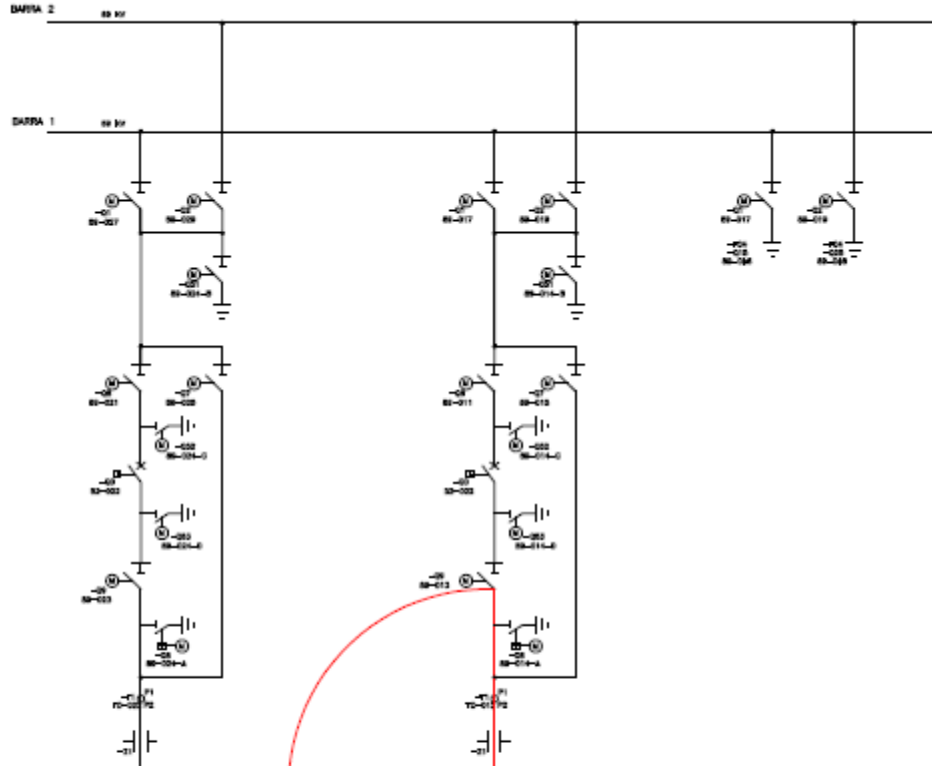
Sección IV: Conexión fuera hasta Q9 y Q8 cerrado de Electroguayas 1.



ELECTROVALVOS 2

ELECTROVALVOS 1

ACCES



Resultados de Resistencia de Contactos.

Desde la bahía	A la bahía	Polo	R ($\mu\Omega$)	Detalles en los puntos de medición
=F01-Z1	Barra 1(-Q15)	(A)	79	Conexión en salida de cables de AT(F01) y de línea aérea (F02); =F01: -Q1+-Q7 cerrado; Medición: 1 Bahía
		(B)	79	
		(C)	77	
=F01-Z1	Barra 1(-Q15)	(A)	163	Conexión en salida de cables de AT(F01) y de línea aérea (F02); =F01: -Q1+-Q6+-Q0+-Q9 cerrado; Medición: 1 Bahía
		(B)	166	
		(C)	160	
=F01-Z1	Barra 2(-Q25)	(A)	177	Conexión en salida de cables de AT(F01) y de línea aérea (F02); =F01: -Q2+-Q6+-Q0+-Q9 cerrado; Medición: 1 Bahía
		(B)	178	
		(C)	173	
=F01-Z1	=F01-Q8	(A)	55	Conexión en salida de cables de AT(F01) y de línea aérea (F02); =F01: -Q8 cerrado; Medición: conexión fuera hasta -Q9
		(B)	53	
		(C)	55	

- Se da por aceptada la prueba de Resistencia de Contactos Principales, pues según la norma IEC 60694 que indica que los valores de la resistencia no exceda a 1.2 el valor de diseño ($250\mu\Omega$), en este caso se observa que ningún resultado es mayor a dicho valor.

Análisis de Resultados de las Pruebas Pre Funcionales

- Las pruebas eléctricas pre funcionales de los seccionadores e interruptores que se efectuaron en sitio corresponden al nivel cero del orden jerárquico.



Nomenclatura utilizada en el Patio de 69KV.

Nomenclatura Alemana	Nomenclatura de Transelectric	Nombre de Equipo
Q0	52-012	Interruptor de Alta tensión.
Q1	89-017	Seccionador de Barra 1.
Q2	89-019	Seccionador de Barra 2.
Q51	89-014-B	Seccionador de tierra de Barras 1 y 2.
Q52	89-014-C	Seccionador de tierra del interruptor.
Q53	89-014-D	Seccionador de tierra del interruptor.
Q6	89-011	Seccionador de línea.
Q7	89-015	Seccionador de Bypass.
Q8	89-014-A	Seccionador de tierra de línea.
Q9	89-013	Seccionador de línea.

Seccionadores

Resultados en Sitio

Designación	Polo	Desviaciones para marcar		Motor del accionamiento			
				Máxima toma de corriente		Tiempo de funcionamiento	
		OFF ± mm	ON ± mm	Cerrado A	Abierto A	Cerrado seg.	Abierto seg.
-Q 1	A	0	0	5,0	4,3	3,2	3,8
	B	0	0	5,0	4,3	3,2	3,8
	C	0	0	5,0	4,3	3,2	3,8
-Q 2	A	0	0	4,8	4,4	3,7	3,1
	B	0	0	4,8	4,4	3,7	3,1
	C	0	0	4,8	4,4	3,7	3,1
-Q 51	A	0	0	4,4	4,4	3,0	3,7
	B	0	0	4,4	4,4	3,0	3,7
	C	0	0	4,4	4,4	3,0	3,7
-Q 52	A	0	0	4,2	4,1	3,7	3,2
	B	0	0	4,2	4,1	3,7	3,2
	C	0	0	4,2	4,1	3,7	3,2
-Q 53	A	0	0	4,2	4,3	3,17	3,7
	B	0	0	4,2	4,3	3,17	3,7
	C	0	0	4,2	4,3	3,17	3,7
-Q 6	A	0	0	4,4	4,3	3,3	3,2
	B	0	0	4,4	4,3	3,3	3,2
	C	0	0	4,4	4,3	3,3	3,2
-Q 7	A	-2	+2	4,6	4,4	3,8	3,5
	B	-2	+2	4,6	4,4	3,8	3,5
	C	-2	+2	4,6	4,4	3,8	3,5
-Q 9	A	0	0	5,0	4,5	3,3	3,3
	B	0	0	5,0	4,5	3,3	3,3
	C	0	0	5,0	4,5	3,3	3,3
-Q 8	A	---	---	6,9	7,7	3,4	3,9
	B	---	---	6,9	7,7	3,4	3,9
	C	---	---	6,9	7,7	3,4	3,9

Resultados en Fábrica

Tipo Typ	8DN-2	Nº de serie. Fabr.-Nr.	31 250 651	Hoja Blatt	2
-------------	-------	---------------------------	------------	---------------	---

3. Corriente del motor y tiempo de operación *Motorstrom und Bewegungszeit*

Dispositivo de maniobra Schutzgerät	Corriente máx. del motor con U_N (A.D.C.) Max. Motorstrom bei U_N (A-)			Tiempo de operación con U_N (s) Bewegungszeit bei U_N (s)				
	Actual Istwert	Consigna Sollwert	Tolerancia Toleranz	Actual Istwert	Consigna Sollwert	Tolerancia Toleranz		
interruptor de puesta a tierra Arbeitsender	Q52	C	4.00	5.00	-2.00 1.00	2.54	3.00	-1.00 1.00
		O	4.20	5.00	-2.00 1.00	2.64	3.00	-1.00 1.00
interruptor de puesta a tierra Arbeitsender	Q53	C	4.19	5.00	-2.00 1.00	2.55	3.00	-1.00 1.00
		O	4.31	5.00	-2.00 1.00	2.62	3.00	-1.00 1.00
interruptor de puesta a tierra Arbeitsender	Q51	C	4.11	5.00	-2.00 1.00	2.57	3.00	-1.00 1.00
		O	4.27	5.00	-2.00 1.00	2.67	3.00	-1.00 1.00
interruptor de puesta a tierra Arbeitsender	Q15	C	3.99	5.00	-2.00 1.00	2.58	3.00	-1.00 1.00
		O	4.15	5.00	-2.00 1.00	2.62	3.00	-1.00 1.00
interruptor de puesta a tierra Arbeitsender	Q25	C	3.99	5.00	-2.00 1.00	2.58	3.00	-1.00 1.00
		O	4.09	5.00	-2.00 1.00	2.63	3.00	-1.00 1.00
interruptor rápido de puesta a tierra Schnelender	Q8	C	7.28	7.00	-2.00 2.00	3.04	4.00	-1.20 1.00
		O	8.66	7.00	-2.00 2.00	3.09	4.00	-1.20 1.00
seccionador Trenner	Q6	C	5.27	5.00	-2.00 1.00	2.63	3.00	-1.00 1.00
		O	4.18	5.00	-2.00 1.00	2.60	3.00	-1.00 1.00
seccionador Trenner	Q9	C	5.27	5.00	-2.00 1.00	2.65	3.00	-1.00 1.00
		O	4.48	5.00	-2.00 1.00	2.69	3.00	-1.00 1.00
seccionador Trenner	Q7	C	5.32	5.00	-2.00 1.00	2.63	3.00	-1.00 1.00
		O	4.49	5.00	-2.00 1.00	2.67	3.00	-1.00 1.00
seccionador Trenner	Q1	C	5.59	5.00	-2.00 1.00	2.67	3.00	-1.00 1.00
		O	4.35	5.00	-2.00 1.00	2.64	3.00	-1.00 1.00
seccionador Trenner	Q2	C	5.22	5.00	-2.00 1.00	2.68	3.00	-1.00 1.00
		O	4.09	5.00	-2.00 1.00	2.63	3.00	-1.00 1.00

4. Prueba de tensión de los circuitos auxiliares *Spannungsprüfung der Hilfsstromkreise*

La prueba de las tensiones de los circuitos auxiliares se efectuó midiendo según DIN 57670, T.1000; IEC 604 y los motores se probaron según DIN 57530 parte 1, IEC 34-1 sección 8.

2 kV, 50 Hz, 1 min. (cableado, interruptor auxiliar), 1,2 kV, 50 Hz, 1 min. (motores)

Die Spannungsprüfung der Hilfsstromkreise wurde nach DIN 57670, T.1000; IEC 604, die Motoren nach DIN 57530 Teil 1, IEC 34-1 section 8 durchgeführt mit:

2 kV, 50 Hz, 1 min. (Verdrahtung, Hilfsschalter), 1,2 kV, 50 Hz, 1 min. (Motoren)

Banco de prueba. Prüfstand	PTD H2FP7	Fecha Datum	07.10.2005	Firma Unterschrift	Véase la portada siehe Deckblatt
-------------------------------	--------------	----------------	------------	-----------------------	-------------------------------------

- Se observa que los valores de corriente y el tiempo de operación de los motores de los seccionadores no excede la tolerancia admisible como se indica en los resultados realizados en fábrica. Por lo tanto se concluye que la prueba queda aceptada.

Análisis de Resultados de las Pruebas aplicadas al Gas Hexafloruro de Azufre

Inspección de limpieza e instalación de material filtrante en el Compartimento de gas	Evacuación hasta [mbar]	Verificación de función de monitoreo de SF6		Llenado de gas al final		Prueba de hermeticidad del gas	Punto de rocío [°C]	Porcentaje de SF6 %
				Presión [bar]	Temperatura [°C]			
GR. 00/A	P	L	OK	7,0	23	OK	□-20	99.9
		M	OK					
GR. 00/B	P	L	OK	7,0	23	OK	□-20	99.9
		M	OK					
GR. 00/C	P	L	OK	7,0	23	OK	□-20	99.9
		M	OK					
GR. 01	□ 1	L	OK	6,19	23	OK	□-20	99.9
		M	OK					
GR. 02	□ 1	L	OK	6,19	23	OK	□-20	99.9
		M	OK					
GR. 03	□ 1	L	OK	6,19	23	OK	□-20	99.9
		M	OK					
GR. 04	□ 1	L	OK	6,19	23	OK	□-20	99.9
		M	OK					
GR. 05	□ 1	L	OK	6,19	23	OK	□-20	99.9
		M	OK					
GR. 06/A	□ 1	L	OK	6,28	26	OK	□-20	99.9
		M	OK					
GR. 06/B	□ 1	L	OK	6,28	26	OK	□-20	99.9
		M	OK					
GR. 06/C	□ 1	L	OK	6,28	26	OK	□-20	99.9
		M	OK					

P: valores de presión de fábrica.

L: alarma por baja presión de SF6.

M: alarma por alta presión de SF6.

Nota: GR. Es la sección de compartimento, ver en plano Unifilar de 69KV de la Subestación en el Anexo

- En la tabla anterior se observa que la hermeticidad en cada compartimiento esta buena así también los valores de presión y temperatura de cada uno de los compartimientos.
- De acuerdo al criterio de aceptación para el punto de debe ser menor a -5°C , y en dicha tabla se observa que no supera dicha temperatura , por lo tanto se da por aceptada la prueba.
- En el caso del contenido de SF₆ la prueba queda aceptada, pues el contenido de aire en el gas corresponde al 1% sin embargo el criterio para aceptar esta prueba es 95% SF₆ y 5% aire.

PUESTA EN SERVICIO DEL EQUIPO ENCAPSULADO EN GAS SF₆ DEL PATIO DE 69KV.

Previo a la puesta en servicio del patio de 69KV se realizan pruebas funcionales desde todos los niveles de orden jerárquico.

Se comprueba en este tipo de pruebas funcionales la lógica de enclavamientos de la subestación, los niveles de control del sistema, y se comprueba además todas las señales (alarmas, disparos, etc.) que deben llegar al sistema.

- siempre debe realizarse es chequear o comprobar el buen funcionamiento del sistema local remoto del seccionador y se verifica que efectivamente éste no impida la realización de maniobras desde otro nivel de control. Esta prueba se realiza en nivel ascendente en todos los niveles de control de la subestación.

Nomenclaturas de equipos de patio.

