



Metro

SERVEI DE SISTEMES ELÈCTRICS I
ELECTROMECAÒNICS

ÀREA DE MANTENIMENT I PROJECTES

**ESPECIFICACIÓN
GENERAL DE
SUBESTACIONES DE
TRACCIÓN**

Título		
ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SUBESTACIONES DE TRACCIÓN		
Código	Fecha 1ª Edición	Edición vigente
E_UET_IP_PROJ_Especificación General Subestaciones Tracción.	28-02-2019	Edición Nº: 1 Data: 28/02/2019
Clasificación	Estado	
Interno X	Borrador	X
Externo	En Revisión	
Confidencial	Informe Final	
Resumen del Documento		
Especificación General Descriptiva de una Subestación de Tracción y todo su equipamiento.		
	Nombre	Fecha / Firma
Realizado	MGP	28-02-2019
Revisado	MGP	28-02-2019
Supervisado	JMA, JDR, IBC	
Aprobado	JMA	

ÍNDICE

1	OBJETO	5
2	GENERALIDADES	5
2.1	Obra Civil	5
2.2	Accesos, Dependencias y Equipamiento	6
2.3	Sellado de Orificios.....	9
2.4	Suelos Técnicos	10
2.5	Canalizaciones	10
2.6	Sistemas de izado de materiales.....	12
3	EQUIPOS PRINCIPALES Y FILOSOFÍA BASE DE FUNCIONAMIENTO	12
3.1	Celdas de Alta Tensión	14
3.2	Cabinas de corriente continua	21
3.3	Transformadores.....	33
3.4	Conductores Eléctricos.....	34
3.5	Red de Tierras	36
3.6	Control Distribuido y Telemando.....	37
4	EQUIPOS AUXILIARES. FILOSOFIA BASE DE FUNCIONAMIENTO.....	38
4.1	Cuadros de Servicios Auxiliares y Comunes	38
4.2	Contadores de Compañía	39
4.3	Contadores de FMB	39
4.4	Sistema de Ventilación.....	40
4.5	Red de PLC's	41
4.6	Baterías 110 Vcc	42
4.7	Sistemas de Iluminación	43
4.8	Red de Tomas de Corriente.....	44
4.9	Sistema de Detección y Extinción de Incendios	44
4.10	Panoplia de Seguridad y Dotación Auxiliar.....	45
4.11	Sistema de Bombeo de aguas	45
4.12	Seccionadores de Tracción	46
4.13	Legalización	47
4.14	Documentación As-built.....	47

1 OBJETO

El objeto del presente documento es definir las características y equipamientos principales a instalar en todas las Subcentrales Rectificadoras de nueva construcción o a reformar en la red de energía eléctrica de los FCMB, con la finalidad de mantener un grado óptimo de fiabilidad y disponibilidad de servicio, así como optimizar el mantenimiento y minimizar la diversidad de equipos.

El presente documento no pretende ser exhaustivo ni limitativo, por lo que, ante cualquier indefinición, ausencia de especificación o contradicción deberá ser consultado al departamento de Proyectos de FCMB y aprobado por éste.

Las prescripciones técnicas de los equipamientos de una Subestación de Tracción homologados por FCMB, se encuentran recogidas en los correspondientes Pliegos de Prescripciones Técnicas.

2 GENERALIDADES

Las Subcentrales rectificadoras de FCMB trabajan en modo automático sin presencia de personal. Por este motivo, todos los equipos se accionarán localmente desde el propio equipo y deberán ser capaces de comunicar con el Telemando de Energía (OTE, CCM) y con el Puesto del Control Local (PCL), de tal manera que puedan enviar su estado en cada momento, así como todas las alarmas y eventos que se produzcan, además de ser capaces de recibir en modo distancia las órdenes provenientes desde el Telemando de Energía y desde el Puesto de Control Local.

2.1 Obra Civil

Todas las paredes perimetrales que alberguen una Subestación de Tracción, serán realizadas de fábrica de ladrillo hueco tipo Gero o Mahon de un mínimo grosor de 15 cm, revocado por ambas caras, o bien con bloque tipo Toro de medidas 400x20x20 cm. sin revoco. En ambos casos el acabado interior y exterior será mediante la aplicación de una capa de imprimación y de dos capas de pintura plástica blanca mate antihumedad para facilitar su limpieza y siempre los cerramientos exteriores deberán certificar y cumplir con una resistencia al fuego RF-120.

Todas las paredes divisorias interiores de contenga una Subestación de Tracción, serán realizadas de fábrica de ladrillo hueco tipo Gero o Mahon de un mínimo grosor de 10 cm, revocado por ambas caras, o bien con bloque tipo Toro de medidas 400x10x10 cm. En ambos casos el acabado en ambas caras será mediante la aplicación de una capa de imprimación y de dos capas de pintura plástica blanca mate antihumedad para facilitar su limpieza.

Si la ubicación de la Subestación de Tracción se situara junto a muros pantalla, frente a los mismos construirá una pared reguladora con ladrillo hueco tipo Gero o Mahon de 10 cm de grosor, revocada por una cara. Previamente se instalará una capa impermeabilizante entre ellas y dispondrá de un canal de recogida de agua procedente de

las filtraciones, con registros para accesibilidad, limpieza y mantenimiento.

Los techos, salvo que sean de hormigón se revocarán con mortero o yeso, con la posterior aplicación de una capa de imprimación y de dos capas de pintura plástica blanca mate antihumedad para facilitar su limpieza.

2.2 Accesos, Dependencias y Equipamiento

Toda Subestación de tracción debe disponer de una entrada de personal, entrada de material pesado y a la vez peatonal y el número de salidas de emergencia que le correspondan según las normativas de protección aplicables (como mínimo una ubicada en el lado opuesto a la entrada habitual), siendo todas las puertas perimetrales descritas de una resistencia al fuego RF-120. El resto de puertas interiores serán de resistencia al fuego RF-90.

Todas las puertas dispondrán de apertura en sentido de las vías de evacuación previstas por normativa, dispondrán de tres puntos de anclaje, serán equipadas con barra anti pánico y estarán pintadas con el color identificativo de la línea donde estén ubicadas las subestaciones, mediante la aplicación de una capa de imprimación y dos capas de esmalte acrílico.

Entrada de personal.

La entrada de personal será a través de puerta blindada RF 120 y un ancho de luz libre de paso de 90.cmts. Equipada con cerradura FICHET llave prisionera y amaestrada con referencia 70919031 mano derecha o 70919032 mano izquierda, y con tres puntos de anclaje. Esta puerta llevará incorporada un sistema de detección de puerta abierta y vandalismo todo ello monitorizado desde el Telemando de Energía, y sistema de apertura de emergencia por barra anti pánico. Para el control de accesos a la subcentral, en el exterior de la misma y junto a la puerta se instalará un lector de tarjetas CAT conectado al CCM, así como un pulsador que active un timbre en el interior de la Subestación.

Entrada de material desde bóveda de túnel

Para las Subcentrales cuya ubicación sea directamente sobre la bóveda de túnel y no disponga de posibilidad de entrar material pesado desde el exterior, se deberá disponer de una obertura rectangular de dimensiones mínimas de 4mx3m, sobre la vertical de una de las dos vías. La catenaria tendrá posibilidad de poder desplazarse o desmontarse, dejando el paso libre a la entrada de materiales de gran volumen.

La obertura estará cerrada mediante marco y tapa metálica galvanizada en caliente de resistencia al fuego RF-120 desmontable o abatible, que garantice la sectorización de la Subcentral y la no caída de personas y equipos desde el interior.

Sobre la tapa metálica de la apertura y siempre que la arquitectura y distribución de equipos lo permita, no irán montados apoyos ni placas de falso suelo, quedando todo el perímetro de la salida de material protegido con una valla metálica galvanizada en caliente, además de disponer de puntos de anclaje para la sujeción de arneses o línea de vida para la seguridad del personal que deba realizar operaciones de entrada o salida de materiales.

Independientemente a la Catenaria cuya casuística se ha relacionado con anterioridad, si la obertura para izado de materiales coincide con el techo de una Estación de los FMB, el techo decorativo de la misma será de una sola pieza desmontable y retirable desde la Subestación, manteniendo o adquiriendo un valor de resistencia al fuego RF-120.

Para la elevación de cargas a la Subcentral se dispondrá de un Polipasto o Puente Grúa de 15Tn que permita recoger una carga desde la cota de vía, elevarla hasta el interior de la Subcentral y dejar la carga frente a cualquiera de las celdas de transformador o bancadas de celdas y cuadros eléctricos de las que dispondrá la Subcentral.

Entrada de material desde la vía pública por pozo de ventilación

En la Subestaciones en que la entrada de material sea a través de un pozo de ventilación de ésta, las dimensiones del pozo deberán ser como mínimo de 4mx3m y deberá de disponer en su base de carrileras metálicas galvanizadas en caliente que permitan la entrada de transformadores de potencia al interior de la sala técnica. La compuerta y rejillas de acceso desde y situadas en la vía pública, serán de construcción según normativa y directrices vigentes del Ayuntamiento correspondiente, debiendo soportar la circulación de vehículos pesados o como mínimo soportar una sobrecarga de 2000 Kg/m². Dispondrá de al menos dos hojas abatibles o losetas entrelazadas, estando dotadas de los medios mecánicos necesarios para su apertura y cierre.

Entrada de material desde túnel a cota de vía

Para las Subestaciones que dispongan de entrada de material desde túnel y transportado sobre vagoneta, la entrada deberá de disponer de una puerta de doble hoja de resistencia al fuego RF120, de dimensiones mínimas 2'5 x 1'80 m. de apertura hacia el exterior, con anclaje por bulones por el interior al suelo y techo y con una barra de refuerzo, a mitad de la altura, que garantice en anclaje las dos hojas con los laterales de la pared y con bloqueo mediante candado. La instalación de la puerta será preferiblemente a la altura de la vagoneta, a 1 m cota de cabeza del carril aproximadamente.

Entrada de material desde la vía pública a la estación

Para las Subestaciones que dispongan de entrada de material desde los vestíbulos de la estación, la entrada deberá de disponer de una puerta de doble hoja, de resistencia al fuego RF120, y de dimensiones mínimas de 2'5mx1'80m, debiendo disponer de carrileras y utillaje necesario que permita la entrada de transformadores y equipamientos al interior de la sala técnica.

El acceso a la calle de la estación deberá permitir la descarga de material pesado a nivel de vestíbulo, evitando la descarga de materiales directamente sobre los peldaños de la escalera de acceso.

Salidas de emergencia

En todas las Subestaciones se dispondrá de dos puertas de acceso de personal, una de entrada habitual y en el otro extremo de la sala una salida de emergencia. Éstas deberán ser de las mismas características que las puertas de Entrada de Personal, con o sin cerradura FICHET, según el caso, sin llave exterior, con contacto magnético para el

control de apertura, además de estar perfectamente señalizadas como las vías de evacuación. Si en una misma salida de emergencia existiesen dos puertas consecutivas con vestíbulos de independencia, la más cercana a la subcentral dispondrá de cerradura Fichet normalizada y la segunda será sin llave.

Generalidades

En todos los accesos mencionados y preferentemente en los habitualmente utilizados por el personal de mantenimiento, se dotará a la Subestación de un sistema mecánico o electromecánico que permita el acopio de equipamientos, materiales de recambio y herramientas de mano hasta los 60 Kg.

Todas las celdas de Alterna y Continua así como todos los cuadros eléctricos correspondientes a los diferentes sistemas instalados en la Subestación, estarán montados y fijados sobre bancadas metálicas mecanizadas, galvanizadas en caliente, fijadas al suelo, regulables en altura para ajuste con suelo técnico y de forma y dimensiones adecuadas al elemento a soportar. Los transformadores dispondrán de carrileras para sus desplazamientos, de las mismas características a las de las celdas con su correspondiente dimensionamiento y a cota bajo suelo técnico.

La distribución de los equipos en la Subestación deberá permitir la entrada y salida de todos los materiales que la componen, así como la extracción de los carros de corriente continua y la perfecta mantenibilidad de todos los sistemas instalados en ella.

Como norma general la superficie en planta de la Subcentral no será inferior a 500m², agrupando las celdas y equipamientos por sistemas, como son Media Tensión 25kV y 6kV, Equipos de Corriente Continua, Servicios Auxiliares, Servicios Comunes, Puesto de Control Local, Celdas de transformadores, zona de Taller, Ventilación y equipo Rectificador de Baterías.

La altura de los techos de una dependencia destinada a Subestación de Tracción, será siempre que la infraestructura lo permita de una altura mínima de 5.mts. libres entre suelo y techo.

El equipamiento del Puesto de Control Local de la Subestación, deberá ubicarse en una dependencia específica e independiente, con preferencia de perímetro acristalado o ventana de la mayor dimensión posible que permita la observación de la mayor parte de los equipos de la Subestación. Esta dependencia específica que alberga el PCL, estará dotada de mesa escritorio con dos boxes de cajones, sillas, mueble para albergar la documentación de la Subestación y armario escobero de PVC de dos puertas, de medidas mínimas 1800x800x400.mm.

La subcentral dispondrá de dos pozos de ventilación independientes, uno para impulsión y otro de extracción, con acceso desde la propia Subestación, al objeto de tener acceso para mantenimiento a los equipos como filtros, compuertas cortafuegos, presos tatos, conducciones y alumbrados albergados en los mencionados pozos.

El sanitario será solo de construcción justificada, y de ser así estará compuesto como mínimo por un plato de ducha, lavabo e inodoro totalmente equipados con elementos

auxiliares y grifería, así como un termo eléctrico de un mínimo de 100 L de capacidad para el agua caliente sanitaria. También podrá disponer de lavadero apropiado para usos de mantenimiento.

Dependiendo de la ubicación de la subcentral (nivel de vías) se deberá instalar un pozo de bombas, donde se recogerá todas las aguas residuales y filtraciones y se enviará al alcantarillado.

Los transformadores se alojarán en habitáculos según homologación de FCMB. En función del diseño de dichas salas, podrán disponer de acceso independiente para la entrada de personal y de material.

Las puertas para la salida de los transformadores hacia el exterior de la Subestación, no han de disponer de manivela, solo pestillo o anclajes interiores para el bloqueo de las puertas.

Las puertas de acceso peatonal a las salas técnicas de los transformadores, deberán disponer de cerradura electromecánica normalizada por Metro, con posibilidad de desbloqueo mecánico desde el exterior y enclavamientos implementados que se describen más adelante.

