

Proyectos de Instalaciones de la
ampliación del tranvía de Vitoria-
Gasteiz a Salburua. Lote 4.
Instalaciones Eléctricas.

**DOCUMENTO N°3. PLIEGO DE
PRESCRIPCIONES TÉCNICAS
PARTICULARES**

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES	1
1.1 Prescripciones generales.....	1
1.1.1 Obras a las que aplica este proyecto.....	1
1.1.2 Criterios de diseño	1
1.1.3 Circulación de la maquinaria en obra y camiones	2
1.1.4 Señalización.....	3
1.1.5 Materiales, piezas y equipos en general.....	3
1.1.6 Tratamiento y gestión de residuos.....	5
1.2 Marco normativo	6
1.3 Condiciones generales de aplicación a todas las unidades.....	16
2. CAPÍTULO II - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS. BLOQUES TÉCNICOS	22
2.1 Descripción general de las obras	22
2.2 Cuadro eléctrico de Baja Tensión.....	22
2.2.1 Protección de la línea de 600V	23
2.2.2 Cuadro eléctrico de Baja Tensión.....	24
2.2.2.1 Características Eléctricas Nominales.....	24
2.2.2.2 Características Constructivas	25
2.2.2.3 Definición de los Circuitos.....	25
2.2.3 Ejecución.....	25
2.2.4 Control.....	26
2.2.5 Medición y abono.....	26
2.3 Equipamiento auxiliar.....	26
2.3.1 Ventilador.....	26
2.3.2 Reloj.....	26
2.3.3 Medición y abono.....	27
2.4 Transformador.....	27
2.4.1 Ejecución.....	28
2.4.2 Control.....	28
2.4.3 Medición y abono.....	28
2.5 Sistemas de alimentación segura	28
2.5.1 Ejecución.....	29
2.5.2 Control.....	29
2.5.3 Medición y abono.....	29
2.6 Cables y canalizaciones	29
2.6.1 Línea de 600 Vca	30
2.6.2 Cables de fuerza de BT (400V).....	30
2.6.3 Cables de control	31

2.6.4	Montaje de cables de fuerza y control	31
2.6.5	Medición y abono	32
2.7	Red de tierras	32
2.7.1	Medición y acopio.....	33
2.8	Control, telemando y comunicaciones.....	33
2.8.1	Descripción general del funcionamiento	33
2.8.2	PLCs	33
2.8.3	Red de comunicaciones. Conexión paradas-Puesto de Mando.....	41
2.8.4	Interfaces PLCs.....	42
2.8.5	Señales de telemando.....	42
2.8.6	Ejecución, control, medición y abono	42
3.	CAPÍTULO III - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS. SUBESTACIÓN DE SALBURUA.....	43
3.1	Descripción general de las obras	43
3.2	Celdas de 30 kV	43
3.2.1	Descripción general del equipo	43
3.2.1.1	Arquitectura de las celdas.....	44
3.2.1.2	Sistema de enclavamientos	44
3.2.1.3	Compartimento de juego de barras.....	44
3.2.1.4	Compartimento de seccionador – interruptor automático.....	45
3.2.1.5	Área de conexión de cables y transformadores de medida	45
3.2.1.6	Cajón de BT.....	45
3.2.2	Características eléctricas generales.....	46
3.2.3	Características constructivas.....	46
3.2.4	Dimensiones y pesos	47
3.2.5	Normas de cumplimiento.....	47
3.2.6	Celda de acometida con disyuntor y protección.....	47
3.2.7	Celda de salida a grupo rectificador	48
3.2.8	Celda de salida a servicios auxiliares.....	49
3.2.9	Medición y abono	49
3.3	Transformadores	49
3.3.1	Disposiciones generales	49
3.3.1.1	Alcance del suministro	50
3.3.2	Condiciones de emplazamiento	50
3.3.3	Características de fabricación y accesorios	50
3.3.4	Transformadores de grupos rectificadores.....	52
3.3.4.1	Características eléctricas principales	52
3.3.5	Transformador de servicios auxiliares.....	52
3.3.5.1	Características eléctricas principales	52
3.3.6	Medición y abono	53

3.4	Celdas de corriente continua	53
3.4.1	Descripción física general	53
3.4.2	Celdas de rectificadores	54
3.4.3	Celdas panel de mando y rectificadores	56
3.4.4	Celdas de mando, control y protección de salidas de feeder	57
3.4.5	Celdas de retornos	62
3.4.6	Celda seccionamiento feeders salida subestación	63
3.4.7	Detección defectos a tierra equipos C.C. en subestación	63
3.4.8	Cableado interior celdas	64
3.4.9	Pruebas y ensayos equipos c.c.	64
3.5	Cuadro eléctrico, distribución de fuerza, alumbrado y control de BT de la subestación	65
3.5.1	Objeto	65
3.5.2	Normativa aplicable	65
3.5.3	Condiciones de emplazamiento	65
3.5.4	Condiciones de operación	66
3.5.5	Características de diseño	67
3.5.6	Ensayos y pruebas	71
3.6	Alimentación segura	72
3.7	Cables eléctricos y accesorios	73
3.7.1	Objeto	73
3.7.2	Cables eléctricos	74
3.7.3	Kits terminales de 30 kV	75
3.7.4	Material accesorio	76
3.7.5	Montaje de cables	77
3.7.6	Pruebas y ensayos	77
3.8	Canalizaciones	78
3.8.1	Características técnicas generales	78
3.8.2	Bandejas metálicas de rejilla	79
3.8.3	Canalizaciones tubulares	79
3.8.4	Medición y abono	81
3.9	Alumbrado y fuerza	81
3.9.1	Alumbrado interior de la subestación	81
3.9.1.1	Condiciones de diseño	81
3.9.1.2	Alumbrado normal	81
3.9.1.3	Alumbrado de emergencia y señalización	82
3.9.2	Tomas de corriente de fuerza	83
3.9.3	Medición y abono	83
3.9.4	Ensayos y pruebas	83
3.10	Ventilación	84

3.10.1	Criterios de diseño	84
3.10.2	Descripción general del sistema de ventilación	85
3.10.3	Pruebas y ensayos	85
3.11	Pozo de bombeo	85
3.11.1	Objeto	85
3.11.2	Características de la instalación	86
3.11.3	Características de los materiales	86
3.12	CCTV y telefonía	87
3.12.1	Telefonía automática	87
3.12.2	Sistema de videovigilancia	87
3.12.2.1	Cámara fija nativa IP PoE con carcasa	87
3.12.2.2	Licencia canal IP en grabador	88
3.12.2.3	Integración de una cámara en el PMC	89
3.12.2.4	Grabador de video	89
3.13	Detección de intrusismo e inundación	90
3.13.1	Objeto	90
3.13.2	Detección intrusismo	90
3.13.3	Detección inundación	90
3.13.4	Características de materiales	90
3.13.5	Pruebas	90
3.14	Sistema de detección de incendios	91
3.14.1	Descripción del sistema	91
3.14.1.1	General	91
3.14.1.2	Cuadros eléctricos, celdas de C.C. y falso suelo	91
3.14.2	Central de detección	92
3.14.3	Detector de aspiración láser	92
3.14.4	Transponder	93
3.14.5	Cable conductor	93
3.14.6	Detector óptico-térmico	93
3.14.7	Pulsador disparo extinción	93
3.14.8	Pulsador paro extinción	94
3.14.9	Sirena de alarma	94
3.14.10	Rótulo de extinción	94
3.14.11	Sistema de aspiración	94
3.14.12	Medición y abono	95
3.15	Sistema de extinción de incendios	95
3.15.1	Cuadros eléctricos	95
3.15.2	Extintores portátiles	96
3.15.3	Protección pasiva	97
3.15.4	Medición y abono	98

3.16	Redes de puesta a tierra.....	98
3.16.1	Red de tierras enterrada	99
3.16.2	Red de tierras aérea.....	99
3.16.3	Alcance del suministro	99
3.16.4	Ejecución.....	99
3.16.5	Medición y abono.....	100
3.16.6	Pruebas y ensayos	100
3.17	Sistema de arrastres	101
3.17.1	Introducción	101
3.17.2	Descripción de funcionamiento.....	101
3.17.3	Parámetros del equipo	101
3.17.4	Resumen de características del equipo	102
3.17.5	Descripción de las órdenes y señales	103
3.18	Sistema de control y telemando	103
3.18.1	Introducción	103
3.18.2	Niveles de mando y de control de la subestación	104
3.18.3	Arquitectura de control	104
3.18.4	Descripción de los PLC's.....	106
3.18.4.1	Características generales.....	106
3.18.5	Especificaciones técnicas de los PLC.....	114
3.18.5.1	Condiciones generales mínimas para todos los módulos	114
3.18.5.2	Unidades centrales de proceso (CPU)	114
3.18.5.3	Módulos de señales.....	115
3.18.5.4	Accesorios	117
3.18.6	Descripción del bus de comunicaciones entre PLC's	117
3.18.7	Software de programación y configuración de PLC's	119
3.18.8	Protocolo de comunicaciones	127
3.19	Funcionalidad del sistema de control.....	127
3.19.1	PLC acometida 1 y 2.....	128
3.19.2	PLC telemando, servicios y auxiliares.....	128
3.19.3	PLC grupos rectificadores 1 y 2	130
3.19.4	PLC Feeders 1 y 2	132
3.19.5	PLC retorno y arrastres.....	134
3.20	Sistema de protección en corriente continua.....	135
3.20.1	Sistema de ensayo de línea (EDL)	135
3.20.2	Sistema comparador de línea (DDT)	135
3.20.3	Sistema de detección de defecto de línea (DDL)	135
3.20.4	Sistema de protección y vigilancia contra defectos de estructura.....	135
3.20.5	Sistema de protección y vigilancia de la tensión negativa - tierra	136
3.20.6	Arrastre de subestaciones colaterales	136

3.21	Modificación y configuración del hardware y software del Puesto de Mando Central	136
3.21.1	Introducción.....	136
3.21.2	Descripción	137
3.21.3	Medición y abono	137
3.22	Equipos de seguridad.....	137
3.22.1	Medición y abono	137
3.23	Equipos complementarios en la subestación.....	138
3.23.1	Mobiliario completo para una subestación	138
3.23.1.1	Medición y abono	138
3.24	Formación y documentación	138
3.24.1	Elaboración de cuatro copias de la documentación	138
3.24.2	Curso de formación	138
4.	ENSAYO Y PRUEBAS	140
4.1	Ensayos de equipos de potencia	140
4.1.1	Celdas de 30 kV.....	140
4.1.1.1	Ensayo de fábrica	140
4.1.1.2	Seccionadores tripolares	140
4.1.1.3	Transformadores de corriente	140
4.1.1.4	Transformadores de tensión	141
4.1.1.5	Interruptores tripolares.....	141
4.1.1.6	Ensayos de campo.....	141
4.1.1.7	Ensayos funcionales: pruebas sobre celdas individuales	141
4.1.1.8	Pruebas sobre conjunto de celdas.....	142
4.1.2	Transformadores de tracción, de servicios auxiliares	142
4.1.2.1	Ensayos de fábrica	142
4.1.2.2	Ensayos de campo.....	143
4.1.2.3	Ensayos funcionales.....	143
4.1.3	Celdas de corriente continua.....	143
4.1.3.1	Ensayos de fábrica	143
4.1.3.2	Ensayos de campo.....	144
4.1.3.3	Ensayos funcionales: pruebas de rutina sobre celdas individuales	144
4.1.3.4	Pruebas sobre conjunto de celdas.....	145
4.1.4	Cables M.T.	145
4.1.4.1	Ensayos individuales.....	145
4.1.4.2	Ensayos especiales	145
4.1.4.3	Ensayos en obra.....	145
4.1.5	Red de puesta a tierra	146
4.2	Ensayos de instalaciones y equipos auxiliares	146
4.2.1	Cuadros eléctricos.....	146
4.2.1.1	Ensayos en fábrica	146

4.2.1.2	Ensayos en obra.....	146
4.2.2	Cargador - baterías de corriente continua.....	147
4.2.2.1	Ensayos en fábrica.....	147
4.2.2.2	Ensayos en obra.....	147
4.2.3	Sistema de detección automática de incendios	147
4.2.3.1	Pruebas de aceptación	148
4.2.3.2	Inspección	148
4.2.4	Cables B.T	148
4.2.4.1	Ensayos en fábrica.....	148
4.2.5	Ensayos en obra	149
4.2.6	Canalizaciones.....	149
4.2.6.1	Ensayos en obra.....	149
4.2.6.2	Transporte, recepción y almacenaje	149
4.2.7	Sistema de iluminación	150
4.2.7.1	Ensayos en obra.....	150
4.2.7.2	Ensayo en fábrica	150
4.2.8	Tomas de corriente y pequeño material.....	150
4.2.8.1	Ensayos en fábrica.....	150
4.2.8.2	Ensayos en obra.....	151
4.3	Ensayos finales de verificación.....	151
4.4	Ensayos finales de aceptación	152

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

1.1 Prescripciones generales

1.1.1 Obras a las que aplica este proyecto

Las obras son las correspondientes a "Proyectos de Instalaciones de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua. Lote 4. Instalaciones Eléctricas".

Las obras se realizarán de acuerdo con los planos del Proyecto utilizados para la adjudicación.

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de cuantos planos complementarios de detalle sean necesarios para la correcta realización de las obras.

El Contratista dispondrá en obra de una copia completa de los Pliegos de Prescripciones, un juego completo de los planos del proyecto, así como copias de todos los planos complementarios desarrollados por el Contratista o de los revisados suministrados por la Dirección Facultativa, junto con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

A lo largo de todo el proyecto, si no se indica expresamente lo contrario, todos los elementos que se señalan serán suministrados por el Contratista de la obra, por lo que en expresiones como llevará, se instalará, etc., lo que se pretende señalar es que, el Contratista llevará, el Contratista instalará, etc.

Todos aquellos trabajos, materiales y servicios en general, no expresamente indicados en esta documentación, pero que sean necesarios para la ejecución del edificio, cubiertas, puertas, instalaciones eléctricas y de detección de incendios, equipos de ventilación, etc. queden perfectamente ejecutadas, serán indicados en la Oferta e incluidos por el Contratista en el suministro.

La presente especificación no pretende recoger todos los detalles constructivos de los equipos. Es responsabilidad del Contratista que los mismos estén de acuerdo con las técnicas más avanzadas y cumplan la normativa vigente, así como que sean compatibles con las instalaciones e interferencias de estas con el resto de equipos.

Toda documentación que se cita y a la que se adjunta esta especificación, se considerará como formando parte de ésta.

Una vez finalizadas las obras, y como fruto de este archivo actualizado, el Contratista está obligado a facilitar a ETS en soporte informático el proyecto construido, además de una colección de originales de los planos de obra realmente ejecutada, siendo de su cuenta los gastos ocasionados por tal motivo.

1.1.2 Criterios de diseño

Los criterios de diseño considerados para la elaboración del presente proyecto se encuentran recogidos en:

- Anejo Nº4 Bloques Técnicos.
- Anejo Nº5. Subestación Eléctrica de Tracción

1.1.3 Circulación de la maquinaria en obra y camiones

La circulación de la maquinaria de obra, así como el transporte de materiales procedentes de desmontes o de préstamos, debe realizarse exclusivamente por el interior de los límites de ocupación de la zona de obras o sobre los itinerarios de acceso a los préstamos y a los depósitos reservados a tal efecto.

El Contratista debe acondicionar las pistas de obra necesarias para la circulación de su maquinaria. Previamente deberá delimitar, mediante un jalonamiento y señalización efectivos la zona a afectar por el desbroce para las explanaciones y otras ocupaciones. Debe mantenerlas durante la realización de los trabajos de forma que permitan una circulación permanente y su trazado no debe entorpecer la construcción de las obras de fábrica proyectadas. Al finalizar las obras, el Contratista debe asegurar el reacondicionamiento de los terrenos ocupados por los itinerarios de acceso a los préstamos y a los depósitos.

El Contratista está obligado a mantener un control efectivo de la generación de polvo en el entorno de las obras, adoptando las medidas pertinentes, entre ellas:

- Realizar periódicamente operaciones de riego sobre los caminos de rodadura y cuantos lugares estime necesarios la Dirección Ambiental de Obra.
- Retirar los lechos de polvo y limpiar las calzadas del entorno de actuación, utilizadas para el tránsito de vehículos de obra.
- Emplear toldos de protección en los vehículos que transporten material pulverulento, o bien proporcionar a éste la humedad conveniente.

El cruce o el entronque de las pistas de obra con cualquier vía pública debe establecerse de acuerdo con la Administración responsable, y mantenerse limpios y en buen estado.

En el caso de circulación de maquinaria y/o de camiones sobre obras de fábrica, el Contratista debe considerar si es necesario el reforzamiento de las estructuras y de los dispositivos de protección.

El Contratista debe obtener las autorizaciones para circular por las carreteras, y procederá a reforzar las vías por las que circulará su maquinaria, o a reparar las vías deterioradas por la circulación de estas últimas. El Contratista deberá acatar las limitaciones de circulación que puedan imponerle las autoridades competentes y en particular: prohibición de utilizar ciertas vías públicas, itinerarios impuestos, limitaciones de peso, de gálibo o de velocidad, limitación de ruido, circulación en un sólo sentido, prohibición de cruce.

Al finalizar las obras, deberán restablecerse las calzadas y sus alrededores y las obras que las atraviesan, de acuerdo con las autoridades competentes.

El Contratista debe obtener las autorizaciones necesarias de las autoridades competentes, para cada infraestructura, antes de empezar la ejecución de cualquier operación que pueda afectar a la circulación, debiendo acatar las prescripciones particulares relativas a los períodos y amplitud del trabajo, al plan de obras y a las precauciones a considerar.

El Contratista deberá considerar en todo momento que el servicio de explotación de la línea de ETS no se vea afectado por las obras, por lo que realizará los trabajos sin afectar a la misma.

El Contratista deberá disponer de maquinista homologado, así como de piloto de seguridad y de prevención para poder acometer trabajos en línea de ETS. Deberá disponer a su vez de persona aceptada por ETS para realizar los cortes de vía y de electrificación (corte de tensión – apertura de seccionadores) que correspondan.

1.1.4 Señalización

El Contratista debe asegurar a su cargo, el suministro, la colocación, el funcionamiento, el mantenimiento, así como la retirada y recogida al finalizar las obras, de los dispositivos de señalización y de seguridad vial que deben estar adaptados a la reglamentación en vigor y definidos de acuerdo con las autoridades competentes.

Estos dispositivos se refieren a:

- La señalización de obstáculos.
- La señalización vial provisional, en especial en las intersecciones entre las pistas de obras y las vías públicas.
- La señalización e indicación de los itinerarios de desvío impuestos por la ejecución de las obras que necesiten la interrupción del tráfico, o por la ejecución de ciertas operaciones que hacen necesario el desvío provisional de la circulación.
- Los diversos dispositivos de seguridad vial.

1.1.5 Materiales, piezas y equipos en general

Condiciones Generales

Todos los materiales, piezas, equipos y productos industriales, en general, utilizados en la instalación, deberán ajustarse a las calidades y condiciones técnicas impuestas en el presente Pliego. En consecuencia, el Contratista no podrá introducir modificación alguna respecto a los referidos materiales, piezas y equipos sin previa y expresa autorización de la Dirección Facultativa.

En los supuestos de no existencia de Instrucciones, Normas o Especificaciones Técnicas de aplicación a los materiales, piezas y equipos, el Contratista deberá someter a la Dirección Facultativa, para su aprobación, con carácter previo a su montaje, las especificaciones técnicas por él propuestas o utilizadas, dicha aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad.

Siempre que el Contratista en su oferta se hubiera obligado a suministrar determinadas piezas, equipos o productos industriales, de marcas y/o modelos concretos, se entenderá que las mismas satisfacen las calidades y exigencias técnicas a las que hacen referencia los apartados anteriores.

ETS no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre en los lugares de procedencia indicados, materiales adecuados o seleccionados en cantidad suficiente para las obras en el momento de su ejecución.

La medición y abono del transporte, se ajustará a lo fijado en las unidades de obra correspondientes, definidas en el presente pliego.

Por razones de seguridad de las personas o las cosas, o por razones de calidad del servicio, la Dirección Facultativa podrá imponer el empleo de materiales, equipos y productos homologados o procedentes de instalaciones de producción homologadas. Para tales materiales, equipos y productos el Contratista queda obligado a presentar a la Dirección Facultativa los correspondientes certificados de homologación. En su defecto, el Contratista queda asimismo obligado a presentar cuanta documentación sea precisa y a realizar, por su cuenta y cargo, los ensayos y pruebas en Laboratorios o Centros de Investigación oficiales necesarios para proceder a dicha homologación.

Autorización previa de la Dirección Facultativa para la incorporación o empleo de materiales, piezas o equipos en la instalación

El Contratista sólo puede emplear en la instalación los materiales, piezas y equipos autorizados por la Dirección Facultativa.

La autorización de empleo de los materiales, piezas o equipos por la Dirección Facultativa, no exime al Contratista de su exclusiva responsabilidad de que los materiales, piezas o equipos cumplan con las características y calidades técnicas exigidas.

Ensayos y Pruebas

Los ensayos, análisis y pruebas que deben realizarse con los materiales, piezas y equipos que han de entrar en la obra, para fijar si reúnen las condiciones estipuladas en el presente Pliego se verificarán bajo la dirección de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa determinará la frecuencia y tipo de ensayos y pruebas a realizar, salvo que ya fueran especificadas en el presente Pliego.

El Contratista, bien personalmente, bien delegando en otra persona, podrá presenciar los ensayos y pruebas.

Será obligación del Contratista avisar a la Dirección Facultativa con antelación suficiente del acopio de materiales, piezas y equipos que pretenda utilizar en la ejecución de la Obra, para que puedan ser realizados a tiempo los ensayos oportunos.

Caso de que los materiales, piezas o equipos no satisfagan las condiciones técnicas

En el caso de que los resultados de los ensayos y pruebas sean desfavorables, la Dirección Facultativa podrá elegir entre rechazar la totalidad de la partida controlada o ejecutar un control más detallado del material, piezas o equipo, en examen.

A la vista de los resultados de los nuevos ensayos, la Dirección Facultativa decidirá sobre la aceptación total a parcial del material, piezas o equipos o su rechazo.

Todo material, piezas o equipo que haya sido rechazado será retirado de la Obra inmediatamente, salvo autorización expresa del Director.

Marcas de fabricación

Todas las piezas y equipos estarán provistos de placa metálica, rótulo u otro sistema de identificación con los datos mínimos siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Tipo o clase de la pieza o equipos.
- Material de que están fabricados.
- Nº de fabricación.
- Fecha de fabricación.

Acopios

Los materiales, piezas o equipos se almacenarán de tal modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en la obra y de forma que se facilite su Inspección.

La Dirección Facultativa podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales, piezas o equipos que lo requieran, siendo las mismas de cargo y cuenta del Contratista.

Responsabilidad del Contratista

El empleo de los materiales, piezas o equipos, no excluye la responsabilidad del Contratista por la calidad de ellos y quedará subsistente hasta que se reciba definitivamente la Obra en que dichos materiales, piezas o equipos se han empleado.

Materiales, equipos y productos industriales aportados por el Contratista y no empleados en la instalación

El Contratista, a medida que vaya ejecutando la Obra, deberá proceder, por su cuenta, a la retirada de los materiales, equipos y productos industriales acopiados y que no tengan ya empleo en la misma.

1.1.6 Tratamiento y gestión de residuos

Definición y condiciones generales

Los vertidos de aceites, combustibles, cementos y otros sólidos procedentes de las zonas de instalaciones no serán en ningún caso vertidos a los cursos de agua. La gestión de esos productos residuales deberá estar de acuerdo con la normativa aplicable en cada caso (residuos sólidos urbanos, residuos tóxicos y peligrosos, residuos inertes, etc.). En este sentido el Contratista incorporará a su cargo las medidas para la adecuada gestión y tratamiento en cada caso.

Condiciones del proceso de ejecución

Los parques de maquinaria incorporarán plataformas completamente impermeabilizadas -y con sistemas de recogida de residuos y específicamente de aceites usados- para las operaciones de repostaje, cambio de lubricantes y lavado.

De manera específica se deberán definir los lugares y sistemas de tratamiento de las aguas procedentes del lavado de hormigoneras para su aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

Para evitar la contaminación de las aguas y del suelo por vertidos accidentales las superficies sobre las que se ubiquen las instalaciones auxiliares deberán tener un sistema de drenaje superficial, de modo que los líquidos circulen por gravedad y se pueda recoger en las balsas de decantación cualquier derrame accidental antes de su infiltración en el suelo.

Desarrollo de la Vigilancia Ambiental

- Presentar a la aprobación de la Dirección Ambiental de Obra, al comienzo de los trabajos, un Manual de buenas prácticas ambientales, que tenga amplia difusión entre todo el personal que intervenga en la construcción.
- Mantener a disposición de la Dirección Facultativa, un Diario Ambiental de Obra, actualizado mediante el registro en el mismo de la información que se detalla en el Programa de Vigilancia Ambiental del Proyecto.

La vigilancia ambiental de las obras tiene como objetivos básicos:

- Velar para que, en relación con el medio ambiente, las obras se realicen según el Manual y las condiciones de su aprobación.
- Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental contenidas en la Declaración de Impacto Ambiental.
- Verificar la exactitud y corrección de la Evaluación de Impacto Ambiental realizada.

El Contratista deberá nombrar un Responsable Técnico de Medio Ambiente que será el responsable de proporcionar a la Dirección Facultativa la información y los medios necesarios para el correcto cumplimiento del manual de buenas prácticas ambientales.

1.2 Marco normativo

En el presente apartado se recopila la Reglamentación y Normativa general que se debe aplicar en los trabajos de fabricación, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los equipos que conformarán las Instalaciones Eléctricas de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua de ETS. Así mismo, será de aplicación la Normativa particular indicada en los puntos del Pliego correspondientes a cada equipo.

También serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guarden relación con las obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

En caso de discrepancia entre las diferentes Normas, y salvo indicación expresa de lo contrario en el presente Proyecto o por la Dirección Facultativa, se entenderá como válida la prescripción más restrictiva.

Si alguna de las disposiciones hace referencia a otras que hayan sido derogadas o modificadas, se entenderá que dicha derogación o modificación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

Normas administrativas de tipo general

Será de obligado cumplimiento todo lo establecido en la Normativa Legal sobre contratos con el Estado. En consecuencia, serán de aplicación las disposiciones que, sin carácter limitativo, se indican a continuación:

- Ley de Contratos del Sector Público (Ley 9/2017).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.

Normativas técnicas generales

Será de aplicación la Normativa Técnica vigente en España en la fecha de la contratación de las obras. En particular se observarán las Normas o Instrucciones de la siguiente relación, entendiendo incluidas las adiciones y modificaciones que se produzcan hasta la citada fecha:

- U.I.C. Normas de la Unión Internacional de Ferrocarriles, así como todas aquellas Normas vigentes en RENFE relacionadas con las obras.
- R.C./97 Instrucción para la recepción de cementos.
- E.H.E. Instrucción de Hormigón Estructural (R.O.E. 13.01.99)
- RPM. Recomendaciones prácticas para una buena protección del hormigón I.E.T.
- V.A.P.-70 Instrucción para la fabricación de viguetas auto resistentes de hormigón pretensado. R.D. 1313/88, de 28 de octubre, y la modificación de su anexo realizada por la O.M de 4 de Febrero de 1992, por el que se declara obligatoria la homologación de cementos para prefabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.
- I.P.F.-75 Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril. (borrador 2001)
- I.A.P. Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (1998).
- P.G.-3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes, (O.M 6/2/1976) y sus modificaciones posteriores (O.M 21/1/1988, O.M 8/5/1989, O.O.C.C. de la D.G.C.).
- O.C.326/00. Geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes.
- IFF. Normas 6.1. y 2.-I.C. sobre secciones de firmes, 1989. O.M 23 de mayo 1989 (B.O.E. 30.6.89).

- M.C.F. Manual de control de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas. (1978)
- I.O.S.-98 Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre (B.O.E. 1-12-98)
- UNE-20003. Cobre, tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas.
- UNE-61467. Aisladores para líneas aéreas. Cadena de aisladores.
- UNE-21009. Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores.
- UNE-21011-2 Alambres de cobre recocido de sección recta circular. Características. Alambres de cobre recocido de sección recta circular. Características.
- UNE-207015 Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas.
- UNE-EN 60305. Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.
- UNE 21056 Electrodos de Puesta a Tierra.
- UNE-EN 60383. Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE-EN 10083. Aceros para temple y revenido. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro.
- UNE-EN 10089. Aceros laminados en caliente para muelles templados y revenidos. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE-EN 10088 Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables.
- UNE-EN 10025 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro.
- UNE-38334. Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Serie 6000. AlMgSi. Aleación EN AW-6351/EN AW-6061.
- UNE-EN 1982. Cobre y aleaciones de cobre. Lingotes y piezas fundidas.
- UNE-37201 Plomo. Definiciones y calidades.
- UNE-EN ISO 1461. Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
- UNE-EN 1706. Aluminio y aleaciones de aluminio. Piezas moldeadas. Composición química y características mecánicas.
- UNE-38257. Aluminio y aleaciones de aluminio para moldeo. Grupo AL-SI. L-2570, AL-5 SIMG.
- UNE-38342. Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Grupo AL-MG-SI. Aleación L-3420, AL-1 MG SI CU.
- UNE 36068 Barras corrugadas de acero soldable para uso estructural en armaduras de hormigón armado.
- UNE 36092 Mallas electrosoldadas de acero para armaduras de hormigón armado.
- UNE-EN ISO 527 Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción.
- UNE-EN ISO 604 Plásticos. Determinación de las propiedades en compresión.
- UNE-EN ISO 868 Plásticos y ebonita. Determinación de la dureza de penetración mediante un durómetro (dureza Shore).
- UNE-ISO 2859 Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos.
- UNE-83957. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del residuo seco.
- UNE 83956. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y agua agresivas. Determinación del contenido en Ion sulfato.
- UNE-7132. Determinación cualitativa de hidratos de carbono en aguas de amasado para morteros y hormigones.

- UNE-7178. Determinación de los cloruros contenidos en el agua utilizada para la fabricación de morteros y hormigones.
- UNE-83952. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del pH. Método potenciométrico.
- UNE-7235. Determinación de los aceites y grasas contenidos en el agua de amasado de morteros y hormigones.
- UNE-80303. Cementos que presentan resistencia a los sulfatos y al agua del mar.
- UNE-EN 197. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- UNE-80305. Cementos blancos.
- UNE-80307. Cementos especiales.
- UNE-EN 12350 Ensayos de hormigón fresco.
- UNE-EN 12390 Ensayos de hormigón endurecido.
- UNE-EN 12504 Ensayos de hormigón en estructuras.
- UNE 83605 Hormigón y mortero proyectados. Obtención, preparación y ensayo a flexo tracción de probetas testigo.
- UNE 103101 Determinación de la granulometría por tamizado.
- UNE 103202 Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.
- UNE 103204 Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- UNE 103300 Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
- UNE 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.
- UNE 103503 Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena.
- UNE-EN 932 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos.
- UNE-EN 933 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos.
- UNE-EN 1097 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos.
- N.T.E. Normas Tecnológicas de la Edificación.
- N.I.E. Normas para Instalaciones eléctricas en edificios, del Instituto Eduardo Torroja.
- R.L.A.T. Reglamento técnico de líneas eléctricas de Alta Tensión. (R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09).
- R.A.T. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (RD 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23).
- R.B.T. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT-01 a BT-51 s/Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto.
- REGLAMENTO (UE) No 548/2014 DE LA COMISIÓN de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- P.C.E. Pliego de condiciones de edificaciones, del Centro Experimental de Arquitectura.
- N.O.P. Normas del Instituto Eduardo Torroja sobre obras de fábrica.
- N.I.A Normas acústicas en la Edificación del Instituto Eduardo Torroja.
- I.S.V. Normas tecnológicas de la Edificación NTE-ISV. Instalaciones de Salubridad, Ventilación, del Ministerio de la Vivienda.
- N.C.H. Normas del Instituto Eduardo Torroja sobre carpintería de huecos.
- P.R.Y. Pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción.

- N.O.F. Normas del Instituto Eduardo Torroja sobre obras de fábrica,
- E.M.-62 Instrucción para estructura de acero del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del cemento.
- NBE-FL/90 Muros resistentes de fábrica de ladrillo (R.D.1723/1990 de 20 de Diciembre).
- E.T.P. Normas de Pinturas del Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales Esteban Terradas.
- N.I.T. Agua: Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de Agua. Orden del Ministerio de Industria de 9 de diciembre de 1975 (B.O.E. 3.1.1976, con corrección de errores en 12.2.1976).
- M.R.C.E. Energía: Medidas a adoptar en edificaciones con objeto de reducir el consumo de energía. Decreto 1490/1975 de 12 de junio (E.O.E. 11.7.1975).
- P.C.T.A. Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura según el Reglamento de la Ley de Contratos del Estado. Año 1960.
- Puestas a tierra de las instalaciones de Telecomunicaciones (C.C.I.T.T.)
- Recomendaciones UNESA para puestas a tierra.
- A.I.E. Regulación de medida de aislamiento de las instalaciones eléctricas. Resolución de la Dirección General de Energía (B.O.E. 7.5.1974).
- R.I.E. Recomendaciones técnicas para las instalaciones eléctricas en edificios I.E.T.
- NCSR-02 Norma Sismorresistente. (R.D. 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02)).
- T.D.C. Pliego General de Condiciones Facultativas para la fabricación, transporte y montaje de tuberías de hormigón de la Asociación Técnica de Derivados del Cemento.
- T.A.A. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las tuberías de abastecimiento de Agua (O.M 28-Julio-1984).
- T.S.P. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones. (O.M 15-Septiembre-1986).
- N.L.T. Normas de ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- M.E.L.C. Métodos de Ensayo del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales.
- RB-90 PPTG para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción. (O.M 4-Julio-1990).
- RL-SS PGC para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción (O.M 27-Julio-1988).
- RCA-92 Instrucción para la recepción de cales en obras de estabilización de suelos (O.M 18-Diciembre-1992).
- Instrucción Española de Carreteras, I.C.
- Recomendaciones para el control de calidad de obras en carreteras, D.G.C. 1978.
- Pruebas de carga en puentes de carretera. Ministerio de Fomento, 1999,
- Recomendación para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa (TI-IM/73, Instituto E.T. de la Construcción y del Cemento).
- Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos OC 321/95 T y P de la D.G.C.
- Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera (M.O.P.U. 1982).
- Instrucción 8.1-IC Señalización Vertical (BOE 29.01.00)
- O.M de 16-Julio de 1987 sobre marcas viales (Norma 8.2.-I.C.).

En caso de no existir Norma Española aplicable, se podrán aplicar las normas extranjeras (DIN, ASTM, etc.) que se indican en los Artículos de este Pliego o sean designadas por la Dirección Facultativa.

Normas CEN:

- Pr EN 932-2 Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats- Partie 2: Méthodes de réduction dun échantillon de laboratoire.
- Pr EN 933-4 Test for geometrical properties of aggregates- Part 4: Determination of particle shape- Shape index.
- Pr EN 933-10 Test for geometrical properties of aggregates- Part 10: Determination of shell in coarse aggregates.
- EN 1097-2 Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulatsPartie 2: Méthodes pour détermination de la résistance à la fragmentation.
- EN 1097-3 Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulatsPartie 3: Méthodes pour détermination de la masse voluminaire en vrac et de la porosité intergranulaire.
- Pr EN 1097-6 Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulatsPartie 6: Détermination de la masse voluminaire réelle et du coefficient d'absorption d'eau.
- Pr EN 1367-1 Essais pour déterminer les propriétés et l'altérabilité des granulets- Partie 1: Détermination de la résistance au gel-dégel.
- PrEN 1367-2 Essais pour déterminer les propriétés thermiques et l'altérabilité des granulets- Partie 2: Essai au sulfate de magnésium
- PrEN 10002-1 Metallic materials- Tensile testing-Part 1: Method of test (at ambient temperature).
- EN 10163-1 Delivery requirements for surface condition of hot rolled steel plates +), wide flats and sections. Part 1: General requirements.
- EN 10163-2 Delivery requirements for surface condition of hot rolled steel plates +), wide flats and sections. Part 2: Plate and wide flats.
- EN AAA-2 Railway applications- Track. Fastening systems. for fastening systems for concrete sleepers.
- EN AAA-3 Railway applications- Track. Fastening systems. for fastening systems for wood sleepers.
- EN AAA-4 Railway applications- Track. Fastening systems. for fastening systems for steel sleepers.
- Pr EN 13146-1 Railway applications- Track. Test methods Determination of longitudinal rail restraint.
- Pr EN 13146-2 Railway applications- Track. Test methods Determination of torsional resistance.
- Pr EN 13146-3 Railway applications- Track. Test methods Determination of attenuation of impact loads.
- Pr EN 13146-4 Railway applications- Track. Test methods for fastening systems. Part 4. Effect of repeated loading.
- Pr EN 13146-5 Railway applications- Track. Test methods for fastening systems. Part 5. Determination of electrical resistance.
- Pr EN 13146-6 Railway applications- Track. Test methods for fastening systems. Part 6. Effect of severe environmental conditions.
- Pr EN 13146-7 Railway applications- Track. Test methods for fastening systems. Part 7. Determination of clamping force.
- Pr EN 13146-8 Railway applications- Track. Test methods for fastening systems. Part 8. In service testing.
- Pr EN 13230-1 Railway applications- Track. Concrete sleepers and bearers- Part 1: General requirements.
- Pr EN 13230-2 Railway applications- Track. Concrete sleepers and bearers- Part 2: Prestressed monoblock sleepers.

- Pr EN 13230-3 Railway applications- Track. Concrete sleepers and bearers- Part 3: Twinblock reinforced sleepers.
- Pr EN 13230-4 Railway applications- Track. Concrete sleepers and bearers- Part 4: Special elements.
- Pr EN xxxx Railway applications- Track. Rail- Part 1: Flat bottom symmetrical railway raila 46 kg/m and above.
- Pr EN xxxx Railway applications- Track Aluminothermic welding process for heavy rail.

ERRI-ORE (D 170)

- Rapport N01 Sollicitations et méthodes d'essais actuelles pour les systèmes de fixation et les traverses en béton.
- Rapport N02 Comparaison de diverses méthodes d'essais courantes sur les fixations
- Rapport N03 Elaboration d'un procédé d'essais unifié et formulation des recommandations.
- Rapport N05 Etude des caractéristiques des systèmes de fixation et méthodes d'essais.

Normativa Internacional

- Norme Internationale SO 1099 Métaux- Essais de fatigue par charge axiale. International Standard SO 4968 Syeel- Macrographic examination by sulphur print (Baumann method).
- DIN 50 602 Microscopic examination of special steels using standard diagrams to assess the content of nonmetallic inclusions.
- Spécification technique d'interopérabilité (commission européenne).

En caso de no existir Norma Española aplicable, se podrán aplicar las normas extranjeras (DIN, ASTM, CEI, UNESA, etc.) que se indican en los Artículos de este Pliego o sean designadas por la Dirección Facultativa.

Normativa ADIF

- Normativa Línea Aérea de Contacto
 - NRE-LAC Nº 1 Norma de montaje de las grifas de Conexión y empalme para la catenaria.
 - NRE-LAC Nº 2 Norma de montaje para la homologación y suministro de accesorios prefabricados para electrificación.
 - NRE LAC Nº 3 Norma de montaje para los anclajes de seguridad para electrificación.
 - NRE-LAC Nº 5 Norma de ejecución para excavaciones para macizos de fundación de postes, de anclajes y canalizaciones para la línea aérea de contacto (Catenaria).
 - NRE LAC Nº 6 Norma de ejecución de los macizos de fundación de postes y de anclajes (hormigonado) para la línea aérea de contacto (Catenaria).
 - NRE-LAC Nº 10 Pliego de condiciones técnicas para montaje del cable alimentador o feeder (desnudo y aéreo) de la línea aérea de contacto. (Adaptado a línea ETS)
 - LAC Nº 13 Norma de ejecución, montaje y tipos de anclaje necesarios para la instalación de diversos tipos de postes.
 - NRE-LAC Nº 14 Norma de ejecución para el montaje de cables aislados para feeders en corriente continua.
 - LAC Nº 20 Guía para el control de calidad en la ejecución de instalaciones ferroviarias de la línea aérea de contacto.
- Especificaciones Técnicas de Electrificación.
 - 03.300.101. La galvanización en caliente.
 - 03.300.102.5. Piezas moldeadas de fundición maleable.
 - 03.300.103.3. Piezas moldeadas de acero no aleado.
 - 03.300.114.0. Piezas moldeadas de fundición gris.

- 03.300.106. Recubrimiento electrolítico de zinc sobre base férrea.
- 03.300.120.7 Piezas moldeadas de aleaciones de cobre.
- 03.300.171.0. Piezas de acero laminado destinados a elementos auxiliares de catenaria.
- 03.300.180.1. Piezas de acero inoxidable.
- 03.300.301.3. Piezas moldeadas de aluminio y sus aleaciones.
- 03.313.302.2. Cables de acero para usos generales.
- 03.316.002.9. Tornillos de alta resistencia.
- 03.323.10.3. Pintura alcidica de acabado de aluminio.
- 03.324.213.2. Tubos lisos de PVC rígido para canalizaciones eléctricas.
- 03.348.602.8. Pértigas aislantes.
- 03.352.105.5. Aisladores de vidrio y tensiones superiores a 1.000 V.
- 03.352.301. Aisladores de porcelana para tensiones inferiores a 1.000 V.
- 03.352.302.2. Aisladores de porcelana para tensiones superiores a 1.000 V.
- 03.354.002.2. Hilo ranurado para línea de contacto.
- 03.352.304.4. Aisladores compuestos.
- 03.354.004. Cables destinados al transporte de energía hasta 10.000 V.
- 03.354.005. Cables destinados a mando y control.
- 03.354.011. Cables de cobre desnudo para línea eléctricas aéreas.
- 03.354.12.1 Piezas de fundición para elementos auxiliares de catenaria.
- 03.354.014. Cables autosoportados para telemando.
- 03.354.16 Grifas de conexión y cable electrolítico para catenaria.
- 03.354.17 Anclajes de seguridad para electrificación.
- 03.354.018. Cables de acero recubierto de aluminio para líneas eléctricas aéreas.
- 03.365.054.0. Suministro de elementos de línea de energía.
- 03.365.605.6. Suministro de conexionado de vía.
- 03.365.605.6. Suministro de descargadores de tensión.
- 03.264.152.3. Pararrayos.
- 03.364.001. Piezas de acero inoxidable destinadas a elementos auxiliares de catenaria.
- 03.364.002. Piezas de cobre para elementos auxiliares de catenarias.
- 03.364.04.6. Accesorios preformados para electrificación.
- 03.364.003.1. Piezas fundidas de cuproaleaciones para elementos auxiliares de catenaria.
- 03.364.004.7. Retenciones preformadas para catenaria.
- 03.364.005. Conexiones de carril.
- 03.364.006. Plaquetas separadoras, arandelas y piezas en general de plomo.
- 03.364.007. Grifas de suspensión para líneas de alimentación de catenaria.
- 03.364.009. Soporte de atirantado para catenaria.
- 03.364.010. Piezas de acero destinadas a elementos auxiliares de catenaria.
- 03.364.015.2. Grifas de conexión y empalme.
- 03.364.016.0. Grifas de empalme de hilos de contacto.
- 03.364.017.8. Cáncamos.
- 03.364.100. Postes y ménsulas metálicas.
- 03.364.150.7. Seccionadores de apertura en carga.
- 03.364.151.5. Accionadores.
- 03.364.154.9. Aisladores de cerámica.
- 03.364.153.1. Aisladores de sección.
- 03.365.516.8. Suministro de fusibles de baja tensión para circuitos de seguridad.
- 03.432.318. Norma para la identificación de cables y conductores.
- 03.359.108.2. Analizador de la Línea Aérea de Contacto.
- 03.359.109. Mando y Control mediante PLC'S
- 03.359.110. Gestor de protecciones.

- Instrucciones para la puesta a tierra de los postes, accionamientos, cuadros de mando y pararrayos de las instalaciones de la línea aérea de contacto. Madrid 1988 y revisión de 1991.
- Consigna CNºDC/DIS RE C Nº 16. Normas generales para trabajar en la línea electrificada y accionamiento de los seccionadores.

Reglamentación y normativa particular

- Celdas

Normas UNE:

- UNE 21123: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1kV.
- UNE 60044: Transformadores de medida y protección.
- UNE-EN 62271: Aparata de alta tensión.

Normas CEI/IEC:

- CEI/IEC 60298: Aparata bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- CEI/IEC 60265-1: Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV
- CEI/IEC 60470: High-voltage alternating current contactors and contactor-based motor-starters
- CEI/IEC 60255: Relés eléctricos
- CEI/IEC 60298: Resistencia al arco interno.
- CEI/IEC 60044: Transformadores de medida.
- CEI/IEC 60694: Estipulaciones comunes para las normas de aparata de alta tensión.
- CEI/IEC 60282: High-voltage fuses.
- CEI/IEC 62271-100: Envolvente aislante del tipo sistema presión sellado que no requiera relleno durante la vida del aparato.

Normas ANSI/IEEE, especialmente IEEE C.37.20.

Reglamento de Verificaciones Eléctricas.

- Transformadores

Normas UNE

- UNE-EN 60076: Transformadores de potencia.
- UNE-EN 60076-11: Transformadores de potencia de tipo seco.
- UNE 20158: Marcado de bornes y tomas de los transformadores de potencia.
- UNE-EN 60076-10: Medida de los niveles de ruido de los transformadores y reactancias de potencia.
- UNE 21538: Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en baja tensión de 100 a 2.500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

Normas CEI/IEC:

- CEI/IEC 60076: Power Transformers.
- CEI/IEC 60726: Dry-type power transformers

- Cableado

Normas UNE

- UNE 20 427: Cables eléctricos. Métodos de ensayo adicionales. Ensayo de propagación de la llama.