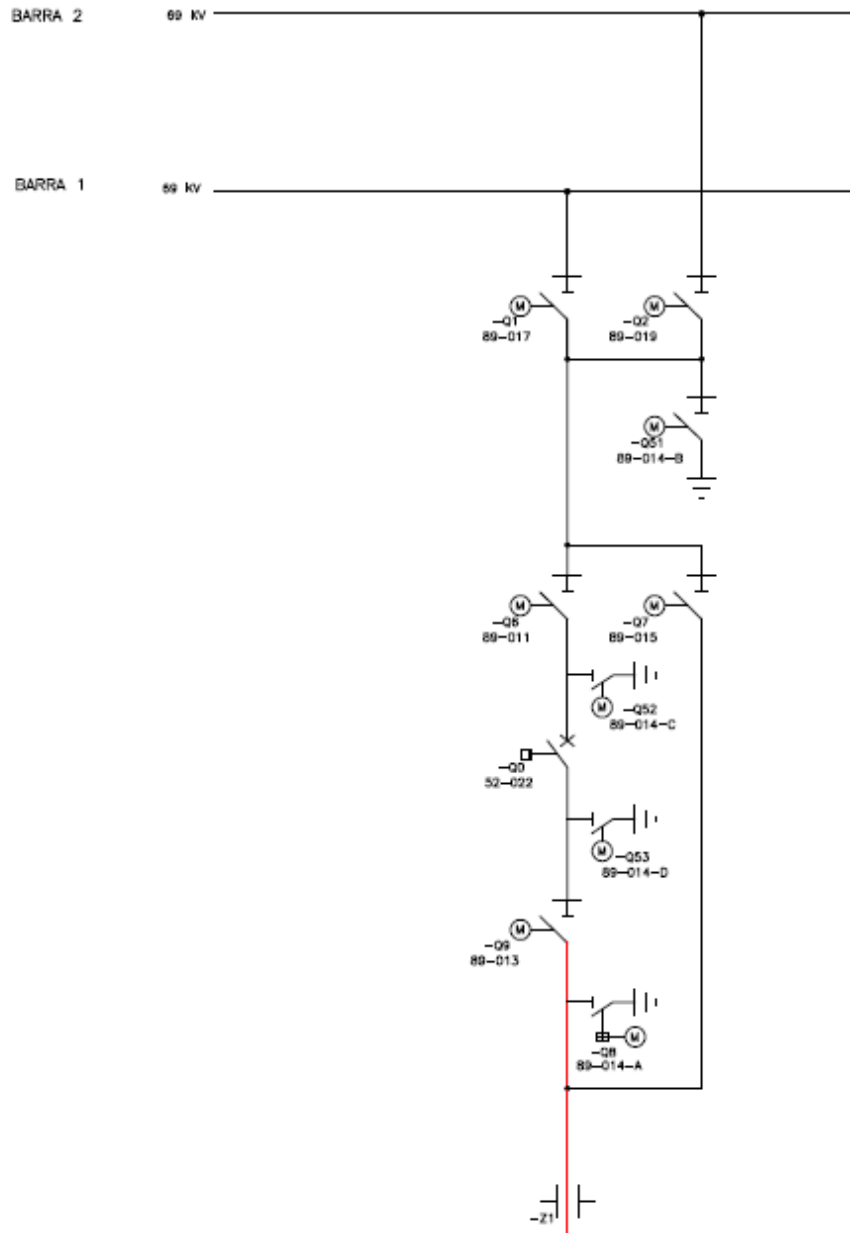
Nomenclatura Alemana	Nomenclatura de Transelectric	Nombre de Equipo
Q0	52-012	Interruptor de Alta tensión.
Q1	89-017	Seccionador de Barra 1.
Q2	89-019	Seccionador de Barra 2.
Q51	89-014-B	Seccionador de tierra de Barras 1 y 2.
Q52	89-014-C	Seccionador de tierra del interruptor.
Q53	89-014-D	Seccionador de tierra del interruptor.
Q6	89-011	Seccionador de línea.
Q7	89-015	Seccionador de Bypass.
Q8	89-014-A	Seccionador de tierra de línea.
Q9	89-013	Seccionador de línea.

NOVEDADES

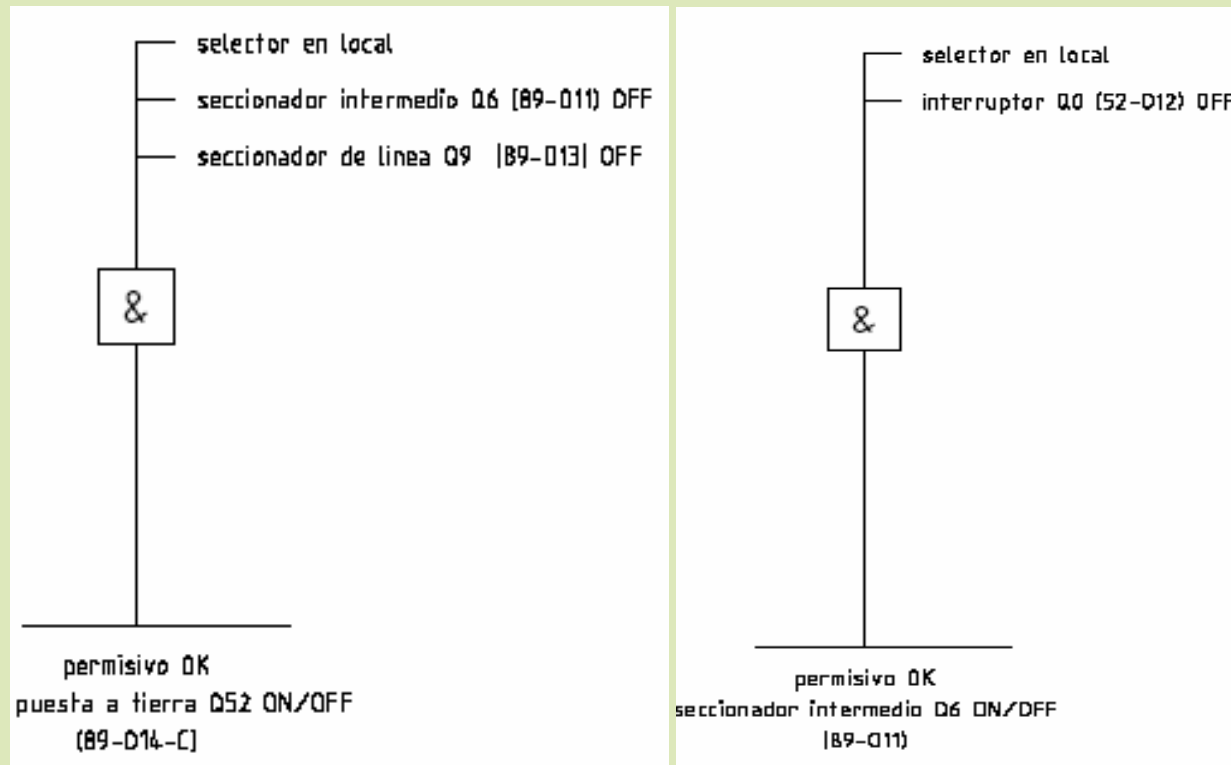
Existieron novedades en el control de todas las posiciones de líneas del Nivel Cero, a continuación los cinco casos ocurridos:

1. Se puede poner forzosamente a potencial de tierra la barra 1 por intermedio del seccionador 89-014-C.
2. Se puede poner forzosamente a potencial de tierra la barra 2 por intermedio del seccionador 89-014-C.
3. Se puede poner forzosamente a potencial de tierra la línea por intermedio del seccionador de tierra del interruptor 89-014-C.
4. Se puede poner forzosamente a potencial de tierra la línea por intermedio del seccionador 89-014-D.
5. Se puede poner forzosamente a potencial de tierra la línea por intermedio del seccionador de barras 1 y 2 89-014-B.

ELECTROGUAYAS 1



- El seccionador de tierra del interruptor (89-014-C) tiene dependencia del seccionador de línea (89-011), pero el 89-011 no depende del 89-014-C, como se muestra en el esquema siguiente:

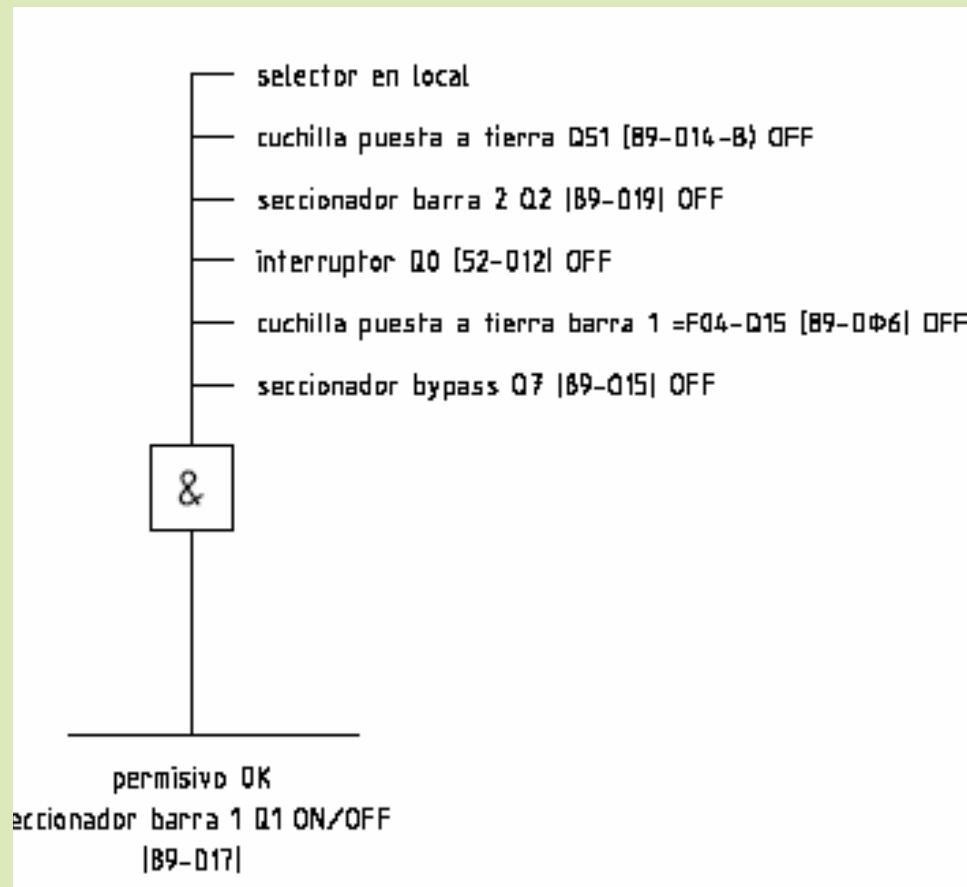


CASO I:

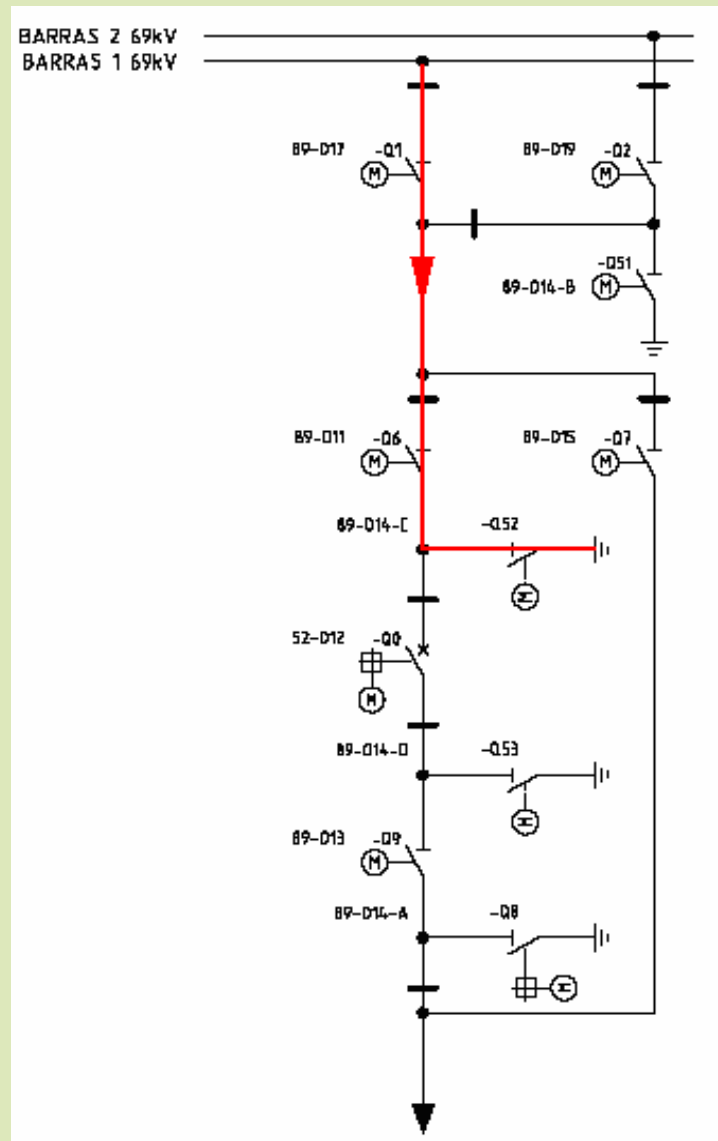
Estando en condiciones normales de funcionamiento con barras 1 y 2 energizadas a 69kV, se puede poner forzosamente a potencial de tierra la barra 1, por intermedio del seccionador de tierra del interruptor (89-014-C). Esto, dado a que es posible la siguiente secuencia de operación:

- a) **Cierre** del seccionador (**89-014-C**), siempre y cuando se encuentren abiertos los seccionadores de línea (89-011 y 89-013).
- b) **Cierre** del seccionador de línea (**89-011**), sólo si únicamente el interruptor (52-012) se encuentra abierto.

