



**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS
METRO S.A.
GERENCIA CORPORATIVA DE INGENIERÍA**

**ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA
SUBESTACIONES DE RECTIFICACIÓN**

**REFUERZO SUBESTACIONES DE RECTIFICACIÓN DE LÍNEA 2
DEL METRO DE SANTIAGO**

0	12/06/19	Uso	A. R. N / F. E. J.	F. E. J	S. F. T.
B	29/04/19	Revisión	A. R. N / F. E. J.	F. E. J	S. F. T.
A	11/04/19	Revisión	A. H. B.	F. E. J.	S. F. T.
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
		L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0005			Página 1 de 119
					Revisión 0

Este Documento es propiedad de METRO S.A.

Se prohíbe su reproducción y exhibición, sin el consentimiento de METRO S.A.

El Documento, una vez impreso, se considera una copia NO CONTROLADA y puede estar obsoleta

Consulte la revisión actual en Departamento de Procesos y Calidad



APROBACIONES

GERENCIA COORPORATIVA DE INGENIERÍA		FIRMAS	FECHA
PREPARADO POR	R. N.		29.06.2019
REVISADO POR	F. E. J.		29.06.2019
APROBADO POR	S. F. T.		29.06.2019



CONTENIDO

CONTROL DE CAMBIOS.....	8
REFERENCIAS.....	8
1. OBJETIVO	10
2. ALCANCE	10
3. GENERALIDADES	11
3.1. Principio de Alimentación de las SER.....	11
3.2. Instalación de las SER.....	11
3.3. Condiciones Generales de Ejecución.....	14
3.4. Composición de los nuevos grupos en SER Franklin y Departamental.....	14
3.5. Composición de las nuevas celdas para la alimentación redundante en la SER Cisterna	16
4. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL.....	16
4.1. Principios de Operación	16
4.1.1. Grupo transformador-rectificador.....	16
4.1.2. Distribución tracción.....	18
4.1.3. Tratamiento de los automatismos de mando y control.....	18
4.2. Protecciones.....	19
4.2.1. Protección grupo transformador-rectificador.....	19
4.3. Automatismos	23
4.3.1. Fallas internas en la SER	23
4.3.2. Fallas en el sistema de tracción	24
4.3.3. Alimentación de servicios auxiliares	24
4.4. Funciones Particulares.....	25
4.4.1. Defecto de funcionamiento de los equipos de maniobra.....	25
4.4.2. Falta de tensión en media tensión	25
4.4.3. Detector de corto-circuitos	26
4.4.4. Controladores lógicos programables (PLC)	26



4.4.5. Automatismos entre los IA y el CTP.....	26
4.5. Mandos y Controles de las SER.....	27
4.5.1. Principio de mando y control.....	27
4.6. Integración con el Sistema SCADA.....	29
4.6.1. Mandos y señalizaciones locales.....	31
4.7. Enclavamientos.....	33
5. NORMAS.....	34
Power cab Tests for electric cables under fire conditions.....	35
Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame	36
Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity - Part 3: Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV tested in a metal enclosure.....	36
Tests on gases evolved during combustion of materials from cables.....	36
Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements	36
6. ESPECIFICACION TÉCNICA.....	36
6.1. Composición de los nuevos grupos.....	36
6.2. Condiciones de Operación e Instalación.....	37
6.2.1. Condiciones Sísmicas.....	37
6.3. Celdas de Media Tensión.....	38
6.3.1. Características generales.....	38
6.3.2. Juego de barras	39
6.3.3. Equipos de maniobra.....	39
6.3.4. Compartimiento de cables	40
6.3.5. Compartimiento de control	40
6.3.6. Transformadores de corriente.....	41
6.3.7. Otros componentes	42
6.3.8. Ensayos	44



6.4. Transformadores de Tracción.....	45
6.4.1. Características generales.....	45
6.4.2. Accesorios básicos.....	47
6.4.3. Ensayos	48
6.5. Cabinas Rectificadoras	49
6.5.1. Características generales.....	50
6.5.2. Dispositivos	51
6.5.3. Disposiciones particulares	52
6.5.4. Ensayos	53
6.6. Equipos de Tracción.....	54
6.6.1. Seccionadores de Aislamiento	54
6.6.2. Interruptores de vía.....	56
6.6.3. Seccionadores de vía	60
6.6.4. Contactor de tramo de protección.....	60
6.6.5. Ensayos comunes.....	61
6.7. Cableado de Tracción.....	65
6.7.1. Características.....	66
6.7.2. Conexión entre equipos y la vía	68
6.8. Servicios Auxiliares	68
6.8.1. Tablero de baja tensión.....	68
6.8.2. Cargador de baterías y baterías	73
6.8.3. Tablero de distribución de corriente continua	76
6.9. Mando, Control y Protección.....	77
6.9.1. Controladores lógicos programables.....	77
6.9.2. Detector de cortocircuitos.....	79
6.9.3. Relé de seguridad	80
6.9.4. Armario de control	80
6.10. Disposiciones particulares	81
6.10.1. Bloqueos y enclavamientos.....	81



6.10.2.	Circuitos de tierra.....	81
6.10.3.	Sensor de tensión negativo-tierra	83
6.10.4.	Cableado, conexión y enlaces internos de la SER.....	83
6.10.5.	Detección de incendios.....	83
6.10.6.	Sistema de ventilación	83
6.10.7.	Obras civiles	84
6.10.8.	Acabados.....	84
7.	LÍMITES DEL CONTRATISTA	85
7.1.	Mando Centralizado	85
7.1.1.	Línea piloto entre SER	85
7.1.2.	Panel disparo de zona.....	¡Error! Marcador no definido.
7.1.3.	Transmisión de información a distancia.....	86
7.1.4.	Seguridad y Lógica de tracción	86



ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

EL2	Extensión Línea 2
CDC	Centro de Distribución de Cargas
SER	Subestación Eléctrica de Rectificación
SAF	Subestación de Alumbrado y Fuerza
ILL	Seccionador de Llegada (subestación de rectificación)
ITM	Interruptor de Media Tensión (subestación de rectificación)
SAM	Seccionador de Aislamiento Manual (subestación de rectificación)
IA	Interruptor automático
SAIA	Seccionador de Aislamiento de Interruptor Automático
CTP	Contactador de Tramo de Protección
T1	Transformador 1
T2	Transformador 2
R1	Rectificador 1
R2	Rectificador 2
PCC	Puesto de Comando Centralizado
PCD	Puesto de Comando de la Distribución de Energía



CONTROL DE CAMBIOS

Rev.	Punto	Título	Modificación Realizada

REFERENCIAS

Ref. [N°]	Ref. [ID]	Nombre
	Documentos	
D1	Refuerzo SER L2 – EETT General	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0003
D2	Refuerzo SER L2 – EETT Sistema Distribución Media Tensión	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0004
D3	Refuerzo SER L2 – EETT Subestaciones de Rectificación	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0005
D4	Refuerzo SER L2 – EETT Sistema de Ventilación SER	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0006
D5	Refuerzo SER L2 – EETT Normas Sistema Eléctrico	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0007
D6	Refuerzo SER L2 – EETT Canalizaciones MT, BT y Tracción	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0008
D7	Refuerzo SER L2 – Espacios Disponibles y Estado Situación Actual de las SER	L2-1507013-00-5EN81-INF-0004
D8	Refuerzo SER L2 – Matriz de Requerimientos	L2-150200-IB-0-5EN-MAT-0001
	Planos	
P1	Franklin Ubicación Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0005
P2	Franklin Ubicación Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0006
P3	Franklin Diagrama Unilineal Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0007
P4	Franklin Diagrama Unilineal Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0008
P5	Departamental Ubicación Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0001
P6	Departamental Ubicación Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0002
P7	Departamental Diagrama Unilineal Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0003
P8	Departamental Diagrama Unilineal Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0004



P9	La Cisterna Ubicación Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0009
P10	La Cisterna Ubicación Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0010
P11	La Cisterna Diagrama Unilineal Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0011
P12	La Cisterna Diagrama Unilineal Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0012
P13	Refuerzo SER L2 - Diagrama Unilineal General MT	L2-150200-00-5EN-PLA-0001
P14	Refuerzo SER L2 - Diagrama Auxiliar BT Grupo Trafo-Rect SER	L2-150200-00-5EN-PLA-0002
P15	Refuerzo SER L2 - Modificación Sistema de Ventilación SER Franklin/Departamental	L2-150200-00-5EN-PLA-0003
P16	Refuerzo SER L2 - Recorrido de cables MT	L2-150200-00-5EN-PLA-0004
P17	Refuerzo SER L2 -Detalles canalizaciones CDC Franklin 2	L2-150200-ID-0-5EN-PLA-0001



1. OBJETIVO

La presente especificación técnica está orientada a la descripción de los requerimientos funcionales y técnicos necesarios para el estudio, el suministro, las pruebas en fábricas, instalación y pruebas en sitio de las subestaciones de rectificación (SER) que forman parte del proyecto Refuerzo Subestaciones de Rectificación de Línea 2 del Metro de Santiago

La potencia de cada grupo de las nuevas subestaciones es de 4500 kVA. Las ubicaciones de dichas SER (PK) y sus puntos de conexiones hacia las vías se indican en el plano [P16].

2. ALCANCE

La oferta técnica del Contratista comprende la ingeniería de detalle, equipamiento, materiales, herramientas y mano de obra necesaria para el diseño, fabricación, pruebas, suministro e instalación de acuerdo a las instrucciones, fichas técnicas y orden de compra, de todos los aparatos descritos en esta especificación.

Los equipos a suministrar deben cumplir con todos los detalles indicados en la presente especificación técnica, tanto en lo que se refiere a los requerimientos técnicos como a la descripción funcional y debe asegurar las compatibilidades funcionales entre los equipos ya en servicio, así como a nivel de las informaciones intercambiadas entre ellos y los puestos de comando a distancia.

El suministro corresponderá:

- Al equipamiento completo de dos grupos:
 - Un grupo de SER Franklin
 - Un grupo de SER Departamental

Cada grupo formado por rectificadores y transformadores de doce pulsos y sus correspondientes equipos de maniobra y de protección, tanto en media tensión (20KV), como en corriente continua (750 V).

- Las celdas de media tensión para la implementación de una alimentación redundante en SER La Cisterna.
- Todos los cables de potencia de media tensión y de mando y control.
- Refuerzo y reemplazo de los cables de tracción las SER Franklin y Departamental por cable ignífugo.



Además, se deberá considerar el suministro de cualquier equipo, herramienta ó elementos especiales necesarios para la instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento del equipo. Estos elementos se suministrarán como parte original del equipo principal y se deberá señalar claramente su función.

Exclusiones:

- Suministro e instalación de los equipos de iluminación y fuerza de la SER.
- Todo lo relacionado con obras civiles mayores y modificaciones estructurales.
- Todo lo relacionado con arquitectura.
- Mallas de tierra.
- Línea piloto.

3. GENERALIDADES

La presente especificación técnica detallada, es relativa al estudio, la fabricación, la instalación y los ensayos de equipos eléctricos de las subestaciones de rectificación (SER) que forman parte del proyecto Refuerzo de las Subestaciones de Rectificación de L2.

3.1. Principio de Alimentación de las SER

SEL-56

Cada grupo de las SER que serán reforzadas con el presente proyecto, estarán alimentados en media tensión a partir del CDC Franklin 2, por medio de un interruptor y de un cable de media tensión, cuya longitud depende de la ubicación de las SER.

Las SER aseguran la transformación de la media tensión a 750 V corriente continua, y alimentan las vías por medio de interruptores ultrarrápidos de corriente continua. La alimentación será del tipo "alimentación en paralelo" de las vías.

La potencia de grupo transformador-rectificador será de una potencia nominal de 4500 kVA (4000 kW). Además, los grupos deben asegurar una capacidad de sobrecarga del 50 % durante 2 horas y un consumo de 3 veces su corriente nominal durante un minuto, sin calentamiento anormal y sin requerir ventilación forzada.

[FIN]



3.2. Instalación de las SER

Las SER Franklin y Departamental se encuentran ubicadas en nivel superficie, en edificios cercanos a las estaciones Franklin y Departamental respectivamente. Estos edificios son recintos utilizados exclusivamente para albergar la subestación, y se comunican con el túnel de Metro mediante multiductos para canalizar cables.



Figura 1. Ubicación Subestación Franklin



Figura 1. Ubicación Subestación Departamental

El Contratista tendrá que prever un camión capaz de permitir el transporte de los equipos (transformadores, rectificadores, celdas, etc.) desde el lugar de carga hasta la SER.



Respecto a la SER La Cisterna, está se encuentra ubicada en la Estación La Cisterna, a nivel andén. El transporte de los equipos se debe realizar por trackmobile. El lugar de carga es en Talleres Neptuno.

SEL-57

La renovación y recirculación del aire debe estar asegurada por ventiladores instalados en el recinto, la modificación de la ventilación de las Subestaciones Franklin y Departamental debido a la incorporación de los nuevos grupos forma parte de los trabajos a desarrollar por el Contratista, los detalles se indican en el documento [D4].

[FIN]

Los planos de ubicación de los recintos, con la situación actual y proyectada, se entregan en los planos [1], [2], [5], [6], [9] y [10]

Se deja constancia al Contratista, que las dimensiones del edificio podrán ser ligeramente diferente de las que muestran los esquemas de la referencia.



3.3. Condiciones Generales de Ejecución

SEL-58

El material debe estar concebido para que se elimine todo riesgo de incendio. En particular, los equipos serán de materiales no combustibles y no propagadores de fuego, sólo se exceptuarán los cables de control BT al interior de los armarios en los recintos técnicos.

Todos los equipos funcionarán en su régimen de carga máxima sin necesitar de ventilación forzada.

Para minimizar el tiempo de falla producido en un equipo, los interruptores de alimentación en media tensión, así como los interruptores de corriente continua, serán extraíbles e intercambiables (a excepción de las SER La Cisterna). Estos aparatos estarán montados en carro con conexiones de media y baja tensión extraíbles. Las conexiones dispondrán de conectores apropiados para un posicionamiento preciso y sin ambigüedad.

[FIN]

SEL-59

Para todos los equipos móviles (transformadores, rectificadores, interruptores), el Contratista tendrá que estudiar y suministrar dispositivos de anclaje sólidos en la losa para los diferentes equipos. Estos equipos no presentarán holgura y no deberán obstaculizar las maniobras y los traslados.

[FIN]

SEL-60

El transformador de potencia y el rectificador, factibles de ser sustituidos periódicamente por razones de mantenimiento mayor, deben incorporar ruedas de arrastre de posición fija, adaptables por manipulación a un giro de 90 grados. Esta condición permite adaptar anclajes adecuados de montaje, seguros y de fácil operación para evitar desplazamientos por sismos.

[FIN]

3.4. Composición de los nuevos grupos en SER Franklin y Departamental

SEL-61

Cada nuevo grupo comprende esencialmente:



- Un nuevo tablero de BT, alimentado desde el existente tablero preferencial de la SER. Este tablero permite asegurar la alimentación de los auxiliares de la SER.
- Un sistema de baterías y cargador de baterías redundante, que entregue una alimentación de 125 V a equipos críticos para el mando, control y protección.
- Un conjunto de celdas de MT para el nuevo grupo transformador-rectificador, compuesto de celdas individuales que comprenden los aparatos de desconexión y de corte que permiten asegurar la protección de cada grupo transformador-rectificador.
- Un transformador de potencia de 4500 kVA de enfriamiento natural y de doce pulsos
- Un rectificador de 4000 kW de enfriamiento natural y de doce pulsos.
- Un seccionador manual y bipolar de desconexión del grupo, que asegura el seccionamiento de las polaridades positiva y negativa,
- Dos interruptores de vía, y seccionador de vía asociados.
- Nuevos cables de tracción para reemplazar y reforzar el cableado existente.
- Cableado de BT, control y comunicaciones.
- Canalizaciones y ferreterías.

En los nuevos grupos, las funciones de mando y control de los grupos y equipos de corriente continua serán realizadas localmente por controladores lógicos programables (PLC), que aseguren la recepción de los comandos y la transmisión de las señales de control propios para el buen funcionamiento de cada grupo, así como la elaboración de los automatismos locales y la consignación de eventos.

El mando y control de los nuevos grupos será independiente del mando y control de los grupos existentes.

Los diagramas unilineales de las SER Franklin y Departamental existente y proyectado se muestran en los planos [3], [4], [7] y [8]

[FIN]

Cada equipo contará con una ficha técnica adjunta en Anexo 1 – Fichas Técnicas que brinda: las características eléctricas y térmicas impuestas, las características que deberá precisar obligatoriamente el Contratista al entregar su oferta y las pruebas y ensayos a los que se deberá someter cada aparato.



3.5. Composición de las nuevas celdas para la alimentación redundante en la SER Cisterna

SEL-62

El suministro asociado a la SER La Cisterna comprende esencialmente:

- Una nueva celda MT con seccionador (SL) para la llegada del cable MT
- Una nueva celda MT con interruptor (ITM) para el grupo B de la subestación.
- Cableado de BT, control y comunicaciones.
- Canalizaciones y ferreterías.

El Contratista deberá integrar el mando y control de las nuevas celdas con el mando y control existente en la subestación.

El proyecto incluye el retiro y transporte a dependencias de Metro de la celda ITM (J03) que será reemplazada por las nuevas celdas, según se detalla en los planos [10] y [11].

El diagrama unilineal de la SER La Cisterna existente y proyectado se muestra en los planos [11] y [12].

[FIN]

Cada equipo contará con una ficha técnica adjunta en Anexo 1 – Fichas Técnicas que brinda: las características eléctricas y térmicas impuestas, las características que deberá precisar obligatoriamente el Contratista al entregar su oferta y las pruebas y ensayos a los que se deberá someter cada aparato.

4. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL

4.1. Principios de Operación

4.1.1. Grupo transformador-rectificador

SEL-63



El cierre del interruptor de salida de tracción (T), del CDC Franklin 2, pone bajo tensión al cable de media tensión que alimenta la SER.

Normalmente, este cable permanecerá bajo tensión y sólo se des-energizará por acción de una protección eléctrica ó por una eventual intervención sobre el mismo ó sobre el interruptor del CDC Franklin 2, a fin de evitar las sobretensiones ligadas a la puesta bajo tensión o fuera de tensión.

El cierre del ITM de la SER, pone bajo tensión el grupo transformador-rectificador.

Los equipos de alimentación y desconexión del grupo, hasta el seccionador de aislamiento manual incluido, normalmente serán tele-comandados y tele-controlados desde un puesto de operaciones ubicado en el PCD. También, serán tele-controlados desde el PCC.

Estos equipos también podrán ser comandados y controlados localmente, la elección del mando "local" o "remoto" se realizará desde la SER, después de previa coordinación con el operador del PCD, y será tal que impedirá toda dualidad de mando con el PCD.

[FIN]



4.1.2. Distribución tracción

El cierre voluntario del o de los IA permite alimentar la línea si no lo impide ningún automatismo, anulación voluntaria, protección del grupo transformador-rectificador o protección propia de la línea.

SEL-64

Los IA normalmente son tele-mandados y tele-controlados desde el PCC e igualmente tele-controlados desde el PCD.

Los IA también podrán ser comandados y controlados localmente, la elección del mando "local" o "remoto" se realizará desde la SER, previa comunicación con el operador del PCC, y será tal que impedirá toda dualidad de mando con el PCC.