- UNE 20 434: Sistema de designación de los cables.
- UNE 20 631: Colores de referencia para los aislamientos termoplásticos de los cables de hilos para bajas frecuencias.
- UNE-EN 60228: Conductores de cables aislados.
- UNE 21 089: Identificación de los conductores aislados de los cables.
- UNE 21123: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV.
- UNE-EN 50267: Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de los gases desprendido durante la combustión de materiales procedentes de los cables.
- UNE 21167: Bobinas de madera para cables aislados de transporte y distribución. Características generales.
- NE 60811-4-2: Materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y cables de fibra óptica. Métodos de ensayos comunes. Parte 4-2: Resistencia a la tracción y alargamiento hasta la rotura después de preacondicionamiento a temperatura elevada. Ensayo de enrollamiento después de preacondicionamiento a temperatura elevada. Ensayo de enrollamiento después de envejecimiento térmico en el aire. Medida del incremento de masa. Ensayo de estabilidad a largo plazo. Método de ensayo para la oxidación por acción catalítica del cobre.
- UNE-EN 61034: Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas.
- UNE 60695-7: Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 7-1: Toxicidad de los efluentes del fuego.
- UNE-EN 50200: Resistencia al fuego de cables

Normas ANSI (IEEE 383)

- Normas CEI/IEC
- CEI/IEC 60 228: Conductores de cable aislado.
- CEI/IEC 60 332: Métodos de ensayo para cables eléctricos sometidos al fuego
- CEI/IEC 60 502-1-2: Cables de potencia aislados para tensiones entre 1 y 30 kV.
- CEI/IEC 60 885: Método de pruebas eléctricas para cables eléctricos.
- Climatización
 - Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).
 - NBA-CT. Condiciones térmicas en los edificios.
 - NBA-CA. Condiciones acústicas en los edificios.
 - Reglamento de aparatos a presión. Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-APA.
 - Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas. Instrucciones técnicas complementarias MI.IF.
 - Normas UNE 100.
- Sistema de protección contra incendios
 - Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los establecimientos industriales (BOE nº 181 de 30-07-2001).
 - Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios. Real Decreto 1942/1993, de 5 de Noviembre de 1993.
 - Norma UNE 23.007. Sistemas de detección y alarma de incendio.
 - Reglamento de aparatos a presión. Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-APA.
 - UNE-EN 54

- Cerraduras de enclavamiento
 - EN 1088: Safety of Machinery - Interlocking Devices Associated with Guards - Principles for Design and Selection.
 - EN 1050: Safety of Machinery - Principles for Risk Assessment.
 - EN 950: Door Leaves - Determination of the Resistance to Hard Body Impact

Otras normas

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M 9.3.71) (B.O.E. 16.3.71).
- Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M 9.3.71) (B.O.E. 11.3.71).
- R.D. 1627/1 997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción E.O.E. 256 de 25 de octubre.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M 20.5.52) (B.O.E. 15.6.52).
- Ley de prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995 de 8 de noviembre. (B.O.E. 269 de 10 de noviembre).
- Reglamento de los servicios de prevención. R.D. 39/1 997 de 17 de enero.
- Reglamento de explosivos de 16.2.98 (B.O.E. 12.3.98).
- Reglamento de aparatos elevadores para obras (O.M 23.5.77) (B.O.E. 14.6.77).
- Reglamento de normas básicas de seguridad minera (Real Decreto 863/85.2.4.87) (B.O.E. 12.6.85).
- Ley de Protección del Medio Ambiente (E.O.E. 23.3.1979).
- Normas 180 9000 sobre Sistemas de Calidad e 180 14000 sobre Sistemas de Gestión Medio-ambiental.
- O.M de 31 de agosto de 1987 sobre Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado". Norma 8.3.-I.C. y en particular sus artículos 2 a 6, ambos inclusive.
- Toda otra disposición legal vigente durante la obra, y particularmente las de seguridad y señalización.

Será responsabilidad del Contratista conocerlas y cumplirlas, así como considerar las actualizaciones que de las mismas se hayan realizado, sin poder alegar en ningún caso que no se le haya hecho comunicación explícita al respecto.

Relación entre normativas

Las normas de este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares prevalecerán, en su caso, sobre las de la Normativa Técnica General.

Si en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no figurara referencia a determinados artículos del Pliego General, se entenderá que se mantienen las prescripciones de la Normativa Técnica General.

Relaciones entre los documentos del Proyecto y Normativa

- Contradicciones entre documentos del Proyecto

En el caso de que aparezcan contradicciones entre los Documentos contractuales (Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, Planos y Cuadros de precios), la interpretación corresponderá a la Dirección Facultativa, estableciéndose el criterio general de que, salvo indicación en contrario, prevalece lo establecido en el Pliego de Condiciones. Concretamente: Caso de darse contradicción entre Memoria y Planos, prevalecerán éstos sobre aquélla. Entre Memoria y Presupuesto, prevalecerá éste sobre aquélla. Caso de contradicción entre el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los Cuadros de Precios, prevalecerá aquél sobre éstos.

Dentro del Presupuesto, caso de haber contradicción entre Cuadro de Precios y Presupuesto, prevalecerá aquél sobre éste. El Cuadro de Precios Nº 1 prevalecerá sobre el

Cuadro de Precios Nº 2, y en aquél prevalecerá lo expresado en letra sobre lo escrito en cifras.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos; siempre que, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en el Contrato.

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Ingeniero Director Facultativo cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del Proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

- Contradicciones entre el Proyecto y la legislación administrativa general

En este caso prevalecerán las disposiciones generales (Leyes, Reglamentos y R.D.).

- Contradicciones entre el Proyecto y la Normativa Técnica

Como criterio general, prevalecerá lo establecido en el Proyecto, salvo que en el Pliego se haga remisión expresa de que es de aplicación preferente un Artículo preciso de una Norma concreta, en cuyo caso prevalecerá lo establecido en dicho Artículo.

1.3 Condiciones generales de aplicación a todas las unidades

Condiciones generales de ejecución de las obras

Las instalaciones proyectadas se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego, los planos del proyecto y las instrucciones de la Dirección Facultativa, quien resolverá, además, las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquellos documentos y a las condiciones de ejecución.

La orden de ejecución de los trabajos deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa y será compatible con los plazos programados.

Antes de iniciar cualquier trabajo, deberá el Contratista ponerlo en conocimiento de la Dirección Facultativa y recabar su autorización.

Durante la ejecución de los trabajos, se realizarán en la misma forma que para los materiales, piezas y equipos, todos los ensayos de control de calidad de ejecución de las obras e instalaciones que considere necesarios la Dirección Facultativa, siendo los gastos que por ese concepto se originen, hasta un importe máximo de 1% del presupuesto, de cuenta del Contratista, quién suministrará, además a su costa, las muestras necesarias y dará todas las facilidades precisas.

El Contratista proporcionará a la Dirección Facultativa y colaboradores a sus órdenes, toda clase de facilidades para practicar los replanteos de las Obras e Instalaciones, reconocimiento y ensayos de materiales, piezas y equipos de su preparación o montaje, y para llevar a cabo la vigilancia e inspección de la mano de obra y de todos los trabajos, a fin de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las zonas de trabajo, incluso a las fábricas y talleres en que se produzcan o monten materiales, piezas o equipos o se trabaje para la instalación.

El contratista queda obligado a señalar a su costa, las obras e instalaciones objeto del Contrato, con arreglo a las instrucciones y modelos que reciba de la Dirección Facultativa.

Programa de trabajo

El Contratista incluirá en su oferta el programa de trabajo por él previsto, que deberá contener como mínimo los datos siguientes:

- Ordenación en partes o clases de Obras de las unidades que integren el Proyecto, con expresión del volumen de estos.
- Determinación de los medios necesarios, tales como personal, instalaciones, equipos y materiales con expresión de sus rendimientos medios.
- Estimación de días calendario de ejecución de las diversas Obras y operaciones preparatorias.
- Valoración mensual y acumulada de la obra programada sobre la base de las obras y operaciones preparatorias, equipos e instalaciones y partes o clases de Obras a precios unitarios.
- Gráfico de las diversas actividades o trabajos, con determinación del camino crítico.

El programa de trabajo estará condicionado a los intervalos medios, con cortes de tensión, o de vías, previstos por ETS. Todos los precios consideran integrados los trabajos de tal forma que no originen trastorno en la explotación de la línea, lo que implicará montajes en horario nocturno.

Replanteo general de las obras e instalaciones

La Dirección Facultativa con la colaboración y asesoramiento del personal técnico de ETS, realizará sobre el terreno el replanteo general de las obras e instalaciones, marcando de una manera completa y detallada cuantos puntos sean precisos y convenientes para la determinación completa de la posición de los elementos de campo, cabinas y armarios, suministro de energía, trazas de zanjas y canalizaciones, acometidas y demás elementos para la total definición de las instalaciones.

De este replanteo, que deberá presenciar el Contratista por sí mismo o delegar en persona autorizada, se levantará Acta suscrita por la Dirección Facultativa y Contratista o por sus representantes. A partir de la fecha del Acta y durante todo el tiempo que se invierta en la ejecución de las obras, la vigilancia y conservación de las señales o puntos determinantes de la traza y nivelación, correrá a cargo del Contratista.

Serán de cuenta y cargo del Contratista, todos los gastos que el replanteo ocasione.

Replanteos parciales

El Contratista llevará a cabo durante la ejecución de las instalaciones cuantos replanteos parciales estime necesarios para su comprobación, ateniéndose al replanteo general previamente efectuado, siendo de su cuenta todos los gastos que ocasionen tanto su realización como las verificaciones que la Dirección Facultativa juzgue conveniente practicar. Cuando al efectuar una comprobación, sea cualquiera la fecha y época en que se realice, se encontraran errores de traza, de emplazamiento de aparatos, equipos, dispositivos o de otra clase, la Dirección Facultativa podrá ordenar el levante o la demolición de la obra e instalación erróneamente ejecutada; restituir a su estado anterior todo aquello que indebidamente haya sido excavado, demolido o instalado, y la ejecución de las obras accesorias o de seguridad para la instalación definitiva, que pudieran ser precisas como consecuencia de las falsas operaciones hechas. Todos los gastos de demoliciones y levantes y restitución a su primitivo estado de lo mal ejecutado y obras accesorias o de seguridad, serán, en este caso, de cuenta del Contratista, sin derecho a ningún abono por parte de ETS y sin que nunca pueda servir de excusa que la Dirección Facultativa haya visto o visitado con anterioridad y sin hacer observación alguna a las obras que ordene levantar, demoler o rectificar, o que consten en el replanteo general con errores, o, incluso, el que hubieran sido abonadas en relaciones o certificaciones anteriores.

Delimitación de la superficie a ocupar

Una vez efectuados los replanteos oportunos, el Contratista representará en planos, las superficies que tanto por exigencia de las obras e instalaciones a realizar como por las

necesidades de parque para carga y descarga de material se estimen precisas para la realización de las mismas.

Este documento será entregado a la Dirección Facultativa a fin de solicitar en su caso la correspondiente autorización de ocupación.

Reconocimientos previos

Antes de dar comienzo a los trabajos, el Contratista llevará a cabo un minucioso reconocimiento previo de todos los edificios, construcciones e instalaciones existentes que puedan ser afectados por los trabajos, redactándose una relación detallada en la que se consigne el estado en que se encuentran.

Todos los gastos que ocasionen estos reconocimientos, serán de cuenta del Contratista.

Aparatos de control y medida, maquinaria y medios auxiliares a aportar por el contratista

Todos los aparatos de control y medida, maquinarias, herramientas y medios auxiliares que constituyen el equipo a aportar por el Contratista para la correcta ejecución de las Obras e Instalaciones, serán reconocidos por la Dirección Facultativa a fin de constatar si reúnen las debidas condiciones de idoneidad, pudiendo rechazar cualquier elemento que, a su juicio, no reúna las referidas condiciones.

Si durante la ejecución de las Obras e Instalaciones, el Director estimara que, por cambio en las condiciones de trabajo o cualquier otro motivo, el equipo aprobado no es idóneo al fin propuesto, podrá exigir su sustitución por otro más adecuado.

El equipo quedará adscrito a la Obra en tanto se hallen en ejecución las unidades en las que ha de utilizarse, no pudiéndose retirar elemento alguno del mismo sin consentimiento expreso de la Dirección Facultativa. En caso de avería deberán ser reparados los elementos averiados o inutilizados siempre que su reparación, por cuenta del Contratista, exija plazos que, a juicio de la Dirección Facultativa, no alteren el "Programa de Trabajo" que fuera de aplicación. En caso contrario deberá ser sustituido el equipo completo.

En todo caso, la conservación, vigilancia, reparación y/o sustitución de los elementos que integran el equipo aportado por el Contratista, será de la exclusiva cuenta y cargo del mismo.

Control de calidad de las obras e instalaciones

Con carácter de generalidad, se entiende por el tipo y número de ensayos a realizar de forma sistemática durante la ejecución de las obras e instalaciones, para controlar la calidad de los trabajos. Como exigencia mínima en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquella que exija una frecuencia mayor.

La Dirección Facultativa podrá modificar la frecuencia y tipo de los ensayos con objeto de seguir la calidad de los trabajos.

El Contratista suministrará a su costa, todos los materiales que hayan de ser ensayados y dará las facilidades necesarias para ello.

La Dirección Facultativa o su representante tendrán acceso a cualquier parte del proceso de ejecución de las obras e instalaciones incluso en las que se realicen fuera del área propia de la instalación, así como a las instalaciones auxiliares de cualquier tipo, y el Contratista dará toda clase de facilidades para la inspección de las mismas.

Materiales, piezas y equipos en general

- Condiciones generales:

Todos los materiales, piezas, equipos y productos industriales, en general, utilizados en las instalaciones, deberán ajustarse a las calidades y condiciones técnicas impuestas en el presente Pliego. En consecuencia, el Contratista no podrá introducir modificación alguna

respecto a los referidos materiales, piezas y equipos sin previa y expresa autorización de la Dirección Facultativa.

En los supuestos de no existencia de Instrucciones, Normas o Especificaciones Técnicas de aplicación a los materiales, piezas y equipos, el Contratista deberá someter a la Dirección Facultativa para su aprobación con carácter previo a su montaje, las especificaciones técnicas por él propuestas o utilizadas.

Siempre que el Contratista en su oferta se viera obligado a suministrar determinadas piezas, equipos o productos industriales, de marcas, y/o modelos concretos, se entenderá que las mismas satisfacen las calidades y exigencias técnicas a las que se hace referencia en el presente Pliego.

Por razones de seguridad de las personas o cosas, o por razones de seguridad del servicio, la Dirección Facultativa podrá imponer el empleo de equipos y productos homologados. Para tales equipos y productos, el Contratista queda obligado a presentar a la Dirección Facultativa los correspondientes certificados de homologación.

En su defecto, el Contratista queda así mismo obligado a presentar cuanta información sea precisa realizar, por su cuenta y cargo, los ensayos y pruebas en laboratorios o Centros de Investigación Oficiales necesarios para proceder a dicha homologación.

- Autorización previa de la Dirección Facultativa para la incorporación o empleo de materiales, piezas o equipos en las instalaciones:

El contratista sólo puede emplear en las instalaciones los materiales, piezas y equipos autorizados por la Dirección Facultativa.

La autorización de empleo de los materiales, piezas o equipos por la Dirección Facultativa, no exime al Contratista de su exclusiva responsabilidad de que los materiales, piezas o equipos cumplan con las características y calidades técnicas exigidas.

- Ensayos y pruebas

Los ensayos, análisis y pruebas que deben realizarse con los materiales, piezas y equipos que han de entrar en la obra, para fijar si reúnen las condiciones estipuladas en el Presente Pliego, se verificarán por los servicios Técnicos de ETS bajo la Dirección Facultativa.

la Dirección Facultativa determinará la frecuencia y tipo de ensayos y pruebas a realizar, salvo que ya fueran especificadas en el presente Pliego.

Será obligación del Contratista avisar a la Dirección Facultativa con antelación suficiente del acopio de materiales, piezas y equipos que pretenda utilizar en la ejecución de las Obras e Instalaciones, para que puedan ser realizados a tiempo los ensayos oportunos.

Todos los gastos que se originen con motivo de estos análisis, ensayos y pruebas hasta un importe máximo del uno por ciento del presupuesto de la Obra, serán de cuenta del Contratista.

El Contratista pondrá a disposición de la Dirección Facultativa, si este así lo decide, los aparatos necesarios en un laboratorio montado al efecto, para determinar las principales características de los materiales, piezas y equipos que se hayan de utilizar en la obra.

- Caso de que los materiales, piezas o equipos no satisfagan las condiciones técnicas.

En el caso de que los resultados de los ensayos y pruebas sean desfavorables, la Dirección Facultativa podrá elegir entre rechazar la totalidad de la partida controlada o ejecutar un control más detallado del material, piezas o equipos, en examen.

A la vista de los resultados de los nuevos ensayos, la Dirección Facultativa decidirá sobre la aceptación total o parcial del material, piezas o equipos o su rechazo.

Todo material, piezas o equipos que haya sido rechazado será retirado de la Obra inmediatamente, salvo autorización expresa del Director en sentido contrario.

En cada apartado de partidas de material de este pliego se especifican los códigos que lo identifican en presupuesto y en anejo a la memoria con justificación de precios donde aparece la propuesta de despiece de cada conjunto. Caso de existir variaciones por renovación de materiales en memorando de ADIF deberán ser tenidos en cuenta y propuestos por el contratista a la Dirección Facultativa.

- **Marcas de fabricación**

Todas las piezas y equipos estarán provistos de placa metálica, rótulo y otros sistemas de identificación con los datos mínimos siguientes:

- Nombre del fabricante
- Tipo o clase de la pieza o equipos
- Material de que están fabricados
- Número de fabricación
- Fecha de fabricación

- **Acopios**

Los materiales, piezas o equipos se almacenarán de tal modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en las obras e instalaciones y de forma que se facilite su inspección.

La Dirección Facultativa podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales, piezas o equipos que lo requieran, siendo las mismas de cargo y cuenta del Contratista.

- **Responsabilidad del contratista**

El empleo de los materiales, piezas o equipos, no excluye la responsabilidad del Contratista por la calidad de ellos y quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente las instalaciones en que dichos materiales, piezas o equipos se han empleado.

El Contratista será, así mismo, responsable de la custodia de los materiales acopiados, debiendo ser repuestos a su cargo los que sean objeto de robo o hurto.

Desvío de servicios e instalaciones

Antes de comenzar las Obras e Instalaciones, el Contratista, basado en los planos y datos que se disponga, o mediante la visita a los mismos, si es factible, deberá estudiar y replantear sobre el terreno los servicios e instalaciones afectados, considerando la mejor forma de ejecutar los trabajos para no afectarlos, señalando lo que, en último extremo, considere necesario modificar.

Si la Dirección Facultativa se muestra conforme, solicitará de la Empresa u Organismos correspondientes la modificación de estas instalaciones, abonándose estas operaciones mediante factura. No obstante, si con el fin de acelerar las obras, las empresas interesadas recaban la colaboración del Contratista, deberá este presentar la ayuda necesaria.

Ejecución de obras para instalaciones eléctricas en las proximidades de la vía

En el desarrollo de los trabajos correspondientes que tengan que realizarse en las proximidades de la vía, y especialmente en los casos que afecten a la denominada ZONA DE SEGURIDAD, que se menciona más adelante.

Tanto el personal de ETS, como del Contratista, relacionados con la obra consiguiente, deberán cumplir rigurosamente las disposiciones indicadas, debiendo observar, asimismo, todas aquellas NORMAS, INSTRUCCIONES, etc., que se refieran a este asunto.

Se dispondrá de las precauciones necesarias para no invadir la zona de seguridad que tenga establecidas ETS en sus Líneas.

2. CAPÍTULO II - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS. BLOQUES TÉCNICOS

2.1 Descripción general de las obras

El proyecto incluye la construcción de cinco (5) nuevas paradas idénticas en estructura, tamaño y forma, de andenes laterales:

- Santa Luzia
- Iliada
- Nikosia
- La Unión
- Salburua

Se considera como bloque técnico, el armario en el que se ubican todos los elementos y servicios eléctricos de una parada. Cada bloque técnico está compuesto por un armario eléctrico desde el que se alimentan el resto de los servicios existentes en dicha parada.

En el caso de las paradas objeto en el presente proyecto, todas son con andenes laterales enfrentados y, por tanto, dispondrán de dos bloques técnicos, uno por andén, para la alimentación a los servicios auxiliares de cada andén.

Se denomina Bloque Técnico 1 al que recibe la línea de alimentación de 600 Vca y Bloque Técnico 2 al alimentado por este.

Los bloques técnicos se alimentan a través de la línea de 600 Vca que proviene del secundario de un transformador de 250 kVA situado en cada una de las subestaciones de las que consta el tranvía.

Cada parada dispondrá de un transformador de potencia de aislamiento seco de relación 600/400-230 Vca.

Cada Bloque Técnico dispondrá de un cuadro de distribución de Baja Tensión, para la alimentación de los servicios propios de las paradas, así como a un cuadro de comunicaciones y a un cuadro de señalización tranviaria.

Desde este cuadro se alimentará de forma general a los siguientes servicios:

- Alumbrado de marquesina
- Máquina expendedora
- Máquinas canceladoras
- Teleindicador
- Señalización tranviaria
- Calefactores de agujas
- Etc.

2.2 Cuadro eléctrico de Baja Tensión

El Cuadro Eléctrico de Baja Tensión se utiliza como centro de protección y distribución para todos los elementos de alimentación eléctrica de baja tensión que se instalen en el bloque técnico. Se alimentará desde el secundario del transformador de servicios auxiliares de las subestaciones.

Los cuadros deberán contener la aparamenta descrita en los Planos del Proyecto. Sus dimensiones deberán ser las adecuadas para incluir los citados equipos, con un 20% de espacio de reserva para futuras ampliaciones.

Todos los componentes eléctricos serán capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad eficaz de cortocircuito y de su valor de cresta. La capacidad térmica será suficientemente grande para soportar la corriente de cortocircuito durante un segundo sin que el equipo sufra ningún desperfecto.

Los cuadros eléctricos serán adecuados para soportar adecuadamente la intensidad de plena carga a la tensión nominal bajo las condiciones de servicio especificadas sin que exceda el calentamiento permisible de sus componentes.

Los cuadros dispondrán en su frontal de placas de baquelita para identificación del servicio al que alimentará cada interruptor. También se identificará mediante placa de baquelita el nombre del cuadro.

Todos los elementos interiores incluidos en los cuadros deberán estar correctamente identificados, mediante etiquetado adhesivo e indeleble.

Como mínimo, las placas incluirán la información indicada a continuación, además de la exigida por las Normas indicadas, o bien se colocará una placa adicional que la incluya.

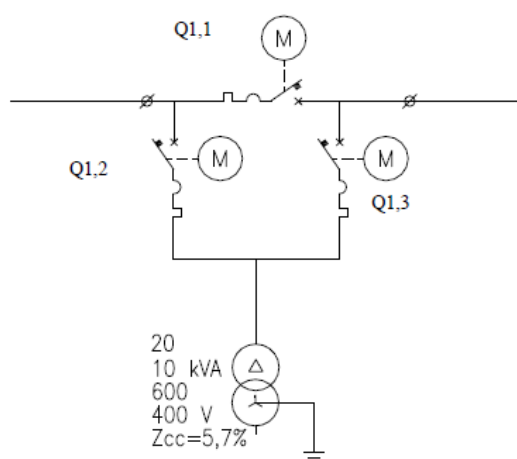
- Denominación del CGBT (Tag).
- Denominación de los interruptores de protección de línea
- Denominación de interruptores, pulsadores, selectores, lámparas, etc.

2.2.1 Protección de la línea de 600V

Las acometidas al CGBT del Bloque Técnico 1 de cada una de las paradas incorporará un interruptor automático con protección magnetotérmica (Q1.1). Este interruptor estará telemandado desde el puesto de mando y control (PMC).

Las acometidas al transformador incorporarán dos interruptores automáticos con protecciones magnetotérmicas (Q1.2 y Q1.3). Ambos interruptores estarán telemandados de igual manera que el interruptor anterior.

Estos interruptores serán de las características siguientes:



- 1 Ud. Interruptor automático de caja moldeada, de características:
Intensidad nominal80 A
Rele STR22SE 80 A
Tensión nominal..... 600 V

- Tensión nominal de aislamiento 50/60 Hz. 750 V
 Nº polos..... 3
 Unidad de protección magnetotérmico regulable
 Poder de corte (kA eff) a 600..... 6 kA
 Instalación Fijo
 MandoEléctrico T250 48A/60 Vcc
 Bobina disparo MX48 Vcc
 Contactos auxiliares OF/SD/SDE/SDV
- 2 Ud. Interruptor automático de caja moldeada, de características:
 Intensidad nominal. 16 A (Santa Luzia, Iliada, La Unión, Salburua) / 25 A (Nikosia)
 Relé TM16D (Santa Luzia, Iliada, La Unión, Salburua) /TM25D (Nikosia)
 Tensión nominal 600 V
 Tensión nominal de aislamiento 50/60 Hz 750 V
 Nº polos3
 Unidad de protección magnetotérmico regulable
 Poder de corte (kA eff) a 600 V 6 kA
 Instalación Fijo
 Mando Eléctrico T100A 160 48/60 Vcc
 Bobina disparo 48 Vcc
 Contactos auxiliares OF/SD/SDE/SDV

Se dará información al control de la presencia o ausencia de tensión en la línea de 600 Vca en ambos lados del interruptor de línea. Para ello se proveerán detectores de tensión a ambos lados del interruptor de línea. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Estos interruptores deberán ser de caja moldeada
- Los interruptores de alimentación a bloque técnico, deberán estar mecánicamente enclavados.
- Todos los interruptores podrán ser telemandados desde el PMC, a través del PLC que controlará cada una de las paradas.
- Se asegurará la selectividad entre los interruptores de la línea de 600 Vca de tipo cronológica y amperimétrica. Todos los interruptores tendrán una selectividad total con los situados aguas arriba de ellos.

2.2.2 Cuadro eléctrico de Baja Tensión

Los cuadros eléctricos de cada uno de los bloques técnicos responden a los unifilares adjuntos a este proyecto, y se han dividido en 2 grupos, en función de los consumidores.

2.2.2.1 Características Eléctricas Nominales

Todos los CGBT estarán diseñados atendiendo a las siguientes características nominales:

Tensión nominal..... 400 V

Tensión nominal de aislamiento	1000 V
Nº fases y frecuencia	3F+N+T/50 Hz
Tensión de ensayo a frecuencia industrial.	2,5 kV
Intensidad admisible de cortocircuito	6 kA (valor eficaz)
Intensidad nominal	25 A (Florida) / 25A (Hegoalde) / 25A (Universidad)

Sistema de distribución TT (Neutro del sistema directamente a tierra en el secundario de los transformadores. Masas conectadas a tierras)

2.2.2.2 Características Constructivas

El CGBT será diseñado y fabricados bajo norma CEI-60439-1.

Los cuadros tendrán un grado de protección mínimo de IP-3X. Los interruptores de alimentación a consumidores finales serán modulares de instalación en carril DIN.

2.2.2.3 Definición de los Circuitos

En los unifilares incluidos en los planos del proyecto se muestran los circuitos alimentados desde el cuadro de baja tensión del Bloque Técnico.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para el arranque de los ventiladores se empleará un contactor para cada uno de ellos de características 16A a 400V/230V, y se señalizará de forma remota el estado del interruptor de alimentación al mismo.
- Estarán debidamente motorizados los interruptores siguientes y se proveerán contactos auxiliares para señalar el estado de al menos los circuitos siguientes:
 - los correspondientes a la alimentación de la señalización tranviaria incluida la de las resistencias calefactoras.
 - alimentación a teleindicadores
 - alimentación a comunicaciones
- El interruptor de protección de secundario de trafo (general de 380 V), estará equipado con rearme automático coordinado.
- El interruptor de protección de salida a señalización tranviaria estará equipado con rearme automático.
- Para la iluminación del cuadro eléctrico en el interior se dispondrán de iluminación LED. Para la salida tomacorriente del cuadro se instalará una base Schuko.
- Todas las señales de control de cada interruptor se cablearán hasta sus borneros correspondientes. Todos estos cableados serán identificados por su número de interruptor correspondiente del que parte.

2.2.3 Ejecución

Los cuadros de distribución B.T. de fuerza, alumbrado y control de Subestaciones y Bloques Técnicos se fabricarán de acuerdo con lo prescrito en los Pliegos de P.T.

Un cuadro de distribución B.T. de fuerza, alumbrado y control se considerará fabricado cuando esté totalmente terminado y rematado, incluidas las pruebas en fábrica y embalado para su envío a obra.

Dada la conformidad de la finalización de la fabricación del cuadro, la D.O. autorizará al Contratista su envío a obra.

Los cuadros de distribución B.T. de fuerza, alumbrado y control se montarán de acuerdo con lo prescrito en los Pliegos de P.T., considerándose el cuadro finalizado cuando esté totalmente montado y conectado, finalizadas las ayudas de albañilería, remates, limpieza y retirada de materiales sobrantes, probado, listo para funcionar, entregada la documentación y protegido de cualquier agente exterior hasta la puesta en marcha definitiva.

2.2.4 Control

En base a los ensayos, controles y pruebas prescritos en los Pliegos de P.T. antes de comenzar la fabricación y montaje, se elaborará un planning de pruebas para, de acuerdo con el P.A.C. (Plan de Aseguramiento de la Calidad) proceder a las inspecciones y controles previstos.

2.2.5 Medición y abono

Los cuadros de distribución B.T. de fuerza, alumbrado y control se medirán por unidades completas una vez realizado el montaje, las pruebas y entregada la documentación y su abono se realizará por aplicación del precio previsto, en el Cuadro de Precios, de acuerdo con lo descrito en los Pliegos de P.T.

El precio de abono incluye los materiales, fabricación, transporte, montaje, conexión, pruebas y documentación.

2.3 Equipamiento auxiliar

2.3.1 Ventilador

En los Bloques Técnicos 1, en la cara lateral del "mitote" que queda sobre la marquesina, se instalará un ventilador de las siguientes características:

- Alimentación: 250 / 400 Vca
- Caudal: ≥ 200 m³/h
- Dimensiones: 255 x 255 x 115 mm (alto x ancho x fondo)
- Grado de protección: \geq IP 56

2.3.2 Reloj

En la cara frontal del "mitote" de los Bloques Técnicos 1 y 2 se instalará un reloj de las siguientes características:

- Alimentación: 220 Vca
- Sincronización: vía radio
- Memoria: > 48 horas ante pérdida de señal
- Temperatura: con sonda para su instalación hasta 5 metros
- Estanqueidad: IP53
- Dimensiones marco exterior: ... $< 550 \times 250 \times 30$ mm (ancho x alto x fondo)
- Dimensiones caja interior $< 485 \times 190 \times 110$ mm (ancho x alto x fondo)

- Dimensiones dígitos: ≥ 110 mm
- Color dígitos: Verde

El reloj especificado será instalado en la cara frontal del mitote de los Bloques Técnicos 1 y 2. Por tanto, deberá estar previsto para su instalación en intemperie, asegurando la estanqueidad del conjunto del Bloque Técnico tras su inserción en la chapa de dicho mitote. Por este motivo, la caja que incorpore el reloj deberá tener un marco que facilite tanto su encastramiento en la chapa como la estanqueidad solicitada. Además de esto, el reloj deberá estar instalado con una cierta inclinación hacia la vista del viandante para facilitar la visión.

Asimismo, deberán instalarse los dos complementos del reloj: la antena para su sincronización radio y la sonda de temperatura. Ambas deberán alejarse lo máximo posible del mitote (para no verse interferidas por el transformador que se instalará en dicho espacio) y la sonda de temperatura deberá ubicarse en el exterior de la marquesina para recoger la temperatura ambiente de la calle.

2.3.3 Medición y abono

Los ventiladores y relojes se medirán por unidades completas una vez realizado el montaje, las pruebas y entregada la documentación y su abono se realizará por aplicación del precio previsto en el Cuadro de precios nº 1, de acuerdo con lo descrito en los Pliegos de P.T.

El precio de abono incluye los materiales, fabricación, transporte, montaje, pruebas y documentación.

2.4 Transformador

En los Bloques Técnicos 1 se instalará un transformador de las siguientes características:

- Potencia: 20 kVA (Nikosia)
- Potencia: 10 kVA (Resto)
- Tensión primario: $600\text{ V} \pm 2.5, \pm 5, -7.5, -10\%$
- Intensidad primario: 4,71 A
- Grupo de conexión: Dyn 11
- Protección: IP — 23 caja metálica
- Clase térmica aislante: F-155 °C
- Tensión de aislamiento: 1.1 kV
- Frecuencia: 50Hz
- Tensión secundario: 400 — 230 V
- Intensidad secundario:1..... 5.77 A
- Refrigeración: ANAN
- Servicio: Continuo
- Clase térmica bobinado: HC-200 °C
- Tensión ensayo (1" a 50 Hz): 3 kV

Las dimensiones del transformador son críticas puesto que tiene que meterse en el "totem" de los Bloques Técnicos. Las dimensiones aproximadas serán: 595x355x708mm (ancho x fondo x alto).

El bobinado se realizará en Cobre y la construcción del transformador se ajustará a la norma IEC/EN/UNE-EN 61558.

2.4.1 Ejecución

Los transformadores se fabricarán de acuerdo con lo prescrito en los Pliegos de P.T.

Un transformador se considerará fabricado cuando esté totalmente terminado y rematado, incluidas las pruebas en fábrica y embalado para su envío a obra.

Dada la conformidad de la finalización de la fabricación del transformador, la D.O. autorizará al Contratista su envío a obra.

Los transformadores se montarán de acuerdo con lo prescrito en los Pliegos de P.T., considerándose el transformador finalizado cuando esté totalmente montado y conectado, finalizadas las ayudas de albañilería, remates, limpieza y retirada de materiales sobrantes, probado, listo para funcionar, entregada la documentación y protegido de cualquier agente exterior hasta la puesta en marcha definitiva.

2.4.2 Control

En base a los ensayos, controles y pruebas prescritos en los Pliegos de P.T. antes de comenzar la fabricación y montaje, se elaborará un planning de pruebas para, de acuerdo con el P.A.C. (Plan de Aseguramiento de la Calidad) proceder a las inspecciones y controles previstos.

2.4.3 Medición y abono

Los transformadores se medirán por unidades completas una vez realizado el montaje, las pruebas y entregada la documentación y su abono se realizará por aplicación del precio previsto en el Cuadro de Precios, de acuerdo con lo descrito en los Pliegos de P.T.

El precio de abono incluye los materiales, fabricación, transporte, montaje, conexión, pruebas y documentación.

2.5 Sistemas de alimentación segura

Se proveerá un sistema de alimentación segura procurando una instalación compacta en el Rack del Bloque Técnico de las marquesinas.

El Sistema de Alimentación Ininterrumpida SAI tiene una entrada y salida monofásica de 230V capaz de suministrar 2,2 kW de potencia activa en salida y compuesto por:

- Rectificador/Cargador de baterías y factor de potencia en entrada $P_f \geq 0,99$ y una tasa de distorsión en corriente $THDI < 5\%$ al 100% de carga.
- Tolerancia de tensión en la entrada sin conmutación a batería entre 150 y 276V.
- Inversor capaz de suministrar una tensión de 230 V (+/-1%) y una frecuencia de 50 Hz (+/- 0,005 Hz) trabajando con un factor de potencia de 1 con cargas lineales.
- Batería de Pb estanco sin mantenimiento, capaz de proporcionar una autonomía de 60 minutos con un $\cos \Phi = 0,8$ para 2200 W y 70 min.
- para 1500 W. Par ello serían necesarios dos módulos adicionales de baterías by-pass automático que permita la transferencia sin interrupción en caso de sobrecarga o avería interna.
- By-Pass manual de mantenimiento externo que permita la transferencia a red sin paso por cero para labores de mantenimiento con bornas para su instalación en cuadro de baja.

- Display gráfico LCD que permita la lectura de los diferentes parámetros (consumo en kWh, V, A, % carga, autonomía, histórico de eventos, etc) y su configuración sin necesidad de conexión a un PC.
- El equipo incluirá 8 tomas IEC10A (2x4 tomas gestionables) y 2 tomas IEC de 16A.
- El equipo incluye un puerto RS232 con señales de salida programables.
- Rendimiento >94% en modo On Line.
- Comunicaciones: Tarjeta de red compatible con el protocolo SNMP a través de UDP y TCP/IP. Permitirá la integración en la red de comunicaciones con el servidor central de ETS y la gestión de los SAIs, por lo que deberá ser compatible con el SW de gestión instalado.

2.5.1 Ejecución

Los Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) de Bloques Técnicos se fabricarán de acuerdo con lo prescrito en los Pliegos de P.T.

Un equipo SAI se considerará fabricado cuando esté totalmente terminado y rematado, incluidas las pruebas en fábrica y embalado para su envío a obra.

Dada la conformidad de la finalización de la fabricación del equipo de Alimentación Ininterrumpida, la D.O. autorizará al Contratista su envío a obra.

Los SAI se montarán de acuerdo con lo prescrito en los Pliegos de P.T., considerándose finalizados cuando estén totalmente montados y conectados, finalizadas las ayudas de albañilería, remates, limpieza y retirada de materiales sobrantes, probados, listo para funcionar, entregada la documentación y protegidos de cualquier agente exterior hasta la puesta en marcha definitiva.

2.5.2 Control

En base a los ensayos, controles y pruebas prescritos en los Pliegos de P.T. antes de comenzar la fabricación y montaje, se elaborará un planning de pruebas para, de acuerdo con el P.A.C. (Plan de Aseguramiento de la Calidad) proceder a las inspecciones y controles previstos.

2.5.3 Medición y abono

Los equipos SAI se medirán por unidades completas una vez realizado el montaje, las pruebas y entregada la documentación y su abono se realizará por aplicación del precio previsto en el Cuadro de Precios, de acuerdo con lo descrito en los Pliegos de P.T.

El precio de abono incluye los materiales, fabricación, transporte, montaje, conexión, pruebas y documentación.

2.6 Cables y canalizaciones

Se realizarán los siguientes cableados:

- Línea de Baja Tensión 600 Vca de alimentación a paradas
- Interconexión en 600 Vca entre acometida a paradas y transformador 600/400 Vca
- Cableado a consumidores finales en 400/230 Vca

En general, los cables de B.T. y control discurrirán por canalización enterrada hasta la arqueta o salida de tubo más próxima al consumidor.

2.6.1 Línea de 600 Vca

Las principales características eléctricas de este cableado serán las siguientes:

- Designación UNE: DN-K 0,6/1 kV
- Tensión aislamiento: 0,6/1 kV
- Conductor: Cobre, de clase 5. No se admitirán conductores rígidos.
- Sección de conductor: 185 mm²
- Nº ternas: Según requerido, ver unifilares
- Aislamiento: EPR (Etileno Propileno)
- Cubierta exterior: Neopreno
- Normativa UNE 21123, IEC502

Las características de la instalación imponen el uso de cables de 1000 V de tensión nominal y en las que, debido a lo tortuoso de su recorrido, se impone el uso de cables del tipo flexible aun cuando se trate de una instalación fija.

De acuerdo con la citada Norma:

- Temperatura de servicio permanente 90°C
- Temperatura de cortocircuito 250°C
- Clase de aislamiento EPR

2.6.2 Cables de fuerza de BT (400V)

Los cables de baja tensión tendrán las siguientes características:

- Designación UNE: RZ1-K 0,6/1 kV
- Tensión aislamiento: 0,6/1 kV
- Conductor: Cobre, de clase 5 s/ norma UNE 21022 (IEC- 228). No se admitirán conductores rígidos.
- Sección de conductor: Según requerido
- Tipo: Según requerido
- Aislamiento: Polietileno Reticulado XLPE
- Cubierta exterior: Mezcla especial libre de halógenos y sin práctica emisión de humos y gases tóxicos y corrosivos Poliolefina

Los cables estarán fabricados con cobre electrolítico de 99,95 % de pureza como mínimo.

Los cables de fuerza serán adecuados para su funcionamiento a las siguientes temperaturas:

- Temperatura máxima de servicio: 40 °C.
- Temperatura máxima de cortocircuito: 250 °C.

Todos los cables suministrados serán no propagadores de la llama y no propagadores del incendio según norma UNE o CEI 60 332-3.

El índice de oxígeno será del 30 al 35 %.

2.6.3 Cables de control

- Tensiones de trabajo: a) $100 \leq 220 \text{ Vca.} / \text{Vcc}$; b) $< 100 \text{ Vca} / \text{Vcc}$
- Instalación. Aérea o entubado
- Tensión de aislamiento. a) 0,6 / 1 kV; b) 0,3 / 0,5 kV
- Pantalla Aluminio / poliéster
- Denominación. a) RZ1; b) ROAZ1
- Formación del cable. Clase 5, flexible s/norma UNE 21022 (IEC-228)
- Material conductor Cobre
- Aislamiento Polietileno reticulado
- Cubierta exterior Mezcla especial libre de halógenos y sin práctica emisión de humos y gases tóxicos y corrosivos.
- Secciones cable. Según lo indicado en planos y presupuesto

2.6.4 Montaje de cables de fuerza y control

Durante las operaciones de tendido, es aconsejable que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a $10 \times (D+d)$, siendo D, el diámetro exterior del cable y del diámetro de un conductor.

Se adopta en principio el siguiente código de colores:

- Fases: negro, marrón y gris.
- Neutro: Azul claro.
- Tierra: Verde-Amarillo.
- Multiconductores para señales digitales mando y control: Blanco y rojo con numeración correlativa.
- Multipares para señales digitales mando y control: Blanco y rojo.
- Multitrío: Verde, negro y blanco.
- Corriente continua +/-: rojo y azul.
- Multipares para señales analógicas: Amarillo y naranja.

Pueden ser utilizadas cintas adhesivas de color en lugar de codificación de color de origen, en aquellos cables de 35 mm² de sección y mayores.

En aquellos casos en que los conductores estén instalados en envoltentes comunes o pasen a través de éstas serán etiquetados o marcados en correspondencia con las marcas de los planos, o marcados de forma que las líneas de alimentación o los cables pueden ser fácilmente identificados.

Todos los cables llevarán inscrito sobre la cubierta de forma legible e indeleble las siguientes identificaciones:

- Nombre del fabricante
- Designación completa del cable
- Año de fabricación
- Marcado CE

Los cables de fuerza de B.T y control serán tendidos por bandejas y/o tubos distintos.

Para cables tendidos en bandejas se mantendrá en todos los recorridos, derivaciones, etc., una distancia mínima de 250 mm entre dichos tipos de cables.

Los regleteros serán identificados por su interruptor y servicio correspondiente.

El cableado entre partes móviles será flexible.

Todos los cables a utilizar serán no propagadores del incendio, con baja emisión de humos tóxicos y corrosivos.

El cableado interior de control tendrá como mínimo una sección de 2,5 mm².

La sección mínima para los cables de fuerza será de 4 mm².

Los extremos de los cables se identificarán con anillos adecuados de acuerdo con los diagramas de cableado.

2.6.5 Medición y abono

El cableado se medirá por metros lineales reales, entre sus dos extremos de conexión, una vez realizado el montaje las pruebas y entregada la documentación y su abono se realizará por aplicación del precio previsto en el Cuadro de Precios, de acuerdo con lo descrito en los Pliegos de P.T.

Los terminales para cable se medirán por unidades completas una vez realizado el montaje, las pruebas y entregada la documentación y su abono se realizará por aplicación del precio previsto en el Cuadro de Precios, de acuerdo con lo descrito en los Pliegos de P.T.

Las bandejas se medirán por metros lineales instalados, una vez realizado el montaje, las pruebas y entregada la documentación y su abono se realizará por aplicación del precio previsto en el Cuadro de Precios, de acuerdo con lo descrito en los Pliegos de P.T.

Las tuberías se medirán por metros lineales instalados una vez realizado el montaje, las pruebas y entregada la documentación y su abono se realizará por aplicación del precio previsto en el Cuadro de Precios, de acuerdo con lo descrito en los Pliegos de P.T.

El precio de abono incluye los materiales y la parte proporcional de pérdidas y despuntes, transporte, montaje, pruebas y documentación.

2.7 Red de tierras

El contratista de obra civil ejecutará la red de tierras enterrada de las marquesinas que alojan los cuadros eléctricos y equipos que dan servicio a cada una de las paradas.

Ejecutará la red de tierras de acuerdo a las indicaciones aquí especificadas, y dejará esperas para conexiarse con los cuadros y equipos eléctricos y todo elemento metálico susceptible de quedar bajo tensión.

La red de tierras será independiente de la red de tierras exterior que une las estructuras metálicas (o postes) susceptibles de quedar bajo tensión.

Se empleará para la red de tierras enterrada cable de cobre desnudo de 35mm² mínimo, enterrado a una profundidad de 0.5 m mínimo.

Se suministrarán las picas de 2 m de longitud, y 14 mm de diámetros necesarias en la ejecución de la red de tierras para conseguir una resistencia de la red inferior a 10 Ohm.

Cada una de las picas se instalará en una arqueta de registro. Por medio de una arqueta se dará salida a la red de tierras para conexiarse con la red de tierras aérea de cada bloque técnico. La red de tierra de los dos bloques técnicos con el objeto de conseguir una mejor red de tierras.

2.7.1 Medición y acopio

La ejecución de las mediciones de puesta a tierra se realizarán por la unidad completa una vez realizada, comprobada y entregada la documentación y su abono se realizará por aplicación del precio previsto en el Cuadro de Precios, de acuerdo con lo descrito en los Pliegos de P.T.

2.8 Control, telemando y comunicaciones

Este apartado tiene por objeto el definir las condiciones y características referentes al control, telemando y comunicaciones de los Bloques Técnicos objeto de este proyecto.

En cada uno de los Bloques Técnicos se instalará un PLC para el control de cada una de las paradas desde el PMC.

El adjudicatario de este proyecto tendrá la responsabilidad sobre las siguientes acciones:

- Suministro, instalación, programación y puesta en funcionamiento de los PLCs de las paradas, las cuales deben funcionar de forma autónoma.

2.8.1 Descripción general del funcionamiento

El sistema de control, constará básicamente de un conjunto de unidades capaces de funcionar y realizar tareas independientemente de los demás, y conectadas entre sí, a través de bases de comunicación, formando un sistema de control distribuido.

La estructura del sistema de comunicación y operación entre PC y el resto de equipos, se resume de la siguiente forma:

- Red Ethernet TCP/IP Modbus. Se ha determinado la utilización de dicha red por la simplicidad de instalación, facilidad de manejo, apertura a otros sistemas y por ser un estándar en el control industrial.
- El conexionado de la red entre Maestro y PLC, será con F.O. Por su inmunidad a ruidos eléctricos, la hacen óptima para dicho tipo de instalaciones.
- El cable de F.O. será Multimodo y de varios pares, ya que, por un costo reducido, se puede disponer de reservas para otras utilidades, como video, megafonía, etc. incluso en caso de avería de uno de los utilizados, se podría establecer la comunicación con el uso de uno de los que quedan libres.
- PLCs en cada una de las paradas de las mismas características que los de Subestación.

Las especificaciones técnicas del equipamiento se indica en los apartados siguientes.

2.8.2 PLCs

Los PLC's se instalarán en el cuadro eléctrico de los Bloques Técnicos 1 de cada parada.

Serán capaces de realizar todo el mando, control y enclavamiento de equipos, operaciones y cálculos con señales analógicas, así como de señalar local y remotamente todas las alarmas, estados y eventos producidos.

Características Generales

Debe ser un sistema modular y evolutivo que pueda configurarse para satisfacer los máximos requisitos en prestaciones de un sistema de control de tamaño medio o grande. Será un sistema que combine un factor de forma pequeño con un diseño industrial

robusto, que garantice una instalación económica y fiable, incluso en los entornos más duros de las plantas.

Todos los módulos se deben montar en bastidor y deberán poderse añadir o remover sin quitar tensión al sistema lo cual facilita el mantenimiento.

Deben disponer de puertos Ethernet TCP/IP Modbus para su interconexión.