En la dependencia del PCL y para la comunicación interna y externa, será necesario disponer de los siguientes elementos y funcionalidades:

- ✓ Teléfono de sobremesa inalámbrico.
- ✓ Línea interna de voz
- ✓ Línea interna de datos
- ✓ Línea externa de voz
- ✓ Si existe Tele medida de Compañía además de las anteriores se requerirán 1 línea externa GPRS y 1 línea interna a Modem, además de una antena exterior.
- ✓ Conexión con las líneas de F.O. del sistema de comunicación de Metro con el puesto OTE (CCM) y sistemas como CCTV, Gestión de Energía y Puesto de Mantenimiento.
- ✓ Comunicación por radio frecuencia normalizada por Metro.

Todas las escaleras interiores de una Subestación dispuestas e instaladas para accesos a dependencias elevadas o techos practicables (incluso las de pates), deberán cumplir escrupulosamente con todo lo descrito en las Especificaciones de Obra Civil, Edificación y Seguridad en dependencias e instalaciones de FMB.

2.3 Sellado de Orificios

No puede haber otra vía de entrada/salida a la Subcentral que no sea la entrada de personal, salida de emergencia o la entrada de material pesado, quedando el resto de la Subcentral totalmente cerrada y sellada, limitando la entrada y salida de aire únicamente por la ventilación, y garantizando la imposibilidad de entrada de pequeños animales a la Subcentral.

Dado que una Subestación es un único sector de incendios, todos los huecos para el paso de los cables eléctricos se sellarán con masilla ignífuga estanca, morteros especiales con las mismas características técnicas o por pasa muros sellados, llegando siempre a un grado de protección pasiva contra el fuego RF-120.

En función del tamaño del orificio, el número de cables por orificio y las posibles ampliaciones, quedará aconsejado el tipo de protección pasiva a utilizar, el cual deberá cumplir homologación y las vigentes Especificaciones Técnicas de FCMB.

2.4 Suelos Técnicos

El suelo técnico de las Subestaciones estará formado con placas registrables de Sulfato Cálcico según norma EN UNI 12825, y cumplirá como mínimo con las siguientes características:

- ✓ Carga de trabajo concentrada Clase 3 (4 KN).
- ✓ Carga límite de Clase 3 (8 KN).
- ✓ Flecha adicional a la carga de trabajo Clase A (2.5 mm).
- ✓ Coeficiente de seguridad 2.
- ✓ Compuesto en síntesis, por paneles modulares con núcleo de anhidrita Knauff.
- ✓ Densidad 1500 kg / m³.
- ✓ Espesor neto 34 mm con tolerancia dimensional y angular de los paneles modulares Clase 1 (+/- 0.2 mm).
- ✓ Reacción al fuego de núcleo estructural del panel clase 0 (ISO 1182/95).
- ✓ Elevada resistencia estructural.

La modulación de las baldosas será de 600x600.mm con una tolerancia máx. ±0.15 mm y 30 mm de espesor ±0.20 mm, la planitud será de 0.5 mm. y con revestimiento superior estratificado de Clase 1. Deberán resistir a las manchas y a los productos de limpieza sin alterar su aspecto, y tendrá resistencia a las quemaduras sin alteración alguna.

La resistencia eléctrica deberá ser superior a los 10⁸ Ω (según NFPA99).

La estructura deberá ser auto portante galvanizada en caliente según UNI EN 10111 / UNI EN 10142, regulable en altura, con base de 90 mm con varilla roscada M16 y tuerca de regulación.

Las cabezas de los apoyos de la estructura auto portante poseerán tornillo de fijación que asegurará la inmovilidad de toda la estructura fijada al suelo. La altura de cada soporte se regulará girando la tuerca de regulación ubicada en la base de cada columna de apoyo.

2.5 Canalizaciones

La disposición de los cables de interconexión entre los diferentes elementos de una Subestación de Tracción, será mediante la utilización de bandejas porta cables metálicas, de tipo varillas, galvanizadas en caliente y de la capacidad o tamaño necesario y adecuado para albergar separadamente los circuitos de potencia, mando, control y maniobra. Se utilizarán en cada caso, los accesorios necesarios para la correcta

instalación, como fijaciones, enlaces, tapas, tornillería, curvas, cambios de nivel, cambios de dirección, señalizaciones y soportes.

Las canalizaciones y conducciones interiores aéreas de una Subestación que se destinen a servicios auxiliares y comunes de la misma, podrán ser bandejas o canales porta cables de PVC libre de halógenos, baja emisión de humos, baja emisión de gases tóxicos y ácidos, y con reacción al fuego M0.

Las canalizaciones de los cables de salida de los Disyuntores Extrarrápidos de corriente continua, estarán separadas y diferenciados del resto de las canalizaciones de cables. Todas las canalizaciones y conducciones de cables deberán estar exentas de aristas vivas, y en las salidas de los tubos se instalarán boquillas de protección de cables.

Se evitará en lo posible el cruce de canalizaciones de cables, manteniendo las distancias de cruce reglamentarias caso que no se pudiera, quedando totalmente prohibido el contacto directo de cables de distinto servicio, unos con otros o con el suelo, colocando las necesarias y debidas protecciones para evitar afectaciones entre los conductores.

Todos los canales, las zanjas y arquetas para cables que pudieran encontrarse dentro de una Subestación, estarán tapados con chapa metálica estriada galvanizada en caliente y del espesor necesario para que pueda ser transitada, manipulada y que no sufra deformaciones.

Se tendrá en cuenta en la disposición de las canalizaciones de una Subestación, el peligro de incendio, su posible propagación y posibles consecuencias, por lo que no se instalarán canalizaciones sobre materiales potencialmente combustibles.

Las canalizaciones para conductores de los sistemas de alumbrados, fuerza y otros servicios auxiliares o comunes de la Subestación, constituirán redes independientes, por lo que en ningún caso serán compartirán canalización, debiendo éstas ser independientes.

Todas las canalizaciones de conductores, incluso fijaciones, accesorios y derivaciones de ejecución en superficie como canales y tubos destinados a las instalaciones de Servicios Auxiliares y Comunes, serán de PVC, de tipo reforzado, enchufable y tanto ellos como todos sus accesorios incluidas cajas de derivación, serán libres de halógenos, baja emisión de humos y gases ácidos con reacción al fuego M0. En las instalaciones que por alguna razón fuera necesario aumentar la protección mecánica de las canalizaciones en superficie, no se instalarán canales, debiendo realizar las instalaciones con tubos metálicos, cincados, micro matizados o galvanizados en caliente por las dos caras y serán del tipo roscado o enchufable.

Serán de ineludible aplicación en referencia a las canalizaciones, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Canalizaciones_V00.

2.6 Sistemas de izado de materiales

En función de la situación y ubicación de la Subestación con respecto a la vía, será necesario la instalación y uso de un Puente Grúa o Polipasto para la entrada y salida de materiales mediante izado desde cota de vía.

El Puente Grúa o Polipasto será eléctrico, de bajo mantenimiento y apto para el izado de cargas de hasta 12 Tm. El recorrido del gancho será como mínimo de 12 m, o de la longitud necesaria para que llegue hasta nivel de vías. Dispondrá de dos velocidades de izado, una será de 3m/min y la segunda de 0.5 m/min de precisión para conseguir depositar la carga con suavidad.

Estará equipado con un motor o motores de elevación tipo rotor deslizante de cortocircuito, con freno incorporado, más uno adicional de tambor, guía de cable, limitador de carga, finales de carrera para las posiciones extremas del gancho y equipo eléctrico, traslación controlada con freno de parada y botonera con llave integrada y seta de paro de emergencia, situada en la botonera de manejo del Puente Grúa o Polipasto.

El sistema de izado y traslación se centrará con respecto al eje de vía y dispondrá de un cuadro de maniobra situado en lugar de fácil acceso para su manipulación y mantenimiento, que estará dotado de la alimentación, aparellaje y protecciones necesarias para garantizar un óptimo funcionamiento. La velocidad de la traslación de cargas se adecuará a la finalidad de la distribución de equipos.

3 EQUIPOS PRINCIPALES Y FILOSOFÍA BASE DE FUNCIONAMIENTO

Los equipamientos y/o sistemas principales de una Subestación de Tracción, están formados por:

- ✓ Cabinas de Alta Tensión para tensiones de 30, 25, 11 KV.
- ✓ Cabinas de Media Tensión 6 KV para Distribución a Estaciones.
- ✓ Transformadores de Potencia para Tracción, Distribución y Servicios Auxiliares.
- ✓ Cabinas de Corriente Continua de Rectificadores, Feeders, Retornos.
- ✓ Cortocircuitador.
- ✓ Seccionadores de Tracción.
- ✓ Cuadros de Baja Tensión para Servicios Auxiliares.
- ✓ Cuadros de Baja Tensión para Servicios Comunes.
- ✓ Cuadro de Ventilación.
- ✓ Cargador Rectificador de Baterías.
- ✓ Red de Puesta a Tierra,
- ✓ Conductores de Potencia, Maniobra, Control, Fibra Óptica y de Comunicaciones,
- ✓ Puesto de Control Local equipado para ejercer de Control Distribuido con comunicaciones internas y externas para Telemando en modo local y distancia.

Existe también un equipamiento auxiliar que está formado por:

- ✓ Sistema de Ventilación, con impulsión y extracción con sus correspondientes filtros, silenciadores, presostato y compuertas cortafuegos.
- ✓ Red de Alumbrados formada por alumbrado normal, alumbrado de emergencia, alumbrado a 110 Vcc y alumbrado de vigilancia o sereno.

- ✓ Red de Tomas de Tensión monofásicas tipo Schuko de 16 A y trifásicas tipo Cetact de III polos + T de 16 y 32 A. con protecciones en base de ubicación.
- ✓ Sistema de Detección de Incendios mediante Centralita y detectores para un solo sector de incendio.
- ✓ Equipamiento para Extinción no automática de Incendios.
- ✓ Sistema de izado mediante Puente Grúa o Polipasto para izado de cargas hasta 12 Tm. Equipo Cargador-Rectificador de Baterías de salida 110 Vcc.
- ✓ Sistema de Telefonía interna, externa y tele medida, sistema de C.C.T.V.
- ✓ Sistema de comunicaciones por Radio Frecuencia.
- ✓ Equipamiento para sistema de Arrastres.
- ✓ Pozos de bombas para recogida de filtraciones de agua.
- ✓ Equipamiento de Protección y Seguridad personal mediante Panoplia totalmente equipada.
- ✓ Equipamiento mobiliario auxiliar de la Subestación compuesto por mesa escritorio, sillas, armarios y arcones para material y recambios.
- ✓ Obra Civil asociada a desarrollar para Sala de Control, Taller, Vestuario, Aseo y Almacén.
- ✓ Considerar puntual de alguna posible actuación y/o implantación de sistema adicional por necesidades de la instalación.

Medios para actuaciones locales por parte de personal de Mantenimiento como:

- ✓ Armario metálico equipado con herramientas de mano.
- ✓ Banco metálico de trabajo equipado con cajoneras y tornillo Irimo.
- ✓ Escaleras aislantes de varios tipos y tamaños.
- ✓ Andamio desmontable articulado con plataforma de trabajo.
- ✓ Aspirador de tipo industrial y accesorios.
- ✓ Linterna de mano recargable y cargador.
- ✓ Documentación "As- built" de la Subestación.
- ✓ Pequeño material auxiliar, y elementos, necesarios puntualmente para el correcto funcionamiento de la explotación, operación y el mantenimiento.

Los equipos de protección colectiva que forman la dotación de la Panoplia de Seguridad, serán como mínimo:

- ✓ Guantes aislantes de clase a determinar según tensión de la Subestación.
- ✓ Cofre metálico de protección para albergar los guantes aislantes.
- ✓ Banqueta aislante para maniobras.
- ✓ Pértigas aislantes de salvamento y detección.
- ✓ Detector de Alta Tensión hasta 30.KV.
- ✓ Detector de Corriente Continua hasta 1.500 Vcc.
- ✓ Dos conjuntos de equipos de puesta a tierra con cofre de protección y almacenamiento, Botiquín totalmente equipado.
- ✓ Cartelería con indicación de normativa de Seguridad y cinco reglas de oro.
- ✓ Manta ignifuga de salvamento.
- ✓ Mascarillas anti-polvo.
- ✓ Zapatos aislantes.
- ✓ Tenaza corta cables.
- ✓ Sales minerales para descargas eléctricas.

- ✓ Equipos de comprobación y seguridad de y para baja tensión.

Todos los equipos instalados en la Subestación deberán poder ser gobernados a distancia desde el Telemando de Energía (TEE) y desde el Puesto de Control Local (PCL).

Mediante un selector LOCAL – DISTANCIA situado en el Puesto de Control Local, se podrán activar (Selector en Distancia) o inhibir (Selector en Local) las órdenes recibidas desde el TEE. En modo local los equipos podrán ser gobernados desde el PCL o desde cada uno de los propios equipos instalados. En el PCL y mediante un Sistema Scada personalizado, quedarán registrados todos los eventos, alarmas, señales y ordenes que se produzcan en la globalidad de la Subestación.

Generalmente y por seguridad de la operatividad de todo el equipamiento, todos sistemas susceptibles de ser críticos, de maniobra, de protección y de control, se deberán alimentar a 110 Vcc a través del Rectificador-Cargador Batería instalado a tal efecto.

3.1 Celdas de Alta Tensión

Celdas de Compañía, llegada o acometida

En caso de que se deban instalar celdas que pertenezcan, o estén bajo la responsabilidad de la Compañía Suministradora en zona de FMB, éstas se instalarán en una sala técnica específica, siendo y constituyendo el punto frontera, límite de influencia o de propiedad de Metro, y que quedará reflejado en los esquemas definitivos de la Subestación.

El conjunto de celdas de Compañía que conformarían un Centro de Medida (CM), estaría formado por una celda de Acometida, celda de Medida, y celda de Salida de Abonado.

Las celdas deberán cumplir con todas las especificaciones técnicas, homologaciones, calidad y normativa vigente de la Compañía Suministradora, no pudiendo nunca ser de calidad o de prestaciones técnicas inferiores a las especificadas e instaladas por FMB.

Independientemente de las especificaciones de Compañía, junto a la cabina de llegada de cada acometida y después de la celda de contaje fiscal, se instalará una celda de salida de abonado, dotada por un seccionador de apertura en carga, motorizado, con seccionador de p.a.t. y enclavamiento magnético por presencia de tensión, esta cabina será de propiedad y manejo de FMB, que dispondrá de maniobra a distancia de Alimentación mediante convertidor 110/48 Vcc para la visualización y mando a distancia de la Compañía (48 Vcc) y para la visualización y mando a distancia de abonado (110 Vcc), no admitiéndose la instalación de baterías a 48 Vcc.