El PCC podrá provocar la apertura de los IA y de los contactores tramo de protección por zonas, o para toda la línea, mediante un circuito de seguridad (disparo de una zona o disparo general), cualquiera sea la elección de mando local o a distancia.

[FIN]

Los IA, el CTP, los relés de control de la presencia tensión 750 V, los relés de control del valor de la tensión negativo-tierra, los Seccionador de salida 750V (SAIA) forman el sub conjunto llamado "vía".

4.1.3. Tratamiento de los automatismos de mando y control

SEL-65

Todas las funciones que aseguran la protección del grupo transformador-rectificador y de la línea serán realizadas a nivel de la SER por automatismos locales, que también utilizan una línea piloto de interconexión entre las SER, cuando las protecciones intervienen a nivel de una zona.

Estas funciones serán tratadas por los PLC de las SER. El Contratista debe estudiar y definir las funciones que serán duplicadas por una lógica cableada a fin de asegurar un funcionamiento de seguridad, cualquiera que sea el estado del PLC.

[FIN]



4.2. Protecciones

4.2.1. Protección grupo transformador-rectificador

SEL-66

De una forma general, las protecciones del grupo transformador-rectificador se clasificarán en dos niveles diferentes:

- Primer nivel : Alarma
- Segundo nivel: Avería grave

Una protección de segundo nivel ocasiona la apertura del interruptor ITM, y según el tipo de falla la apertura de los IA.

Todos los dispositivos de protección deberán estar constituidos por aparatos con funcionamiento de seguridad tales, que toda falla de un elemento, todo corte, incluso momentáneo y de corta duración de su alimentación auxiliar deberá provocar su accionamiento. Para limitar la cantidad y la importancia de las perturbaciones que puedan aparecer en operación, los componentes y equipos utilizados, así como los métodos de realización, serán de alta confiabilidad. El funcionamiento de las protecciones deberá seguir siendo satisfactorio para una baja del 10% de la tensión de alimentación de los auxiliares.

[FIN]

El Contratista tendrá que estudiar, instalar y poner en servicio las siguientes protecciones, cuya lista, no obstante, puede ser complementada.

SEL-67

- Para el interruptor de media tensión (ITM)
 - Una protección contra sobre-corriente y cortocircuitos.
 - Una protección homopolar contra todas las fallas a tierra.
 - Una protección por falta de tensión

[FIN]



SEL-68

- Para el transformador
 - Un relé térmico para los enrollados, con dos umbrales (alarma y falla)

[FIN]

SEL-69

- Para el rectificador
 - Según el tipo de diodos suministrados, bloques de protección individual de los diodos contra las sobretensiones que aparecen en sus bornes.
 - Los diodos estarán protegidos por fusibles con alto poder de corte. Cada fusible será de cuerpo sencillo y poseerá un indicador de fusión visible por afuera y un percutor de contacto eléctrico estanco al polvo e insensible a la humedad.
 - La función de los fusibles es asegurar la protección del rectificador contra los defectos internos (falla de un diodo). El fusible estará calibrado para no fundirse en caso de cortocircuito externo eliminado por las protecciones del grupo. Cada rama del rectificador es del tipo N+1. La falla de un diodo ocasionará una alarma y la falla de dos diodos ocasionará la detención del grupo.
 - Sistema de protección para sobretensión externa (alterna o continua) protegido por fusibles, con sus aparatos de control para el buen funcionamiento del conjunto.
 - Un relé de protección contra el aumento de la temperatura de unión de los diodos (con sensores colocados en los puntos más calientes de los brazos), con dos umbrales (alarma y falla).

[FIN]

SEL-70

- Para el conjunto transformador-rectificador
 - Se preverá una protección de sobrecarga ($3 \times I_n$ por 1 min) del tipo imagen térmica y la misma provocará la apertura del interruptor ITM.

[FIN]



SEL-71

- Para las instalaciones fijas
 - Un relé de falla a tierra de "grupo", que detecta la circulación de una corriente de falla en las estructuras metálicas del transformador, del rectificador o el SAM (polo de entrada) hasta la malla de tierra.
 - Un relé de falla a tierra de "vías", que detecta la circulación de una corriente de falla en las estructuras metálicas de los equipos de 750 V (IA, CTP, SAM (polo de salida) e SAIA) hasta la malla de tierra.
 - Cabe destacar que, si no se puede realizar, por la tecnología de construcción, la frontera entre circuito de tierra grupo y circuito de tierra vía que se establece entre los polos fijos y móvil del SAM, dicha frontera será trasladada al polo de salida del SAM.

[FIN]

SEL-72

- Protección contra fallas en la red de tracción
 - Corriente de cortocircuito máxima

Los cortocircuitos positivos-negativos en línea serán eliminados por los interruptores de vía equipados con un dispositivo interno de disparo que actúa por intensidad máxima.

Cuando el defecto, debido a su ubicación (punto kilométrico) o naturaleza, se traduce en una corriente de falla de un nivel inferior al umbral de regulación del dispositivo de disparo por sobre-intensidad del interruptor, en este caso el interruptor permanecería cerrado. Por lo tanto, se le deberá asociar el dispositivo complementario mencionado más abajo (el DCC).
 - Detector de cortocircuitos limitados (DCC)

Se emplearán dispositivos detectores contra cortocircuitos limitados, que permiten detectar solamente los aumentos de corriente que son inferiores al umbral de disparo del interruptor e insensibles a las corrientes de partida de los trenes. Esa detección llamada "detección por di/dt " provoca la apertura del interruptor IA.

Estos dispositivos comprenderán un circuito de prueba que se podrá aplicar ya sea automáticamente al efectuar la puesta bajo tensión, o bien manualmente por botón pulsador a fin de detectar las anomalías de funcionamiento interno. Se asociará a un relé de presencia de tensión de 750 V, utilizado para inhibir temporalmente el detector cuando se requiera forzar el cierre del disyuntor al cual está asociado. Este aparato



puede ser analógico o numérico y realizar otras funciones como registrador (registro de corriente y tensión, estado de actuadores y aparatos), secuencias lógicas de control ó envío de informaciones.

Si el DCC necesita un captor que tenga una alimentación auxiliar o que exista en el captor un umbral de valor bajo siempre permanente (offset), estos dos parámetros deberán ser vigilados permanentemente y en caso de no funcionar se señalará estas fallas provocando la apertura mantenida del aparato IA correspondiente.

Las nuevos DCC, por tema de compatibilidad con los equipos instalados en el grupo A, deberán ser idénticos a los existentes, es decir:

- Marca : SECHERON
- Modelo : SEPCOS 2

– Línea piloto de interconexión

Una línea piloto (cable no incluido en el suministro) conectará todas las SER de una misma zona de alimentación.

La excitación de esta línea ocasionará la apertura de todos los IA de la zona.

Para evitar toda paralización del tráfico ferroviario en la línea en caso de falla de la línea piloto de interconexión, ésta línea deberá ser del tipo de emisión, con sistema de vigilancia capaz de detectar antes de su excitación toda falla en su sistema o componentes. El Contratista de Energía deberá suministrar un dispositivo de prueba que permita verificar la continuidad de esta línea con y sin accionamiento de la orden de apertura de los IA de la zona, así como un sistema que permita ponerla fuera de servicio emitiendo la señalización correspondiente.

– Disparo de zona

En un panel de la SER estarán disponibles las informaciones correspondientes a las condiciones de apertura de zona. Las mismas ocasionarán, a través de un contacto y a través de un relé de seguridad, proporcionado por el Contratista Eléctrico, la apertura del interruptor por acción sobre la bobina de retención del IA.

– Control de la tensión riel-tierra

Un relé de tensión, conectado entre el negativo y el circuito de tierra de cada SER, permitirá controlar permanentemente la tensión riel-tierra.



[FIN]

SEL-73

- Protección de los circuitos auxiliares bajo tensión contra alimentación accidental de 750 V.

De una forma general, los cables auxiliares de los equipos de potencia, por donde se transmiten las informaciones necesarias para los comandos y controles y que puedan ponerse a un potencial accidental de 750 V estarán aislados galvánicamente por medio de un transformador de aislamiento o de un relé sobre aislado para cada información. Estos dispositivos estarán situados en el rectificador, interruptores y relés de presencia de tensión, así como relé de tensión riel/tierra.

[FIN]

4.3. Automatismos

4.3.1. Fallas internas en la SER

SEL –235

Toda avería de segundo nivel detectada en el grupo transformador- rectificador:

- Dejará sin tensión al grupo
- Desconectará el grupo por la apertura del ITM y los IA.

[FIN]

SEL-74

Las averías de segundo nivel tendrán dos tratamientos según el tipo de falla:

- Averías permanentes que bloquearán localmente la posibilidad de restablecimiento.
- Averías temporales (como sobrecarga) cuya señalización puede ser borrada desde el PCD permitiendo el restablecimiento.

[FIN]

SEL-75

Una falla de tierra del grupo provocará, solo para el grupo en falla, las siguientes acciones:

- La apertura y el bloqueo del ITM.



- La apertura de los IA, sin emisión de un orden de apertura en la línea piloto.

[FIN]

SEL-76

El accionamiento de los relés de falla a tierra "vía" provocará, para todos los grupos, las siguientes acciones:

- La apertura y el bloqueo del ITM.
- La apertura de los IA.
- La excitación mantenida de las líneas pilotos que provocan la apertura y el bloqueo de todos los interruptores de vía de las SER que alimentan las zonas de tracción que enmarcan la SER defectuosa.

Las fallas de tierra-grupo y tierra-vía deberán, cualquiera que sea el estado del funcionamiento del PLC, provocar la apertura de interruptores de la SER y/o de la zona según lo descrito anteriormente.

[FIN]

4.3.2. Fallas en el sistema de tracción

SEL-77

La detección de un cortocircuito en línea, ya sea por el DCC o bien por el dispositivo para máxima intensidad de los IA, provocará:

- La apertura del IA correspondiente.
- La excitación de la línea piloto durante un tiempo "t".
- El accionamiento de una lógica de control propia al interruptor IA, que asegurará el cierre automático del IA después de una temporización "T" ($t < T$) y si el IA abre nuevamente por defecto, la lógica asegurará el bloqueo abierto del IA y la excitación mantenida de la línea piloto.

[FIN]

4.3.3. Alimentación de servicios auxiliares

SEL-78



Los servicios auxiliares están alimentados por dos circuitos BT, procedentes de dos fuentes diferentes de los SAF correspondientes a los transformadores T1 y T2. Un dispositivo de transferencia entre las 2 fuentes T1 y T2, permitirá dejar el tablero de servicios auxiliares de la SER conectado con cualquiera de las 2 fuentes. En caso de que se pierda la fuente de alimentación de una de las llegadas normales de un SAF (ejemplo cable de enlace dañado) pero no por fallo del conjunto, se basculará automáticamente sobre la llegada proveniente del otro SAF.

A partir del tablero de servicios auxiliares, se alimentan los tableros BT de cada grupo, los cuales están destinados a alimentar el sistema de ventilación, consumos propios de los grupos de la SER y un conjunto cargador/baterías que entregarán, para cada grupo, la tensión continua para los circuitos de mando y control.

El contratista Eléctrico deberá considerar que las ondas de tensión y corriente auxiliar suministrada por los SAF puedan estar fuertemente perturbadas por armónicos, siendo de su responsabilidad sus sistemas de alimentación auxiliar normal, o de respaldo, para que no fallen totalmente y aseguren continuidad de suministro a fin de no perturbar los sistemas de mando control de la SER.

[FIN]

4.4. Funciones Particulares

4.4.1. Defecto de funcionamiento de los equipos de maniobra

En el caso en que un mando manual o automático no se ejecute después de un tiempo determinado, el PLC correspondiente elaborará y señalará en forma local y a distancia la información "movimiento demasiado largo" para el equipo involucrado.

[FIN]

4.4.2. Falta de tensión en media tensión

SEL-79

La caída de tensión en media tensión superior al 40% ocasionará, después de una temporización regulable de 0,1 s a 5 s, la apertura del interruptor ITM

El cierre del interruptor ITM será:



- Automático, si al abrirse por baja tensión, se restablece la tensión de media tensión en $\pm 10\%$ por más de 0,3 s.
- Manual, en el caso de que el interruptor se haya abierto previamente en forma voluntaria o por efecto de las protecciones o enclavamientos, exceptuando la protección de baja tensión.

[FIN]

4.4.3. Detector de corto-circuitos

SEL-80

La inhibición del DCC se transmite al cerrarse el IA si la tensión del lado vía está presente. Una falla del DCC genera la información "avería DCC".

[FIN]

4.4.4. Controladores lógicos programables (PLC)

SEL-81

En caso de falla de algún PLC, la información "watch dog" provocará la apertura de los interruptores ITM e IA respectivos y generará la información "defecto PLC" en forma local y a distancia como falla de comunicación. Esta información deberá ser transmitida a distancia a través de un contacto seco.

La transmisión en la línea piloto deberá ser tratada independientemente del PLC. Esto a fin de no disparar los IA de las subestaciones que la enmarcan en caso de indisponibilidad del PLC.

[FIN]

4.4.5. Automatismos entre los IA y el CTP

SEL-82

Los contactores de alimentación de los tramos de protección (CTP) se instalan en las SER Tipo S.

El cierre del CTP depende automáticamente del cierre de los interruptores IA e IAS. La apertura de uno de los dos interruptores de vía ocasiona la apertura del CTP.

La no apertura de uno CTP provoca la apertura y el bloqueo en la posición abierta de todos los interruptores de vía de la SER y simultáneamente la apertura de los interruptores que alimentan la zona y luego su nuevo cierre.

El no cierre de un CTP se señala en forma local y a distancia.



El estado de los CTP (abierto/cerrado) será transmitido al PCC el que, en su lógica tracción, elaborará una alarma "anomalía CTP".

[FIN]

4.5. Mandos y Controles de las SER

SEL-83

En situación normal de operación, las SER serán tele-mandadas y tele-controladas desde el PCD y el PCC, según el detalle de los puntos 5.1.1 y 5.1.2.

Sin embargo, en caso de avería del sistema de tele-transmisión, o por cualquier otra razón (mantenimiento, ensayos, etc.), será posible mandar y controlar localmente los equipos de la SER. Para este efecto, se prevén dos maneras:

- A través de un tablero de control de la SER
 - Los operadores tendrán a su disposición un visualizador para el despliegue de eventos e informaciones.
 - En modo local, se podrán operar los IA y los ITM
- En cada aparato:
 - Habrá un conmutador de mando local/remoto
 - En modo local, se podrán operar los aparatos directamente a pie de equipo.

[FIN]

4.5.1. Principio de mando y control

SEL-84

Toda avería (alarma y falla) será memorizada y señalada localmente, cualquiera sea la situación de mando y se deberá mantener desplegada cualquiera que sea el tratamiento a distancia de la información.

Las señalizaciones de fallas se realizarán de preferencia mediante un sistema de visualización alfanumérica. Esta señalización se fechará y memorizará localmente en los PLC.

La recuperación de los eventos se podrá realizar en forma remota o manualmente a través del visualizador o mediante la conexión de una estación de trabajo.

En posición "remota", el PCD realiza la toma en tele-comando del grupo y el PCC la de los interruptores de vía, los mandos locales se neutralizarán localmente.



Al efectuarse la toma de mando local en el tablero de control de la SER, los mandos remotos se neutralizarán localmente.

Al efectuarse la toma de un equipo en mando local, sólo los mandos del aparato involucrado se neutralizarán en el PCD y en el PCC.

[FIN]

SEL-85

Las posiciones relativas de cada uno de los conmutadores se traducirán por las posibilidades de mando siguientes:

- Tablero de control SER en local: solo mandos Abrir/Cerrar en local habilitados.
- Tablero de control SER en distancia: solo mandos Abrir/Cerrar en distancia habilitados.
- Equipo grupo o vía en local: mandos Abrir/Cerrar en local y a pie de equipo habilitados.

[FIN]

SEL-86

Los PLC vigilarán la posición de los conmutadores y los mandos de los aparatos quedarán activos en posición local y a pie de equipo cuando él o los PLC se encuentren fuera de servicio (Watchdog).

[FIN]

Las señalizaciones de la posición de todos los equipos de maniobra deberán estar activas, cualquiera que sea la situación de mando (local o a distancia).

SEL-87

En caso de falla del enlace de tele-transmisión, la SER permanecerá en su estado de alimentación, ya que su gestión está asegurada localmente por los PLC, cualquiera que sea la situación de mando local o a distancia.

Las indicaciones de fallas se borrarán, localmente por medio de botones o pulsadores. Botones o pulsadores similares se encontrarán en el PCD para permitir también borrar las informaciones a distancia.

[FIN]



4.6. Integración con el Sistema SCADA

SEL-88

Para el mando y control de los equipos, las SER se deben comunicar con dos sistemas SCADA distintos: el SCADA de Tráfico (PCC) y el SCADA de Energía (PCD). Para esto, el Contratista debe considerar la arquitectura que se muestra en la Figura 2.

Los equipos de campo se conectarán a los PLC mediante un enlace físico y un protocolo a definir durante la ingeniería de detalle.

[FIN]

SEL-89

Cada PLC se conectará a un switch de comunicación desde donde saldrán enlaces redundantes hacia: el armario de la RDE ubicado en la misma SER y el armario de comunicaciones ubicado en el local técnico. Los enlaces serán de tipo Ethernet o Fibra Óptica y el protocolo de comunicación a considerar es el IEC 104. Además, la información "watchdog", en caso de falla de algún PLC, deberá comunicarse a los armarios de mando centralizado mediante un contacto seco.

[FIN]

Los PLC se deben sincronizar con el servidor NTP del sistema de Comando Centralizado, de manera que todas las informaciones tengan su estampa de tiempo y se pueda realizar una correcta trazabilidad de los eventos.