- c) **Cierre** del seccionador selector de barra 1 (**89-017**), siempre y cuando se cumpla con la siguiente cadena de permisos:



Interpretación gráfica de lo que está sucediendo

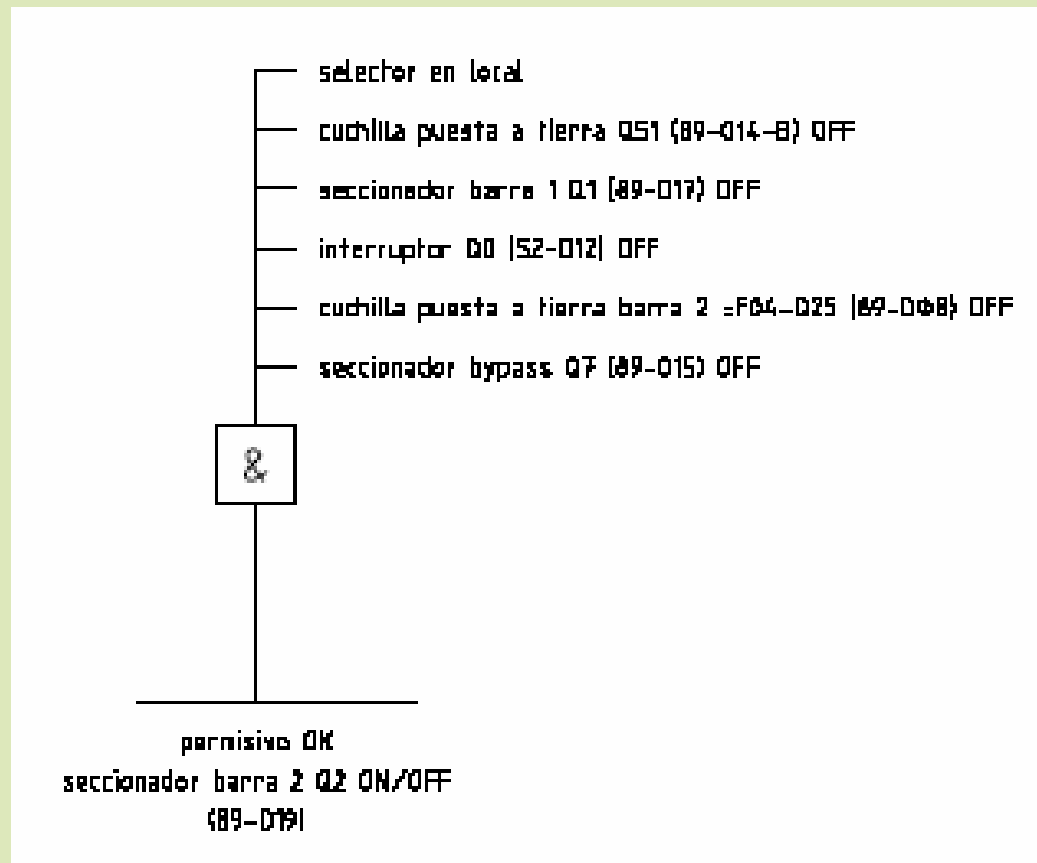


CASO II:

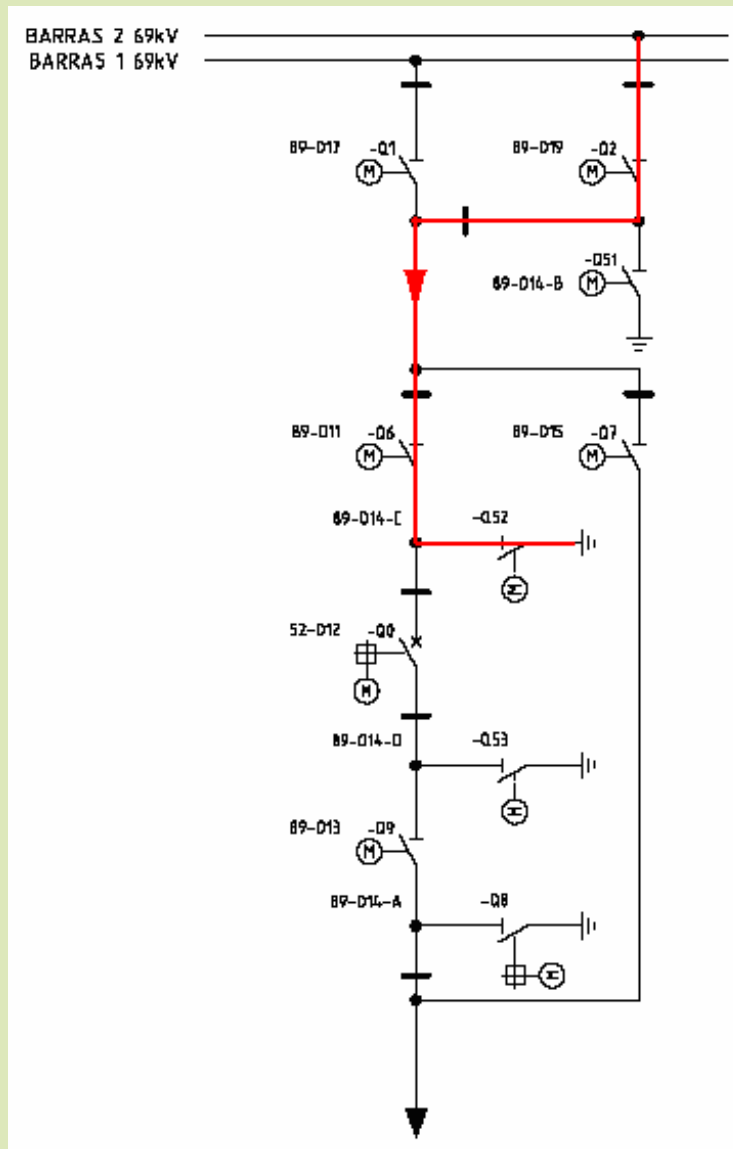
Estando en condiciones normales de funcionamiento con barras 1 y 2 energizadas a 69kV, se puede poner forzosamente a potencial de tierra la barra 2, por intermedio del seccionador de tierra del interruptor (89-014-C). Esto, dado a que es posible la siguiente secuencia de operación:

- a) **Cierre** del seccionador (**89-014-C**), siempre y cuando se encuentren abiertos los seccionadores de línea (89-011 y 89-013).
- b) **Cierre** del seccionador de línea (**89-011**), sólo si únicamente el interruptor 52-012 se encuentra abierto.

c) **Cierre** del seccionador selector de barra 2 (**89-019**), siempre y cuando se cumpla con la siguiente cadena de permisivos:



Interpretación gráfica de lo que está sucediendo

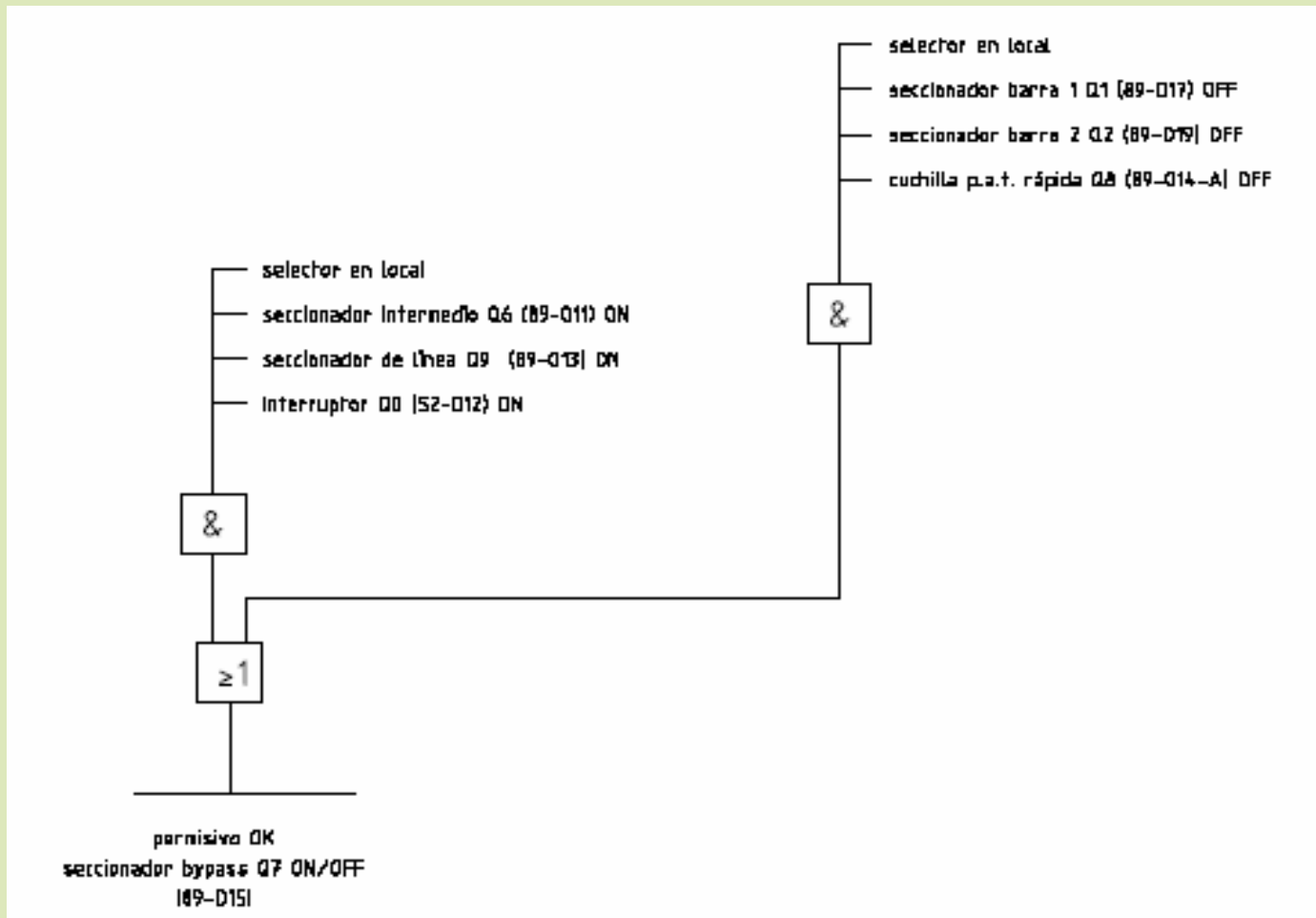


CASO III:

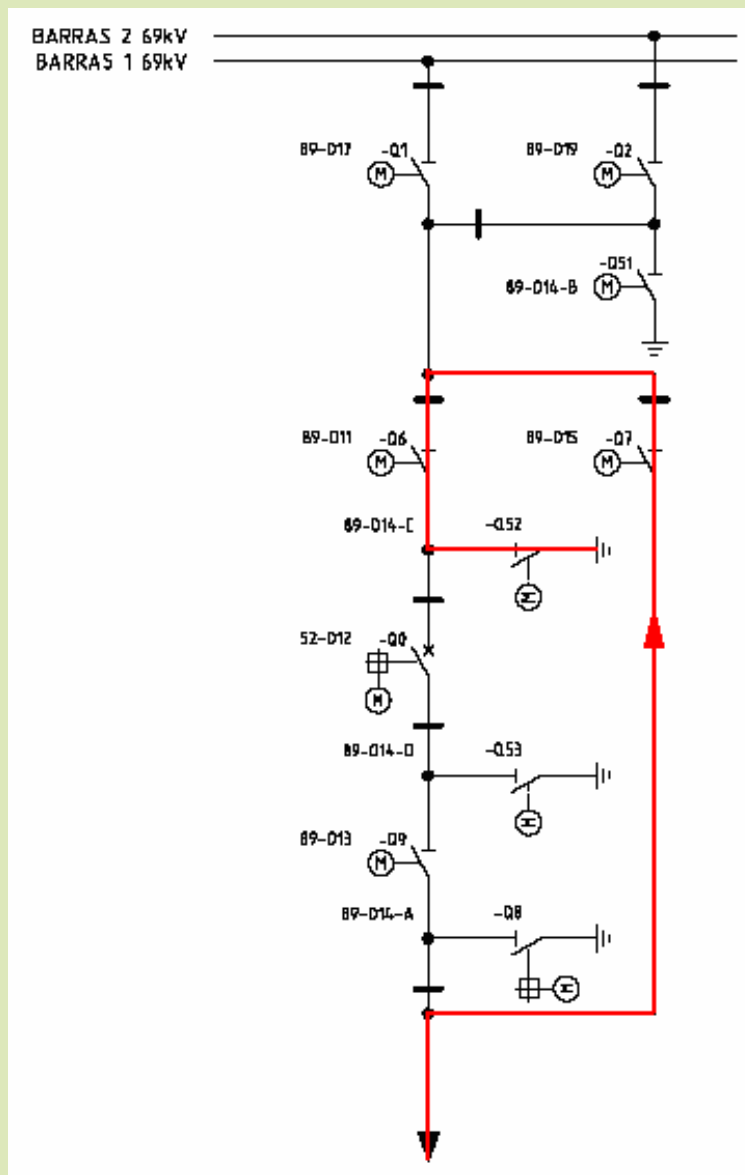
Estando en condiciones normales de funcionamiento con tensión de 69kV en la línea, se puede poner esta forzadamente a potencial de tierra, por intermedio del seccionador de tierra del interruptor (89-014-C). Esto, dado a que es posible la siguiente secuencia de operación:

- a) Cierre del seccionador (89-014-C), siempre y cuando se encuentren abiertos los seccionadores de línea (89-011 y 89-013)**
- b) Cierre del seccionador de línea (89-011), sólo si únicamente el interruptor (52-012) se encuentra abierto.**

c) **Cierre** del seccionador de bypass **(89-015)**, siempre y cuando se cumpla con la siguiente cadena de permisivos:

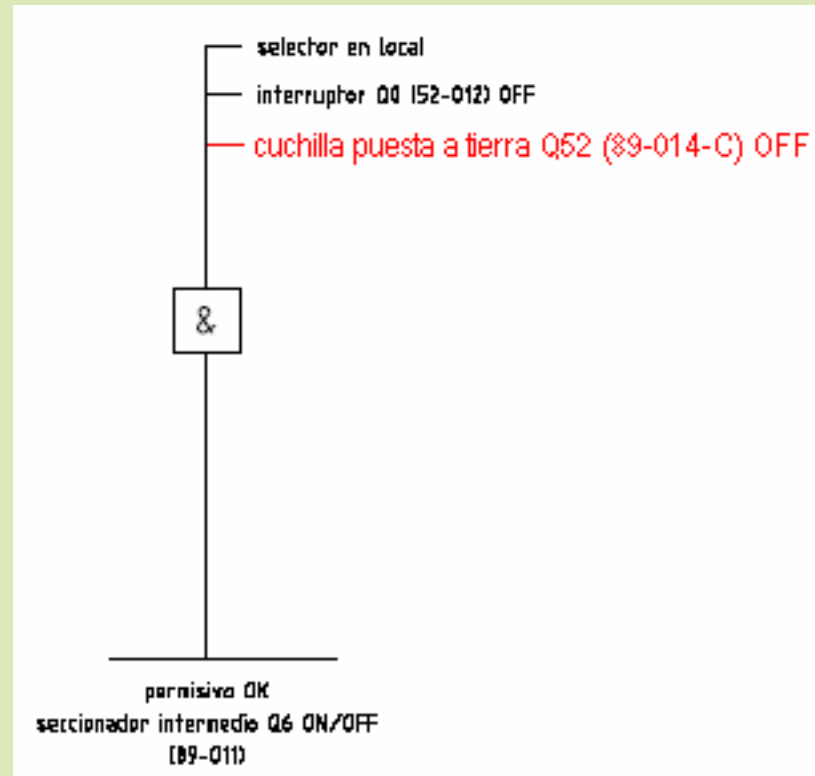


Interpretación gráfica de lo que está sucediendo

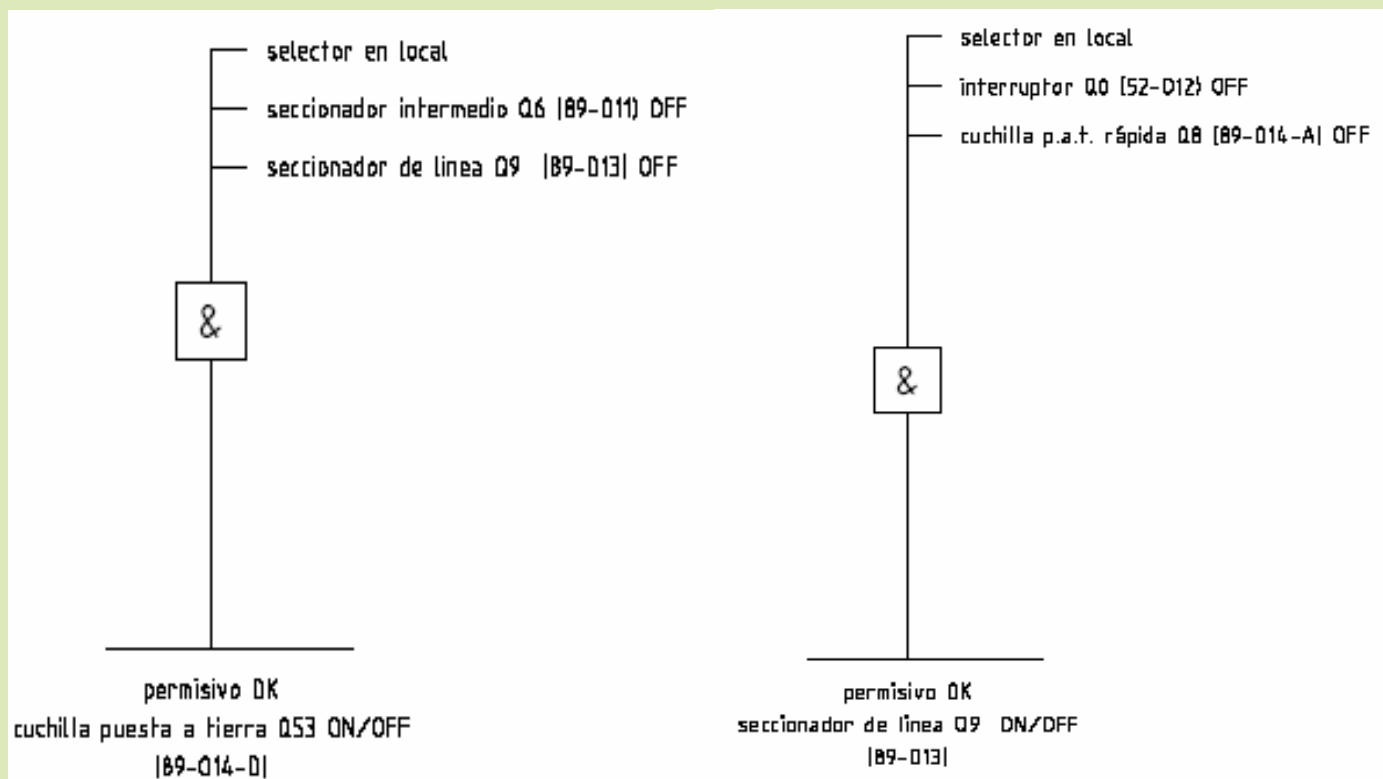


SOLUCIÓN:

Se debería implementar adicionalmente en la cadena de permisos de operación del seccionador de línea (89-011), la condición de que el seccionador (89-014-C) se encuentre primero ABIERTO.



- El seccionador de tierra del interruptor (89-014-D) tiene dependencia del seccionador de línea (89-013), pero el 89-013 no depende del 89-014-D, como se muestra en el siguiente esquema:

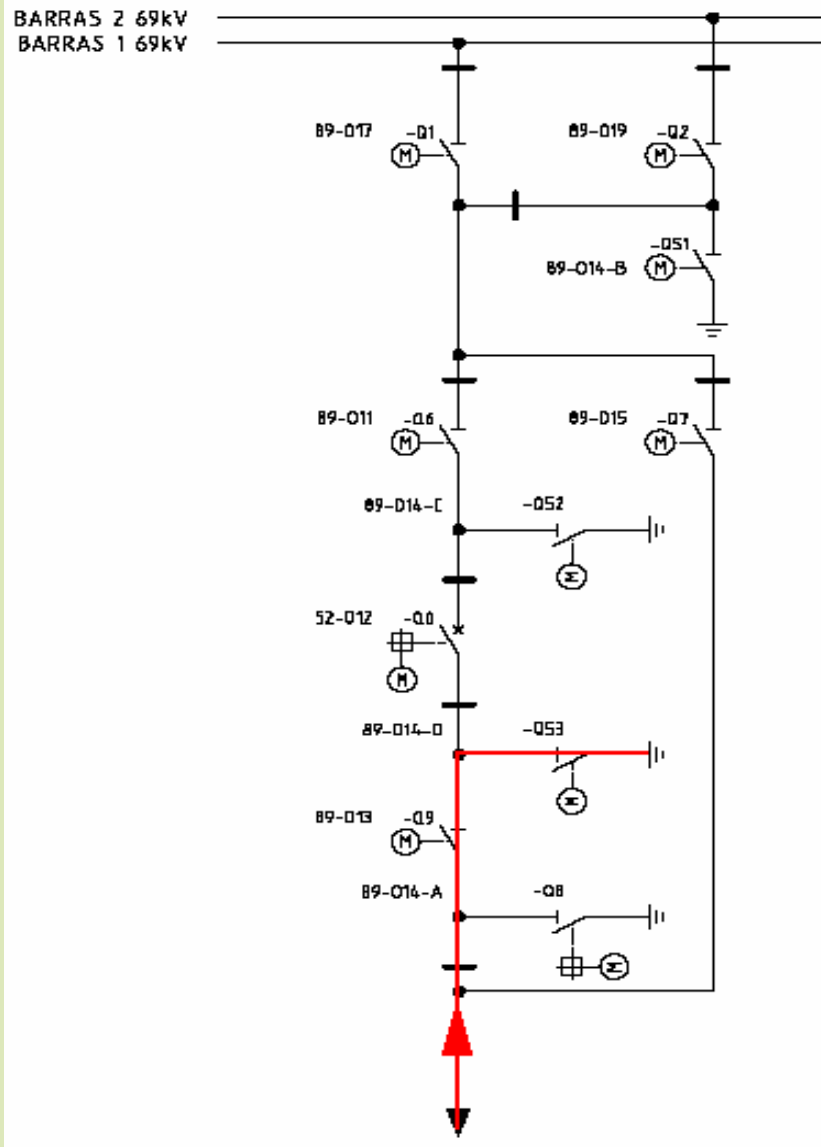


CASO IV:

Estando en condiciones normales de funcionamiento con tensión de 69kV en la línea, se puede poner esta forzosamente a potencial de tierra, por intermedio del seccionador de tierra del interruptor (89-014-D). Esto, dado a que es posible la siguiente secuencia de operación:

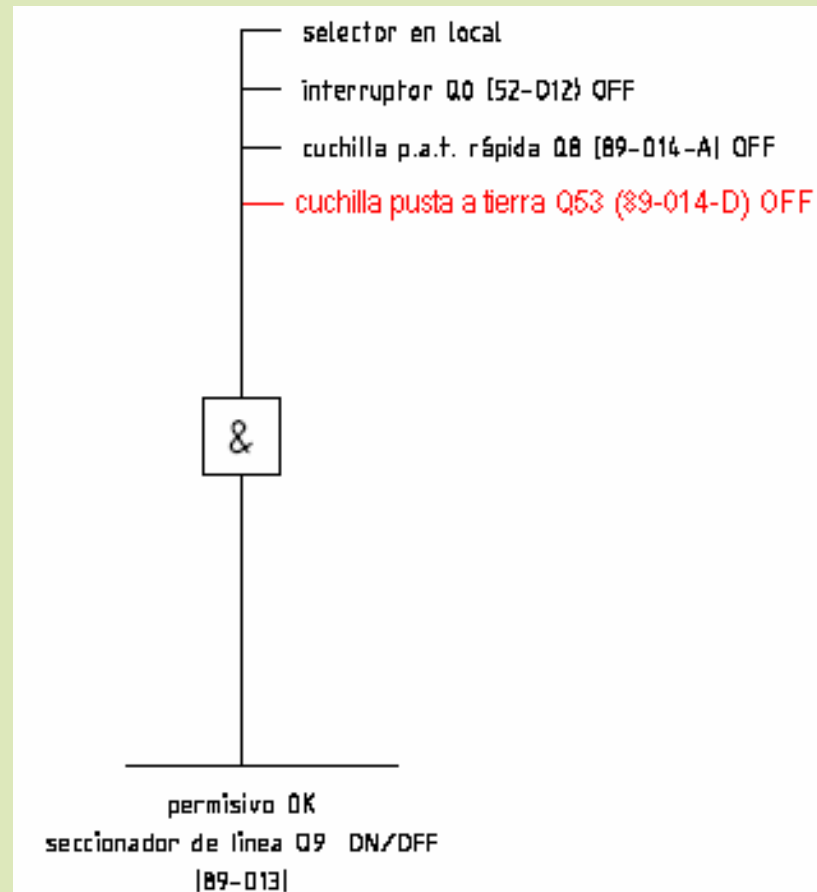
- a) **Cierre** del seccionador (**89-014-D**), siempre y cuando se encuentren abiertos los seccionadores de línea (89-011 y 89-013).
- b) **Cierre** del seccionador de línea (**89-013**), sólo si el interruptor (52-012) y el seccionador de puesta a tierra de la línea (89-014-A), se encuentran abiertos

Interpretación gráfica de lo que esta sucediendo

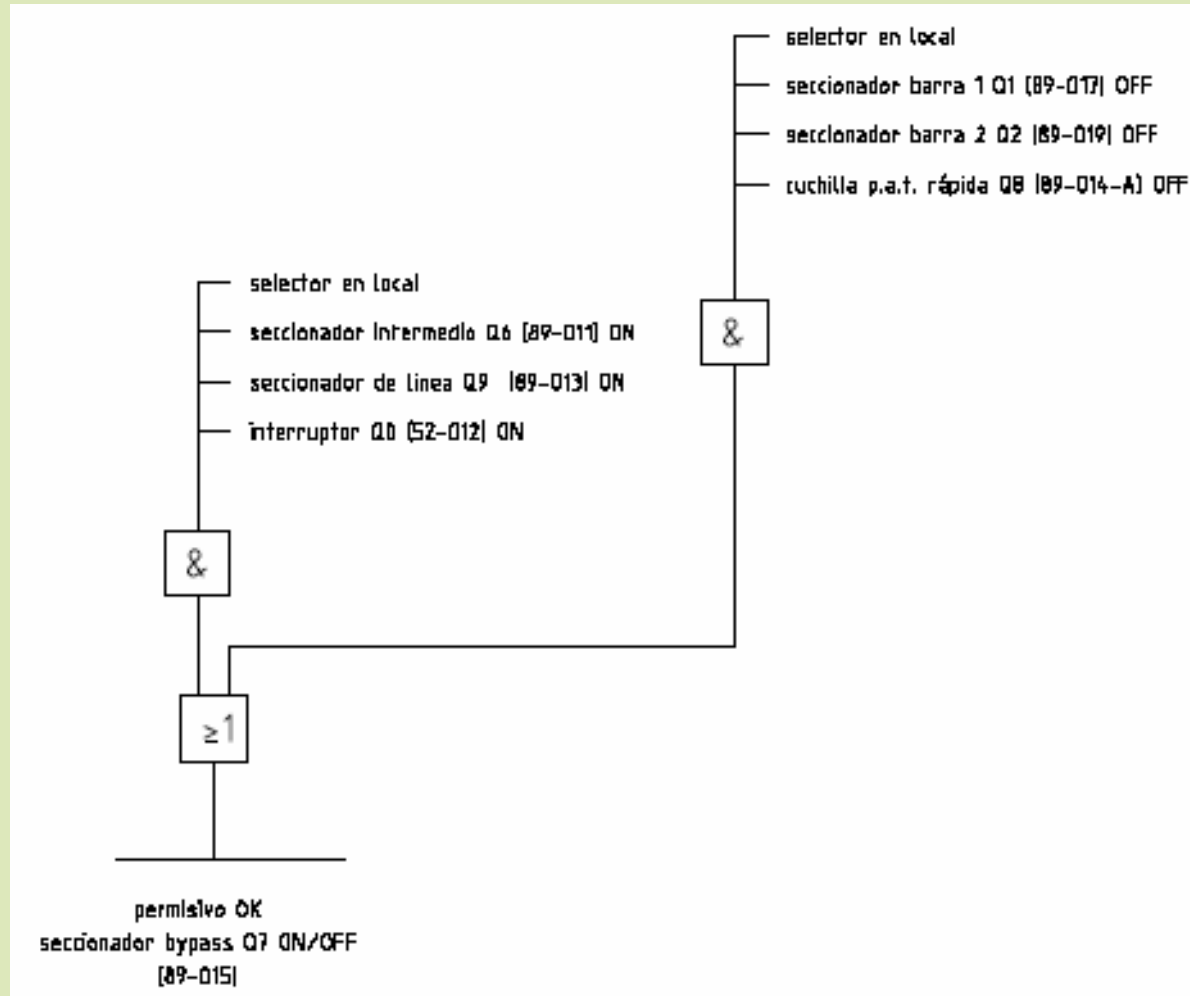


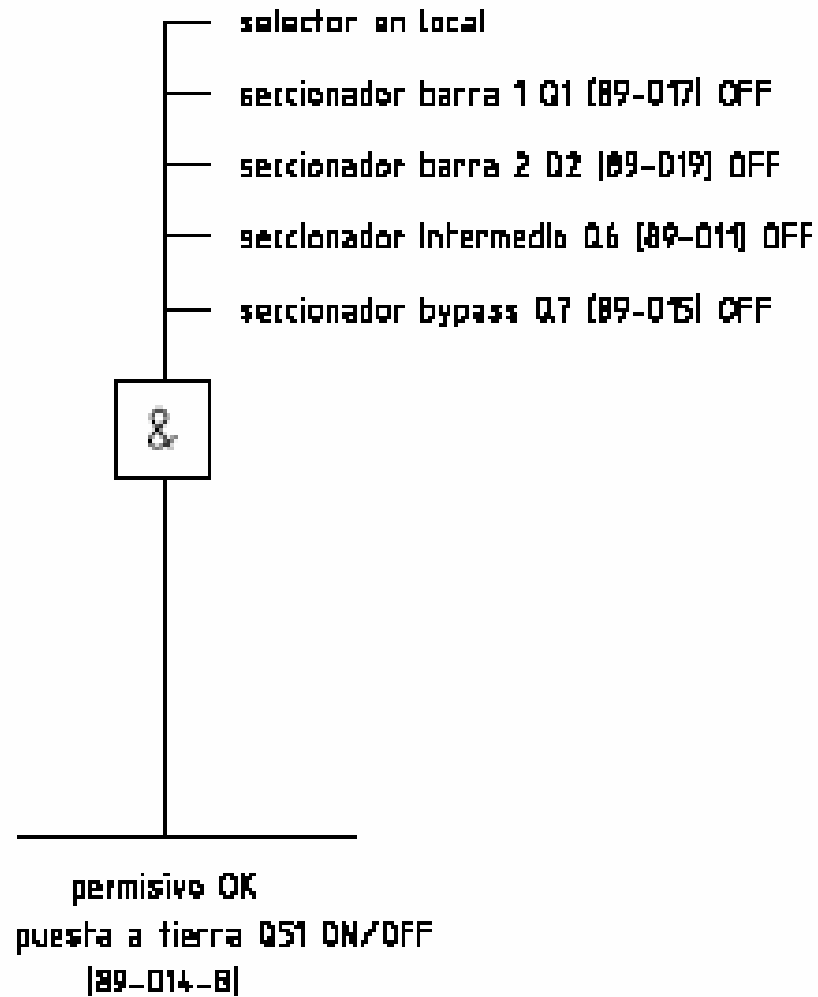
- **SOLUCIÓN:**

- Se debería implementar adicionalmente en la cadena de permisos de operación del seccionador de línea (89-013), la condición de que el seccionador (89-014-D) se encuentre primero ABIERTO.