Además de poder ser gobernada a distancia mediante órdenes, deberá disponer de salida de señales, eventos, situación de posición y alarmas de los distintos elementos constituyentes de la cabina, así como indicación de presencia de tensión. Dichas señales se recogerán en el Control Distribuido del Puesto de Control Local (PCL) de la Subestación y en el Telemando de Energía (TEE).

Serán de ineludible aplicación en referencia a las celdas de Acometida, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Celdas AT_V00.

Celdas de AT de 30, 25, 11 y 6 KV.

Debido a que los puntos de conexión de AT. en las Receptoras de la Compañía Suministradora sufren frecuentes oscilaciones de tensión y micro cortes, los cuales afectan negativamente al negocio de FMB, la alimentación de los elementos de maniobra y control de las celdas de AT será a 110 Vcc desde el equipo Rectificador Cargador de Batería de la Subestación, y temporización a la desconexión de 1 segundo en caso de falta de tensión.

Como norma general, todas las celdas de AT deberán ser metálicas, con el equipo de potencia bajo envoltorio de SF₆, de ejecución fija, compartimentada, interruptores automáticos motorizados con corte en SF₆, seccionadores motorizados de apertura en carga y seccionador de p.a.t. en todas las posiciones de una Subestación como son celdas de Acometida, celdas de Acoplamiento y Remonte, celdas de Protección de Transformadores y celdas de Distribución de 6 KV para Estaciones, con enclavamiento magnético, para evitar su cierre en presencia de tensión, y con imposibilidad de acceso al compartimento de cables mediante enclavamiento electromecánico.

Todas las celdas dispondrán de compartimento de barras que albergue el embarrado de aislamiento sólido y apantallado a tierra, que estará situado en la parte superior de la celda, fuera del compartimento de SF₆ y con una cubierta protectora adicional, albergando también los Transformadores de tensión para el conjunto del embarrado.

Los Transformadores de medida y las terminaciones de conexión de los cables, estarán situados en la parte baja de la celda o compartimento de cables, disponiendo de acceso frontal de fácil acceso para la colocación de los transformadores de medida de intensidad que deberán ir montados directamente sobre los pasa tapas.

El Compartimento de Seccionador e Interruptor Automático, donde se alojarán el seccionador y el interruptor automático de corte en SF₆, y los elementos de conexión al cubículo de barras. El seccionador III de barras puede ocupar tres posiciones: SERVICIO (Seccionador conectado); ABIERTO (Seccionador desconectado); PUESTA A TIERRA (Seccionador puesto a tierra).

La posición de tierra del seccionador de tres posiciones permitirá efectuar la maniobra de puesta a tierra de cables mediante el interruptor automático. Con el seccionador puesto a tierra deberá cerrar el automático para dar tierra a la salida a cables. Para evitar cualquier falsa maniobra, la combinación del interruptor automático y el seccionador de tres posiciones estarán dotada de los correspondientes enclavamientos electromecánicos.

El compartimento o cubículo de Baja Tensión, contendrá todos los elementos de protección y medida, así como los elementos auxiliares de control, relés auxiliares, interruptores automáticos de control y bornes de conexión.

La alimentación auxiliar para mando y control de las celdas, dispondrá de una protección individualizada, así como otra protección general en cabecera de la línea.

Cada celda dispondrá de un PLC, Relé de Protección y Analizador dedicado, además de centralita de alarmas y selectores para mando y control.

Todas las celdas de una misma tensión de servicio, formaran un conjunto continuo y

homogéneo, separados y aislados de otros conjuntos de celdas.

Los interruptores de AT de las llegadas de acometida podrán estar cerrados al unísono, independientemente de la existencia de tensión. Los disyuntores de AT de protección general de Metro estarán enclavados al cierre entre ellos, de tal forma que, si uno estuviese cerrado, el otro no podrá cerrarse y si ambos estuviesen abiertos, cualquiera puede cerrar.

En cuanto a los seccionadores de conmutación de acometida o de unión de barras de AT, es necesario que estén eléctricamente enclavados, de forma que si uno está cerrado el otro no pueda cerrar y si ambos están abiertos, cualquiera pueda cerrar, independientemente de la existencia o no de tensión.

En caso de que la configuración del circuito de AT no disponga de seccionadores de acoplamiento la filosofía será la siguiente: Siempre que un disyuntor esté abierto, se deberá maniobrar el seccionador de la propia cabina, de tal forma que, en posición de reserva, tanto el disyuntor como su seccionador estén abiertos, por lo que, nunca un equipo tendrá en los extremos de un mismo contacto, tensiones de distinta procedencia.

Los seccionadores de puesta a tierra deben disponer de un enclavamiento que no permita su conexión si no está abierto su interruptor automático, así como indicadores de presencia de tensión y finales de carrera para la indicación a distancia de su posición. Deberá disponer de un enclavamiento magnético de presencia de tensión que imposibilite su manipulación con tensión. Su actuación será totalmente manual.

Los cables de acometida deberán estar protegidos contra sobrecargas, cortocircuitos, tensión y corriente homopolar.

Los cables de salida de 6 kV deberán estar protegidos contra sobrecargas, cortocircuitos y corriente homopolar, y en la celda de medida de 6 kV se instalará la protección general común por tensión homopolar.

Los transformadores se protegerán contra sobrecargas, cortocircuito e imagen térmica.

Todas las protecciones actuarán sobre los disyuntores automáticos asociados, incluidos los transformadores de Servicios Auxiliares.

Todos los relés de protección deberán permitir el ensayo de cualquier parámetro que controlen, mediante la inyección de tensión o de intensidad, sin desconectar realmente el interruptor automático correspondiente. Deben ser electrónicos y que permitirán su ajuste a distancia a través de un bus de comunicaciones desde un Control Distribuido y desde el Puesto de Mantenimiento remoto.

El frontis de las celdas deberá incorporar instalado, el sinóptico del esquema unifilar de potencia, con los elementos principales tanto de mando como de señalización.

Los seccionadores de apertura en vacío dispondrán de los enclavamientos eléctricos necesarios para evitar su manipulación en tensión.

Todas las celdas de salida de cables, así como de la llegada de las acometidas dispondrán

además de un Analizador de Redes, de un amperímetro y voltímetro analógicos, con cambio de lectura entre fases e instalados sobre la compuerta del cubículo de Baja Tensión.

Tanto los símbolos, la señalización y señalizador de alarma funcionarán en posición local.

Los indicadores de posición tanto de interruptores automáticos como de seccionadores de tres posiciones deberán ser mecánicos y con mínimo efectuar las siguientes funcionalidades:

- ✓ No será posible maniobrar el seccionador de III posiciones con el interruptor conectado.
- ✓ El interruptor automático sólo se podrá conectar a las posiciones extremas del seccionador de III posiciones.
- ✓ La maneta del seccionador de III posiciones sólo se puede extraer en sus posiciones extremas.
- ✓ Con la puesta a tierra conectada al interruptor automático sólo podrá ser abierto mecánicamente y con liberación de la cerradura.
- ✓ Sólo se podrá introducir la manija de accionamiento del seccionador de III posiciones con el interruptor automático desconectado.
- ✓ Con la manija de accionamiento del seccionador de III posiciones en el eje de maniobra quedarán eliminadas las maniobras eléctricas.
- ✓ No se podrá cerrar el interruptor si los muelles no están cargados.

Todas las celdas dispondrán de manómetros indicadores de presión del gas, uno por cada cubículo de interruptor automático.

Las celdas deberán estar sometidas a los ensayos de rutina y tipo según las normas CEI / IEC-UNE aplicables, tanto en fábrica como en la obra, y como mínimo los a continuación relacionados:

- ✓ Una vez concluido el ensamblaje de las celdas y la conexión de Barras Generales, se realizará la puesta a tierra de las celdas y las conexiones de baja tensión de acuerdo con los esquemas eléctricos correspondientes, finalizando con la conexión de los cables de alta tensión.
- ✓ Una vez finalizados los trabajos de acoplamiento, y conexionado eléctricos de las celdas se realizará un ensayo de rigidez dieléctrica del equipo al 80% de los valores de ensayo a una frecuencia de 50 Hz.
- ✓ Todas las celdas una vez instaladas, deberán someterse al ensayo de frecuencia industrial en las condiciones definidas por la normativa CEI y específicas para cada nivel de tensión.
- ✓ Control de fugas, contenido, presión y grado de humedad en los compartimentos con gas SF6.
- ✓ Ensayo de descargas parciales sobre componentes aislantes.
- ✓ Ensayo a frecuencia industrial del circuito de potencia.
- ✓ Ensayo a frecuencia industrial del circuito de control.

Salvo indicación expresa en Prescripciones Técnicas de FMB, las Características Eléctricas y Constructivas Generales serán:

- ✓ Tensión nominal de aislamiento (kV) 36 kV
- ✓ Frecuencia asignada (Hz) 50 Hz
- ✓ Nivel de aislamiento (kV)
- ✓ A frecuencia industrial, 50Hz (kV eficaces) 70 kV
- ✓ A onda de choque tipo rayo (kV cresta) 170 kV
- ✓ Intensidad nominal (A)
- ✓ Embarrado general 1.250 A
- ✓ Derivación Conexiones 1.250 A
- ✓ Derivación Salidas 630 A
- ✓ Intensidad nominal de corte de cortocircuito trifásica simétrica (kA) 25 kA.
- ✓ Intensidad nominal de corta duración (kA - 3 s) 25 kA.
- ✓ Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta) 63 kA.
- ✓ Resistencia frente arcos internos 3 caras (kA - 1 s)
- ✓ Tensión auxiliar de los circuitos de control (Vcc) 110 VCC.
- ✓ Grado de protección de componentes de alta tensión IP-65
- ✓ Medio de aislamiento SF6 / Sólido
- ✓ Medio de corte SF6
- ✓ Presión del gas de aislamiento SF6, 20 °C (bar relativo) 0,3 bar
- ✓ Color de la pintura RAL-9002
- ✓ Construido según normas:
 - ✓ Aparata de alta tensión: estipulaciones comunes CEI 60694
 - ✓ Aparata bajo envolvente metálica C.A. $1 < V_n \leq 52\text{kV}$ CEI 60298
 - ✓ Interruptores automáticos CEI 60056
 - ✓ Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra CEI 60129
 - ✓ Interruptores-seccionadores CEI 60265-1

Particularizando para cada uno de los distintos tipos de celdas:

Las celdas de acometida o acometida con Disyuntor, Protección y Medida, dispondrán como mínimo del siguiente equipamiento:

- ✓ Embarrado general simple tripolar de 1.250 y aislamiento sólido apantallado y p.a.t.
- ✓ Embarrado interior tripolar de 1.250.
- ✓ Seccionador de 3 posiciones. (Cerrado / abierto / tierra), 1.250.
- ✓ Contactos auxiliares de posición 8ª +8 NC.
- ✓ Interruptor automático tripolar (motorizado) de corte en SF6, 2.500 / 31, 5kA., Con Motor de carga de muelles, Contador de maniobras, Relé antibombeo, Bobina de apertura y cierre y Contactos auxiliares de posición 10NA +9 NC.
- ✓ Conjunto de 3 transformadores de intensidad relación 200-400 / 1 A de 0,5 VA - 5P20 para protección.
- ✓ Relé de protección tipo EASENERGI P3.
- ✓ Conjunto de 3 transformadores de intensidad relación 200-400 / 1 A de 0,5 VA cl. 0,2s por medida.
- ✓ Conjunto de 3 transformadores de tensión relación 27.500: $\sqrt{3}/110$: $\sqrt{3}$ - 110: 3V de 25VA cl. 0,2 por medida y 50VA - 3P por protección.
- ✓ Unidad integrada de Medición y Control mod. ION 7550 de Schneider-eléctric. Voltímetro EC3V.

- ✓ Automata programable M-340 de Schneider-eléctric.
- ✓ Conjunto de atravesadores pasa tapas de cono externo tipo "C" para conexión de terminal en T (cable de potencia).
- ✓ Conjunto de elementos y aparellaje necesario para la baja tensión como relés auxiliares, automáticos y bornes de conexión.
- ✓ Detector capacitivo trifásico con indicadores de presencia de tensión.
- ✓ Centralita de alarmas.
- ✓ Sinóptico desde cables de llegada hasta barra de AT, incluido todos los elementos integrados en la cabina
- ✓ Selector local – distancia
- ✓ Selector de maniobra y posición de los equipos.

Las celdas de salida a grupo rectificador con Disyuntor, Protección y Medida, dispondrán como mínimo del siguiente equipamiento:

- ✓ Embarrado general simple tripolar de 1.250 y aislamiento sólido apantallado y p.a.t.
- ✓ Embarrado interior tripolar de 630.A.
- ✓ Seccionador de 3 posiciones. (Cerrado / abierto / tierra), 630A.
- ✓ Contactos auxiliares de posición 8ª +8 NC.
- ✓ Interruptor automático tripolar (motorizado) de corte en SF6, 2.500 / 31, 5kA., Con Motor de carga de muelles, Contador de maniobras, Relé antibombeo, Bobina de apertura y cierre y Contactos auxiliares de posición 10NA +9 NC.
- ✓ Conjunto de 3 transformadores de intensidad relación 100/1 A de 0,5 VA - 5P20 para protección.
- ✓ Relé de protección tipo EASENERGY P3.
- ✓ Conjunto de 3 transformadores de intensidad relación 100/1 A de 0,5 VA cl. 0,5-5P20 por medida.
- ✓ Unidad integrada de Medición y Control mod. PM8000 de Schneider-eléctric.
- ✓ Automata programable M-340 de Schneider-eléctric.
- ✓ Conjunto de atravesadores pasa tapas de cono externo tipo "C" para conexión de terminal en T (cable de potencia).
- ✓ Conjunto de elementos y aparellaje necesario para la baja tensión como relés auxiliares, automáticos, bornes, etc.
- ✓ Detector capacitivo trifásico con indicadores de presencia de tensión.
- ✓ Centralita de alarmas.
- ✓ Sinóptico desde barras de AT, trafo, hasta posición seccionador del rectificador.
- ✓ Selector local – distancia
- ✓ Selector de maniobra y posición de los equipos.