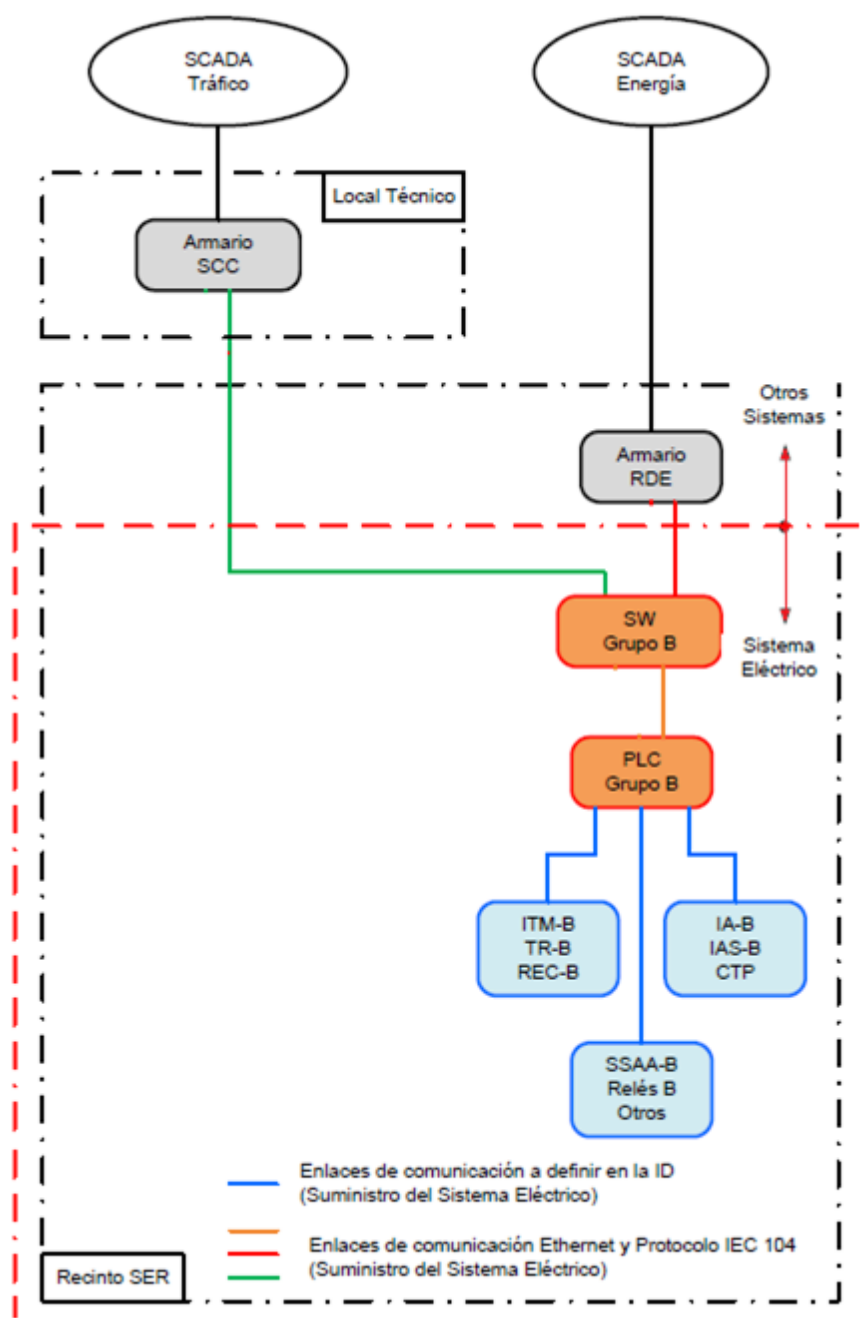


Figura 2. Arquitectura de comunicaciones del nuevo grupo.



4.6.1. Mandos y señalizaciones locales

SEL-90

Los PLC aseguran los mandos y vigilan la lógica de tracción. Los mandos de los aparatos quedarán activos en posición local en los mismos equipos cuando él o los PLC estén fuera de servicio (Watchdog).

En caso de falla de algún PLC, la información "watch dog" provocará la apertura de los interruptores ITM e IA respectivos y generará la información "defecto PLC" en forma local y a distancia como falla de comunicación. Esta información deberá ser transmitida a distancia a través de un contacto seco y cableada hasta los armarios de mando centralizado.

[FIN]

SEL-91

Las informaciones que se presentan a continuación se encontrarán disponibles para ser procesadas a nivel local en el visor alfanumérico asociado a los PLC.

Toda esta información deberá permitir al personal operar temporalmente las instalaciones de la SER y conocer, en caso de falla, la naturaleza precisa del defecto.

Se deben considerar como mínimo la información que se indica en el Anexo 3.

A modo referencial se deberá entregar como mínimo la siguiente información:

- Los siguientes mandos:
 - Apertura y cierre de los ITM
 - Apertura y cierre de los IA
 - Borrado de falla.
- Las señalizaciones de posición
 - ITM, SAM, IA, SAIA, CTP: abierto/cerrado
- Las señalizaciones de falla de los ITM
 - Presencia y ausencia de tensión de media tensión
 - Cortocircuito, sobre-corriente térmica, falla monofásica
 - Sobrecarga de grupo
 - Movimiento demasiado largo



- Las señalizaciones de falla de los transformadores de potencia
 - Temperatura alarma 1er umbral
 - Temperatura defecto 2do umbral
- Las señalizaciones de falla de los rectificadores
 - Falla en diodos rectificadores
 - Fusión fusible RC, si existe.
 - Temperatura alarma 1er umbral
 - Temperatura falla 2do umbral
 - Corriente de retorno
- Las señalizaciones de falla de cada IA
 - Falla DCC
 - Actuación DCC
 - Incidente de línea
 - Movimiento demasiado largo
 - Falla CTP
- Las señalizaciones de falla de cada grupo transformador-rectificador
 - Falla a tierra del grupo
- Las señalizaciones de falla de los conjuntos de equipos de 750 V
 - Falla a tierra vía
 - Primer nivel de tensión riel-tierra (registro)
 - Segundo nivel de tensión riel-tierra (señalizado)
- Las señalizaciones de falla de los sistemas de distribución de baja tensión
 - Falla del dispositivo de transferencia
 - Falla de la alimentación preferente
- Las señalizaciones de falla de los sistemas cargador/baterías
 - Falla del cargador de baterías
 - Paso a batería
 - Falla batería
- Las señalizaciones de falla para cada aparato que tiene alimentación auxiliar



- Falla alimentación auxiliares

Para los mandos y señalizaciones, se completará con todas las informaciones que se consideren necesarias en el transcurso de la ingeniería de detalles y según la tecnología de los equipos. Se deberá prever una reserva libre mínima de un 20%.

[FIN]

El proveedor deberá, en el transcurso de los estudios de ingeniería de detalles, entregar para aprobación una nota bajo forma de texto, de tabla o diagrama lógico, que exponga claramente las secuencias funcionales con todas las fallas posibles, desviaciones de funcionalidades y errores de maniobras. Dicha nota será la base de los programas de los PLC.

4.7. Enclavamientos

Anexo 2.



5. NORMAS

SEL-92

Los equipos que componen las SER deberán cumplir con las últimas revisiones de las siguientes normas:

- Celdas y equipos de maniobra de media tensión
 - IEC 62271-200 High Voltage Switchgear and Controlgear.
Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV.
 - IEC 62271-100 High Voltage Switchgear and Controlgear.
Part 100: Alternating-current circuit breakers.
 - IEC 62271-102 High Voltage Switchgear and Controlgear.
Part 102: Alternating-current disconnectors & earthing switches.
 - IEC 61869-1 Instrument Transformers.
Part 1: General Requirements.
 - IEC 61869-2 Instrument Transformers.
Part 2: Additional requirements for current transformers.
 - IEC 61869-3 Instrument Transformers.
Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers.
- Transformadores de tracción
 - IEC 60076-1 Power Transformers – General.
 - IEC 60076-2 Power Transformers – Temperature rise.
 - IEC 60076-3 Power Transformers – Insulations levels
Dielectric tests and external clearances in air.
 - IEC 60076-5 Power Transformers.
Ability to withstand short-circuit.
 - IEC 60076-11 Dry Type Transformers.
 - IEC 60146-1-3 Semiconductor Convertors.
General requirements and line commutated convertors – Part 1-3 – Transformares & reactors



- Rectificadores de tracción
 - IEC 60146-1-1 Semiconductor Convertors.
General requirements and line commutated convertors – Part 1-1 – Specifications of basic requirements.
 - IEC 60146-1-2 Semiconductor Convertors.
General requirements and line commutated convertors – Part 1-2 – Application guide.
 - EN 50328 Railway Applications - Fixed Installations.
Electronic power converters for substations.
- Equipos de maniobra de tracción
 - EN 50123-1 Railway Applications - Fixed Installations.
D.C. switchgear - Part 1: General.
 - IEC 50123-2 Railway Applications - Fixed Installations.
D.C. switchgear - Part 2: D.C. circuit breakers.
 - IEC 50123-3 Railway applications - Fixed Installations.
D.C. switchgear - Part 3: Indoor D.C. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches.
- Cables de tracción
 - IEC 60502-1 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)
 - IEC 60331 Power cab Tests for electric cables under fire conditions



- IEC 60332 -1-2 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame
- IEC 60331-3-24 Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity - Part 3: Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV tested in a metal enclosure
- IEC 60754 Tests on gases evolved during combustion of materials from cables
- IEC 61034-2 Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements

[FIN]

6. ESPECIFICACION TÉCNICA

6.1. Composición de los nuevos grupos

SEL-93

Los nuevos grupos de las SER Franklin y Departamental estarán compuestos esencialmente por:

- Una celda de llegada de media tensión con seccionador (ILL) de 630 A.
- Una celda de media tensión con interruptor (ITM) de 630 A.
- Una celda de salida de media tensión con seccionador (IS) de 630 A.
- Un transformador de tracción 4500 kVA (2 x 2250 kVA).
- Un rectificador de tracción 4000 kW (2 x 2000 kW).
- Un seccionador manual bipolar (SAM) de 8000 A.
- Interruptores de vía ultrarrápidos (IA) y sus correspondientes seccionadores asociados (SAIA). Las cantidades serán:



- Dos interruptores y seccionadores de 8000 A.
- Un tablero de baja tensión para la alimentación auxiliar de la SER.
- Sistema auxiliar de baterías y cargador de baterías redundante, para alimentación 125 V de equipos críticos.
- Nuevo cableado de tracción para reemplazar y reforzar el existente.
- Un sistema de ventilación forzada

[FIN]

SEL-94

En el caso de la SER La Cisterna, se debe considerar el siguiente suministro:

- Una celda de llegada de media tensión con seccionador (ILL) de 630 A.
- Una celda de media tensión con interruptor (ITM) de 630 A.

[FIN]

6.2. Condiciones de Operación e Instalación

SEL-95

Las SER reciben alimentación de media tensión en 20 kV. La tensión continua nominal de salida de los grupos transformador-rectificador será 750 V.

Los transformadores deberán ser diseñados para poder trabajar con rectificadores de 12 pulsos.

Todos los equipos que componen las SER deberán ser aptos para uso interior.

[FIN]

6.2.1. Condiciones Sísmicas

Los diseños de los equipos en la SER deben cumplir con los criterios antisísmicos definidos en el documento "Especificaciones técnicas generales de Diseño Sísmico, ETG 1.020 de ENDESA".

Todos los equipos suministrados serán diseñados para soportar los siguientes requerimientos:

- Movimiento Horizontal



- Bajo 0,2076 Hz : 30 cm como desplazamiento máximo con respecto al punto de reposo
- Entre 0,2076 y 1,3 Hz : Velocidad máxima 60 cm/s.
- Sobre 1,3 Hz : Aceleración máxima 0,5 g.
- Movimiento Vertical
 - Bajo 0,78 Hz : 30 cm como desplazamiento máximo con respecto al punto de reposo.
 - Sobre 0,78 Hz : Aceleración máxima 0,3 g.

Los equipos serán diseñados para soportar los esfuerzos originados por las aceleraciones sísmicas especificadas cuando dichos esfuerzos se suman a los esfuerzos estáticos y dinámicos generados en funcionamiento normal. Todos los equipos serán diseñados para permitir el funcionamiento normal de dichos equipos tanto durante como después del sismo.

6.3. Celdas de Media Tensión

SEL-96

Las celdas estarán constituidas por gabinetes metálicos modulares y albergarán: un juego de barras en su parte superior, un equipo de maniobra con medio de corte en vacío o SF6, un compartimiento de conexión para cables de poder en su parte inferior, un compartimiento de control y transformadores de corriente y potencial.

Las características eléctricas principales serán:

- Clase de Aislación : 24 kV
- Tensión de Servicio : 20 kV
- Corriente Juego de Barras : 630 A
- Corriente Térmica por 1s : 16 kA
- Corriente de Cortocircuito Dinámico : 40 kA_{peak}

[FIN]



6.3.1. Características generales

SEL-97

Las celdas serán de clasificación IAC: A-FLR, según norma IEC 62271-200 y categoría LSC2B-PM.

Deberán ser auto-soportadas y tener la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación, operación, sismos y cortocircuitos.

El diseño será de tal modo que se evite el acceso a partes energizadas durante la operación normal y labores de mantenimiento.

[FIN]

6.3.2. Juego de barras

Las celdas contarán con un juego simple de barras diseñado para las capacidades nominales y de cortocircuito indicadas en el punto 6.4.

Todas las partes metálicas no conductoras se conectarán a la barra de tierra.

6.3.3. Equipos de maniobra

SEL-98

Las celdas contendrán un equipo de maniobra que podrá ser: un seccionador bajo carga o un interruptor. Todos los equipos de un mismo tipo deberán ser intercambiables entre sí.

- Seccionador bajo carga

El seccionador será tri-polar, rotativo, de ejecución fija y con mando manual de tres posiciones: abierto, cerrado y puesta a tierra, que permitirá comunicar el embarrado con los cables de llegada, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra los cables de llegada de media tensión.

- Interruptor

Los interruptores serán de ejecución extraíble, de energía acumulada por resorte accionado por motor, tripolares, con mecanismos de cierre y apertura operados eléctricamente. El resorte será cargado automáticamente después de completada una operación de cierre o apertura. Se deben proveer carros que permitan insertar o retirar los interruptores.



Los poderes de corte y cierre de los interruptores son: 16 kA y 40 kA_{peak} respectivamente.

La secuencia de operación será: O – 0,3s – CO – 3min – CO.

La apertura y cierre de los interruptores se podrá realizar a través de un sistema de mando eléctrico. Además, deberán contar con sistema de apertura y cierre mecánico.

Contarán con contactos de posición para el interruptor, de carrera para el motor y de posición del carro, de tipo seco, libres de potencial, y eléctricamente independientes.

[FIN]

6.3.4. Compartimiento de cables

SEL-99

Las celdas deberán contar con facilidades para la conexión, por la parte inferior, cables de 240 mm² de sección y aislación XLPE.

[FIN]

6.3.5. Compartimiento de control

Las celdas tendrán un compartimiento de baja tensión donde irán los auxiliares de baja tensión y las unidades de medida, protección y control.

La aislación de los cables de control deberá ser de tensión nominal 0,6/1 kV, clase 90 °C, libre de halógenos, resistente a la llama y humedad.

La sección de los cables para circuitos de control será de 2,5 mm², mientras que para los circuitos de corriente serán de 4 mm². Para cablear los secundarios de los transformadores de corriente y potencial, se utilizarán cables de 6 mm².

Los cables de control deberán ser de cobre flexible de diecinueve (19) hebras como mínimo; llevarán identificación indeleble en los extremos del tipo dirigida indicando origen – destino y sus extremos irán con terminales prensados.

Los cables de control se dispondrán ordenadamente y terminarán en bloques de conexión. No se admitirá acometida directa a elementos. Los secundarios de los transformadores de corriente y potencial terminarán en bloques de conexión seccionables o corto-circuitables, según sea el caso.



Se deberá proveer como mínimo un 20% de borneras de reserva. Las regletas de terminales serán numeradas correlativamente y serán accesibles desde el frontis de cada celda en el compartimiento de baja tensión.

La protección de los diversos circuitos se hará con protecciones adecuadas para corriente continua con contactos auxiliares.

6.3.6. Envolverte

SEL-100

La envolverte metálica de las celdas estará fabricada con chapas galvanizadas u otro material que presente una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior además de la protección contra daños mecánicos según grado de protección IP 31.

Todas las superficies exteriores de la envolverte deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosiva, según las recomendaciones de las normas reconocidas al respecto.

Las superficies que no estén pintadas, deberán estar protegidas contra la corrosión por galvanización de acuerdo con la norma ISO 1461.

[FIN]

6.3.7. Placa de seguridad

SEL-101

Las celdas aisladas en SF6 estarán provistas en la cuba de gas de una placa de seguridad que en el caso de producirse un arco interno facilite la salida de los gases producidos mediante su apertura.

Dicha placa de seguridad estará situada y diseñada de tal forma que la proyección de los citados gases no pueda incidir sobre el operador ni dañar los cables de media tensión.

[FIN]

6.3.8. Transformadores de corriente

SEL-102

Las celdas con interruptor vendrán con transformadores de corriente con núcleo para protección, encapsulados en resina epóxica. Los transformadores tendrán las características señaladas a continuación:



- Corriente primaria nominal : 150 A
- Relación de transformación : 150 / 5 A
- Factor térmico nominal : 1,2
- Núcleo de Protección
 - Burden : ≥ 10 VA
 - Clase de precisión : 5P
 - Factor límite de precisión : 10

[FIN]

6.3.9. Otros componentes

SEL-103

- Unidad de protección

En esta unidad debe permitir programar las siguientes funciones:

-
- Cortocircuito
- Sobrecarga
- Falla homopolar
- Celda en local/remoto
- Falla mando del interruptor
- Falta de tensión auxiliar
- Falla relé de protección/equipo de medida
- Borrado de falla
- Sobrecorriente de fase instantáneo 50
- Sobrecorriente de tiempo inverso 51
- Sobrecorriente residual instantáneo 50R
- Sobrecorriente residual de tiempo inverso 51R
- Bajo Voltaje 27
- Función Lock out 86
- Presión SF6



- Contador de operaciones
 - Corriente
 - Tensión
- Indicadores de presencia de tensión

Se proveerán detectores capacitivos de presencia de tensión para todas las fases.

Estos detectores capacitivos se proveerán con indicadores luminosos tipo neón que se ubicarán en el frente de las celdas.

Estos divisores entregarán una muestra de tensión a la unidad de protección (función 27).
- Enclavamientos

Las celdas deberán contar con las facilidades para implementar todos los bloqueos y enclavamientos indicados en el Anexo nº2 del presente documento.
- Dispositivo Anti-bombeo
- Presostato con contacto, que indique una alarma para el caso de baja presión de gas SF₆
- Cada celda de media tensión deberá tener los accesorios siguientes:
 - Palanca para operación manual.
 - Palanca removible, para cargar manualmente el mecanismo de operación del aparato.
 - Motor para cargar mecanismo de operación del aparato.
 - Contador de maniobras.
 - Cajas de conexión para probar o medir en seguridad los circuitos de transformadores de corriente y de transformadores de potencial en las celdas que llevan este tipo de transformadores.
 - Para cada ITM se debe suministra un carro para el interruptor extraíble.
 - Esquema sinóptico.



[FIN]

6.3.10. Ensayos

SEL-104

- Ensayos individuales

Se efectuarán a una celda de cada tipo, todos los ensayos definidos en las normas IEC 62271-100/102/200. El Contratista podrá presentar certificados de ensayos realizados en laboratorios independientes sobre interruptores idénticos a los solicitados.

- Medida de la resistencia del circuito principal.
- Ensayo de calentamiento.
- Ensayo de cortocircuito soportado (intensidad térmica y de pico).
- Verificación del grado de protección IP.
- Ensayos ambientales, mecánicos y compatibilidad electromagnética.
- Ensayos de capacidad de corte y capacidad de cierre.

- Ensayos de recepción

Salvo indicación en contra, los ensayos de recepción se llevarán a efecto en los laboratorios del fabricante, notificando a Metro S.A por escrito con 30 días de antelación la disponibilidad de los aparatos para las pruebas, a las cuales Metro S.A. podrá participar.

Se deberán entregar certificados de los ensayos de rutina de las celdas definidos por las normas IEC 62271-100/102/200:

- Comprobación de características generales.
- Comprobación visual.
- Verificación del marcado de bornes.
- Medida de la resistencia del circuito principal.

6.3.11. Condiciones de instalación de las cabinas

SEL-105

Todas las cabinas deberán estar rígidamente fijadas al suelo. El Contratista instalará y regulará el material a un nivel determinado, tomando en cuenta cierta cantidad de perfiles especiales con los que asegurará un primer sellado. Será el responsable de la buena resistencia de las fijaciones. El acabado de los suelos es



responsabilidad de la empresa de ingeniería civil, a la que supervisará la calidad de la ejecución.