El tamaño de las memorias de las CPUs deberá cubrir un amplio rango desde 96 kb hasta 890 kb de base y la posibilidad de ampliar mediante tarjetas PCMCIA a rangos superiores a 500 kb. Se dispondrá, al menos, de los siguientes tipos de memoria:

- RAM Protegida mediante pila.
- PCMCIA de programa.
- PCMCIA de almacenamiento de datos.

El software de programación de los autómatas debe cumplir con la norma IEC 61131-3.

El rendimiento, en lo que a velocidad se refiere, de cualquier módulo será independiente del bastidor, no importando que esté ubicado en el de CPU o distribuido y tampoco de la posición que ocupe en ellos.

Bastidores

Los bastidores deben asegurar las siguientes funciones:

- Función mecánica: permitiendo fijar el conjunto de fuente de alimentación, CPU, módulos de E/S y procesadores de comunicaciones.
- Función eléctrica: permitiendo la conexión del bus de datos y alimentación a la CPU y a todos los módulos instalados.

Los bastidores deben tener capacidad para varios módulos permitiendo la ampliación en un futuro.

Las ranuras deben ser universales, admitiendo cualquier tipo de módulo, salvo las reservadas para fuente de alimentación y CPU, que tendrán un emplazamiento específico, debido a las peculiaridades propias de éstos.

Los bastidores podrán estar conectados entre sí mediante cableado, admitiendo arquitecturas con distancias de como mínimo 100 metros sin ningún tipo de elemento adicional, salvo el propio cableado. Para mayores distancias deberán existir elementos que permitan arquitecturas con extensiones de al menos 3 veces las descritas anteriormente.

El direccionamiento de todos los módulos, para facilitar futuras operaciones de mantenimiento, será en función de la posición que ocupen en los bastidores, pero pudiéndose mover a cualquier posición, sin que ello represente tener que modificar el programa, no debe existir limitación en el orden de ubicación de éstos ni la posible mezcla de distintos modelos de E/S, que se podrán ir añadiendo en caso de ampliaciones futuras.

Módulos CPU

Los módulos de CPU deben disponer de memoria RAM, montarse en los bastidores descritos en el apartado anterior, poder almacenar datos y ejecutar un programa de aplicación además de gestionar las E/S de su propio bastidor y bastidores adicionales, y también podrán ser accedidas de manera sencilla vía red de comunicaciones para el manejo de las descentralizadas.

La CPU debe almacenar el programa de aplicación en memoria RAM con pila de soporte, la cual podrá manipularse mientras la CPU esté en funcionamiento, permitiendo su sustitución sin detener la aplicación. Se podrá eliminar la alimentación de la CPU, siempre y cuando esté la pila en condiciones de carga y funcionamiento correctos, sin perder el programa ni los datos de tal manera que cuando se vuelva a alimentar ésta, el programa y

los datos continuarán en el mismo punto que se quedaron cuando se quedó sin tensión el bastidor. Se debe disponer de alguna indicación que avise de fallo en la pila (por ausencia o falta de carga).

La memoria de la CPU debe poder ser ampliada mediante tarjetas (PCMCIA, SD).

El software permitirá configurar las comunicaciones en red Ethernet TCP/IP Modbus.

Se podrá programar a través de alguno de los puertos del propio procesador o por los de los módulos opcionales de comunicación montados en el mismo o distinto bastidor del sistema controlado por la CPU: Serie, USB o Ethernet TCP/IP Modbus.

El programa y los datos se deben poder grabar en memoria RAM o en tarjeta (PCMCIA, SD), de tal manera que si perdiera la aplicación se puede recuperar permitiendo al sistema ejecutarla sin la intervención de ninguna persona. Se podrá utilizar, si es necesario, una o dos tarjetas PCMCIA para dicha funcionalidad conectadas en la propia CPU.

El paso de una CPU menor a otra mayor o viceversa, debe ser inmediato, sin cambios de programa salvo los propios del nuevo hardware.

El sistema operativo del procesador (firmware), que se alojará en una Flash EPROM de la CPU, se actualizará por comunicación y sin necesidad de quitar o añadir elemento alguno, quedando ésta actualizada con las funcionalidades de las nuevas revisiones.

El acceso a la memoria de programa deberá poder restringirse, según el usuario, mediante código de acceso, evitando de esta manera la modificación del programa residente de forma accidental.

La CPU debe llevar incorporado algún mecanismo que ayude a la resolución de problemas, proporcionando información sobre su estado y sus puertos de comunicación, la información mínima será:

- Run/Stop.
- Diagnósticos de errores relativos al procesador y los dispositivos montados sobre él (Tarjetas de memoria, módulos de comunicación, etc).
- Defecto de módulos de E/S conectados en los diferentes bastidores.
- Información de estado de los puertos de comunicación.

El sistema debe contar con un mecanismo, tipo interruptor/ pulsador, para provocar un arranque en frío en la CPU, reiniciando completamente la aplicación.

Las CPU deberán soportar multiprocesamiento, al menos con los siguientes tipos de tareas concurrentes:

- Tarea cíclica o periódica
- Rápida
- Por evento, priorizando su ejecución en función de determinadas condiciones independientemente del estado de las dos anteriores.

Las entradas asociadas con cada tarea se deben adquirir justo antes de comenzar a ejecutarse ésta, las salidas tendrán efecto en los módulos justo después de terminar la ejecución de la tarea. Estas características dotarán al sistema de una flexibilidad imprescindible para llevar a cabo el proceso que nos ocupa.

A través de alguna entrada digital se debe poder arrancar o parar la aplicación que corre en la CPU. Esto permitirá controlar la situación de la CPU (Run/Stop) sin necesidad de usar la herramienta de programación.

Fuentes de alimentación

Los módulos de fuente de alimentación son los que se encargan de alimentar los módulos soportados sobre el bastidor donde se encuentra conectada y la de proteger a éstos frente

a ruidos y oscilaciones de la tensión. Por tanto, todas ellas deben incluir protección contra sobrentensiones y sobretensiones. Funcionarán en la mayoría de los entornos con ruido eléctrico sin necesidad de transformadores de aislamiento.

Las fuentes de alimentación deben poder ser utilizadas en cualquier bastidor, cumpla éste la función que sea. El rango de tensión de alimentación será de 24...48 Vcc. Dispondrán de LED indicador y de un contacto que permita supervisar su correcto funcionamiento.

Módulos de E/S

Las entradas/salidas serán modulares como se ha descrito anteriormente, por ello y para que sean funcionales es preciso que dichos módulos estén montados sobre un bastidor con una fuente de alimentación que sea capaz de proporcionar la alimentación que necesiten. Podrán compartir bastidor con una CPU o con módulos de comunicación.

Todos los módulos tendrán disponible la comprobación de que el módulo insertado en una posición del bastidor coincide con el configurado por software para evitar errores durante la sustitución de éstos. En caso de insertar un módulo que no es el configurado, las E/S de éste deben quedar deshabilitadas y la CPU debe mostrar una indicación de error, pero no deberá pararse por dicho motivo.

La sustitución de un módulo averiado se podrá hacer sin parar el autómata y sin necesidad de utilizar la herramienta de programación. Al cambiarlo por otro nuevo la CPU le enviará automáticamente su configuración.

Todos los módulos deben llevar visible en el frontal el modelo propio e información de funcionamiento de cada E/S y diagnósticos del mismo. Esta información incluye el estado de cada uno de los puntos de E/S y las características específicas de cada módulo, como el fallo de cableado o la presencia de bornero.

Deben ser parametrizables mediante la herramienta de programación, estos parámetros se guardarán en la CPU y en los diferentes módulos. En el caso de que uno de ellos se sustituya cuando el sistema está funcionando, el nuevo debe ser recargado automáticamente con los parámetros del anterior desde la CPU. Este mecanismo es imprescindible para facilitar funciones de mantenimiento.

Debe ser posible asignar a entradas mecanismos de interrupción para ejecución de tareas prioritarias. Este tipo de mecanismos deben proporcionar tiempos de respuesta de aproximadamente 500 µs entre la activación de una entrada y la actualización de una salida asociada.

A través de una entrada digital se debe poder parar o arrancar la CPU del autómata. Los módulos de salidas digitales y analógicas dispondrán de la posibilidad de que en caso de paro del PLC o fallo en las comunicaciones pasen a un estado conocido:

- Cero.
- Un valor predefinido.
- Mantengan su último valor.

Las entradas digitales se proporcionarán optoacopladas y las analógicas con 12 bits de resolución, y estarán protegidas contra cortocircuitos.

Se preverá una reserva del 10 % de cada tipo de E/S.

Red de comunicaciones entre PLCs

La red de comunicaciones entre los PLCs utilizará los protocolos de transporte y red TCP/IP que es en lo que se basa la tecnología de Internet.

Además utilizará el protocolo Modbus en el nivel de aplicación, que es un protocolo abierto y estándar de la industria, descrito y disponible de manera gratuita en la WEB: www.modbus.org.

Será capaz de soportar el doble perfil RED y BUS, por lo tanto, en el mismo medio físico podrán conectarse PLC's, SCADA, HMI, y E/S descentralizadas. El módulo de comunicación Ethernet, se podrá colocar en cualquier bastidor, sin que exista la necesidad de que esté en el bastidor de la CPU, pero podrá utilizarse el propio puerto Ethernet de ésta.

La velocidad de transmisión de la RED/BUS será de 10/100 Mbs, siendo esta velocidad independiente de la distancia que exista entre los nodos y de la longitud total de la misma, siempre y cuando no se superen sus límites máximos. El cable de comunicación será de pares trenzados sin apantallar, preferible el de categoría 5, para 100 BASE-T Fast Ethernet para la conexión de los PLCs y el switch asociado.

El diagnóstico de la red se realizará de forma automática:

- Física, mediante LED externo en cada dispositivo.
- A través de software y analizadores de red de fácil adquisición en el mercado.

Los servicios soportados por la misma serán: Mensajería y Tablas de intercambio automático. Las E/S conectadas en el bus se leerán o escribirán utilizando el servicio de tablas de intercambio (sólo configuración).

Tendrán disponible el protocolo TCP/IP cargado de fábrica y con soporte para aplicaciones Modbus en una memoria Flash actualizable. Deben admitir tramas Ethernet II e IEEE 802.3 y las direcciones deben poder generarse en función de su dirección MAC o ser asignadas por el administrador de red por programa o a través de un servidor Bootp.

Estos módulos dispondrán de un servidor WEB integrado que permite ver páginas especializadas de ayuda para la resolución de problemas por medio de un navegador web. Su acceso será por medio de una clave de acceso. Será posible realizar las siguientes operaciones:

Ver las estadísticas de la red del módulo Ethernet.

- Ver la configuración de la CPU.
- Leer datos de la CPU.
- Comprobar el estado de las E/S Distribuidas.

Software de programación y configuración

El software de programación de los PLC será el mismo para todos ellos.

Debe correr en las versiones más recientes de las plataformas con tecnología NT de Microsoft (Windows 2000, Windows NT 4.0) y Windows XP.

Tiene que tener funcionalidades propias del entorno Windows e incluir todas las herramientas necesarias para:

- Configurar el PLC.
- Programar el proyecto.
- Simular aplicaciones sin necesidad de hardware.
- Funciones de depuración.
- Implementar seguridad, con diferentes niveles de usuario.
- Carga de sistemas operativos (firmware).
- Añadir hardware desarrollado por terceros o por el propio fabricante con posterioridad al desarrollo de la herramienta para poder hacer uso de él.

La herramienta tiene que tener definido por defecto una serie de tipos de datos según los estándares de la IEC61131-3. A partir de estos tipos de datos se deben poder definir los tipos de datos derivados que sean necesarios (arrays, estructuras con diferentes tipos, estructuras de estructuras y arrays definidos por el usuario, etc), a través de un fichero tipo texto que reconocerá la herramienta como la fuente de los tipos de datos definidos por el usuario y que podrá tener al menos un tamaño de 64 Kbytes.

Debe ser conforme con el estándar IEC 61131-3, permitiendo poder utilizar los cinco lenguajes que especifica la norma:

- FBD (Bloques de Función).
- LD (Diagrama de Contactos).
- ST (Texto Estructurado).
- IL (Lista de Instrucciones).
- SFC (Gráfico Secuencial).

No debe existir ningún límite en el número de veces que se pueda utilizar cualquier instrucción salvo por la propia capacidad de la memoria de la CPU.

En la herramienta se podrán definir usuarios con su nombre y contraseña individual, a los cuales se les podrá definir niveles de acceso con las siguientes funcionalidades:

- Sólo Monitorización.
- Animación de funciones propias del lenguaje SFC.
- Cambio de valores y datos
- Forzado de E/S y datos.
- Descarga de programa sobre el PLC.
- Cambios de programa.
- Cambios de configuración.
- Definición de instrucciones, conversión de aplicaciones a otras versiones, etc.
- Funcionalidad completa.

Debe tener implementado los mecanismos para hacer búsquedas automáticas, de un objeto que se tenga seleccionado o de cualquiera que se desee en cualquier momento a lo largo de toda la aplicación, cuando se habla de objeto se hace referencia a:

- Variables.
- Direcciones de datos.
- Bloque de función.
- Instanciación de un bloque de función concreto.
- Salto en lenguaje SFC.
- Paso en lenguaje SFC.

Se podrá hacer filtros de donde se quiere buscar, de qué modo se utiliza el objeto (lectura, escritura, lectura / escritura).

El resultado de las búsquedas se mostrará sobre una ventana, en la cual aparecerá una lista de los puntos exactos donde se utiliza el objeto de la búsqueda y en qué modo, haciendo doble clic sobre cualquier elemento de la lista se mostrará el código donde se utiliza este objeto.

Habrà una lista de las direcciones de los datos, asociados a dirección por parte del usuario, usados en el proyecto de tal manera que podamos supervisar que dirección está ocupada y cual no.

Se debe poder hacer una predicción de la cantidad de memoria necesaria para un determinado proyecto antes de cargar sobre un PLC, esta predicción nos deberá de proporcionar con un margen de error del 10%, la siguiente información:

- Memoria necesaria para código.
- Memoria necesaria para datos.
- Memoria necesaria para la instanciación de las funciones definidas por el propio usuario.
- Memoria necesaria poder recuperar el programa desde el autómata.
- Memoria necesaria para diagnóstico.

Se debe poder controlar la cantidad de información que se descarga sobre la memoria del PLC, dando más o menos prioridad al ahorro de memoria o a la capacidad de

recuperar información de programa desde el autómata. Por esta razón, se debe poder definir si se desea recuperar el programa totalmente, parcialmente o no se recupera, la capacidad de recuperación se dividirá en:

- Código
- Comentarios de variables.
- Comentarios de secciones.
- Código de funciones definidas en "C" por el usuario.
- Código de funciones definidas a partir de los bloques de función existentes.

Se dispondrá de una componente de software que permita exportar/importar desde cualquier aplicación externa datos relativos a:

- Configuración
- Secciones de programa
- Variables, Librerías, etc.

La comunicación con los autómatas para cargar / recuperar el proyecto se debe poder hacer al menos a través de:

- El puerto serie RS-232 del ordenador
- Cualquier tarjeta de red Ethernet de las disponibles en el mercado.

Tiene que existir al menos la posibilidad de conectarse con cuatro niveles de acceso:

- Sólo monitorización
- Posibilidad de cambio de datos.
- Posibilidad de cambio de datos y cambio de programa.
- Funcionalidad completa.

La carga de programa se puede hacer completa o por partes, estas partes que se pueden diferenciar deben de ser al menos:

- Configuración Hardware.
- Código de programa.
- Datos.
- Información para poder recuperar el proyecto desde el autómata.

El proyecto se podrá modificar estando conectado al autómata, estos cambios se descargarán sobre el autómata sin parar la ejecución del mismo, se podrá controlar el tiempo que la descarga de estos cambios afectan al ciclo de scan del autómata, delimitando de esta manera la incidencia de todas estas acciones sobre la instalación.

Las operaciones de depuración deben de poder hacerse sobre un autómata o sobre un simulador de éste, disponible con la propia herramienta de programación.

Se debe poder definir un modo de operación donde la ejecución de programa se haga paso a paso para facilitar la depuración.

Debe existir algún mecanismo para mostrar (en varios formatos: hexadecimal, entero, binario, etc.), forzar y controlar variables y datos asociados a direcciones por parte del usuario.

Debe haber algún visor de eventos a través del cual se puedan supervisar situaciones tales como divisiones por cero, operaciones fuera de rango, superado tiempo máximo para un paso en SFC, etc.

Tienen que existir una serie de páginas que permitan visualizar el status del controlador, de las E/S, de la pila, código de stop, etc.

Debe tener una pantalla resumen de la ocupación de memoria y del tiempo de scan actual.

Desde alguna pantalla se debe poder supervisar datos del programa tales como:

- Fecha y hora en que fue creado el programa.
- Fecha y hora en que fueron creadas las funciones que se utilizan.
- Número de veces que se usa cada función.

Tiene que tener alguna ventana donde se puedan ver todas las secciones del proyecto, su organización en grupos y su estado (habilitada, deshabilitada y orden de ejecución con respecto a las otras). Se debe poder cambiar el orden de ejecución de estas, habilitar o deshabilitar cada una de ellas, crear una nueva, eliminar una de las existentes y todo ello desde esta ventana.

Se podrá hacer dos tipos de animación, dentro de una sección, una digital y otra completa (analógica y digital), dando prioridad de esta manera al tiempo de respuesta o la cantidad de información.

En los lenguajes FBD y LD se deben de tener las siguientes posibilidades:

- Poder ver, modificar y cargar sobre el autómatas tanto los valores actuales como iniciales de las variables asociadas a un bloque de función.
- Poder modificar las constantes literales asociados a un bloque de función de forma que se modifiquen en el autómatas sin necesidad de hacer una descarga parcial o total del proyecto.

En el lenguaje SFC los pasos y transiciones aportarán las siguientes posibilidades:

El paso se mostrará en diferentes colores indicando en qué estado se encuentra, activo, inactivo, tiempo máximo activo superado, tiempo mínimo activo no superado.

- Cuando el paso esté activo debe mostrar el tiempo que lleva activo.
- Cuando este inactivo, mostrará el tiempo que permaneció activo la última vez que lo estuvo.
- Cada vez que el paso se activa el tiempo anterior debe ser borrado y comenzará desde 0.
- La transición también se mostrará en diferentes colores en función de su estado, no activa, se cumple y no se cumple.

En el lenguaje SFC se deben de poder hacer las siguientes operaciones para permitir un depurado más fácil:

- Reinicializar una secuencia.
- Habilitar / Deshabilitar la supervisión de los tiempos (máximo y mínimo) de evento de cada paso.
- Habilitar / Deshabilitar transiciones, de tal manera que no se analicen éstas, parando la secuencia en la situación actual.
- Habilitar / Deshabilitar acciones, no se procesarán las acciones asociadas a cada paso.
- Salto incondicional, independientemente del estado de la transición se activa el siguiente paso, todo ello siempre que el tiempo mínimo activo definido para el paso actual se haya cumplido.
- Salto condicional, estando deshabilitadas las transiciones se podrá emplear esta opción para saltar al siguiente paso siempre que se cumpla la condición de la transición. Esto permitirá la ejecución de la secuencia paso a paso.
- Reseteo de errores de tiempo, reseteará todos los errores de tiempo (máximo, mínimo) de cada paso.

- Forzado de paso, independientemente del estado de las transiciones y los pasos, el paso seleccionado se activará cuando se haga un forzado.

El sistema será capaz de registrar la siguiente información durante un tiempo dado:

- Tiempo máximo activo de cada paso
- Tiempo mínimo activo de cada paso
- Número de veces que ha estado activo.

Con esta información se sabe cuáles son los márgenes adecuados de funcionamiento de cada paso de una secuencia, basándose en estos datos se podrán definir unos límites de tiempo por encima del máximo y por debajo del mínimo como aviso de alarma, permitiendo hacer una intervención cuando se salga de los parámetros de tiempo normales de la secuencia. Estos avisos pueden ser recogidos a nivel de programa o a nivel de visor de eventos en la herramienta.

La herramienta de programación debe disponer de un simulador que se comporte como un autómatas, el cual permita probar el funcionamiento de diferentes partes del proyecto. Este simulador puede residir en el ordenador donde se encuentra el proyecto o en otro cualquiera. Se podrá cargar el proyecto en cualquiera de los dos.

Se le deben poder hacer peticiones a este simulador, vía Modbus Ethernet TCP/IP, de datos del proyecto que está simulando. El podrá hacer también este tipo de peticiones sobre otro simulador o autómatas real. Cualquier SCADA con un driver Ethernet TCP/IP Modbus podrá escribir o leer datos de él.

Se podrá escribir o leer de cualquier dirección de las configurables por el usuario, pudiendo simular el funcionamiento de un SCADA o elemento comunicador.

Las funciones descritas anteriormente para depurar se podrán llevar a cabo también con el simulador, salvo las de cálculo de consumo de memoria, cálculo de tiempo de scan y las de gestión de tiempos que no se exigirá que sean correctas debido a la diferencia entre la CPU donde corre el simulador y la propia CPU del autómatas.

Resumen de características de los PLCs

Las características del equipo serán las siguientes:

- Modular y ampliables.
- Montaje sobre bastidor en armario rack de 19" ampliable.
- La alimentación será segura a 24 Vcc con aislamiento galvánico.
- Dispondrá de leds para indicar los estados de la fuente de alimentación y señales.
- Rango de temperatura -10 a 50° C.
- Memoria de programa mínima de 64Kb.
- La memoria RAM deberá de estar protegida con pila.
- Tarjeta PCMCIA de capacidad mínima de 768 kb
- Entradas y salidas con un 10% de reserva.
- Puerto Ethernet TCP/IP integrado con conector RJ-45.
- Lenguaje de programación basado en Norma IEC 61131-3.

2.8.3 Red de comunicaciones. Conexión paradas-Puesto de Mando

El PLC de parada dispondrá de un módulo Ethernet TCP/IP por medio del cual se conectará a un switch gigabit que forma parte de la red global de comunicaciones del tranvía y por medio del cual accederá a los servidores del SCADA del Puesto de Mando Central. Este switch será objeto del alcance del Proyecto de Comunicaciones.

La conexión se realizará con un cable de par trenzado de categoría 5 con conectores RJ-45. El adjudicatario del presente proyecto suministrará el latiguillo de conexión al switch en cuestión.

2.8.4 Interfaces PLCs

La interconexión con PLC`s en los cuadros eléctricos, de acuerdo con las señales a transmitir necesarias, se efectuará con componente activos, pasivos, mangueras y acopladores.

2.8.5 Señales de telemando

Para la definición del número de entradas/salidas del telemando de energía se ha seguido el criterio general siguiente:

BLOQUES TÉCNICOS

- Presentación de todas las alarmas e incidencias de cada bloque técnico.
- Órdenes sobre los interruptores de acometida a cada bloque técnico.
- Programación del alumbrado de acuerdo a la configuración del encendido/apagado de las luminarias siguiendo la programación marcada

El equipo de telemando dispondrá de una reserva del 10% de la capacidad necesaria de entradas y de salidas.

En principio se preverán las entradas y salidas citadas abajo, siendo el Director de Obra, quien fije el número final e identificación de las mismas.

En las hojas siguientes se listan las señales a considerar como mínimo en cada uno de los PLC.

2.8.6 Ejecución, control, medición y abono

Una programación se considerará realizada cuando haya sido totalmente comprobada y aceptada, realizadas todas las pruebas y entregada la documentación, siendo abonada por la aplicación del precio previsto en el Cuadro de Precios de acuerdo con lo descrito en los Pliegos de P.T.

En el precio se incluyen todas las pruebas y documentación necesarios para su puesta a punto.

3. CAPÍTULO III - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS. SUBESTACIÓN DE SALBURUA

3.1 Descripción general de las obras

La nueva subestación de Salburua, se alojará en un prefabricado subterráneo, localizado según los planos adjuntos. Recibirá la alimentación en 30 kV, de la línea interna de 30 kV, proveniente de la subestación de Desamparadas, y canalizada a través de la plataforma tranviaria hasta la subestación, estando alimentada desde una doble línea.

En la subestación, a través de las celdas de protección con interruptor automático, se alimentará un juego de barras generales, del cual derivarán las correspondientes salidas a los grupos transformador-rectificador y transformador de servicios auxiliares.

La rectificación se realizará por medio de equipos rectificadores de doble puente trifásico, que se conectarán a los devanados secundarios de los transformadores de potencia.

- Grupos rectificadores: 2x900W

La tensión nominal de salida del rectificador será de 750 Vcc.

Las alimentaciones a catenaria y feeders de acompañamiento, se realizarán a través de interruptores extrarrápidos, equipados cada uno con sus correspondientes protecciones. El polo positivo se conectará a catenaria y el negativo a carril.

Asimismo, la subestación dispondrá de transformador de servicios auxiliares de 250 kVA de potencia, con doble secundario 30/0,4-0,6 kV para:

- Acometida trifásica en 600V a bloques técnicos de las paradas
- Acometida trifásica en 400V de alimentación a cuadro de servicios auxiliares de la propia subestación.

Se dispondrá de un pórtico de seccionadores, para seccionar las líneas de feeder de alimentación al hilo de catenaria, provisto con seccionadores de puesta a tierra y autoválvulas como protección contra sobretensiones.

Para realizar el telemando, se dispondrá en la subestación de una red de PLCs ubicados en cada uno de los grupos funcionales, encargados de realizar de forma independiente el control de sus equipos, enviando la información al PLC Maestro o cabecera de la red y al PC de control de la subestación, que a su vez comunica con el PMC.

Se incorporarán los sistemas auxiliares necesarios, como son: ventilación, detección y extinción de incendios, alumbrado convencional y de emergencia, tomas de corriente para servicios, bomba de achique, etc.

3.2 Celdas de 30 kV

3.2.1 Descripción general del equipo

La tensión nominal de las celdas será de 30 kV y una tensión más elevada de 36 kV. Serán de simple barra con acometidas laterales. La corriente nominal será como mínimo de 630 A tanto en embarrado general como para el diseño de la derivación, que será en todo caso a través de interruptor automático motorizable y telemandable.

El conjunto de celdas estará formado por:

- 2 Ud celda de entrada.

- 1 Ud de protección de transformador de servicios auxiliares.
- 2 Ud de protección de grupo rectificador.

3.2.1.1 Arquitectura de las celdas

Cada celda de simple barra estará compuesta por aparamenta fija bajo una envolvente metálica compartimentada. Esta envoltura incluirá a su vez, en su parte frontal, el mecanismo de accionamiento del interruptor automático y el mecanismo de accionamiento del seccionador junto con los enclavamientos electromecánicos y elementos de control.

Todo el sistema descansará sobre un chasis autoportante ocupando el cajón de B.T. las partes superior del mismo. La entrada de cables de potencia se localizará en la parte inferior de la celda de forma que se puede acceder a ellos de manera sencilla, cómoda y segura (sólo se podrá acceder con los cables puestos a tierra).

3.2.1.2 Sistema de enclavamientos

Un sistema completo de enclavamientos mecánicos y eléctricos estará incorporado entre el interruptor automático y el seccionador, o el automático y el seccionador de puesta a tierra para eliminar la posibilidad de cualquier falsa maniobra.

Para evitar cualquier duda, en el operador, al efectuar la maniobra de cualquiera de los aparatos citados, cada uno de ellos dispondrá de su punto de maniobra mecánico o eléctrico claramente definido en el panel de control.

Los indicadores de posición tanto de interruptores automáticos como de seccionadores de tres posiciones serán mecánicos.

El funcionamiento de los enclavamientos propios de cada celda responderá a la siguiente descripción:

- No será posible maniobrar el seccionador de III posiciones con el interruptor conectado.
- El interruptor automático sólo se podrá conectar en las posiciones extremas del seccionador de III posiciones.
- La manilla del seccionador de III posiciones solo se puede extraer en sus posiciones extremas.
- Con la puesta a tierra conectada el interruptor automático solo podrá estar abierto mecánicamente y previa liberación de la cerradura.
- Solamente se podrá introducir la manilla de accionamiento del seccionador de III posiciones con el interruptor automático desconectado.
- Con la manilla de accionamiento del seccionador de III posiciones en el eje de maniobra quedarán eliminadas las maniobras eléctricas.
- No es posible cerrar el interruptor si los muelles no están cargados.
- No será posible sacar la llave de una puerta de acceso al transformador sin que la puerta esté cerrada, es decir, volver a estar unida la puerta a su marco, de modo que no permita falsas maniobras con dicha llave mientras la puerta de un transformador pueda haber quedado abierta.

3.2.1.3 Compartimento de juego de barras

El juego de barras aisladas está formado por tres elementos de cobre dispuestos paralelamente. La conexión se efectúa en la parte superior del cárter. Las barras están aisladas con una funda aislante termorretráctil.

3.2.1.4 Compartimento de seccionador – interruptor automático

Este compartimiento alojará el seccionador y el interruptor automático de corte en SF6 y los elementos de conexión con los cubículos de barras.

La actuación del interruptor será independiente del gas SF6 utilizado como medio de aislamiento.

El seccionador III de barras podrá 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 se precisará cerrar el automático para dar tierra a la salida a cables.

La combinación interruptor automático - seccionador de tres posiciones estará dotado de los correspondientes enclavamientos electromecánicos, descritos en el apartado enclavamientos, para evitar cualquier falsa maniobra.

El sistema de cuchillas flotantes del seccionador asegurará, con tres puntos de conexión por cuchilla, eliminar la posibilidad de cualquier conexión defectuosa.

3.2.1.5 Área de conexión de cables y transformadores de medida

Se situará en la parte baja de la celda con acceso frontal, se trata de una zona al aire, de fácil acceso para la colocación de transformadores de medida de intensidad montados directamente sobre el pasatapas. También permitirá incluir transformadores de tensión unidos con cable al pasatapas.

En esta zona se encontrarán los pasatapas de cono externo para la salida de cables de MT. Las conexiones se realizarán con conectores atornillados en T.

3.2.1.6 Cajón de BT

Contendrán por un lado los elementos de protección y medida, así como los elementos de control PLC, o relés auxiliares, interruptores automáticos de control, bornas, etc.

En el frontal de todas las celdas de 30 kV se instalará un visualizador de alarmas. Este visualizador contendrá las siguientes características:

Visualización <ul style="list-style-type: none"> • Tipo • Capacidad 	LCD verde retroiluminada altura 5,5mm 2 líneas de 20 caracteres
Introducción de datos	Mediante teclado de 8 teclas
Capacidad de memoria	512 kb
Funciones <ul style="list-style-type: none"> • Número de páginas • Variables por página • Representación variables 	128/200 páginas de aplicaciones 50 Alfanumérica

Comunicación <ul style="list-style-type: none"> • Enlace serie • Protocolo descargable 	RS 232 C/RS 485 Uni-TE, modbus
Software de desarrollo	Compatible con el resto de subestaciones del tranvía
Sistema operativo	Compatible con el resto de subestaciones del tranvía
Tipo de Terminal	Compatible con el resto de subestaciones del tranvía

3.2.2 Características eléctricas generales

Tensión nominal de aislamiento (kV):	36 kV
Frecuencia asignada (Hz):	50 Hz
Nivel de aislamiento (kV): A frecuencia industrial, 50Hz (kV eficaces): A onda de choque tipo rayo (kV cresta):	70 kV 170 kV
Intensidad nominal (A): Embarrado general como mínimo: Derivación Acometidas como mínimo: Derivación Salidas:	630 A 630 A 630 A
Intensidad nominal de corte de cortocircuito trifásica simétrica (kA):	20 kA
Intensidad nominal de corta duración (kA – 3 s):	20 kA
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta):	50 kA
Resistencia frente a arcos internos 3 caras (kA – 1 s):	20 kA
Tensión auxiliar de los circuitos de control (Vcc):	110 Vcc

3.2.3 Características constructivas

Grado de protección de componentes de alta tensión	IP-2X
Medio de aislamiento	Aire
Medio de corte	SF6

Color de la pintura	RAL-9002 RAL 9030
---------------------	----------------------

3.2.4 Dimensiones y pesos

Nº de celdas	5
Dimensiones máximas aproximadas de cada celda: (L xF x A mm) De cada celda: Con interruptor automático Con interruptor automático	1100x1.632x2.250 mm 750x1.632x2.250 mm
Peso neto aproximado de cada celda (kg)	420 a 640 Kg

3.2.5 Normas de cumplimiento

Construido según normas:	
Aparamenta de alta tensión: estipulaciones comunes	CEI 60694-80
Aparamenta bajo envolvente metálica c.a. $1 < V_n \leq 52 \text{ kV}$	CEI 60298-81
Interruptores automáticos	CEI 60056-87
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra	CEI 60129-84
Fusibles MT	CEI 60420-90
Interruptores-seccionadores	CEI 60265-831

3.2.6 Celda de acometida con disyuntor y protección

Celda de simple barra con aislamiento al aire; 36 kV; 630 A; 20 KA equipada con:

- Cabina metálica.
- 1 Embarrado general simple tripolar de 630 A y aislamiento al aire.
- 1 Embarrado interior tripolar de 630 A.
- Interruptor automático tripolar (motorizado) de corte en SF6, 630 A, tipo SF1; que incluye un motor de carga de muelles, un contador de maniobras, un relé antibombeo, una bobina de apertura y cierre, y contactos auxiliares de posición (10 NA + 9 NC).
- Seccionador de 3 posiciones (cerrado / abierto / tierra), mando manual 630 A con contactos auxiliares (8 NA + 8NC), con poder de cierre a través del interruptor automático.

- Tres Transformadores de intensidad con relación 200-400/5 - 5 A de 5 VA – 5P20 y 10VA cl. 0,2 s.
- 1 Relé de protección con función 50/51, 50N/51N con módulo de comunicación MODBUS.
- 1 Módulo de mando y señalización.
- 1 Módulo de comunicación de fibra óptica.
- 1 Conjunto de terminales termorretractiles (cable de potencia).
- Conectores en "T" para cable 18/30KV de hasta 630 mm.
- 1 Conjunto de elementos de baja tensión (relés auxiliares, automáticos, bornas, etc.).
- 1 Detectores capacitivos trifásicos con indicadores de presencia de tensión.
- 1 Visualizador de alarmas.
- Transferencia automática entre las dos cabinas de acometida, en el caso de fallo de la primera cabina entra a funcionar automáticamente la segunda cabina. La transferencia automática se gestionará a través de los PLCs de llegada de línea (2 unidades). Estos PLCs recibirán una entrada analógica cada uno correspondiente a la tensión en la entrada de la acometida 1, en un caso, y acometida 2, en el otro caso. Cuando detecten la falta de tensión en la acometida que está dando servicio gestionarán la transferencia siempre y cuando exista tensión en la otra acometida. Borneros y cableados internos preparados para el PLC de acometida.

3.2.7 Celda de salida a grupo rectificador

Celda de simple barra con aislamiento al aire; 36 kV; 630 A; como mínimo 20 kA equipada con:

- Cabina metálica
- 1 Embarrado general simple tripolar como mínimo de 630 A y aislamiento al aire.
- 1 Embarrado interior tripolar de 630 A.
- Interruptor automático tripolar (motorizado) de corte en SF6, como mínimo 630 A, tipo SF1; que incluye un motor de carga de muelles, un contador de maniobras, un relé antibombeo, una bonina de apertura y cierre y contactos auxiliares de posición (10 NA + 9 NC).
- Seccionador de 3 posiciones (cerrado/ abierto/ tierra), mando manual 630 A con contactos auxiliares (8 NA + 8 NC), con poder de cierre a través del interruptor automático.
- Tres Transformadores de intensidad toroidales con relación 100/5-5 A de 5 VA – 5P20 y 10VA cl. 0,2.
- 1 Relé de protección con función 50/51+ 49RMS.
- 1 Módulo de mando y señalización.
- 1 Módulo de comunicación de fibra óptica.
- 1 Módulo de medida de temperaturas.
- 1 Conjunto de terminales termorretráctiles.
- Conectores en "T" para cable 18/30KV de hasta 630 mm.
- 1 Conjunto de elementos de baja tensión (relés auxiliares, automáticos, bornas, etc.).
- 1 Detectores capacitivos trifásicos indicadores de presencia de tensión.
- 1 Visualizador de alarmas.
- Borneros y cableado interno preparado para el PLC del grupo rectificador.

3.2.8 Celda de salida a servicios auxiliares

Celda de simple barra con aislamiento al aire; 36 kV; 630 A; como mínimo 20 kA equipada con:

- Cabina metálica
- 1 Embarrado general simple tripolar como mínimo de 630 A y aislamiento al aire.
- 1 Embarrado interior tripolar de 630 A.
- Interruptor automático tripolar (motorizado) de corte en SF6, como mínimo de 630 A, tipo SF1; que incluye un motor de carga de muelles, un contador de maniobras, un relé antibombeo, una bonina de apertura y cierre y contactos auxiliares de posición (10 NA + 9 NC).
- Seccionador de tres posiciones (cerrado/ abierto/ cierre), mando manual 630 A con contactos auxiliares (8 NA + 8 NC), con poder de cierre a través del interruptor automático.
- Tres Transformadores de intensidad con relación 100/5 de 0,5 VA – 10P20 y 10 VA cl 0,2.
- 1 Relé de protección con función 50/51+ 49RMS.
- 1 Módulo de mando y señalización.
- 1 Módulo de comunicación de fibra óptica.
- 1 Módulo de medida de temperaturas.
- 1 Conjunto de terminales termorretractiles (cable de potencia).
- Conectores en "T" para cable 18/30KV de hasta 630 mm.
- 1 Conjunto de elementos de baja tensión (relés auxiliares, automáticos, bornas, etc.)
- 1 Detectores capacitivos trifásicos indicadores de presencia de tensión.
- 1 Visualizador de alarmas.
- Borneros y cableado interno preparado para el PLC de auxiliares.

3.2.9 Medición y abono

Las cabinas de 30 kV se medirán por unidad totalmente instalada y en funcionamiento, incluyendo todos los medios auxiliares, trabajos complementarios necesarios para su montaje, piezas de puesta a tierra, tornillería de acero inoxidable y suministro de la pletina de Cu para la conexión al sistema general de tierras.

Esta unidad se abonará según los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 del Presupuesto.

3.3 Transformadores

3.3.1 Disposiciones generales

La subestación estará equipada con dos tipos diferentes de transformadores:

- 2 Transformadores de tracción 30/0,59/0,59 kV
- 1 Transformador de servicios auxiliares, 30/0,6/0,4kV

Cada transformador estará alojado en una celda específica, equipada con las instalaciones necesarias para permitir una correcta explotación (alumbrado, ventilación, detección y extinción de incendios). Cada celda deberá tener un acceso de hombre para la realización de pruebas, independiente del acceso propio del equipo, que quedará enclavado y cerrado

hasta una futura sustitución o reparación que haga necesaria la extracción del transformador de la subestación.

Se considera un hueco de reserva para una posible ampliación a futuro para un tercer transformador de grupo.

3.3.1.1 Alcance del suministro

El suministro e instalación de cada transformador incluirá los accesorios necesarios para su correcta integración en los sistemas de protección: como sondas de temperatura, cableado y pequeño material de montaje.

También se incluirán los ensayos a realizar en fábrica sobre cada unidad.

3.3.2 Condiciones de emplazamiento

Los transformadores se instalarán en los habitáculos del centro prefabricado previstos para este fin con protección perimetral por medio de malla metálica desmontable para poder extraer el transformador, con cerraduras de enclavamiento mecánico-eléctrico para impedir el acceso del personal con tensión.

Los transformadores estarán dimensionados según la norma UNE 20101 para una temperatura ambiental:

- Máxima: 40°C
- Media diaria: 30 °C
- Media anual: 20 °C

Grado de protección IP-00

3.3.3 Características de fabricación y accesorios

Características generales

Los transformadores serán de tipo seco, instalados en interior, de resinas coladas, con clase de aislamiento F, debiendo cumplir su fabricación y ensayos con las normas CEI-60726 y UNE-EN 60076. El encapsulado se deberá realizar a ambos arrollamientos.

El núcleo magnético estará formado por paquetes de chapas laminadas en frío y grano orientado, aisladas por ambas caras y de pérdidas extra-reducidas.

El montaje y sujeción de las chapas se hará de forma que se reduzca al máximo el ruido producido por el transformador.

Cada transformador será diseñado para funcionamiento continuo con la carga nominal.

Bornes de conexión

Los elementos auxiliares irán cableados hasta regletas terminales, perfectamente identificadas, alojados en cajas de bornas.

El grado de protección de las cajas de bornas será IP54. El resto, IP00.

Bastidor

El bastidor estará constituido por perfiles estructurales normalizados de acero, protegidos contra la corrosión y dimensionados adecuadamente para soportar los esfuerzos mecánicos producidos por cortocircuitos y transporte.

El transformador reposará sobre un cuadro de ruedas orientables en las dos direcciones, y estará protegido contra la corrosión.

El bastidor incluirá una puesta a tierra para su conexión a la red de tierras aéreas de la subestación.

Accesorios

En cada uno de los transformadores se dispondrán los siguientes accesorios:

- Protección térmica con sondas de temperatura PT-100, una por cada fase, incluyendo termómetro digital con circuitos independientes para alarma, disparo y fallo de la sonda o la alimentación. Estas sondas de temperatura se colocarán en el bobinado del secundario.
- Bornes de puesta a tierra.
- Agujeros de arrastre sobre el chasis.
- Dos tomas de puesta a tierra.
- Una placa de características, situada al lado de AT.
- Placa de características.
- Una señal de advertencia "Peligro de electrocución".
- Un protocolo de ensayos individuales.
- Un manual de recomendaciones para la instalación, puesta en servicio y mantenimiento.
- Juego de cuatro ruedas orientables en dos direcciones perpendiculares. Cáncamos de suspensión para elevación del transformador.
- Cada transformador, irá apoyado sobre una bancada de estructura metálica capaz de soportar su peso y otros esfuerzos que puedan transmitirse. Esta estructura será de acero con acabado galvanizado en caliente.

Nivel de aislamiento

Se aplicarán los niveles de aislamiento pleno indicados en las normas UNE EN 60071 que se corresponde con la CEI 60071.

Aptitud para soportar cortocircuitos

El transformador se diseñará y construirá para soportar sin daños, los efectos térmicos y mecánicos de los cortocircuitos exteriores en conformidad con UNE-EN 60076, Parte 5.

Sobrecargas

Se corresponderán a las definidas por la clase VI de la norma UNE-EN 60146.

Pérdidas máximas debidas a sobrecargas en carga y vacío

En relación al Reglamento Nº 548/2014 de la comisión de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes, deberá cumplir con unas pérdidas máximas en 2ª etapa (1 de julio de 2021) para los transformadores en seco de 250 kVA:

Transformador de 250 kVA

- Pérdidas máximas en carga: 3.800 W.
- Pérdidas máximas en vacío: 520 W.

Los transformadores de grupo que alimentan los rectificadores de tracción, quedan fuera de esta Directiva.

3.3.4 Transformadores de grupos rectificadores

Los transformadores de tracción estarán especialmente diseñados para la conexión a rectificadores tipo puente trifásico dodecafásico, montaje nº 9 de la norma UNE-EN 50328, sin inductancia entrepuente. Para ello el factor de acoplamiento (K) será inferior a 0,2, que corresponderá a un transformador de tres arrollamientos sin arrollamientos secundarios acoplados, o un transformador de cuatro arrollamientos.

El transformador proporcionará una tensión al rectificador, para que éste rectifique una tensión de 12 pulsos lo cual permite obtener un bajo rizado de la corriente continua.

3.3.4.1 Características eléctricas principales

• Relación de transformación	30.000/590/590 V
• Tomas de regulación de tensión en el primario	+1 -2 x 2.5%
• Número de devanados 3, con un factor de acoplamiento:	K < 0,2
• Potencia:	1000 kVA
• Grupo de conexión:	Dd0Dy11
• Frecuencia:	50 Hz
• Nivel aislamiento nominal	36/3,6 kV
• Tensión de cortocircuito en 30.000 V :	8%
• Régimen de carga permanente	100%
• Régimen de carga permanente durante 2 h:	150%
• Régimen de carga permanente durante 1 min	300%
• Aislamiento	Seco encapsulado
• Nivel máximo de descargas parciales:	10 pC
• Servicio:	Continuo
• Instalación:	Interior
• Refrigeración	Natural (AN)
• Nivel de ruido	10 dB
• Calentamiento máximo en los arrollamientos	60/80°C
• Clase térmica	F
• Clase de comportamiento al fuego	F0
• Clase climática	C1
• Clase medioambiental	E0

3.3.5 Transformador de servicios auxiliares

En relación al Reglamento Nº 548/2014 de la comisión de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes y que será de obligado cumplimiento en una 2ª etapa a partir del 1 de Julio de 2021, deberán cumplir con unas pérdidas máximas no superiores a:

Pérdidas en vacío: 520 W Pérdidas en carga: 3.800 W.

3.3.5.1 Características eléctricas principales

• Relación de transformación	30.000/600/400 V
• Tomas de regulación de tensión en el primario	2,5 / 5%
• Potencia	250 kVA

• Grupo de conexión	Dyn11
• Frecuencia	50 Hz
• Nivel aislamiento nominal	36/1,1 kV
• Tensión de cortocircuito en 30.000 V (120°C)	6%
• Aislamiento	Seco encapsulado
• Nivel máximo de descargas parciales	10 Pc
• Servicio	Continuo
• Instalación	Interior
• Refrigeración	Natural (AN)
• Nivel de ruido	10 dB
• Calentamiento medio en los arrollamientos	60/80°C
• Clase térmica	F
• Clase de comportamiento al fuego	F0
• Clase climática	C1
• Clase medioambiental	E0

3.3.6 Medición y abono

Los transformadores se medirán por unidad totalmente instalada y en funcionamiento, incluyendo todos los medios auxiliares, trabajos complementarios necesarios para su montaje, piezas de puesta a tierra, tornillería de acero inoxidable y suministro de la pletina de Cu para la conexión al sistema general de tierras.

Esta unidad se abonará según los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 del Presupuesto.

3.4 Celdas de corriente continua

3.4.1 Descripción física general

Este apartado tiene por objeto definir las condiciones y características referentes al emplazamiento, diseño, operación, y ensayos de las celdas que contienen los equipos de rectificación, distribución corriente continua, maniobra y protección de feeders, retornos, filtrado de armónicos y de la aparamenta que lo constituye.

A continuación, se muestra el listado de celdas de corriente continua de la subestación de Salburua:

- 2 celdas grupo rectificador
- 2 celdas seccionamiento bipolar grupo
- 2 celdas de feeder
- 1 celda de retornos

El equipamiento completo para rectificación, distribución y protección de corriente continua de la Subestación, estará constituido por:

Celdas metálicas

Conjunto de celdas metálicas, ensambladas, formando un solo cuerpo alineado, con tratamiento de la chapa y acabado similar a las celdas de 30 kV, color de pintura de acabado a definir por la Propiedad, provistas de bancada y soportes de acero regulables en altura para ajustar al falso suelo técnico de la Subestación, placas de aislamiento entre cuerpo de celdas y bancada.

La ubicación de las celdas, tal como se refleja en los planos anexos, será contrapared o con acceso por ambos lados.