Las celdas de salida a transformadores 25 / 6KV de Estaciones con Disyuntor, Protección y Medida, dispondrán como mínimo del siguiente equipamiento:

- ✓ Embarrado general simple tripolar de 1.250 y aislamiento sólido apantallado y p.a.t.
- ✓ Embarrado interior tripolar de 630.A.
- ✓ Seccionador de 3 posiciones. (Cerrado / abierto / tierra), 630A.
- ✓ Contactos auxiliares de posición 8ª +8 NC.
- ✓ Interruptor automático tripolar (motorizado) de corte en SF6, 2.500 / 31, 5kA.,

- Con Motor de carga de muelles, Contador de maniobras, Relé antibombeo, Bobina de apertura y cierre y Contactos auxiliares de posición 10NA +9 NC.
- ✓ Conjunto de 3 transformadores de intensidad relación 100/1 A de 0,5 VA - 5P20 para protección.
 - ✓ Relé de protección tipo EASENERGY P3.
 - ✓ Conjunto de 3 transformadores de intensidad relación 100/1 A de 0,5 VA cl. 0,5-5P20 por medida.
 - ✓ Unidad integrada de Medición y Control mod. PM8000 de Schneider-eléctric.
 - ✓ Autómata programable M-340 de Schneider-eléctric.
 - ✓ Conjunto de atravesadores pasa tapas de cono externo tipo "C" para conexión de terminal en T (cable de potencia).
 - ✓ Conjunto de elementos y aparellaje necesario para la baja tensión como relés auxiliares, automáticos, bornes, etc.
 - ✓ Detectores capacitivos trifásico con indicadores de presencia de tensión.
 - ✓ Centralita de alarmas.
 - ✓ Sinóptico desde barras de AT, trafo, hasta posición protección salida trafo en 6 kV.
 - ✓ Selector local – distancia
 - ✓ Selector de maniobra y posición de los equipos.

La celda de salida a transformador de Servicios Auxiliares con Disyuntor, Protección y Medida, dispondrá como mínimo del siguiente equipamiento:

- ✓ Embarrado general simple tripolar de 1.250 y aislamiento sólido apantallado y p.a.t.
- ✓ Embarrado interior tripolar de 630.A.
- ✓ Seccionador de 3 posiciones. (Cerrado / abierto / tierra), 630A.
- ✓ Contactos auxiliares de posición 8ª +8 NC.
- ✓ Interruptor automático tripolar (motorizado) de corte en SF6, 2.500 / 31, 5kA., Con Motor de carga de muelles, Contador de maniobras, Relé antibombeo, Bobina de apertura y cierre y Contactos auxiliares de posición 10NA +9 NC.
- ✓ Conjunto de 3 transformadores de intensidad relación 20/1 A de 0,1 VA - 10P15 para protección.
- ✓ Relé de protección tipo EASENERGY P3.
- ✓ Conjunto de 3 transformadores de intensidad relación 20/1 A de 0,5 VA cl.1 por medida.
- ✓ Unidad integrada de Medición y Control mod. PM8000 de Schneider-eléctric.
- ✓ Autómata programable M-340 de Schneider-eléctric.
- ✓ Conjunto de atravesadores pasa tapas de cono externo tipo "C" para conexión de terminal en T (cable de potencia).

- ✓ Conjunto de elementos y aparellaje necesario para la baja tensión como relés auxiliares, automáticos, bornes, etc.
- ✓ Detector capacitivo trifásico con indicadores de presencia de tensión.
- ✓ Centralita de alarmas.
- ✓ Sinóptico desde barras AT, trafo, hasta posición protección salida trafo en 220 V.
- ✓ Selector local – distancia
- ✓ Selector de maniobra y posición de los equipos.

Serán de ineludible aplicación en referencia a las celdas de Acometida, la normativa y las

Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Celdas AT_V00.

3.2 Cabinas de corriente continua

Los elementos que se utilizarán cumplirán las normativas oficiales vigentes y se tendrán en cuenta las normas y los Pliegos de condiciones particulares que correspondan como son Reglamento Electrotécnico de BT, Prescripciones Técnicas de FMB y Normas UNE, CEI, DIN, VDE, vigentes, de acuerdo con lo que corresponda en cada caso.

Las cabinas de Rectificador, Feeders Extrarrápido y Retornos, serán de estructura metálica, formando un conjunto aislado de tierra, con el fin de poder detectar un defecto a masa. En caso de que la subcentral alimente dos o más líneas de Metro, Talleres o Cocheras, se instalarán dos cabinas de Retornos y un seccionador de barras generales y otro de barra de bypass que separen ambas líneas, en este caso la estructura de las cabinas formará dos conjuntos separados (aislados entre sí) con la intención de que la desconexión de una línea predeterminada en masa no afecte a las otras.

Las puertas de las cabinas dispondrán de bisagras con cierre de manivela y llave, anclaje de tres puntos (superior, central e inferior). La apertura de la puerta será de 180°. Entre esta puerta y los elementos en tensión, se guardarán las distancias recomendables para permitir la visualización de los equipos en tensión y realizar termografías en funcionamiento, evitando los contactos directos.

En la parte trasera de las cabinas de corriente continua, las puertas serán abatibles con apertura superior a 150°, llevarán bisagras por un lado y su cierre podrá ser por tornillos hexagonales de tipo Allen o bien por maneta con llave. En ambos casos todas las puertas dispondrán de un enclavamiento mediante finales de carrera, que provoque el disparo de todos los grupos de Continua. En una de las puertas de la parte posterior de las cabinas, se instalará un selector de dos posiciones con llave ACTIVADO - INHIBIDO para poder anular el disparo por abertura de puerta y permitir así la realización de inspecciones visuales y termografías en embarrados y equipos. Estas puertas darán acceso a las barras generales de continua (positivo, negativo y bypass), se sustentarán por aisladores adecuados y recorriendo modularmente todas las celdas. La sección será constante en todo su recorrido. Estará diseñada para soportar una corriente permanente de 4500 A, con un incremento de 30°C sobre una temperatura ambiente de 35°C. En su parte exterior delantera y trasera, las cabinas dispondrán de señalización mediante cartelería de riesgo eléctrico de mínimo 100.mm de tamaño.

Cualquier seccionador de barras (generales o de bypass) o conmutador de salida de extrarrápido deberá tener un enclavamiento eléctrico que evite su maniobra con carga.

Las cabinas tendrán aproximadamente una altura máxima de 2200 mm y una profundidad de 1600 mm. La anchura será la adecuada a su funcionalidad, como referencia se indican las siguientes cotas:

Rectificador:	1100 mm
Retornos:	1100 mm

Feeder:	800 mm
Seccionador/conmutador/bypass:	800 mm

En el frontal de las cabinas, se encontrarán todos los aparatos de mando, medida, control, maniobra y protección.

Todos los equipos serán maniobrables fácilmente y estarán instalados a una altura adecuada para su óptima manipulación.

Tanto los feeders como los rectificadores se montarán sobre carros que serán extraíbles de sus celdas correspondientes. Su movimiento se realizará mediante un mecanismo de enclavamiento que impida un uso indebido.

Los puntos de contacto de los carros extraíbles, se efectuarán a través de unas pinzas o dedos de sección adecuada a la intensidad de circulación y a la potencia de cortocircuito que se prevea.

Sobre el embarrado se situarán los seccionadores de Corriente Continua de los rectificadores y los conmutadores de los feeders. Todos ellos estarán motorizados, con maniobra y control manual y tele mandados.

La maniobra manual provocará que nunca se pueda efectuar en condiciones inadecuadas de carga o tensión.

Los puntos para comprobación serán accesibles sin necesidad de desmontaje de elemento alguno, pero estarán protegidos contra cualquier contacto accidental.

Para evitar caídas a distinto nivel al extraer un carro de continua, todas las celdas tendrán en su parte inferior una reja de material aislante que soporte un peso de mínimo 300kg, y en el caso de las celdas de Rectificador, que permita el paso de aire para su refrigeración.

Todas las señales ópticas de alarmas se han de centralizar en equipo de visualización tipo Magelis o similar.

Todas las cabinas se equiparán con selector local – distancia, en posición local no se permitirá ninguna maniobra proveniente del Telemando pero sí del Control Distribuido Local ubicado en el PCL. En posición Distancia, se permitirán todas las maniobras desde Telemando pero no así desde la posición local o desde el Control Distribuido. Todas las señales y alarmas se reflejarán en el Control Distribuido y en el Telemando, independientemente de la posición del selector local-distancia.

Cabina rectificadora

Los rectificadores estarán formados por conjuntos de diodos de silicio, de avalancha controlada. Deberán soportar una temperatura ambiente de 45°C sin que le afecte a la vida útil. Su conexión será por puente trifásico de Graetz.

Los diodos se montarán sobre una estructura en carro extraíble de la cabina principal, esta estructura tendrá, además, la finalidad de actuar como radiador, por lo que serán de aluminio con aletas disipadoras de calor. La ventilación será por convección natural.

Los diodos se alojarán entre radiadores de aluminio, sujetos entre sí por tornillos. Dispondrá de un mecanismo que distribuya uniformemente los esfuerzos sobre toda la superficie del diodo y evitando a su vez deformaciones por exceso de presión. La presión y su tolerancia máximas deberán estar dentro del rango facilitado por el fabricante.

Los diodos a instalar por rama se escogerán por familias con valores de resistencia interna semejantes.

Estarán protegidos de forma individualizada a través de fusibles ultrarrápidos, con percutor de señalización de fusible fundido, con su tratamiento correspondiente en el equipo de protección del rectificador.

El rectificador dispondrá de un número de diodos por rama tal que su tensión nominal sea 1500 Vcc (aunque la tensión de funcionamiento será 1200 Vcc) y para una tensión inversa no inferior a 3600 V.

Dispondrá del sistema n-1, es decir, se podrá fundir un fusible por rama sin que esto conlleve la desconexión del rectificador, dará señal de alarma, con un segundo diodo fundido en la misma rama, se desconectará y bloqueará.

Si es del tipo convencional, el primer fusible fundido provoca alarma, disparo y bloqueo. Una vez que ha desaparecido la alarma se debe poder desbloquear tanto a local como a distancia.

Los rectificadores estarán preparados para una clase VI de carga según:

- 100 % durante tiempo ilimitado
- 150 % durante 2 horas
- 300 % durante 1 minuto

Los rectificadores deben soportar, sin fusión ni avería de ninguno de sus componentes, un cortocircuito franco en barras de salida de rectificador durante 120 milisegundos y un incremento de +10% de la tensión nominal de alimentación de la red.

Los equipos de protección ubicados en el frontal de las cabinas, estarán ajustados según parámetros de explotación normalizados por FMB para las protecciones de sobrecarga, térmico y cortocircuito.

Por alarma de sobrecarga, cortocircuito, el grupo rectificador debe desconectarse y bloquearse. Asimismo, irán provistos de un sistema que permitirá la detección de la corriente en un sentido determinado y que servirá como detector de corriente de retorno a la salida de cada uno de los grupos rectificadores de la subestación.

La señal para la detección de retorno se tomará directamente a través de un shunt y un convertidor, que con aislamiento galvánico, alimentará al relé correspondiente encargado de controlar esta protección.

El nivel y el tiempo de detección, podrán ser ajustados en el PLC dedicado y en la unidad principal de control.

Por retorno de energía se deben desconectar y bloquear todos los rectificadores que estén conectados en la misma barra de continua. Una vez aislado el rectificador averiado (apertura del seccionador de salida) se podrán desbloquear, tanto a local como a distancia el resto de rectificadores.

Desconexión de los rectificadores por falta de tensión de 25 /11 kV.

Para permitir la maniobra del carro rectificador se han de cumplir a la vez las siguientes condiciones:

- ✓ Disyuntor de AT desconectado.
- ✓ Seccionador de AT abierto (o carro de Disyuntor seccionado).
- ✓ Seccionador de salida del Rectificador abierto.

Con el selector local-distancia en posición local, la desconexión del disyuntor del rectificador se podrá efectuar directamente sobre la cabina o bien a través del control distribuido.

Con el carro de rectificador extraído no existe ninguna posibilidad de acceder de forma directa a puntos en tensión.

Para el cierre del interruptor del rectificador deberá estar cerrado en seccionador de retorno de negativos.

El techo de la zona del rectificador está cerrado mediante chapa perforada, para favorecer la evacuación del aire de refrigeración. El mismo techo de la zona de barras está completamente cerrado.

La celda dispondrá de un cableado que mediante un conector unirá los circuitos de mando y señal procedentes del rectificador al sistema de mando del grupo rectificador.

Los rectificadores estarán provistos de la correspondiente protección RC contra las sobretensiones producidas en el lado de corriente continua, y se situará en la celda de seccionador de grupo rectificador. Así mismo se instalarán bornas polarizadas que permitan el ensayo en rectificadores mediante maleta de inyección.

Junto a la cabina del rectificador, se instalará la cabina del seccionador asociado, en su frontis ubicará los aparatos de medida como amperímetro y voltímetro, señalización, mando con pulsadores y conmutadores de giro y protección. También estará dotada de un esquema sinóptico coordinado con el resto de aparatos que permite una imagen de la situación eléctrica de la instalación.

En el interior del cajón están instalados los elementos de maniobra como relés y contactores, elementos de protección como interruptores magneto térmicos e interruptores diferenciales, y logísticos como PLC dedicado y convertidores en BT, así como las bornas de mando y señalización correspondientes al grupo.

En el interior se alojará el seccionador motorizado de corriente continua del grupo rectificador, que será bipolar. Su estado abierto o cerrado podrá verse físicamente a

través de una ventanilla de metacrilato, además de la señalización del sinóptico del frente de la celda. También estará alojado el equipo de protección RC contra sobretensiones del rectificador en lado corriente continua.

El mando manual de socorro para efectuar la maniobra del seccionador, estará situado en el frente de la celda, junto al esquema sinóptico. Este seccionador separa las barras procedentes del rectificador de las generales.

Todo el Mando por motor será a 110 V corriente continua.

Cabina Feeder

Todas las celdas de feeder dispondrán en el frontis un voltímetro y amperímetro, así como el mando y señalización del disyuntor y del conmutador asociado.

La cabina de feeder estará compartimentada, en el carro extraíble se alojará el disyuntor de CC, la prueba de línea, así como el ensayo de línea.

El panel de BT se instalará sobre la cabina (parte no extraíble), a una altura fácilmente accesible. En el interior del compartimento se ubicarán los elementos de maniobra (relés, contactores, etc.) de protección (interruptores magneto térmicos, interruptores diferenciales, etc.) y logísticos (PLC's, convertidores en BT, etc.), así como las bornas de mando y señal correspondientes al grupo.