- El seccionador de puesta a tierra de las barras 1 y 2 (89-014-B) tiene dependencia del seccionador de bypass (89-015), pero el 89-015 no depende del 89-014-B. como se muestra en el siguiente esquema:



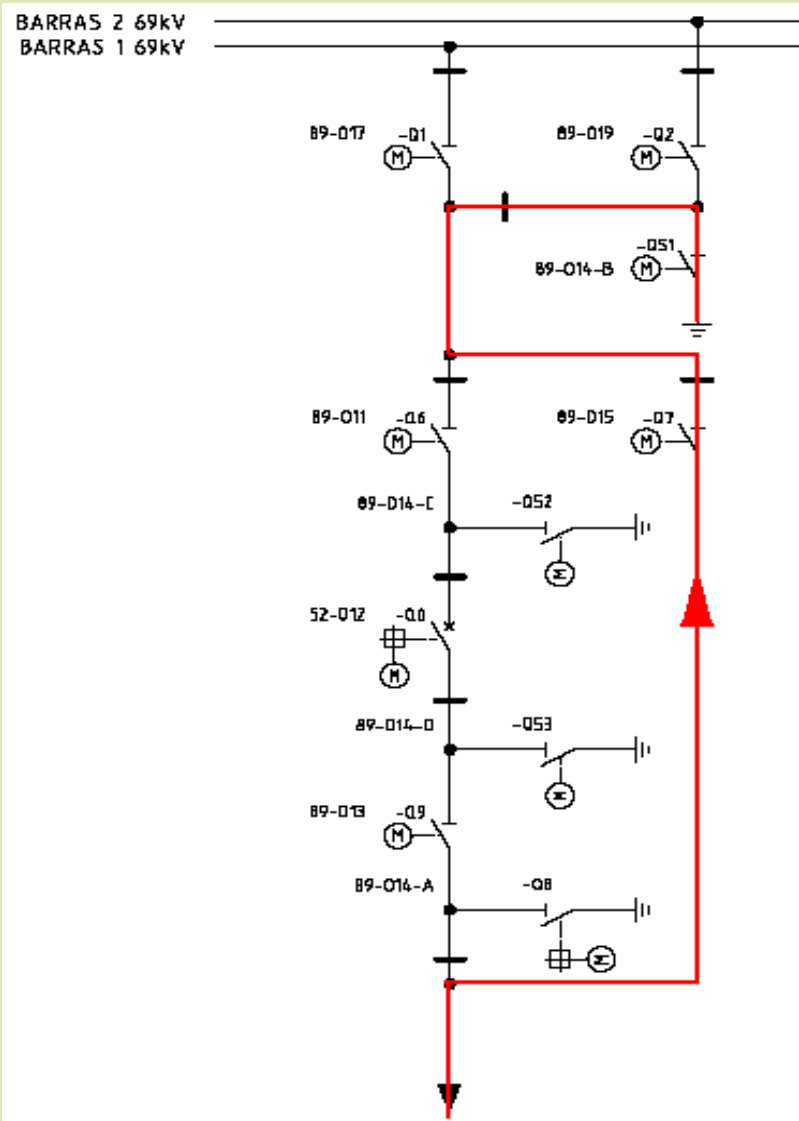


CASO V:

Estando en condiciones normales de funcionamiento con tensión de 69kV en la línea, se puede poner esta forzadamente a potencial de tierra, por intermedio del seccionador de tierra de las barras 1 y 2 (89-014-B). Esto, dado a que es posible la siguiente secuencia de Operación:

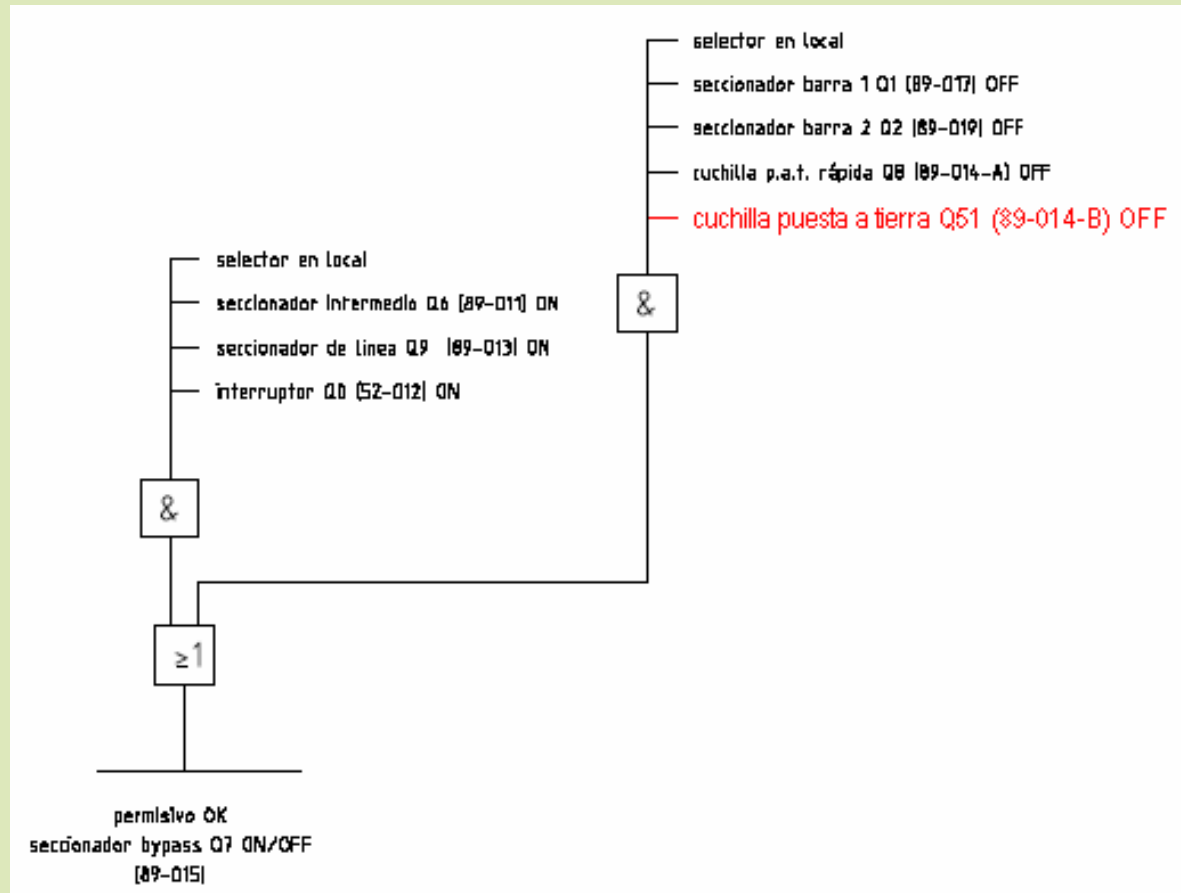
- a) **Cierre** del seccionador **(89-014-B)**, siempre y cuando se encuentren abiertos los seccionadores: de barra 89-017 y 89-019, de línea 89-011 y de bypass 89-015.
- b) **Cierre** el seccionador de bypass **(89-015)**, sólo si se encuentran abiertos los seccionadores: de barra (89-017 y 89-019), y de puesta a tierra de la línea (89-014-A).

Interpretación gráfica de lo que esta sucediendo



SOLUCIÓN:

Se debería implementar adicionalmente en la cadena de permisos de operación del seccionador de bypass (89-015), la condición de que el seccionador (89-014-B) se encuentre primero ABIERTO, esto se ve en siguiente esquema.



Verificación de lógica de enclavamientos de seccionadores e interruptores desde el Nivel 0.

A continuación se mostrarán las condiciones de enclavamientos para los seccionadores y el interruptor de la posición de Electroguayas 1 desde el Nivel Cero.

EQUIPO PRIMARIO	OPERACION	CONDICIONES PREVIAS	MANIOBRA
89-017	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Seccionador 89-014-B abierto	
		3. Seccionador 89-019 abierto	
		4. Interruptor 52-012 abierto	
		5. Seccionador 89-006 abierto	
		6. Seccionador 89-015 abierto	
		7. Seccionador 89-014-C abierto	
		8. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
89-019	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Seccionador 89-014-B abierto	
		3. Seccionador 89-017 abierto	
		4. Interruptor 52-012 abierto	
		5. Seccionador 89-008 abierto	
		6. Seccionador 89-015 abierto	
		7. Seccionador 89-014-C abierto	
		8. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
89-014-B	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Seccionador 89-017 abierto	
		3. Seccionador 89-019 abierto	
		4. Seccionador 89-011 abierto	
		5. Seccionador 89-015 abierto	
		6. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
89-011	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Seccionador 52-012 abierto	
		3. Seccionador 89-014-C abierto	
		4. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
89-014-C	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Seccionador 89-011 abierto	
		3. Seccionador 89-013 abierto	
		4. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	

89-014-D	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Seccionador 89-011 y 89-013 abierto	
		3. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
89-013	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Seccionador 52-012 abierto	
		3. Seccionador 89-014-A abierto	
		4. Seccionador 89-014-D abierto	
		5. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
89-014-A	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Seccionador 89-011 abierto	
		3. Línea libre de tensión	
		4. Interruptor termomagnético cerrado	
		5. Seccionador 89-015 abierto	
		6. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
Nota: Si se desea abrir manualmente cualquiera de estos seccionadores se pondrá el tablero F01+S01 en la manija motor/manual en manual y se procederá de acuerdo al manual del fabricante y esta maniobra la realizara solo personal calificado.			
52-012	APERTURA	1. Selector en local	Pulsar abrir
	CIERRE	1. Selector en local	Pulsar cierre
		2. Abiertos 89-011 y 89-013	
		3.No discrepancia de polos	
		4.No Falla mecanismo de Operación	
		5. No bloqueo SF6	

Identificación de tableros del Nivel Cero.

CELDA	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	F09	F10
NOMBRE	ELECTROGUAYAS 1	ELECTROGUAYAS 2	CATEG 1	ACOPLADOR	TRANSELECTRIC 2	CATEG 3	TRANSELECTRIC 1	ELECTROQUIL 1	ELECTROQUIL 2	CATEG 2

Identificación de tableros del Nivel Uno.

CELDA	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F0Q	F0R	F0Ø
NOMBRE	ELECTROGUAYAS 1	ELECTROGUAYAS 2	CATEG 1	CATEG 3	ELECTROQUIL 1	ELECTROQUIL 2	CATEG 2	TRANSELECTRIC 1	TRANSELECTRIC 2	ACOPLADOR

Verificación de lógica de enclavamientos de seccionadores e interruptores desde el Nivel 1.

EQUIPO PRIMARIO	OPERACION	CONDICIONES PREVIAS	MANIOBRA
89-017	APERTURA CIERRE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selector del tablero F01+S01 en Remoto 2. Seccionador 89-0Φ6 abierto 3. Seccionador 89-015 abierto 4. No bloqueo SF6 Gr 1-6 5. Ver hoja 6 de enclavamientos Electroguayas 1. 6. Seccionador 89-014-B abierto 7. Alimentación de 125V_{cd} (Control y Fuerza) 8. Seccionador 89-017 cerrado ó No bloqueo 86B1 	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
89-019	APERTURA CIERRE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selector en Local 5. Seccionador 89-0Ø8 abierto 3. Seccionador 89-015 abierto 4. No bloqueo SF6 Gr 1-6 5. Ver hoja 7 de enclavamientos Electroguayas 1 6. Seccionador 89-014-B abierto 7. Alimentación de 125V_{cd} (Control y Fuerza) 8. Seccionador 89-019 cerrado ó No bloqueo 86B2 	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
89-014-B	APERTURA CIERRE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selector en Local 2. Seccionador 89-017 abierto 3. Seccionador 89-019 abierto 4. Seccionador 89-011 abierto 5. Seccionador 89-015 abierto 6. Interruptor 52-012 abierto 7. No bloqueo SF6 Gr 1-6 8. Alimentación de 125V_{cd} (Control y Fuerza) 	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
89-011	APERTURA CIERRE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selector en Local 2. Seccionador 52-012 abierto 3. Seccionador 89-014-C abierto 4. Seccionador 89-014-B abierto 5. No bloqueo SF6 Gr 1-6 6. Alimentación de 125V_{cd} (Control y Fuerza) 	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
89-014-C	APERTURA CIERRE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selector en Local 2. Seccionador 89-011 abierto 3. Seccionador 89-013 abierto 4. Interruptor 52-012 abierto 5. No bloqueo SF6 Gr 1-6 6. Alimentación de 125V_{cd} (Control y Fuerza) 	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada

89-014-D	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Seccionador 89-011 y 89-013 abierto	
		3. Interruptor 52-012 abierto	
		4. No bloqueo SF6 Gr 1-6	
		5. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
89-013	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Interruptor 52-012 abierto	
		3. Seccionador 89-014-A abierto	
		4. Seccionador 89-014-D abierto	
		5. No bloqueo SF6 Gr 1-6	
		6. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
89-014-A	APERTURA CIERRE	1. Selector en Local	Una vez que se tengan todas las condiciones, desde el tablero se gira la manija a la posición deseada
		2. Seccionador 89-013 abierto	
		3. Subtensión	
		4. Falla MCB DCP medida	
		5. Seccionador 89-015 abierto	
		6. No bloqueo SF6 Gr 1-6	
		7. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
52-012	APERTURA	1. GIS en remoto	Desde unidad de control damos la orden de abrir el disyuntor 52-012
		2. No bloqueo SF6	
52-012	CIERRE	1. Selector de disyuntor en remoto	Desde unidad de control dar la orden de cerrar el disyuntor 52-012
		2. No falla Circuito de disparo # 1 y no falla circuito de disparo 2	
		3.No bloqueo por SF6	
		4. Alimentación de 125V _{cd} (Control y Fuerza)	
		1. Seccionador 89-014-C abierto	
		6. Ver hoja 2 de enclavamientos Electroguayas 1.	
		7. Seccionador 89-014-D abierto	
		8. No discrepancia de polos	

Verificación de lógica de enclavamientos de seccionadores e interruptores desde el Nivel 2.