Estará constituido por los siguientes tipos de celdas o equipos:

- Grupo rectificador.
- Seccionador bipolar grupo rectificador. celda maniobra y protección feeder
- Celda retorno de carril
- Dispositivo cortocircuitador entre retorno carril y tierra

Se dispondrán los equipos de la forma más compacta.

Celda o recinto seccionadores salida subestación

Se proveerá el espacio suficiente para la ubicación de los seccionadores de salida de feeder y las protecciones contra sobretensiones, con el objeto de aislar la subestación de la instalación de catenaria tranviaria.

3.4.2 Celdas de rectificadores

Celdas metálicas construidas con perfilera y chapa metálica de acero, con tratamiento y acabado en pintura en las mismas condiciones que las celdas de 30 kV y color a definir posteriormente por la Propiedad. Serán de uso interior con IP-20 como mínimo.

La celda incluirá la parte proporcional de bancada soporte de acero galvanizado en caliente por inmersión, soportes regulables en altura según falso suelo técnico de la Subestación y placa de aislamiento entre cuerpo de celdas y bancada.

Características técnicas grupo rectificador

- Tipo: Doble Puente Graetz, trifásico
- Ejecución intercambiables: Carros seccionables, extraíbles
- Ventilación: natural
- Tensión nominal: 750 Vc.c.
- Intensidad nominal: 1200^a
- Régimen de carga. según UNE EN 60146-1, clase VI:
 - 100% en permanencia
 - 150% 2 horas, con calentamiento previo del 100%
 - 300% 1 minuto, con calentamiento previo del 100%
- Temperatura ambiente: 40°C
- Debe poder soportar sin fusión ni avería de ninguno de sus componentes, un cortocircuito franco en barras de salida del rectificador durante 120 mili segundos, con 40°C de temperatura ambiente y un incremento de +10% de la tensión nominal de alimentación de la red.
- Factor de seguridad contra tensión inversa $k_z = 4,8$ (2.18 siemens)
- Tensión inversa de punta repetitiva que debe aguantar cada diodo URRM:4.400 V. (4000V siemens)
- Intensidad que durante 10 m y 145°C de temperatura en silicio debe poder aguantar el rectificador: 31.600 A.
- Intensidad que durante 120 m y 145°C de temperatura en silicio, debe poder aguantar el rectificador: 22.400 A.
- Máximo número de diodos en serie por rama: 1.
- Diodos en paralelo por rama: 4.
- Tipo de diodo: diodo de disco de avalancha controlada.
- Fusibles del rectificador con adaptador y micro contacto: 1 por cada diodo.

- Tensión alterna que debe poder aguantar cada fusible en caso de fusión: 2.000V.
- Tipo fusible: Ferraz.

Protecciones

- El rectificador deberá ir provisto del correspondiente circuito RC contra las sobretensiones producidas, tanto en el lado de corriente alterna como en el lado de corriente continua.
- Los rectificadores irán provistos de un relé de retorno de corriente, que permitirá la detección de la corriente en un sentido determinado. Servirá como detector de corriente de retorno a la salida de cada uno de los grupos rectificadores de la S/E. La señal para este relé de retorno se tomará directamente en las bornas de un shunt. Este aparato garantizará un aislamiento galvánico elevado (15 kV) entre los circuitos de medida y señalización. Se empleará un convertidor-amplificador en el circuito positivo del rectificador y de un amperímetro. El nivel de detección podrá ser ajustado mediante un potenciómetro. El convertidor se alimentará por medio de una fuente estabilizada de 110Vcc/ ± 15 V.

Las características principales serán las siguientes:

Entrada:

- Sensibilidad (ajustable mediante potenciómetro) 2 mV \pm 20 mV
- Impedancia: 1 K Ω

Salida:

- 2 contactos de relé 220 V 1 A
- Tiempo de reacción: 10 ms \pm 1 ms
- Tensión de ensayo:

Circuito de entrada contra salida 15 kV, 50 Hz, 1 min

Alimentación: por fuente estabilizada 110 V.c.c. ± 15 V

- Contra cortocircuitos internos, se realizará una supervisión de fallo fusible: a través de los contactos de alarma aislados del circuito de fuerza.
- Vigilancia y medición de temperatura mediante un sensor PT100 instalado sobre la parte fija de la celda en un punto por encima de los disipadores vigilando la temperatura del aire de enfriamiento de salida. Su nivel de alarma provocaría una desconexión a través de la apertura del interruptor de media tensión.

Características constructivas celda rectificador

El chasis estará formado por un cuadro metálico de base con cuatro ruedas de fácil introducción y extracción de la celda. Cada módulo o puente trifásico se alojará sobre un carro extraíble con sus pinzas de contacto para la corriente alterna y continua.

Los diodos estarán montados entre dos radiadores y fijados a presión (diodos de disco).

Los bloques de diodos así montados se fijarán a ambas caras de las barras de corriente alterna.

Los fusibles de protección de diodos estarán montados entre la cara libre del bloque de diodos y la barra de continua por medio de placas de conexión.

Sobre el percutor de los fusibles se montarán microrruptores, que harán funcionar al dispositivo de disparo del disyuntor de alterna.

Se diseñará el rectificador para poder realizar un funcionamiento n-1. Si un diodo falla, una alarma indica el fallo (el rectificador sigue funcionando sin restricciones al 100% de la potencia nominal y en régimen de sobrecarga), al fallar un segundo diodo el sistema de

supervisión emite una orden de disparo al interruptor de alimentación por el lado de corriente alterna MT.

Un dispositivo de enclavamiento impedirá toda maniobra del carro si el disyuntor primario está cerrado, y viceversa, no se permitirá el cierre de éste mientras se esté efectuando la maniobra del carro.

El chasis estará protegido por una chapa frontal en acero de espesor medio de 2,5 mm.

Sobre esta capa se colocará la palanca de accionamiento del dispositivo de maniobra con el enclavamiento descrito anteriormente y un pulsador para accionamiento de este último.

Se distinguirán 3 compartimentos en las celdas de los grupos rectificadores;

- Compartimento de barras 750Vcc: aislado contra contactos accidentales,
- Compartimento del carro rectificador:
- Compartimento de baja tensión: se ubicarán todos los elementos de mando, protección y control del rectificador (PLCs, borneros, relés, etc.)

Control

Se suministrará una unidad integrada para protección y control por microprocesador con las siguientes funciones principales:

- Conexión/Desconexión del interruptor de Media Tensión
- Disparo del interruptor de Media Tensión por indicación de mínima tensión en el primario
- Señalización de detecciones y cambios de estado
- Vigilancia de temperatura con niveles ajustables de alarma y disparo.
- Funciones de protección y específicas del autómata

Esta unidad de control quedará alimentada por una fuente de alimentación o convertidor de 110Vcc /24Vcc.

Medida

La medida de tensión se realizará por medio de un módulo de división de tensión formada por un juego de resistencias, un amplificador de separación que convierte la señal de tensión de entrada en el rango 0-10V a una señal 0-10V. La tensión de aislamiento de potencial entre los circuitos es de 15kV (50Hz, 1 min).

3.4.3 Celdas panel de mando y rectificadores

Celdas metálicas construidas con perfilaría y chapa metálica de acero, con tratamiento y acabado en pintura en las mismas condiciones que las celdas de 30 kV y color a definir posteriormente por la Propiedad.

Se procurará la solución más compacta posible en la ubicación del seccionador, procurando instalar el seccionador en las celdas de los grupos rectificadores con el objeto de disminuir el espacio de estas celdas, en caso contrario, los seccionadores irán ubicados en celdas propias.

Este seccionador permite desconectar el polo negativo y el polo positivo de las barras colectoras aislandolo del sistema de corriente continua, ofreciendo la instalación un doble seccionamiento por medio de la extracción del carro de los grupos rectificadores y por medio de dicho seccionador.

En la parte delantera se alojarán todos los elementos de mando medida en continua y relés auxiliares, correspondientes al rectificador. En la parte posterior se alojará el seccionador bipolar de corriente continua de salida del rectificador.

Las características del seccionador serán las siguientes:

- Un: 2000 V
- In: 2000 A
- I térmica: 30.000 A
- I dinámica: 50.000 A
- Tensión de aislamiento entre contactos y entre contactos masa 10 kV
- Contactos auxiliares 6 na + 6 nc en cada posición.
- Mando por motor a 110 V corriente continua.
- Mando de socorro desde la parte frontal (zona de mando) por volante y cerradura de seguridad para enclavamiento con disyuntor de grupo con final de carrera (2 na + 2 nc).

En el seccionador se deberá poder ver la posición de sus contactos principales desde la parte frontal de la celda (zona de relés) mediante una ventana protegida.

En esta zona del seccionador irán montados además los siguientes elementos:

- Fusible de protección de 2.000 V
- 1 Juego de resistencias
- Equipo convertidor de corriente continua con un aislamiento galvánico de 15 kV entre el circuito de entrada (parte de alta tensión) y el circuito de salida de señal para el voltímetro.
- Alimentación del convertidor por fuente estabilizada de 110 V.c.c. 1 ± 15 V. Shunt de 2.500 A 160 mV aislamiento 15 kV en el positivo del rectificador, que servirá para dar la señal de referencia al amperímetro del rectificador, así como al relé de retorno de corriente descrito.

3.4.4 Celdas de mando, control y protección de salidas de feeder

Celdas metálicas construidas con perfilera y chapa metálica de acero, con tratamiento y acabado en pintura en las mismas condiciones que las celdas de 30 kV y color a definir posteriormente por la Propiedad. Serán de uso interior con IP-20 como mínimo.

A lo largo de las celdas de salida de feeder, se tenderá una barra ómnibus formada por pletinas de cobre. A esta barra se conectarán las correspondientes salidas de feeders.

El dimensionamiento de los embarrados deberá estar de acuerdo con una posible ampliación futura de un grupo rectificador adicional, de idénticas características al indicado anteriormente

Se distinguirán 3 compartimentos en las celdas de protección de feeder:

- Compartimento de barras 750Vcc: aislado contra contactos accidentales,
- Compartimento del carro con disyuntor extrarápido
- Compartimento de baja tensión: se ubicarán todos los elementos de mando automatizado e individualizado de cada salida de feeder mediante autómatas programables, (PLCs, borneros, relés, etc.), elementos de medida (amperímetro, voltímetro, ...)

Se proporcionará alumbrado en la celda, toma de corriente de fuerza, conmutador de mando local/remoto.

Las celdas ofrecerán facilidad en la evacuación del aire y gases calientes.

Carro de feeder

Las salidas de feeder serán de ejecución desenchufable e intercambiables entre sí.

Todos los componentes de una salida de feeder irán montados en un carro formado por un chasis autoportante sobre cuatro ruedas, con los dispositivos adecuados para una fácil introducción del mismo con un esfuerzo mínimo.

En este chasis irán montados los siguientes elementos:

- Disyuntor extrarrápido de salida de feeder.
- 1 placa aislante con todo el equipo sometido a 750 V.c.c. dispositivo de ensayo de línea, comparador de igualdad de tensiones, ensayo defecto de línea.
- 2 convertidores de tensión e intensidad, con aislamiento galvánico 15 kV entre circuitos, y señales de salida a voltímetro y amperímetro de feeder.
- 2 pinzas (entrada y salida de feeder) de 3.000 A a cada una.
- 1 shunt de 2.000 A 1 60 mV.

Un dispositivo de enclavamiento impedirá toda maniobra del carro si el disyuntor extrarrápido está cerrado y viceversa, no se permitirá el cierre de éste mientras se esté efectuando la maniobra del carro.

El chasis estará protegido por una chapa frontal en acero de espesor medio de 2,5 mm.

Sobre esta chapa se colocará la palanca de accionamiento del dispositivo de maniobra con el enclavamiento descrito anteriormente y un pulsador para accionamiento de este último. Igualmente, sobre esta chapa irán montados los siguientes elementos:

- Conmutadores de mando y símbolo del extrarrápido, así como de los seccionadores.
- 1 voltímetro de salida de feeder de 0 a 1000 V. Este voltímetro será de los llamados de contacto, capaces de detectar la tensión a partir de un determinado nivel ajustable de 0 a 100 de la escala, así como de tiempo de respuesta.
- 1 amperímetro de salida de feeder de -1.500 A a +2.000 A.
- 1 juego de leds para señalización de estado y alarma.

Disyuntor extrarrápido de salida de feeder 2600A

Se proveerán extrarrápidos para la protección de la línea tranviaria de 2600A, y las características de los mismos serán:

- Tensión nominal: 2.000 V.c.c.
- Intensidad nominal: 2.600 A en permanencia
- Sobrecargas:
 - 2 horas (150%): 3900 A
 - 1 minuto (300%): 4800 A
- Sobretensión máxima de corte comprendida entre 1,5 y 2 Un.
- Poder de corte 100 kA con un $t = 10$ ms
- Tiempo de reacción mecánica 3 ms.
- Tiempo mecánico de conexión 250 ms
- Tiempo de corte total 15 ms para un $di/dt = 5 \times 10^6$ A/s
- Tensión de aislamiento:
 - Entre contactos 15 kV
 - Entre contactos y masa 15 kV
- Robustez mecánica: 50.000 maniobras de las cuales 10.000 serán por sobrepasar la Intensidad máxima del tarado del disyuntor.
- Escala de ajuste: 2-8 kA
- Ajuste de relés estáticos de 1250+2700 A.
- Cámara de extinción del arco, de tipo basculante.
- Equipado con 5 contactos auxiliares conmutados.

- Mando por bobina a 110 V.c.c.
- Consumo máximo en la conexión durante 1s: 1.300W
- Consumo máximo de mantenimiento: 80 W
- Disparo por falta de tensión de control: 110 V.c.c.

Control

En el compartimento de baja tensión se instalarán todos los elementos para el mando y control automatizado del feeder.

El autómata programable realizará las siguientes funciones de mando y control, llevará integrado las funciones de protección del ensayo de línea, comprobación de igualdad de tensiones, aislamiento catenaria con tierra protección y reenganche automático tal y como se explica a continuación.

Sistema de ensayo de línea

Estará integrado en el autómata programable. Este dispositivo servirá para verificar el aislamiento y la resistencia de aislamiento de la catenaria, y permitirá un reenganche automático rápido (5 segundos).

Consiste básicamente en un contactar de ce de potencia y una resistencia. La resistencia de la catenaria será medida haciendo circular por ella una corriente de ensayo de 1 A aprox., controlando al mismo tiempo el valor de la tensión residual que cae de la catenaria. Si la resistencia así medida es superior al valor ajustado en el aparato, éste permitirá la orden de conexión; por el contrario, si la resistencia medida es inferior al valor ajustado, el aparato no dará la orden de conexión efectuando una serie de ensayos, normalmente cuatro, cada 8 s, al final de los cuales si la resistencia en catenaria no ha aumentado y por lo tanto no se ha producido la conexión del disyuntor, se producirá el bloqueo del aparato, dando una señal de salida de dicho bloqueo.

En el caso de que exista algún defecto en el circuito de conexión del disyuntor y la catenaria en orden, este dispositivo será capaz de diferenciarlo dando la orden de bloqueo después del primer ensayo efectuado.

La medida de aislamiento de la catenaria será ejecutada con la tensión real de alimentación 750 V.c.c. Todas las fluctuaciones de tensión en catenaria serán detectadas y compensadas automáticamente para no producir error en la medida de tensión en catenaria, impidiendo por otra parte la orden de conexión con tensiones demasiado bajas.

Los circuitos de medida a 750 V estarán separados galvánicamente mediante convertidores para una tensión de 15 kV, 50 HZ, 1 minuto.

Entrada y regulación:

- Tensión de catenaria: 750 Vcc
- Polaridad en catenaria: Positiva
- Ajuste de corriente en conexión proporcional a la resistencia de catenaria: 100, 250, 500, 750 y 1000
- Duración de cada ensayo: 3 s
- Número de ensayos: 4 s
- Tiempo de pausa entre ensayos: 8 s

Salida:

- Duración de la orden de conexión: 3s

Sistema comparador de tensión

Estará integrado en el autómata programable. En el caso de que en el momento de conexionar un feeder ya exista tensión en línea debida a otra S/E colateral, será necesario

que antes de cerrar automáticamente el extrarrápido, se analice la tensión en catenaria comparándola con la tensión de salida de los rectificadores de la S/E.

Si la diferencia de tensión es superior a un valor previamente 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 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 tensión actuarán automáticamente efectuándose el reenganche automático del feeder en caso de desconexión por relés estáticos o por DDL, sin necesidad de dar una nueva orden de conexión al feeder.

El sistema de comparación de tensiones estará compuesto de los siguientes elementos:

- Un convertidor de corriente continua en corriente continua que reciba la señal de un divisor de tensión y la amplifique con las siguientes relaciones:
 - entrada $0 \div 60 \text{ mV}$ salida $0 \div 5 \text{ V}$
 - entrada $0 \div 90 \text{ mV}$ salida $0 \div 5 \text{ V}$
 - entrada $0 \div 150 \text{ mV}$ salida $0 \div 5 \text{ V}$

Salida lineal sin distorsión hasta 7,5 V.

Este convertidor deberá separar galvánicamente la entrada en (mV) de la salida en (V), con una tensión de aislamiento de 15 kV, 50 Hz, 1 min.

Esta señal de salida del convertidor ya aislada, será proporcional en todo momento a la tensión real del feeder y servirá, por una parte para alimentar al voltímetro del feeder, y por otra al sistema comparador de tensiones que se describe a continuación en el apartado.

- Un sistema comparador de tensiones integrado en el autómatas programable, el cual comparará la diferencia entre las señales enviadas por el equipo descrito en el apartado a) y la señal enviada por otro equipo similar conectado a la salida del rectificador.

Márgenes de ajuste y características técnicas:

Ajuste de nivel de diferencia de tensión de $0 \div 250 \text{ V}$.

Sistema de detección de defecto de línea

Estará integrado en el autómatas programable. Este sistema se compondrá de los siguientes elementos:

- 1 captador de la señal real de corriente, consistente en un shunt de 2.500 A, 60 mV, aislamiento 15 kV, montado en la salida de feeder de c.c.
- 1 convertidor de corriente continua en corriente continua que reciba la señal del shunt anterior y la amplifique con las siguientes relaciones:

entrada $0 \div 60 \text{ mV}$ salida $0 \div 5 \text{ V}$

entrada $0 \div 90 \text{ mV}$ salida $0 \div 5 \text{ V}$

entrada $0 \div 150 \text{ mV}$ salida $0 \div 5 \text{ V}$

Salida lineal sin distorsión hasta 7,5 V.

Este convertidor deberá separar galvánicamente la entrada en (mV) de la salida en (V), con una tensión de aislamiento de 15 kV, 50 Hz, 1 min.

Esta señal de salida del convertidor ya aislada, será proporcional en todo momento a la tensión real del feeder y servirá, por una parte, para alimentar al voltímetro del feeder, y por otra al sistema comparador de tensiones que se describe a continuación.

- Un sistema de detección de defecto línea y análisis de las señales de corriente enviadas por el convertidor c.c./c.c. anterior.

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

- Para el análisis se medirán el valor de los incrementos de corriente (ΔI) que se van produciendo en cada cresta de corriente debida a los arranques de tracción, o bien producidos en un defecto.
- El comienzo de la medida de ΔI se efectuará a partir de que la señal de tracción supere un valor de di/dt ajustable en el automático.
- 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 e independientemente del anterior di/dt que determina el comienzo de la medida.

Con objeto de evitar los problemas que presentan la supervisión de las señales de tracción muy frecuentes en este tipo de instalación, no se admitirá el que el ajuste de di/dt que determina el final de la medida de ΔI sea (0 A/s) ni tampoco que tenga el mismo valor de di/dt que el ajuste que determina el comienzo de la medida de ΔI

- Se compararán los valores medidos en un ajuste fijo ΔI produciendo orden de desconexión inmediata al extrarrápido en el momento en que el valor de
- ΔI medido sea 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 cuanto el defecto supere un ΔI mínimo y un tiempo de estabilización ajustado en el equipo.

El ΔI mínimo será un valor muy inferior al1 instantáneo de la otra detección.

Con esta filosofía de detección será capaz de distinguir los ΔI debidos 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 del ΔI instantáneo y del tiempo de ajuste para la detección de defectos amortiguados.
- Indicación de si la detección es por ΔI o por tiempo.
- Indicación de la señal de corriente que está analizando el DDL.
- Contador del número de detecciones que superen los ajustes tarados.
- Señalización local y telemando si el sistema está fuera de servicio.

Márgenes de ajuste y características técnicas:

- di/dt que determina el comienzo de la medida ΔI 0 ÷ 80.000 Ns
- di/dt que determina el final de la medida de ΔI 0 ÷ 40.000 Ns
- ΔI instantáneo 0 ÷ 4.000 A
- ΔI mínimo 0 ÷ 1.600A
- Tiempo de estabilización de los incrementos 0 ÷ 500 ms

3.4.5 Celdas de retornos

Celda metálica construida con perfilería y chapa metálica de acero, con tratamiento y acabado en pintura en las mismas condiciones que las celdas de 30 kV y color a definir posteriormente por la Propiedad para instalación en interior.

En cada uno de los retornos, así como en el conjunto de ellos, se llevará a cabo una medida de intensidad mediante un shunt y un convertidor de corriente continua con aislamiento galvánico de 15 kV.

La cabina estará preparada para alojar los cables de retorno diferenciados o no de hasta 4 vías, las llegadas de cable acometerán a un embarrado de cobre.

Protección contra faltas a masa

En esta celda se ubicará también el sistema de protección contra faltas a masa del conjunto de celdas de corriente continua, compuesto por: grupos rectificadores, protección de feeders, acoplamiento barra de apoyo y retornos.

Para ello se aislarán de tierra todas las celdas y se conectionarán a la red de tierra en un solo punto a través de un shunt, convertidor de corriente continua con aislamiento galvánico de 15 kV y relé de intensidad. Este relé deberá provocar el disparo de los interruptores automáticos de los interruptores lado 30 kV, y lado de corriente continua, cuando la intensidad de falta supere un valor predeterminado.

Dispositivo cortocircuitador o limitador

Se proporcionará este dispositivo con objeto de evitar diferencias de tensión peligrosas entre el carril y la tierra de protección, la celda dispondrá de un contactar unipolar de 2.000 A de intensidad nominal que enlazará ambos y de un interruptor manual de by-pass.

Dicha tensión se medirá permanentemente mediante convertidor de corriente continua con aislamiento galvánico de 15 kV, y cuando se supere una tensión preestablecida (65 V) y regulable, $0 \div 100$ V, se producirá una alarma local y una en el Puesto de Mando Central de Telemando, a la vez que un relé de tensión provocará el cierre del contactar y un relé de intensidad producirá la apertura cuando la circulación de corriente sea inferior a un valor igualmente predeterminado.

Se tendrán en consideración los límites de las tensiones de contacto admisibles UB(tiempo) dadas en la norma EN 50122-1, 12.97 para asegurar la protección personal y de equipos. Cuando sea superada la tensión medida entre carril y tierra de protección se producirá el disparo de todos los interruptores extrarrápidos y de los interruptores de 30 kV de salida a grupos rectificadores, así como la orden de arrastre a la Subestación colateral. Dicha incidencia se señalará tanto localmente como por telemando.

Tendrá capacidad de poder inhibirse la supervisión de diferencias de potencial in situ, y también desde el Puesto de Mando Central. El sistema tendrá la posibilidad de inhibirse de forma que todos los retornos puedan quedar permanentemente conectados a la tierra de protección o permanentemente aislados, según el criterio del explotador.

Control

Todo el control de la celda de retornos estará integrado en un autómata a instalar en esta celda.

3.4.6 Celda seccionamiento feeders salida subestación

Esta celda estará destinada a ubicar en su interior los seccionadores de salida de feeder, así como las autoválvulas de protección con su seccionador.

Esta celda será de tipo abierto, construida por otros con tabiques de mampostería. El Contratista del presente Proyecto, incluirá el suministro de cierres metálicos de celda, a base de alambreado ondulado 20/20/3, reforzado con pies derechos, perfilaría de acero, puerta de acceso hombre de 2,20 m de altura. Todo ello galvanizado en caliente por inmersión. El cierre, será desmontable en su conjunto para poder introducir los materiales, y la puerta estará provista de las cerraduras de enclavamiento electromecánico de seguridad.

Las características de los dos (2) seccionadores de salida de feeders serán las siguientes

- Un: 12 kV
- In: 3150 A mínimo
- I térmica o de corta duración: 40 kA
- I dinámica: 100 kA
- Apertura en carga
- Instalación: interior, vertical
- Mando: Manual y eléctrico 110 Vcc desde frente celda
- Contactos: auxiliares 6^a+6C
- Enclavamientos: electromecánicos

En cada salida se colocará el siguiente material como protección para las descargas atmosféricas:

- 1 Autoválvula para corriente continua características técnicas:
 - Tensión de servicio máxima: 1 kV
 - Tensión mínima de cebado: 2 kV
 - Tensión máxima de cebado a 100% con Onda de choque de 1,2/50 micro/s: 7,2 kV
 - I nominal de descarga: 10 kA
- - 1 Seccionador unipolar para la autoválvula:
 - Un: 27 kV
 - In: 400A
 - I Térmica: 20 kA
 - I Dinámica: 50 kA
 - Mando: manual por pértiga

3.4.7 Detección defectos a tierra equipos C.C. en subestación

Relés de puesta a masa

Todo el equipamiento eléctrico de c.c: cabinas metálicas de c.c. (celdas de grupos rectificadores, extrarrápidos de feeder, celda de retornos), pórtico de seccionadores salida de feeders, irán conectados a relés de puesta a masa de protección.

El relé de puesta a masa basará su funcionamiento en el campo magnético creado por la corriente de paso de la toma de tierra del equipo que protege. Este campo estará dirigido sobre un relé de láminas de atmósfera de gas y actuará con intensidades regulables de 80 a 200 A. Su actuación provocará la desconexión de todos los extrarrápidos y la de los interruptores de entrada de línea y transformadores de servicios auxiliares, así como la apertura de extrarrápidos de la Subestación colateral por orden de arrastre, e impidiendo su cierre hasta que se investiguen las causas de incidencia. Tanto en la Subestación como

en el Puesto de Mando Central, deberá quedar identificado inequívocamente el relé de puesta a masa que ha actuado.

La forma de actuación para renovación del servicio, parcial o total de la Subestación, dependerá de la posición del relé de puesta a masa que ha actuado y del equipo que protege, procediendo posteriormente al aislamiento del mismo. La actuación sobre el aparellaje o equipos no afectados, permitirá la reanudación del servicio, así como la anulación o no de las órdenes de arrastre de la Subestación colateral, o bien directamente, bloquear el funcionamiento completo de la Subestación.

La puesta a tierra accidental de la línea catenaria, será detectada independientemente por el equipo instalado en los extrarrápidos correspondientes.

Relé de laminas

Se proveerán para las celdas de feeder, el relé de láminas para la protección contra defectos a tierra. La detección de alta tensión se realizará por medio de una división resistiva alojada en el interior del aislador. Este relé mediante un contacto mecánico de salida permite cualquier tipo de automatismos relacionado con la existencia o carencia de alta tensión.

3.4.8 Cableado interior celdas

El cableado interior de control de celdas, se realizará con cable flexible (clase V) de Cu aislado 750 V, tensión de prueba 2.500 V y de las siguientes características:

- Ensayos de comportamiento al fuego
 - No propagador de la llama sí UNE 20.432-1(IEC-332)
 - No propagador del incendio si UNE 20.432-3 (IEC-332.3), UNE 20.427-CI (NFC-32.070), IEE 383.
- Emisión de humos
 - Nula emisión de halógenos si UNE 21.174, IEC 754.1, BS 6425.1
 - Sin emisión de gases tóxicos si UNE 21.147, NFC 20.454, RATP K-20, CEI 20-37 p.2
 - Sin emisión de gases corrosivos s/ IEC-754-2, NFC 20.453
 - Sin desprendimiento de humos opacos s/ UNE 21.172-1, UNE 21.172-2, IEC-1034.2, BS-6274, CEI20-37 Ff11, NES 711, RATP-K-20, ASTM-662-79.

3.4.9 Pruebas y ensayos equipos c.c.

En general, todos los materiales serán ensayados de acuerdo a las normas aplicables y, se adjuntarán con los mismos, los protocolos de ensayo realizados en fábrica.

Los ensayos a realizar serán los de rutina especificados en las normas CEI o UNE aplicables, a saber:

- Prueba de operación mecánica: Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de seccionadores, así como en todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos. Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación. Se probará cinco veces cada sistema:
- Verificación del cableado. El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.
- Ensayos rigidez dieléctrica de acuerdo a normas en circuitos principales y de control.

- Prueba desequilibrio de corriente entre los distintos brazos de cada una de las fases del rectificador y circulando la intensidad nominal.
- De los ensayos que sean especiales, tales como calentamiento, cortocircuito, etc., será válido adjuntar protocolos de ensayos del prototipo.

3.5 Cuadro eléctrico, distribución de fuerza, alumbrado y control de BT de la subestación

3.5.1 Objeto

Este apartado tiene por objeto el definir las condiciones y características referentes al emplazamiento, diseño, operación, construcción y ensayos del Cuadro Eléctrico Distribución Fuerza, Alumbrado y Control B.T. de la Subestación objeto de este proyecto.

3.5.2 Normativa aplicable

Cuadros eléctricos

Los cuadros de distribución formados por armarios funcionales, estarán conformes, con las siguientes normas:

- UNE-EN 60439-1
- CEI-439.1
- NF-EN 60459

Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos existentes en los cuadros principales estarán de acuerdo con las recomendaciones internacionales CEI-1 57-1 y con las normas:

- Francesa NF C63-120
- Alemana VDE 0660
- Británica BS 4752
- Americana UL 489

Auxiliares y cables conexión

Cumplirán las siguientes normas:

- UNE 20460-4-1: Protección contra choques eléctricos
- UNE 20119: Auxiliares de mando
- UNE 20427: Ensayos a cables sometidos a condiciones propias de un incendio
- UNE 21022-85: Conductores de cables aislados
- UNE 48103e: Colores normalizados

3.5.3 Condiciones de emplazamiento

El cuadro eléctrico será diseñado para ubicación en interior del edificio bajo condiciones normales. Estará constituido por un conjunto de varios armarios de dimensiones standard, atornilladas uno a otro y transportables en elementos separados. La temperatura del cuadro no deberá exceder de 35°C (valor medio calentado en 24 horas) y la distribución de los elementos que generan calor será homogénea.

En los cuadros con rejilla de ventilación, la sección de salida será por lo menos 1.1 veces mayor que la de entrada.

Los aparatos instalados no obstaculizarán la circulación del aire.

Los cuadros podrán ser extensibles tanto en anchura como en profundidad.

Los cuadros irán instalados contra pared, por tanto, toda su aparamenta deberá ser accesible por la parte frontal.

Junto con los cuadros se incluirá bancada y apoyos de acero, pintado, para anclaje y nivelación con el falso suelo técnico de la Subestación.

El cuadro tendrá un grado de protección IP-54.

3.5.4 Condiciones de operación

Los diferentes elementos que componen el cuadro eléctrico materiales, equipos y dispositivos de control utilizados, serán los adecuados para ofrecer una seguridad de explotación, ampliado con las especificaciones correspondientes a las pruebas de ensayo y de funcionamiento.

El Contratista tendrá en cuenta, a efectos de división y compartimentación de los módulos del cuadro, la confluencia de diferentes valores y tipos de tensiones de funcionamiento.

La tensión para alimentación servicios de estaciones de Tranvía y alimentación a transformador de Servicios Auxiliares de Subestación, será de 600 V.c.a. y 400 V.c.a respectivamente, 50 Hz, trifásica, distinguiéndose los siguientes regímenes de neutro:

- El régimen de distribución de neutro del sistema de 600 Va.c. será IT. Dado la gran longitud de las líneas de acometida a estaciones, se instalarán vigilantes de aislamiento ante posibles defectos en las mismas, sectorizando el disparo del interruptor correspondiente.
- En cambio, el régimen de distribución del neutro del sistema de 400 Va.c será TT.

La alimentación al equipamiento de Servicios Auxiliares de Subestación: ventilación, pozo bombeo, tomas corriente combinadas, alumbrado, equipo batería, etc., se realizará a la tensión 400/230 V,

Los circuitos de control correspondientes a ventilación, detectores inundación, alumbrado, es decir, de los equipos no esenciales para el funcionamiento de la Subestación, serán alimentados a 220 V.c.a., previa separación galvánica con el transformador de control correspondiente.

Los circuitos de mando y control de interruptores generales de B.T.: Protección secundarios trato 250 kVA tanto a las tensiones de 600 V para salida a estaciones y 400 V para alimentación a servicios auxiliares, al ser motorizados para su maniobrabilidad desde el PMC, su tensión de control será a 110 V.c.c,

La alimentación del circuito de control a celdas M.T., celdas 750 V.c.c., y compartimento de PLC de Servicios Auxiliares, será de 110 V.c.c., mediante la protección general por sectores con interruptores magnetotérmicos.

El Cuadro de Servicios Auxiliares estará provisto del módulo o módulos de carpintería metálica necesarios para alojar el PLC de Servicios Auxiliares, interfaces de conexión EJS, interruptores de protección de cada tarjeta. Este PLC será el encargado de la comunicación con el PMC. Se preverá espacio igualmente para el alojamiento del equipo de telearrastre entre Subestaciones de Tranvía.

3.5.5 Características de diseño

Generales

El cuadro general de distribución deberá estar diseñado de acuerdo a la norma UNE-EN 60439.1 y tendrá las características:

- Tensión asignada de empleo: 1.000 V
- Tensión asignada de aislamiento: 1.000 V
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto: 2.500 V
- Frecuencia: 50-60Hz

El cuadro deberá ser capaz de soportar sin deformaciones ni daño permanente las sollicitaciones mecánicas y térmicas producidas por el paso de la intensidad nominal de cortocircuito durante 1 segundo.

La intensidad nominal mínima corta duración (1 s) asignada para los diferentes escalones de tensión son las siguientes:

- Circuitos trifásicos 600 V.c.a.: 6 kA
- Circuitos trifásicos 380/220 V.c.a.: 10 kA

Las salidas. irán dotadas con interruptores automáticos de protección y la selectividad será total con los interruptores de acometida hasta 30 kA.

Las curvas de disparo de todos los interruptores serán las adecuadas para cada servicio, de acuerdo a la nueva norma europea EN 60898. Las características de todos los interruptores, calibres, ensayos, etc. deberán estar de acuerdo con la norma citada.

Las salidas que dispongan de protección diferencial estarán equipadas de interruptores magnetotérmicos con bloque diferencial adaptable.

Todos los indicadores luminosos para estado de contactares, etc. serán de tipo LED de bajo consumo.

Los circuitos de control y maniobra contactares ventilación, alumbrado, etc. serán alimentados por un transformador 220/220 V.c.a., convenientemente protegido.

Toda la aparamenta sobre la cual se deba actuar estará ubicada en guías o paneles fijados sobre traveseros, accesibles desde el frente de los cuadros. Los espacios entre aparamenta irán tapados con placas atornilladas de protección que eviten contactos directos con elementos en tensión.

Las dimensiones totales el cuadro serán teniendo en cuenta un espacio de reserva del 20% para futuras ampliaciones.

Todos los componentes de material plástico deberán responder a los requisitos de autoextinguibilidad a 960°C en conformidad con la norma CEI 695.2.1.

Tanto los equipos como las diferentes conexiones de embarrado y cables externos deberán ser accesibles desde la parte delantera de los cuadros.

Se dispondrá de un regletero interior de fácil acceso para recibir las informaciones de estado de interruptores, faltas de los mismos y señalización de medida para su tratamiento remoto.

La acometida y salida de cables se realizará por la parte inferior, por lo que deberá disponerse de una tapa metálica desmontable que se taladrará convenientemente para adaptar los prensaestopas de entrada de cables.

Cada armario del cuadro llevará una pletina de Cu de 30 x 5 mm para dar tierra a todos los elementos metálicos del armario e irá montada en la parte inferior del armario.

Carpintería metálica

El cuadro estará formado por bastidores contruidos sobre armazón.

Estos bastidores estarán unidos en sus esquinas por cantoneras de aleación de zamac y atornillados en tres puntos por esquina.

Los paneles perimetrales serán de extracción por medio de tornillos de clase 8/8 con un tratamiento anticorrosivo a base de zinc.

El panel posterior será de tipo fijo o pivotante con bisagras.

La parte delantera llevará una puerta con 4 bisagras, cerradura con llave y 4 pasadores o puntos de fijación. Para previsión de la posibilidad de inspección del cuadro, todos los componentes eléctricos serán fácilmente accesibles por el frontal mediante tapas atornilladas o con bisagras. Sobre el panel estarán previstos agujeros para el paso de los órganos de mando.

La estructura tendrá una concepción modular permitiendo las extensiones futuras.

El cuadro irá provisto de cáncamos en su parte superior para el transporte y colocación. El revestimiento llevará una junta de estanqueidad P.U.R. (poliuretano).

Cableado

Normativa Aplicable:

Estarán conformes con las Normas nacionales e internacionales siguientes:

- Composición del conductor: UNE 21.022 IEC 228
- No propagación de la llama: UNE 20.432.1 IEC 332.1
- No propagación del incendio UNE 21.432.3 IEC 332.2 IEEE383-74
- No propagación del incendio $S \leq 16 \text{ mm}^2$ UNE 21.427 NFC 32070 C1
- Baja emisión de humos (Cámara NBS) UNE 20.172 IEC 1034
- Sin emisión de halógenos UNE 21.147.1 IEC754.1
- Corrosividad nula: IEC754.2 NFC 20453
- Índice de toxicidad $it < 2$
- Colores UNE 21.089
- Características eléctricas y Dimensiones UNE 21.123
- Límites t^a de cortocircuito UNE21.145

Composición y características de los cables

Los cables estarán formados por conductores aislados flexibles de clase V, s/ norma UNE 21.022.

Estos conductores a su vez estarán formados por haces de hilos de cobre de secciones circulares.

El aislamiento y la cubierta estarán constituidos por una mezcla especial a base de poliolefinas tales que cuando ardan emitan gases de muy reducida corrosividad y toxicidad y muy pocos humos siendo estos claros y translúcidos.

De acuerdo con lo especificado en la norma UNE 21123, que es la que satisfacen desde el punto de vista eléctrico y dimensional, presentarán unas características similares a las del XLPE (polietileno reticulado), la temperatura de servicio de estos cables será de 40°C y la de cortocircuito 250°C.

Las intensidades nominales necesarias se calcularán en base a la norma UNE 21 145.

Características eléctricas aislamiento cables:

- Resistencia de aislamiento: 1.000 M Ω .km

- Permitividad (constante dieléctrica) $\geq 8,5$
- Pérdidas en el dieléctrico: 0,005

Características mecánicas aislamiento cables:

- Resistencia a la tracción
 - Carga de rotura mínima: 7 N/mm²
 - Alargamiento de rotura mínimo: 150%
 - Alargamiento de rotura mínimo: 150%
- Resistencia al envejecimiento

En estufa de aire, 10 días a 135°C

 - Variación carga rotura: +25%
 - Variación alargamiento de rotura: +25%

En aceite ASTM nc2, 4 horas a 70 °C

 - Carga rotura mínima: 7 N/mm²
 - Alargamiento de rotura mínimo: 150%
 - Resistencia a la abrasión DIN 53.516 máximo: 150 mm³
 - Resistencia al desgarro BS6899: 1 N/mm
 - Termoplasticidad a 80°C, penetración máxima: 60%
 - Doblado en frío, temperatura de ensayo: 15 °C
- Ensayos y pruebas cables:

El comprador exigirá al Fabricante de Cuadros los protocolos de ensayos de dichos cables, así como los albaranes de compra como justificación de la utilización de los mismos, que deberá presentar a la Dirección de obra.

Elementos de conexión y canalización

- Los elementos de conexión se realizarán mediante repartidores Multiclip y Polibloc, para asegurar la conexión y obtener mayor rapidez.
- Se utilizarán peines de conexión para conectar cómodamente aparatos de carril.
- Para el conexionado de aparatos de cabecera o embarrados, se utilizará siempre que sea posible conexiones prefabricadas.
- Los cables se alojarán en el interior de canaleta ranurada de plástico, dicha canaleta será autoextinguible y difícilmente inflamable (clasificación M2).
- Los regleteros de bornas se ubicarán en la parte inferior del cuadro en posición horizontal.
- Se diferenciarán los regleteros de control, medida y telemando, de los demás, agrupándolos en una sola fila y con numeración propia.
- Las regletas de bornas se montarán sobre perfil simétrico DIN TS 35 x 7,5. El material aislante de las bornas cumplirá:
 - Resistencia a la llama (NIVEL 2)
 - Ta permanente de trabajo 110°C
 - Resistencia a la corriente de fuga (NIVEL KO 600)
- Las bornas de control y telemando serán seccionables por cuchilla y estarán equipadas con toma de prueba por banana a ambos lados, adicionalmente las de control tendrán una segunda toma por tornillo a ambos lados. Admitirán cable de 4 x 2,5 mm² (rígido/flexible).
- Todas las conexiones serán de mordaza.
- Se preverá un 20% de bornas de reserva
- Terminales

Los cables de fuerza se conectarán mediante terminales de presión, tipo pala, fijados a las barras correspondientes mediante tornillería, tendrán un mínimo de dos taladros de fijación. Cada punta de conductor se equipará con un terminal preaislado de compresión, de punta en el caso de bornas y de horquilla en los aparatos de tornillo.

Limpieza y pintura

Para garantizar una eficaz resistencia a la corrosión, la estructura y los paneles deberán estar debidamente tratados y barnizados.

- Preparación de superficies:

El tratamiento de base deberá prever el lavado, la fosfatización mediante un depósito de fosfato de hierro amorfo de 0,3 a 1 g por m².

A continuación, será pasivada por cromo con un espesor de 1,5 mm.

- Recubrimiento:

- El recubrimiento se realizará con un revestimiento de pintura termo-endurecida a base de poliéster polimerizado y pintura epoxy, pasándose finalmente por un secado al horno a 200°C durante 12 minutos.

Tendremos una capa de espesor mínimo de 50 micrones de color beige liso y semilucido.

- Características generales:

- Gran adherencia
- Resistencia al calor.
- Resistencia a los agentes químicos y al choque
- Aspecto de esmalte petrificado

- Propiedades físicas:

- Dureza pendular: 330 s
- Adherencia rejilla cuadrícula: 2 mm
- Grado 1
- Reglado mandril 5 mm: Resiste
- Impacto bola 12 mm: Resiste

- Propiedades químicas:

- Cámara niebla salina: 400 h-Resiste
- Inmersión gasolina 98 octanos: 1 año Resiste
- Inmersión ácido acético al 10%: 3 meses Resiste
- Inmersión en sosa caústica al 5%: 1 año Resiste
- Inmersión en ácido sulfúrico al 10%: 1 año Resiste
- Inmersión en agua desionizada: 1 año Resiste

Ensayos que se obtendrán sobre película de 250 micras.

Identificaciones

Se identificarán los cuadros con un letrero con el nombre del cuadro en letras grabadas, colocado en la parte superior.

Los aparatos sobre las tapas del cuadro o en el interior, irán identificados mediante placas de aluminio o formica blanca de 0,5 mm de espesor grabadas en negro con letras de 3 mm de alto con los códigos, encima se grabará la posición de cableado y debajo la identificación funcional según el esquema de principio.

Las placas irán sujetas mediante tuerca y tornillo.

Los regleteros de bornas irán también identificados, así como los cables de conexión a dichas bornas mediante aros circulares o ferrules.

Bastidor de apoyo y anclaje

Todos los cuadros de distribución de este Proyecto, portantes y de anclaje a suelo, a excepción de los de anclaje mural, irán provistos de bastidor metálico de anclaje y apoyo cuya altura será la del falso suelo previsto en la Subestación.

Las dimensiones del bastidor en ancho y profundidad, estarán acordes con la dimensión del cuadro.

El bastidor estará construido con perfiles de acero normalizados U 80 con patas y arriostramiento necesario entre largueros, para dar rigidez al mismo. Las patas estarán provistas de placas de anclaje, taladradas para tornillería y tacos de fijación.

El acabado, será pintado con una mano de imprimación antioxidante y dos de acabado en color negro.

3.5.6 Ensayos y pruebas

La construcción del cuadro se realizará en taller y a su recepción podrá ser sometido a las siguientes pruebas, ajustándose a la normativa UNE correspondiente.

Ensayos y pruebas mecánicas

Sobre el cuadro totalmente acabado, se realizarán las siguientes verificaciones:

- Control de dimensiones.
- Control de ajustes mecánicos.
- Ensayo de pintura y acabado general.
- Verificación de la fijación mecánica de los aparatos.
- Verificación visual del calibre de los interruptores automáticos de acuerdo con los esquemas eléctricos.
- Verificación visual del conjunto total de los aparatos que componen los cuadros de acuerdo con los esquemas unifilares.

Ensayos de tensión

A los elementos de baja tensión que componen los cuadros se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayo de rigidez dieléctrica de los circuitos de potencia y control contra masa y entre conductores, esta ha de ser tal que resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2 U + 1.000 \text{ V}$ a 50 Hz (mínimo 1.500 V). Se quitarán todos los puntos de conexión a tierra antes de realizar el ensayo.
- Ensayo de rigidez dieléctrica entre fases y de estas contra masa, aplicando una tensión de 2.500 V durante 1 minuto.
- Ensayo de resistencia de aislamiento del cableado, medido con Megger a 500 V, deberemos obtener resistencias de aislamiento de $1.000 \times V$ ohmios, siendo V la tensión máxima de servicio expresada en voltios con un mínimo de 250.000 ohmios. Según el reglamento electrotécnico de B.T. MIE-RBT.

Ensayos de funcionamiento

Para comprobar la perfecta realización de los circuitos de los cuadros de acuerdo a los esquemas desarrollados, se efectuarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- Pruebas de los circuitos de control.
- Pruebas de continuidad en equipos de medida.

- Pruebas de continuidad de los circuitos auxiliares de c.a. y de c.c.

Dadas las diferentes tensiones y servicios en dicho cuadro, el Contratista someterá a la aprobación de la Propiedad y previo a su construcción, el reparto y agrupación de servicios en los diferentes módulos del cuadro.

3.6 Alimentación segura

Se proveerán los equipos que a continuación se especifican para la alimentación en los niveles de tensión:

- 110Vcc: para la alimentación de auxiliares y maniobra de las celdas de media tensión y de corriente continua
- 220Vac: para la alimentación de comunicaciones y el armario de alimentación, mando y control de los seccionadores exteriores de alimentación de catenaria

El sistema de alimentación segura consistirá en:

- 1 Ud. equipo cargador-rectificador-batería alojado en armario metálico y de las siguientes características:
 - Tensión nominal 110 Vcc
 - Intensidad nominal 50 A
 - Tensión alimentación monofásica $220 \pm 15\%$ V.c.a.
 - Frecuencia 60 HZ + 5%
 - Estabilidad tensión salida $\pm 1\%$
 - Temperatura ambiente $-10 + 40$ °C
 - Ondulación tensión de salida 4% RMS (batería conectada)
 - Tensión flotación 120V
 - Tensión carga rápida 134V
 - Tensión máxima de servicio 120V
 - Capacidad 84 A-h
 - Acumuladores Ni-Cd
 - Nº elementos 86

Este equipo incorporará voltímetro y amperímetro de salida del cargador, indicación por medio de un sinóptico con LEDs en el frontal del armario de estados anómalos y todos los demás elementos necesarios para la maniobra, así como convertidor 110Vcc 1 4-20 mA para medida tensión en el Puesto de Mando Central.