Se debe contar con un espacio libre de aproximadamente 1 m en la parte delantera de la cabina para las maniobras del interruptor.

Cada cabina comprenderá una barra de tierra de cobre con sección apropiada a la que se conectarán las diferentes masas de los componentes de la cabina. Las conexiones de las pantallas de los cables se dimensionarán en función de la corriente máxima de falla teóricamente limitada a 1 kA durante 3 segundos.

Las barras de tierra de las diferentes cabinas se pondrán en continuidad para constituir un colector común a conectar en dos puntos a la malla de tierra de la subestación. Su dimensionamiento se calculará en función de la corriente máxima de fallo.

[FIN]

6.4. Transformadores de Tracción

6.4.1. Características generales

SEL-106

Los transformadores de tracción serán intercambiables entre sí y montados sobre ruedas.

Los transformadores de tracción deberán poder funcionar con una temperatura ambiente de 40°C de forma continua, y con enfriamiento natural.

En cada SER existirán dos transformadores, uno provisto de un devanado primario conectado en estrella, un devanado secundario en estrella y un devanado terciario conectado en triángulo.

[FIN]

SEL-107

Los arrollamientos primarios se deben encapsular en resinas epoxi en vacío y deben ser al menos de clase F. Los arrollamientos secundarios podrán ser únicamente impregnados. La superficie del encapsulado debe ser suave y completamente estanca a la humedad y el polvo.



No se aceptarán transformadores con aristas o rugosidades extremas en la superficie de los encapsulados.

[FIN]

SEL-108

Los transformadores deben estar provistos de un dispositivo de regulación de tensión en vacío que permita variar la relación de transformación de forma que sea posible regular la tensión a flujo constante (RFC). Dicho dispositivo debe situarse en el arrollamiento de mayor tensión. Las diferentes tomas deben conectarse mediante puentes móviles o desmontables. No se admitirán cables de conexión para seleccionar la toma.

[FIN]

Los conmutadores deben ser mecánica y eléctricamente robustos, dispuestos para una conveniente inspección y mantenimiento y deben ser particularmente resistentes a las sobrecargas y cortocircuitos.

SEL-109

Las características principales de los transformadores serán:

- Tensión primaria de servicio : 20 kV
- Tensiones secundarias : 595 V
de servicio
- Relación de Fases : Yy0d11 ó Dy11d0
- Potencia nominal : 2 x 2250 kVA
- Sobrecargas admisibles : 50% durante 2 horas (1,5 x In)
200% durante 1 minuto (3 x In)

[FIN]

SEL-110

En cada SER, se considera la construcción de una nueva sala que permita confinar el espacio de instalación de los nuevos transformadores, según se describe en el documento [D4]. La nueva sala deberá estar provista con puertas y enclavamientos con los equipos de maniobra y desconexión de media tensión según se detalla en el anexo II.



De forma alternativa, y dependiendo de las dimensiones del equipo propuesto, el transformador podrán instalarse en el espacio de confinamiento del ventilador existente. En este caso, se deberá construir una sala para instalar el nuevo rectificador.

[FIN]

SEL-111

Los transformadores estarán provistos de un sistema de protección térmica mediante sondas Pt100, y un equipo de control que sea capaz de interpretar la señal ofrecida por aquéllas, por ejemplo, una centralita de sondas Pt100 o un relé multifunción compatible con ellas.

A cada arrollamiento de baja tensión se le debe asociar una sonda Pt100 apantallada de forma que se pueda controlar gradualmente su nivel de temperatura. Como mínimo, las sondas deben ser adecuadas para medir la temperatura en el intervalo de 0 °C hasta 200 °C.

Las sondas deben ir colocadas en vainas dispuestas al efecto en las partes activas del transformador. Se debe detectar la temperatura de la parte más crítica: el extremo superior del arrollamiento de baja tensión. Deben ir cableadas hasta un bornero colocado en el interior de una caja situada en el propio transformador, desde el cual se conducirá la señal a la centralita de control.

[FIN]

SEL-112

El chasis del transformador estará aislado de la tierra para permitir detectar una corriente de fuga a través de masa.

[FIN]

6.4.2. Accesorios básicos

SEL-113

Aparte de los componentes básicos para el funcionamiento de los transformadores, éstos deben ir provistos como mínimo de:

- Sondas Pt100
- Relé de control de la temperatura
- Ruedas.
- Ganchos de izado



[FIN]

6.4.3. Ensayos

SEL-114

- Ensayos individuales

A continuación, se indica la lista de ensayos e inspecciones mínimos a realizar en la totalidad de transformadores suministrados:

- Comprobación de las dimensiones, de las conexiones y de los accesorios con arreglo a los planos aprobados.
- Verificación de la existencia de los sistemas de protección.
- Verificación de los bornes de tierra.
- Medida de la resistencia de los arrollamientos.
- Medida de la relación de transformación y verificación del acoplamiento.
- Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío.
- Medida de la impedancia de cortocircuito y de las pérdidas debidas a la carga.
- Medida de las descargas parciales
- Ensayo de tensión aplicada
- Ensayo de tensión inducida.

Se exigirá un certificado de los resultados de los ensayos e inspecciones individuales.

[FIN]

SEL-115

- Ensayos de tipo

Sobre cada tipo de transformador, se realizarán los ensayos tipo definidos en las normas IEC 60076-1@5 /60076-11. Como mínimo se contempla el desarrollo de los siguientes ensayos:

- Ensayo de calentamiento.
- Ensayo de impulso tipo rayo.
- Medida del nivel de ruido.



Se exigirá un certificado de los resultados de los ensayos de tipo.

Salvo indicación en contra, los ensayos tipo se llevarán a efecto en los laboratorios del fabricante, notificando por escrito a Metro S.A con 30 días de antelación la disponibilidad de los aparatos para las pruebas, a las cuales Metro S.A. podrá participar.

[FIN]

SEL-116

- Ensayos especiales

El ensayo especial con carácter general no será necesario su realización, sólo se realizarán si no se entregan certificados de un laboratorio reconocido en el que conste la realización de los ensayos indicados más adelante, para un transformador de una potencia asignada igual, o superior, a los suministrados.

Los ensayos a considerar son:

- Aptitud térmica para soportar cortocircuitos.
- Aptitud para soportar los efectos dinámicos de cortocircuito.
- Ensayo de aptitud ante el fuego. Se exige la clase F1.
- Ensayo de choque térmico. Se exige la clase C1.
- Ensayo de aptitud a las clases ambientales. Se exige la clase E2

[FIN]

6.5. Cabinas Rectificadoras

SEL-117

Los rectificadores serán de ejecución extraíble y de 12 pulsos. Cada rectificador trabajará con el transformador correspondiente definido en el párrafo anterior. En el período de garantía se realizarán registros de armónicas en varias ocasiones a fin de comprobar las características definidas por el Contratista.

Todos los carros serán intercambiables entre sí.

El chasis estará formado por un cuadro metálico con cuatro ruedas orientales. Sobre este cuadro se fijarán dos paredes laterales aislantes, las cuales servirán de base a las barras conductoras de corriente alterna y colectoras de corriente alterna.

El cuadro metálico estará fabricado con chapa galvanizada u otro material que presente una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de



todas las partes móviles alojadas en su interior además de la protección contra daños mecánicos según grado de protección IP 31.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosivo, según las recomendaciones de las normas reconocidas al respecto.

Las superficies que no estén pintadas, deberán estar protegidas contra la corrosión por galvanización de acuerdo con la norma ISO 1461.

Estas barras se colocarán en posición horizontal formando un conjunto perfectamente rígido.

El carro dispondrá de dos posiciones claramente estables: conectado y extraído, y además incorporará un dispositivo de enclavamiento que impida cualquier maniobra si el ITM correspondiente se encuentra cerrado. A su vez, no se permitirá el cierre del ITM mientras se esté efectuando la maniobra en el carro.

La extracción del carro se realizará por la parte delantera.

[FIN]

6.5.1. Características generales

SEL-118

Cada rectificador podrá funcionar en los regímenes de sobrecarga especificados en la norma EN 60146-1 Clase VI.

Los diodos estarán montados entre dos radiadores y fijados a presión calibrada. Para el montaje de los diodos se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Entre fusible de diodos y pletinas colectoras se utilizarán trenzas de cobre extraflexible, para facilitar las operaciones de cambio de diodos.
- La alimentación de corriente alterna se realizará a través de un único punto de contacto de gran sección, para evitar puntos calientes.
- Utilización de radiadores compartidos para tres diodos.
- Cada diodo estará protegido por un fusible de protección, el cual dispondrá de micro-contacto de indicación de su estado.



El rectificador tendrá que poder soportar sin fusión ni avería, un cortocircuito franco en barras de salida durante 200 ms, con una temperatura ambiente de 40°C y un incremento de +10% de la tensión nominal de la red.

[FIN]

SEL-119

Las características generales del rectificador serán las siguientes:

- Tensión continua en vacío : 809 V
- Potencia nominal : 2 x 2000 kW
- Corriente nominal : 5333 A
- Sobrecargas admisibles : 50% durante 2 horas (1,5 x In)
200% durante 1 minuto (3 x In)

[FIN]

6.5.2. Dispositivos

SEL-120

Se encontrarán los siguientes elementos de protección y medida:

- Cada diodo estará protegido por un fusible de alto poder de corte, con indicador de fusión y percutor de contacto eléctrico estanco al polvo e insensible a la humedad.
- Los bloques de protección individual de los diodos de tipo RC.
- Condensadores y resistencias para eliminar las sobretensiones que se producen en los circuitos alternos y continuos del rectificador, junto a sus respectivos fusibles con indicadores de fusión.
- Un dispositivo de control de la temperatura de los diodos con dos umbrales.
- Una protección contra corriente de retorno.
- Todas las protecciones y elementos complementarios que el Contratista considerará necesarias para el buen funcionamiento del grupo.

[FIN]



6.5.3. Disposiciones particulares

Se deberán respetar las disposiciones enumeradas a continuación:

- Los cables de los dispositivos de protección (termostatos, detección de fusión de fusibles, etc.), estarán particularmente expuestos al potencial de 750 Vcc, por lo que deberán aislarse respecto a los cables de la subestación de rectificación por medio de equipos apropiados de aislamiento que cumplan con la tensión de ensayo 8 kV - 50 HZ-1 min entre el circuito de entrada conectado en el rectificador y el circuito de salida conectado al sistema de mando control de la SER.
- Todos los cables de estos circuitos aislados se someterán a una tensión de ensayo de 8 kV -1 min - 50 Hz, aplicada entre su circuito de conjunto y la estructura.
- Con el rectificador des-energizado, deberá ser posible acceder a todos los diodos y fusibles de protección, debiendo también ser visibles los indicadores de fusión.
- Cada diodo, y cada fusible, se deberán poder desmontar con facilidad para permitir reemplazarlos rápidamente en los lugares de servicio.
- La alimentación alterna del rectificador desde el secundario del transformador, así como el enlace con los juegos de barra positivo y negativo, se realizarán por cables flexibles atornillados sobre estas placas de conexión de cobre estañado.
- Los circuitos auxiliares del carro rectificador estarán conectados a una caja fija por cables multi-conductores flexibles, equipados con conectores múltiples que impida toda conexión errónea.
- Un dispositivo que permita fijar las tomas multifichas en el bloque rectificador al desplazar este último.
- Los cables serán de conductores flexibles de cobre, ya sea soldados a los aparatos interponiendo una placa de bornes, o bien, conectados por tornillos y golillas de seguridad con guardacabos engastados. Sus secciones deberán ser seleccionadas para asegurar, una conducción eléctrica suficiente y una buena resistencia mecánica.
- El chasis del rectificador estará aislado de tierra para permitir detectar a través de un relé la corriente de fallo provocado por la aplicación accidental de tensión de las masas metálicas del rectificador, también estará aislado de las cabinas contiguas.
- Los dispositivos de protección y medida serán estudiados para funcionar en servicio continuo y discontinuo.



- Los sistemas de protección serán fácilmente accesibles y no necesitarán desmontar parte del rectificador.
- Las señalizaciones de dichos sistemas de protecciones serán visibles del exterior del armario sin necesitar desmontar parte del armario.
- Las borneras de conexiones de los circuitos auxiliares serán separados y aislados eléctricamente, y mecánicamente, de las parte bajo tensión continua o alterna de potencia impidiendo todos contactos bajo tensión de potencia.

Se deberá estudiar el transformador/rectificador a que las pérdidas en carga y en vacío sean las mínimas posibles.

6.5.4. Ensayos

SEL-121

- Ensayos dieléctricos.
- Ensayo de tensión impulso.
- Ensayo de tensión a frecuencia industrial de los circuitos principal y auxiliares.
- Ensayo de corriente asignada de corta duración sobre los circuitos principal, barras y retornos.
- Ensayo de funcionamiento mecánico sobre aparatos de conexión, partes desmontables y bloqueos.
- Verificación del grado de protección.
- Ensayo de calentamiento de circuito principal, barras, equipos auxiliares y maniobra.
- Ensayo de funcionamiento eléctrico.
- Pruebas de desequilibrio de corriente entre las diferentes ramas de cada una de las fases, circulando la corriente nominal por el rectificador.

[FIN]

Metro S.A. podrá participar en los ensayos en fábrica para lo cual el proveedor notificará por escrito con 30 días de antelación la disponibilidad de los aparatos para las pruebas.



6.6. Equipos de Tracción

SEL-122

Los equipos de maniobra de tracción corresponden a los interruptores y seccionadores de corriente continua (SAM, IA, SAIA y CTP).

Estos equipos vendrán al interior de celdas metálicas, las que estarán dotadas de uno o dos juegos de barras dependiendo si es para equipos de uno o dos polos respectivamente. Donde corresponda, la barra negativa no se conectará directamente a la red de puesta a tierra de la subestación rectificadora, sino que se mantendrá siempre aislada.

Todas las celdas estarán aisladas, y se conectarán a tierra a través de relés de defecto a tierra. La aislación de las celdas se probará bajo una tensión de 5000V y no deberá ser inferior a 1 kilo-ohms.

Las celdas estarán organizadas en dos compartimientos: de potencia y de mando. El compartimiento de mando estará concebido de forma tal que no exista algún peligro de la propagación del potencial 750 V en los auxiliares de mando y control.

[FIN]

6.6.1. Seccionadores de Aislamiento

SEL-123

Este seccionador podrá ser un seccionador bipolar o un arreglo de dos seccionadores mono-polares, de ejecución fija, de tipo multi-barras y contactos puntuales de plata, constituido por partes fijas de cobre conectables sobre juego de barras de cobre y partes móviles que aseguren un corte visible del exterior, cuya distancia de abertura será la mayor posible. Se instalará a la salida de cada rectificador para la desconexión de las barras positivas y negativas.

La envolvente metálica de la celdas estará fabricada con chapa galvanizada u otro material que presente una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior además de la protección contra daños mecánicos según grado de protección IP 31.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosivo, según las recomendaciones de las normas reconocidas al respecto.



Las superficies que no estén pintadas, deberán estar protegidas contra la corrosión por galvanización de acuerdo con la norma ISO 1461.

[FIN]

SEL-124

El seccionador deberá permitir las mismas sobrecargas que las del grupo rectificador sin calentamiento anormal de los contactos. La apertura del seccionador podrá ser lenta o brusca.

[FIN]

SEL-125

El seccionador será de mando manual y estará controlado desde el exterior del gabinete por un dispositivo biela-manivela que permitirá un bloqueo del aparato en las dos posiciones "abierto" y "cerrado".

[FIN]

SEL-126

El seccionador, también comprenderá un juego de contactos auxiliares que permitirá tanto transmitir la señal de su posición. Estos contactos se instalarán en el árbol del seccionador. Los contactos deberán ser adecuados a las tensiones y corrientes de los circuitos de control.

[FIN]

Se tomarán las precauciones para alejar y separar los cables de los circuitos de señalización con la de los circuitos de potencia. Los circuitos auxiliares y los cables auxiliares deberán aislarse adecuadamente, respetando un nivel de aislación de 8 kV respecto al circuito de potencia 750 V.

SEL-127

Las celdas de los seccionadores de aislamiento deberán venir equipadas con un dispositivo de enclavamiento mediante cerraduras y llaves que sólo permita la apertura de la puerta de entrada después de la apertura y extracción del interruptor de media tensión, así como de los interruptores de vías.

[FIN]

SEL-128

Por último, los bloqueos de maniobra se realizarán con un sistema de cerraduras y llaves respondiendo a las siguientes condiciones:



- Autorización de apertura/cierre sólo cuando el interruptor ITM se encuentre bloqueado en posición desenchufada.
- Posibilidad de bloquear el seccionador en posición abierta para satisfacer las condiciones del esquema general de bloqueo de la subestación.

[FIN]

SEL-129

Las características generales del seccionador son:

- Tensión nominal : 900 V
- Tensión de Servicio : 750 V
- Corriente nominal : 8000 A
- Sobrecargas admisibles : 3,0 In x 1 minuto

[FIN]

6.6.2. Interruptores de vía

SEL-130

Los IA serán interruptores ultrarrápidos de corriente continua, bidireccionales, de clase H, según norma EN 50123-2, y con capacidad de cierre sobre corto-circuito de hasta tres veces seguidas sin necesidad de revisar sus contactos de potencia.

Los IA serán extraíbles e intercambiables entre sí, con cámara de interrupción al aire y contarán con un dispositivo interno de disparo por intensidad máxima.

La apertura y cierre de los IA se podrá realizar a través de un sistema de mando eléctrico. Además, deberán contar con sistema de apertura y cierre mecánico.

Los IA contarán con contactos de posición para el interruptor y de posición del carro, de tipo seco, libres de potencial, y eléctricamente independientes.

[FIN]

SEL-131

Todos los componentes de salida de los IA, irán montados en un carro formado por un chasis auto-portante sobre cuatro ruedas. El carro dispondrá de tres posiciones; insertado, extraído y de prueba. La posición de prueba será una intermedia que permitirá, con el circuito de potencia abierto, la realización de medidas de señales y otros. El carro dispondrá de enclavamientos que impedirán cualquier maniobra del carro si el interruptor ultrarrápido está cerrado y viceversa. El carro será extraíble preferentemente por la parte delantera.



[FIN]

SEL-132

Las celdas de los IA estarán concebidas para que, con el interruptor insertado o extraído, el personal no pueda entrar en contacto accidental con los elementos energizados y la penetración en el compartimiento de potencia vacío del interruptor no presente ningún peligro para el personal.

La envolvente metálica de la celdas de los IA estarán fabricadas con chapa galvanizada u otro material que presente una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior además de la protección contra daños mecánicos según grado de protección IP 31.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosivo, según las recomendaciones de las normas reconocidas al respecto.

Las superficies que no estén pintadas, deberán estar protegidas contra la corrosión por galvanización de acuerdo con la norma ISO 1461.

[FIN]

Las celdas de los IA dispondrán de una adecuada salida para gases.

Se tomarán precauciones para alejar y separar los conjuntos de cables auxiliares de los circuitos de potencia; en la eventualidad que no se pudieran respetar estas exigencias, los conjuntos de cables auxiliares serán fuertemente aislados y deberán respetar un nivel de aislación de 8 kV respecto de los circuitos de potencia 750 V.