EQUIPO PRIMARIO	OPERACION	CONDICIONES PREVIAS	MANIOBRA
Seccionadores/ Disyuntores	CIERRE / APERTURA	1. Selector del tablero F01+S01 en remoto	Desde IHM damos la orden deseada.
		2. Selector de unidad de control (BCU) en remoto.	
		3. Cumplir las condiciones citadas en NIVEL 1	






















Verificación de lógica de enclavamientos de seccionadores e interruptores desde el Nivel 3.

EQUIPO PRIMARIO	OPERACION	CONDICIONES PREVIAS	MANIOBRA
52-012	CIERRE / APERTURA	1. Selector del tablero F01+S01 en remoto	Desde el COT/CENACE damos la orden deseada.
		2. Selector de unidad de control (BCU) en remoto.	
		3. Cumplir las condiciones citadas en NIVEL 1	
		4.- Control del IHM en remoto	

Pruebas Funcionales de Protecciones Eléctricas.

Estas pruebas se las realiza para garantizar el funcionamiento correcto de este elemento de protección de un sistema eléctrico. Es necesario simular condiciones típicas de falla, las condiciones de funcionamiento estable, el comportamiento del sistema en el estado transitorio y los esquemas lógicos, esto es para garantizar que el sistema de protección funciona correctamente antes de su puesta en servicio.

Identificación de Relés según normas ANSI e IEC60617

Descripción	ANSI	IEC 60617	Descripción	ANSI	IEC 60617
Relé de Distancia	21		Dispositivo de alivio de presión	63 MP	---
Relé de Verificación de Sincronismo	25	---	Relé detector de gas	63 GD	---
Relé de Alta-Temperatura	26		Relé de falla a tierra	64	
Relé de Bajo-Voltaje	27		Relé de sobrecorriente direccional	67	
Relé Indicador de Temperatura de devanados	49		Relé direccional de falla a tierra	67N	
Relé Instantáneo de Sobrecorriente	50		Relé de ángulo de fase	78	
Relé de Falla de Disyuntor	50BF	---	Relé de Auto-Recierre	79	
Relé de Sobrecorriente de tiempo inverso	51		Relé de Baja-Frecuencia	81U	
Relé de Sobrecorriente de falla a tierra de tiempo Inverso	51G		Relé de Alta-Frecuencia	81O	
Relé de Sobrecorriente de falla a tierra de tiempo definido	51N		Relé de Disparo y Bloqueo	86	---
Relé de Restricción de Voltaje/ Sobrecorriente controlado	51V		Relé Diferencial	87	
Disyuntor	52		Relé Diferencial de Barra	87B	---
Relé de factor de Potencia	55		Relé Diferencial de Transformador	87T	---
Relé de Sobre-Voltaje	59		Seccionador	89	
Relé de desplazamiento del punto neutro	59N		Relé Buchholz	97	---

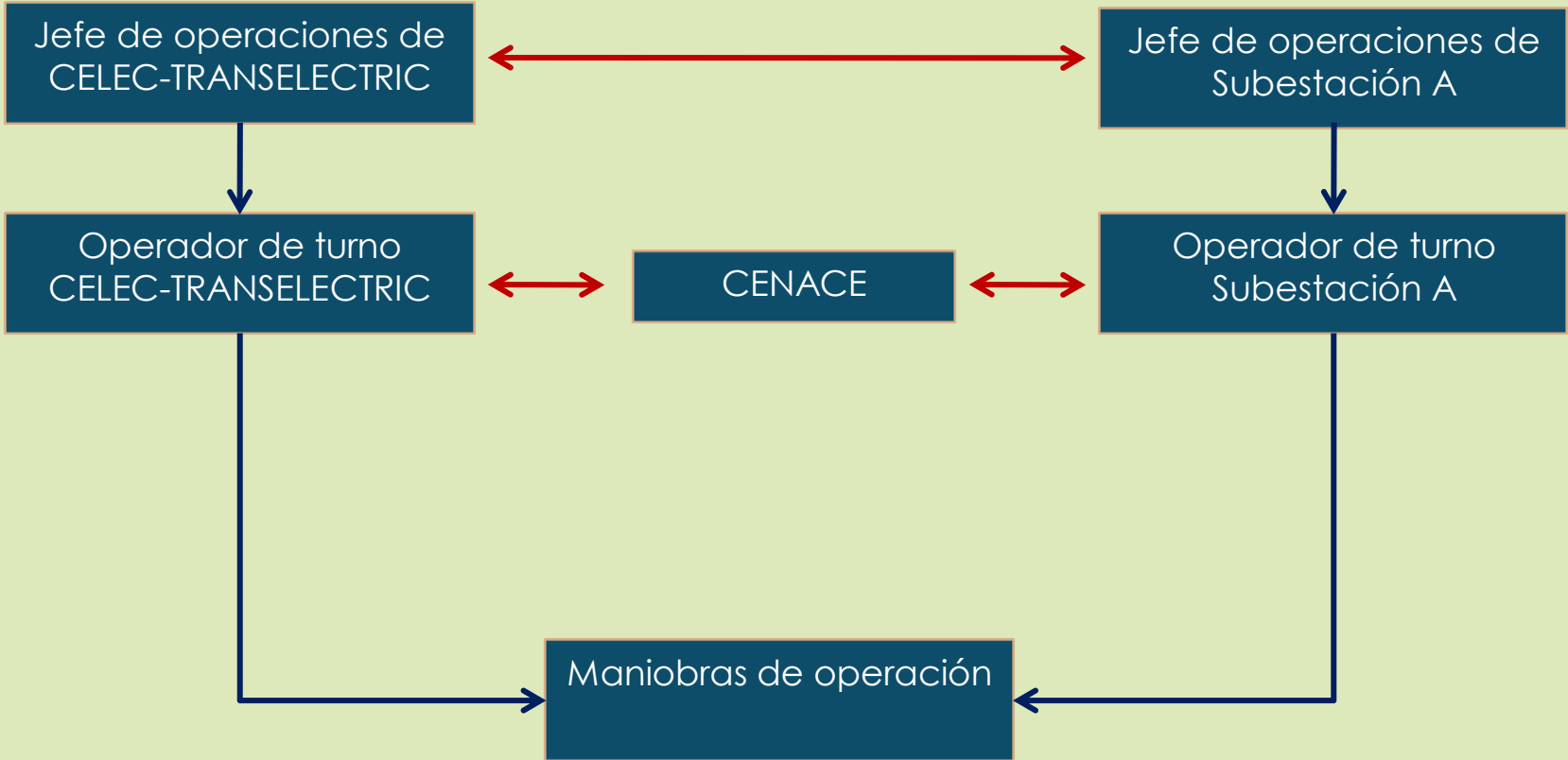
- Una prueba con mucha relevancia es la prueba End to End o prueba de Extremo a Extremo, es un método que garantiza el funcionamiento lógico correcto de todo el sistema de protección. El equipo que fue utilizado para esta prueba fue el OMICROM 356 que fue suministrado por Siemens.
- Las pruebas de extremo a extremo son pruebas que se realizan simultáneamente en ambos extremos de una misma línea, con equipos que se sincronizan en tiempo, por medio de un GPS, descargando a los relés bajo prueba, a través del equipo de inyección como los que vería el relé al producirse una falla real. Los resultados que se obtengan durante la simulación deben ser iguales a los obtenidos si se produjera una falla real.

Para la prueba End to End se simularon las siguientes fallas para la protección de sobrecorriente:

- Falla en la mitad de la línea Salitral-Electroguayas.
- Falla cercana a la barra de salitral.
- Falla cercana a la barra de Electroguayas.

Puesta en servicio e Integración de Bahías.

Previo al inicio de maniobras debe estar presente el Jefe de Operaciones de CELEC-TRANSELECTRIC quien será responsable de la coordinación de maniobras, las cuales serán ejecutadas por el operador de turno de la Subestación previa comunicación con el CENACE y la subestación correspondiente a la línea a energizarse. Se debe revisar que el equipo primario, sistema de control, coordinación de protecciones, lógica de enclavamientos se encuentren funcionando correctamente.



Procedimiento para energizar la bahía Categ 1.

Para realizar la maniobra de Energizar solo se hará desde Nivel 2 para lo cual se debe revisar qué condiciones se deben cumplir previo operación de los equipos:

- 1) *Cerrar seccionadores 89-037 ó 89-039 (Solo se selecciona uno de los dos), esto es para conectar a línea ya sea a la barra 1 o barra 2 respectivamente.*
- 2) *Cerrar seccionadores 89-031 y 89-033.*
- 3) *Cerrar Disyuntor 52-032.*

Quedando de esta forma energizada la bahía Categ 1!

CONCLUSIONES

- 1) El patio de 69KV de la Subestación Salitral tiene 10 posiciones de bahías todas con aislamiento en SF₆.

2) El proceso de montaje de una Subestación GIS debe ser realizado por personal altamente capacitado, ya que se debe hacer de una manera exhaustiva el acoplamiento de las partes de GIS que no están ensambladas, refiriéndose con ello a los TC's, PT's, etc. y las partes de GIS que si vienen armadas de fabrica. La limpieza de estas partes debe realizarse cuidando que no quede ni una sola partícula de polvo dentro de ella, la colocación de los filtros para la humedad también requiere un especial cuidado, pues estos factores influyen en los resultados que se obtienen al realizarse las pruebas eléctricas de recepción del equipo GIS.

3) Existieron novedades en el control correspondiente al nivel Cero de orden jerárquico. Este control permitía que las líneas sean aterrizadas en cualquier instante que el operador de la orden de cierre a los interruptores de puesta a tierra, el problema fue corregido implementando en la cadena de permisos de los seccionadores de línea y de bypass la condición de que los seccionadores de tierra correspondientes estén primero ABIERTOS.

4) Es necesario Verificar la lógica de enclavamientos de los interruptores y seccionadores desde el Nivel Cero, Uno y Dos, esto es para constatar lo respaldado en el plano de control y la implementación que viene de fábrica.

5) Los buenos resultados en las pruebas realizadas y la seguridad del personal dependerán del desarrollo de las mismas. Dichas pruebas siempre deberán basarse en procedimientos estandarizados, esto se verá reflejado al analizar los resultados comparándolos con los criterios de aceptación de las mismas. Cabe indicar que los resultados que fueron mostrados en el Capítulo 3 del presente trabajo son reales.

6) La puesta en servicio es el último paso del proceso de construcción de una Subestación, por tal motivo es necesario que previo a ello se efectúen pruebas funcionales de los equipos de protección, es decir se deben simular condiciones típicas de fallas en el sistema y deberán actuar los relés de protección que estén involucrados con dicho tipo de falla.

7) Una vez que el sistema esté listo para entrar en servicio, el Supervisor de operaciones de CELEC-TRANELECTRIC en coordinación con su par darán la orden de cierre de los interruptores de cada una de las subestaciones que estén involucradas con la línea a energizarse, esto es la subestación Salitral y la subestación de la línea correspondiente a energizarse. Quedando dicha línea de transmisión energizada en vacío, luego se procede a realizar la transferencia de potencia esto se debe hacer poco a poco, hasta que se haya logrado transferir toda la potencia.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda que los ingenieros de Fiscalización además de realizar la veeduría de las pruebas de recepción efectúen algunas de estas, las mismas que deberán ser paralelas a las que realice el Contratista. Esto es para contrastar los resultados de las pruebas que entrega el Contratista con los resultados que obtendría Fiscalización, ello sería un respaldo en conjunto con los estándares internacionales de que dichas pruebas garantizarán un buen funcionamiento de la Subestación.

