También debe estar equipado con relés de dos contactos conmutables como mínimo y libres de tensión que indiquen las siguientes anomalías:

- Defecto de Red
- Defecto de Cargador
- Tensión alta de salida
- Tensión baja de salida
- Defecto a tierra del polo positivo
- Defecto a tierra del polo negativo

Incluirá el equipo las protecciones siguientes:

- Fusible con interruptor de entrada
- Fusible de salida del cargador
- Fusible de salida
- Varistores de entrada para protección contra sobretensiones en alterna
- Arranque progresivo

- 1 Ud. equipo ondulador-inversor 110Vcc/230Vca (50Hz) 3000VA alojado en armario metálico.
- Baterías de Ni-CD, y autonomía de 4 h.

Incluirá el cableado interno de todo el armario incluido regleteros, cables de potencia, control y mando entre dicho armario y el resto de la subestación, pintura, herrajes, anclajes, rótulos, pequeño material, etc.

El cableado se realizará con cable flexible (clase 5) de Cu, aislado de 750 V, tensión de prueba 2.500 V.

- Ensayos de comportamiento al fuego
 - No propagador de las llamas/ UNE 20.432-1 (IEC-332)
 - No propagador del incendio s/ UNE 20.432-3 (IEC-332.3), UNE 20.427-CI (NFC-32070), IEE 383.
- Emisión de humos
 - Nula emisión de halógenos s/ UNE 21.174, IEC 754.1, SS 6425.1.
 - Sin emisión de gases tóxicos s/UNE 21.147, NFC 20.454, RATP K-20, CEI20-37.p.2.
 - Sin emisión de gases corrosivos s/754-2, NEC 20.453.
 - Sin desprendimiento de humos opacos s/ UNE 21:172-1, UNE 21.172-2, IEC-1034.2, 55-6274, CEI20-37 P111, NES 711, RATP K-20, ASTM-E-662-79.

Los ensayos a realizar serán los de rutina especificados en las normas GEI y UNE aplicables, a saber:

- Inspección del cableado y de funcionamiento eléctrico, así como comprobación de marcas y etiquetas.
- Ensayos dieléctricos de los circuitos principales y auxiliares, salvo elementos que por sus características no puedan someterse a la tensión de ensayo, tales como circuitos electrónicos.
- Verificación de las medidas de protección y de la continuidad eléctrica de los circuitos de protección.
- En el caso de baterías debe tenerse en cuenta los siguientes puntos:
 - ~ Verificación de los distintos valores de tensiones e intensidades para varios porcentajes de carga y los siguientes regímenes:
 - Flotación con batería y sin batería conectada
 - Carga rápida
 - ~ Carga excepcional o profunda
 - Especial atención se tendrá en los valores máximos y mínimos y de rizado de la tensión de salida del rectificador.
- Comprobación del ciclo de descarga de la batería.

El fabricante adjuntará, a los planos e información técnica, protocolos de los ensayos y certificados de las pruebas realizadas.

3.7 Cables eléctricos y accesorios

3.7.1 Objeto

Este apartado tiene por objeto definir las características de cableado eléctrico interior de la subestación, terminales y accesorios.

3.7.2 Cables eléctricos

Normativa

Todos los cables cumplirán la siguiente normativa:

- Normas eléctricas y construcción s/ UNE 21123
- No propagador de la llama si UNE 20432-1 (IEC-332)
- No propagador del incendio s/ UNE 20432.3 (IEC-332.3) UNE 20427 C-1 (NFC-32070), IEEE-383
- Nula emisión de halógenos si UNE 21174.1, IEC 754.1, BS-6425.1
- Sin emisión de gases tóxicos s/ UNE 21147, NFC 20454, RATP k-20, GEI 20-37.p.2
- Sin emisión de gases corrosivos s/ IEC-754-2, NFC-20453
- Sin desprendimiento de humos opacos s/ UNE 21.172-1, UNE 21.172-2, IEC-1034.1, IEC-1034.2, BS-6274, GEI 20-37 P111, NES 711, RATP-k-20, ASTM-E-662-79

El cable debe ser por tanto de categoría "no propagador del incendio y sin emisión de humos ni gases tóxicos y corrosivos".

Características del cable M.T.

- Servicio: Fuerza
- Tensión de trabajo: 30 kV
- Instalación: Aérea en bandeja
- Tensión de aislamiento: 18/30 kV
- Denominación UNE: DHZ 1
- Formación del cable: Circular y compacto clase 2, s/ norma UNE 21022 (IEC-228)
- Conductor: aluminio
- Capa semiconductora interna: Material extrusionado
- Aislamiento: Etileno propileno
- Capa semiconductora externa: Material extrusionado
- Pantalla: cintas de cobre corona hilos 25 mm2
- Cubierta exterior: mezcla especial libre de halógenos y sin práctica emisión de humos y gases tóxicos corrosivos
- Sección: 1x150mm2 Al

Características del cable de fuerza de B.T.

- Servicio: Fuerza
- Tensión de trabajo en cc: 110Vcc
- Tensión de trabajo en ca: 600Vca y 400/230V
- Instalación: Aérea en bandeja
- Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV
- Denominación UNE: RZ1
- Formación del cable: clase 5, flexible, s/ norma UNE 21022 (IEC-228)
- Conductor: Cobre
- Aislamiento: Polietileno reticulado
- Cubierta exterior: mezcla especial libre de halógenos y sin práctica emisión de humos y gases tóxicos corrosivos
- Sección: según lo indicado en planos y presupuesto

Características cables 750 Vcc (alimentación a pórtico de seccionadores y retornos)

- Servicio: Fuerza
- Tensión de trabajo: 750Vcc

- Instalación: Aérea en bandeja
- Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV
- Denominación UNE: RZ1-K
- Formación del cable: clase 5, flexible, s/ norma UNE 21022 (IEC-228)
- Conductor: Cobre
- Aislamiento: Polietileno reticulado
- Cubierta exterior: mezcla especial libre de halógenos y sin práctica emisión de humos y gases tóxicos corrosivos
- Sección: según lo indicado en planos y presupuesto

Características cable de alumbrado

- Servicio: Alumbrado
- Tensión de trabajo: 220V
- Instalación: Entubado
- Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV
- Denominación UNE: 07Z1-K
- Formación del cable: clase 5, flexible, s/ norma UNE 21022 (IEC-228)
- Conductor: Cobre
- Aislamiento: Polietileno reticulado
- Cubierta exterior: mezcla especial libre de halógenos y sin práctica emisión de humos y gases tóxicos corrosivos
- Sección: según lo indicado en planos y presupuesto

Características del cable de control

- Tensiones de trabajo:
 - 110-220 Vca/Vcc
 - < 100 Vca/Vcc
- Instalación: Aérea o entubado
- Tensión de aislamiento:
 - 0,6/1 kV
 - 0,3/0,5 kv
- Pantalla: aluminio / poliéster
- Denominación:
 - RZ1
 - ROAZ1
- Formación del cable: clase 5, flexible, s/ norma UNE 21022 (IEC-228)
- Conductor: Cobre
- Aislamiento: Polietileno reticulado
- Cubierta exterior: mezcla especial libre de halógenos y sin práctica emisión de humos y gases tóxicos corrosivos
- Sección: según lo indicado en planos y presupuesto

3.7.3 Kits terminales de 30 kV

Los terminales para cables de Media Tensión serán del tipo termorretráctil homologado para Compañías Eléctricas y para cables de tensión 18/30 kV.

El conjunto o "Kit" deberá estar en consonancia con la normativa IEC y VDE y en cuanto a las características y requisitos especificados por las mismas para resultados en los ensayos de:

- Ensayo de tensión a frecuencia industrial...IEC 60
- Ensayo de onda de choqueIEC 60 y 20
- Ensayo de descargas parcialesIEC 270
- Ensayo de ciclo de carga.....VDE 0278
- Ensayo térmico de cortocircuitoVDE 0278
- Ensayo de tensión de D.CIEC 60
- Ensayo de humedad.....IEC 466 y VDE 278
- Ensayo de cortocircuito dinámico.....VDE 0278
- Niebla salinaIEC 507

El kit constará de todos los accesorios necesarios para la realización del terminal (tubo, cinta, etc.), y estarán provistos de campanas aisladoras.

El tubo rojo retráctil deberá ser suministrado en una sola pieza al objeto de cortar a la medida para cada fase.

El conjunto de terminales será apto para cables de campo radial y aislamiento seco de las siguientes características:

- 18/30kV-DHZI - 1x 150 mm² Al

3.7.4 Material accesorio

Terminales

Las conexiones de cables de gran intensidad en secundario de tratos de potencia y en todas conexiones de comente continua, se efectuarán con terminales axiales con doble mordaza, de bronce, adecuados a la sección del cable, rectos o acodados según necesidad.

Para el resto, los terminales serán de cobre electrolítico estañado, de apriete por presión mediante tenaza, pinza ó prensa hidráulica, según sección del cable y de pala cerrada.

Los terminales para cable hasta 6 mm² de sección serán preaislados y el resto desnudos, pudiéndose utilizar, terminales abiertos o de punta en función de las necesidades.

Señalizadores para cable

Todos los cables serán señalizados con el número del circuito con etiquetas de escritura con tinta indeleble, a la salida de cuadros, en cambios de dirección y cada 6 m de recorrido.

Las venas de conductores de cable, serán igualmente señalizadas en todas las salidas de cuadros.

Ataderas de cables

Se utilizarán ataderas de nylon para sujetar los cables en las bandejas de conducción y colocadas cada 1 m en bandejas en posición horizontal y cada 0,3 m en posición vertical.

Los cables en su conexión a cuadros eléctricos, serán sujetados con abrazaderas metálicas para impedir que cuelguen de la conexión eléctrica.

3.7.5 Montaje de cables

Los cables serán suministrados a obra en rollos completos con el nombre del fabricante y una tarjeta de identificación unida al mismo, en el que se indicará el dimensionamiento del cable y el tipo de aislamiento.

La carga y descarga de las bobinas se realizará con sistemas adecuados de elevación.

El almacenaje de las bobinas de cables se realizará en lugares no expuestos a la acción directa del sol y la lluvia.

Para tender una bobina de cable, esta se elevará sobre un eje y unos gatos que la permitan girar libremente, y previendo un sistema de frenado que evite que, por inercia, se embale la bobina en su giro y libre más cable del preciso.

Para el tendido, el cable deberá desenrollarse por la parte superior de la bobina, evitando que se produzcan curvaturas demasiado pronunciadas por irregularidades en el tiro. Se evitará el roce del cable con aristas y con el propio terreno, utilizando carretes metálicos o de madera para facilitar el recorrido y reducir esfuerzos.

Por ningún concepto se apalancará el cable durante el tendido para forzarlo o ceñirse a las curvas del trayecto.

Durante las operaciones de tendido, es aconsejable que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a $10 \cdot (D+d)$, siendo "D", el diámetro exterior del cable y "d", el diámetro de un conductor.

No se admitirán empalmes de cables en esta instalación.

La temperatura del cable durante la operación de tendido, en una instalación fija, en toda su longitud y durante todo el tiempo de la instalación, en que está sometido a curvaturas y enderezamientos, no deberá ser inferior a 0º C.

Esta temperatura se refiere a la del propio cable, no a la temperatura ambiente. Si el cable ha estado almacenado a baja temperatura durante cierto tiempo, antes del tendido deberá llevarse a una temperatura superior a los 0 ºC manteniéndole en un recinto caldeado durante varias horas inmediatamente antes del tendido.

Los cables de fuerza de M.T, B.T y control serán tendidos por bandejas y/o tubos distintos. Para cables tendidos en bandejas se mantendrá en todos los recorridos, derivaciones, etc., una distancia mínima de 250 mm entre dichos tipos de cables.

Una vez tendidos los cables en tramos horizontales de bandeja, éstos deberán ser "peinados" en la bandeja de forma paralela al eje longitudinal de la misma.

Asimismo, deberán ser ordenados en capas y atados a la bandeja y entre sí mediante cuerda ignífuga y no higroscópica (fibra de vidrio o similar). El atado se realizará en todos los cambios de dirección y cada 2 metros como máximo en tramos rectos.

Todos los cables serán fijados convenientemente en los tramos verticales a las bandejas y/o estructuras predeterminadas para tal fin, utilizando cuerda ignífuga o grapas colocadas cada 0,75 metros.

3.7.6 Pruebas y ensayos

Los ensayos se realizarán, según las normas UNE indicada, en la fábrica del Constructor o en laboratorio aceptado por la Dirección de Obra.

Ensayos individuales

Se realizarán sobre todas las piezas del cable fabricado.

- Resistencia eléctrica de los conductores
- Resistencia eléctrica del aislamiento
- Ensayo de tensión
- Otros ensayos, se realizarán sobre un número de muestras extraídas del total del cable fabricado
- Examen del conductor
- Verificación dimensional
- Ensayo del alargamiento en caliente del aislamiento
- No propagación de la llama
- No propagación del incendio
- Emisión de halógenos
- Emisión de gases tóxicos
- Emisión de gases corrosivos
- Emisión de humos opacos

Los ensayos de este apartado no se realizarán si el fabricante puede presentar resultados de los ensayos en un laboratorio aceptado. No obstante, estos ensayos deberán poderse realizar a petición de la Dirección de Obra, en presencia de sus representantes.

Con independencia de la documentación solicitada en otros apartados, antes del comienzo de los trabajos, el Contratista deberá entregar a la Dirección de Obra las características técnicas de los cables.

Asimismo, antes de la recepción deberá presentar:

- Hojas de características técnicas con los datos definitivos después de los ensayos. Protocolos de ensayos.

3.8 Canalizaciones

Se definen en el presente apartado las canalizaciones que el Contratista deberá suministrar y montar dentro del alcance del presente suministro.

Los diferentes tipos de canalización a utilizar podrán ser bandejas o tubos.

3.8.1 Características técnicas generales

En general, las canalizaciones eléctricas se dispondrán ocultas siempre que sea posible. Las canalizaciones vistas discurrirán paralelas a muros y techos. No se permitirán en ningún caso canalizaciones en diagonal al descubierto.

Se utilizarán canalizaciones diferentes para cables de fuerza y señal. La distancia entre unas y otras será de al menos 300 mm.

En el documento de planos se adjuntan los esquemas representando las distancias a respetar en paralelismos y cruzamientos con diferentes servicios.

En general, las canalizaciones eléctricas se dispondrán de forma tal que se minimice el uso de cajas de registro.

Las canalizaciones se instalarán de forma que se facilite el drenaje de las mismas, de forma que se prevenga dentro de lo posible la acumulación de agua en su interior.

3.8.2 Bandejas metálicas de rejilla

Se utilizarán bandejas metálicas para materializar los siguientes caminos de cables, según se puede ver en los Planos del Proyecto, en el interior del edificio de la subestación.

Las bandejas serán de tipo metálico, de rejilla de acero con acabado galvanizado en caliente y asegurando su continuidad eléctrica y conexionado a tierra mediante cable desnudo de cobre de sección 50 mm². La anchura de las bandejas será variable en función de lo descrito en los Planos, y el ala no será inferior a los 60 mm.

En general, el trazado de los caminos de cables se hará de forma oculta, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan los locales donde se efectúan las instalaciones, cuidando de que no existan interferencias con otras canalizaciones.

En todos los trayectos verticales las bandejas irán cubiertas con tapas de chapa de acero laminado de características y tratamiento idénticos a los de las bandejas. Estas tapas se colocarán hasta una altura de 2,2 m.

Las piezas especiales (codos, curvas, tes, etc.) que sean precisas serán realizadas por el mismo fabricante de las bandejas, y serán de las mismas características.

Las bandejas se apoyarán en soportes y se sujetarán a los mismos mediante tornillería y grapas de fijación galvanizados en caliente. No se admitirá bajo ningún concepto soldar las bandejas a los soportes.

Los soportes estarán constituidos por perfiles normalizados, galvanizados en caliente con un espesor mínimo de 60 micras.

La distancia entre soportes será definida por el fabricante, aunque no será en ningún caso superior a 1,5 m.

Cualquier daño causado al galvanizado de las bandejas o a sus soportes en fase de montaje deberá ser reparado utilizando una capa de imprimación epoxy rica en zinc.

3.8.3 Canalizaciones tubulares

El Contratista suministrará los tubos protectores de cables eléctricos necesarios, incluyendo grapas, elementos de fijación y herrajes y curvas si fueran precisos, así como cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución.

En función de su uso, los tubos protectores de cables eléctricos podrán ser de los siguientes tipos:

- Tubos plásticos: Serán tubos lisos o corrugados, según su uso, fabricados con plástico con ausencia de halógenos, que en caso de incendio no desprendan gases tóxicos y no contribuyan a la propagación de la llama. Los diámetros serán normalizados de acuerdo con la normativa vigente.
- Tubos metálicos: Serán tubos de acero electrogalvanizado interior y exteriormente, con diámetros normalizados. Se suministrarán roscados en sus extremos.
- Tubos plásticos blindados: Serán tubos rígidos blindados de PVC o de polietileno de alta densidad, que se utilizarán para empotrar en paramentos y en suelos.

En caso de que los tubos sean vistos se adosarán al techo y a paramentos verticales a una altura siempre superior a los 2 m, con el objeto de protegerlos contra eventuales daños mecánicos. No se admitirá ningún tramo de cable visto. Las acometidas a tomas de fuerza y equipos se realizarán mediante bajantes verticales.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios. En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm, aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm

Los tubos se fijarán convenientemente a paramentos horizontales y verticales mediante bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetos. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,80 metros por tubos rígidos y de 0,60 metros para tubos flexibles.

Se colocarán fijaciones a una y otra parte de los cambios de dirección y de los empalmes, y en la proximidad inmediata de las entradas a cajas o aparatos.

Las cajas de registro y derivación se colocarán adosadas a paredes, a una altura no inferior a 2 m sobre el nivel del suelo, salvo donde se indique otra cosa. Las cajas se fijarán a las paredes con los medios adecuados.

La superficie interior de los tubos será lisa y exenta de aristas o asperezas, de forma que se eviten daños a los cables. Los diámetros serán los necesarios para que los cables discurren por su interior de forma holgada, pudiéndose extraer fácilmente en caso necesario.

En caso de que los tubos deban colocarse empotrados, se tendrán en cuenta además las siguientes prescripciones:

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros.
- El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos. Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalmes o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas de derivación de material aislante, o si son metálicas, protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener su profundidad equivaldrá, cuando menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

Para el caso en que sea necesaria la instalación de tubos empotrados, se considera incluido dentro del alcance todas las ayudas de albañilería necesarias.

En el caso de usar canalizaciones hormigonadas, se realizarán según se indica en planos. El hormigón será de árido fino de resistencia no menor de 200 Kg/cm² y las arquetas serán también según se indica en el documento de planos, teniendo presente que las mismas en el tendido de canalización de acometidas de compañía suministradora de energía siga las pautas que esta determine para las mismas.

3.8.4 Medición y abono

Las canalizaciones se medirán por metro instalado y en funcionamiento, incluyendo todos los medios auxiliares, trabajos complementarios necesarios para su montaje, piezas de puesta a tierra, tornillería de acero inoxidable y suministro de la pletina de Cu para la conexión al sistema general de tierras.

Esta unidad se abonará según los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 del Presupuesto.

3.9 Alumbrado y fuerza

3.9.1 Alumbrado interior de la subestación

La instalación de alumbrado incluirá los siguientes elementos:

- Luminarias completas de alumbrado normal, de emergencia y de señalización incluyendo reflectores y elementos decorativos, lentes, lámparas, cableados internos y conexiones, equipos de encendido electrónico, elementos de anclaje y todos los elementos y accesorios para la completa y adecuada instalación de los aparatos.
- Interruptores de alumbrado, conmutadores, telerruptores y circuitos de alimentación a pequeños receptores.
- Cableados de alimentación eléctrica de las luminarias, incluyendo la acometida al sistema y la conexión con los elementos de mando (Interruptores).
- Canalizaciones para los cables.
- Puesta a tierra de todos los equipos, incluyendo todos los suministros y montajes precisos para la conexión a tierra de todas las masas metálicas.

3.9.1.1 Condiciones de diseño

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta los siguientes datos de partida:

- Nivel iluminación medio: 300 lux
- Factores de reflexión: techo 0,50; paredes 0,50; suelo 0,10
- Coeficiente utilización según luminaria propuesta: 0,42
- Factor depreciación mantenimiento: 0,8
- Rendimiento luminaria: 0,75

3.9.1.2 Alumbrado normal

Las luminarias de alumbrado normal a colocar serán estancas, de tipo superficial para colgar o adosar, tipo LED de 48 W, según el caso.

El alumbrado normal se alimentará desde Cuadro de Alumbrado y Tomas de corriente, con la sección indicada en los planos del proyecto.

La disposición de luminarias será en principio la indicada en los Planos del Proyecto. Para la definición de la implantación se ha dado prioridad a la colocación de luminarias en los pasillos entre equipos.

El suministrador del edificio prefabricado de la subestación realizará el cálculo de iluminación de forma que valide las condiciones de servicio del alumbrado con la

implantación real de los equipos que suministre, modificando o reforzando las luminarias inicialmente calculadas para alcanzar las condiciones de servicio mínimas previstas.

Dicho cálculo deberá ser ratificado por mediciones que el Contratista deberá realizar con un luxómetro debidamente calibrado una vez finalizada la instalación. No obstante, a lo anteriormente indicado, cualquier modificación de la disposición del alumbrado deberá ser aceptada por la Dirección Facultativa.

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexicionados, montadas y debidamente probadas.

Las luminarias irán sustentadas sobre el tipo de apoyo o anclaje que aconseje el fabricante. La fijación a los apoyos se hará con los materiales auxiliares adecuados, de manera que las luminarias queden instaladas con la posición prevista. Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado, la luminaria deberá quedar rígidamente sujeta, de forma que no pueda girar u oscilar en caso de posicionado fijo.

Las conexiones de cables se realizarán mediante bornas de capacidad adecuada a las secciones de los cables a conectar. Cuando se vayan a conectar circuitos distintos se deberán instalar varias cajas de derivación y conexión. Las conexiones a las diferentes fases se realizarán de forma tal que la instalación quede lo más equilibrada posible.

La entrada de conductores a las luminarias se realizará mediante prensaestopas adecuados al tipo de cable, garantizando el grado de protección del elemento al cual se conecten.

Una vez finalizadas las obras, y antes de su recepción, el Contratista deberá proceder a la limpieza final de las carcassas de las luminarias.

Las características de estas luminarias van a ser las siguientes:

Luminarias LED, de 48 W, 230 V, de alto factor de las siguientes características:

- Grado protección: IP-65 mínimo, de acuerdo a CEI 60529
- Rango de temperatura: -20 – 35 °C
- Normativa: UNE-EN 60598-1/UNE-EN 60598-2-1. Marcado CE.
- Aislamiento: Clase I
- Carcasa: Policarbonato
- Material de fijación Acero galvanizado
- Flujo lumínico: 4000 / 6000 lúmenes
- Eficacia de la luminaria LED: 133 / 125 lm/W
- Temperatura de color: 4.000 K
- Índice de reproducción del color: ≥ 80
- Marcado CE

3.9.1.3 Alumbrado de emergencia y señalización

Las luminarias de emergencia y señalización se fabricarán y serán instaladas para satisfacer los requerimientos de la Normativa aplicable. Estarán diseñadas para un funcionamiento continuo, y para proporcionar un alumbrado automático de emergencia durante un periodo de 60 minutos tras fallo en la alimentación normal o interrupción del suministro. Dicha autonomía se conseguirá mediante un conjunto de baterías que formarán parte del propio equipo.

Las luminarias de emergencia y señalización a colocar serán estancas, de tipo para colgar o adosar, con una lámpara LED. Las luminarias de emergencia y señalización dispondrán de letreros de color verde que indiquen la ubicación de la salida. El diseño de los citados letreros deberá realizarse de acuerdo a la Normativa vigente.

El alumbrado de emergencia y señalización de la subestación se alimentará desde el Cuadro de Alumbrado y Tomas de Corriente con la sección indicada en los planos del proyecto.

3.9.2 Tomas de corriente de fuerza

Se instalará una (1) toma de comente combinadas de fuerza trifásica 380/220 V y monofásica 220 y, en los puntos indicados en los planos. Cada toma estará constituida por el siguiente material:

- 1 Caja
- 1 Base 3p+N+T, IEC-309
- 2 Bases 2p + TTL-10/16 A
- 2 Tapas
- 1 Interruptor magnetotérmico 4p+32 A.
- 1 Interruptor magnetotérmico 2p-I 6 A.
- 1 Interruptor diferencial 4p-40 A -30 mA.

3.9.3 Medición y abono

Las luminarias del sistema de alumbrado se medirán por unidad totalmente instalada y en funcionamiento, incluyendo todos los medios auxiliares, trabajos complementarios necesarios para su montaje, piezas de puesta a tierra, tornillería de acero inoxidable y suministro de la pletina de Cu para la conexión al sistema general de tierras.

Esta unidad se abonará según los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 del Presupuesto.

3.9.4 Ensayos y pruebas

La recepción de los materiales, se efectuará comprobando que cumplen la normativa indicada en este Pliego.

Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de la no aceptación automática, serán los fijados en la norma tecnológica citada anteriormente.

El Director de las Obras podrá someter a las pruebas que considere oportunas cualquier elemento o parte del aparato, para lo que el Contratista deberá poner a su disposición el personal que sea necesario. Igualmente, podrá exigir pruebas emitidas por Laboratorios competentes donde se indiquen las características de los ensayos.

Entre los datos facilitados por el Contratista se incluirán las características obtenidas de un laboratorio oficial, tal como:

- Medida del consumo de la lámpara
- Medida del flujo luminoso inicial
- Ensayo de duración para determinar la vida media
- Ensayo de depreciación, midiendo el flujo luminoso emitido al final de la vida útil indicada por el fabricante.

Con objeto de que no sea necesario ensayar las características de funcionamiento del equipo del encendido, el contratista entregará los ensayos de aprobación y homologación de los equipos suministrados y firmados por el fabricante. Se incluirán en este documento los elementos del equipo como reactancias, condensadores, relés de conmutación y cualquier otro material. En caso de no cumplirse este requisito, el responsable de obra podrá pedir al contratista que, por su cuenta, realice al equipo de encendido cuantas pruebas se consideren necesarias.

3.10 Ventilación

A continuación, se indica el modo de funcionamiento del sistema de ventilación, y los criterios y normativa que hay que considerar.

Los equipos a suministrar para el sistema de ventilación se detallan en los anejos de cálculos justificándose su elección con los cálculos indicados.

3.10.1 Criterios de diseño

Normativa de referencia

Se cumplirán las siguientes normas para la ejecución del presente Proyecto:

- UNE 100-001-85 Climatización. Condiciones climáticas para proyectos
- UNE 100-011-88 Climatización. La ventilación para una calidad aceptable del aire en la climatización de locales
- UNE 100-014-84 Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo.
- NBE 100-014-84 Norma básica. Condiciones acústicas de edificios.
- IT.IC Instrucciones Técnicas Complementarias.
- NFPA-90 A NFPA. Air Conditioning and Ventilating Systems
- ASHRAE American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Inc.
- AMCA 210 Laboratory Methods of Testing Fans for Rating

Temperatura interior

La temperatura a mantener dentro del recinto, no será superior a 40°C en verano, mientras que, en invierno, no deberá bajar de los 10°C.

Calidad del aire

Deberá utilizarse un sistema de filtrado con al menos un 90% de eficacia según criterio de NBS, considerando que el aire ambiente es aceptable.

Nivel de ruido

Como criterio preliminar y con base en la normativa y experiencia existente se indica el nivel máximo de ruido a transmitir al exterior:

Zona colindante residencial..... 31 dB(A) noche

Período utilización instalaciones

Será de 24 horas.

Renovación del aire ambiental

En base a la carga térmica a disipar, todo el aire introducido en el recinto, provendrá al 100% del exterior

Situaciones de emergencia

En caso de fuego se pararán los equipos de ventilación, permaneciendo en este estado mientras dure la emergencia.

3.10.2 Descripción general del sistema de ventilación

Control ventilación

El aparellaje eléctrico de todo el sistema de ventilación estará incluido en el Cuadro Distribución B.T. de Subestación y todo el control será gestionado por el PLC de Servicios Auxiliares.

El accionamiento del sistema podrá ser manual o automático. El accionamiento manual se efectuará mediante pulsadores situados en el cuadro de distribución y el accionamiento automático se efectuará mediante el termostato de ambiente por alta temperatura en la sala. En el modo automático y mientras la temperatura interior no sobrepase un punto consigna regulado entre 20 y 30° C, el sistema funcionará de forma temporizada durante una determinada fracción horaria (una hora de cada 6).

Cuando se supere el punto consigna anterior, el sistema funcionará continuamente, hasta que la temperatura interior descienda por debajo del diferencial del termostato regulación, a partir del cual el sistema comenzará de nuevo con el régimen de funcionamiento temporizado.

Otro termostato de ambiente, con tarado a voluntad por encima de la temperatura anterior, dará una alarma por fallo del sistema de ventilación.

En situación de emergencia por producción de fuego y/o humo los equipos de ventilación serán desconectados, permaneciendo parados mientras dure esta situación.

Todo el aparellaje eléctrico, instrumentación, central de incendios relacionado con el sistema de ventilación será controlado por el PLC de servicios auxiliares, el cual dará información permanente al PMC de Tranvía del estado de las instalaciones.

3.10.3 Pruebas y ensayos

El Contratista presentará protocolos de fabricación de los materiales ofertados cumpliendo la normativa indicada y homologación por laboratorios cualificados.

Se efectuarán las siguientes pruebas una vez realizada la instalación:

- Comprobación caudales ventiladores.
- Comprobación vibraciones equipos.
- Comprobación funcionamiento ventilación tanto en manual como en automática
- Comprobación nivel máximo de ruido exterior de acuerdo con lo estipulado.

3.11 Pozo de bombeo

3.11.1 Objeto

Este apartado tiene por objeto definir los materiales necesarios para achique de filtraciones de agua inesperadas en la solera de la Subestación.

El proveedor del edificio prefabricado suministrará las bombas de achique de agua. Dichas bombas se instalarán bajo el suelo de tramex, y se drenará el agua por medio de tubería de PVC hacia el exterior.

3.11.2 Características de la instalación

El Contratista de obra civil dejará previsto un pozo en solera Subestación, bajo el falso suelo técnico, para instalación del equipo de bombeo objeto de este apartado.

El Contratista del presente proyecto suministrará e instalará el equipo de bombeo y la tubería de impulsión, cuya salida se realizará por la cota más alta del edificio y verterá sobre una conducción exterior prevista por otros.

En el pozo de bombeo, se instalarán codos de tubería que conduzcan las filtraciones de agua al fondo del pozo y eviten el vertido directo sobre la bomba.

El acceso al pozo se realizará por una tapa del falso suelo, situada colateralmente al pozo y que servirá como acceso a todas las instalaciones situadas bajo el falso suelo.

La conexión eléctrica de la bomba, se realizará a una toma de corriente estanca 2 p + T-10/16 A situada en pared bajo el falso suelo.

Para el dimensionamiento de la instalación se han considerado los, siguientes datos de partida:

Caudal $Q=1,4$ l/s

Altura manométrica $H_m = 7,8$ mca

El dimensionamiento del pozo, se ha condenado para una frecuencia de funcionamiento de la bomba de $8 \div 10$ Arranques/hora.

En el mismo pozo de bombeo, y próximo a su cota superior, se instalará un detector de inundación, ya considerado en otro capítulo de este Pliego, y que detectará una subida anormal del nivel del agua por fallo de la bomba.

3.11.3 Características de los materiales

Equipo bombeo

Bomba sumergible con impulsor, motor en acero inoxidable, encapsulado y estanco al agua a presión, equipada con regulador de nivel y placa base para asiento en la base del pozo y resto de las siguientes características:

- Caudal..... 1,4 l/s
- H_m 8 mca.
- Tensión..... 220 V monofásica
- Potencia motor..... 1,33 kW
- Regulador de boya..... KS

Tubería impulsión

- Presión nominal..... 4 atmósferas
- \varnothing exterior..... 60 mm
- Codos 90°..... mismo material

3.12 CCTV y telefonía

3.12.1 Telefonía automática

La presente partida corresponde al suministro, transporte, montaje, conexionado, alimentación eléctrica, accesorios, instalación y configuración de un (1) terminal telefónico IP básico. Incluso dos (2) latiguillos de cobre de categoría 6 UTP de tres (3) metros para la conexión del teléfono a la correspondiente roseta y al repartidor de datos correspondiente. Incluso alta en el sistema de telefonía automática.

Los requisitos exigibles al terminal son los siguientes:

- Pantalla:
 - Pantalla de caracteres.
 - Resolución: 20 caracteres.
 - Tamaño: 75 x 12 mm.
 - Color: Blanco y negro.
- Teclas
 - Teclas programables: Seis (6) teclas con LED.
 - Tecla de navegación: Dos (2) direcciones.
- Otras características
 - Auricular estándar.
 - Clase de consumo: Clase 2.
 - Peso aproximado: 790 gr.
 - Dimensiones aproximadas (Altura x Anchura x Profundidad): 220 x 175 x 133 mm.

3.12.2 Sistema de videovigilancia

3.12.2.1 Cámara fija nativa IP PoE con carcasa

La presente unidad de obra comprende el suministro, transporte, montaje, instalación, configuración, conexionado, accesorios, etiquetado y pruebas de una (1) cámara fija nativa IP PoE. Incluso carcasa con splitter, calefactor, disipador de calor, soporte para pared, óptica varifocal y dos (2) latiguillos UTP Categoría 6 de tres (3) metros para conexión a toma de red correspondiente y para parcheo desde el repartidor correspondiente con el switch de videovigilancia. Incluye inyector POE para su conexión al switch.

Las cámaras fijas IP a instalar deberán cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

- Se fabricará con una carcasa completamente metálica, que incluya calefactor, disipador de calor, splitter y soporte para su instalación en techo/pared.
- Incluso óptica varifocal de 3-8mm.
- Tendrá protección IP66 y funcionará entre -30 y +50 °C (-22 y +122 °F), incluso con alimentación a través de Ethernet.
- Incluso kits de montaje y conectores. Peso aproximado: 3 Kg.
- Estará equipada con una interfaz Ethernet 10BASE-T/100BASE-TX.
- Estará equipada con un sensor CMOS RGB de 1/4" de barrido progresivo con resolución megapíxel, admitirá amplio rango dinámico y proporcionará imágenes con hasta un mínimo de 0,3 lux en el modo diurno y 0,05 en modo nocturno.

- Estará equipada con la denominada funcionalidad de visión diurna y nocturna y un objetivo varifocal con funcionalidad de iris automatizado.
- Permitirá ajustar de forma remota el enfoque posterior.
- Proporcionará como mínimo dos secuencias en H.264 de resoluciones de hasta 800 x 600 píxeles a 30 imágenes por segundo y por secuencia.
- Proporcionará como mínimo dos secuencias de vídeo a 30 imágenes por segundo con resolución HDTV 720p (1280 x 720) mediante H.264.
- Admitirá secuencias de vídeo H.264 y Motion JPEG simultáneas y configuradas individualmente.
- Admitirá H.264 unicast y multicast con compatibilidad con velocidad de bits tanto variable como constante.
- Admitirá alimentación eléctrica a través de Ethernet (IEEE 802.3af).
- Proporcionará 1 canal de audio dúplex completo y estar equipado con entrada de micrófono/línea y salida de línea.
- Aceptará direcciones IP estáticas, así como direcciones proporcionadas por un DHCP.
- Será compatible con los siguientes protocolos de red: IPv4/v6, HTTP, HTTPS**, QoS Layer 3DiffServ, FTP, SMTP, Bonjour, UPnP, SNMPv1/v2c/v3(MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS Proporcionará superposición de texto que incluirá compatibilidad con fecha/hora en sincronización con un servidor NTP y será capaz de aplicar una imagen como superposición en una imagen de vídeo.
- Incluirá funcionalidad de contador de píxeles, con lo que los usuarios dispondrán de una herramienta para calcular el tamaño de los objetos en número de píxeles.
- Ofrecerá múltiples niveles de contraseña de usuario, soporte para HTTPS y SSL/TLS, e incorporará autenticación IEEE 802.1X.
- Estará equipada con una entrada (alarma) y una salida digital.
- Incluirá funcionalidad de eventos incorporada, que puedan activarse por:
 - Entrada de alarma.
 - Alarma antimanipulación de la cámara.
 - Detección de movimiento por vídeo.
 - Detección de audio.
 - Almacenamiento local lleno.
- Entre las acciones de eventos compatibles con la cámara se incluirán:
 - Notificación remota, incluida la carga de vídeos.
 - Activación de salida.
 - Grabación en almacenamiento local.
- Estará equipada con un servidor Web incorporado.
- Estará respaldada por una API abierta y pública.
- Cumplirá las siguientes homologaciones:
 - EN 55022, EN 55024, EN 60950-1, EN 61000-6-1,
 - EN 61000-6-2
 - EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
 - EN 50121-4/IEC 62236, EN 60950-22, IEC 60068-2-6, IEC 60068-2-27, EC 60529 IP66, IEC 62262 IK10

3.12.2.2 Licencia canal IP en grabador

Suministro, alta en grabador, configuración y pruebas de una licencia para grabación de un canal IP en videograbador.

3.12.2.3 Integración de una cámara en el PMC

Esta partida contempla la puesta en marcha del sistema de información gráfica de una estación en el sistema central de gestión existente en el Puesto de Mando, tanto para imágenes en tiempo real como para imágenes grabadas. Totalmente probado y en funcionamiento permitiendo, como mínimo, disponer de las mismas funcionalidades que actualmente están disponibles para equipamiento de videovigilancia en otras instalaciones de ETS.

3.12.2.4 Grabador de video

La presente partida comprende el suministro, transporte, montaje, instalación, configuración, conexionado, accesorios, etiquetado y pruebas de un (1) grabador/servidor de vídeo tipo NVR, incluso array de almacenamiento en configuración RAID-5 de mínimo siete (10) TB de capacidad de almacenamiento. Incluso un (1) latiguillo UTP categoría 6 de tres (3) metros para interconexión con switch asociado al Sistema de videovigilancia.

A continuación, se describen las características técnicas que deberá cumplir el citado grabador:

- Características generales:
 - Factor de formación: máximo 4 U (servidor y unidad de almacenamiento).
- Entradas de Video:
 - Entrada de video (IP): hasta 16 cámaras con licencia incluida.
- Especificaciones de Video:
 - Resolución estándar: QCIF.
 - Resolución IP: CIF/2CIF/4CIF/D1, resolución de 1.3/2/3/5 megapíxeles, resolución 720P/ 1080p HD.
 - Formato de compresión IP: H.264/MPEG-4.
 - Ancho de Banda: Configurable entre 265 kbps y 5 Mbps.
- Audio:
 - Entrada: 16 entradas de audio 0.01V.
 - Formato de compresión: PCM, 16 Bit, MPEG-1 layer II.
- Características adicionales:
 - Entrada/salida digital: Canales 16/16.
 - Puerto serial:RS-485/232C.
- Comunicaciones:
 - Red:10/100 base-T.
- Procesador:
 - Tipo de procesador: Intel Core 2 Quad Processor Q9400 (6M Cache, 2,66 GHz, 1333 MHz FSB).
- Características físicas y eléctricas:
 - Dimensiones: 430mm (ancho) x 180mm (alto) x 580mm (profundidad).
 - Peso (aprox):33 kg.
 - Fuente de alimentación redundante:100-240 V 50/60 Hz CA.
 - Sistema operativo: Windows 7 / Windows XP

3.13 Detección de intrusismo e inundación

3.13.1 Objeto

Este apartado tiene por objeto definir los materiales necesarios para la detección de intrusión de personas, así como la detección, mediante sensores, la presencia de agua por filtraciones inesperadas en la solera de la Subestación.

3.13.2 Detección intrusismo

Se instalarán detectores en la puerta de acceso a prefabricado subterráneo.

La detección se efectuará mediante detectores magnéticos de alta seguridad y sus señales de intrusismo y sabotaje serán enviadas al PLC de Servicios Auxiliares.

3.13.3 Detección inundación

Se instalarán detectores en los siguientes puntos:

- En pozo bombeo como acuse de fallo bomba
- En falso suelo subestación
- En solera de tratos potencia

La detección se efectuará mediante sondas tipo capacitivo, incluyendo en el conjunto, el soporte de acero galvanizado regulable en altura con respecto al suelo y caja final de conexión al detector tal como se indica en los planos.

Cada detector estará alimentado a 220 V.c.a., en serie con la bobina de un relé auxiliar, que, en caso de detección de presencia de agua, enviará la señal al PLC de Servicios Auxiliares.

3.13.4 Características de materiales

Detector intrusismo

Contactos magnéticos de alta seguridad, con doble campo magnético, contruidos de aluminio anodizado, provista de 4 polos, 2 contactos para detección de intrusismo y sabotaje respectivamente.

Con el detector, irá incluida la caja final de conexión de circuito.

El circuito hasta PLC's se efectuará con cable apantallado, flexible, clase V, sección 2 x 1,5 mm².

3.13.5 Pruebas

El Contratista comprobará, una vez instalados el funcionamiento correcto de los equipos detección indicados anteriormente.

3.14 Sistema de detección de incendios

3.14.1 Descripción del sistema

3.14.1.1 General

El sistema de Detección y Alarma contra Incendios deberá estar basado en una técnica totalmente analógica, lo que permitirá una monitorización continua de los datos enviados por los sensores a través de la Central de Control. Estos datos serán analizados a través de algoritmos basados en el tiempo, optimizando la detección de los incendios reales y obteniendo una drástica reducción en el número de falsas alarmas. El sistema identificará de forma automática el local y el tipo de sensores, pulsadores y unidades de entrada/salida, paneles repetidores, etc., siendo totalmente programable, de forma que existirá una supervisión constante del funcionamiento de cada uno de ellos desde la Central de Detección.

La instalación se realizará a 2 hilos con el tipo de cable recomendado por el fabricante en todos los dispositivos de detección del mismo bucle.

Todos los materiales para el sistema de Detección de Incendio del presente Proyecto tendrán los correspondientes certificados que exige la norma EN-54.

Las instalaciones contra incendios necesarias para que la instalación cumpla normativa, nos vienen indicadas por:

- Norma básica de la edificación CTE Documento Básico SI.
- Ordenanza municipal condiciones protección contra incendios OMCP/96.

Para realizar el diseño de las diferentes instalaciones contra incendios se ha utilizado la siguiente normativa:

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios real decreto 1942/1993.
- U.N.E.
- CEPREVEN.

3.14.1.2 Cuadros eléctricos, celdas de C.C. y falso suelo

La detección de incendios en los cuadros de Baja Tensión, Celdas de Corriente Continua y en falso suelo se efectuará con detectores de aspiración láser instalados dos en la parte superior para los cuadros eléctricos y Celdas de Corriente Continua y otro junto a la central de Incendios que será para la detección de incendios en el falso suelo.

El aire es absorbido continuamente por un aspirador hacia un detector principal a través de una red simple de tuberías. El aire que entra en la unidad pasa por un sensor de flujo antes de que una muestra pase por un filtro de polvo de doble etapa. La primera etapa del filtro elimina polvo y suciedad de la muestra de aire antes de que ésta penetre en la cámara para la detección de humo.

La segunda etapa produce aire exento de todo tipo de partículas para uso dentro de la cámara de detección, formando barreras de aire limpio, con las que se protegen las superficies ópticas de la contaminación.

La cámara de detección utiliza una fuente de rayos láser. Cuando el humo pasa a través de la cámara de detección, crea una dispersión de luz que es detectada por un circuito sensor.

La Central de Incendios, controlará la detección y permitirá la extinción de incendios manual de los cuadros eléctricos de baja tensión, mediante transponder instalado en

Cuadro local de detección y conectado al bucle de detección de la subestación. El sistema detector de aspiración de los cuadros de baja tensión, también podrá ser configurada para enviar directamente la orden de extinción de los cuadros.

Las conexiones del detector a los diferentes canales de los transponder, irán provistas de los elementos y accesorios necesarios para la polarización y correcto funcionamiento del sistema, incluyendo filtros, junteras, etc.

3.14.2 Central de detección

La Central de detección de incendios será compacta de tecnología algorítmica interactiva autodireccionable con 3 salidas de relé programables, display retroiluminado de 8 líneas x 40 caracteres indicación individual de 64 zonas en frontal y provista de los lazos necesarios según corresponda de detección de inteligencia distribuida que permite la gestión de la instalación desde cualquier punto de la misma. Será ampliable en lazos con capacidad para 127 elementos cada uno (módulos y detectores). Permite la configuración mediante software de programación. Incluso dos baterías de 12V / 12 Ah para alojamiento en interior de la central. Homologada por VdS y fabricada según requerimientos de la norma EN54 partes 2 y 4. Incluirá interfaz con adaptador USB para conexión directa a bus y comprobación de dispositivos de campo o conexión a central de detección del sistema.

Certificada conforme a la norma EN54 parte 2 según exigencia de la Directiva 89/106/CEE relativa a los productos de la construcción.

La puesta en marcha deberá incluir la certificación y diagnóstico de los circuitos analógicos mediante la entrega de datos obtenidos del software.

Cuando el detector llega al límite de funcionalidad correcta utiliza su sistema de autodiagnóstico y reporta avería a la central indicando contaminación en las cámaras.

Lenguajes de programación en castellano que permitirá la identificación de cada elemento individual o grupo de sensores mediante los textos proporcionados por el usuario.

El suministrador de la central aportará el protocolo pertinente para que teniendo en cuenta las salidas de comunicación que nos facilita la central, comunique con la red de comunicaciones de estación. La comunicación de la Central de Incendios con el Puesto de Control se realizará mediante una interface de comunicaciones RS 232 y a través de una Plataforma de Integración Modbus.

La repetición gráfica de las indicaciones de la Central de Incendios se incluirá en el SCADA del puesto de mando, permitiendo la identificación de alarma en cualquier punto de la Subestación.

3.14.3 Detector de aspiración láser

Cámara de análisis de alta sensibilidad con fuente de luz láser actuando como detector óptico, con turboaspirador, conectado a la red de tubería de aspiración.

Módulo programador para todo el sistema de detectores.

Posibilidad de programar 5 niveles de alarma, retardos, averías y relés para señales remotas. Máxima longitud con un tubo: 120 m.

Si hay tubos en ramificación, la longitud total de tubo puede ser de hasta 320 metros siempre y cuando la distancia del sensor de aspiración al extremo del tubo más lejano no exceda de 120 metros.