SEL-133

Las características de los IA serán:

- Tensión nominal : 900 V
- Tensión de servicio : 750 V
- Corriente nominal : 8000 A
- Protección directa : regulable hasta 24 kA
- Capacidad de corte : 80 kA
- Sobrecargas admisibles : 3,0 In x 1 minuto

**[FIN]**

En la parte frontal de la cabina irán montados los siguientes elementos:

- Un conmutador de mando y símbolo del extrarrápido.
- Un voltímetro de salida de feeder.
- Un amperímetro de salida de feeder.
- Un juego de seis pilotos para alarmas del feeder.
- Una unidad de protección y control microprocesador de salida de feeder, basado en la filosofía funcional de los equipos de ensayo de línea y protección, especialmente diseñado para las redes de tracción.

Estos equipos de protección y control estarán dotados de las siguientes funciones:

- Medida de la tensión en barras antes del cierre del disyuntor.
- Ensayo de línea antes del cierre del disyuntor.
- Secuencia de conexión del disyuntor después del ensayo de línea.
- Detección de un defecto de línea por análisis de un ΔI .
- Arrastre de las SERs de la misma zona a partir de desconexiones del extrarrápido por incremento rápido de la intensidad o por diferencia peligrosa entre el riel y tierra de protección.
- Reenganche automático.
- Secuencia de desconexión de un disyuntor para el mantenimiento eléctrico.
- Vigilancia permanente de la tensión auxiliar.

Cortocircuito de corriente máxima (DCC)

Los cortocircuitos positivos-negativos en línea serán eliminados por los interruptores de vía equipados con un dispositivo interno de disparo ultra rápido que actúa por intensidad máxima.

Cuando el defecto, debido a su ubicación (punto kilométrico) o naturaleza, se traduce en una corriente de fallo de un nivel inferior al umbral de regulación del dispositivo de disparo ultra rápido del interruptor, el interruptor permanecería



cerrado. Por lo tanto, se le deberá asociar el dispositivo complementario abajo mencionado (DDL).

Dispositivo de ensayo de línea (DEL)

Estará integrado en la unidad de protección y de control de la cabina de feeder. Este dispositivo servirá para verificar el aislamiento y la resistencia de la barra-guía, y permitirá un conexionado automático rápido regulable 1-30 s (5 s).

La resistencia de la barra-guía será medida haciendo pasar por ella una corriente de ensayo de 1 A aproximadamente, controlando al mismo tiempo el valor de la tensión residual que resta en la barra-guía. Si la resistencia medida es superior a un valor ajustado en el aparato, el dispositivo permitirá la conexión. Si por el contrario, la resistencia medida es inferior al valor regulado, el dispositivo no permitirá la conexión; efectuando una serie de ensayos, habitualmente cuatro, con un retardo de unos 8 s (regulables entre 1 s y 10 s, o superior), después de los cuales, si la resistencia de la barra-guía no aumenta, no se producirá la conexión del disyuntor, quedando éste bloqueado, y dando la información correspondiente.

En el caso de que haya un defecto en el circuito de conexión del disyuntor y que la resistencia de la barra-guía sea normal, el dispositivo será capaz de detectarlo, dando la orden de bloqueo después del primer ensayo realizado.

Sistema de detección de defecto de línea (DDL)

Estará también integrado en la unidad de protección y control de la cabina de feeder, esta unidad estará compuesta por una parte de una medida, análisis y detección de señal de corriente de línea a través de un microprocesador, y de otra de, contactos relés de salida, señalización y apertura del disyuntor.

El sistema DDL analizará de forma permanente los aumentos de intensidad (ΔI) y los di/dt , así como el tiempo transcurrido, con el objetivo de discriminar la posible causa que provoca el aumento de corriente, como por ejemplo:

- El arranque de un tren.
- El paso de un tren de un cantón a otro.
- Cortocircuitos próximos o lejanos.



6.6.3. Seccionadores de vía

SEL-134

A la salida de cada IA se instalará un seccionador manual, de ejecución fija, para la desconexión de las barras positivas. Tendrá las mismas características mecánicas del seccionador SAM, con excepción de que solo tendrán juegos de barra para el positivo y deberá contar con una barra que permita ser utilizada como punto de unión entre los seccionadores SAIA – SAIA+ e SAIAS –SAIAS+, y que permita la instalación de los relés di/dt (ver planos [4] y [8])

La envolvente metálica de la celdas estará fabricada con chapa galvanizada u otro material que presente una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior además de la protección contra daños mecánicos según grado de protección IP 31.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosivo, según las recomendaciones de las normas reconocidas al respecto.

Las superficies que no estén pintadas, deberán estar protegidas contra la corrosión por galvanización de acuerdo con la norma ISO 1461.

[FIN]

SEL-135

Las características generales del seccionador son:

- Tensión nominal : 900 V
- Tensión de Servicio : 750 V
- Corriente nominal : 8000 A
- Sobrecargas admisibles : 3 In x 1 minuto

[FIN]

6.6.4. Contactor de tramo de protección

SEL-136

El CTP para las SER Franklin y Departamental son existentes. Forma parte de los trabajos del Contratista modificar el mando y control del CTP para que puedan operar en coordinación con los nuevos IA.



[FIN]

6.6.5. Ensayos comunes

SEL-137

- Ensayos en fábrica
 - Ensayos dieléctricos.
 - Ensayo de tensión impulso.
 - Ensayo de tensión a frecuencia industrial de los circuitos principal y auxiliares.
 - Ensayo de corriente asignada de corta duración sobre los circuitos principal, barras y retornos.
 - Ensayo de funcionamiento mecánico sobre aparatos de conexión, partes desmontables y bloqueos.
 - Verificación del grado de protección.
 - Ensayo de calentamiento de circuito principal, barras, equipos auxiliares y maniobra.
 - Ensayo de funcionamiento eléctrico.

[FIN]

SEL-138

- Ensayos funcionales de campo

Una vez realizados los trabajos de ensamblaje de las cabinas en obra, se realizarán los siguientes ensayos de rutina:

 - Pruebas de operación mecánica.
 - Pruebas de los dispositivos auxiliares eléctricos.
 - Ensayos de tensión a frecuencia industrial del circuito principal.
 - Ensayos dieléctricos de circuitos auxiliares y de control.
 - Pruebas de funcionamiento según EN 50123.
 - Funcionalidad de los enclavamientos.

[FIN]



6.6.6. Retornos

SEL-139

Los retornos se conectarán en la barra negativa, con líneas independientes, a cada uno de los rieles de la vía.

Los retornos se conectarán directamente a las juntas inductivas, los cuales a la vez se conectarán a los rieles, estando en condiciones normales de explotación aislados de la red de tierras general de protección.

Existirá un sistema de protección contra fallos a masa, formado por cuatro relés, dos de "defecto a tierra grupo" y dos de "defecto a tierra vías" del conjunto de cabinas de corriente continua, formado por grupos rectificadores, protección de feeders. Por este motivo, se aislarán de tierra todas las cabinas y se conectarán a la red de tierra sólo en un punto a través de shunt, convertidor de corriente continua y relé de intensidad. Estos dos relés deberán provocar la desconexión de los interruptores automáticos de los grupos rectificadores.

Los primeros relés de defecto a tierra "defecto grupo", uno por cada grupo, controlarán los defectos a estructura de:

- Transformador
- Grupos rectificadores
- Salida hasta el SAM

Los segundos relés de defecto a tierra "defecto vías", uno por cada grupo controlará los defectos a estructura de:

- Cabinas SAM
- Interruptor de vías (IA)
- Cabinas de seccionadores SAIA

[FIN]

6.6.7. Condiciones de instalación

SEL-140

Las cabinas correspondientes a los interruptores de 750 V, deberán estar rígidamente fijadas al suelo.



Las cabinas, así como las guías y perfiles especiales, serán suministradas y niveladas por el Contratista, quien garantizará una instalación perfecta para insertar o extraer los interruptores y garantizará una perfecta intercambiabilidad por el empleo de una plantilla al efectuar el montaje de la celda.

El conjunto guía, interruptor y celda se montará aislado de tierra

Se preverá adelante de la celda una placa con una pendiente y una parte plana para que se pueda mover el carro del interruptor sin dificultades hacia el interior de la celda para conectarlo.

El aislamiento del gabinete frente a la masa se probará bajo una tensión de 5000 V y no deberá ser inferior a 10 kilo-ohmio. Las masas se conectarán a la malla de tierra del edificio por medio de un circuito aislado conectado a dos relés de tierra "vía".

[FIN]

Instalación de las conexiones negativas de retorno de la corriente en las SER

Esta instalación incluye los cables y conexiones desde la barra negativa de las SER hacia la placa negativa.

Esta placa de conexión constituida por una placa de cobre de 10 mm de espesor, fijada en la pared vertical de la SER por 4 aisladores, constituye la placa negativa de la SER.

Sobre esta placa se deben conectar los cables de 240 mm² con terminales de compresión, que unen el negativo de la SER con las conexiones inductivas de cada vía o directamente atornilladas sobre las conexiones en los rieles de rodamiento de tipo, CEMBRE.

6.6.8. Cableado, conexión y enlaces al interior de la subestación

Se preverá en la subestación de rectificación, los siguientes enlaces con todos los accesorios necesarios para la instalación de éstos (canalizaciones y bandejas, según las definiciones en las especificaciones, piezas de adaptación, soportes aisladores, etc.)



- Transformador de potencia.
El contratista se encargará de la instalación del conjunto de las conexiones por cable unipolar tipo seco, entre la cabina de protección y el primario del transformador:
 - Cables de enlace MT.
 - Terminaciones de cable.
 - Soportes.
 - Piezas de conexión.
- Transformador de tracción y rectificador.
Un conjunto de enlaces por cables flexibles o de barras de cobre con conexiones flexibles de sección apropiada para las corrientes de sobrecarga y los esfuerzos al nivel de las bornes de conexión.
- Rectificador:
Puede ser que el rectificador sea colocado en armario y que en este caso sea factible de unirlo al transformador por medio de barras, en cualquier caso se respetarán las medidas de aislamiento y detección de fallo de aislamiento.
- Circuito de 750 V
Los enlaces se realizarán con cable de 240 mm² y conectarán:

Circuito positivo

- El positivo del rectificador.
- El SAA (SAAS).
- Los interruptores de vía.
- Los seccionadores de vía y el CTP.

Circuito negativo

- El negativo del rectificador.
- El SAA (SAAS).
- La placa de conexión de los cables negativos de tracción.



Todos los enlaces de 750 V estarán montados con simple aislamiento. El montaje de los equipos 750 V en el interior de sus cabinas, se montará con doble aislamiento.

Todos los cables de potencia 20 kV, 750 V así como los cables auxiliares en la SER serán libres de halógenos, no propagadores de la llama y baja emisión de gases tóxicos.

El Contratista tendrá a cargo el suministro y la instalación del conjunto.

- Cables de mando, control y auxiliares.
 - Para el transformador y el rectificador, una caja fija situada cerca del equipo contendrá las regletas de conexión que aseguren la unión entre los cables de la parte fija de la subestación de rectificación y el propio equipo.
 - Los aparatos estarán conectados a su caja fija por cables multiconductores flexibles, equipados con conectores enchufables múltiples con guía asimétrica.
 - El Contratista suministrará los anclajes que permitan fijar los equipos durante el transporte del material.
 - El suministro de la subestación de rectificación comprende el suministro e interconexión BT, es decir, todas las conexiones, entre las regletas de baja tensión y los bastidores de mando - control y auxiliares de la subestación de rectificación.
 - Todos los cableados internos estarán dispuestos sobre bandejas galvanizadas en caliente y con abrazaderas que el Contratista suministrará e instalará. Todas las bandejas estarán conectadas entre sí y puestas a tierra.

6.7. Cableado de Tracción SER Franklin y Departamental

SEL-141

El proyecto considera el suministro e instalación de un nuevo cableado de tracción ignífuga que reemplace y refuerce el cableado que va hacia las vías de las SER Franklin y Departamental. Se considera lo siguiente:

- 15 conductores 240 mm² correspondiente al positivo desde el punto de conexión de los seccionadores SAIA e SAIA+ hasta los seccionadores de vías (ver planos [P4] y [P8]).



- 15 conductores 240 mm² correspondiente al positivo desde el punto de conexión de los seccionadores SAIAS e SAIAS+ hasta los seccionadores de vías (ver planos [P4] y [P8]).
- 20 conductores 240 mm² correspondiente al negativo desde la barra colectora negativo hasta las conexiones inductivas.

[FIN]

6.7.1. Características

SEL-142

Las conexiones positivas entre los equipos y las barras guías, así como las conexiones negativas entre los seccionadores en las SER a la placa de conexiones negativas y los rieles de rodamiento, se realizan con cables unipolares de cobre aislados, de 240 mm² de sección y con un grado de flexibilidad apropiado para resolver con facilidad las curvaturas durante su montaje.

[FIN]

SEL-143

Para el caso de los cables que alimentan las vías, los cables de 750 V deberán ser resistentes al fuego del tipo SZ1-K (AS+) o RZ1-K (AS+).

Los cables deberán cumplir con las siguientes normas:

- IEC 60331
- IEC 60502-1.
- IEC 60332-1-2.
- IEC 60332-3-24.
- IEC 60754.
- IEC 61034-2

Los cables instalados en el recinto de la SER deberán tener aislación termoestable de polietileno reticulado y ajustarse a la norma EN 60754-1. No contendrán halógeno ni serán propagadores de incendio. Además, deberán garantizar una capacidad y un perjuicio mínimo producto del humo ocasionado en caso de incendio.

La tensión nominal será de 0,6/1 (1,2) kV según IEC 60502-1.



[FIN]

SEL-144

Para el caso de los cables de tracción utilizado entre los equipos de tracción se utilizarán 16 cables unipolares de cobre, circular compacto de clase 2 según la norma IEC 60228, de sección 240 mm². El nivel de tensión será de 0.6/1(1.2) kV, con aislamiento de polietileno XLPE según norma IEC 60502-1

Los cables se someterán a ensayos de fábrica, en conformidad a las normas citadas.

Además, los cables se someterán a ensayos de aislación y continuidad una vez instalados, con el fin de asegurar la correcta operatividad luego del tendido.

Las principales pruebas realizadas en fábrica se listan a continuación:

- Carga de rotura y elongación de aislamiento y cubiertas.
- Espesor de aislamiento, semiconductoras y cubierta.
- Envejecimiento térmico de aislamiento y cubierta.
- Alargamiento en caliente del aislamiento y semiconductor externa.
- No propagación de la llama.
- No propagación del incendio.
- Medida de la densidad de humos.
- Resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión
- Medida de las descargas parciales.
- Ensayo dieléctrico de la cubierta.
- Resistividad del aislamiento.
- Resistividad de las semiconductoras.

Se prohíbe el uso de los siguientes conductores:

Marca	Modelo
Prysmian	RZ1-K(AS)
Cables RCT	RV-K; RZ1-K; H05VV-F
Top Cable	RZ1-K
Ascable	RZ1-K

[FIN]



6.7.2. Conexión entre equipos y la vía

SEL-145

La instalación de las conexiones entre los equipos, los seccionadores de vías y los circuitos de retorno negativo comprenden:

- El suministro y el tendido de cables de cobre de 240 mm² de sección.
- El suministro y la soldadura por aluminotermia sobre las barras guía de los terminales de conexión.
- El suministro y colocación de terminales sus conexiones en barras guías y en las conexiones inductivas,
- El suministro y montaje de los cables correspondientes al negativo de los equipos de presencia de tensión, incluida la colocación de terminales apertados a la toma negativa.
- La identificación de los cables por lo menos en cada extremidad.

[FIN]

6.8. Servicios Auxiliares

SEL-146

Los servicios auxiliares de las SER están conformados por:

- Un tablero de baja tensión por cada grupo transformador-rectificador.
- Un conjunto cargador/baterías redundantes por cada grupo transformador-rectificador.
- Tablero de distribución de corriente continua

[FIN]

Los detalles del tablero de baja tensión se indican en el plano [P14].

6.8.1. Tablero de baja tensión

SEL-147

La alimentación del tablero BT para los nuevos grupos provendrá del tablero preferencial de Servicios Auxiliares existente en cada subestación.



Para el caso de la SER Franklin, el proyecto considera reemplazar el cableado existente que proviene desde las SAF via1 y vía 2 de la Estación Franklin hasta el tablero preferencial de Servicios Auxiliares, por cable multiconductor 4 x 70 mm² Cu, libres de halógenos, de baja emisión de humos y no propagadores de la llama, los detalles se indica en el plano [P14].

[FIN]

SEL-148

Los tableros serán de estructura modular aplicada a distribución para montaje interior y cumplirán la normativa internacional relativa a los conjuntos de serie, básicamente referida a la norma IEC 60439-1.

La estructura y envolvente serán metálicas con grado de protección eléctrica mínimo IP31. El Fabricante debe garantizar que con las entradas y salidas de conductores no se pierda el grado de protección de los Tableros. La alimentación general y la salida de cables de fuerza y control deben ser por la parte inferior del gabinete.

El diseño de los tableros tendrá como uno de los principales objetivos asegurar la protección de las personas contra contactos directos; para ello se dispondrán sobre las partes en tensión las barreras no metálicas necesarias que eviten la posibilidad de contactos fortuitos con partes en tensión, durante el accionamiento de dispositivos de control o maniobra.

Los tableros estarán formados por cuerpos o columnas con bastidores soldados de canales de acero de un espesor mínimo de 2,5 mm. Sus paredes y puertas serán de chapa de acero de 1,9 mm de espesor e irán apernadas a los bastidores. La estructura será adosada a muro, con puertas verticales, con chapas con llave y espáñoleta de acero. Los componentes en material sintético de los armarios deben:

- Resistir fuego a una temperatura de 960° Celsius de acuerdo a la norma IEC 60695-2-10.
- Ser libre de halógeno.

Los tableros de baja tensión, tendrán instalados los siguientes elementos en su parte frontal: voltímetro, amperímetro y luces de presencia de tensión.

El diseño del gabinete tendrá espacio suficiente para el tendido de cables de entrada, respetando los radios de curvatura mínima de los conductores.



El fabricante podrá proponer tamaños estándares de su fabricación. Cada módulo contará con puertas individuales y panel metálico de aislación frontal, abatible.

Cada sección de los tableros debe tener cáncamos de izaje para el montaje.

[FIN]

SEL-149

Todas las unidades funcionales vendrán equipadas en su parte frontal accesible con:

- Juego de pulsadores abrir-cerrar con las respectivas lámparas indicadoras.
- Conmutador para accionamiento manual – automático.
- Luces pilotos que serán del tipo con led y estarán protegidas mediante fusibles de 2 A.
- Equipos de medida análogos deben ser de tamaño 72x72 mm clase 1% y contar con selectores de fase. Un analizador de redes (las señales deberán tomarse antes del interruptor del circuito del cual se requiere la información), que incluya a lo menos las funciones siguientes:
 - corriente de línea y neutro (I_a , I_b , I_c e I_n)
 - voltaje línea-neutro (V_a , V_b y V_c)
 - voltaje línea-línea (V_{ab} , V_{bc} y V_{ca})
 - potencia activa, reactiva y aparente (kW, kVAR y kVA)
 - energía activa y reactiva (kWh, kVARh y kVAh)
 - factor de potencia
 - demanda de potencia
 - puerta de comunicación, que permitan la transmisión de datos y el envío de estados para su posterior comunicación con los sistemas SCADA.

[FIN]

SEL-150

Cada tablero una vez montado y listo para entrar en servicio formará un solo conjunto. Los tableros serán apropiados para montaje sobre suelo y con acceso a todos los elementos por la parte delantera. Se suministrarán con pernos de anclaje, y si es necesario, estarán apoyados sobre el suelo mediante zócalo desmontable.