La conexión entre los elementos de potencia se efectúa a través de guillotinas de cierre automático.

Existirá un PLC dedicado para mando, señalización, alarmas, etc. y un Relé de protección dedicado para las distintas pruebas (DDL, DDT y EDL). En caso de que sea un solo autómatas el que controle el mando y protección (DDL, DDT y EDL), el tecnólogo deberá justificarlo de forma que el control y mando no ralentice la actuación de las protecciones, en especial del DDL.

Posteriormente a estos compartimentos, se encuentra el seccionador motorizado de bypass. Su estado (abierto-cerrado) puede verse mediante su señalización en el esquema sinóptico.

El mando manual de socorro para efectuar la maniobra del seccionador se encuentra situado en la parte anterior de la celda. Su maniobra manual debe impedir el conexionado del disyuntor. Este seccionador acopla la barra de bypass con la salida de feeder.

El techo de esta cabina está cerrado en su parte posterior y abierto en el compartimento de ubicación del carro feeder.

En la parte fija se instalará el conmutador de feeder, barras de continua y bypass, dispositivo de guía del carro.

El carro de feeder se ha de enclavar en la posición de enchufado si el feeder está conectado.

Con el carro en posición de ensayo (desenchufado), se debe permitir conectar y desconectar el feeder a voluntad (Para pruebas), sin que sea necesario que esté conectado a la red de tracción.

Con el carro de feeder extraído no hay posibilidad de acceder a partes en tensión.

Las protecciones de los feeders se gestionarán a través de un Relé dedicado, el cual se suministrará con su programa de gestión y documentación precisa para su control y mantenimiento.

Se debe permitir efectuar pruebas de conexión y desconexión del feeder con su carro en posición de seccionado.

Las alarmas se remitirán al telemando de forma separada.

Ensayo prueba de línea (EDL). Principio de funcionamiento

El sistema de ensayo de línea se pone en marcha ante una orden de conexión (local o a distancia) o un reenganche automático. La secuencia que inicia el sistema ante esta orden es la siguiente:

- a) Se analizan las tensiones en ambos extremos del extrarrápido, es decir, la tensión en barras Ub y en catenaria Uf (salida de feeder).
- b) Ambas medidas se comparan con un valor Umin (ajustable 0 - 2.000V), y en función de la comparación se llevan a cabo las siguientes acciones:
 1. Si ambas tensiones son inferiores a Umin se produce el bloqueo del feeder.
 2. Si ambas tensiones son superiores a Umin se calcula la diferencia positiva entre ellas, y se compara con un valor DU (ajustable 0 - 2.000V). Si la diferencia resulta menor, se permite el cierre del disyuntor. En el caso contrario, es decir, que la diferencia sea mayor al DU ajustado, se espera un tiempo preestablecido (apartado c) hasta que dicha diferencia sea admisible para permitir la conexión del extrarrápido de feeder. Si este tiempo ajustado transcurre completamente sin haber autorizado el cierre del extra rápido, se produce un bloqueo a dicha conexión.
 3. Si una de las tensiones es superior a Umin y otra inferior, el sistema inicia el análisis del nivel de resistencia entre catenaria y carril (apartado c).
- c) Si se hace necesario medir el nivel de aislamiento (tanto la resistencia que se presenta entre salida de feeder y carril), el sistema inicia la siguiente secuencia:

1. Se aplica plena tensión a la catenaria a través de una resistencia limitadora de intensidad por un período de tiempo ajustable (0 - 10.000 mseg.) durante el cual se realizan las medidas de intensidad y tensión, eliminando adecuadamente los valores correspondientes a los transitorios propios de las maniobras y estabilización de señales.
2. Al finalizar el período anterior, se analizan las medidas y se calcula la resistencia, la cual se compara con un nivel R_{min} (ajustable 0 - 999,9 Ω). Si resulta mayor, se considera un buen nivel de aislamiento para dar la orden de conexión del extra rápido. En el caso contrario, se espera un período de tiempo (ajustable 0-50 seg.) tras el cual se repite la operación desde el punto 1.
3. El número de veces a repetir las operaciones 1. y 2. será de tres veces, lo cual define un tiempo total de ensayo de línea. Si a la tercera prueba no conecta, se bloquea la conexión del disyuntor. Este tiempo acumulado define igualmente el tiempo de espera para la conexión por comparación de tensión, descrito en el apartado b.2.

Comparador de tensión (DDT). Principio de funcionamiento

En el caso de que en el momento de conectar un feeder ya exista tensión en línea debida a otra subestación colateral, será necesario que antes de cerrar automáticamente el extra rápido, se analice la tensión en catenaria comparándola con la tensión de salida de los rectificadores de la subestación.

Si la diferencia de tensión es superior a un valor ajustado, el sistema impedirá la conexión del disyuntor, dando bloqueo al cabo de un tiempo también ajustable.

Si la diferencia de tensión es inferior al valor ajustado, el sistema permitirá la conexión del disyuntor.

La filosofía de análisis de línea y comparación de tensión será la siguiente:

- En caso de existencia de tensión en catenaria (a partir de un determinado nivel mínimo), será el sistema comparador de tensiones el que dictamine si se puede conectar el disyuntor, no actuando en este caso el sistema de ensayo de línea.
- En caso de no existir tensión en catenaria, será el sistema de ensayo de línea el que dictamine si se puede conectar el disyuntor, no actuando en este caso el sistema de comparación de tensiones.

Los dos sistemas de ensayo de línea y comparación de tensiones actuarán automáticamente efectuándose el reenganche automático del feeder únicamente en el caso de desconexión por relés estáticos o por sobrecarga, sin necesidad de dar una nueva orden manual de conexión.

En el caso de que en el reenganche exista bloqueo por diferencia de tensión o por poca resistencia en línea, será necesario desbloquear y volver a dar una orden de conexión al feeder (local o distancia).

El ajuste de nivel de diferencia de tensión será variable (0÷750 V).

Detector de defecto de línea (DDL). Principio de funcionamiento

La filosofía de la detección del defecto de línea se basará en el análisis de los incrementos de corriente (ΔI) correspondiente a las señales de tracción enviadas por el convertidor correspondiente.

Para el análisis se medirá el valor de los incrementos de corriente (ΔI) que se van produciendo en cada cresta de la corriente debida a los arranques de tracción, o bien producidos en un defecto.

El comienzo de la medida de ΔI se efectuará a partir que la señal de tracción supera un valor de di/dt ajustable en el PLC.

El final de la medida ΔI se efectuará a partir de que la señal de tracción quede por debajo de un valor de di/dt también ajustable en el PLC e independientemente del anterior di/dt que determina el comienzo de la medida.

Se compararán los valores medidos con un ajuste fijo ΔI , produciendo orden de desconexión inmediata al extra rápido en el momento en que el valor del ΔI medido será superior al ΔI ajustado.

Además de este sistema de detección, será capaz de detectar defectos muy amortiguados, utilizando la misma técnica de medida anterior y dando una orden de disparo cuando el defecto supere un ΔI mínimo y un tiempo de estabilización ajustado en el equipo.

El ΔI mínimo será un valor muy inferior al ΔI instantáneo de la otra detección.

Con esta filosofía de detección será capaz de distinguir el ΔI debido a la tracción normal, no dando desconexiones intempestivas, y por otra parte, detectar defectos muy amortiguados dando la orden de desconexión al disyuntor.

El sistema tendrá además los siguientes elementos de control:

- ✓ Ajuste externo mediante el Control Distribuido del ΔI instantáneo y del tiempo de ajuste para la detección de defectos amortiguados.
- ✓ Indicación de sí la detección es por ΔI o por tiempo.
- ✓ Salida de la señal ΔI de corriente que está analizando el DDL por efectuar registros.
- ✓ Montaje y memorización de las detecciones que superen los ajustes tarados.
- ✓ Señalización local y telemando si el sistema está fuera de servicio.

- ✓ Posibilidad de autoajuste inteligente, en función del número de disparo, niveles del ΔI , detectados y frecuencia de estos durante las últimas fechas de funcionamiento.

La desconexión del feeder por falta de tensión en corriente continua se deberá retardar 1 segundo para así filtrar las oscilaciones de la red de alterna.

El conmutador de salida de feeder solo se podrá maniobrar en vacío, es decir, con su disyuntor extrarrápido en posición abierta. Mientras se esté ejecutando cualquier maniobra del conmutador, no se permitirá la maniobra de su interruptor extrarrápido.

En resumen el feeder ha de desconectar automáticamente por:

- ✓ Desconexión de todos los rectificadores que lo alimenten.
- ✓ Falta de tensión 1200/1500 Vcc en barras generales de cc.
- ✓ Desconexión por conexiones de acometidas de AT.
- ✓ Puesta a masa de la estructura de las celdas.
- ✓ Alarma segundo nivel de tensión negativo-tierra.
- ✓ Al intentar accionar manualmente el conmutador de feeder.

Con el feeder de reserva conectado y en servicio, si se intenta maniobrar localmente cualquier conmutador de feeder se debe enviar una orden de desconexión al feeder afectado y al de reserva.

Reconexión automática del feeder solo por Desconexión por DDL o sobrecarga. Reconexión automática con dos intentos en un periodo no superior a 15 minutos. Solo aplicable a los feeders en línea incluso feeder de reserva y no aplicable a feeders de Talleres y Cocheras.

Se debe inhibir la maniobra del conmutador de feeder por presencia de tensión en barras de bypass y con su feeder conectado.

Cabina retorno

En la celda de retorno se conectarán los cables procedentes de la vía. Se utilizarán retornos independientes por vía que se unirán en dicha cabina. Las placas de unión a vía podrán estar conectadas entre sí. A la llegada se conectarán a un seccionador bipolar el cual permitirá aislar los retornos de cada vía de la barra de negativo de cabina. Este seccionador estará enclavado de forma que solo se podrá maniobrar (tanto a la apertura como al cierre) sin tensión en barra positiva, es decir, abiertos los disyuntores de cabecera de los rectificadores. Los rectificadores no se podrán conectar si el seccionador está en posición abierta y el carro rectificador en posición de servicio, solo se podrán conectar en posición de ensayo.

El seccionador de Retorno podrá cerrarse a distancia desde Telemando de Energía, pero no así su apertura.

Tal como se ha comentado en otros apartados, las celdas de corriente continua estarán aisladas de tierra de la subcentral, formando tantos conjuntos como líneas o talleres y

cocheras alimenten. Cada conjunto de celdas estará unido a una única barra de masa y ésta se conectará a tierra a través de un detector de puesta a masa.

Por detección de puesta a masa de la estructura de las celdas de continua, se han de desconectar y bloquear automáticamente todos los equipos del mismo conjunto de celdas (rectificadores y feeders) conectados a la misma barra de corriente continua. El desbloqueo se ha de efectuar sólo de forma local y por control distribuido en local. Se provocará el disparo automático de los feeders colaterales asociados al conjunto disparado.

La protección de vigilancia de tensión Carril-tierra estará polarizada en el sentido carril-negativo (+) a tierra (-), (no será en polaridad inversa para no favorecer la entrada de corrientes parásitas desde tierra hacia el negativo).

Tendrá dos niveles de alarma, el primer nivel regulado a 90V, cerrará el seccionador contactor carril-tierra y se abrirá automáticamente al cabo de unos segundos, dando señal de alarma y del cambio de posición del seccionador contactor para su control a distancia.

El segundo nivel regulado a 150V, ha de provocar el cierre del seccionador negativo tierra y la desconexión y bloqueo de todos los rectificadores y feeders, dando igualmente las señales de alarma y el cambio de estado del seccionador para su control a distancia y también provocará el disparo de los feeders colaterales asociados.

La normalización del seccionador o interruptor y de la protección, será automática a la normalización de la diferencia de tensión.

En el frontis de esta celda debe existir un sinóptico del unifilar de retornos, un voltímetro para el control de la tensión negativo-tierra, un amperímetro general para el control de la intensidad total de retorno, un amperímetro por vía. Dispondrá de los equipos necesarios para controlar desde el Control Distribuido la energía consumida, así como las tensiones e intensidades de vía y carril-tierra. También dispondrá sobre el frontis de elemento de señalización de alarmas tipo Magelis o similar (tensión negativo-tierra, 1º y 2º escalón y puesta a masa).

Cabina bypass o seccionador de barras de c.c.

Esta cabina se encontrará aislada del resto de conjuntos de cabinas y dispondrá de su propio equipo de puesta a masa.

En caso de que esta cabina no disponga de la protección de puesta a masa, la cabina estará unida eléctricamente al conjunto donde basculen las cuchillas del seccionador, el tramo de barras perteneciente al otro conjunto de cabinas se cubrirá con material aislante.

Cualquier seccionador de barras (generales o de bypass) o conmutador de salida de Feeder deberá disponer de un enclavamiento eléctrico que evite su maniobra en carga.

Serán de ineludible aplicación en referencia a las celdas de Corriente Continua, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Celdas CC_V00.

Equipamiento de arrastres

Para obtener una protección eficaz de las instalaciones, tanto de los equipos instalados en las subcentrales como de las líneas de tracción y de los trenes, es necesario que la comunicación entre subcentrales sea rápido y eficaz de tal forma que, una vez detectada la apertura de un extra rápido por disparo de sus protecciones, transmita la información a su feeder colateral, de forma que la zona de alimentación común quede sin tensión de tracción en el menor tiempo posible.

El equipo de protección por arrastre irá instalado en un armario de tamaño adecuado para el aparellaje que aloja, y estará formado por un PLC dedicado, conjunto de tarjetas, fuente de alimentación e interface de entrada/salida digital, protecciones, con cableados y bornes de conexión de comunicaciones y maniobra.

En cada subcentral existirá un terminal, conectados entre sí por un enlace analógico a dos hilos (cobre o fibra óptica). Cada terminal generará una señal de multifrecuencia modificada (MFM) compuesta por dos frecuencias entre ocho seleccionadas para asegurar la fiabilidad del mando, las cuales se dividirán en dos grupos.

El equipo estará concebido con criterios de seguridad intrínseca, de forma que cualquier anomalía que imposibilite el correcto funcionamiento provoque el disparo a todos los extra rápidos, generando una alarma en el Control Distribuido y en el Telemando, el cual deberá actuar automáticamente para reordenar los arrastres a través de éste y la conexión de los extra rápidos afectados hasta la solución del problema.