Máximo número de orificios de entrada de detección: 36.

3.14.4 Transponder

Módulo transponder para conexión al lazo de detección de incendios, provisto de 4 entradas funcionando como zonas de detección convencional con una capacidad hasta 30 detectores cada una o supervisión de señales técnicas y 2 salidas de relé programables.

Montaje en caja de superficie, fabricada en plástico y un índice de protección IP50.

Alimentación externa 24Vcc ó 12 Vcc.

Certificado conforme a la norma UNE-EN54 parte 18 según exigencia de la Directiva 89/106/CEE relativa a los productos de la construcción.

3.14.5 Cable conductor

Cable conductor de cobre, ignífugo, no propagador de las llamas, libre de halógenos, baja emisión de humos y resto de las siguientes características:

- Conductor: Cobre 2x0,8 mm
- Trenzado: Trenza de Cu. Pulido
- Pantalla: Cinta de Aluminio Mylar, cobertura 100% RFI.
- Cubierta exterior: Cubierta de Poliolefina LSH0
- Capacidad: 106 pF/m
- Tensión de Ensayo: 750 Vcc
- Tensión de servicio: 300 V
- Resistencia: < 36,7 K D/ Km.
- Radio Curvatura: 10x Øext.
- Temperatura Trabajo: -20% / +70°C

3.14.6 Detector óptico-térmico

Detector óptico-térmico de humos, provisto de microprocesador individual con funcionamiento en sistemas de inteligencia distribuida, función de autocomprobación, modo fallo CPU, memoria de datos de alarma y funcionamiento, indicación de alarma, direccionamiento mediante software e indicación de tipo de funcionamiento. El detector incorpora módulo aislador de línea y acepta la conexión en paralelo de elemento indicador de acción.

Tendrá las siguientes características técnicas:

- Tensión de trabajo: 8 – 42 Vcc
- Superficie de vigilancia (parte óptica) 60 m²
- Superficie de vigilancia (parte térmica) 30 m²
- Consumo en reposo: 50 µA
- Altura máxima de montaje 7,5m

3.14.7 Pulsador disparo extinción

Módulo electrónico de pulsador de alarma de incendios convencional. Incorpora botón de accionamiento, led rojo de alarma y segundo contacto. Serigrafía impresa según EN 54-11 con indicación de operación en caso de alarma.

Tendrá las siguientes características técnicas:

- | | |
|---|------------|
| • Tensión de trabajo | 8 a 30 Vcc |
| • Consumo de alarma | 8 mA |
| • Temperatura funcionamiento -20°C a 70°C | |
| • Índice protección | IP44 |
| • Especificaciones | EN 12094-3 |

3.14.8 Pulsador paro extinción

Módulo electrónico de pulsador de paro convencional. Incorpora botón de accionamiento, led rojo de alarma. Serigrafía impresa según EN 54-11 con indicación de operación.

Tendrá las siguientes características técnicas:

- Tensión de trabajo: 8 a 30 Vcc
- Consumo en alarma: 9 mA
- Temperatura funcionamiento -20°C a 70 °C
- Índice protección: IP44
- Especificaciones: EN 12094-3

3.14.9 Sirena de alarma

Sirena de color rojo, con conexión directa al lazo. La sirena permite su programación como un elemento más del lazo y no necesita alimentación externa. La sirena incorpora flash programable, mediante el software Tools 8000.

Tendrá las siguientes características técnicas:

- | | |
|------------------------|----------------|
| • Consumo en reposo | 90 µA |
| • Consumo en alarma | 6 mA a 42Vcc |
| • Potencia acústica | 99 dB(A) a 1 m |
| • Color | rojo |
| • Índice de protección | IP31 |
| • Factor de carga | 3 |
| • Especificaciones | EN 54-3 |

3.14.10 Rótulo de extinción

Cartel indicador de "EXTINCIÓN DISPARADA" provisto de señalización óptica y acústica. Montaje superficial y caja plástica con tapa serigrafiada.

3.14.11 Sistema de aspiración

Se han contemplado dos zonas con detección de incendios por aspiración:

- A nivel de sala los cuadros de baja tensión y las celdas de Corriente Continua (1,5 kV CC).
- Bajo falso suelo técnico.

Sistema de aspiración ultrarrápida de humos compacto, equipado con todas las comunicaciones necesarias para conectionarlo al lazo, con tecnología láser. Unidad diseñada para captar humo en la fase incipiente de un incendio. Unidad equipada con

bomba de succión y cámara de análisis láser. Supervisión del flujo de aire y 3 relés configurables.

Las principales características técnicas del sistema son:

- Cámara de análisis de alta sensibilidad con fuente de luz láser actuando como detector óptico, con turboaspirador, conectado a la red de tubería de aspiración.
- Módulo programador para todo el sistema de detectores.
- Posibilidad de programar 5 niveles de alarma, retardos, averías y relés para señales remotas.
- Máxima longitud con un tubo: 120 m.
- Si hay tubos en ramificación, la longitud total de tubo puede ser de hasta 320 metros siempre y cuando la distancia del sensor de aspiración al extremo del tubo más lejano no exceda de 120 metros.
- Máximo número de orificios de entrada de detección: 36.

3.14.12 Medición y abono

La central de detección, los detectores, el sistema de aspiración, el transponder de comunicación entre sistema de detección y extinción y los pulsadores del sistema de detección de incendios se medirán por unidad totalmente instalada y en funcionamiento, incluyendo todos los medios auxiliares, trabajos complementarios necesarios para su montaje y piezas de puesta a tierra.

Esta unidad se abonará según los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 del Presupuesto.

3.15 Sistema de extinción de incendios

3.15.1 Cuadros eléctricos

La extinción de incendios en cuadros eléctricos se efectuará mediante un sistema de gas FM200, capaz de extinguir los incendios principalmente por absorción de calor.

Una vez detectado el incendio mediante el sistema de detección anteriormente descrito, se dará la orden de abrir la válvula correspondiente, que expulsará el gas FM200 por la tubería de descarga a los difusores instalados en la parte superior de los cuadros eléctricos afectados.

El sistema estará provisto del equipamiento necesario para emitir una señal a la central de extinción en caso de activación del sistema, así como la activación manual de dicho sistema a través de la propia central de extinción.

Se utilizará un sistema por todas las celdas dentro de un mismo cuadro. La cantidad de tuberías de descarga, así como de difusores dependerá del número de celdas a extinguir.

La disposición y el amarre del cilindro de gas FM200 se efectuará lo más cercano posible al armario en cuestión, dependiendo de la disponibilidad del cuarto técnico.

Descripción de los componentes del sistema

El sistema se compone de los siguientes elementos:

- Cilindro de FM200. Se trata de un gas incoloro, casi inodoro, eléctricamente no conductor, no tóxico y no contaminante. El número de kilos de FM200 dependerá de la cantidad de celdas a extinguir.

- Tubería de descarga de 3/8" en Acero estirado sin soldadura de 15mm de diámetro exterior y 1,5mm de espesor en calidad Acero inoxidable AISI 316-L.
- Válvula despresurización.
- Sistema detección por aspiración láser. Es un sistema de detección lineal de humos basado en tecnología láser. Ya se ha definido en apartado anterior en este pliego.
- Tubería de aspiración DN25. Ya se ha definido en apartado anterior en este pliego.
- Boquilla de aspiración sobre agujeros de 3 mm. La distancia entre los agujeros se fijará en función del tiempo de respuesta deseado. Ya se ha definido en apartado anterior en este pliego.
- Colector de distribución de 3/8 ". Se suministrará una por celda.

Detección de fugas de FM200

Para detectar una fuga se incorporará a los cilindros un nanocontacto, que consiste en la medición permanente de la presión de la botella y que lleva incorporado un final de carrera con doble contacto (NA+NC) de manera que cuando la presión de FM200 cae por debajo de un límite predeterminado (ajustable generalmente entre el 5 y el 10%) se activan los contactos mencionados.

Mediante un transponder se incorpora esta señal de entrada al bucle de detección de incendios.

Este sistema, aparte de económico, apenas tiene mantenimiento y además mantiene informado al servicio de mantenimiento en caso de fugas del gas.

El sistema de control de la presión en la botella de FM200 desarrollado deberá ser eficiente 365 días al año.

3.15.2 Extintores portátiles

Se instalarán extintores portátiles en la subestación:

- Extintor de polvo ABC de 6 kg.
- Extintor de CO2 de 10 kg.

Los extintores portátiles de polvo ABC tendrán las siguientes características:

- | | |
|---|------------------------|
| • Agente extintor Polvo Polivalente ABC | |
| • Eficacia13A-89B | |
| • Gas impulsor | Nitrógeno |
| • Presurización | Permanente |
| • Presión de servicio | 20 kg/ cm ² |
| • Peso de carga | 6 Kg |
| • Dieléctrico | hasta 35 kV |
| • Temperatura de trabajo +60/-20°C | |

Los extintores de CO2 tendrán las siguientes características:

- | | |
|--|-------------------------|
| • Agente extintor CO2 | |
| • Gas impulsor | Auto-impulsor |
| • Presurización | Permanente |
| • Presión de servicio | 190 kg/ cm ² |
| • Peso de carga | 10 Kg |
| • Longitud de la manguera 2m | |
| • Abrazaderas de goma | |
| • Carro con tubo de acero y ruedas de goma de gran resistencia | |

Su situación está indicada en los Planos.

Cumplirán con las normas UNE-EN 3-7:2004+A1:2008.

3.15.3 Protección pasiva

Los conductos y bandejas para cables eléctricos deberán incorporar una instalación de protección pasiva, a base de sellados o cortafuegos, de acuerdo con los requisitos que se indican en este punto del Pliego.

Los sistemas de sellado deberán cumplir las exigencias necesarias de resistencia al fuego exigidas por Normativa al elemento compartimentador, entre las que destacan la estabilidad mecánica, estanqueidad hidráulica, no emisión de gases inflamables y aislamiento térmico.

Todos estos requisitos deberán avalarse mediante ensayos realizados por Laboratorios Independientes Acreditados.

Una vez conectados y probados todos los circuitos de los cuadros eléctricos, se realizará un sellado de las entradas de cables con paneles de protección contra el fuego revestidos con resinas.

Los paneles estarán fabricados con lana de roca de alta densidad. Una vez cortados se instalarán en los huecos y posteriormente se recubrirán mediante masilla y resinas termoplásticas de tipo cerámico.

Se sellarán las entradas y salidas de cables tanto de un piso a otro como de una dependencia a otra del mismo piso.

Se consideran tres tipos de sellados:

- Protecciones Pasivas contra el fuego por m² para obtener una resistencia al fuego de 120 minutos (EI-120)

Esta protección mediante sellado se viene utilizando para paso de bandejas por penetraciones.

Con esta protección de mediante aislamiento Térmico, se consigue un sellado a base de lana mineral de roca de alta densidad con un espesor de 50 mm por cada cara obteniendo una estanqueidad perimetral con la misma, posterior recubrimiento con pasta cerámica termo plástica, impregnando los conductos en un recorrido de 500 mm. Por cada lado del muro a proteger.

En esa cotización se incluye el suministro, fabricación, transporte, Instalación, pruebas y documentación final del Sellado Ignifugo.

Aplicación de paso de bandejas de cable eléctricos o conductos en ventilación en penetraciones de cuartos técnicos.

- Protección pasiva contra el fuego por metro lineal para obtener una resistencia al fuego de 120 minutos (ei-120). Ignifugado de bandejas de cables.

Con esta protección mediante aislamiento térmico, se consigue un sellado a base de lana mineral de roca de alta densidad con un espesor de 50 mm por cada cara obteniendo una estanqueidad perimetral con la misma, posterior recubrimiento con pasta cerámica termo plástica, protegido mediante cajón exterior envolvente fabricado en chapa de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor.

Aplicaciones en cavernas, bandejas de conducción de cables, etc. de alta densidad con un espesor de 50 mm por cada cara obteniendo una estanqueidad perimetral con la misma,

posterior recubrimiento con pasta cerámica termo plástica, protegido mediante cajón exterior envolvente fabricado en chapa de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor.

El ignifugado de bandejas crea barreras cortafuegos en bandejas de recorrido horizontal, según ensayo CESI BC-96/022691. Se aplicará cuando haya bandejas superpuestas, en cruces o derivaciones y tramos de 1 metro de recubrimiento cada 25 metros. Se aplicará sobre superficie limpia con un consumo aproximado de 5 Kg/cm².

Incluido suministro, fabricación, transporte, Instalación, pruebas y documentación final, todo ello de acuerdo con lo indicado en los pliego de P.T. y planos.

3.15.4 Medición y abono

El sistema de extinción de incendios se medirá por unidad totalmente instalada y en funcionamiento, incluyendo todos los medios auxiliares y trabajos complementarios necesarios para su montaje.

Esta unidad se abonará según los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 del Presupuesto.

3.16 Redes de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra a implantar en la subestación de Salburua tendrá como objetivo que la tensión, respecto a tierra, que se pueda presentar en cualquier parte metálica de la instalación como consecuencia de un contacto eléctrico fortuito con una parte activa de la instalación no alcance valores peligrosos.

Además, la difusión de corriente al terreno puede provocar la aparición de tensiones de paso y de contacto a las cuales estarán expuestas las personas que trabajen. Estas tensiones, para que no resulten peligrosas, en ningún caso podrán sobrepasar los valores máximos admisibles dados por el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión", en particular la Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 13: "Instalaciones de Puesta a tierra".

Todos los elementos metálicos de la instalación, tanto envolturas de equipos como estructuras, estarán conectados rígidamente a tierra. Se diferencian, no obstante, dos sistemas de conexión a tierra diferentes:

- Puesta a tierra de los equipos de Baja Tensión y Media Tensión.
- Puesta a tierra de las celdas de corriente continua: la conexión a tierra se realizará a través de Shunts de corriente, para medir el corriente de descarga a tierra.

Para dimensionar correctamente el sistema de puesta a tierra, será necesario en fase de obra realizar un estudio específico de las características eléctricas del terreno (resistividad, estratificación por capas, ...) para que la Dirección Facultativa pueda validar la configuración de los electrodos prevista en el presente proyecto.

También entra dentro del suministro de la puesta a tierra la medida, una vez ejecutados los electrodos, de las tensiones de paso y de contacto resultantes, así como la comprobación de que son admisibles. En el caso que hiciera falta modificar los electrodos, la Dirección Facultativa propondrá la solución más adecuada que deberá ser aprobada por ETS.

3.16.1 Red de tierras enterrada

La red de tierras enterrada no pertenece al alcance de este proyecto. Será realizada por el Contratista de Obra Civil de acuerdo con el Anexo "Cálculos" y los planos incluidos en este Proyecto.

El Contratista de obra civil preverá ánodos de sacrificio para protección de la red de tierras enterrada.

El Contratista de obra civil dejará, en la sala a nivel de solera transformadores y en falso suelo de instalación de cables, puntas de espera derivación de la red enterrada, para que el Contratista adjudicatario del presente Proyecto las conecte a la red de tierras a construir. Asimismo, el Contratista de obra civil, instalará una malla empotrada en pavimento, a base de redondos de acero electrosoldados entre sí, formando una malla equipotencial y dejando puntos de espera, para que el Contratista del presente Proyecto la conecte al sistema general de tierras.

3.16.2 Red de tierras aérea

El conjunto de la red enterrada estará conectada a la red aérea, a la cual se irán conectando todos los equipos. Esta red aérea, ubicada en el suelo técnico, estará subdividida en dos redes que irán conectadas a la enterrada:

- Red aérea de Media Tensión y Baja tensión.
- Red aérea de Tensión continua

La red de puesta a tierra del neutro de los servicios auxiliares estará formada por un conjunto de tres picas de 18,3mm de diámetro, 2 metros de longitud y 300 micras de recubrimiento, independientes de la malla de red de tierras general.

La red enterrada de la red de tierras para el sistema cortocircuitador está formada por un pozo de tierra negativo formado por una pletina de cobre de 100 x 10 mm y dos picas de 50 mm de diámetro, independientes de la malla de red de tierras general.

3.16.3 Alcance del suministro

El suministro de la puesta a tierra de la subestación incluye todos los elementos de la red de tierra aérea, así como las soldaduras aluminotérmicas y accesorios de montaje necesarios.

3.16.4 Ejecución

Red de puesta a tierra enterrada general

Los electrodos se introducirán en el terreno de forma vertical en el suelo.

De cada pica saldrán los cables se unirán a la red enterrada de puesta a tierra.

Las picas se instalarán directamente sobre el terreno, por lo que se tendrá que prever un agujero en la pantalla de hormigón de 400 x 400 mm y un metro de grosor.

Red de tierra aérea

Todos los cables integrantes de la red de tierras aérea serán de cobre aislados y tendrán siguientes secciones:

- Red de puesta a tierra de la red general de tierras: cable desnudo 1 x 95 mm².

- Red de puesta a tierra del neutro de servicios auxiliares: cable aislado de 1 x 95 mm².
- Red de puesta a tierra del sistema de corriente continua: cable desnudo de 1 x 95 mm².

Todas estas secciones están de acuerdo con lo que marcan el ITC-RAT 13. El color de los cables de tierra aislados será amarillo / verde.

Los cables de estas redes se instalarán preferiblemente sobre bandejas porta cables, y cuando sean desnudos, se soportarán por la parte exterior del ala de la bandeja más cercana a los soportes, mediante abrazadera metálica cada 0,8 m aproximadamente.

Las conexiones entre cables de Cu desnudos se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas, mientras que la de los cables aislados se realizarán en el interior de cajas de derivación.

Las líneas de cada equipo o de cada herraje tendrán, tanto si son cables desnudos como aislados, la misma sección que los cables de la red a la cual se conectarán.

Se conectarán a la red general de tierras todas las puertas, bandejas, barandilla, soporte del suelo técnico y estructuras en general de la subestación. Para realizar la conexión de estructuras, se utilizarán embarrados de conexión de cobre mecanizados (agujeros) con sección transversal como mínimo igual a la de los conductores.

Se conectarán a la red general de tierras el sistema de iluminación y tomas de corriente. En este caso, así como en todos los cables de tierra que atravesasen paredes, forjados o pavimentos, lo harán en el interior de tubos de PVC de diámetro suficiente.

Red de tierra aérea de celdas de corriente continua

Las envolturas metálicas de las celdas de corriente continua irán conectadas a tierra a través de una conexión controlada por el sistema de fallos a estructura. En caso de defecto actuará sobre la desconexión de los disyuntores de los grupos, cuando desde las estructuras circule una intensidad hacia tierra prefijada, o se detecte una tensión elevada entre las estructuras y la barra de retorno, como consecuencia de algún contacto eléctrico.

Para conseguir la total eficacia del sistema, los equipos anteriormente mencionados serán montados sobre placas aislantes de material no higroscópico, de forma que queden aislados de su bancada y puestos a tierra a través de cable de cobre con sección mínima 1x95 mm², realizándose de manera conducida y controlada por el equipo a través del shunt.

3.16.5 Medición y abono

Las redes de puestas a tierra se medirán por unidad totalmente instalada y en funcionamiento, incluyendo todos los medios auxiliares y trabajos complementarios necesarios para su montaje y tornillería de acero inoxidable.

Esta unidad se abonará según los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 del Presupuesto.

3.16.6 Pruebas y ensayos

Después de construida la instalación de tierra, se efectuarán las siguientes comprobaciones y mediciones al menos en 25 puntos del sistema:

- Medición de la resistencia de puesta a tierra.
- Medición de las tensiones de paso y contacto.

3.17 Sistema de arrastres

3.17.1 Introducción

Un sistema de arrastres, es la transmisión de la señal de apertura de un extrarrápido en una Subestación Rectificadora, en Servicio, por actuación de la protección D.D.L. o di/dt inherente a él, hasta otra Subestación Rectificadora colateral que alimenta el mismo sector de tracción y posterior apertura del extrarrápido del feeder correspondiente, ejecutándose en el menor tiempo posible.

La justificación de este equipo de comunicaciones entre subestaciones, viene motivado por la necesidad de mejora de los tiempos de respuesta de la red Ethernet y PLCs existentes con objeto de minimizar los daños que se pueden ocasionar en las subestaciones por el incremento de la potencia que se está instalando en la RED.

3.17.2 Descripción de funcionamiento

El enlace entre dos subestaciones se compone de dos terminales, situados en los extremos de un enlace analógico a dos hilos. Cada terminal generará una señalización MFM (Multifrecuencia Modificada) para la comunicación.

Este equipo está concebido y diseñado con criterios de seguridad intrínseca, de forma que cualquier anomalía (perturbaciones en el canal, fallo del TX, fallo del RX, etc.) que imposibilite el correcto funcionamiento, provoque el disparo a todos los extrarrápidos.

Dada la naturaleza de la aplicación a satisfacer por el sistema, éste se ha diseñado de manera que los tiempos de detección permiten minimizar los tiempos de respuesta desde que en un extremo se detecta la anomalía hasta que el extrarrápido colateral es disparado.

El canal de transmisión a utilizar será el normalizado, que ocupa las frecuencias desde 300 hasta 3400 Hz. El nodo de comunicaciones PDH de la subestación dispondrá de un canal vocal libre y establecerá la conexión entre las subestaciones colaterales de forma redundada.

Las frecuencias de trabajo deben ser tales que minimicen el riesgo de perturbaciones eléctricas (caso de los armónicos de sobrecorriente, ...).

Las situaciones que puedan lugar a un fallo de comunicaciones, serán:

- Detección de 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 frecuencias MFM utilizadas.
- La detección de más o menos de las frecuencias previstas (Ruido).
- La no recepción del tono de guarda, o disminución de 9 dB respecto a las señales, durante un tiempo determinado.

El equipo debe tener mecanismos para restaurar las comunicaciones en el menor tiempo posible, así como funciones de test...

3.17.3 Parámetros del equipo

Los parámetros que caracterizan y definen la eficacia del sistema, se determinan mediante el comportamiento o respuesta a las diferentes condiciones de línea (relación señal/ruido) y al tiempo solicitado para que la intervención sea eficaz. Estos parámetros son:

- **Dependencia**

Se define como la probabilidad de no recibir un mando transmitido en un tiempo máximo prefijado y con una relación señal/ruido determinada; Este parámetro se degrada de una forma alineal en función del tipo de discriminador utilizado para la demodulación del mando.

Con relación señal/ruido mejor de 26 dB, el 99% de los mandos tendrán un tiempo de detección mínimo menor de 20 msg.

Con relación señal/ruido mejor de 9 dB, el 95% de los mandos tiene un tiempo de detección un 20% superior.

- **Seguridad**

Se define como la probabilidad de no recibir ningún mando generado por frente de ruido blanco inducidos en el portador, es decir la protección que se ofrece a mandos falsos de desconexión.

Se debe garantizar la apertura de los mandos, es decir el disparo general, cuando no existan éstos, y sólo esté presente un ruido perturbador de cualquier nivel en el circuito de comunicaciones.

- **Tiempo de transmisión**

Se define como el tiempo definido como óptimo en función de las necesidades, manteniendo la dependencia y la seguridad dentro de un área de eficiencia del sistema.

Este tiempo se mide desde la presencia de una señal en regleta Tx, de un equipo, y su restitución en regleta de Rx del equipo colateral, que como se ve varía en función del nivel de la relación señal/ruido con que se esté trabajando siendo, en cualquier caso, inferior a 25 msg.

- **Tiempo de ejecución**

Se define como el tiempo desde la producción de cualquier anomalía hasta la actuación de la salida de alarma correspondiente. Debe ser un 20% superior a la detección de mando, ya que las alarmas de ruido se ven tras analizar espectralmente la señal recibida.

3.17.4 Resumen de características del equipo

Las características del equipo serán las siguientes:

- Su montaje será sobre bastidor en armario rack de 19".
- La alimentación será segura a 24 Vcc con aislamiento galvánico.
- El frontal de la fuente dispondrá de leds para indicar el estado de la misma.
- Rango de temperatura -10 a 50° C
- Tiempo de transmisión (Intervalo de tiempo que transcurre desde la presencia de un mando hasta su restitución en el terminal colateral) 12 a 25 ms.
- Número máximo de mandos simultáneos de 1 a 4 simultáneos
- Tiempo de permanencia de mandos en continuidad
- Entradas optoacopladas.
- Tiempo de actuación del relé < 2 mseg.
- Soporte de comunicaciones: Par de ancho de banda de 300 a 3400 Hz, Nivel de salida
- Regulable de 0 a -10 dBm.
- Sensibilidad en recepción -36 dBm.
- Peor relación señal/ruido 6 dB
- Protecciones contra cortocircuito y sobrecarga.

3.17.5 Descripción de las órdenes y señales

La comunicación entre el PLC de Gestión de arrastres y el equipo de arrastres se realiza mediante varios tipos de señales:

- Recepciones de arrastre: Señales enviadas desde las subestaciones colaterales y normalmente activas. Se considera que existe recepción de arrastre cuando la señal se pone a cero. Existiendo una señal por cada Feeder de tracción.
- Emisiones de arrastre: Señales generadas en el PLC y normalmente a cero. Se activan cuando se cumplen las condiciones necesarias. Existiendo una señal por cada Feeder de tracción.
- Fallo de comunicaciones: Estas señales están activas normalmente, y pasan a cero cuando se interrumpe la comunicación con las subestaciones colaterales. Existe una señal de fallo de comunicación por cada Subestación Rectificadora colateral.
- Inhibición de arrastres: Esta señal permite inhibir la orden de arrastre de la Subestación colateral. Existiendo una señal por cada tarjeta de comunicación existente en el equipo de arrastres.

Señales

- Emisión de arrastre por Feeder.
- Disparo del Feeder.
- Recepción de arrastre por Feeder.
- Fallo de comunicaciones.
- Seccionador de salida de Feeder abierto.
- Seccionador de salida de Feeder cerrado.
- Fallo en circuito de arrastres.
- Fallo en relé run de circuito de arrastres.

Órdenes

- Inhibir/Desinhibir el equipo de arrastres.

3.18 Sistema de control y telemando

3.18.1 Introducción

Este apartado tiene por objeto el definir las condiciones y características referentes al control, telemando y comunicaciones de la Subestación y Bloques Técnicos objeto de este proyecto.

Los PLC's a instalar en la Subestación, corresponderán a los siguientes grupos eléctricos:

- 1 PLC por cada celda acometida línea 30 kV (2 celdas).
- 1 PLC por cada grupo eléctrico-celda 30 kV, transformador, rectificador, seccionador y situado en la celda 30 kV (2 grupos).
- 1 PLC por cada celda de Feeder controlando el seccionador de pórtico de salida (2 celdas).
- 1 PLC por celda de retorno (1 ud).
- 1 PLC por grupo servicios auxiliares.
- 1 PLC para comunicación con el PMC.

En cada uno de los Bloques Técnicos se instalará un PLC para el control de cada una de las paradas desde el PMC.

El adjudicatario de este proyecto tendrá la responsabilidad sobre las siguientes acciones:

- Suministro, instalación en los cubículos de baja tensión de las envolventes metálicas existentes de la aparamenta de media tensión 30kV y de continua 750Vcc de los PLC que controlan cada grupo funcional, y correspondientes switches para conexión con el anillo de f.o. de la subestación
- Suministro, instalación en armario rack existente, programación y puesta en funcionamiento del PLC de comunicaciones y Servicios Auxiliares.
- Conexión del PLC de comunicaciones con el switch que conecta el PLC con el anillo de f.o de la subestación.
- Suministro, instalación, programación y puesta en funcionamiento de los PLCs y switches que conforman la red de la subestación, la cual debe funcionar de forma autónoma.
- Suministro e instalación de los armarios rack en subestación con alimentación segura.
- Suministro, instalación, programación y puesta en funcionamiento de los PLCs de las paradas, las cuales deben funcionar de forma autónoma.

3.18.2 Niveles de mando y de control de la subestación

El sistema de control y mando de la subestación podrá realizarse desde los dos niveles siguientes:

- Nivel de mando Local: Este nivel tiene prioridad sobre los restantes y permite mediante el conmutador local/distancia la realización de maniobras sobre el conjunto de la subestación.
- Nivel de mando a Distancia desde PML: Desde el Puesto de Mando Local de la subestación. El acceso a distancia permitirá acceder con distintos niveles jerárquicos en función de los trabajos a realizar.
- Nivel de mando a Distancia desde PMC: Desde el Puesto de Mando Central. El acceso a distancia permitirá acceder con distintos niveles jerárquicos en función de los trabajos a realizar.

3.18.3 Arquitectura de control

El control de las subestaciones está definido por las siguientes redes:

- Red de control. Red Ethernet TCP/IP Modbus, de altas prestaciones y fácil implantación. Red distribuida de PLC's, particularizada para esta Subestación, los autómatas se instalarán en las celdas correspondientes a cada uno de los grupos, las cuales estarán preparadas para la instalación del autómata en su interior. Los autómatas realizarán los automatismos y enclavamientos de la Subestación. Esta red distribuida de PLC's en bus se comunicará a través de un puerto serie y mediante un módulo de comunicaciones se conecta mediante fibra óptica, a cada PLC, formando un bus de comunicaciones en anillo, con protocolo Modbus TCP/IP para la comunicación entre los PLC's.
- La red de control se integrará en el PLC con funciones remoto telemandado, que actúa de enlace de las comunicaciones hacia el Puesto Central del Telemando de Subestaciones y donde se realiza el procesamiento de la información a transmitir. Además, se tendrá un PC para la visualización y control local de la subestación.
- Switches, en cada PLC y en el PC se instalará un switch industrial de conexión a la red de F.O, cuya funcionalidad es doble, amplificación de señal y como convertor F.O./Cable, ya que los equipos de control local se conectarán por cable.
- En la Subestación un PLC (Maestro), actuará como concentrador y gestor de las comunicaciones entre los distintos PLC de los sistemas y el Puesto Central, mediante una red doble, que comprenderá la instalación de dos módulos, en el PLC Maestro, Ethernet TCP/IP Modbus.

- Unos PLC ubicados en cada sistema de la Subestación, se encargarán independientemente, del control de sus equipos, enviando la información al Maestro y al PC, así como ejecutando las órdenes que le vengan desde el Puesto Central o desde el PC de Subestación.

La gestión de los equipos de red se realizará mediante un entorno basado en tecnología web, y deberá tener los siguientes servicios:

- Información ampliada sobre el dispositivo y la red.
- Protocolos de supervisión y gestión de red.
- Registro de eventos persistente en el propio equipo de red.
- Sistemas de redundancia de anillo.
- Redundancia de enlace de anillos o de equipos.
- Servicios de priorización de tramas y de puertos.
- Limitación de tráfico multicast y broadcast.
- Seguridad de puertos.
- Creación de VLANs.
- Haciendo uso de la tecnología de comunicación ethernet en todos los puntos, el usuario o mantenedor de todo el sistema de control, únicamente necesitará conocer una tecnología de comunicación, y además no será necesario el uso de ninguna herramienta de comunicación.

En el PC de la Subestación se instalará un SCADA (antes de la instalación de la aplicación SCADA, esta deberá ser presentada a ETS para su aprobación. Además, el Contratista deberá asegurar la compatibilidad de esta aplicación con el resto de aplicaciones en la instalación (otras subestaciones y puestos de mando centrales), para la supervisión y un PLC, Maestro, que actuará de gestor y concentrador de las órdenes y gestión de información de todos los PLC de la Subestación.

Descripción del Puesto de Mando Local

Se incluirá un PC industrial en donde residirá la aplicación SCADA para la presentación de históricos, realizar gráficos de tendencias, implementar la jerarquización, así como poder visualizar sinópticos que comunicará hacia el Puesto de Mando, lo que permite un rápido y potente control, así como una clara supervisión de la subestación.

Se encargará de supervisar y controlar localmente la red de control de la subestación, así como todos los equipos específicos conectados a la misma.

El hardware requerido es un PC industrial fijado en el frontal del armario.

PC servidor industrial

El PC servidor industrial tendrá como mínimo las siguientes características:

- Microprocesador Core2Duo, 2,6 GHz FSB 800 MHz
- Memoria 2 x DDRII 512 Mb
- 8 x USB 2.0 y 1 x SATA
- Disco duro de 250 GB SATAII
- Regradora DVD SATA
- Sistema operativo Windows XP, entorno multitarea. Monitor color TFT de 19"
- Impresora de eventos
- Ratón informático
- Slots de expansión libres mínimos (1 PCIE - 1 PCI)
- Dos puertos comunicaciones Ethernet TCP/IP.
- 1 puerto serie RS-232C (9 pin Sub-D macho)

- Certificación UL 508 y clasificación en áreas industriales UL 1604 clase 1 – división 2. Protección contra Interferencias de Alta-Frecuencia (compatible con EN 61131-2, IEC 1000-4-3/6 nivel 3) y Emisiones Electromagnéticas (clase A/EN 55022/55011)
- Debe soportar temperaturas de -5 a 50 °C en modo operación. Humedad Relativa de 10 a 90%

Teniendo en cuenta el estado de la tecnología en la fecha de entrega de la propuesta técnico- económica, el PC para aplicación de control industrial en tiempo real podrá variar sus características mejorándolas en base al momento de definición del mismo. El monitor deberá estar apantallado contra campos electromagnéticos.

3.18.4 Descripción de los PLC's

Los PLC's se distribuirán por todos los grupos eléctricos que forman la subestación. Serán capaces de realizar todo el mando, control y enclavamiento de equipos, operaciones y cálculos con señales analógicas, así como de señalizar local y remotamente todas las alarmas, estados y eventos producidos. La naturaleza modular de estos PLC's garantizará la total adaptabilidad a las necesidades específicas de cada grupo eléctrico.

3.18.4.1 Características generales

Debe ser un sistema modular y evolutivo que pueda configurarse para satisfacer los máximos requisitos en prestaciones de un sistema de control de tamaño medio o grande. Será un sistema que combine un factor de forma pequeño con un diseño industrial robusto, que garantice una instalación económica y fiable, incluso en los entornos más duros de las plantas.

Todos los módulos se deben montar en bastidor y deberán tener la funcionalidad "Hot Swap", es decir, se podrán añadir o remover sin quitar tensión al sistema lo cual facilita el mantenimiento.

La conectividad del sistema debe ser tal que conecte con redes o buses estándar: Ethernet TCP/IP Modbus, ASCII, Profibus, Interbus, Fipio, Modbus, etc.

El tamaño de las memorias de las diferentes CPUs deberá cubrir un amplio rango desde 96 kb hasta 890 kb de base y la posibilidad de ampliar mediante tarjetas PCMCIA a rangos superiores a 500 kb. Se dispondrá, al menos, de los siguientes tipos de memoria:

- RAM Protegida mediante pila.
- PCMCIA de programa.
- PCMCIA de almacenamiento de datos.

El software de programación de los autómatas debe cumplir con la norma IEC 61131-3.

El sistema debe ser compatible con gamas anteriores del propio fabricante, como prueba de que éste apuesta por preservar la inversión del cliente con la continuidad de sus fabricados.

Como prueba de todo ello se exigirá que el sistema pueda convertir de forma automática programas de series antiguas al formato de la nueva herramienta de programación, con total libertad, de una manera transparente y sin desarrollos específicos.

El rendimiento, en lo que a velocidad se refiere, de cualquier módulo será independiente del bastidor, no importando que esté ubicado en el de CPU o distribuido y tampoco de la posición que ocupe en ellos.

Bastidores

Los bastidores deben asegurar las siguientes funciones:

- Función mecánica: permitiendo fijar el conjunto de F.A. CPU, módulos de E/S y procesadores de comunicaciones.
- Función eléctrica: permitiendo la conexión del bus de datos y alimentación a la CPU y a todos los módulos instalados.

Se podrán hacer arquitecturas de al menos 16 bastidores. Éstos deben estar disponibles en diferentes modelos con capacidad para 4, 6, 8 y 12 módulos. Las ranuras deben ser universales, todas ellas admitirán cualquier tipo de módulo, salvo las reservadas para F.A. y CPU, que tendrán un emplazamiento específico, debido a las peculiaridades propias de éstos.

Los bastidores podrán estar conectados entre sí mediante cableado, admitiendo arquitecturas con distancias de como mínimo 100 metros sin ningún tipo de elemento adicional, salvo el propio cableado. Para mayores distancias deberán existir elementos que permitan arquitecturas con extensiones de al menos 3 veces las descritas anteriormente.

El direccionamiento de todos los módulos, para facilitar futuras operaciones de mantenimiento, será en función de la posición que ocupen en los bastidores, pero pudiéndose mover a cualquier posición, sin que ello represente tener que modificar el programa, no debe existir limitación en el orden de ubicación de éstos ni la posible mezcla de distintos modelos de E/S, que se podrán ir añadiendo en caso de ampliaciones futuras.

Módulos CPU

Deben ser módulos PLC con memoria RAM, que se montarán en los bastidores descritos en el apartado anterior, podrán almacenar datos y ejecutar un programa de aplicación además de gestionar las E/S de su propio bastidor y bastidores adicionales, otras vías de red o bus de comunicación también podrán ser accedidas de manera sencilla para el manejo de las descentralizadas.

La CPU debe almacenar el programa de aplicación en memoria RAM con pila de soporte, la cual podrá manipularse mientras la CPU esté en funcionamiento, permitiendo su sustitución sin detener la aplicación. Se podrá eliminar la alimentación de la CPU, siempre y cuando esté la pila en condiciones de carga y funcionamiento correctos, sin perder el programa ni los datos de tal manera que cuando se vuelva a alimentar ésta, el programa y los datos continuarán en el mismo punto que se quedaron cuando se quedó sin tensión el bastidor. Se debe disponer de alguna indicación que avise de fallo en la pila (por ausencia o falta de carga).

La memoria de la CPU debe poder ser ampliada, estas ampliaciones se harán mediante tarjetas PCMCIA.

La programación estará basada en la norma IEC 61131-3

El software permitirá configurar las comunicaciones en redes abiertas, tales como: Ethernet TCP/IP Modbus, Modbus, Interbus, Profibus, CANopen, Fipio, etc.

Existirán diagnósticos implementados en las CPU, para determinación rápida de problemas y su solución.

Se podrá programar a través de alguno de los puertos del propio procesador o por los de los módulos opcionales de comunicación montados en el mismo o distinto bastidor del sistema controlado por la CPU: Serie, USB o Ethernet TCP/IP Modbus.

Se podrá recuperar el programa de aplicación con sus símbolos y comentarios.

El programa y los datos se deben poder grabar en memoria RAM o en tarjeta PCMCIA, de tal manera que si perdiera la aplicación se puede recuperar permitiendo al sistema ejecutarla sin la intervención de ninguna persona. Se podrá utilizar, si es necesario, una o dos tarjetas PCMCIA para dicha funcionalidad, conectadas en la propia CPU.

El paso de una CPU menor a otra mayor o viceversa, debe ser inmediato, sin cambios de programa salvo los propios del nuevo hardware.

El sistema operativo del procesador (firmware), que se alojará en una Flash EPROM de la CPU, se actualizará por comunicación y sin necesidad de quitar o añadir elemento alguno, quedando ésta actualizada con las funcionalidades de las nuevas revisiones.

Deberán disponer al menos de dos puertos uno RS-485 y otro al menos con velocidad de 115.000 bit/s.

Como mínimo uno de ellos tendrá la opción de ser maestro o esclavo según se necesite, permitiendo interrogar o ser interrogado por una serie de módulos adicionales del propio fabricante del procesador o de una amplia gama de otros fabricantes, debe soportar protocolo Modbus.

La CPU debe contar con un emplazamiento para tarjeta de comunicaciones PCMCIA y también deberá disponer de módulos para comunicar con los siguientes buses: CanOpen, Modbus, ModbusPlus, Interbus, Fipio, Profibus, enlaces serie, etc.

El acceso a la memoria de programa deberá poder restringirse, según el usuario, mediante código de acceso, evitando de esta manera la modificación del programa residente de forma accidental.

La CPU debe llevar incorporado algún mecanismo que ayude a la resolución de problemas, proporcionando información sobre su estado y sus puertos de comunicación, la información mínima será:

- Run/Stop.
- Diagnósticos de errores relativos al procesador y los dispositivos montados sobre él (Tarjetas de memoria, módulos de comunicación, etc.).
- Defecto de módulos de E/S conectados en los diferentes bastidores.
- Información de estado de los puertos de comunicación.

El sistema debe contar con un mecanismo, tipo interruptor/ pulsador, para provocar un arranque en frío en la CPU, reiniciando completamente la aplicación.

Las CPU deberán soportar multiprocesamiento, al menos con los siguientes tipos de tareas concurrentes:

- Tarea cíclica o periódica
- Rápida
- Por Evento, priorizando su ejecución en función de determinadas condiciones independientemente del estado de las dos anteriores.

Las entradas asociadas con cada tarea se deben adquirir justo antes de comenzar a ejecutarse ésta, las salidas tendrán efecto en los módulos justo después de terminar la ejecución de la tarea. Estas características dotarán al sistema de una flexibilidad imprescindible para llevar a cabo el proceso que nos ocupa.

A través de alguna entrada digital se debe poder arrancar o parar la aplicación que corre en la CPU. Esto permitirá controlar la situación de la CPU (Run/Stop) sin necesidad de usar la herramienta de programación.

Fuentes de alimentación

Los módulos de F.A. son los que se encargan de alimentar los módulos soportados sobre el bastidor donde se encuentra conectada y la de proteger a éstos frente a ruidos y oscilaciones de la tensión. Por tanto, todas ellas deben incluir protección contra sobreintensidades y sobretensiones. Funcionarán en la mayoría de los entornos con ruido eléctrico sin necesidad de transformadores de aislamiento. En el caso de interrupción imprevista de la alimentación, deben garantizar un tiempo de funcionamiento suficiente

para guardar el entorno del sistema de manera segura y ordenada. Las F.A. deben poder ser utilizadas en cualquier bastidor, cumpla éste la función que sea.

Dispondrán de LED indicador y de un contacto que permita supervisar su correcto funcionamiento.

Podrán existir varios modelos que cumplan con la necesidad de soportar distintos rangos de tensión de alimentación, al menos:

- 100...240 Vca
- 24....48Vcc

Módulos de E/S

Las entradas/salidas serán modulares como se ha descrito anteriormente, por ello y para que sean funcionales es preciso que dichos módulos estén montados sobre un bastidor con una fuente de alimentación que sea capaz de proporcionar la alimentación que necesiten. Podrán compartir bastidor con una CPU o con módulos de comunicación.

Todos los módulos tendrán disponible la comprobación de que el módulo insertado en una posición del bastidor coincide con el configurado por software para evitar errores durante la sustitución de éstos. En caso de insertar un módulo que no es el configurado, las E/S de éste deben quedar deshabilitadas y la CPU debe mostrar una indicación de error, pero no deberá pararse por dicho motivo.

La sustitución de un módulo averiado se podrá hacer sin parar el autómata y sin necesidad de utilizar la herramienta de programación. Al cambiarlo por otro nuevo la CPU le enviará automáticamente su configuración.

Para evitar errores, los borneros deben tener un mecanismo que opcionalmente se podrá utilizar, de tal forma que permita diferenciar cada uno de ellos, según voltajes, este mecanismo debe suministrarse con el módulo de E/S. Aunque se haya optado por la diferenciación siempre se podrá volver a la situación original, donde el bornero sea idéntico a los demás, es decir, será una situación reversible.

Todos los módulos deben llevar visible en el frontal el modelo propio e información de funcionamiento de cada E/S y diagnósticos del mismo. Esta información incluye el estado de cada uno de los puntos de E/S y las características específicas de cada módulo, como el fallo de cableado o la presencia de bornero.

Deben parametrizarse mediante la herramienta de programación, estos parámetros se guardarán en la CPU y en los diferentes módulos. En el caso de que uno de ellos se sustituya cuando el sistema está funcionando, el nuevo debe ser recargado automáticamente con los parámetros del anterior desde la CPU. Este mecanismo es imprescindible para facilitar funciones de mantenimiento.

Debe ser posible asignar a entradas mecanismos de interrupción, para ejecución de tareas prioritarias. Este tipo de mecanismos deben proporcionar tiempos de respuesta de aproximadamente 500 µs entre la activación de una entrada y la actualización de una salida asociada.

A través de una entrada digital se debe poder parar o arrancar la CPU del autómata. Se contará con una oferta de módulos de E/S al menos con las siguientes características:

Digitales:

- 24, 48 VDC.
- 24, 48, 100...120, 200...240 VAC.
- 24, 48 VDC TRANSISTOR 2A.
- 24...120VDC relé hasta 5A
- 24...240 VAC relé hasta 5ª

- 24...240 VAC triac hasta 2ª
- Con aislamiento según el estándar IEC 1131-2, tipo 1 o 2.

Analógicas:

- Multi-rango.

Los módulos de salidas digitales y analógicas dispondrán de la posibilidad de que en caso de paro del PLC o fallo en las comunicaciones pasen a un estado conocido:

- Cero.
- Un valor predefinido.
- Mantengan su último valor.

Módulos Especiales

Existirán contadores de alta velocidad incrementales y absolutos, que soportarán protocolo SSI y cuenten a velocidades muy superiores a las que puede gestionar una CPU. Notificarán automáticamente la cuenta a la CPU en cada ciclo. Se deben alcanzar velocidades de al menos hasta 1MHz con encoder de señales desfasadas y debe contar con una serie de salidas que se activen o cumplan con una serie de funciones según se definan y en función de una consigna y las señales que se están supervisando.

Deberá disponer de módulos con la función de "leva electrónica" que sea capaz de gestionar de forma autónoma al menos hasta 128 levas sobre 24 salidas físicas.

Dispondrá de la posibilidad de utilizar módulos de pesaje con al menos las siguientes funciones:

- Cálculo permanente del peso y de la variación de éste.
- Filtrado de las medidas con diferentes métodos.
- Dispositivo de tara y de tara predeterminada.
- Puesta a cero automática.
- Control de estabilidad de la medida.
- Control del umbral con extrapolación del punto de interrupción: activación de las salidas digitales locales con una precisión de, al menos, una milésima de segundo.
- Calibrado asistido: el módulo realizará el cálculo del nivel cero y de la pendiente.
- Calibrado forzado: sustitución rápida de un módulo averiado y arranque con los parámetros de calibrado del anterior.
- Enclavamiento de la configuración, precintado del módulo y de las conexiones con los sensores y el visualizador.
- Transmisión de los datos de validez de las medidas (validez, estabilidad neto / bruto, etc.).
- Transmisión de datos de diagnóstico del acoplador y de sus conexiones.

Hardware de la subestación de tracción

Se contempla un autómata programable para cada grupo para los siguientes sistemas de la subestación:

- Un PLC de enlace con el telemando, formado por:
 - Una CPU USB MODBUS. (Maestro)
 - Un Rack de 6 posiciones.
 - Una fuente de Alimentación de Corriente Continua estándar 16W aislada.
 - Un módulo ETHERNET 10/100 RJ45 WEB.
 - Un módulo de 32 entradas digitales. 24V.
 - Dos Bases con cables precableados.