El tablero será dimensionado de tal manera, que permita la instalación de los equipos de maniobra necesarios teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad requeridas según la normativa vigente.

Se dejará un espacio de 30% de reserva para crecimiento futuro (regletas, contactores, interruptores), adicionalmente se dejarán como mínimo 25 cm. entre tablero o plancha metálica que sostiene a los elementos y componentes del tablero en todas las direcciones.

Todos los elementos de los tableros deberán marcarse con la denominación descrita en los planos unilineales, dentro del gabinete, de tal modo que al retirar la tapa cubre equipos se identifiquen claramente los elementos. Estas marcas podrán ser de un material plástico que se pegue junto al elemento de la mejor forma posible.

[FIN]

SEL-151

Todos los tableros deberán suministrarse completamente cableados hasta las regletas de bornes terminales donde se harán las conexiones externas.

Los cableados correspondientes a tensiones distintas deberán instalarse adecuadamente separados.

Los bornes para la conexión de los circuitos auxiliares serán de tipo seccionable y su tipo, numeración y esquemas serán previamente aprobados por el Metro S.A.

Los circuitos alimentados por servicios auxiliares se protegerán eléctricamente mediante interruptores magneto-térmicos cuyo modelo y marca serán aprobados por Metro S.A.

[FIN]

SEL-152

Los cables no deberán tener empalmes y solo se conectará un cable a un terminal. Se evitará cruzar cables de distintos tipos.

Los cables utilizados serán flexibles, unipolares, clase 5, de tensión de aislamiento de 750 V (fuerza) y 600 V (control), libres de halógenos, de baja emisión de humos y no propagadores de la llama.

Los cables se identificarán por colores para evitar confusiones en el sentido de rotación de las fases, en los cables de alimentación alterna o la polaridad en los



cables de alimentación continua. En la identificación se incluirán el borne origen y la de destino en ambos extremos.

Los colores del cableado interior (y exterior) de los tableros eléctricos, deberán respetar el código de colores de los conductores de fase, neutro y tierra indicados en el reglamento interno de METRO S.A., reglamento que establece los siguientes colores:

Fase 1, A o R	:	Rojo
Fase 2, B o S	:	Azul
Fase 3, C o T	:	Negro
Neutro	:	Blanco
Tierra	:	Verde
Positivo CC	:	Rojo
Negativo CC	:	Negro

Los cables monoconductores necesariamente deberán ser coloreados de acuerdo al código señalado.

Los diagramas de operación y control, diagramas de interconexión de sus elementos y listados de circuitos deberán ser sometidos, por el Contratista, a la aprobación de Metro S.A. antes de su fabricación.

Se prohíbe el uso de los siguientes conductores:

Marca	Modelo
Prysmian	RZ1-K(AS)
Cables RCT	RV-K; RZ1-K; H05VV-F
Top Cable	RZ1-K
Ascable	RZ1-K

[FIN]

SEL-153

Los interruptores principales de cada tablero serán del tipo caja moldeada, de las capacidades indicadas en el Diagrama Unilineal, con un poder de corte no inferior 15 KA. Incluirán las unidades de disparo magnético y térmico, que serán regulables entre 5 y 10 In, para la primera y para la segunda, entre 0,8 y 1 In. Todos los interruptores incluirán contactos auxiliares para indicar la posición



abierto y la posición cerrado del interruptor. Los contactos deberán ser aptos para interrumpir una corriente inductiva de 5 A bajo una tensión continua de 24 V.

[FIN]

6.8.2. Cargador de baterías y baterías

SEL-154

El sistema de alimentación en 125 Vcc estará compuesto por un cargador y baterías de respaldo redundante. El sistema suministrará energía a los equipos de control, protección, medición y a todos los equipos auxiliares que necesiten respaldo.

La estructura y envolvente serán metálicas con grado de protección eléctrica mínimo IP31.

La envolvente metálica los equipos estarán fabricadas con chapa galvanizada u otro material que presente una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior además de la protección contra daños mecánicos.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosivo, según las recomendaciones de las normas reconocidas al respecto.

Las superficies que no estén pintadas, deberán estar protegidas contra la corrosión por galvanización de acuerdo con la norma ISO 1461.

[FIN]

SEL-155

La capacidad mínima de cada conjunto cargador/batería será de 35 A/3 horas.

[FIN]

SEL-156

Se instalará un sistema de detección de fallo de aislamiento de las polaridades positiva y negativa en cada barra, para determinar en cual barra se encuentra el fallo de aislamiento.

[FIN]



SEL-157

Se considera el uso de baterías tipo Plomo Acido Gel. Las baterías deberán ser del tipo secas, selladas, capaces de soportar altas descargas, libres de mantenimiento, con un tiempo de vida útil de diez (10) años como mínimo a 30°C, clasificación EUROBAT: Larga vida útil y diseño acorde a norma IEC 60896-21/22. El

El Contratista deberá someter a la aprobación de Metro S.A., las memorias de cálculo que justifican el tipo y características de las alternativas de los tipos de baterías seleccionadas. Deberá acompañar, además los antecedentes necesarios para el montaje de las baterías y de los cargadores de baterías. La capacidad mínima a considerar será, en cualquier caso, 35 A/3 horas.

[FIN]

La alimentación de los cargadores de baterías provendrá desde el tablero de baja tensión descrito en el punto 6.8.1.

SEL-158

Los cargadores de baterías serán del tipo rectificador de estado sólido con voltaje flotante con 2% de regulación de voltaje desde la condición sin carga a plena carga. Cada cargador debe incluir un transformador de aislamiento y debe considerarse un sistema de filtrado de ripple a la salida.

Los cargadores deberán ser protegidos con un limitador de corriente de un 25% de la nominal y deberán poseer supresores de transitorios, tanto en el lado alterna AC como en el lado continuo CC.

[FIN]

Los voltajes de salida CC de mantenimiento (flotante) y de carga rápida (ecualizado) deberán poder ajustarse separadamente. Los cargadores de baterías serán dimensionados para suplir la carga máxima del sistema a alimentar, más las baterías en carga rápida.

Como las baterías funcionan la mayor parte del tiempo en carga flotante el cargador tendrá una unidad parametrizable de ciclo de descarga y carga en acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Las baterías serán de plomo, libre mantenimiento, selladas y de recombinación de gases. Para servicio estacionario y de larga duración. El material envolvente deberá ser de plástico de alto impacto. El nivel del electrolito debe ser fácilmente visible por cualquiera de sus lados.

Se preverá 2 armarios de acero para tener las baterías, repartidas en los 2 armarios. Los espacios serán previstos para añadir 30% más de baterías.



SEL-159

El diseño del armario, debe permitir fácil acceso a cualquiera de las baterías con la finalidad de realizar mediciones o para el recambio de una batería sin la necesidad de desconectar todo el banco.

El diseño del armario deberá soportar los sismos sin que se caigan las baterías.

[FIN]

SEL-160

Pruebas en fábrica de tipo, con tabla especial (que reproduce las aceleraciones del sismo) serán llevadas a cabo, en caso de no tener los resultados de una prueba idéntica con los mismos equipos.

[FIN]

SEL-161

El Contratista deberá dimensionar y proponer el conjunto de baterías más adecuado, para satisfacer las cargas de la subestación considerando los siguientes requerimientos:

- Tensión de servicio 125 V.
- Aceptará voltaje de carga rápida.
- Libre de mantenimiento durante su vida útil.
- Será sellada para limitar difusión de gases a un nivel muy bajo.
- Baja velocidad de descarga en vacío, de manera que pueda mantenerse dentro del rango de carga, durante al menos 1 año en esa condición.
- Garantía 10 años realizando por lo menos en ciclo automático anualmente el ciclo de descarga y carga programado en el cargador.

[FIN]

SEL-162

Respecto a las alarmas, se deberán considerar al menos, los siguientes indicadores:

- Baja tensión de baterías.
- Próxima de autonomía.
- Sobrecarga.
- Sobre-tensión (entrada).



- Falla a tierra "cc".
- Salida de alarma común.
- Ciclo automático.
- Falta de alimentación de entrada.

Por último, el diseño del Contratista deberá contemplar las siguientes indicaciones locales:

- Entrada AC.
- Salida CC.
- Modo flotación.
- Modo ecualización.
- Ecualización manual.
- Amperímetro y voltímetro de salida.
- Amperímetro.

[FIN]

6.8.3. Tablero de distribución de corriente continua

SEL-163

Cada conjunto cargador/baterías tendrá asociado un tablero de distribución de 125 V que alimentará los circuitos críticos relacionados con cada grupo transformador-rectificador.

Cada tablero deberá contar con luces de señalización del cargador en servicio y luces de presencia de tensión en la barra de 125 V.

[FIN]

SEL-164

Se instalará una caja de conexión y un inversor enclavado por cerradura y llave, que permitirá alimentar en caso de emergencia los cargadores de baterías por un grupo electrógeno portátil, en caso de pérdida prolongada de la energía superior a la autonomía de las baterías.

[FIN]

Todos los interruptores de corriente continua serán de dos polos y dimensionados para las cargas que alimentan.



6.9. Mando, Control y Protección

SEL-165

Las funciones de mando, control y protección de los grupos transformador-rectificador y equipos de corriente continua estarán aseguradas por controladores PLC y relés de protección.

El PLC permitirá la supervisión y adquisición de la información proveniente desde los equipos de campo, y a su vez permitirá el acceso a la información y control de las instalaciones mediante protocolo IEC-104.

Además, el sistema deberá contar con un equipo HMI, de mínimo 15", que permita realizar el monitoreo en tiempo real del estado de todos los elementos conectados al PLC asociado, además de enviar comandos de apertura y cierre de los equipos. Para esta función, se deberá considerar la incorporación de un selector Local/Remoto.

[FIN]

SEL-166

Los PLC y relés deberán tener inmunidad a las perturbaciones creadas por el medio ambiente para que su funcionamiento no sea afectado por el funcionamiento de los equipos de la S/ER. Se tomarán los medios de protección para hacer frente a un ambiente muy perturbado por los campos electromagnéticos inducidos por el funcionamiento de un grupo transformador-rectificador.

[FIN]

6.9.1. Controladores lógicos programables

SEL-167

Los PLC estarán constituidos por módulos des-enchufables (tarjetas Entrada/Salida, unidad de tratamiento, alimentación, memoria, periféricos, etc.).

Se dispondrá de un sistema de alimentación seguro de 125 V procedente de un cargador de baterías. Sí se requiere otro nivel de tensión (por ejemplo, 220 V corriente alterna), se debe considerar el equipo conversor correspondiente.

Se debe considerar la supervisión de la alimentación del PLC.

[FIN]



El Contratista preverá una cantidad de entradas y de salidas lógicas necesarias para la operación de la SER con al menos el 20 % de reservas de cada tipo.

La visualización luminosa de las indicaciones será realizada por diodos electroluminiscentes (LED), donde cada uno de ellos debe indicar el estado de cada entrada y salida. Dichas cartas deberán permitir la identificación de cada circuito.

Las tarjetas no deberán agrupar más de 8 circuitos entre sí a través de una fuente de alimentación común.

Las entradas estarán dispuestas en tarjetas de entradas idénticas, algunas eventualmente pueden ser alimentadas con tensiones diferentes a las del PLC, estas entradas serán diferenciadas y deberán poder soportar sobretensiones que el Contratista deberá precisar.

Las salidas estarán dispuestas en tarjetas idénticas de 8 ó 16 salidas, éstas serán todas del tipo de relé con contactos libres de potencial.

Las salidas están conectadas a los cables de la SER que pueden ser alimentados con diferentes niveles de tensión alterna o continua

Los módulos de entradas-salidas deberán ser intercambiables con o sin alimentación. El reemplazo de un módulo deberá hacerse sin necesidad de desconectar conductores.

En general, todas las tarjetas desenchufables y conectores se fijarán sólidamente por tornillos.

El Contratista preverá una cantidad de entradas analógicas necesarias para el tratamiento de las medidas de tensión y de corriente.

Las informaciones procedentes de equipos funcionales independientes serán adquiridas o restituidas por módulos de entrada o de salida independientes.

El nivel de la tensión nominal de aislación de todas las entradas y salidas será de 2.000 V - eficaz.

SEL-168

El PLC contará con una función tipo "watch dog" que deberá transmitir hacia el exterior, a través de 2 contactos (NA y NC) aislados, toda falla del PLC y/o de ciclos del programa.



En ningún caso, las fallas o las perturbaciones sobre los diferentes componentes del PLC deberán conducir a la ejecución inexacta de un mando que comprometa la seguridad del personal o del material.

[FIN]

La adquisición de las informaciones de falla será tal que los estados lógicos están en "1" en situación normal. Si no se puede respetar este principio, la adquisición de estas informaciones se duplicará en dos entradas del PLC que pertenezcan a módulos independientes.

La restitución de las órdenes de apertura de los equipos de corte estará asegurada por la combinación de las salidas del autómata que pertenece a módulos independientes.

La discordancia entre los estados lógicos y una información duplicada a nivel de las entradas o de las salidas del autómata deberá provocar la transmisión de la información "alarma-PLC".

6.9.2. Detector de cortocircuitos

SEL-169

El DCC tiene como función proteger las instalaciones de tracción a nivel de 750 Vdc, mediante la detección y orden de despeje de cortocircuitos que se produzcan en la línea en forma selectiva, actuando por di/dt y discriminado de tales acciones a las condiciones de alta exigencia de corriente inherentes a la operación, tales como partidas simultáneas de trenes u otros.

[FIN]

SEL-170

El DCC debe ser un dispositivo moderno y con vigencia tecnológica, acorde a las necesidades de la nueva extensión, y con características o atributos que contribuyan a la optimización del mantenimiento ante la eventualidad de incidentes eléctricos en la línea que afecten la continuidad operativa. El equipo debe proporcionar información necesaria ante eventos que ocurran en línea inherentes a su funcionalidad, el estado actual del sistema, parámetros de testeo, almacenamiento de datos para análisis, además de un menú de consultas.

Las nuevos DCC, por tema de compatibilidad con los equipos existentes en el grupo A, deberán ser idénticos a los existentes, es decir:

- Marca: SECHERON
- Modelo: SEPCOS 2



[FIN]

Los dispositivos deberán ser suministrados con todos sus elementos complementarios de tal forma que permita hacer uso de los atributos y externalidades que disponga. Los equipos se deben proveer con un software que permita acceder de forma remota con el propósito de rescatar información de eventos que son detectados.

La puesta en marcha del sistema de protección debe considerar pruebas de aceptación en terreno. Para ello se solicita la utilización de una unidad de pruebas para los relés de protección que permita la inyección de corriente di/dt y corriente instantánea ajustable. Esto con la finalidad de corroborar la correcta configuración, parametrización y funcionamiento del sistema de protección ante cortocircuitos.

Se debe incluir en la programación del relé la incorporación de un botón de test del sistema que permita simular una detección de falla de cortocircuito, con esto se debe desencadenar la lógica de seguridad (apertura de interruptores, señal de falla hacia SCADA, etc). Esta función debe estar disponible en terreno y cuyo objetivo es la verificación del correcto funcionamiento del sistema de seguridad.

Según lo indicado en los planos [P4] y [P8], el Contratista deberá instalar nuevos relés di/dt en el punto de unión de los equipos SAIA – SAIA+ y SAIAS –SAIAS+, por lo tanto, es parte de los trabajos a desarrollar por el Contratista, el suministro y montaje del cableado y canalizaciones necesarias para conectar estos nuevos relés a los equipos DCC existentes asociados a los interruptores IA e IAS.

6.9.3. Relé de seguridad

SEL-171

El relé de seguridad es el encargado de recibir los mandos de disparo por zona, disparo general o mando de los interruptores.

El relé de seguridad será del tipo instantáneo con bobina para 125 Vcc y 5.700 Ohm de resistencia, modelo A400 125 EG F2 marca MORS SMITH.

[FIN]

6.9.4. Armario de control

SEL-172



El armario de control será de chapa de acero con una o dos puertas en la parte delantera equipadas con empuñaduras bloqueables por llave normalizada.

La estructura y envolvente serán metálicas con grado de protección eléctrica mínimo IP31.

Los armarios contarán de los siguientes elementos básicos: ventilador, luz led interior, zócalos.

Los armarios estarán formados por cuerpos o columnas con bastidores soldados de canales de acero de un espesor mínimo de 2,5 mm. Sus paredes y puertas serán de chapa de acero de 1,9 mm de espesor e irán apernadas a los bastidores. La estructura será adosada a muro, con puertas verticales, con chapas con llave y espáñoleta de acero. Los componentes en material sintético de los armarios deben:

- Resistir fuego a una temperatura de 960° Celsius de acuerdo a la norma IEC 60695-2-10.
- Ser libre de halógeno.

En la parte frontal se preverá:

- Visualizador
- Botón borrado de falla
- Medidas de tensión y corriente

[FIN]

6.10. Disposiciones particulares

6.10.1. Bloqueos y enclavamientos

Ver Anexo 2 – Enclavamientos

6.10.2. Circuitos de tierra

SEL-173

La puesta a tierra de cada equipo en el interior de la SER se realizará con barras de cobre desnudo de sección apropiada a la corriente de cortocircuito calculada y se conectará a placas de toma de tierra existentes en las SER.



Las puestas a tierra de las masas (tierras de protección) de la SER comprenderán tres circuitos diferentes:

- Un circuito de "tierra grupo", controlado por un relé de corriente de baja impedancia asociado a las estructuras metálicas del transformador y del rectificador (y, dado el caso, de los comportamientos de barras 750 V) que pueden ser llevados al potencial de 750 V.
- Un circuito de "tierra vía", controlado por un relé de corriente de baja impedancia asociado a las estructuras metálicas del seccionador de aislamiento manual, de las celdas interruptores de vía y sus seccionadores. Para este efecto, las partes metálicas de los diferentes aparatos estarán aisladas según las disposiciones definidas anteriormente.
- Un circuito de tierra no controlado que reúne el conjunto de las partes metálicas de las celdas MT, gabinetes, así como todas las estructuras metálicas en contacto con las estructuras del edificio y todas las bandejas de cables.

[FIN]

Cada circuito de tierra se conectará a las placas de tierra del recinto mediante una conexión seccionable tipo cuchillo. Los colectores de estos tres circuitos de tierra formarán la tierra común y se llevarán a la malla de tierra de la SER.

El Contratista deberá asegurar el suministro y la ejecución del conjunto de los circuitos de puesta a tierra, así como las conexiones en las placas de tierra suministradas por el mismo. El Contratista tendrá un especial cuidado que en los caminos de estos cables en la SER no sean sometidos a fenómeno de inducción.

SEL-174

También, el Contratista asegurará el suministro y la instalación de los dos relés de corriente que permiten detectar la circulación de una corriente de falla a tierra por las estructuras de los equipos.

Estos relés serán de tipo directo con enganche mecánico, ajustables de 20 a 80 A y dispuestos en cajas de protección. Los relés estarán equipados con un botón de pruebas y un botón de rearme. El sistema de ajuste deberá ser fácil de operar y el valor ajustado no deberá modificarse por sí solo en el transcurso del tiempo.

[FIN]

SEL-175



Se debe asegurar que las funciones de disparo que provocan la apertura de los aparatos de la SER o de las SER adyacentes sean activadas solamente cuando realmente exista una corriente de falla a través dicho relé.