Con la tecnología actual, el tiempo de respuesta debe ser mínimo, siendo éste el comprendido desde que en un extremo se detecta la anomalía hasta que el extra rápido colateral es disparado.

La técnica para la detección de las frecuencias de comunicación se realizará por medio de procesadores digitales de señal, que permitirá una detección fiable de estas señales en el otro extremo en tiempos de muestreos muy pequeños, incluso en condiciones precarias del medio de comunicación, bajo aislamiento del cable, interferencias, etc. es decir, con una mala relación señal/ruido.

El canal de comunicación ocupará las frecuencias desde 300 hasta 3400 Hz.

La decodificación se dará por buena si se cumple:

- ✓ Se recibe el nivel más alto de señal en dos de las frecuencias, que deberán pertenecer una a cada grupo.
- ✓ Además la relación entre el nivel de la señal a estas dos frecuencias y el nivel de señal a las seis frecuencias restantes es superior a un cierto umbral prefijado.

Si no se cumple las condiciones anteriores se considera que la transmisión no es buena, activándose las alarmas correspondientes, que estarán reflejadas en modo local y distancia.

Las condiciones que provocan que se generen estas alarmas y su actuación son las siguientes:

Señal < 6 dB: Esta alarma se considera urgente y se señaliza. Se genera cuando se produce un fallo de comunicaciones provocando la caída de los feeders.

Señal 6 ÷ 18 dB: Esta alarma se produce cuando en la línea de comunicación se detecte una señal/ruido mayor de 6 dB y menor de 18 dB. Da señal de alarma.

Las situaciones que pueden dar lugar a un fallo de las comunicaciones son:

- ✓ Detectar una relación señal/ruido menor de 6 dB durante un tiempo mayor de 15 mseg, evitando los ruidos producidos durante los cambios de mando.
- ✓ La no recepción de señal de ninguna de las 8 frecuencias MFM.
- ✓ La recepción de señal de una sola de las 8 frecuencias MFM.
- ✓ La detección de más de dos frecuencias previstas MFM (ruido).
- ✓ La no recepción del tono de guarda, o disminución de 9 dB respecto a las señales, durante un tiempo determinado.

Darán las alarmas a local y distancia correspondiente.

El equipo repondrá el fallo de comunicaciones una vez transcurridos los 15 segundos desde que se produjo y se haya observado estabilidad en las frecuencias durante 4 segundos más.

El equipo de arrastre dispondrá de la señal de test para comprobar el correcto funcionamiento de las comunicaciones y de los equipos. En todo momento se vigilarán las órdenes locales, prevaleciendo éstas en caso de existir y procediendo a la anulación de la secuencia.

El test será real, por lo que la subcentral receptora desconectará y la primera permanecerá en tensión. El Test es por sentido, por lo que, para la correcta comprobación se efectuará en sentido inverso. Dispondrá de señalización a local y distancia.

La eficacia del sistema se determinará a través del comportamiento o de la respuesta de unos parámetros como son la dependencia, seguridad, tiempo de transmisión y tiempo de ejecución.

Se suministrará toda herramienta (equipo hardware, software, etc.) para verificar el correcto funcionamiento del sistema de arrastre y sus comunicaciones.

Actualmente todos los equipos de comunicaciones y protección instalados en referencia a los Arrastres en las líneas de FMB son de Logitel, por lo que la emisión y recepción de los nuevos equipos de Arrastres a instalar, deberá ser compatible con ellos.

Serán de ineludible aplicación en referencia al Sistema de Arrastres, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Arrastres_V00.

3.3 Transformadores

Todos los transformadores de potencia a instalar serán trifásicos, del tipo seco de doble encapsulado en resina epoxi. Los enrollamientos, tanto de AT como de BT podrán ser de cobre o aluminio según necesidades y disposición de espacios.

Dispondrán de sondas PT-100 para el control de temperatura en los devanados y en el núcleo magnético. La protección térmica se efectuará mediante control del relé de protección situado en su correspondiente celda de protección, a través de un módulo específico de control de sondas, siendo todas sus señales integradas en el Scada de la Subestación.

La programación de la protección de sobre temperatura se realizará en dos escalones, con un primer escalón de alarma y un segundo de disparo. La regulación inicial será a 90 y 110°C respectivamente. El cableado entre el transformador y el módulo electrónico del relé será por cable de doble pantalla, conectada a tierra en uno de los extremos.

Cada trafo se suministrará con dos placas de características, una instalada en el propio trafo y otra para instalar en la puerta de la sala técnica que aloja el transformador.

Los cables de AT y BT preferiblemente discurrirán bajo el suelo técnico, ascendiendo por las paredes de la celda, sobre canalizaciones de tipo bandeja de PVC M0 o metálica de varillas, dispuestas en paralelo al transformador en las caras a conectarse. A la altura de los bornes de conexión del trafo, los cables dibujarán una semicircunferencia entre la pared y las bornes de conexión, a una altura no inferior de 2m con respecto al suelo técnico, que permita la circulación del personal de mantenimiento en el interior de la celda. Los trafos se conectarán directamente a la red de tierra de herrajes de AT y el neutro de los trafos de SA se conectará directamente al pozo de tierra de "Neutro trafo".

En todos los transformadores de una Subestación de Tracción, se instalará un sistema de detección ultra rápido de protección de arco, que mida la corriente de falla, y que en caso de producirse minimice el tiempo de combustión y remita orden de cortar rápidamente la alimentación de corriente del arco. Esta protección de arco estará asociada al relé de protección de cada transformador, e incluida en el Scada, Control Distribuido y Telemando de Energía para su registro y control.

Las celdas de los transformadores tendrán unas dimensiones tales que exista una distancia mínima de 1 m alrededor del mismo.

Las puertas de las salas de los trafos serán metálicas y estarán enclavadas eléctricamente con los respectivos interruptores de AT y BT o C.C. según corresponda, de forma que no se pueda acceder al interior de la sala si no están abiertos ambos interruptores, seccionados y el seccionador de p.a.t. cerrado, quedando bloqueados la conexión de los disyuntores de AT y BT correspondientes a ese trafo.

En caso de efectuar una apertura incorrecta de la puerta, a través de un final de carrera a instalar junto a ésta, mandará la orden de desconexión de los correspondientes interruptores, tanto de AT como de BT.

En la puerta se instalará una llave eléctrica con pulsador incorporado, homologado por FMB, destinada a la autorización de la apertura de la puerta de acceso al trafo. Junto a ella se dispondrá de un orificio de 10 mm de diámetro para permitir el desbloqueo manual del pestillo de la cerradura en caso de avería o falta de tensión.

Sobre la hoja de la puerta abatible se instalará una ventanilla que permita una visión perfecta del trafo y a su vez, ésta será abatible para permitir la realización de inspecciones de termografía del transformador.

Sobre la puerta se instalará una copia de la placa de características del trafo.

En el exterior de la celda de los trafos de los S.A., o bien, en el armario de S.A., se instalarán los interruptores automáticos, motorizados y tele mandados, para la protección en BT, con regulación de curva lenta para protección de trafo.

Serán de ineludible aplicación en referencia a los Transformadores de Subestaciones de Tracción, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Trafos Secos_V00.

3.4 Conductores Eléctricos

Como norma general, todo el cableado empleado en la instalación eléctrica de una Subestación de Tracción, tanto de potencia como de señalización, maniobra, comunicaciones y control cumplirá con la Normativa CPR, siendo obligatoriamente en cobre con aislamiento y cubierta no propagador de incendios, no desprendedor de halógenos, de baja emisión de humos y gases tóxicos.

Los cables de las acometidas, previa aceptación por parte de FMB, podrán ser de sección de aluminio, cumpliendo las mismas características técnicas que los conductores de cobre.

Cables de acometida (11 y 25 kV)

Para las acometidas de 11 y 25 kV se deberán emplear cables unipolares con aislamiento mínimo de 8,7/15 kV y 18/30 kV respectivamente. La sección se decidirá en función de la potencia de cortocircuito, de la carga y de la caída de tensión, siendo habitual la sección de 150 mm², 240 mm², o 300 mm² de aluminio (previa aceptación de FMB) o de cobre. Todos ellos con pantalla de cobre, armadura de protección coarrugada de Aluminio o flejes de acero y cubierta siempre de color rojo.

En los recorridos de cable con origen y destino dentro de la propia Subestación de Tracción, se utilizarán cables con pantalla de cobre, pero sin armadura.

Cables de 6 kV

El cable de 6 kV, a instalar en el interior de una Subestación desde el secundario de los transformadores de distribución de Estaciones hasta sus cabinas de protección, será de tipo unipolar de 95 mm² de sección mínima, en cobre y con aislamiento 6/10 kV., disponiendo de pantalla de cobre y sin armadura.

El cable para instalar entre las cabinas de salida de la Subestación y la cabina de llegada

existente en el Centro de Transformación de la Estación, será trifásico, de aislamiento 6/10 kV, de 3x50 mm² de sección mínima en cobre, pantalla de cobre para cada conductor y armadura global de protección con fleje de acero o coarrugada, y con cubierta en todos los casos de color rojo.

Cables de continua 1.2/1.5 kV

Los conductores activos utilizados para alimentación a catenaria (Feeders), estarán formados por conductores unipolares de cobre, extra flexibles (clase 5), de sección normalizada de 300 mm², con aislamiento 1,7/3 kV, con armadura de fleje de acero y cubierta de color negro. Cada Feeder estará formado, como mínimo, por tres conductores.

Los retornos serán independientes por vía, y estarán formados por tres cables unipolares de las mismas características técnicas que los feeders, pero de sección 400 mm², o bien cuatro unidades de cables unipolares de sección 300 mm², según necesidades y previa aprobación por parte de FMB.

Para todos los conductores que tengan su origen y destino en el interior de salas técnicas o de la propia Subestación, no será necesario que dispongan de armadura de acero.

Instalación de los cables

En el interior de las Subestaciones de Tracción, todos los cables serán tendidos de modo y manera manual, no estando permitido el tendido con maquinaria alguna. Así mismo deberán transcurrir en todo caso por las canalizaciones descritas en el apartado correspondiente de la presente especificación.

En el túnel los cables de acometida, de 6, 11 ó 25 KV, se alojarán sobre soportes homologados por FMB a una altura igual o superior a 4.25m de la cota de carril, asegurando una distancia de seguridad respecto la catenaria.

Bajo ninguna circunstancia se aceptará el tendido de los cables por arrastre directamente por el suelo, bandeja o zanja, se deberán instalar poleas o rodillos para su tendido o bien se tenderá directamente desde bobina sobre tractora, según necesidades.

Las acometidas que correspondan a anillos de distribución, discurrirán en la medida de lo posible por un hastial diferente.

Cada 50 metros y a una altura de 1.50 metros de la solera, se instalará una placa metálica de advertencia de peligro eléctrico de AT. Así mismo cada 50 metros los conductores o ternas de ellos, se identificarán mediante etiquetas de tipo ASTOR II homologadas por FMB con indicación de riesgo eléctrico, tensión, origen y destino.

Previa aprobación por parte de FMB, se podrán instalar acometidas y cableados que por cuestiones de arquitectura o instalaciones existentes que impidan su tendido según normalización descrita, deban transcurrir por distintas ubicaciones. En estos casos particulares se estudiará y replanteará su recorrido, considerando la normativa de

instalaciones y seguridad interna de FMB.

La fijación al hastial del túnel de los cables de 6KV, se realizará mediante abrazadoras isofónicas individuales, del tipo HILTI MPN-SI de 1^{1/2}" de M8/M10, con una separación máxima de 80 cm, con anclajes de expansión, de 110 mm de largo y M14 mínimo, tipo DYNABOLT-E 14 L. En zonas muy húmedas y en todas aquellas zonas donde se requiera por las dificultades técnicas, los anclajes se efectuarán con tacos químicos.

En los pasos de andén, las canalizaciones para cables y ternas de tensión de 11 ó 25 kV, podrán ser de tipo canal prefabricada de hormigón, tubulares de Polietileno coarrugado y protegido mediante capa de hormigón, bandejas de sección adecuada de PVC M0 o metálicas y mediante soportes homologados por FMB. En todos los casos será obligado consenso y aprobación por parte de Metro el tipo de canalización, así como la determinación de la zona de paso.

Los cables de 1.2/1.5 KV, tanto de feeders como de retornos, se instalarán dentro del túnel por el hastial mediante soportes metálicos plastificados normalizados por FMB, con una separación máxima de 80 cm, con anclajes de expansión, de 110 mm de largo y M14 mínimo, tipo DYNABOLT-E 14 L. En zonas muy húmedas y en todas aquellas zonas donde se requiera por las dificultades técnicas, los anclajes se efectuarán con tacos químicos.

Serán de ineludible aplicación en referencia a los Cables de Subestaciones de Tracción, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Cables Eléctricos_V00.

3.5 Red de Tierras

Toda la instalación de tierras se diseñará de tal forma que en ningún punto, ni interior ni exterior de la Subestación, las tensiones de paso y contacto aplicadas sean superiores a los valores permitidos por el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.

Cada conjunto de celdas de una Subestación, dispondrá de una pletina de tierra o barra equipotencial donde se unirán todas las partes metálicas del conjunto, la cual se unirá a su pozo de tierra correspondiente a través de un cable de cobre aislado (para evitar corrosiones electrolíticas) y una caja de seccionamiento o comprobación. Todo ello deberá tener un dimensionamiento adecuado a la corriente de cortocircuito y solicitaciones térmicas que deba soportar, no siendo nunca la sección de los cables desnudos de P.a.t. perimetrales para cada conjunto, inferior a 150 mm².

Todos los herrajes de la Subestación se unirán en el punto más cercano a la red de tierra de MT, a través de una trencilla de cobre de sección mínima de 50 mm². El cable de tierra de herrajes será de cobre desnudo de sección no inferior a 50 mm².

El neutro de los transformadores se unirá directamente a su caja de seccionamiento a través de un cable de cobre aislado de la sección adecuada.

El detector de puesta a masa se unirá directamente a la caja de seccionamiento a través de un cable de cobre aislado de sección adecuada.

Todo cableado discurrirá por su correspondiente canalización e irá convenientemente grapado a la misma.

Por interés de gestión eléctrica, se dispondrá de la unión de los pozos de tierra de toda la Subestación, por lo que, todas las cajas de comprobación de los pozos estarán unidas entre sí a través de un cable de cobre aislado de 150 mm² de sección y de una caja de seccionamiento intermedia que deberá cumplir las mismas características técnicas que las cajas de seccionamiento y comprobación.