- Cable ETHERNET STP, Paralelo C/Conect.R
- Un PLC de adquisición y control de señales, para la llegada de cada línea (en total 2 PLC's), formado por:
 - Una CPU USB MODBUS.
 - Un Rack de 6 posiciones.
 - Una fuente de Alimentación de Corriente Continua estándar 16W aislada.
 - Un módulo ETHERNET 10/100 RJ45 WEB.
 - Un módulo de 32 entradas digitales. 24V.
 - Un módulo de 16 salidas digitales. 24V, 0,5 A.
 - Un bornero de 20 contactos precableados con el otro extremo libre.
 - Dos Bases con cables precableados.
 - Cable ETHERNET STP, Paralelo C/Conect.R.
- Un PLC de adquisición y control de señales, para cada uno de los grupos transformadores-rectificadores (en total 2 PLC's), formado por:
 - Una CPU USB MODBUS.
 - Dos racks de 6 posiciones.
 - Dos fuentes de Alimentación de Corriente Continua estándar 16W aisl.
 - Un módulo ETHERNET 10/100 RJ45 WEB.
 - Dos módulos de 32 entradas digitales. 24V.
 - Dos módulos de 16 salidas digitales. 24V, 0,5 A.
 - Dos módulos de 4 entradas analógicas. V/I aisl.
 - Cuatro borneros de 20 contactos precableados con el otro extremo libre.
 - Cuatro Bases con cables precableados.
 - Cable ETHERNET STP, Paralelo C/Conect.R.
- Un PLC de adquisición y control de señales, para cada uno de los feeders (en total 2 PLCs), formado por:
 - Una CPU USB MODBUS.
 - Un Rack de 8 posiciones.
 - Una fuente de Alimentación de Corriente Continua estándar 16W aisl.
 - Un módulo ETHERNET 10/100 RJ45 WEB.
 - Un módulo de 32 entradas digitales. 24V.
 - Dos módulos de 16 salidas digitales. 24V, 0,5 A.
 - Un módulo de 4 entradas analógicas. V/I aisl.
 - Tres borneros de 20 contactos precableados con el otro extremo libre.
 - Dos Bases con cables precableados.
 - Cable ETHERNET STP, Paralelo C/Conect.R.
- Un PLC de adquisición y control de señales, para la celda de retorno y arrastres, formado por:
 - Una CPU USB MODBUS.
 - Un Rack de 6 posiciones.
 - Un Rack de 8 posiciones.
 - Dos fuentes de Alimentación de Corriente Continua estándar 16W aisl.
 - Un módulo ETHERNET 10/100 RJ45 WEB.
 - Dos módulos de 32 entradas digitales. 24V.
 - Dos módulos de 16 salidas digitales. 24V, 0,5 A.
 - Tres módulos de 4 entradas analógicas. V/I aisladas.
 - Cinco borneros de 20 contactos precableados con el otro extremo libre.
 - Cuatro Bases con cables precableados.
 - Cable ETHERNET STP, Paralelo C/Conect.R.

- Un PLC de adquisición y control de señales de servicios auxiliares, formado por:
 - Una CPU USB MODBUS.
 - Un Rack de 12 posiciones.
 - Una fuente de Alimentación de Corriente Continua estándar 16W aislada.
 - Un módulo ETHERNET 10/100 RJ45 WEB.
 - Cuatro módulos de 32 entradas digitales. 24V.
 - Dos módulos de 16 salidas digitales. 24V, 0,1 A.
 - Un módulo de 4 entradas analógicas. V/I aisladas.
 - Cuatro borneros de 20 contactos precableados con el otro extremo libre.
 - Siete Bases con cables precableados.
 - Cable ETHERNET STP, Paralelo C/Conect.R.

Descripción de los autómatas

Los procesadores de la plataforma de automatismo que gestionan toda la estación del autómata, serán todos del mismo fabricante.

Los autómatas tendrán como componentes fundamentales:

- Soporte mecánico de los diferentes módulos.
- Fuente de alimentación. La alimentación a los autómatas será a 24 Vcc 50 Hz. Este módulo tendrá la capacidad de alimentar correctamente en potencia y en tensión a los diferentes elementos que componen la unidad remota, así como los instrumentos de campo que lo requieran. El módulo será dimensionado para que en condiciones de operación normal la fuente esté al 70 % de la capacidad total. Incorporará las protecciones adecuadas a cada salida y dispondrá de funciones de vigilancia de las tensiones de entrada y salida tanto en forma local como centralizada.
- Unidad Central de Proceso (C.P.U.). La unidad deberá contar con un procesador principal con capacidad de memoria de 8K de instrucciones y 4K de base de datos como mínimo. Esta unidad central deberá coordinar y ejecutar las funciones relacionadas con la adquisición, de datos, supervisión y control, por lo que deberá ser diseñada usando la lista de Entradas/Salidas según el sistema que se trate y considerando una capacidad de expansión a futuro del 15 %.
- Dispondrá de un interfaz, tanto para conexión de equipos de programación y pruebas locales, como para la conexión con el módulo de comunicaciones.

Incorporará funciones de autoverificación y autodiagnóstico, con señalización local y centralizada.

El sistema no deberá tener director de tráfico, ya sea en hardware o software. Dispondrá de las correspondientes funciones de vigilancia y visualización.

Los módulos de entradas-salidas estarán dispuestos en módulos independientes para entradas y salidas. Serán aptos para montaje en rack, robustos y compactos, de fácil montaje, con enclavamiento mecánico que impida errores de conexión y con fijación antivibratoria.

Estos módulos tendrán indicaciones visuales de su estado operativo y realizarán las funciones de adaptación, visualización, aislamiento galvánico, filtrado y protección contra parásitos, sobrecargas y sobretensiones.

El número y tipo deberá ser diseñado usando la lista de Entradas/Salidas según el sistema que se trate y considerando una capacidad de expansión a futuro del 15 %.

Sistema operativo

El sistema operativo debe ser capaz de realizar múltiples tareas con un máximo de 2 tareas periódicas y más de 60 tareas de suceso.

Las E/S y canales (contador, etc.) de los diversos módulos pueden asignarse a cada tarea.

Las funciones RUN/STOP del autómatas pueden controlarse de forma remota ajustando los parámetros de un canal de entrada.

Debe ser posible asignar una entrada física elegida para prohibir cualquier modificación o descarga del programa.

Debe ser posible mantener las salidas o ajustarlas en la posición de repliegue cuando el autómatas cambie al modo STOP a través de la introducción de parámetros en cada canal.

La ejecución de los procedimientos de reinicio en frío y en caliente se señala a través de bits del sistema a los que accede el programa y el terminal.

Debe ser posible realizar una actualización funcional del procesador mediante la simple descarga del firmware a través del software dedicado o la plataforma de software de programación. No obstante, también debe ser posible utilizar una versión más reciente del software de programación sin tener que actualizar el firmware del procesador.

El software utilizado para la programación de los PLC será compatible con el SCADA de puestos de mando centrales que puedan gobernar esta subestación.

Memoria

El área de memoria debe consistir en una memoria interna ejecutable para la aplicación que puede guardarse en una tarjeta de memoria tipo Flash. No se requiere ningún suministro de batería para la copia de seguridad.

Debe ser posible almacenar el programa, los comentarios y los símbolos en el autómatas para permitir la conexión de la herramienta de programación sin tener la aplicación instalada. La función "terminal vacío" debe estar disponible con cualquier lenguaje IEC que se utilice. También debe ser posible utilizar la ampliación de memoria para realizar copias de seguridad de los archivos (datos de producción, fórmulas, etc.)

Módulos

Todos los módulos (excepto los módulos de procesador y de alimentación) se podrán intercambiar en funcionamiento, es decir, pueden insertarse y extraerse mientras se encuentran encendidos.

Debe existir un dispositivo de ubicación para los módulos y una comprobación automática de la conformidad con la configuración del software del sistema para garantizar que se eviten los errores durante la sustitución del módulo.

Todos los módulos disponen de un bloque de visualización para identificar los defectos de módulo y de canal: entrada, salida, dispositivo de bus, eje, etc. Estos diagnósticos se realizan sin utilizar ninguna herramienta especial.

Los módulos se configuran completamente mediante el ajuste de los parámetros en el software de desarrollo y tiempo de ejecución. Los parámetros se almacenan en la aplicación del autómatas y se vuelven a cargar automáticamente en la CPU si se intercambia un módulo.

Clasificación de los Módulos de Entradas/Salidas

- Entradas Digitales (E.D.).
- Salidas Digitales (S.D.).
- Entradas Analógicas, +-10V (E.A.).

La conexión eléctrica de las señales de entrada o salida desde campo se realizará a través de regleteros de bornas perfectamente identificados.

3.18.5 Especificaciones técnicas de los PLC

3.18.5.1 Condiciones generales mínimas para todos los módulos

- General:

Temperatura del aire ambiente	0 - 60 °C
Temperatura exterior	0 - 40 °C
Humedad relativa	95% a 25 ° C, sin condensación
Vibraciones	Según normas IEC
Choques	Según normas IEC

- Montaje:

Rack normalizado, en módulos extraíbles, sin accesibilidad externa para los componentes electrónicos. Deben cumplir las diversas Normas Internacionales que afecten a los equipos electrónicos.

- Módulo de alimentación:

Los módulos de alimentación deberán equipar cada rack que podrán ser de 8 o de 12 emplazamientos. Estos módulos se implantarán en los dos primeros emplazamientos de cada rack. La potencia necesaria para la alimentación de cada rack estará en función del tipo y del número de módulos instalados en éste. Por este motivo, será necesario establecer un balance de consumo rack por rack para determinar el módulo de alimentación apropiado para cada rack.

Alimentación	24 Vc.c.
Potencia	16-20 W
Protección contra cortocircuitos	Electrónica.
Separación galvánica	Con optoacoplador.
Señalización	Leds indicadores de estado

3.18.5.2 Unidades centrales de proceso (CPU)

- CPU (maestro)

Las características técnicas de la CPU son las siguientes:

E/S digitales	1024
E/S analógicas	256
E/S especiales	63 con módulo de red
Puertos de comunicaciones	1 x 10Base-T/100Base-TX 1 enlaces serie: Modbus maestro esclavo 1 puerto USB: puerto de programación

Capacidad de memoria interna	4.096 KB RAM 3.584 KB programa, constante y símbolos 256 KB datos
Capacidades de tarjeta memoria	8 Mb de base
Estructura de la aplicación	Tarea maestra: 1 Tarea rápida: 1 Tarea por suceso: 64
Alimentación	24 Vcc

- CPU (resto):

Las características técnicas de la CPU son las siguientes:

E/S digitales	512 vías
E/S analógicas	66 vías
Puertos de comunicaciones	1 enlace serie: Modbus maestro esclavo 1 puerto USB: puerto de programación
Capacidad de memoria interna	2.048 KB RAM
Capacidades de tarjeta memoria	8 Mb de base
Estructura de la aplicación	Tarea maestra: 1
Número de K instrucciones	5,4 K instrucciones/ms (100% booleana)
Alimentación	24 Vcc

- Fuente de alimentación:

Las características técnicas de la fuente de alimentación son las siguientes:

Tensión nominal	24 Vcc
Corriente Primario Secundario	30 A (conexión inicial) 0,7 A
Protección integrada	Por fusible interno no accesible
Potencia máxima disipada:	8,5 W
Resistencia dieléctrica	1500 V – 50 Hz durante 1'
Resistencia de aislamiento	> 10 MΩ

3.18.5.3 Módulos de señales

- Módulos de entrada digitales.

Modularidad	32 / 16 vías aisladas según IEC 61131-2
Entradas aisladas	Lógica positiva y compatibilidad de detector a dos hilos

Conexión	Mediante borneo desenchufable
Alimentación	24 Vcc

- Módulos de salida digitales

Modularidad	32/16 vías aisladas según IEC 61131-2
Salidas aisladas	Lógica positiva, secuencia configurable de salida y vigilancia de control de salidas.
Conexión	Mediante borneo desenchufable
Alimentación	24 Vcc y 0,5 A por vía

- Módulo entradas analógicas

Tipo de entradas	Entradas de alto nivel aisladas
Gama:	Tensión / corriente
Tensión	$\pm 10 \text{ V}$
Corriente	0/4...20 mA
Modularidad	4 vías
Resolución	16 bits
Aislamiento	Entre vías: 300 Vcc Entre bus y vía: 2000 Vcc Entre vía y tierra: 2000 Vcc
Conexión	Mediante borneo desenchufable de 20 contactos

- Módulo de comunicaciones Ethernet

Estructura	Interface físico: 10BASE-T / 100BASE-TX Modo de acceso:
Conexiones	1 modulo ethernet
Clase de conformidad	Clase Transparent Ready B30
Servicio WEB	Diagnóstico de autómatas "Rack viewer"
	Variables y datos del autómata "Data Editor"

Los procesadores dispondrán de una conexión Ethernet TCP/IP integrada con al menos un servidor Web para fines de diagnóstico. A través de un módulo NOE independiente que ofrezca conexiones Ethernet TCP/IP con al menos un servidor Web para fines de diagnóstico o un servidor Web personalizable. La memoria disponible del módulo debe tener una capacidad de al menos 16 Mb.

El autómata debe poder conectarse a la red Ethernet TCP/IP a través del puerto integrado o mediante módulos de 10/100 Mbps en un par trenzado blindado a través de un conector RJ45.

La conexión debe ofrecer un servicio de mensajería industrial en los modos cliente y servidor. Este servicio utiliza los protocolos TCP e IP. Para garantizar la interoperabilidad del sistema, el servicio de mensajería debe haber sido validado por instancias de Internet

(tipo Internet Assigned Numbers Authority) responsables de la integridad de los protocolos.

La sincronización entre autómatas en Ethernet debe ser posible a través de un protocolo multidifusión con mecanismo de productor/consumidor. Debe ser posible que 64 estaciones compartan una base de datos de hasta 4 Kb de capacidad.

La conexión Ethernet debe admitir funciones de agente SNMP para la base MIB II estándar (RFC 1213).

Debe poder accederse al autómata a través de Ethernet (en el sitio de intranet o desde un sitio remoto) a través de un navegador de Internet estándar (tipo Microsoft Internet Explorer). Para ello, este servidor Web debe estar instalado en el autómata. Debe ofrecer funciones para ajustar variables y realizar diagnósticos. Estas funciones no deben requerir ninguna configuración previa o software especial, y debe ser posible protegerlas mediante contraseña. Además, el uso de estas funciones no debe afectar de ningún modo al tiempo de análisis del autómata.

Las variables u objetos animados de las páginas Web del navegador de Internet deben actualizarse automáticamente desde el autómata a través de un protocolo de Internet estándar, sin necesidad de actualizar toda la página.

Debe existir un mecanismo para comprobar el ancho de banda con el fin de simular la carga de la conexión cuando esté configurada y también para calcularla durante el funcionamiento.

Debe ofrecerse un mecanismo de seguridad que funcione como un filtro para el flujo de datos en grandes redes.

3.18.5.4 Accesorios

El sistema debe incluir un completo sistema de interfaces y precableado entre el autómata y los detectores y accionadores. El sistema debe combinar las funciones de un bloque de terminales con cableado simplificado y la adaptación, protección y distribución de señales.

Se incluirá todo el material necesario para la conexión de las entradas y salidas en los PLC's para ellos se incorporarán racks con las posiciones deseadas para cada caso, borneros de 20 puntos y cable de Ethernet necesario.

3.18.6 Descripción del bus de comunicaciones entre PLC's

La red de autómatas constituye una red de control distribuido con protocolo Modbus embebido en Ethernet TCP/IP, estableciendo una configuración en anillo mediante switches industriales de fibra óptica multimodo, por razones de inmunidad a las interferencias radioeléctricas.

Requerimientos del nivel de aplicación:

Debe estar implementado por un protocolo abierto, público y ampliamente instalado que requiere licencia, pero sin un pago de royalties a su propietario. Debe ser utilizado literalmente por cientos de vendedores sobre miles de diferentes dispositivos para transmitir entradas / salidas discretas y o analógicas o datos entre dispositivos de control. Debe ser realmente una lengua común entre diferentes fabricantes.

Su especificación detallada debe estar disponible en Internet para que pueda ser consultada por quien desee implementarla, todo ello libre de cargas, restricciones, password o cualquier tipo de obstáculo que pueda ser una limitación para su libre implementación.

Debe poder ser soportado sobre diferentes stacks de comunicaciones, desde RS- 232 hasta Ethernet TCP/IP, pero en el caso que nos ocupa, se utilizará el stack descrito más adelante en este documento.

La trama del protocolo debe tener al menos tres campos:

- Dirección.
- Código de Función.
- Datos.

El tamaño de los campos de Dirección y Código de Función deben ser de un tamaño fijo y estar siempre presentes en la trama dependiendo del Código de Función el tamaño del campo de Datos variará y se dividirá en diferentes subcampos.

El campo de dirección se utilizará como segundo nivel de direccionamiento.

Debe tener implementados Códigos de Función para llevar a cabo las siguientes operaciones:

- Leer un dato digital.
- Leer hasta 2000 datos digitales.
- Escribir un dato digital.
- Escribir hasta 800 datos digitales.
- Leer una palabra de 16 bits.
- Leer hasta 125 palabras de 16 bits...
- Escribir una palabra de 16 bits.
- Escribir hasta 100 palabras de 16 bits. Función de diagnóstico.
- Lectura / Escritura de palabras de 16 bits, 125 palabras de lectura y 100 de escritura.
- Soportar programación y supervisión de autómatas de amplio uso en el mercado.

Requerimientos de los niveles inferiores

Se debe usar TCP/IP que es el protocolo usado en Internet, proporcionando un mecanismo fiable de transporte de datos entre equipos.

Ethernet es una tecnología que está lo suficientemente madura como para resolver ampliamente las necesidades actuales, en el mundo de la automatización, supervisión, telecontrol, y telesupervisión, con el mejor nivel de seguridad y fiabilidad.

Esta elección permitirá una verdadera integración con los sistemas corporativos de gestión. Al combinar una red física versátil, escalable, y omnipresente (Ethernet) con un estándar universal de enrutado y transporte (TCP/IP) y una representación de datos neutral para todos los fabricantes, como se describe en el apartado anterior, tenemos una red verdaderamente abierta para intercambiar datos entre los diferentes equipos.

El uso de todas estas tecnologías traerá las siguientes ventajas:

- Se podrán usar tarjetas estándar de PC para comunicar con la instalación.
- Posibilidad de usar tecnologías de switches que van a permitir una segmentación de la red sin afectar al envío o recepción de tramas entre nodos.
- Conexión, si se desea, fácilmente a Internet, todo ello a través de equipos estándares de mercado que cumplen con las funciones de enrutado y protección.
- Sistemas de alta disponibilidad con anillos de fibra óptica tolerantes a fallo.
- Uso de estándares que permiten implementar priorización de datos.
- Sistemas con la posibilidad de recuperar automáticamente la funcionalidad original cuando el sistema recupera el elemento averiado.
- Sistemas que avisan de fallos de tal manera que hay siempre una supervisión disponible sobre este tipo de situaciones además de existir herramientas que permiten evitar problemas antes de que ocurran.

- Redundancias en alimentación.
- Robustez de equipos que soportan entornos particularmente críticos como ambientes potencialmente explosivos, temperaturas especialmente altas y/o bajas, ruidos electromagnéticos que pueden afectar a la comunicación, etc.
- Flexibilidad en todos los aspectos que caracterizan una red:
 - Topologías (Anillo, bus, estrella).
 - Medio (par trenzado, fibra, coaxial, AUI, wireless).
 - Número de nodos posibles (64000).
 - Nodos por segmento (1-256).
 - Distancia entre nodos (hasta 40 Km).
- Disponer de las soluciones que puedan ser necesarias para una evolución de la instalación, beneficiándonos de miles de desarrolladores que están implementando soluciones y herramientas continuamente, protegiendo de esta manera la inversión.
- No se está atado a ningún fabricante, por su amplia difusión.

El direccionamiento de cualquier equipo debe ser a nivel IP, pero se podrá establecer un segundo nivel de direccionamiento como se describe en el apartado anterior.

Para estandarizar y de esta manera evitar problemas, el número de puerto en el nivel TCP por donde llegarán las peticiones de conexión será ineludiblemente el 502.

Para asegurar que Ethernet cumple con unos criterios de calidad adecuados se debe exigir a los switches que cumplan con las siguientes características mínimas:

- Posibilidad de montar en carril DIN.
- Plug and play (sin configuración)
- Alimentaciones redundantes en el rango de DC 18 a 48V
- Rango de temperatura de 0-55°C.
- Contacto para funciones de control.
- LEDs de monitorización de estado.
- Opciones de puertos a Ethernet 10 Mbps, Fast Ethernet 100 Mbps , 10/100 Mbps y Half duplex o full duplex auto-negociación
- Puertos eléctricos RJ45 shielded y ópticos ST Posibilidad de estructura de anillo redundante.
- Grado de Protección \geq IP20
- Aprobado por EN, IEC, UL, CSA, FM.

3.18.7 Software de programación y configuración de PLC's

El software de programación de los PLC, será el mismo para todos ellos, tanto el Front End como los Concentradores y Estaciones, existiendo total libertad de traspasar programas entre ellos.

Debe de correr en las versiones más recientes de las plataformas de Microsoft (Windows 2000, Windows XP, Vista, 7, 8).

Tiene que tener funcionalidades propias del entorno Windows, como son:

- Cortar, copiar, pegar, zoom.
- Posibilidad de trabajar con varias ventanas a la vez.
- Barras de herramientas sensibles y configurables a la etapa de la programación (Configuración, programación en FBD, en ST, ...) que se esté desarrollando para que se adapten a esta situación y resulte más fácil su implementación.
- Impresión parcial o total de la aplicación.
- Ayuda sensible a la ventana de diálogo que estemos utilizando.

- Exportar /importar desde bases de datos, hojas de cálculo, editores de textos, etc.

El software de programación debe de incluir todas las herramientas necesarias para:

- Configurar el PLC.
- Programar el proyecto.
- Simular aplicaciones sin necesidad de hardware.
- Funciones de depuración.
- Implementar seguridad, con diferentes niveles de usuario.
- Carga de sistemas operativos (firmware).
- Añadir hardware desarrollado por terceros o por el propio fabricante con posterioridad al desarrollo de la herramienta para poder hacer uso de él.

La herramienta tiene que tener definido por defecto una serie de tipos de datos según los estándares de la IEC 61131-3, a partir de estos tipos de datos se deben poder definir los tipos de datos derivados que sean necesarios (arrays, estructuras con diferentes tipos, estructuras de estructuras y arrays definidas por el usuario, etc.), a través de un fichero tipo texto que reconocerá la herramienta como la fuente de los tipos de datos definidos por el usuario y que podrá tener al menos un tamaño de 64 Kb.

Los datos serán definidos con las siguientes características:

- Identificados por un nombre con al menos 32 caracteres.
- Comentario de al menos 60 caracteres para cada dato.
- Formato del dato.
- Valor inicial del dato.
- No debe ser necesario definir ningún tipo de dirección para situar un dato dentro de la memoria, siempre que sea de uso interno por la aplicación (no entra ni sale del automático), lo gestionará automáticamente la herramienta, para hacer uso de él utilizaremos el identificador, descrito anteriormente, que se habrá definido para tal efecto previamente.
- Se podrá definir constantes con el mismo formato que el de las variables, pero bajo ningún concepto se permitirá que se tengan que atar a direcciones físicas definidas por el usuario, todo ello será transparente para éste.

Debe de ser conforme con el estándar IEC 61131-3, permitiendo poder utilizar los cinco lenguajes que especifica la norma:

- FBD (Bloques de Función)
- LD (Diagrama de Contactos)
- ST (Texto Estructurado)
- IL (Lista de Instrucciones)
- SFC (Gráfico Secuencial)

Además, debe de soportar programas realizados con herramientas anteriores, como prueba de que el fabricante apuesta por mantener el "Legacy".

Tiene que contar con la posibilidad de generar instrucciones propias de usuario en C++, que puedan ser utilizadas como otras que vengan incorporadas en la herramienta de programación por defecto. Asimismo, también se podrá generar funciones propias basándose en funciones ya existentes, creación de DFB (Derived Function Block).

No debe existir ningún límite en el número de veces que se pueda utilizar cualquier instrucción salvo por la propia capacidad de la memoria de la CPU.

Se deben de poder estructurar los proyectos en secciones, cada una de ellas programadas en el lenguaje que se desee de los anteriormente mencionados, con las siguientes características:

- Poder definir al menos 1500 secciones por proyecto.
- Habilitar o deshabilitar la ejecución de cualquiera de ellas por software.
- Poder agruparlas de una forma fácil en una estructura arborescente que permita una organización del proyecto adaptándose al orden funcional, geográfico o cualquier otro que pueda resultar interesante.

Las características que debe tener el editor FBD son:

- Bloques de función definidos por defecto.
- Bloques de función definidos por el usuario en "C++" opcional, integrables de una forma automática y fácil dentro de la herramienta.
- Bloques de función definidos a partir de los dos anteriores y desarrollados, si se desea, a partir de al menos cuatro lenguajes de los que se pueden utilizar en la programación de las distintas secciones de cualquier aplicación.
- La relación de los diferentes objetos se hará a través de enlaces, variables o direcciones físicas.
- Se podrán añadir comentarios, a nivel de sección, en el tapiz donde se sitúan los diferentes objetos y a nivel de cada uno de ellos.
- La secuencia de ejecución dentro de la sección será en función del flujo de datos dentro de ésta y no por la posición que ocupen los objetos en ella.
- Los objetos podrán tener hasta 32 entradas y 32 salidas bien diferenciadas, sin descartar que éstas puedan ser estructuras, arrays, etc.
- Los objetos se organizarán en librerías según un criterio de funcionalidad y origen.
- Cada objeto tendrá disponible las siguientes posibilidades:
 - Habilitar / deshabilitar su ejecución por programa.
 - Acceso a su ayuda particular de forma inmediata a través del propio objeto.
 - Forzado del valor inicial de cualquier variable conectada a alguna de sus E/S al valor actual de la variable o al valor que se desee, todo ello estando conectado al PLC, sin necesidad de descargar de nuevo el programa o parar la CPU.

Las características que debe tener el editor LD son:

- Permitirá dividir una sección en una serie de objetos de los siguientes tipos:
 - Contactos.
 - Bobinas.
 - Bloques de función definidos por defecto.
 - Bloques de función definidos por el usuario en "C". Integrables de una forma automática y fácil dentro de la herramienta.
 - Bloques de función definidos a partir de los dos anteriores y desarrollados, si se desea, a partir de al menos cuatro lenguajes de los que se pueden utilizar en la programación de las distintas secciones de cualquier proyecto.
- Se podrá añadir comentarios, a nivel de sección, en el tapiz donde se sitúan los diferentes objetos y a nivel de cada uno de estos.
- Los objetos podrán tener al menos 32 entradas y 32 salidas bien diferenciadas, sin descartar que estas puedan ser estructuras, arrays, etc. Además, estarán organizados en librerías según un criterio de funcionalidad y origen. Cada objeto tendrá disponible las siguientes posibilidades:
 - Habilitar / deshabilitar su ejecución por programa, con la excepción de los más básicos (contactos, bobinas).
 - Acceso a su ayuda particular de forma inmediata a través del propio objeto.
 - Comentario asociado al objeto

- Dibujar la tendencia de al menos 6 de sus entradas / salidas asociadas a variables, estando conectado al autómata y siempre en tiempo real, salvo para los objetos más básicos (contactos, bobinas).
 - Forzado del valor inicial de cualquier variable conectada a alguna de sus entradas / salidas al valor actual de la variable o al valor que se desee, todo ello estando conectado al autómata, sin necesidad de descargar de nuevo el programa o parar la CPU.
- La secuencia de ejecución dentro de la sección será según se sitúen los objetos en ella de izquierda a derecha y de arriba abajo.

Las características que debe tener el editor SFC son:

- Permitirá dividir una sección en una serie de objetos de los siguientes tipos:
 - Transición
 - Paso
 - Salto
 - Conexión
 - Secuencia alternativa.
 - Secuencia paralela
 - Conexión alternativa
 - Conexión paralela
- La estructura de la secuencia tiene que estar formada por pasos y transiciones enlazados a través de enlaces direccionales.
- Dos pasos no podrán estar nunca enlazados directamente, sino es a través de una transición.
- Se podrá añadir comentarios, a nivel de sección, en el tapiz donde se sitúan los diferentes objetos y a nivel de cada uno de estos.
- En cada uno de los pasos se podrá definir una serie de tiempos que generen alarma si se superaran un tiempo máximo y / o mínimo definidos. Además, se podrá definir un tiempo mínimo que tiene que permanecer activo un paso (este tiempo tiene que ser menor que el tiempo mínimo activo para generar alarma).
- Para cada paso se debe poder definir una serie de acciones sobre diferentes variables tales como:
 - Set
 - Reset
 - Set mientras el paso esta activo.
 - Set durante un tiempo y mientras permanezca activo el paso.
 - Set después de un tiempo y mientras permanezca activo el paso
 - Función de pulso.
 - Set con un tiempo de espera previo.
- Se tiene que poder supervisar desde cualquier punto del proyecto si un paso concreto está activo o no, incluso desde una sección con otro lenguaje.
- Las transiciones que no tengan los pasos inmediatamente precedentes activos no serán evaluadas, de esta manera se optimizará el ciclo de scan del autómata. Se podrán evaluar en función de una dirección física, variable, constante, o como resultado de una lógica asociada a una sección programada en cualquier lenguaje definido por la norma IEC 61131-3 salvo el propio SFC.
- Las secuencias alternativas permitirán bifurcar entre varias opciones dando prioridad en caso de que se cumplan las condiciones para varias de éstas a la que se sitúe más a la izquierda.

- Las secuencias paralelas dividen el proceso en dos o más secuencias, ejecutadas en paralelo e independientes unas de otras. Para salir de estas secuencias paralelas deben de terminar correctamente todas.
- Se podrá llevar a cabo un salto desde cualquier punto de la secuencia a cualquier paso de esta misma secuencia salvo cuando se está dentro de una secuencia paralela o hacia una secuencia paralela, todo ello claro está por la propia idiosincrasia de esta parte de la secuencia.

Las características que debe tener el editor ST son:

- Se podrá programar como un lenguaje de alto nivel similar al PASCAL. formado por los siguientes tipos de instrucciones:
 - Condicionadas (IF ...THEN, CASE,).
 - Bucles (FORTO.....DO,.....).
 - Bucles condicionados (WHILE.....DO, REPEAT.....UNTIL).
 - Finalización de bucles incondicionalmente (EXIT).
 - Manejo de funciones estándares de la herramienta o definidas por el usuario tanto en C como a partir de las ya existentes.
- La herramienta diferenciará mediante colores el tipo de elementos que se utilicen al programar (Instrucciones, separadores, comentarios, etc.)
- Los espacios y los tabuladores no tendrán efecto en la sintaxis, se podrán poner en cualquier lugar y tantos como se deseen.
- Se podrán colocar comentarios que ayuden a la comprensión del código.
- Se podrá hacer un análisis de la sintaxis del código, utilizando alguna utilidad u opción proporcionada por la herramienta, sin necesidad de tener que cargar en un autómata o simulador.

Las características que debe tener el editor IL son:

- Será similar a un lenguaje de bajo nivel, tipo Assembler. Formado por los siguientes tipos de instrucciones:
 - Lógicas (AND, OR, ...).
 - Aritméticas (ADD, SUB, DIV, MUL, ...).
 - Comparaciones (GT, LT, ...)
 - Asignaciones (ST,S,R, ...).
 - Saltos condicionales / incondicionales (JMP, JMP C, JMP CN).
 - Llamadas condicionales / incondicionales de funciones estándares de la herramienta o definidas por el usuario tanto en C como a partir de las ya existentes.
- La herramienta diferenciará mediante colores el tipo de elementos que se utilicen al programar (Instrucciones, separadores, comentarios, etc.)
- Los espacios y los tabuladores no tendrán efecto en la sintaxis, se podrán poner en cualquier lugar y tantos como se deseen.
- Se podrán colocar comentarios que ayuden a la comprensión del código.
- Se podrá hacer un análisis de la sintaxis del código, utilizando alguna utilidad u opción proporcionada por la herramienta, sin necesidad de tener que cargar en un autómata o simulador.
- En la herramienta se podrán definir usuarios con su nombre y contraseña individual, a los cuales se les podrá definir niveles de acceso con las siguientes funcionalidades:
 - Sólo Monitorización.
 - Animación de funciones propias del lenguaje SFC.
 - Cambio de valores y datos
 - Forzado de E/S y datos.
 - Descarga de programa sobre el PLC.

- Cambios de programa.
 - Cambios de configuración.
 - Definición de instrucciones, conversión de aplicaciones a otras versiones, etc.
 - Funcionalidad completa.
- Debe de tener implementado los mecanismos para hacer búsquedas automáticas, de un objeto que se tenga seleccionado o de cualquiera que se desee en cualquier momento a lo largo de toda la aplicación, cuando se habla de objeto se hace referencia a:
 - Variables.
 - Direcciones de datos.
 - Bloque de función.
 - Instalación de un bloque de función concreto.
 - Salto en lenguaje SFC.
 - Paso en lenguaje SFC.
 - Se podrá hacer filtros de donde se quiere buscar, de qué modo se utiliza el objeto (lectura, escritura, lectura / escritura).

El resultado de las búsquedas se mostrará sobre una ventana, en la cual aparecerá una lista de los puntos exactos donde se utiliza el objeto de la búsqueda y en qué modo, haciendo doble clic sobre cualquier elemento de la lista se mostrará el código donde se utiliza este objeto.

Habrà una lista de las direcciones de los datos, asociados a dirección por parte del usuario, usados en el proyecto de tal manera que podamos supervisar que dirección está ocupada y cual no.

Se debe de poder hacer una predicción de la cantidad de memoria necesaria para un determinado proyecto antes de cargar sobre un PLC, esta predicción nos deberá de proporcionar con un margen de error del 10%, la siguiente información:

- Memoria necesaria para código.
- Memoria necesaria para datos.
- Memoria necesaria para la instalación de las funciones definidas por el propio usuario.
- Memoria necesaria poder recuperar el programa desde el autómata.
- Memoria necesaria para diagnóstico.

Se debe de poder controlar la cantidad de información que se descarga sobre la memoria del PLC, dando más o menos prioridad al ahorro de memoria o a la capacidad de recuperar información de programa desde el autómata. Por esta razón, se debe de poder definir si se desea recuperar el programa totalmente, parcialmente o no se recupera, la capacidad de recuperación se dividirá en:

- Código
- Comentarios de variables. Comentarios de secciones.
- Código de funciones definidas en "C" por el usuario.
- Código de funciones definidas a partir de los bloques de función existentes.

Se dispondrá de una componente de software que utiliza XML, como formato fuente, por lo que todos los componentes se podrán exportar/importar desde cualquier aplicación externa tales como:

- Configuración
- Secciones de programa
- Variables, Librerías, etc.

El software de programación dispondrá también de apertura a las nuevas tecnologías mediante la posibilidad de poder Exportar/Importar ficheros en modo estático con formato XML y en modo dinámico mediante servidores COM/DCOM con tecnología Microsoft

Se debe de poder poner comentarios en los siguientes niveles del proyecto:

- En el propio Proyecto.
- Por cada Sección.
- En bloques de función de los lenguajes FBD, LD.
- En los Pasos y Transiciones del lenguaje SFC
- En cualquier zona de programa de los editores IEC 61131-3.

La herramienta debe de poder generar la documentación necesaria para el proyecto, esta podrá ser del proyecto completo o de parte de él. Como partes de la documentación se podrán incluir las siguientes opciones:

- Cabecera y pie de página definibles por el usuario.
- Página de inicio definible por el usuario.
- Numeración de páginas, definible por el usuario el punto de inicio para numerar.
- Índice.
- Comentario de la aplicación.
- Tipos de datos derivados.
- Orden de ejecución de las distintas secciones.
- Uso de los diferentes bloques de función definidos por el usuario.
- Configuración Hardware.
- Lista de variables y uso de ellas ordenadas por nombre, tipo, número de veces usadas. Se podrá filtrar qué variables se desean documentar basándose en el nombre de éstas y en el tipo.
- Secciones ordenadas por orden alfabético u orden de ejecución, cada una de ellas con información definible de comentario de sección, gráfico, descripción de objetos, uso de variables, etc.

La comunicación con los autómatas para cargar / recuperar el proyecto se debe de poder hacer al menos a través de:

- El puerto serie RS-232 del ordenador
- Cualquier tarjeta de red Ethernet de las disponibles en el mercado.
- A través de alguna tarjeta con tecnología token-bus.
- Tiene que existir al menos la posibilidad de conectarse con cuatro niveles de acceso:
- Sólo monitorización
- Posibilidad de cambio de datos.
- Posibilidad de cambio de datos y cambio de programa. Funcionalidad completa.

La carga de programa se puede hacer completa o por partes, estas partes que se pueden diferenciar deben de ser al menos:

- Configuración Hardware.
- Código de programa.
- Datos
- Información para poder recuperar el proyecto desde el autómata.

El proyecto se podrá modificar estando conectado al autómata, estos cambios se descargarán sobre el autómata sin parar la ejecución del mismo, se podrá controlar el tiempo que la descarga de estos cambios afecta al ciclo de scan del autómata, delimitando de esta manera la incidencia de todas estas acciones sobre la instalación.

Las operaciones de depuración deben de poder hacerse sobre un autómata o sobre un simulador de éste, disponible con la propia herramienta de programación.

Se debe de poder definir un modo de operación donde la ejecución de programa se haga paso a paso para facilitar la depuración.

Debe de existir algún mecanismo para mostrar (en varios formatos: hexadecimal, entero, binario, etc.), forzar y controlar variables y datos asociados a direcciones por parte del usuario.

Debe de haber algún visor de eventos a través del cual se puedan supervisar situaciones tales como divisiones por cero, operaciones fuera de rango, superado tiempo máximo para un paso en SFC, etc.

Tienen que existir una serie de páginas que permitan visualizar el status del controlador, de las E/S, de la pila, código de stop, etc.

Debe de tener una pantalla resumen de la ocupación de memoria y del tiempo de scan actual.

Desde alguna pantalla se debe de poder supervisar datos del programa tales como:

- Fecha y hora en que fue creado el programa.
- Fecha y hora en que fueron creadas las funciones que se utilizan.
- Número de veces que se usa cada función.

Tiene que tener alguna ventana donde se puedan ver todas las secciones del proyecto, su organización en grupos y su estado (habilitada, deshabilitada y orden de ejecución con respecto a las otras). Se debe de poder cambiar el orden de ejecución de estas, habilitar o deshabilitar cada una de ellas, crear una nueva, eliminar una de las existentes y todo ello desde esta ventana.

Se podrá hacer dos tipos de animación, dentro de una sección, una digital y otra completa (analógica y digital), dando prioridad de esta manera al tiempo de respuesta o la cantidad de información.

En los lenguajes FBD y LD se deben de tener las siguientes posibilidades:

- Poder ver, modificar y cargar sobre el autómata tanto los valores actuales como iniciales de las variables asociadas a un bloque de función.
- Poder modificar las constantes literales asociados a un bloque de función de forma que se modifiquen en el autómata sin necesidad de hacer una descarga parcial o total del proyecto.

En el lenguaje SFC los pasos y transiciones aportaran las siguientes posibilidades:

- El paso se mostrará en diferentes colores indicando en qué estado se encuentra, activo, inactivo, tiempo máximo activo superado, tiempo mínimo activo no superado. Cuando el paso esté activo debe de mostrar el tiempo que lleva activo.
- Cuando este inactivo, mostrará el tiempo que permaneció activo la última vez que lo estuvo.
- Cada vez que el paso se activa el tiempo anterior debe ser borrado y comenzará desde 0.
- La transición también se mostrará en diferentes colores en función de su estado, no activa, se cumple y no se cumple.
- En el lenguaje SFC se deben de poder hacer las siguientes operaciones para permitir un depurado más fácil:
- Reinicializar una secuencia.
- Habilitar / Deshabilitar la supervisión de los tiempos (máximo y mínimo) de evento de cada paso.
- Habilitar / Deshabilitar transiciones, de tal manera que no se analicen éstas, parando la secuencia en la situación actual.
- Habilitar / Deshabilitar acciones, no se procesarán las acciones asociadas a cada paso.

- Salto incondicional, independientemente del estado de la transición se activa el siguiente paso, todo ello siempre que el tiempo mínimo activo definido para el paso actual se haya cumplido.
- Salto condicional, estando deshabilitadas las transiciones se podrá emplear esta opción para saltar al siguiente paso siempre que se cumpla la condición de la transición. Esto permitirá la ejecución de la secuencia paso a paso.
- Reseteo de errores de tiempo, reseteará todos los errores de tiempo (máximo, mínimo) de cada paso.
- Forzado de paso, independientemente del estado de las transiciones y los pasos, el paso seleccionado se activará cuando se haga un forzado.

El sistema será capaz de registrar la siguiente información durante un tiempo dado:

- Tiempo máximo activo de cada paso
- Tiempo mínimo activo de cada paso
- Número de veces que ha estado activo.

Con esta información se sabe cuáles son los márgenes adecuados de funcionamiento de cada paso de una secuencia, basándose en estos datos se podrá definir unos límites de tiempo por encima del máximo y por debajo del mínimo como aviso de alarma, permitiendo hacer una intervención cuando se salga de los parámetros de tiempo normales de la secuencia.

Estos avisos pueden ser recogidos a nivel de programa o a nivel de visor de eventos en la herramienta.

La herramienta de programación debe de disponer de un simulador que se comporte como un autómata, el cual permita probar el funcionamiento de diferentes partes del proyecto.

Este simulador puede residir en el ordenador donde se encuentra el proyecto o en otro cualquiera. Se podrá cargar el proyecto en cualquiera de los dos.

Se le deben de poder hacer peticiones a este simulador, vía Modbus Ethernet TCP/IP, de datos del proyecto que está simulando. El podrá hacer también este tipo de peticiones sobre otro simulador o autómata real. Cualquier SCADA con un driver Ethernet TCP/IP Modbus podrá escribir o leer datos de él.

Se podrá escribir o leer de cualquier dirección de las configurables por el usuario, pudiendo simular el funcionamiento de un SCADA o elemento comunicador

Las funciones descritas anteriormente para depurar se podrán llevar a cabo también con el simulador, salvo las de cálculo de consumo de memoria, cálculo de tiempo de scan y las de gestión de tiempos que no se exigirá que sean correctas debido a la diferencia entre la CPU donde corre el simulador y la propia CPU del autómata.

3.18.8 Protocolo de comunicaciones

El protocolo de comunicación entre la S/E y el Telemando de energía será mediante el protocolo Modbus TCP/IP.

3.19 Funcionalidad del sistema de control

A continuación, se van a describir las condiciones de funcionamiento de los distintos componentes del sistema de control:

3.19.1 PLC acometida 1 y 2

Elementos sobre los que actúa:

- Disyuntores acometida 1 y 2.
- Seccionadores de línea 1 y 2 (enclavados mecánicamente)
- Seccionadores de tierra 1 y 2 (enclavados mecánicamente)

DISYUNTORES

Desconexión:

- No hay condiciones que la impidan.

Disparos:

- Por actuación de las setas.
- Por seccionador de puesta a tierra indefinido o el propio disyuntor indefinido.
- Por avería del relé de protección.
- Por sobrecarga o cortocircuito trifásico y homopolar.
- Por acoplamiento de líneas.
- Por fallo del PLC de Servicios Auxiliares (temporizado 5 horas).
- Disparos con bloqueo.
- Disparos externos al PLC con bloqueo.

Condiciones para la conexión:

- No debe haber alarma de SF6.
- Seccionador de puesta a tierra abierto.
- No debe haber disparo, ni bloqueo.
- Seccionadores c.c. de ambos grupos abiertos.
- Disyuntor de la otra acometida abierto.
- Fallo tensión en la otra acometida.

Conexión automática entre acometidas:

En el caso de que se haya producido un fallo en la acometida actual y la Subestación esté en Telemando, a los 5 segundos, si se detecta tensión en la otra acometida, el sistema ordenará la desconexión de la acometida con fallo de tensión, y posteriormente ordenará el cierre de la acometida en reserva.

3.19.2 PLC telemando, servicios y auxiliares

SERVICIOS AUXILIARES

Elementos sobre los que actúa:

- Disyuntor de 30 kV de Servicios Auxiliares.
- Seccionador de línea (enclavado mecánicamente)
- Seccionador de tierra (enclavado mecánicamente)
- Permiso apertura celda transformador SS/AA (enclavado mecánicamente)

DISYUNTOR

Desconexión:

- No hay condiciones que la impidan

Disparos:

- Por falta de 30 kV, durante más de 30 segundos.
- Por actuación de las setas.
- Seccionador de p.a.t. indefinido o el propio disyuntor indefinido.
- Por avería del relé de protección.
- Por apertura puerta transformador de SS/AA.
- Por sobrecarga o cortocircuito trifásico y homopolar.
- Por 2º nivel de temperatura de transformador SS/AA. Disparos con bloqueo.
- Disparos externos al PLC con bloqueo.

Condiciones para la conexión:

- Seccionador p.a.t. abierto.
- No debe haber disparo, ni bloqueo.
- No debe haber alarma de SF6.
- No debe haber alarma temperatura de transformador SS/AA (1er nivel).

Reconexión automática:

En el caso de que se haya producido un fallo o parada del PLC de SS/AA y la Subestación esté en Telemando, a los 5 segundos de volver a arrancar, se produce una reconexión automática del disyuntor, siempre y cuando no haya habido una orden de desconexión en ese tiempo y el disyuntor de B.T. de SS/AA esté cerrado.

DISYUNTOR DE SEÑALES

Desconexión y disparo:

- Por falta de 30 kV durante más de 30 segundos.
- Por actuación de las setas.
- Por temperatura de transformador (2º nivel).
- Por secuencia incorrecta de fases, temporizada 5 segundos.
- Por U mínima, temporizada 5 segundos.
- Por falta de aislamiento (2º nivel).
- Por sobrecarga del relé de protección.
- Disparos externos al PLC con bloqueo.
- Disparos con bloqueo.
- Disparos externos al PLC.

Condiciones de conexión:

- No debe haber disparo, ni bloqueo.
- No debe haber tensión de retorno.
- No debe haber falta de aislamiento (1er nivel).
- No debe haber alarma temperatura transformador (1er nivel).
- Existen dos salidas con enclavamientos análogos

Los dos interruptores de salida se enclavan como sigue:

Desconexión:

- No hay condiciones especiales que la impidan

Disparos:

- Por intensidad máxima en su línea.
- Por cierre manual del seccionador by-pass.
- Por cierre manual del seccionador de salida correspondiente.
- Por actuación de las setas

Condiciones de conexión:

- No debe haber disparo, ni bloqueo.
- No debe haber tensión de retorno (exterior a la S/E) en su línea de salida. habiendo tensión propia.

NOTA: Se considera que hay tensión de retorno en la salida si el disyuntor está abierto, el seccionador de salida está cerrado, el relé de detección indica presencia de tensión y además se cumple una de estas 2 condiciones:

El seccionador de by-pass está abierto.

El seccionador de by-pass está cerrado, pero la otra salida tiene el disyuntor o el seccionador abierto.

Los seccionadores de salida y el de by-pass no llevan mando motor.