[FIN]

6.10.3. Sensor de tensión negativo-tierra

SEL-176

Se preverá un sensor de tensión negativo-tierra que entregará la siguiente información:

- Alarma 1 : tensión riel-tierra > 60 Vcc durante más de 300s
- Alarma 2 : tensión riel-tierra > 120Vcc durante más de 300s
- Alarma 3 : tensión riel-tierra > 150Vcc durante más de 1s

[FIN]

6.10.4. Cableado, conexión y enlaces internos de la SER

Los cableados, conexiones y enlaces internos de la SER deberán ser el objeto de planos que el contratista suministrará y propondrá para aceptación de Metro durante la etapa de diseño.

6.10.5. Detección de incendios

SEL-177

En cada SER existen equipos de detectores de incendios enlazados con el sistema de mando Centralizado para transmitir la información al PCC. Cuando una alarma de incendio se active, las autómatas de la SER deberán transmitir de inmediato la orden de abrir los ITM y los IA de la SER

[FIN]

6.10.6. Sistema de ventilación

SEL-178



El contratista calculará las características del sistema de ventilación, para tener siempre una temperatura del local consistente con el funcionamiento adecuado del grupo de la SER. Los detalles del sistema de ventilación que deberá implementar el Contratista se indican en el documento L2-150200-00-5EN-PLA-0003.

[FIN]

6.10.7. Obras civiles

SEL-179

El Contratista será responsable de realizar la totalidad de las obras civiles menores que requiera el proyecto, como mínimo se debe considerar:

- Construcción de una nueva sala por subestación que permita confinar el espacio de instalación de los nuevos transformadores.
- Demolición (abertura de vanos) para la ventilación del nuevo transformador. La demolición se deberá ejecutar en forma manual, sin cortar la armadura durante la demolición. Además, en caso de ser necesario, se deberá realizar un refuerzo del borde de la abertura del vano, considerando utilizar hormigón de reparación (tipo SIKA REP o similar), y considerando las recomendaciones del fabricante.
- En caso de ser necesario, forma parte del proyecto realizar la construcción de nuevas trincheras para la instalación de los equipos y canalización de los cables.
- Nivelación del piso del recinto en caso de ser necesario.

[FIN]

6.10.8. Acabados

Estarán a cargo del Contratista las obras de reposición que se tengan que hacer debido a las interferencias con sus trabajos, como ser reposición de baldosas con remates de albañilería, algunas pasadas o perforaciones y otros detalles de terminaciones civiles, etc.



Suministrará obligatoriamente un plano guía de instalación en el cual serán indicados todos los detalles de fijación que el proyecta realizar para la instalación del material.

7. LÍMITES DEL CONTRATISTA

Este capítulo define los límites de acción del Contratista en relación al sistema de Mando Centralizado.

7.1. Mando Centralizado

7.1.1. Línea piloto entre SER

SEL-180

Los cables de hilo piloto son existentes y están disponible en los tableros de control de los interruptores de vías instalados actualmente en cada una de las SER a intervenir, el diagrama de control de los interruptores existentes se adjunta en el anexo 4 del presente documento; forma parte de los trabajos de Contratista desarrollar el control de los nuevos interruptores de vías utilizando estos hilos piloto. Para lo anterior, se deberá instalar un nuevos relés en paralelo a los relés 201Sxy y 201S existentes (ver diagrama de control en anexo 4). Los relés para el hilo piloto deberán tener bobina para 200 Vcc y al menos 3 juegos de contactos NANC, similar al modelo AF440 de ICE o equivalente.

[FIN]

SEL-181

La información de "disparo de zona" está constituida por un lazo seco hilo a hilo (contacto libre de todo potencial) disponible en los tableros de control de los interruptores de vías instalados actualmente en cada una de las SER a intervenir, el diagrama de control de los interruptores existentes se adjunta en el anexo 4 del presente documento; forma parte de los trabajos del Contratista desarrollar el control de los nuevos interruptores de vías utilizando este lazo existente. Para lo anterior, se deberá instalar un nuevo relé de seguridad en paralelo al relé 205 RM existente (ver diagrama de control en anexo 4). Los relés para el disparo de zona deberán ser tipo instantáneo con bobina para 125 Vcc y 5.700 Ohm de resistencia, modelo A400 125 EG F2 marca MORS SMITH.

El límite del suministro por el Contratista estará constituido por el gabinete de control del cual, el relé de seguridad constituirá la interfaz con el Contratista de Mando Centralizado. La fuente de alimentación del relé de seguridad y la



información que reciba quedará a cargo del Contratista de Mando Centralizado. El contratista eléctrico suministra dicho relé de seguridad.

[FIN]

7.1.2. Transmisión de información a distancia

Las informaciones intercambiadas con el PCC y el PCD serán manejadas por los sistemas SCADA según se presentó en el punto 4.6.

El enlace de comunicación entre el PLC de la SER y los equipos de los sistemas de mando centralizado y de la RDE estarán a cargo del Contratista Eléctrico.

7.1.3. Seguridad y Lógica de tracción

Se deben dejar a disposición en un armario de interfaz contactos secos de posición de los equipos de tracción y de otros elementos para que el Contratista de Mando Centralizado los pueda incluir en sus sistemas de seguridad y de lógica de tracción.


ANEXO 1. FICHAS TÉCNICAS

Ficha Técnica N° 1: Celda de Llegada (ILL) / Celda de Salida (IS)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Fabricante	-	Proveedor		
Grado de protección	IP	31		
Norma	IEC	62271-102 62271-200		
Tipo de celda		LSC2B-PM		
Clasificación IAC		A-FLR		
Garantía	Años	2		
Características generales de la celda				
Tensión nominal de aislamiento	kV	24		
Tensión nominal de servicio	kV	20		
Resistencia dieléctrica 1 minuto @50 Hz	kV	50		
Resistencia al impulso 1.2/50 µs	kV cresta	125		
Icc térmico	kA	16		
Icc dinámico	kA cresta	40		
Calibre del juego de barra	A	630		
Frecuencia nominal	Hz	50		
Presencia de tensión por divisor capacitivo	-	Sí		
Ancho (referencial)	mm	≤900		
Profundidad (referencial)	mm	≤1750		

**Ficha Técnica N° 1: Celda de Llegada (ILL) / Celda de Salida (IS)**

	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Altura (referencial)	mm	≤2800		
Características generales del seccionador				
Tipo	-	Tripolar		
Tensión nominal de aislamiento	kV	24		
Tensión nominal de servicio	kV	20		
Calibre nominal	A	630		
Mando manual desde la cara delantera	-	Sí		
Icc térmico	kA	16		
Icc dinámico	kA cresta	40		
Contactos auxiliares NA	-	6		
Contactos auxiliares NC	-	6		
Pruebas				
Ensayo de resistencia a frecuencia industrial (respecto a masa)	kV	50		
Ensayos de resistencia al impulso 1.2/50 µs (respecto a masa)	kV	125		
Ensayos de resistencia a frecuencia industrial (entrada/salida)	kV	60		
Ensayos de resistencia al impulso 1.2/50 µs (entrada/salida)	kV	145		
Ensayo de resistencia al cortocircuito térmico @24 kV	kA	16		
Ensayo de resistencia al	kA cresta	40		

**Ficha Técnica N° 1: Celda de Llegada (ILL) / Celda de Salida (IS)**

	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
cortocircuito dinámico @24 kV				

Ficha Técnica N° 2: Celda Interruptor de Media Tensión (ITM)

	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Fabricante	-	Proveedor		
Grado de protección	IP	31		
Norma	IEC	62271-100 62271-200		
Tipo de celda		LSC2B-PM		
Clasificación IAC		A-FLR		
Garantía	años	2		
Características generales de la celda				
Tensión nominal de aislamiento	kV	24		
Tensión nominal de servicio	kV	20		
Resistencia dieléctrica 1 minuto 50 Hz	kV	50		

**Ficha Técnica N° 2: Celda Interruptor de Media Tensión (ITM)**

	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Resistencia al impulso 1.2/50 μ s	kV cresta	125		
Icc térmico	kA	16		
Icc dinámico	kA cresta	40		
Calibre del juego de barra	A	630		
Frecuencia nominal	Hz	50		
Ancho (referencial)	mm	≤ 900		
Profundidad (referencial)	mm	≤ 1750		
Altura (referencial)	mm	≤ 2800		
Características generales del interruptor				
Tipo	-	Tripolar		
Tensión nominal de aislamiento	kV	24		
Tensión nominal de servicio	kV	20		
Calibre	A	630		
Poder de corte	kA	16		
Poder de cierre	kA cresta	40		
Medio de corte	-	SF6 o vacío		
Icc térmica admisible (durante 1 segundo)	kA	16		
Icc dinámica admisible	kA cresta	40		
Tiempo máximo de apertura (incluyendo extinción de	ms	<100		



Ficha Técnica N° 2: Celda Interruptor de Media Tensión (ITM)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
arco)				
Tiempo máximo de cierre	ms	<140		
Secuencia de maniobra nominal	-	O-0,3s- CO-3min- CO		
Tensión del mando eléctrico	Vdc	125		
Mando de reserva manual	-	Sí		
Variación de la tensión de alimentación de los auxiliares	%	+10 / -15		
Tensión del disparador por emisión de corriente	Vdc	125		
Tensión del disparador por falta de tensión	Vdc	125		
Contactos auxiliares NA	-	6		
Contactos auxiliares NC	-	6		
Transformadores de corriente (medidas)				
Norma	IEC	60044-1		
Relación de transformación	-	150/1		
Clase de precisión	-	0.5		
Potencia de precisión (*)	VA	15		
Corriente límite asignada (IPL)	A	Proveedor		
Factor de seguridad (FS)	-	≤5		
Transformadores de corriente (protección)				


Ficha Técnica N° 2: Celda Interruptor de Media Tensión (ITM)

	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Norma	IEC	60044-1		
Relación de transformación	-	150/1		
Clase de precisión	-	5P		
Factor límite de precisión	-	20		
Potencia de precisión	VA	15		

Pruebas

Ensayo de resistencia a frecuencia industrial (respecto a masa)	kV	50		
Ensayos de resistencia al impulso 1.2/50 μ s (respecto a masa)	kV	125		
Ensayo de resistencia al cortocircuito térmico @24 kV	kA	16		

Ensayo de resistencia al cortocircuito dinámico @24 kV	kA	40		
Limites de funcionamiento de la bobina a falta de tensión	%	Proveedor		
Ensayo de apertura/cierre con corriente nominal	-	Sí		
Ensayo de corte de corriente capacitiva de baja intensidad	A	Proveedor		
Ensayo de funcionamiento mecánico a máxima tensión	Aperturas/cierres	5/5		

**Ficha Técnica N° 2: Celda Interruptor de Media Tensión (ITM)**

	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
de auxiliares				
Ensayo de funcionamiento mecánico a mínima tensión de auxiliares	Aperturas/cierres	5/5		

Ficha Técnica N°3: Transformador de Potencia de Tracción (TR)

	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Fabricante	-	Por Proveedor		
Normas	IEC	60076-1@5 60076-11		
	EN	50329		
Clase de sobrecarga	-	VI (EN 50329)		
Garantía	años	2		

Características generales del transformador

Dieléctrico	-	Seco (Primario: encapsulado en resina / Secundario: impregnado con		
-------------	---	---	--	--


Ficha Técnica N°3: Transformador de Potencia de Tracción (TR)

	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
		resina)		
Bobinas		Primario: Cobre / Secundario: Cobre		
Enfriamiento sin sobrecargas	-	ANAN		
Enfriamiento con sobrecargas (3 x In por 1min)	-	ANAN ó ANAF		
Frecuencia	Hz	50		
Clases ambiental/climática/fuego	-	E2/C1/F1		
Clase del sistema de aislación	-	F/F		
Temperatura ambiente máxima	°C	40		
Peso total	kg	≤ 12000		
Ancho	mm	≤ 2800		
Profundidad	mm	≤ 1800		
Altura	mm	≤ 2800		
Enrollado primario				
Conexión	-	D		
Tensión nominal de aislamiento	kV	24		
Tensión nominal de servicio (U _{1n})	kV	20		


Ficha Técnica N°3: Transformador de Potencia de Tracción (TR)

	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Inducción máxima a U_{1n} en la toma central	T	Por Proveedor		
Inducción máxima a $1.1 \times U_{1n}$ en la toma central	T	Por Proveedor		
Resistencia dieléctrica 1 minuto 50 Hz	kV	50		
Resistencia al impulso 1.2 /50 μ s	kV cresta	125		
Toma de ajuste en vacío	%	-7.5 / -5 / -2.5 0 2.5 / 5 / 7.5		
Enrollado secundario				
Conexión	-	Por Proveedor		
Tensión nominal de aislamiento	kV	3.6		
Tensión nominal de servicio (U_{2n})	V	2 x 595		
Resistencia dieléctrica 1 minuto 50 Hz	kV	10		
Resistencia al impulso 1.2/50 μ s	kV cresta	40		
Potencia nominal aparente al secundario	kVA	2 x 2250		
Potencia de sobrecarga por 2 horas	kVA	Por Proveedor		
Potencia de sobrecarga por	kVA	Por Proveedor		



Ficha Técnica N°3: Transformador de Potencia de Tracción (TR)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
1 minuto				
Corriente secundaria nominal (I_{2n})	A	Por Proveedor		
Tensión de cortocircuito @75°C entre primario y los 2 secundarios en la toma central	%	Entre 10 y 12		
Pérdidas				
Pérdidas en vacío a U_{1n}	W	Por Proveedor		
Pérdidas de cobre a I_{2n}	W	Por Proveedor		
Pérdidas de cobre (aluminio) a $1.5 \times I_{2n}$	W	Por Proveedor		
Rendimiento a I_{2n} igual ó superior a	%	≥ 98.5		
Características varias				
Nivel de ruido acústico en vacío para U_{1n}	dB(A)	≤ 88		
Características varias (continuación)				
Descargas parciales	pC	≤ 10		
Factor de acoplamiento K	-	≤ 0.2		
Accesorios	-	- Sondas Pt100 + control - Ruedas - Anillos de izaje - Anillos para arrastre		


Ficha Técnica N°3: Transformador de Potencia de Tracción (TR)

	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
		-Placa señalética		
Pruebas de serie				
Medición de resistencia devanados	$\Omega/\Omega/\Omega$	Por Proveedor		
Medición de la relación de transformación	kV/V/V	20/595/595		
Ensayo de resistencia a frecuencia industrial	kV/kV/kV	50/10/10		
Ensayo de descargas parciales	pC	< 10		
Pruebas de tipo (se podrán entregar certificados del fabricante)				
Elevación de temperatura	-	Por Proveedor (según IEC 60076-11)		
Prueba de impulso 1.2/50 μ s	kV/kV/kV (valores cresta)	125/40/40		



Ficha Técnica N°4: Rectificador de Potencia (R)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Fabricante del rectificador	-	Por Proveedor		
Fabricante de los diodos	-	Por Proveedor		
Normas	IEC	60146-1-2		
	EN	50328		
Garantía	años	2		
Características del rectificador				
Tipo de rectificador	-	12 pulsos		
Clase de sobrecarga	-	VI (EN 50328)		
Peso total	kg	Por Proveedor		



Ficha Técnica N°4: Rectificador de Potencia (R)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Largo	mm	Por Proveedor		
Profundidad	mm	Por Proveedor		
Altura	mm	Por Proveedor		
Grado de protección	IP	31		
Tensión inversa de cresta de los diodos	V cresta	Por Proveedor		
Tensión inversa de punta repetitiva de los diodos	V cresta	≥ 2400		
Tensión inversa de punta no repetitiva de los diodos	V cresta	Por Proveedor		
Cantidad de diodos por brazos	-	Por Proveedor		
Desequilibrio máximo entre diodos	%	< 20		
Potencia nominal rectificador	kW	2 x 2000		
Tensión nominal alterna (de entrada)	Vca	2 x 595		
Tension continua en vacío	V	≈ 810		
Tension continua con carga nominal	V	750		
Corriente continua nominal (I_n)	A	Por Proveedor		
Sobrecarga por 2h	A	$1.5 \times I_n$		
Sobrecarga por 1 minuto	A	$3 \times I_n$		



Ficha Técnica N°4: Rectificador de Potencia (R)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Corriente de cortocircuito sostenido lado DC	kA	≥ 80		
Valor peak de corriente de cortocircuito transitoria lado DC	kA	≥ 150		
Pérdidas en vacío	kW	Por Proveedor		
Rendimiento a I_n igual o superior a	%	98.5		
Coeficiente de ondulación a I_n	%	Por Proveedor		
Coeficiente de ondulación a $3 \times I_n$ por 1 minuto	%	Por Proveedor		
Con bobina interfase	Sí/No	No		

Pruebas de serie

Inspección visual	Sí/No	Según EN 50328		
Prueba de aislamiento	Sí/No			
Verificación de elementos auxiliares	Sí/No			
Verificación de los elementos de control	Sí/No			
Verificación de los elementos de protección	Sí/No			

Pruebas de tipo



Ficha Técnica N°4: Rectificador de Potencia (R)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Prueba a corriente nominal	Sí/No	Según EN 50328		
Prueba de sobrecarga	Sí/No			
Elevación de temperatura	Sí/No			

Ficha Técnica N°5: Seccionador de Aislamiento (SAM)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Fabricante	-	Por Proveedor		
Normas	EN	50123-1/3		
Garantía	Años	2		
Tensión máxima	Vcc	900		
Tensión de servicio	Vcc	750		
Corriente nominal (I_n)	A	8000		
Corriente de sobrecarga	A	$3 \times I_n$		



Ficha Técnica N°5: Seccionador de Aislamiento (SAM)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
por 1 min				
Poder de corte	A	5		
Aislación de las partes a tensión 750Vcc y auxiliares respecto a la masa – 50Hz por 1 min	Kv	8		
Aislación entre circuitos auxiliares respecto a la masa	V	2500		
Grados de protección	IP	31		
Número de polos	-	Según planos		
Largo	mm	Por Proveedor		
Profundidad	mm	Por Proveedor		
Altura	mm	Por Proveedor		
Pruebas de serie				
Ensayo de aislación entre circuito de potencia y circuitos auxiliares reunidos en la masa	Kv	8		
Pruebas de serie (continuación)				
Ensayo de aislación entre circuitos auxiliares reunidos y la masa	V	2500		
Cantidad de maniobras de apertura/cierre, con tensión 750Vcc y sin carga	maniobras	10		



Ficha Técnica N°5: Seccionador de Aislamiento (SAM)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
(sin daño al equipo)				
Pruebas de tipo				
Calentamiento de los contactos para los regímenes nominal y de sobrecargas	Sí/No	Según EN 50123-1		

Ficha Técnica N°6: Interruptor de Alimentación de Vía (IA)				
	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Fabricante	-	Por Proveedor		


Ficha Técnica N°6: Interruptor de Alimentación de Vía (IA)

	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Garantía	Años	2		
Norma	EN	50123-1/2		
Corriente asignada de servicio (I_n)	A	8000		
Corriente de sobrecarga por 1 min ($3 \times I_n$)	A	24000		
Corriente de cortocircuito asignado	kA	80		
Corriente de corta duración admisible (por 10ms)	kA	150		
Ejecución extraíble	-	Sí		
Clase del interruptor	-	H		
Presencia de un contador de maniobra	-	Sí		
Disparo bidireccional	Sí/No	Sí		
Cámara de extinción	-	Aire		
Tensión de arco	V	Por Proveedor		
Sobretensión de corte	V	Por Proveedor		
Tensión alimentación de los auxiliares	Vcc	125		
Variación máxima de la tensión auxiliar	%	Por Proveedor		
Contactos auxiliares NA	-	8		
Contactos auxiliares NC	-	8		
Regulación de la intensidad del	A	8000 a		