La sección del cable entre puntos de conexión y la caja de seccionamiento será de cobre desnudo y de sección adecuada a la corriente de cortocircuito y solicitudes térmicas que deba soportar, no siendo nunca inferior a 50 mm².

Serán de ineludible aplicación en referencia a la Red de Tierras de Subestaciones de Tracción, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Red de Tierras_V00.

3.6 Control Distribuido y Telemando

Todas las Subestación de Tracción serán equipadas de un Puesto de Control Local de envolvente metálica de medidas no inferiores a 2200x1000x800.mm, que albergará un PC industrial con Scada, Control Distribuido y equipos de protección, mando y comunicaciones con el Telemando de Energía situado en el CCM de Metro. El PCL dispondrá de un selector de dos posiciones LOCAL – DISTANCIA. Con el selector en modo Distancia se permite que desde el Telemando de Energía se emitan las órdenes estandarizadas en FMB para la operación remota de una Subestación, remitiendo ésta al TEE las informaciones de tipo alarma, estado o medida estandarizadas en una base de datos. Con el selector en modo Local se inhibe la comunicación con el TEE, pudiendo la Subestación ser manejada desde el propio Puesto de Control Local, así como desde cualquier equipamiento de la Subestación. El Control Distribuido con su Scada recogerán absolutamente todas las informaciones, alarmas, eventos y estados de todos los equipamientos de la Subestación.

El PCL estará dotado de un PC industrial de características homologadas por FMB, donde se integrarán el Scada y los programas necesarios con sus correspondientes licencias para la gestión, visionado, control y almacenamiento, tratado, gestión y control de datos.

El PC y consecuentemente sus correspondientes programas, dispondrán de tres niveles de acceso mediante clave, que habilitarán para:

- ✓ La visión
- ✓ El control
- ✓ La programación.

La comunicación de la Subestación con el TEE situado en el CCM, se realizará a través de los canales de comunicación de F.O. corporativos de Energía, siendo toda la aparamenta

de conexionado y elementos necesarios para la correcta comunicación, objeto de Especificación por parte de Telemando de Energía, incluso protocolos de comunicación.

La comunicación entre los equipos y elementos instalados en una Subestación, será mediante anillos diferenciados e independientes de F.O. para el Control y para la Protección y Medida, con protocolo de comunicaciones IEC-61850, o protocolo distinto a determinar por FMB. Todos los elementos que componen el PCL así como el PC que alberga, estarán alimentados a 110Vcc desde la batería de la Subestación.

Serán de ineludible aplicación en referencia al Control Distribuido de las Subestaciones de Tracción, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Puesto Control Local_V00.

4 EQUIPOS AUXILIARES. FILOSOFIA BASE DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Cuadros de Servicios Auxiliares y Comunes

Todas las maniobras pertenecientes a los servicios auxiliares y comunes se instalarán en cuadros metálicos de 2200 mm de alto por 800 mm de profundidad y 800 ó 1000 mm de anchura según necesidades. Los servicios auxiliares y comunes se instalarán en sendos armarios independientes, salvo que por el tamaño de la subcentral y previa aprobación de FMB, sea aconsejable montarlo en uno solo.

Los equipos se alojarán sobre una placa de montaje, a instalar en el fondo del armario, no se aceptará la instalación de equipos en los laterales del armario. Todo el cableado interior del cuadro, discurrirá bajo canales de PVC M0 del tamaño adecuado. En todo armario existirá un espacio de reserva de un 20%, incluso en los canales de cables. Todo elemento instalado en los cuadros, estará debidamente identificado y señalizado, debiendo los conductores y mangueras conectarse mediante terminales adecuados y en ambos extremos, disponiendo también de señalización e identificación.

Todo el aparellaje de BT montado en un cuadro será de un mismo fabricante.

En el armario de Servicios Auxiliares se alojarán las maniobras de los siguientes equipos:

- ✓ Contactores de salida de los trafos de SA, maniobrables en modo Distancia y Local y de accionamiento manual desde botonera instalada sobre el frontis del cuadro.
- ✓ Todas las salidas para los servicios no críticos o prioritarios, como el puente grúa, polipasto, red de tomas de corriente, ventilación.
- ✓ Salida para la alimentación del cuadro de servicios comunes.

En el armario de Servicios Comunes se alojarán las maniobras de los siguientes equipos:

- ✓ Contactores para la conmutación automática entre la alimentación procedente del cuadro de Servicios Auxiliares y la alimentación de servicio de 220 Vca, que puede

proceder de un suministro externo a la red de Metro, o bien, del cuadro de BT de la estación más próxima, según los condicionantes geométricos de la obra.

- ✓ Alimentaciones prioritarias de la Subestación, como son:
 - ✓ Batería 110 Vcc.
 - ✓ Equipos de protección, señalización, alarmas y enclavamientos.
 - ✓ Iluminación de emergencia, normal y sereno.
 - ✓ Red de tomas de corriente normal y de emergencia.
 - ✓ Sistema de detección de incendios.
 - ✓ Bombas de agua.
 - ✓ Ventilación de impulsión y extracción.

Tanto en el cuadro de Servicios Auxiliares como de Comunes todas las salidas estarán protegidas por interruptores magneto térmicos con protección diferencial y contacto auxiliar para señalización y alarma de disparo.

Todas las señales de alarma, de posición de equipos (Disyuntores, seccionadores, etc.) y posición de los selectores Local - Distancia se han de señalar debidamente tanto a Local como a Distancia, independientemente de la posición de este selector.

La alarma acústica y visual, sólo debe funcionar con el selector Local - Distancia del cuadro de Servicios Comunes en posición Local.

Todas las señalizaciones de alarmas se han de recoger centralizadas en un repetidor tipo Magelis o similar, con indicación visual de las alarmas que corresponda y sólo estarán activas con el selector Local - Distancia de su celda en posición LOCAL.

Serán de ineludible aplicación en referencia al Cuadro de Servicios Auxiliares y Comunes, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnicas Servicios Auxiliares y Comunes_V00.

4.2 Contadores de Compañía

El equipo de contaje para facturación de la Compañía suministradora deberá cumplir con su normativa y con el Reglamento de Puntos de Medida para el Mercado Libre vigente en su momento. Dispondrá de una protección contra sobretensiones adecuada, estando los equipos de medida instalados junto a las cabinas de llegada de Compañía en la sala destinada a éstas o junto a ellas.

Dispondrá de un acceso telefónico, de uso exclusivo para FMB, por lo que, podrá ser una línea con número interno corporativo. El equipo será compatible con el software utilizado por FMB para las tomas de datos.

4.3 Contadores de FMB

Las Subestaciones de Tracción dispondrán en las celdas de abonado de contadores o analizadores de red de iguales características y clase que los de Compañía al objeto de

obtener una medida de contraste con la suministradora. Los trafos de medida y protección de cabecera de línea serán independientes, así como los de medida de Compañía y Metro.

FMB dispondrá de analizadores con sus correspondientes transformadores de protección y medida en todas las celdas de Servicios Auxiliares, Servicios a Estaciones y Grupos Rectificadores, destinados al control de medidas y consumos de todos ellos, siendo todos los datos recogidos en el Control Distribuido donde se podrán obtener tendencias, exportar datos, obtener históricos, consumos y potencias instantáneas, así como exportar datos al Sistema de Gestión de Energía y Gestor de Mantenimiento.

4.4 Sistema de Ventilación

La Subestación estará provista de un sistema conjunto de ventilación de impulsión y extracción para los transformadores y otro conjunto independiente para la sala principal incluyendo los rectificadores de corriente continua, disponiendo de las características necesarias para la renovación de aire de la Subestación y la evacuación del calor generado en el interior.

Para cada subestación y en función del equipamiento que albergue y de su arquitectura, se desarrollará para su diseño un Proyecto de Ventilación que contemplando la potencia calorífica a disipar y teniendo en cuenta la presencia de personal, el nivel acústico no superior a los 55 dB y la velocidad del aire no mayor de 2.m/seg., defina todos los elementos que deben componer la ventilación a instalar, considerando también las compuertas cortafuegos motorizadas, filtros y silenciadores necesarios.

Caso que las ordenanzas municipales aplicables a la ubicación de la Subestación fueran más restrictivas que las indicadas en el punto anterior, serán de aplicación los valores indicados por las ordenanzas municipales.

El proyecto deberá contemplar el mantenimiento continuo de una sobrepresión en el interior de la Subestación y de sus salas técnicas de al menos un 20%, así como evitar puntas de arranque importantes en todo momento, para lo que se decalarán la puesta en funcionamiento de los ventiladores de impulsión y de extracción, de forma que inicialmente arranquen los impulsores y al cabo de 10 seg. arranquen los extractores, para la parada se podrá realizar de forma simultánea, si se efectuase decalado, primero parará el extractor y posteriormente el impulsor.

El arranque de los ventiladores será siempre a través de variadores de velocidad (PWM). Estará configurado con dos velocidades de funcionamiento, una rápida para funcionamiento diurno (de 6.00 a 23.00 horas) y una lenta para funcionamiento nocturno. Los ventiladores dispondrán de (23.00 a 6.00 horas) controlado por un programador horario o por el Control Distribuido. La alimentación dispondrá de protección magneto térmica y diferencial. La regulación electrónica deberá permitir una mínima ventilación de sala en caso de descargo de la Subcentral, con lo que garantizaremos una renovación de aire suficiente durante los trabajos de Mantenimiento. En este caso la alimentación se haría desde la acometida auxiliar de socorro.

Los variadores se instalarán, siempre que sea posible, junto a los ventiladores, en un armario específico donde se alojará el conjunto de arrancadores de la zona, o bien, en el armario de BT correspondiente o particular. La tensión de alimentación será 220 Vca trifásica y la maniobra eléctrica de estos también será a 220Vca. Los variadores se comunicarán con el Control Distribuido a través de un PLC dedicado.

El control de temperatura se efectuará a través de termostatos de pared, por un lado para la sala principal y por otro lado en todas las celdas de los trafos (éstas seriadas), además de equipo medidor de humedad integrados en el Control Distribuido.

Esta instalación dispondrá señalización de alarma por falta de alimentación de tensión de 220 Vca y desconexión de la protección, tanto a local como a distancia, además, en el Control Distribuido se recogerá toda la información que puedan facilitar los variadores de velocidad. La señal de desconexión de la protección se debe seriar con la de "Desconexión de Magneto térmicos".

Los ventiladores de impulsión dispondrán de filtros de partículas con marco de acero inoxidable, que serán fácilmente desmontables para un rápido mantenimiento. Estos filtros deberán ser de fácil sustitución, constituidos por paneles filtrantes desmontables de medidas 500 x 500 mm. siendo la geometría de los filtros de una gran superficie filtrante. A ambos lados de los filtros se instalarán sensores de diferencia de presión, para a través de un Presos tato se remita al Telemando de Energía mediante el Control Distribuido de la Subestación, una alarma de Filtros Sucios que permita su renovación.

Todos los ventiladores se instalarán en lugares de fácil acceso para su mantenimiento y se ubicarán en salas dedicadas para la Impulsión y Extracción. Los ventiladores dispondrán de los filtros acústicos necesarios para reducir el impacto sonoro al exterior de la Subestación, debiendo cumplir con las normativas municipales correspondientes al municipio donde se ubique la Subestación.

También deberán disponer, cada uno de ellos, de una compuerta cortafuego, RF180, cuya maniobra será a 110 Vcc alimentada de la batería general. En caso de no ser posible, dispondrá de una alimentación 110Vcc/48Vcc. El cierre se efectuará por muelle o por efecto de la gravedad y la apertura será motorizada.

En caso de que se active la alarma de incendios de la centralita (PCI), todas las ventilaciones se pararán, y se cerrará la compuerta. Solo se podrá rearmar una vez reseteada y normalizada la centralita, las maniobras de apertura y arranque de la ventilación se producirá 30 seg después de la normalización de la centralita para evitar disparos consecutivos.

Serán de ineludible aplicación en referencia a la Ventilación de una Subestación de Tracción, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Sistema Ventilación_V00.

4.5 Red de PLC's

Todos los PLC's instalados serán de un mismo fabricante, pudiendo ser la CPU así como las tarjetas de entrada y salida, intercambiables. Existirá un PLC dedicado por cada cabina

de AT de 25, 11 y 6 kV, Servicios Auxiliares y Comunes, Corriente Continua, Seccionadores, Arrastres, PCL y Comunicaciones, formado por una CPU y un conjunto de tarjetas de entradas y salidas necesario para el mando, control y señalización de todos los equipos instalados en una Subestación de Tracción.

Todos los PLC's estarán comunicados por una red anillada de comunicaciones con protocolo IEC-61850, Modbus Plus o Ethernet Modbus TCP/IP que permita la comunicación entre todos ellos. Cada PLC tendrá asignado un nodo en la red y la velocidad de comunicación será la necesaria para la información a transmitir, sin ser nunca inferior a 1 MB/seg.

Con la documentación as-built se entregará el diagrama de bloques del funcionamiento y las especificaciones técnicas correspondientes, así como copia de los programas implementados, licencias y el software adecuado para su control, verificación y ajuste de parámetros por parte del Personal de FMB.

4.6 Baterías 110 Vcc

La batería principal de la Subestación se alimentará a 220 Vca trifásico, dando una alimentación de salida a 110 Vcc., destinada a elementos como el PCL, de maniobra, de control, de señalización, de protección, alumbrado y motorización de seccionadores.

La potencia del equipo cargador rectificador de baterías, será la adecuada para dar un suministro eléctrico a todos los elementos requeridos relacionados, durante un período mínimo de 6 horas sin pérdida en la calidad del suministro.

Tendrá dos cargadores, uno principal y el otro de emergencia, el cual entrará en funcionamiento en caso de avería del primero. Ambos tendrán las mismas prestaciones y la conmutación entre ellos deberá ser automática y sin paso por cero.

El equipo rectificador cargador de batería dispondrá de una protección contra la derivación a masa del positivo y del negativo, incluyendo termostato instalado en el módulo de baterías con indicación de temperatura. Hasta el Puesto de Control Local, Control Distribuido y Telemando de Energía, deberán llegar todas las temperaturas, alarmas y eventos de cualquier índole que se produzca en el equipo.

El armario será de dos puertas, albergando en una zona toda la electrónica de control y de potencia y en la otra zona estarán alojadas todas las baterías, que deberán ser de Níquel Cadmio y estarán alojadas en bandejas de tipo extraíble.

Serán de ineludible aplicación en referencia al equipo Rectificador Cargador de Baterías de una Subestación de Tracción, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Rectificador Cargador Baterías_V00.