3.19.3 PLC grupos rectificadores 1 y 2

Elementos sobre los que actúa:

- Disyuntor
- Seccionador PAT (enclavado mecánicamente).
- Seccionador de línea (enclavado mecánicamente).
- Seccionador CC.
- Carro rectificador.
- Puerta filtros.

DISYUNTOR

Desconexión:

- No hay condiciones que la impidan.

Disparos:

- Por falta de 30 kV, durante más de 30 segundos.
- Por actuación de las setas.
- Por paso a indefinido del seccionador de c.c.
- Por paso a indefinido del carro del disyuntor.
- Por paso a indefinido del carro del rectificador.
- Puesta a masa de las celdas c.c.
- Por maniobra manual o eléctrica del seccionador de c.c. propio o del otro grupo con las puertas de filtros o transformador grupo abiertas.
- Por retorno de energía propio.
- Por retorno de energía del otro grupo si el seccionador de c.c. de este está cerrado.
- Por apertura de la puerta del transformador o de los filtros del otro grupo si el seccionador de c.c. de dicho grupo no ha abierto al cabo de 3 segundos.
- Por no abrir el contacto EDL de algún feeder al cabo de 10 segundo.
- Por avería del relé de protección.
- Por fusión del fusible de placa RC.
- Por fusión de un fusible de diodo. Por fusión del fusible de filtros.
- Por maniobra manual del seccionador c.c.
- Por sobrecarga o cortocircuito trifásico u homopolar. Por temperatura transformador 2º nivel.
- Por temperatura rectificador 2º nivel.
- Por falta de tensión de 400 Vc.a. en SS/AA.

- Por apertura de la puerta del transformador.
- Por apertura de la puerta de filtros.
- Disparos externos al PLC, con bloqueo. Disparos con bloqueo.
- Disparos exteriores al PLC.

Condiciones de conexión:

- Seccionador p.a.t. abierto o carro disyuntor en prueba.
- No debe haber disparo, ni bloqueo.
- No debe haber alarma temperatura transformador (1er nivel).
- No debe haber alarma temperatura del rectificador (1er nivel).
- No debe haber alarma de SF6.
- No debe haber ningún disyuntor de feeder cerrado con el carro enchufado si el otro grupo está desconectado.
- Seccionadores c.c. propio abierto.

SECCIONADOR DE C.C.

Desconexión general: (condiciones que lo permiten)

- Disyuntor abierto.
- Manivela mando manual no actuada.

Desconexión automática:

Condiciones que la permiten:

- Disyuntor abierto.
 - Intensidad en c.c. nula.
 - Manivela mando manual no actuada.
- Condiciones que la provocan:
 - Apertura puerta filtros.
 - Apertura puerta transformadores.
 - Retorno de energía propio.
 - Fusión fusible RC.
 - Fusión fusible diodo.
 - Fusión fusible filtros.

Condiciones de conexión:

- Disyuntor abierto.
- Manivela mando manual no actuada.
- No debe haber orden de apertura automática.
- No debe haber disparo, ni bloqueo.

PERMISO MANIOBRA CARRO RECTIFICADOR:

- Disyuntor abierto.

PERMISO APERTURA PUERTA CELDA FILTROS.

- Enclavado mecánicamente: Seccionador p.a.t.
- Enclavado mecánicamente: Puerta celda transformador.
- Señalización de la lámpara roja de avería en celda c.c.
- Por cualquier defecto en la parte de c.c. del grupo, siempre que éste en local:
 - Fusión fusible placa RC.
 - Fusión fusible diodo.
 - Fusión fusible filtros.

- Apertura puerta filtros.
- Alarma temperatura Rectificador.
- Disparo temperatura Rectificador.
- Automática caído en celda de C.C.
- Retorno de energía propio.
- Seccionador c.c. indefinido.
- Carro rectificador indefinido.

3.19.4 PLC Feeders 1 y 2

DISYUNTOR EXTRARRÁPIDO

A diferencia de los disyuntores de c.a. de la S/E, que tienen bobina de cierre, disparo y carga de muelles, el disyuntor de c.c., tiene una bobina de cierre por la que tiene que estar pasando una corriente de mantenimiento mientras el disyuntor está cerrado. De esta forma, las órdenes de conexión y desconexión actúan como sigue:

Conexión:

- Reactivan las salidas "permanencia" y "economía" excitando 2 contactos que actúan sobre la bobina de cierre, aplicándolos una tensión directa de 110 Vcc con lo que se produce el cierre del disyuntor (I bobina = 10 A)
- Se desactiva la salida "economía", de forma que se intercala en el circuito de la bobina una resistencia de 210 Ω , que reduce la corriente en la bobina a 0,5 A aproximadamente, de forma permanente para mantener cerrado el disyuntor.

Desconexión:

- Si la desconexión es por orden o por cualquier disparo generado por el PLC, se efectúa desactivando la salida "permanencia", de forma que se corta la corriente de mantenimiento en la bobina de cierre, y el disyuntor abre debido a la acción de los muelles antagonistas.
- Si la desconexión es debida a que la intensidad que circula por el disyuntor es superior a la tarada en sus relés estáticos, la bobina de disparo actúa mecánicamente sobre una horquilla que hace abrir el disyuntor, y acto seguido se desactiva la salida "permanencia", hasta que se efectúa la orden de reenganche.

Tiene dos tipos de disparos:

Sin reenganche:

- Orden de desconexión manual.
- Por falta de 30 kV durante más de 30 segundos.
- Por actuación de las setas.
- Por no abrir el contactor EDL de algún feeder al cabo de 10 segundos
- Por puesta a masa de las celdas de c.c.
- Por maniobra manual o eléctrica del seccionador de c.c. de un grupo rectificador si la puerta del transformador o la de filtros de dicho grupo está abierta.
- Por retorno de energía de un grupo rectificador si el seccionador de c.c de éste está cerrado.
- Por apertura de la puerta del transformador o de la puerta de filtros de un grupo rectificador, si el seccionador de c.c. de dicho grupo no ha abierto al cabo de 3 segundos.
- Detección de movimiento o indefinición de alguno de los seccionador de by-pass / salida.
- Arrastre desde otro feeder de la propia S/E o de una colateral.

- Carro feeder indefinido.
- Por fallo del PLC de SS/AA.
- Disparo exteriores al PLC.
- Disparos exteriores al PLC, con bloqueo.

Con reenganche:

En este tipo de disparos, se produce un reenganche automático del disyuntor siempre y cuando el nº de disparos haya sido inferior a 3 en el intervalo de 1 minuto.

Las causas que los pueden provocar son las siguientes:

- Actuación de los relés estáticos del disyuntor.
- Delta de intensidad máxima o mínima.
- Intensidad máxima.
- Tensión por debajo de un nivel mínimo tanto en las barras como en la salida.

Conexión:

La conexión no puede realizarse si existe bloqueo, orden de desconexión o disparo.

Las causas que producen el bloqueo pueden ser previas a la secuencia de conexión, o después de la misma, son las siguientes:

- Fusión fusible placa EDL.
- Fallo de los transductores de tensión.
- Fallo del transductor de ensayo de línea.
- Nº máximo de reenganches alcanzado.
- Defecto del disyuntor al dar la orden de conectar.
- Diferencia de tensión excesiva.
- Resistencia analizada inferior a la mínima establecida.
- Tensión de barras o feeder por debajo de la mínima permitida.
- Bloqueo temporal entre series de ensayos (entre la 1ª y 2ª, 1 minuto. Entre la 2ª y 3ª, 5 minutos. Entre la 3ª y 4ª, 15 minutos. Entre 4ª y 5ª, 1 hora).

Secuencias de conexión del disyuntor extrarrápido:

Condiciones:

- La tensión de barras procedente de los grupos rectificadores debe ser mayor que $U_{min} = 1000 \text{ V}$, o bien el carro debe estar seccionado.
- La tensión de feeder debe ser mayor que $U_{min} = 1000 \text{ V}$ o menor que $U_{res} = 250 \text{ V}$; si $U_{res} < U_{feeder} < U_{min}$ espera un tiempo de 10 segundos y al cabo de este tiempo, da bloqueo por tensiones defectuosas.
- Si la tensión de feeder es mayor que U_{min} , se realiza una comparación de tensión entre la de barras y la de feeder.
- Si $U_{barras} - U_{feeder} < DU = 300 \text{ V}$ el disyuntor conecta, en caso contrario espera 30 segundos y posteriormente produce bloqueo por diferencia de tensión.
- Si $U_{feeder} < U_{res} = 250 \text{ V}$, se considera que no hay tensión y se realiza ensayo de línea, hasta un máximo de 4, mediante el contacto y la resistencia limitadora. Si la resistencia medida en un ensayo es $> R_{min} = 3,3 \Omega$, el disyuntor conecta. En caso contrario, vuelve a realizar otro, espaciado 10 segundos hasta un máximo de 4. si en el último, $R < R_{min}$, se bloquea por resistencia mínima.

SECCIONADOR EN POSICIÓN DE SALIDA

Los enclavamientos comunes para conexión son:

- Disyuntor abierto.
- Manivela propia no actuada.

- No se está realizando secuencia de conexión del disyuntor.

SECCIONADOR EN POSICIÓN BY-PASS

Los enclavamientos son iguales para conexión son:

- Disyuntor abierto.
- Manivela propia no actuada.
- No hay secuencia de conexión del disyuntor.

PERMISO CARRO DISYUNTOR FEEDER

- Disyuntor abierto.
- No hay orden de conexión del disyuntor.
- No se está realizando secuencia de conexión del disyuntor.

SEÑALIZACIÓN DE LA LÁMPARA ROJA DE AVERÍA

Por cualquier de las siguientes causas, siempre que está en local:

- Bloqueo.
- Carro de feeder indefinido (No, para el by-pass).
- Seccionador de salida/ by-pass indefinido.
- Disyuntor indefinido.
- Fusión de fusibles EDL.
- Disparo con reenganche.
- Automático caído.
- Fallo transductores de tensión.

3.19.5 PLC retorno y arrastres

RETORNO

Elemento sobre el que actúa:

- Interruptor Carril - Tierra

La descripción del sistema es el siguiente:

- La tensión que se presente entre los extremos del interruptor de descarga se comparará con dos niveles de valores ajustables, uno de alarma y otro de desconexión. Sobrepasar el segundo límite provocaría:
- Desconexión de todos los extrarrápidos de feeder. Desconexión de todos los disyuntores de grupo.

ARRASTRES

El proceso de arrastre de colaterales se llevará a cabo cuando se dé una de las siguientes circunstancias:

- Desconexión de un disyuntor de feeder por falta eléctrica en catenaria
- Desconexión de todos los disyuntores de feeder por defecto en estructura.

En el primer caso, el relé de protección selectivo que detectará la falta eléctrica en catenaria enviará una señal al disyuntor correspondiente de la subestación que lo hará disparar. Todos los disyuntores se quedarán bloqueados en esta posición y solo se podrán desbloquear cuando esté liberado el fallo, pudiéndose hacer de forma local o a distancia.

En el segundo caso, se dará un orden de arrastre a todas dos subestaciones colaterales, provocando la desconexión de todos los disyuntores extrarrápidos de feeder. Una vez se

tenga que determinar el origen de la subida de tensión – carril y se haya solventado el problema, se podrán desbloquear todos los disyuntores de forma local o a distancia.

3.20 Sistema de protección en corriente continua

Los sistemas de protección a implementar en las cabinas de corriente continua serán:

3.20.1 Sistema de ensayo de línea (EDL)

Estará integrado en la cabina de feeder y gestionado por el PLC de feeder. Estos dispositivos servirán para verificar el aislamiento y la resistencia de aislamiento de la catenaria, y permitirá un reenganche automático rápido (5s).

La resistencia de la catenaria será medida haciendo pasar por ella una corriente de ensayo de 1 A aproximadamente, controlando al mismo tiempo el valor de la tensión residual que cae en la catenaria. Si la resistencia así medida es superior al valor ajustado en el aparato, este permitirá el orden de conexión, por el contrario, si la resistencia medida es inferior al valor ajustado, el aparato no dará el orden de conexión efectuando una serie de ensayos, normalmente cuatro, cada 10 seg, al final de los cuales si la resistencia en catenaria no ha aumentado y por tanto no se ha producido la conexión del disyuntor, se producirá el bloqueo del aparato, dando una señal de salida de este bloqueo.

En el caso de que exista algún defecto en el circuito de conexión del disyuntor y la catenaria en orden, este dispositivo será capaz de diferenciarlos dando el orden de bloqueo después del primer ensayo efectuado.

La medida de aislamiento de la catenaria será ejecutada con la tensión real de alimentación 750 Vcc. Todas las fluctuaciones de tensión en catenaria serán detectadas y compensadas automáticamente para no producir error en la medida de tensión en catenaria, impidiendo por otra parte el orden reconexión con tensiones demasiado bajas.

3.20.2 Sistema comparador de línea (DDT)

Estará integrado en la cabina de feeder y gestionado desde el PLC de feeder. En el caso que en el momento de conexionar un feeder ya exista tensión en la línea debido 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, y bloqueando la conexión en caso que la diferencia supere un valor límite de seguridad.

3.20.3 Sistema de detección de defecto de línea (DDL)

Estará integrado en la cabina de feeder y gestionado desde el PLC de feeder.

Este sistema integrado en el PLC estará compuesto de una parte de medida, análisis de la señal mediante microprocesador y otra parte de prueba, medida y relés de salida, de señalización y desconexión del disyuntor.

3.20.4 Sistema de protección y vigilancia contra defectos de estructura

Estará integrado en la cabina de retorno y gestionado desde el PLC de retorno.

En el caso de detección de un defecto eléctrico a tierra en cualquier envolvente metálico de la subestación, localizado cuando la intensidad del transductor de puesta a tierra supera la intensidad ajustada o través de la tensión estructura (tierra) – negativo supera la tensión ajustada, y que provocará:

- Desconexión de todos los extrarrápidos de feeder.
- Desconexión de todos los disyuntores de grupos rectificador.
- Emisión de arrastre hacia todos los feeders correspondientes a subestaciones colaterales.

3.20.5 Sistema de protección y vigilancia de la tensión negativa - tierra

Estará integrado en la cabina de retorno y gestionado desde el PLC de retorno.

La descripción del sistema es el siguiente:

- La tensión que se presente entre los extremos del interruptor de descarga se comparará con dos niveles de valores ajustables, uno de alarma y otro de desconexión. Sobrepasar el segundo límite provocará:
 - Desconexión de todos los extrarrápidos de feeder.
 - Desconexión de todos los disyuntores de grupo.

3.20.6 Arrastre de subestaciones colaterales

El sistema está implementado en el armario de arrastres y gestionado por el PLC de arrastres.

El proceso de arrastre de colaterales se llevará a cabo cuando se dé una de las siguientes circunstancias:

- Desconexión de un disyuntor de feeder por falta eléctrica en catenaria
- Desconexión de todos los disyuntores de feeder por puesta a masa estructura.

En el primer caso, el relé de protección selectivo que detectará la falta eléctrica en catenaria enviará una señal al disyuntor correspondiente de la subestación que lo hará disparar. Todos los disyuntores se quedarán bloqueados en esta posición y solo se podrán desbloquear cuando esté liberado el fallo, pudiéndose hacer de forma local o a distancia.

En el segundo caso, se dará un orden de arrastre a todas dos subestaciones colaterales, provocando la desconexión de todos los disyuntores extrarrápidos de feeder. Una vez se tenga que determinar el origen de la subida de tensión y se haya solventado el problema, se podrán desbloquear todos los disyuntores de forma local o a distancia.

3.21 Modificación y configuración del hardware y software del Puesto de Mando Central

3.21.1 Introducción

Se incluye la modificación y configuración del hardware y software del Puesto de Mando Central, para la integración en éste (o estos) de la nueva subestación eléctrica y de paradas.

El hardware y software del Puesto de Mando Central quedará completamente instalado y a punto para funcionar.

3.21.2 Descripción

La integración en el SCADA desde el que se realice el telemando de la subestación, seguirá las pautas que se definan para este tipo de equipamientos. Se procurará una programación por bloques, que permita una más fácil integración de todos los sistemas e incluso proporcione integración de futuros equipos (existen reservas) de manera más eficiente e intuitiva.

La integración podrá ser sobre un SCADA específico para el control de subestaciones o incluso sobre un único SCADA de control de todas las instalaciones a nivel global.

3.21.3 Medición y abono

La medición se realizará por unidad de subestación integrada en el Puesto de Mando Central desde donde se realice el control de la citada subestación de manera completa de acuerdo con lo señalado en el P.P.T.P. y el capítulo de mediciones del Presupuesto.

El abono se realizará por la aplicación directa de los precios del cuadro de precios nº1 a las unidades de la medición.

3.22 Equipos de seguridad

El equipo de seguridad de la subestación estará formado por:

- Pértiga de salvamento 30 kV
- Pértiga de maniobra interior 30 kV
- Equipo de puesta a tierra para celdas
- Par de guantes aislantes de medida a 30 kV.
- Detector luminoso de ausencia 3,5 KV CC. Alfombrilla aislante 1000x1300x4,5 mm
- Banqueta aislante 45 kV
- Cinturón anticaídas con enganche a la espalda y a los laterales del cinturón
- Casco seguridad
- Cinturón electricista
- Pipeta de respiración brook airway.
- Respirador artificial con toma de oxígeno.
- Panel de anclaje del material de seguridad.
- Puesta a tierra para 750 v c.c.
- Verificador bipolar 1-40 kV.
- Verificador de ausencia de tensión de cc 1 kV.
- Reanimador manual.
- Pequeño material de seguridad formado por 2 triángulos de aviso de peligro de muerte, botiquín de urgencia, 2 lámparas portátiles, etc.

Los equipos irán sujetos sobre un panel de dimensiones convenientes y anclado a pared.

3.22.1 Medición y abono

Los equipos de seguridad se medirán completamente instalados, e incluyendo todos los medios auxiliares y trabajos complementarios necesarios para su montaje.

Esta unidad se abonará según los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 del Presupuesto.

3.23 Equipos complementarios en la subestación

3.23.1 Mobiliario completo para una subestación

El mobiliario de la subestación estará formado por:

- 1 mesa 1,50 x 0,60 m de tablero aproximadamente
- 1 silla con reposabrazos
- 1 armario
- 1 archivador metálico
- 1 flexo de mesa.
- 1 esquema eléctrico unifilar de la subestación enmarcado y con cristal en tamaño A1

3.23.1.1 Medición y abono

Los equipos complementarios se medirán completamente instalados, e incluyendo todos los medios auxiliares y trabajos complementarios necesarios para su montaje.

Esta unidad se abonará según los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 del Presupuesto.

3.24 Formación y documentación

3.24.1 Elaboración de cuatro copias de la documentación

La unidad de obra incluye toda la elaboración y entrega de seis copias de la Información Técnica y Normas de Mantenimiento de los Sistemas e Instalaciones del proyecto.

Además, el contratista deberá entregar una copia en poliéster de los planos y entregará la documentación en CD (AUTOCAD).

Estará integrada por lo menos por los siguientes documentos:

- Memoria. En ella se describirán las modificaciones y ampliaciones realizadas y el estado en el que quedan los sistemas de comunicaciones de las estaciones y los apeaderos que integran el proyecto, en todos sus aspectos.
- Planos. Se incluirán todos los planos y esquemas de detalle, listas de cables, regleteros, componentes, etc.
- Normas de Mantenimiento. Incluirá toda la documentación necesaria para el mantenimiento:
 - Lista detallada de repuestos recomendados para un año.
 - Lista detalla de proveedores de los equipos.
 - Manual de mantenimiento para cada uno de los equipos.
 - Operaciones a realizar en cada equipo, modo de llevarlas a cabo y periodicidad.
 - Lista de segundas fuentes de los equipos entregados.
 - etc.

3.24.2 Curso de formación

Esta unidad de obra incluye la preparación de la documentación necesaria y la realización de Cursos de Mantenimiento y de Explotación de subestación eléctrica de tracción y del

telemando de la misma, así como del equipamiento de comunicaciones, para cinco personas de dos semanas de duración, así como la entrega de documentación técnica relacionada con este curso.

El curso abarcará todos los aspectos objeto del proyecto.

El programa del curso lo elaborará el Contratista y lo someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa, que podrá modificarlo.

El curso se impartirá en instalaciones de ETS antes de la recepción.

4. ENSAYO Y PRUEBAS

El Contratista, deberá realizar todas las pruebas que aseguren el correcto funcionamiento de la subestación de tracción y por tanto asegure una correcta operación de todos los sistemas de ETS dependientes de esta nueva subestación, especialmente la operación de la línea ferroviaria, así como aquellos hacen depender a la subestación de un correcto funcionamiento.

Todas las actuaciones que para esto deba tener en cuenta el Contratista, se consideran incluidas dentro de las partidas presupuestarias.

4.1 Ensayos de equipos de potencia

4.1.1 Celdas de 30 kV

4.1.1.1 Ensayo de fábrica

El Contratista presentará a la Dirección Facultativa y a ETS los protocolos y resultados de las pruebas de serie en fábrica sobre las celdas de 30 kV así como las certificaciones de los ensayos tipo según normativa vigente expedidos por un Laboratorio oficial.

4.1.1.2 Seccionadores tripolares

- Prueba de tensión a frecuencia industrial a 36 kV;
- Prueba de nivel de aislamiento entre fases y masa a frecuencia industrial durante 1 minuto a 70 kV;
- Prueba de tensión con onda de choque 1,2/50 μ s entre fases y masa a 170 kV;
- Prueba de nivel de aislamiento entre contactos abiertos de una misma fase durante 1 minuto a 80 kV;
- Prueba de tensión con onda de choque 1,2/50 μ s entre contactos abiertos de una misma fase a 195 kV;
- Prueba de intensidad admisible entre contactos en permanencia a la corriente nominal;
- Prueba de intensidad térmica durante 1 s;
- El sistema constructivo y de ensayo enumerado anteriormente correspondiente a las normas IEC 60129, VDE 0670.

4.1.1.3 Transformadores de corriente

- Prueba de tensión a frecuencia industrial a 36 kV;
- Prueba de nivel de aislamiento entre devanados primario y secundario (secundario unido a tierra) a frecuencia industrial durante 1 minuto a kV y 70 kV y, entre secundario y tierra a 2 kV;
- Prueba de tensión con onda de choque 1,2/50 μ s a 195 kV;
- Sobreintensidad admisible en permanencia 1,2·In;
- El sistema constructivo y de ensayo enumerado anteriormente correspondiente con las normas IEC 60185 y 60186, VDE 0414 y UNE 21088.
- Medida del nivel de descargas parciales.

4.1.1.4 Transformadores de tensión

- Prueba de tensión a frecuencia industrial a 36 kV;
- Prueba de nivel de aislamiento entre devanados primario y secundario (secundario unido a tierra) a frecuencia industrial durante 1 minuto a 70 kV y, entre secundario y tierra a 2 kV;
- Prueba de tensión con onda de choque 1,2/50 μ s a 195 kV;
- Sobreintensidad admisible en permanencia 1,2 \cdot Un;
- El sistema constructivo y de ensayo enumerado anteriormente correspondiente con las normas IEC 60185 y 60186, VDE 0414 y UNE 21088.
- Medida del nivel de descargas parciales.

4.1.1.5 Interruptores tripolares

- Prueba de tensión a frecuencia industrial a 36 kV;
- Prueba de nivel de aislamiento a frecuencia industrial durante 1 minuto a 70 kV;
- Prueba de tensión con onda de choque 1,2/50 μ s a 195 kV;
- El sistema constructivo y de ensayo enumerado anteriormente correspondiente con la norma IEC 60056.

4.1.1.6 Ensayos de campo

- Verificación de las dimensiones externas.
- Verificación del equipamiento de las celdas, conforme a la documentación aportada por el fabricante.
- Verificación de cableado conforme a los esquemas eléctricos.

4.1.1.7 Ensayos funcionales: pruebas sobre celdas individuales

Una vez acabados los trabajos de ensamblaje de celdas en obra, el llenado de gas SF₆ y la comprobación de las características del gas, sobre cada celda de 36 kV se realizarán los siguientes ensayos de rutina:

- Prueba de operación mecánica.
- Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en los circuitos principales de interruptores, seccionadores y el resto de aparatos sin tensión en el circuito. La prueba se repetirá un mínimo de 5 veces en ambos sentidos.
- Prueba de dispositivos auxiliares hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación. La prueba se repetirá un mínimo de 5 veces para cada sistema.
- Ensayo de tensión a frecuencia industrial del circuito principal
- Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial, con el procedimiento de ensayo especificado en la norma UNE 20 099, CEI / IEC 298.
- En el caso que el circuito principal esté conectado a transformadores de potencia, estos se desconectarán. Por lo que hace a los transformadores de tensión, estos se conectarán a su posición de tierra.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control
- Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se realizará de acuerdo con la norma UNE 20 099, CEI / IEC 298.

El Contratista enviará a la Dirección Facultativa el protocolo de ensayo seguido por estas pruebas, así como los protocolos individuales de los elementos del circuito principal (seccionadores, interruptores automáticos, etc.).

4.1.1.8 Pruebas sobre conjunto de celdas

Sobre el conjunto del sistema de media tensión se realizarán las siguientes pruebas:

- Prueba y medida de tierras de todo el conjunto de celdas.
- Prueba de aislamiento de cada una de las partes y del conjunto del sistema con Megger a 5 kV.
- Prueba de funcionalidad del sistema, enclavamientos y seguridades.
- Control de disparo y ajuste de relés de protección, mediante alimentación con maleta de relés en el lado primario de los transformadores de intensidad.
- Control de penetración y tolerancias de pinzas en los equipos desenchufables.

4.1.2 Transformadores de tracción, de servicios auxiliares

4.1.2.1 Ensayos de fábrica

Estas pruebas serán aplicables tanto en los transformadores de grupo como en los transformadores de servicios auxiliares.

Estos ensayos se realizarán en fábrica en todos los transformadores, con estos completamente contruidos y con todos sus accesorios.

Además, todos los aparatos e instrumentos de medida que se utilicen en los ensayos y pruebas de equipos tendrán que estar calibrados por una entidad acreditada. El Contratista enviará a la Dirección Facultativa la relación de aparatos e instrumentos de medida utilizados así como sus protocolos y certificaciones.

La Dirección Facultativa asistirá a los ensayos de rutina en fábrica y pedirá todos los protocolos y certificaciones que crea necesarios al Contratista.

Los ensayos y comprobaciones a los que se verán sometidos serán como mínimo los siguientes:

- Ensayos de rutina
 - Comprobación de dimensiones y disposición de los diferentes accesorios.
 - Medida de la resistencia de los devanados para la acometida principal y para las acometidas externas.
 - Comprobación de la relación de transformación para todas las acometidas.
 - Comprobación de la polaridad y correspondencia de fases de los devanados en la acometida principal.
 - Comprobación del grupo de conexión.
 - Ensayo de resistencia de aislamiento.
 - Determinación de pérdidas en vacío a la tensión nominal y al 110% de la tensión nominal para la acometida principal.
 - Medida de corriente de excitación a la tensión nominal y al 110% de la tensión nominal para la acometida principal.
 - Determinación de la tensión de cortocircuito y de las pérdidas en el cobre a la intensidad nominal para la acometida principal.
 - Ensayo de tensión aplicada.
 - Ensayo de tensión inducida.

- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayos de tipo

Sobre una unidad de cada tipo de transformador se realizarán los ensayos siguientes:

- Medida de la corriente de derivación a tierra de las bobinas de AT.
- Ensayo de impulso a onda completa.
- Ensayo de calentamiento.
- Ensayo de nivel de ruido.

4.1.2.2 Ensayos de campo

- Verificación de las dimensiones externas.
- Verificación del peso.
- Comprobación de la placa de características y de señales de "Peligro eléctrico".

4.1.2.3 Ensayos funcionales

Estos ensayos se realizarán directamente en la instalación antes de expirar el período de garantía. Por esto se repetirán los ensayos necesarios para validar si los equipos entregados mantienen sus características y satisfacen las condiciones necesarias para realizar su misión.

Se procederá a la evaluación de los elementos fundamentales, los cuales no deberán de presentar señal de anomalía por calentamiento o esfuerzos mecánicos.

Si los resultados de los ensayos y comprobaciones son satisfactorios, se procederá a la recepción definitiva, levantando el acta correspondiente.

4.1.3 Celdas de corriente continua

4.1.3.1 Ensayos de fábrica

El fabricante presentará a la Dirección Facultativa y a ETS los protocolos y resultados de las pruebas de serie en fábrica sobre las celdas de corriente continua así como las certificaciones de los ensayos tipo según normativa vigente expedidos por un Laboratorio oficial.

Los ensayos de tipo incluirán los indicados a continuación ejecutados según la norma UNE-EN 50123:

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

4.1.3.2 Ensayos de campo

- Verificación de las dimensiones externas.
- Verificación del equipamiento de las celdas, conforme a la documentación aportada por el fabricante.
- Verificación de cableado y características del conjunto. El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos. Se verificará la idoneidad de las características del conjunto.

4.1.3.3 Ensayos funcionales: pruebas de rutina sobre celdas individuales

Una vez acabados los trabajos de ensamblaje de celdas en obra, sobre cada celda de corriente continua se realizarán los siguientes ensayos de rutina:

- Prueba de operación mecánica
- Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en los circuitos principales de interruptores, seccionadores y el resto de apartamento sin tensión en el circuito. La prueba se repetirá un mínimo de 5 veces en ambos sentidos, conforme a la norma UNE-EN 50123.
- Prueba de dispositivos auxiliares eléctricos.
- Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación. La prueba se repetirá un mínimo de 5 veces para cada sistema.
- Ensayo de tensión a frecuencia industrial del circuito principal
- Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial, con el procedimiento de ensayo especificado en la norma UNE-EN 50123-1.
- En el caso que el circuito principal esté conectado a transformadores de potencia, estos se desconectarán.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control
- Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 50123.

El Contratista enviará a la Dirección Facultativa el protocolo de ensayo seguido por estas pruebas, así como los protocolos individuales de los elementos del circuito principal (seccionadores, interruptores extrarrápidos, etc.).

Rectificadores

- Pruebas de control de aislamiento entre cualquier parte activa y masa durante 1 minuto a frecuencia industrial a 15 kV;
- Pruebas de desequilibrio de corriente entre los diferentes brazos de cada una de las fases, cuando por el rectificador circula la corriente nominal;
- Control del funcionamiento de los circuitos auxiliares del rectificador, microfusibles, dispositivos de enclavamiento, etc... En este sentido, se comprobarán los enclavamientos entre la celda de rectificación, el transformador de potencia y la celda de protección del grupo transformador – rectificador de 36 kV.

Feeders

- Pruebas de funcionamiento según UNE-EN 50123;
- Funcionalidad del enclavamiento entre rectificadores y feeder, de manera que los feeders se desconecten de la catenaria si los seccionadores de los rectificadores se abren;
- Funcionamiento de los enclavamientos del carro de feeder según la especificación técnica;

- Verificación de las regulaciones EDL, DDL y sobrecarga de corriente del relé de protección de feeder.

4.1.3.4 Pruebas sobre conjunto de celdas

Sobre el conjunto del sistema de corriente continua se realizarán las siguientes pruebas:

- Prueba y medida de tierras de todo el conjunto de celdas.
- Prueba de aislamiento de cada una de las partes y del conjunto del sistema según la norma UNE-EN 50123.
- Prueba de funcionalidad del sistema, enclavamientos y seguridades.
- Control de penetración y tolerancias de pinzas en los equipos desenchufables.

4.1.4 Cables M.T.

4.1.4.1 Ensayos individuales

Los ensayos individuales para cables serán los siguientes:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión: se aplica la tensión nominal durante 5 minutos.
- Ensayo de descargas parciales.

Todos los ensayos están definidos en la norma IEC 60502. Estos ensayos individuales se harán sobre todas las piezas de cable acabado, para demostrar que el conductor y el aislamiento están en buen estado.

4.1.4.2 Ensayos especiales

Los ensayos especiales para cables serán los siguientes:

- Examen del conductor, para comprobar norma UNE 21022.
- Verificaciones dimensionales de todas las partes constituyentes del cable.
- Ensayo eléctrico de tensión durante 4 horas como mínimo.
- Ensayo de alargamiento en caliente.

Todos los ensayos están definidos en la norma IEC 60502. Estos ensayos especiales se harán sobre una serie de muestras extraídas de las piezas de cable acabado, para comprobar que el cable cumple las especificaciones de diseño.

4.1.4.3 Ensayos en obra

Se comprobará:

- Que las secciones de cable estén de acuerdo con las especificaciones.
- El aislamiento entre fases, fases y neutro o fases y tierra.
- La rotación de fases.
- Que el tendido de los cables se ha realizado por ternas.
- Si la identificación de los cables es la correcta.

4.1.5 Red de puesta a tierra

La recepción de la red de tierras se realizará comprobando que se cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas a la NTE, en el Reglamento de subestaciones y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial, o en su defecto, las normas UNE indicadas en NTE – IEP / 1973, instalaciones de electricidad: puesta a tierra y en NTE – IET / 1983 instalaciones de electricidad: Centros de Transformación.

Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados en NTE – IEP / 1973, instalaciones de electricidad: puesta a tierra y en NTE – IET / 1983 instalaciones de electricidad: Centros de transformación.

Una vez realizada la red de tierras, se realizará la medida de las tensiones de paso y contacto, así como la determinación del valor en ohms de la red de tierras enterrada.

4.2 Ensayos de instalaciones y equipos auxiliares

4.2.1 Cuadros eléctricos

4.2.1.1 Ensayos en fábrica

Se realizará los siguientes ensayos de rutina especificados en las normas:

- Inspección del cableado y del funcionamiento eléctrico, así como, comprobación de marcas y etiquetas.
- Ensayos dieléctricos de los circuitos principales y auxiliares, excepto elementos que por sus características no se puedan someter a la tensión de ensayo, como circuitos electrónicos.
- Verificación de las medidas de protección y de la continuidad eléctrica de los circuitos de protección.

El fabricante adjuntará los Planos e información técnica, protocolos de los ensayos y certificados de prueba de cortocircuito tipo.

Los ensayos y pruebas en fábrica se regirán por la norma UNE 20.098 (IEC-439)

4.2.1.2 Ensayos en obra

Una vez instalados se realizarán las pruebas y ensayos establecidos por la Legislación vigente y aquellos que considere oportuno la Dirección Facultativa.

- Repaso general de toda la instalación, limpiando todos los posibles residuos de la misma, así como revisar el posible olvido de algún útil o herramienta.
- Medida de aislamiento tanto del circuito principal como de los circuitos auxiliares y de control.
- Medida de rigidez dieléctrica.
- Operación normal de todos los elementos de corte.
- Medidas de tensión, factor de potencia, equilibrio de fases.

- Introducir tensión de control y operar los elementos de comando. Es muy importante verificar el reglaje de los relés de protección y comprobar los circuitos de desconexión.
- Al dar tensión a los cuadros, aislar la zona y poner señales de peligro para evitar que personas externas a la instalación accedan a los mismos.
- Una vez que se ha introducido tensión en cualquier cuadro se deberá de poner un panel o señal indicando "Cuadro con tensión" hasta finalizar las Obras.

4.2.2 Cargador - baterías de corriente continua

4.2.2.1 Ensayos en fábrica

Se realizarán los siguientes ensayos de rutina especificados en las normas:

- Inspección de cableado y de funcionamiento eléctrico, así como comprobación de marcas y etiquetas.
- Ensayos dieléctricos de los circuitos principales y auxiliares, solamente en aquellos que por sus características no se puedan someter a la tensión de ensayo.
- Verificación de los diferentes valores de tensiones e intensidades para diferentes porcentajes de carga y los siguientes regímenes: flotación con batería y sin batería; carga rápida y carga excepcional o profunda. Se verificará de forma especial los valores máximos y de rizado de la tensión de salida del rectificador.
- Comprobación del ciclo de descarga de la batería.

4.2.2.2 Ensayos en obra

Una vez instalados se realizarán las pruebas y ensayos establecidos por la Legislación vigente y aquellos que considere pertinente la Dirección Facultativa.

- Repaso general de toda la instalación, limpiando todos los posibles residuos de la misma, así como revisar el posible olvido de algún útil o herramienta.
- Medida de aislamiento tanto del circuito principal como de los circuitos auxiliares y de control.
- Medida de rigidez dieléctrica.
- Operación normal de todos los elementos de corte.
- Medidas de tensión, factor de potencia, equilibrio de fases.
- Introducir tensión de control y operar los elementos de comando. es muy importante verificar el reglaje de los relés de protección y comprobar los circuitos de desconexión.
- Al dar tensión a los cuadros, aislar la zona y poner señales de peligro para evitar que personas externas a la instalación accedan a los mismos.
- Una vez que se ha introducido tensión en cualquier cuadro se deberá de poner un panel o señal indicando "Cuadro con tensión" hasta finalizar las Obras.

4.2.3 Sistema de detección automática de incendios

Las pruebas de aceptación del sistema deberán cumplir el estándar BS 6266 Ax. A3 y A4.

Los procedimientos de inspección y pruebas serán los siguientes:

- Comprobación visual de la calidad de la instalación, fijaciones, agujeros, señalización y conexiones.
- Asignación de funciones.
- Pruebas funcionales previas.

- Programación.
- Pruebas sobre BS 6266.

Las pruebas y ensayos del sistema de detección serán enfocadas a los siguientes componentes del sistema:

Red de cañerías:

- Antes de las pruebas funcionales se realizará una inspección visual de toda la red de cañerías de muestreo. Los tubos que muestren pruebas de golpes, o chafado se han de desmontar e instalar de nuevo. También se deberá de inspeccionar si cumplen las especificaciones e instrucciones de montaje los soportes de las paredes, techos, estructura y la separación de las abrazaderas de los tubos. Se procederá a reparar el soporte que no cumpla los requisitos de esta especificación.

Equipo de muestreo (detector):

- Se seguirán los protocolos de puesta en funcionamiento indicados por el fabricante del equipo.
- Estos formularios de puesta a punto deberán de ser presentados a la Dirección Facultativa para su información y/o aprobación delante de la puesta en funcionamiento de la instalación.

4.2.3.1 Pruebas de aceptación

Se seguirán las fijadas por el British Standard nº 6266 y los datos se recogerán en el registro de calidad correspondiente.

En aquellos lugares donde este tipo de prueba no sea factible realizarla, el Contratista propondrá un método alternativo que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

4.2.3.2 Inspección

Todas las Pruebas han de ser certificadas por persona o entidad aceptada por ETS, Dirección Facultativa o sus representantes.

Se emitirá el certificado correspondiente a la prueba que deberá de adjuntarse a la documentación final del Proyecto.

4.2.4 Cables B.T

4.2.4.1 Ensayos en fábrica

El Contratista realizará los tests de fábrica necesarios, comprobando que los cables cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial, o, en su defecto, las normas UNE indicadas en NTE-IEB / 1974, instalaciones de Electricidad de baja tensión y en NTE – IER / 1984 instalaciones de electricidad.

4.2.5 Ensayos en obra

Se comprobará:

- Que las secciones de cable estén de acuerdo con las especificaciones.
- El corte de las conexiones.
- El aislamiento entre fases, fases y neutro o fases y tierra.
- La rotación de fases.
- Que la acometida de los cables se ha realizado por ternas.
- Si la identificación de los cables es la correcta.

4.2.6 Canalizaciones

4.2.6.1 Ensayos en obra

El material será suministrado acompañado de los documentos que acrediten al menos los siguientes ensayos:

- Ensayo de comportamiento delante agentes químicos.
- Ensayo de grado de protección por el que han estado diseñados.
- Ensayo de espesor en micras del recubrimiento

4.2.6.2 Transporte, recepción y almacenaje

Suministro: Empaquetado en cajas de cartón. Cada caja tiene que indicar de forma indeleble y bien visible, los datos siguientes:

- Marca comercial
- Referencia
- Cantidad
- Dimensiones
- Código de fabricación
- Referencia a las normas

Canalizaciones, bandejas de longitud de 2 y 3 m, se admite una tolerancia de ± 10 mm.

Cada tira tiene que llevar marcadas, de forma indeleble y bien visible, los datos siguientes:

- Marca comercial
- Referencia
- Código de fabricación
- Referencia a las normas

El almacenaje se realizará en lugar protegido contra los impactos, la lluvia, la humedad y los rayos del sol y sin contacto directo con la tierra.

Cuando el material llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

La Dirección Facultativa comprobará que los materiales son de fabricante conocido, realizando una inspección visual, para comprobar que se trata de material de nuevo uso.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática serán los fijados en NTE – IEB / 1974 instalaciones de Electricidad de baja tensión y en NTE – IER / 1984 instalaciones de electricidad: red exterior.

4.2.7 Sistema de iluminación

4.2.7.1 Ensayos en obra

La recepción de estos materiales se realizará comprobando que cumplen condiciones funcionales y de calidad fijadas a las NTE, en el Reglamento electrotécnico de baja tensión y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto, las normas UNE indicadas a NTE – IEB/1974, instalaciones de electricidad baja tensión y en NTE – IER / 1984 instalaciones de electricidad.

Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial, indicando el cumplimiento de normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados a la norma tecnológica citada anteriormente.

Para la aceptación del equipo de encendido, el Contratista entregará los ensayos de aprobación y homologación de los equipos suministrados y firmados por el fabricante.

En el resto de materiales cumplirán con las normativas aplicables a cada caso.

4.2.7.2 Ensayo en fábrica

En el caso de luminarias de las lámparas deberán de someterse a los siguientes ensayos y medidas:

- Medida del consumo de la lámpara.
- Medida del flujo luminoso inicial.
- Ensayo de duración para determinar la vida media.
- Ensayo de depreciación, midiendo el flujo luminoso emitido al final de la vida útil indicada por el fabricante.

Para realizar los ensayos y medidas se tomarán como mínimo, 10 lámparas, considerando como resultado de los mismos la media de los diferentes valores obtenidos.

4.2.8 Tomas de corriente y pequeño material

4.2.8.1 Ensayos en fábrica

El material será suministrado acompañado de los documentos que acrediten al menos los siguientes ensayos:

- Ensayo de comportamiento delante agentes químicos.
- Ensayo de grado de protección por el que han estado diseñados.
- Ensayo de espesor en micras del recubrimiento.

4.2.8.2 Ensayos en obra

La recepción de estos materiales se realizará comprobando que cumplen condiciones funcionales y de calidad fijadas a las NTE, en el Reglamento electrotécnico de baja tensión y a las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto, las normas UNE indicadas a NTE – IEB/1974, instalaciones de electricidad baja tensión y en NTE – IER /1984 instalaciones de electricidad.

Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial, indicando el cumplimiento de normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán las fijadas a la norma tecnológica citada anteriormente.

La Dirección Facultativa comprobará que los materiales son de fabricante conocido, realizando una inspección visual, para comprobar que se trata de material de nuevo uso.

En todos los materiales se utilizarán los medios necesarios para que durante el transporte y manipulación no sufran deterioro alguno.

4.3 Ensayos finales de verificación

El objeto de los ensayos de recepción es el comprobar que la instalación está de acuerdo con los servicios contratados y que se ajusta, por separado cada uno de sus elementos y globalmente, a lo que se ha especificado en el Pliego.

También será necesario que hayan estado previamente corregidas todas las anomalías denunciadas a lo largo de la ejecución de los trabajos, que se haya hecho una supervisión del conjunto de la instalación con el fin de comprobar el perfecto estado de todos sus componentes, procediendo a reparar cualquier defecto encontrado (golpes, ralladas, etc.) y que la instalación haya estado equilibrada, puesta a punto, limpiada y convenientemente rotulada por parte del Contratista.

El término de las pruebas no será inferior a un mes de funcionamiento continuado de toda la instalación sin aparición de errores o anomalías que paralicen total o parcialmente el servicio. El término de pruebas volverá a comenzar tantas veces como se presenten errores y anomalías.

Finalizado este término, el Contratista podrá solicitar a ETS la recepción provisional de las obras.

El Contratista presentará a la Dirección Facultativa previamente al montaje un protocolo de las pruebas que tiene previstas realizar, tanto en taller como una vez acabados el montaje y la puesta a punto. Este protocolo será el aprobado por la Dirección Facultativa.

Será responsabilidad del Contratista facilitar los medios auxiliares necesarios para la realización de las pruebas así como todo el personal necesario. Las pruebas se realizarán en presencia de la Dirección Facultativa.

Todas las modificaciones, reparaciones y substituciones, reparaciones y substituciones necesarias para que las pruebas resulten satisfactorias, a criterio de la Dirección Facultativa, serán abonadas por cuenta del Contratista.

Las pruebas serán precedidas de una validación de los materiales en el momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a la obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de estas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando solamente sus características aparentes.

Las pruebas que deberán de realizarse, sin perjuicio de aquellos otros que solicite la Dirección Facultativa o que se indiquen en otros artículos, serán las siguientes:

- Pruebas de funcionamiento.
- Consumo de energía;
- Nivel de ruido a 1 m de distancia de cada equipo y del transmitido al exterior de la sala de máquinas de la subestación.

En particular, se llevarán a cabo las siguientes pruebas e inspecciones:

- La resistencia de aislamiento de los conductores de las fases activas y del neutro a tierra y entre conductores, medida con una tensión mínima de 5000 V, no podrá ser inferior a 10 MΩ. La medida se efectuará después de haber desconectado todos los aparatos receptores;
- Se medirán tensión y corriente a los diferentes circuitos, tanto en vacío como a plena carga, comprobando si las caídas de tensión se ajustan a los límites exigidos por el REBT;
- Se comprobará el funcionamiento y disparo de los interruptores diferenciales, provocando pérdidas en los diferentes circuitos;
- Se efectuará un muestreo en las canalizaciones comprobando que la acometida sea permisible, la sección la especificada y los colores los normalizados;
- Se comprobará que luminarias, proyectores, mecanismos y todas las masas metálicas afectadas por el servicio eléctrico estén dotadas de conductor de protección y que el mismo esté conectado mediante terminal de presión;
- Se comprobará el funcionamiento automático de los equipos autónomos de alumbrado de emergencia;
- Se comprobará el funcionamiento correcto de los puntos de luz y de las tomas de corriente;
- Se comprobará el nivel de iluminación;
- Se comprobará el equilibrado entre fases de todos los circuitos eléctricos.

4.4 Ensayos finales de aceptación

Los resultados de las pruebas finales se recogerán en un Acta o Protocolo. Se comprobará el funcionamiento satisfactorio de las instalaciones durante un período de setenta y dos (72) horas. Si se confirma que el equipo es adecuado para funcionar en las previsiones establecidas, el protocolo será firmado por el Contratista y la Dirección Facultativa.

Si el resultado de las pruebas no resultara satisfactorio, demostrándose que la instalación no funciona según la especificación, el Vendedor la modificará hasta conseguir los resultados esperados.

Todos los gastos originados por las modificaciones necesarias serán por cuenta del Contratista, así como las que se produzcan como consecuencia de la repetición de los ensayos de puesta en servicio.

Bilbao, Mayo de 2020



LA INGENIERO INDUSTRIAL
AUTORA DEL PROYECTO

Fdo. Erika Ferrer Arechinolaza