NAPO'S
Yale

2251750
2251682
099790249

Yale























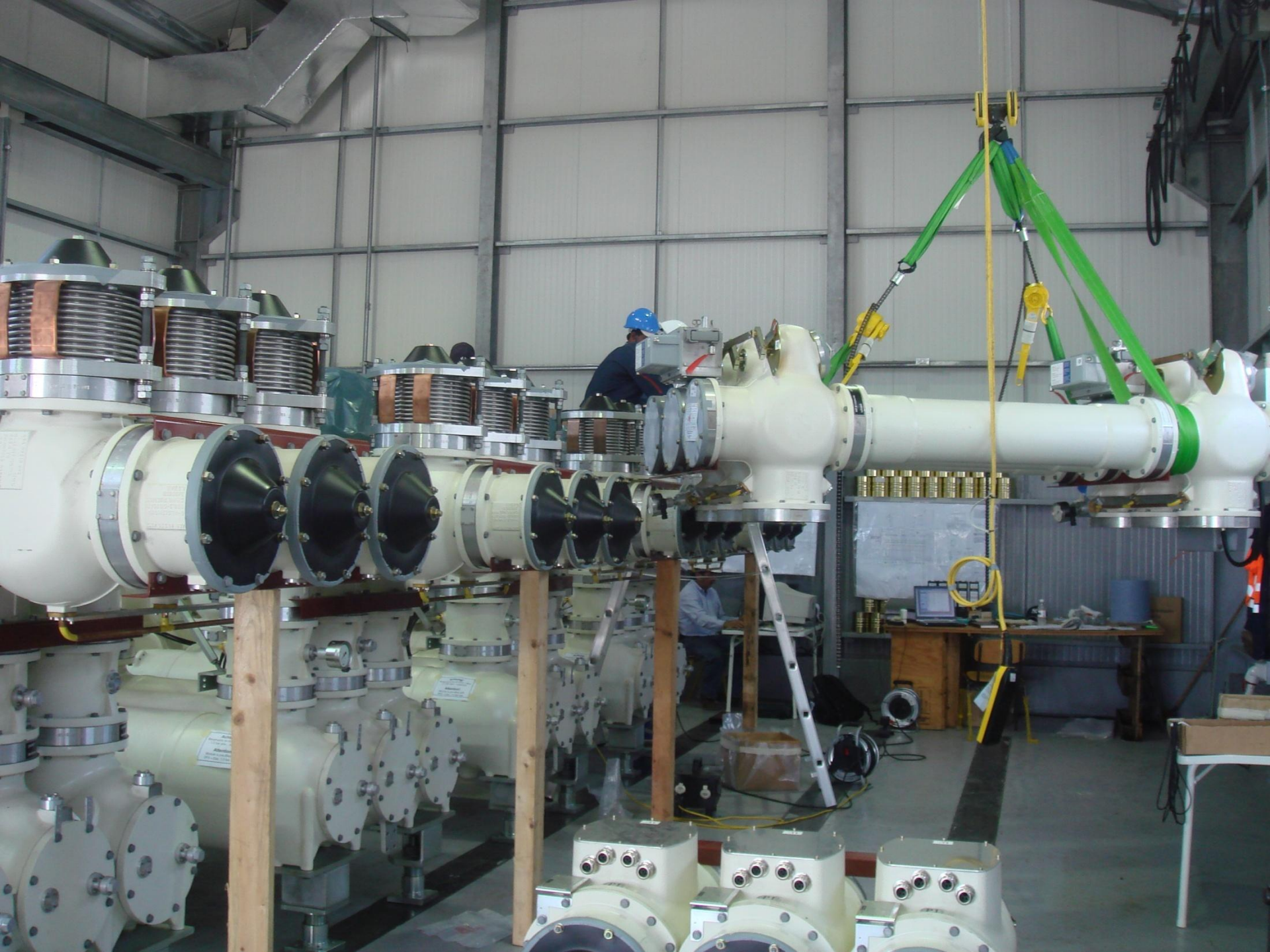
ILLER
LEITER

ILLER
LEITER

gasdicht
étanche au gaz
hermetico al gas
gasa

gasdicht
étanche au gaz
hermetico al gas
gasa

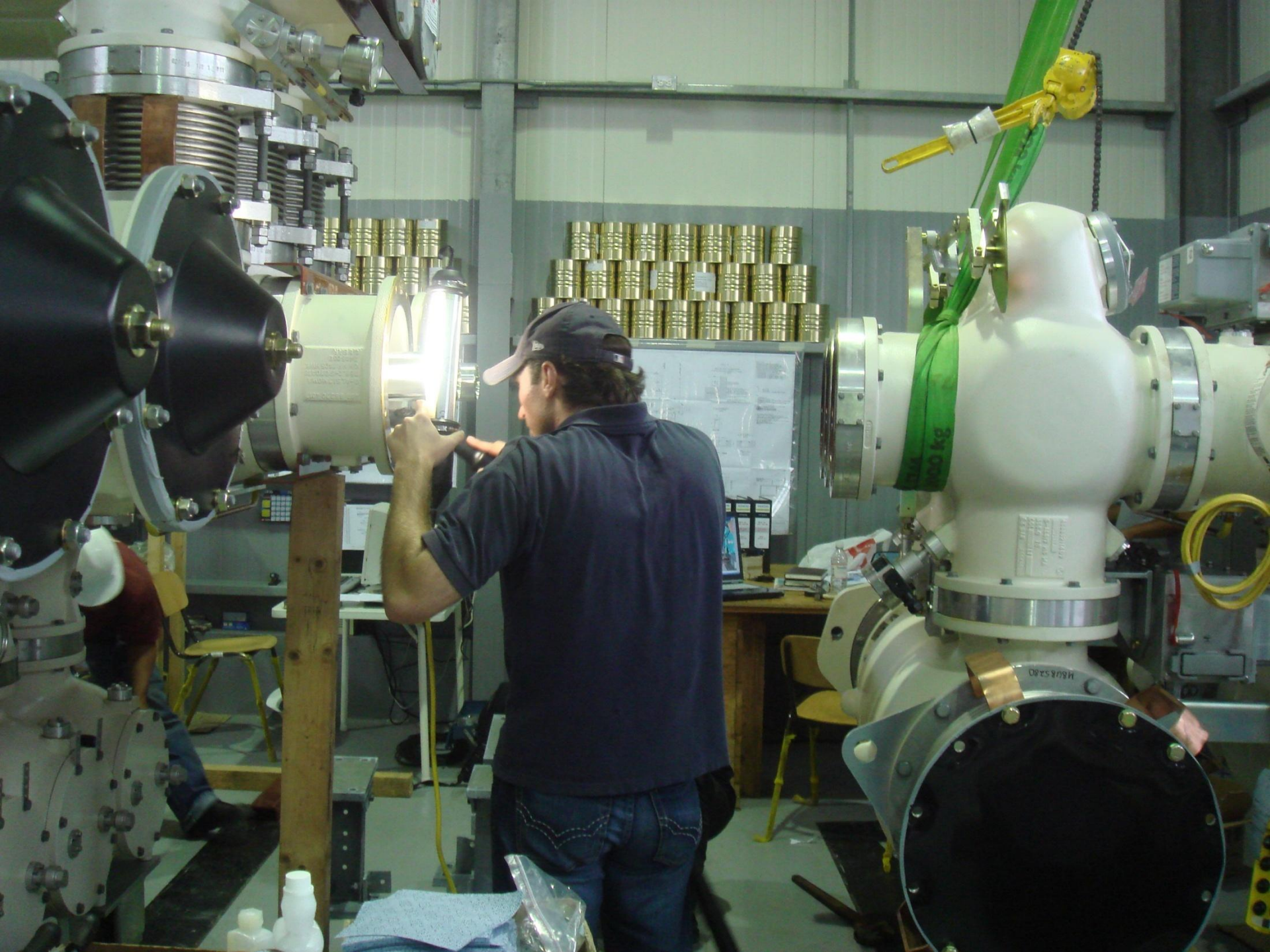
gasdicht
étanche au gaz
hermetico al gas
gasa

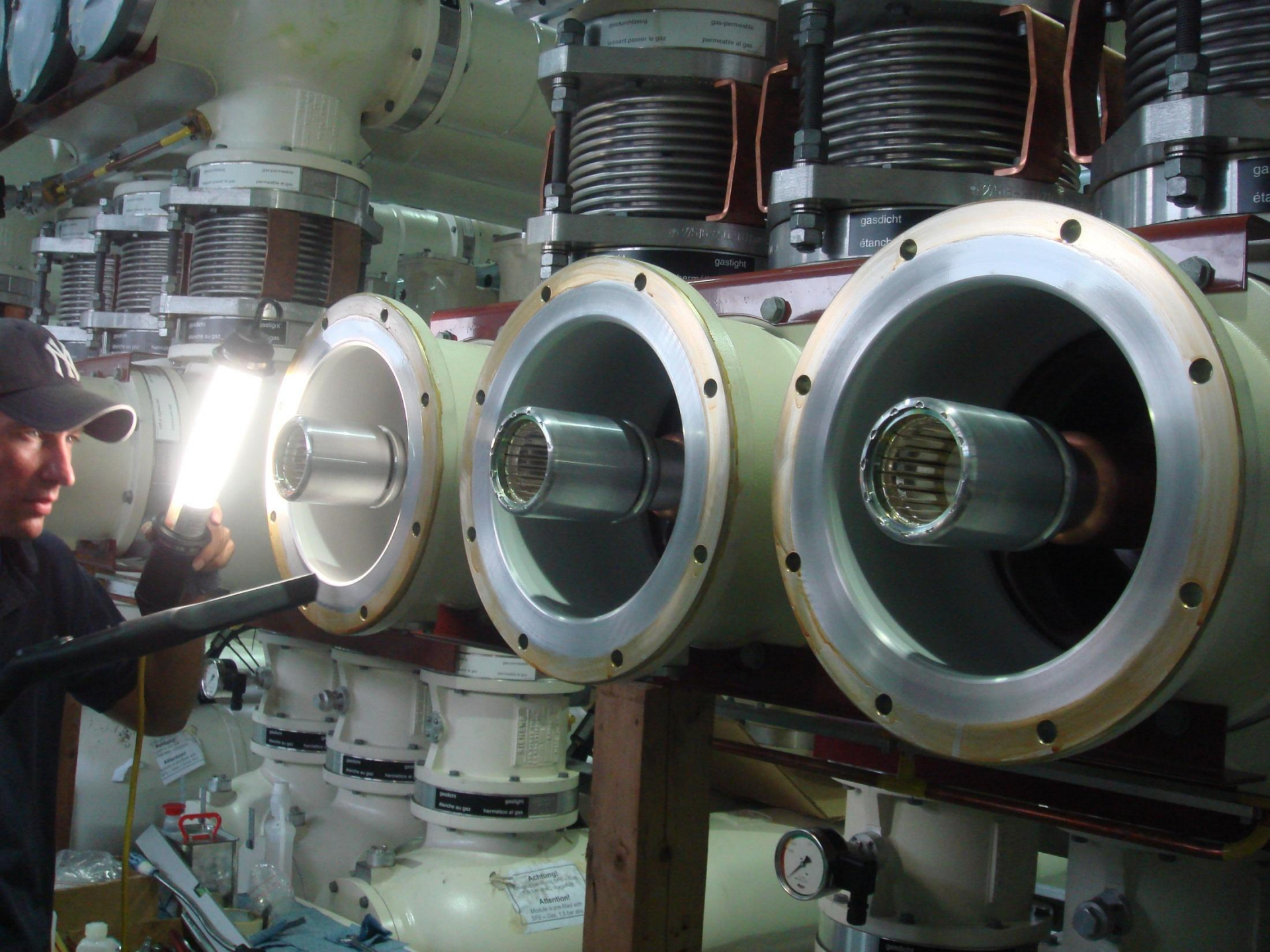






gasdicht gasticht
hermetisch zu gas hermetisch al gas





gasdicht
étanché
gas-permeable
permeable al gas

gasdicht
étanché

gaslight

ga
éta

Achtung!
Attention!

Achtung!
Attention!
Modèle en gas-fied with
9PS - Gas - 1.5 bar







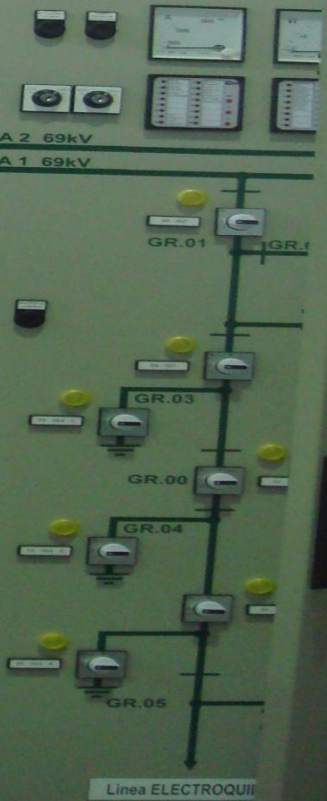






Worker in red shirt and white hard hat, holding a chain and green strap, positioned on a metal structure above the electrical cabinet.

BARRA 2 69kV
BARRA 1 69kV



Worker in dark shirt, standing behind the cabinet, possibly assisting with the work.