4.7 Sistemas de Iluminación

El sistema de iluminación de una Subestación se compone de tres tipos de alumbrado:

- ✓ Alumbrado normal.
- ✓ Alumbrado de emergencia.
- ✓ Alumbrado de vigilancia o sereno.

La iluminación normal, estará dividida en tres sectores complementarios, con posibilidad de conectar dos circuitos a voluntad y uno fijo. Los dos primeros se alimentarán del circuito no crítico, mientras que el tercero se alimentará de un circuito de Servicios Comunes.

Las luminarias a emplear serán de tipo estanca, un metro de longitud, de tipo LED color 6500K, e IP657 de encendido inmediato y de ahorro de energía.

Los circuitos de encendido dispondrán de telerruptores con pulsadores en todas las puertas de acceso. Los pulsadores serán de ejecución en superficie, de 16A y con indicador luminoso.

La instalación se efectuará en modo adosado o superficie, bajo tubo de plástico, fijaciones y accesorios de PVC M0 de color gris, libre de halógenos, no propagador de llama y baja emisión de humos tóxicos. Será independiente del resto de instalaciones y cada circuito dispondrá en cabecera de protección magneto térmica y diferencial.

La iluminación de emergencia será independiente del resto de instalaciones, dispondrá de sus propias protecciones y del número de luminarias suficientes para que cumpla con la normativa vigente. Se instalarán en los caminos de salida, vías de evacuación y sobre los dinteles de las puertas de emergencia. Las luminarias tendrán una protección mínima del tipo IP223, con baterías Ni-Cd, con control de carga mediante led y lámpara de señalización independiente, y tubo fluorescente de mínimo 11W 2 horas. La instalación se efectuará en modo adosado o superficie, bajo tubo de plástico, fijaciones y accesorios de PVC M0 de color gris, libre de halógenos, no propagador de llama y baja emisión de humos tóxicos.

La iluminación de vigilancia o sereno será un circuito independiente y permanente compuesto por un mínimo de cuatro luminarias, destinadas y dispuestas para facilitar la captación de imágenes por las cámaras de CCTV. La instalación se efectuará en modo adosado o superficie, bajo tubo de plástico, fijaciones y accesorios de PVC M0 de color gris, libre de halógenos, no propagador de llama y baja emisión de humos tóxicos, siendo las luminarias del mismo tipo que las destinadas al alumbrado normal.

En todas las Subestaciones se dispondrá también de un circuito de alumbrado a 110.Vcc alimentado a través de la batería de 110 Vcc con las protecciones adecuadas. Este alumbrado solo será de utilización cuando se efectúen descargos en la Subestación, por lo que su encendido será mediante un interruptor situado en un único punto del frontal del cuadro de Servicios Comunes.

Serán de ineludible aplicación en referencia al equipamiento de Alumbrado de una

Subestación de Tracción, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Sistema Iluminación_V00.

4.8 Red de Tomas de Corriente

En todas las Subestaciones se instalarán distribuidas y en número no inferior a cuatro unidades, cofrets de superficie con 2 tomas de corriente de tipo Schucko de II+T 16A, 1 base Cetact de III+T 16A y 1 base Cetact de III+T de 32A, de circuitos independientes con adecuada protección magneto térmica y diferencial en cabecera y en cada cofret de tomas, alimentados estos a 220 Vca trifásica desde sus correspondientes circuitos críticos y no críticos de los Servicios Auxiliares.

La instalación se efectuará en modo adosado o superficie, bajo tubo de plástico, fijaciones y accesorios de PVC M0 de color gris, libre de halógenos, no propagador de llama y baja emisión de humos tóxicos, con debida identificación de circuitos y señalización de las tomas alimentadas desde los circuitos de críticos.

Serán de ineludible aplicación en referencia a la red de tomas de corriente de una Subestación de Tracción, la normativa y las Especificación Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Sistema Tomas Corriente_V00.

4.9 Sistema de Detección y Extinción de Incendios

El sistema de detección de incendios estará compuesto por una centralita de detección, detectores de incendios, pulsadores de alarma de incendio y elementos de extinción manual, disponiendo si la carga de fuego lo requiere, de un sistema completo de extinción de incendios por agua nebulizada. También podrá ser el sistema de detección de incendios a través de un lazo independiente de la centralita de la Estación más próxima a la Subestación de Tracción.

La centralita de detección se alimentará de un circuito de 110 Vcc, y si esto no fuera posible, del sistema de alimentación de críticos a 220 Vca. En ambos casos, contará con una alimentación auxiliar a través de una batería, la cual estará alojada en el interior del cuadro de la centralita. Constará de un sector de incendios con como mínimo de 6 zonas de detección, así mismo dispondrá de alarma de fallo de centralita, alarma de incendio, reset y disparo sistema extinción si lo hubiera. Todas las órdenes se podrán dar tanto en modo local, accionado desde la propia centralita, como a distancia desde el PCL o desde Telemando de Energía.

El disparo del sistema de extinción no lo efectuará la centralita de forma automática sino que será siempre de forma manual y/o a voluntad del operador local o del TEE.

Los detectores se distribuirán por todas las salas técnicas de la Subestación, así como por debajo del suelo técnico y en las zonas de los pozos de ventilación.

Serán del tipo óptico, con respuesta ante toda la gama de humos detectables, conexionado a dos hilos. Exento de piezas móviles susceptibles de desgaste. Con piloto indicador de alarma con reflector de gran ángulo de visibilidad. En la zona de trafos y bajo el suelo técnico estarán asociados a un detector termovelocimétrico para garantizar la seguridad de la alarma.

Al detectar un posible foco de incendio, la centralita dará orden de parada de ventilación y cierre de la o las compuertas cortafuego, impidiendo su rearme y puesta en marcha de la ventilación hasta la anulación de la alarma. Dicha puesta en marcha se decalará en el tiempo durante 1 min para poder comprobar la veracidad de la alarma por el telemando (evitando de esta forma varias maniobras consecutivas de arranque y paro).

En todas las salidas de emergencia se instalará un pulsador de alarma de incendio.

Serán de ineludible aplicación en referencia al sistema de Detección y Extinción de Incendios de una Subestación de Tracción, la normativa y las Prescripciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Sistema Detección Extinción Incendios_V00.

4.10 Panoplia de Seguridad y Dotación Auxiliar

En el interior de toda Subestación y ubicado en zona de fácil acceso, se dispondrá de una Panoplia de Seguridad junto con los equipos de detección y puesta a tierra para operaciones de mantenimiento.

Este equipamiento deberá de incluir como mínimo:

- ✓ Pértiga detectora de Tensión Continua (1500Vdc)
- ✓ Pértiga detectora de AT (6-25kV).
- ✓ Pértiga para rescatar personas.
- ✓ Cizalla.
- ✓ Dos juegos de tierra trifásicos para transformadores.
- ✓ Un juego de tierra para tracción.
- ✓ Pértiga para juegos de puesta a tierra.

Serán de ineludible aplicación en referencia al equipamiento de la Panoplia de Seguridad y Dotación Auxiliar de una Subestación de Tracción, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Panoplia y Dotación Subestaciones_V00.

4.11 Sistema de Bombeo de aguas

En las Subestaciones que por su disposición física se requiera instalar un pozo de agotamiento ya sea para bombear el agua procedente de filtraciones, ya sea para bombear aguas fecales de la Subestación, serán de aplicación las siguientes instrucciones:

- ✓ Todas las aguas pluviales procedentes de los pozos de ventilación y filtraciones se conducirán a un depósito de recogida, el cual se situará en la cota más baja.

- ✓ Las aguas fecales que no puedan evacuarse directamente a la red de alcantarillado, se conducirán a un depósito de recogida con decantador, su diseño será tal que evitará la salida de olores al exterior. De éste se conducirá al de recogida de aguas y se bombeará a la red de alcantarillado.
- ✓ Las dimensiones de los depósitos y bombas serán las adecuadas para la extracción de toda el agua.
- ✓ En los depósitos se instalarán dos bombas, las cuales entrarán en funcionamiento de forma automática y alternativa. Dispondrán de boyas de indicación de niveles máximo, mínimo y situación actual. En caso necesario, podrán entrar en funcionamiento ambas bombas.
- ✓ La maniobra estará gobernada por un PLC dedicado, con protección magneto térmica, diferencial y con arrancadores estáticos o variadores de velocidad, según las necesidades. Dispondrá de señalización y maniobra de emergencia en el cuadro, así como señalización a telemando y Control Distribuido.

Serán de ineludible aplicación en referencia al equipamiento del Sistema de Bombeo de Aguas, la normativa y las Prescripciones Técnicas de FMB.

4.12 Seccionadores de Tracción

En sala anexa próxima a una Subestación de Tracción o dentro de ella misma en sala independiente, se ubicarán los seccionadores de continua de salida de feeders. Para la construcción de las salas de seccionadores anexas o inmersas en una Subestación, serán de aplicación las Especificaciones generales descritas en el apartado de Obra Civil del presente documento.

En función de la tipología de la catenaria, el número y funcionalidad de los seccionadores podrá variar de un proyecto a otro, existiendo seccionadores de línea, seccionadores de zona de seguridad, seccionadores de final de línea y seccionadores de P.a.t.

Los cables de salida de feeder siempre dispondrán de unos seccionadores de línea, los cuales permitirán aislar el feeder de catenaria y unos de bypass para poder alimentar la catenaria a través de los feeders colaterales.

La maniobra de los seccionadores estará motorizada a 110 Vcc y tele mandada. Todas las órdenes, señales y alarmas que se generen serán gestionadas por PLC dedicado de las mismas características que los instalados en la Subestación, y deberán estar integrados en el Control Distribuido y en el Telemando de Energía de la Subestación, al objeto de que conociendo el estado de los seccionadores la funcionalidad de Arrastres actúe correctamente y pueda ser visionada desde el Scada de la Subestación.

Dicho PLC, así como todas las protecciones de alimentación y aparellaje necesario, se instalarán en el interior de un armario de dimensiones adecuadas denominado Cuadro de Maniobra de Seccionadores, con un espacio de reserva del 20% y que llevará montados sobre su puerta los indicadores de leds de las alarmas, estados, selector local-distancia, mando seccionadores y lo necesario para el óptimo funcionamiento, mando y control de

los seccionadores.

Serán de ineludible aplicación en referencia al equipamiento y seccionadores de tracción de una Subestación de Tracción, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Seccionadores de Tracción_V00.

4.13 Legalización

La legalización de una Subestación y previo a su puesta en marcha, deberá constar de la documentación la siguiente:

- ✓ Proyecto de legalización de AT y BT debidamente visado por el Colegio de Ingenieros, así como la certificación de entrega de documentación al Departament d'Industria o Entidad Colaboradora de la Administración.
- ✓ Declaración responsable formalizada.
- ✓ Copia de las carpetas de AT y BT.
- ✓ Certificado Fin de Obra.
- ✓ Acta de Inspección Previa con cero defectos emitida por una Entidad Colaboradora de la Administración.
- ✓ Acta de Control Documental emitida por una Entidad Colaboradora de la Administración.

Toda la documentación referente a la Legalización de la Subestación, se entregará a FMB en formato soporte papel y en soporte digital editable y actualizado de y para uso en Ofimática y Autocad.

4.14 Documentación As-built

La documentación As-built de una Subestación a entregar a FMB será la siguiente:

- ✓ Planos de planta y alzado acotados, que contemplen la distribución de equipos y la implantación de todos los sistemas instalados en una Subestación.
- ✓ Todos los archivos y programas implementados en todos los PLC's y elementos de Protección, Medida y Control de la Subestación, incluso licencias.
- ✓ Esquemas unifilares, desarrollados, regleteros y listado de mangueras de todos los equipos tanto principales como auxiliares.
- ✓ Planos mecánicos acotados de celdas AT y C.C. y cuadros eléctricos.
- ✓ Plan de Calidad que como mínimo incluya:
 - ✓ De cada elemento, certificados de conformidad de producto según normas.
 - ✓ De cada elemento, catálogos originales.
 - ✓ De cada elemento, manual de usuario.

- ✓ De cada elemento, Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo.
- ✓ De cada elemento, certificados de pruebas y ensayos en fábrica y en obra.
- ✓ De cada sistema, certificados de pruebas y ensayos en fábrica y en obra.
- ✓ De cada elemento y/o sistema, Programa de Puntos de Inspección.
- ✓ De cada elemento, programa de RAMS.
- ✓ Relación de fabricantes, distribuidores e instaladores de todos los equipos y sistemas instalados.
- ✓ Cálculos eléctricos del dimensionado de cables, potencia de equipos y red de puesta a tierra.
- ✓ Cálculos mecánicos del dimensionado de bancadas, estructuras metálicas y de todo tipo de cerramientos.
- ✓ Certificación y ensayos de tensiones de paso y contacto.
- ✓ Certificación y ensayos de resistencia de pozos de tierras.
- ✓ Proyecto de sistema de Ventilación.
- ✓ Certificación y ensayos de Rigidez dieléctrica del conjunto de elementos AT.
- ✓ Certificación y ensayos de Descargas Parciales en conjunto de AT.
- ✓ Inventario de todo el equipamiento instalado, con indicación de nº de serie de fabricación, ficha técnica, datos de fabricación y trazabilidad.
- ✓ Certificación de pruebas según protocolo de FMB.
- ✓ Certificación de pruebas y ensayos especiales solicitados en proyecto o según criterio de FMB
- ✓ Registros y Plan Medioambiental aplicado.

De toda la documentación As-built se entregarán tres copias en formato papel, destinadas para distribución de la siguiente forma:

- ✓ 1 Copia para la Subestación.
- ✓ 1 Copia para la base de Mantenimiento de Bordeta Mercat Nou.
- ✓ 1 Copia para la base de Mantenimiento de Sagrera.

Además se entregará una copia en soporte magnético con formato digital editable y actualizado de todos los archivos que componen la documentación As-built de una Subestación de Tracción, para uso con programas de Ofimática y Autocad.

Todos los archivos de Autocad serán individuales sin contener más de un plano, sistema o esquema, para versión CAD17 o posterior compatible, no contendrán referencias externas, incorporarán cajetín normalizado y cumplirán con las normas DIN y libro de Estilos de FMB.

Serán de ineludible aplicación en referencia a planos y esquemas correspondientes a la documentación As-built de una Subestación de Tracción, la normativa y las Especificaciones Técnicas de FMB recogidas en el documento interno denominado E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Documentación Oficina Técnica_V00.