Ficha Técnica N°6: Interruptor de Alimentación de Vía (IA)

	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
disparo por máxima intensidad		24000		
Consumo de las bobinas de cierre	VA	Por Proveedor		
Poder de corte a 900 Vcc	kA	Por Proveedor		
Poder de corte a 750 Vcc	kA	Por Proveedor		
Poder de corte a 525 Vcc	kA	Por Proveedor		
Nivel de ruido acústico	dB A	<68		
MTBF	horas	Por Proveedor		
Desempeño mecánico	Numero de ciclos	20000		
Desempeño eléctrico	Numero de ciclos	200		
Número de maniobras máximas de apertura sobre cortocircuito	Nº Aperturas	Por Proveedor		
Resistencia máx. del circuito principal a temperatura ambiente entre conectores entrada/salida				
Aparato nuevo	mΩ	Por Proveedor		
Aparato después de las pruebas de desempeño	mΩ	Por Proveedor		
Aparato después de las pruebas de cortocircuito	mΩ	Por Proveedor		

**Ficha Técnica N°6: Interruptor de Alimentación de Vía (IA)**

	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Temperatura máx. de servicio contactos principales	°C			
Características de la celda				
Altura	mm	Por Proveedor		
Profundidad	mm	Por Proveedor		
Largo	mm	Por Proveedor		
Grado de Protección	IP	31		
Peso máximo	daN	Por Proveedor		



Seccionadores SAIA				
	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Fabricante	-	Por Proveedor		
Grado de protección	IP	31		
Norma	EN IEC	50123 60947		
Garantía	Años	2		
Características generales				
Tensión nominal	V	950		
Tensión de servicio	V	750		
Aislación partes a 750V respecto a masa (1min@50 Hz)	Kv	8		
Aislación de todas las partes eléctricas a masa	V	2500		
Corriente nominal	A	8000		
Corriente de sobrecarga por 1 minuto	A	3 In		
Corriente de sobrecarga por 2 horas	A	1.5 In		
Poder de corte	Ka	8000		
Poder de cierre	Ka	80 Ka		
Contactos auxiliares	-	Por Proveedor		
Tensión de mando y control	V	220 Vac		
Límite de variación de tensión de	%	+10%		



Seccionadores SAIA				
	Unidad	Valores impuestos	Valores garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
mando y control		-15%		
Mando de reserva manual	-	Sí		
Ancho (referencial)	mm	1500		
Profundidad (referencial)	mm	850		
Altura (referencial)	mm	1800		



Conjunto Cargador-Batería SER 125 Vcc				
	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Fabricante	-	Por Proveedor		
Norma	IEC	60146-4		
	EN	60896-2		
Garantía Cargador	años	2		
Garantía Baterías		10		
Potencia nominal (cos Fi =0.8)	VA	Por Proveedor		
Tensión de entrada cargador de batería	V	380 trifásico		+10% ,-15%
Autonomía baterías mínima	A/horas	35 A / 3 h		
Vida útil baterías	años	10		
Tipo de Batería		Gel		
Instalación de Baterías		En rack abierto y construcción antisísmica		
Tensión continua de salida cargador de batería (Flotación / ecualización)	Vcc	125		
Capacidad de sobrecarga 15 minuto	%	Por Proveedor		



Conjunto Cargador-Batería SER 125 Vcc				
	Unidad	Valores impuestos	Valores Contratista garantizados	Tolerancia sobre valores garantizados
Ripple máximo	%	3		
Rendimiento mínimo del conjunto por In	%	95		
Potencia disponible instantánea	W	Por Proveedor		
MTBF mínima	Horas	70000		
Altura	mm	Por Proveedor		
Profundidad	mm	Por Proveedor		
Largo	mm	Por Proveedor		
Pruebas dieléctricas	Sí/No	Sí		
Pruebas de corto-circuito	Sí/No	Sí		
Pruebas de descarga de las baterías y verificación de la capacidad en fábrica y en sitio.	Sí/No	Sí		



ANEXO 2. ENCLAVAMIENTOS.

El Contratista debe contemplar la implementación de un sistema de enclavamientos mediante llaves de seguridad entre los distintos equipos de la SER, de manera que se asegure la correcta secuencia de maniobras locales de aperturas y puestas a tierra para acceder con seguridad, por razones de mantenimiento u otro motivo, al interior de los equipos.

A2.1 Enclavamientos de línea de enlace con el CDC Franklin 2.

La Figura A2.1 muestra el principio básico de seguridad aplicado para acceder al cable de enlace entre el CDC y la SER. El enclavamiento obliga a la apertura del interruptor correspondiente en el CDC Franklin 2 y del seccionador de llegada en la SER, así como la puesta a tierra de ambos extremos del cable.

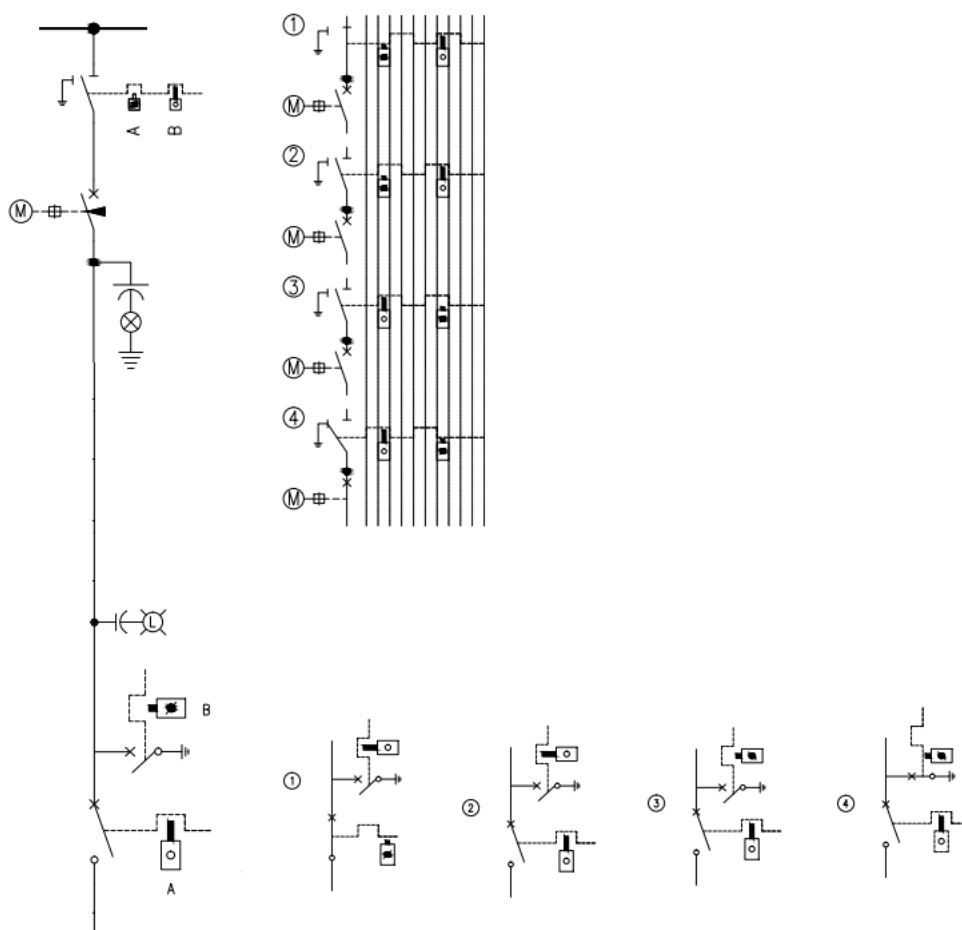


Figura A2.1. Enclavamientos para el acceso seguro al cable entre el CDC y la SER

A2.2 Enclavamientos para acceder al grupo transformador-rectificador y al SAM.

La Figura A2.2 muestra el principio básico de seguridad aplicado para acceder al transformador y rectificador. El enclavamiento obliga a la apertura del ITM y del SAM, así como a la puesta a tierra la salida del ITM.

Para acceder al SAM, el enclavamiento obliga a la apertura y puesta a tierra del ITM, la apertura del SAM y de los interruptores de vía.

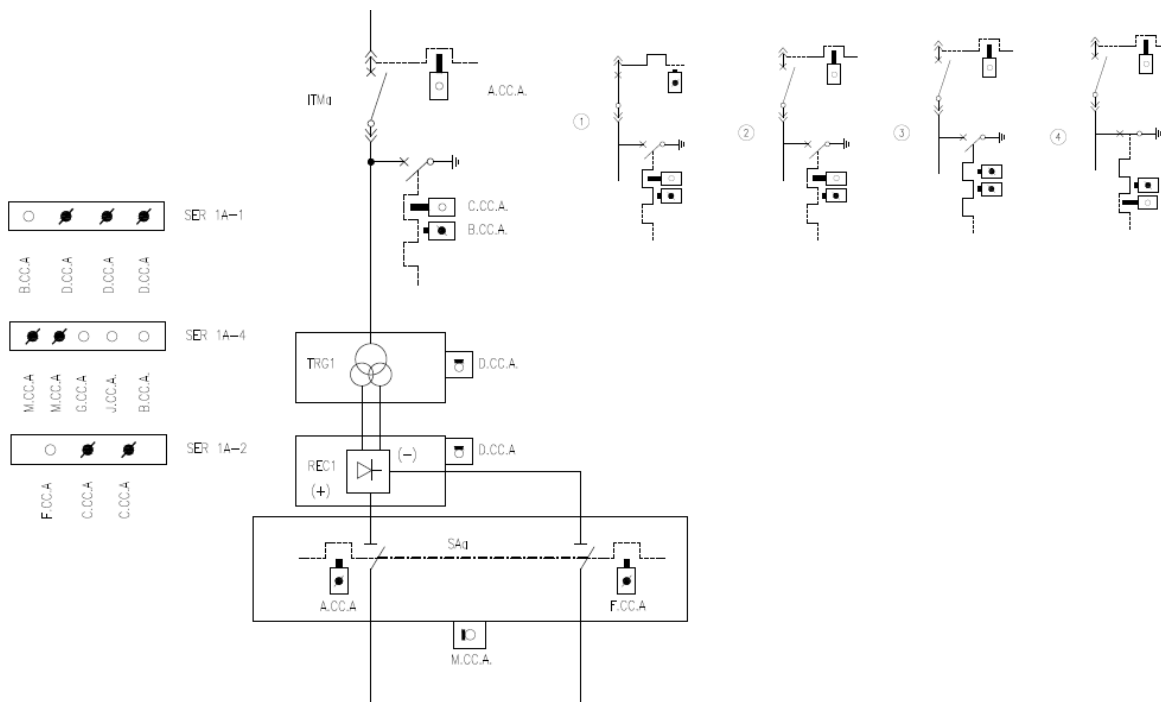


Figura A2.2. Enclavamientos para el acceso seguro al grupo transformador-rectificador

A2.3 Enclavamientos para acceder a los interruptores y seccionadores de vía.

La Figura A2.3 muestra el principio básico de seguridad aplicado para acceder a los interruptores de vía y a los seccionadores de vía. El enclavamiento obliga a la apertura del ITM y de los seccionadores de vía.

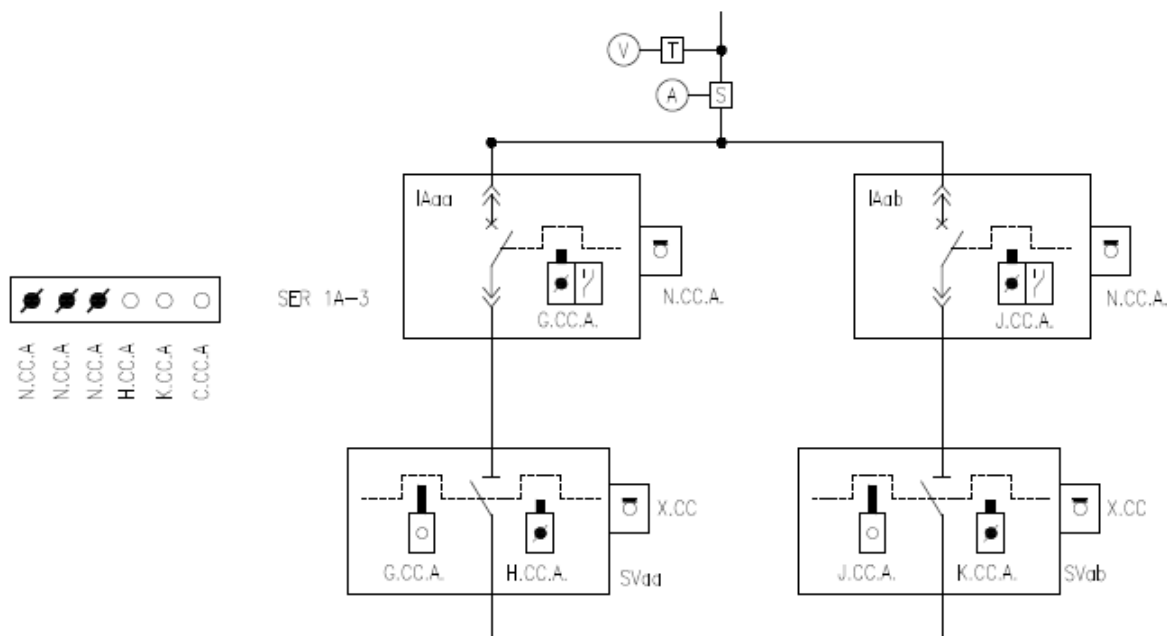


Figura A2.3. Enclavamientos para el acceso seguro a los interruptores y seccionadores DC

ANEXO 3. MANDO Y SEÑALES.

El PLC asegura los mandos y vigila la lógica de tracción. Los mandos de los aparatos quedarán activos en posición local en los mismos equipos cuando el PLC esté fuera de servicio (Watchdog).

Las informaciones que se presentan a continuación se encontrarán disponibles para ser procesadas a nivel local.

Toda esta información deberá permitir al personal operar temporalmente las instalaciones de la SER y conocer, en caso de falla, la naturaleza precisa del defecto.

Las informaciones comprenderán:



- Celda MT-Transformador

ILL	Seccionador abierto/ cerrado
	Seccionador puesta a tierra abierto/ puesta a tierra cerrado
	Falla alimentación auxiliar
	Presencia/Ausencia 20 kV
	Seccionador - Mando de apertura / Mando de cierre
ITM	Seccionador abierto/ cerrado
	Seccionador puesta a tierra abierto/ puesta a tierra cerrado
	Interruptor abierto /cerrado
	Falla alimentación auxiliar
	Presencia / Ausencia Tensión 20 kV
	Sobre-corriente térmica
	Falla monofásica
	Movimiento demasiado largo
	Seccionador - Mando de apertura
	Seccionador - Mando de cierre / Mando de apertura
	Interruptor - Mando de cierre / Mando de apertura
	Mando de apertura Defecto PLC - Watchdog
	Borrado de falla
	Parámetros y medidas Equipo Medidor de Energía
Relé de Protección ITM	cortocircuito
	sobrecarga
	falla homopolar
	Celda en local/remoto
	falla mando del interruptor
	Falta de tensión auxiliar



	Falla relé de protección/equipo de medida
	Borrado de falla
	Sobrecorriente de fase instantáneo 50
	Sobrecorriente de tiempo inverso 51
	Sobrecorriente residual instantáneo 50R
	Sobrecorriente residual de tiempo inverso 51R
	Bajo Voltaje 27
	Presión SF6
	Contador de operaciones
	Corriente
	Tensión
Transformador	Temperatura alarma 1er umbral
	Temperatura defecto 2do umbral
	Falla general equipo detección de temperatura

- Grupo Tracción

RECT	Falla en diodos rectificadores
	Fusión fusible RC, si existe.
	Temperatura alarma 1er umbral
	Temperatura falla 2do umbral
	Corriente de retorno
	Sobre tensión AC
	Sobre tensión DC
	Falla alimentación auxiliar
	PLC estatus diodos
Relé de falla a tierra general	Falla a tierra del grupo
SAM	Abierto
	Cerrado
	Falla
	Cerrado
IA1	Falla
	Abierto



	Cerrado
	Falla DCC
	Actuación DCC
	incidente en línea
	Movimiento demasiado largo
	Mando de apertura
	Mando de cierre
	Parámetros y Mediciones, Relé de Protección en CC
IA2	Abierto
	Cerrado
	Falla DCC
	Actuación DCC
	incidente en línea
	Movimiento demasiado largo
	Mando de apertura
	Mando de cierre
	Parámetros y Mediciones, Relé de Protección en CC
	Cerrado
	Falla

- Equipos de Tracción

Relé de falla a tierra de vías	Falla a tierra vía
	Primer nivel de tensión riel-tierra (registro)
	Segundo nivel de tensión riel-tierra (señalizado)
Sensor de tensión negativo - riel	Alarma 1: Tensión riel-tierra > 60 V durante mas que 300 s
	Alarma 2: Tensión riel-tierra > 120 V durante mas que 300 s
	Alarma 3: Tensión riel-tierra > 150 V durante mas que 1 s
	Cerrado
	Falla DCC
	Actuación DCC
	incidente en línea
	Movimiento demasiado largo
	Mando de apertura
	Mando de cierre
	Parámetros y Mediciones, Relé de Protección en CC
CTP	CTP ABIERTO
	CTP CERRADO
	CTP FALLA
	Mando de apertura
	Mando de cierre
	CERRADO
	FALLA
	Mando de apertura



Mando de cierre

- Tableros Baja Tensión SER y Adicionales

Tablero Grupo	Interruptor General N° 1 abierto/cerrado
	Interruptor General N° 2 abierto/cerrado
	Interruptor General N° 1 normal/operado (Trip)
	Interruptor General N° 2 normal/operado (Trip)
	Algún interruptor de salida trifásico abierto (operado)
	Algún interruptor de salida monofásico abierto (operado)
	Equipo de medición en Falla
	Parámetros y medidas Equipo Medidor de Energía
Cargador de baterías Grupo	Estatus Parámetro 1
	Estatus Parámetro 2
	Estatus Parámetro 3
	Estatus Parámetro 4
	Estatus Parámetro 5
	Falla Cargador de Baterías
	Parámetros, Estatus y medidas Equipo UPS
Tablero de Distribución Corriente Continuo 125 Vcc TDCC - Grupo	Interruptor General Cargador abierto/cerrado
	Interruptor General Cargador normal/operado (Trip)
	Interruptor General Baterías abierto/cerrado
	Interruptor General Baterías normal/operado (Trip)
	Algún interruptor de salida trifásico abierto (operado)
	Algún interruptor de salida monofásico abierto (operado)
	Falla, Baja tensión o desbalance
	Parámetros y medidas Equipo Medidor de Energía
	Falla del sistema de detección de incendio
Ventilación	Falta de ventilación - PLC
	Ventilación en marcha
	Falla de alimentación auxiliar
	Control apertura celosías



ANEXO 4. DIAGRAMA DE CONTROL IA EXISTENTES

Ver Plano Anexo 4 EETT SER- PLANO 30169-03-002.