SEDEMI

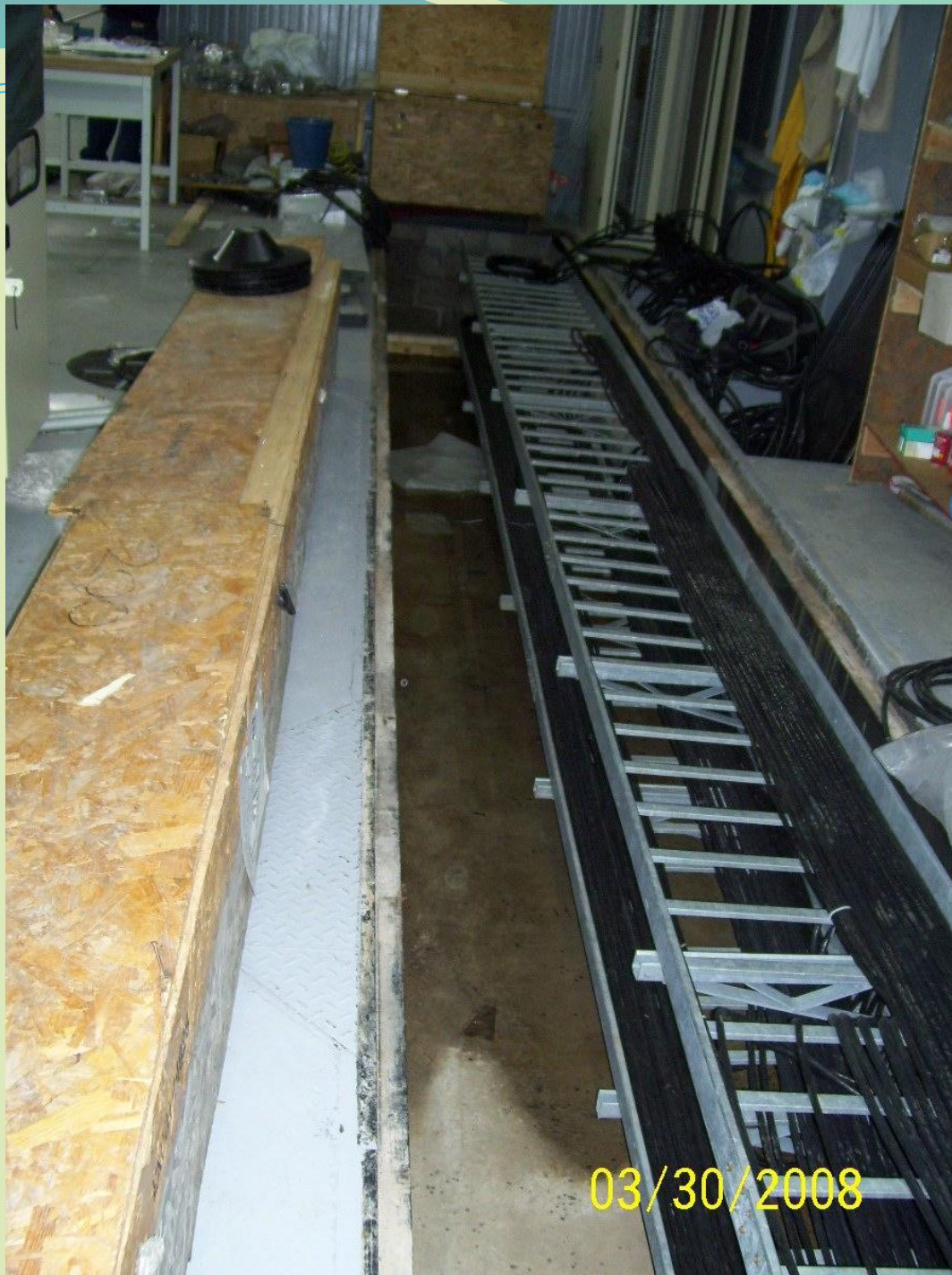
19 12:22PM





23 10:08AM





03/30/2008





03/30/2008



03/30/2008



03/30/2008



03/30/2008



17 11:39AM



17 11:53AM

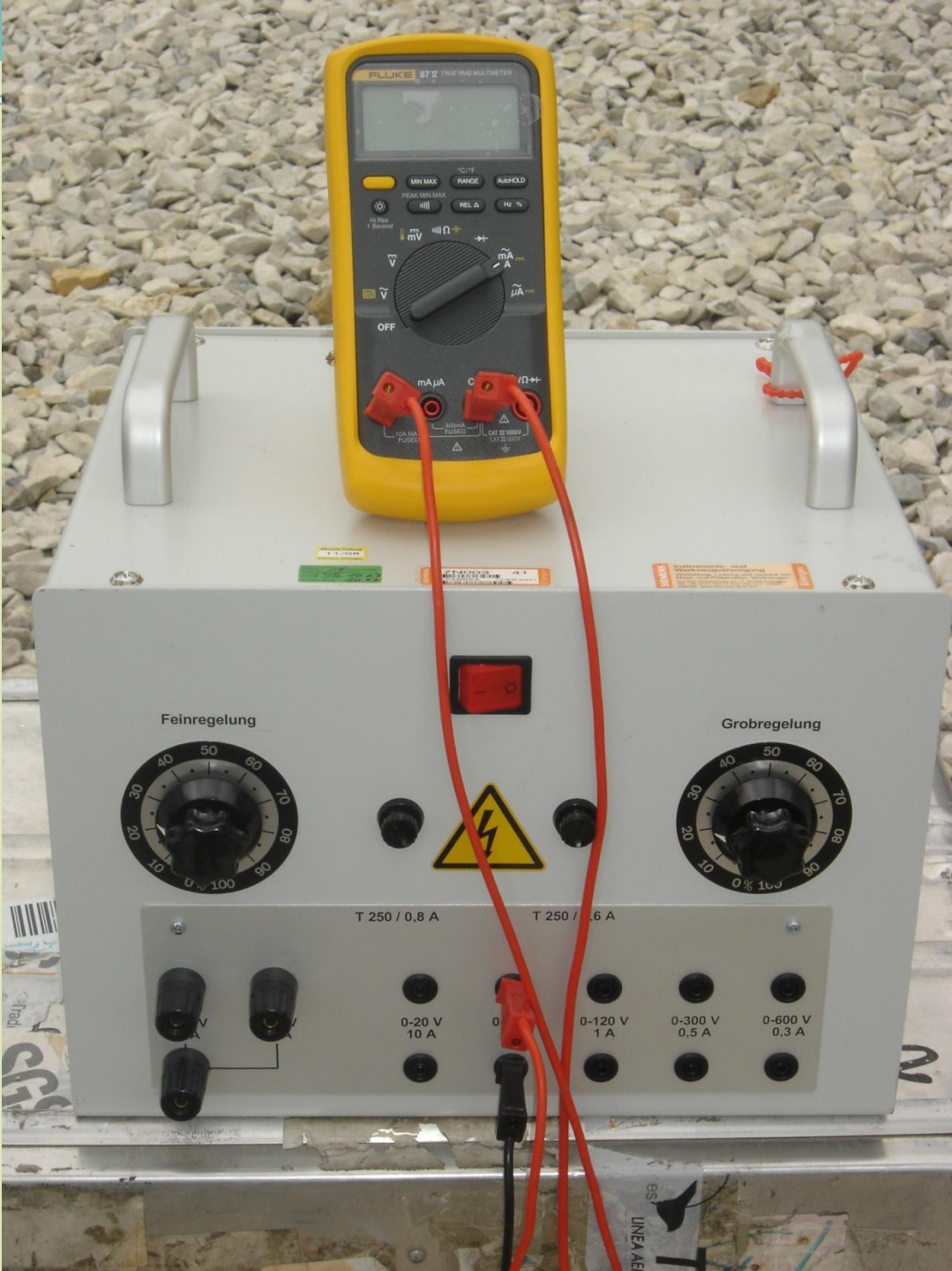


23 3:01PM



23
3:05PM





FLUKE 87V

FLUKE 87V TRUE RMS MULTIMETER

MIN MAX TO/FIT RANGE AutoHOLD

PEAK SEMI MAX REL Δ Hz %

Hz Bls 2 Source

mV Ω +

mA μA

OFF

mA μA Ω

10A MAX FUSED CAT II 1000V CAT III 600V

Feinregelung



Grobregelung



T 250 / 0,8 A

T 250 / 1,6 A



0-20 V

10 A



0-120 V

1 A

0-300 V

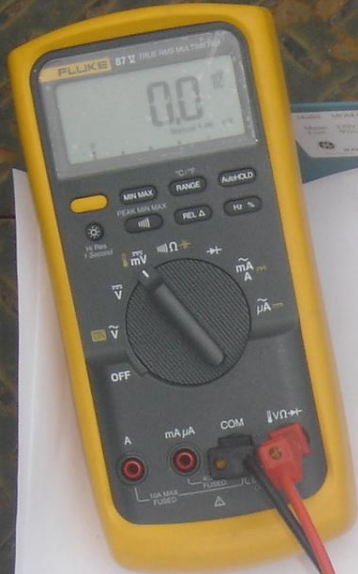
0,5 A

0-600 V

0,3 A







2803-00-06 Resistencia Conductores salubr 3

Condición	Indicador
+F08-Z1	Barra 1
+F08-Z1	Barra 1
+F08-Z1	Barra 2
+F08-Z1	Barra 1
+F08-Z1	Barra 1
+F08-Z1	Barra 1
+F08-Z1	Barra 1







U₅₀₁₁ 50.0kV Dist 50.1kV
 Dist: 178.37 Hz Zeit: 00:59:33
 Dist: 0.0 A Bereit

2299
 DKD-K-24501
 07-09

F1 HELP	F2 MENU	F3	F4	F5	F6	F7	F8
K1 MAIN SW. OFF	K2 MAIN SW. ON	K3 SETUP	K4 PC	K5 f ↓	K6 f ↑	K7 v ↓	K8 v ↑
K9 TEST START	K10 TEST STOP	K11 TEST END	K12 AUTO f	K13 DISPLAY TEST 1	K14 DISPLAY TEST 2	K15 DISPLAY PRESEL.	K16

⚠
 HELP
 SHIFT

7	8	9	0
4 ^D	5 ^E	6 ^F	.
1 ^A	2 ^B	3 ^C	+/-

▲

◀ ▶

▼

ESC

ACK

SHIFT INS DEL HELP ENTER

SIEMENS
MACHINE CONTROL UNIT

The keypad features a small LCD screen at the top. Below it is a grid of function buttons including: HELP, RESET, PAUSE, FEED, FEED HOLD, FEED RELEASE, FEED STOP, FEED STOP 1, FEED STOP 2, FEED STOP 3, FEED STOP 4, FEED STOP 5, FEED STOP 6, FEED STOP 7, FEED STOP 8, FEED STOP 9, FEED STOP 0, FEED STOP 1, FEED STOP 2, FEED STOP 3, FEED STOP 4, FEED STOP 5, FEED STOP 6, FEED STOP 7, FEED STOP 8, FEED STOP 9, FEED STOP 0. Below the function buttons is a numeric keypad (1-0) and a directional pad (up, down, left, right). On the right side of the keypad are buttons for ESC, ACK, and ENTER. The top right corner of the keypad has a red label with the number 0228.



Control and Feeding Unit RSE 70



P

Achtung





15

Filter
Flow Filter

Filter
Flow Filter

Filter
Flow Filter

SAFETY



PELIGRO PELIGRO PELIGRO PE

02-12





06/11/2008



gasdurchlässig
lassant passer le ga

gasdicht
étanche

MUTE
RESET
BATTERY
3-033-7002



hermétique

au gaz her







gasdurchlässig
lassant passer le ga

gasdicht
étanche



hermétique

au gaz her



Atención
No toque las partes calientes de
ninguna de las partes.
Caution
Do not touch the equipment before opening
the equipment enclosure.
Atención
No toque las partes calientes
antes de abrir el panel de control.

-053

Atención
No toque las partes calientes de
ninguna de las partes.
Caution
Do not touch the equipment before opening
the equipment enclosure.
Atención
No toque las partes calientes
antes de abrir el panel de control.

-02

P2

P2

P2

T2

T2

T2

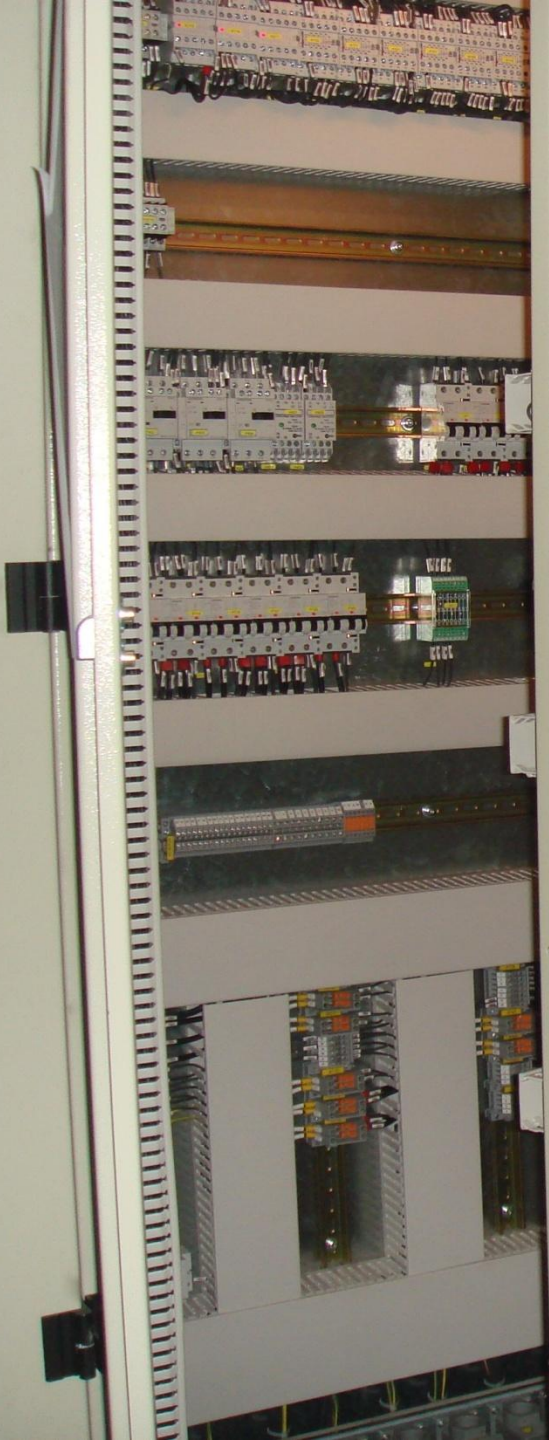
P1

P1











-Q53

Achtung
Vor Öffnen des Abdeckers etc.
Kontrollieren Sie die
Spannungssituation.

Caution
Do not open the equipment before
checking the voltage situation.

Atención
Reservados todos los derechos.
No se permite la explotación
económica ni la reproducción
total o parcial de esta obra.





06/12/2008









CONTROL Y PROTECCION
LINEA CATEG 1
10/1

PROTECCION Y CONTROL
TRANSFERENCIA
10/1

LOGGEDCOM



TRIFAZI
TRIFAZI
TRINITARIA

08/08/2009

SIPROTEC
SIC
SIPROTEC
SIC



08/08/2009



08/08/2009



08/08/2009



08/09/2009



08/13/2009



08/13/2009



08/16/2009













SIEMENS

CONTROL ROOMS
AREA CONTROL
UNIT

SIEMENS

CONTROL ROOMS
AREA CONTROL
UNIT

CONTROL ROOMS
AREA CONTROL
UNIT

CONTROL ROOMS
AREA CONTROL
UNIT







SIEMENS

657
89-074-C

658
89-074-C

659
89-074-D

89-071

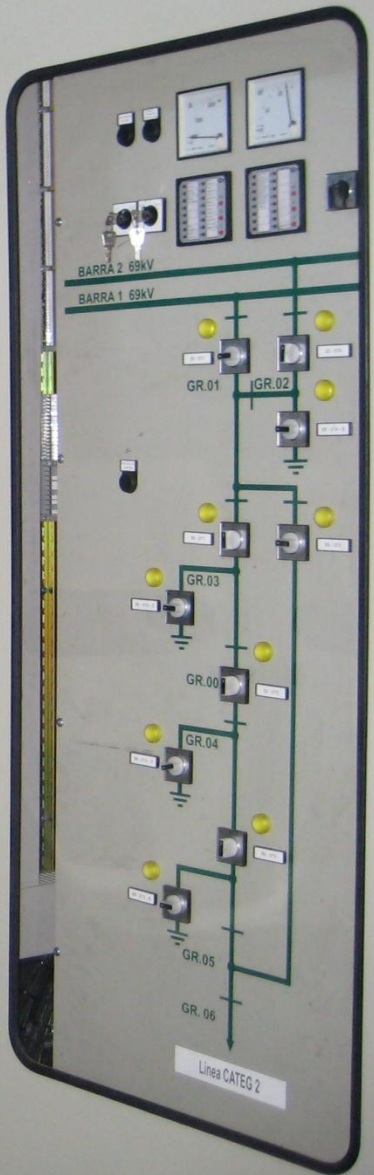
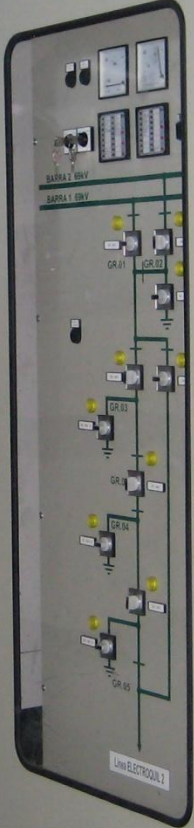
spezifica
Alancha au gaz
normativa si gaz

spezifica
Alancha au gaz
normativa si gaz

spezifica
Alancha au gaz
normativa si gaz

659
89-074-D

659
89-074-D





89-014-A

-08

-053

89-014-D

12-014-A

001

89-014-B

52-012







**MODERNIZACION
SUB-ESTACION SALITRAL
MODULO GIS 69KV
AGOSTO 2009**





CELEC
Corporación Eléctrica del Ecuador
TRANSELECTRIC

**MODERNIZACION
SUB-ESTACION SALITRAL
MODULO GIS 69KV
AGOSTO 2009**





CELEC
Corporación Eléctrica del Ecuador
TRANSELECTRIC

MODERNIZACION
SUB-ESTACION SALITRAL
MODULO GIS 69KV
AGOSTO 2009


CELEC
Corporación Eléctrica del Ecuador
TRANSELECTRIC

**MODERNIZACION
SUB-ESTACION SALITRAL
MODULO GIS 69KV
AGOSTO 2009**

GRACIAS!

