



**ctb**

bizkaiko garraio partzuergoa  
consorcio de transportes de bizkaia

Diligencia: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado por el Consejo General del Consorcio de Transportes de Bizkaia de fecha: Eginbidea: Zera jasota gera dadin ondoren aipatzen den datan, Bizkaiaiko Garraio Partzuergoaren Kontseilua Nagusiak agiri hau onartu duela:

2015eko apirilaren 21a

Doy fe.

Fede ematen dut.

Data/Fecha: Bilbao (n), 2015/IV/21  
Idazkari nagusia/El secretario general



Pliego de prescripciones técnicas para el Suministro de

## RENOVACIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN DE AIBOA

CTB-2213-15

Marzo 2015



## ÍNDICE

1. OBJETO DEL PLIEGO .....	4
2. ANTECEDENTES.....	4
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DEL FMB.....	5
4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN .....	6
5. ALCANCE DEL SUMINISTRO.....	11
6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS .....	15
7. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	21
8. GARANTÍA.....	22
9. PRESUPUESTO .....	23
10. SOLVENCIA TÉCNICA.....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
11. CRITERIOS CUANTIFICABLES AUTOMATICAMENTE Y NO CUANTIFICABLES. JUSTIFICACIÓN.....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
11.1. CRITERIOS CUANTIFICABLES Y NO CUANTIFICABLES;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
11.2. JUSTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS Y DEL UMBRAL DE LA PUNTUACIÓN. ....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	



ANEXO I: PLANOS DE LA SUBESTACIÓN DE AIBOA

ANEXO II: LISTA DE SEÑALES DE LA SUBESTACIÓN DE AIBOA



## 1. OBJETO DEL PLIEGO

El objeto de la contratación es establecer las condiciones técnicas que habrá de regir la obra para realizar la renovación del hardware y software de control de la subestación de Aiboa.

## 2. ANTECEDENTES

El nivel de automatización de una subestación de tracción permite el funcionamiento de la instalación sin disponer de personal técnico presencial, incluso en caso de anomalías concretas

La arquitectura del sistema de automatización de los equipos eléctricos de la subestación está formada por los siguientes elementos:

- Equipo periférico de jerarquía superior dedicado a la supervisión general y al intercambio de información con el PMC, compuesto por un PLC maestro, un PC de supervisión y sistema SCADA.
- Red de comunicaciones que interconecta todas esas funciones de control y protección.
- PLCs dedicados al control y protecciones de cada celda

Los equipos mencionados, en el caso de la Subestación de AIBOA, se encuentran con problemas de obsolescencia, debido a que los fabricantes han discontinuado el tipo de PLCs instalados, lo que dificulta su mantenimiento.

El FMB dispone de tres subestaciones con el mismo tipo de PLCs, por lo tanto con el mismo problema de cara a su mantenimiento. Se trata de las subcentrales de Urbinaga y Ansio.

Por todo ello, y de cara poder seguir manteniendo estas dos últimas, se opta por renovar la subestación de Aiboa, y obtener así un parque suficiente de repuestos, que aseguren que las subcentrales de Ansio y Urbinaga se puedan mantener el mayor tiempo posible.



### 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DEL FMB

El nivel de automatización de una subestación de tracción permite el funcionamiento de la instalación sin disponer de personal técnico presencial, incluso en caso de anomalías concretas.

Las funciones básicas del sistema de automatización son las siguientes:

- Maniobra de los seccionadores y disyuntores de:
  - o Cuadros de 30 kV
  - o Cuadros de 3 KV
  - o Servicios auxiliares
  - o Cuadros de 13,8 kV
  - o Grupos rectificadores
  - o Feeders de catenaria
- Señalización de la posición en la que se hallan esos elementos, así como del modo de control local/remoto.
- Indicación de las alarmas producidas en esos elementos, así como en equipos de arrastre y circuitos de puesta a masa.
- Tratamiento de las lecturas (medidas analógicas) de tensión e intensidad, así como de las medidas de los contadores.
- Registro cronológico de todas las órdenes recibidas desde el PMC, así como de las alarmas y cambios de estado transmitidos al PMC.

Esas funciones se podrán llevar a cabo tanto de forma local, como de forma remota por medio del telemando de Energía.

Todo el sistema de automatización de la subestación se encuentra conectado al telemando de Energía, centralizado en el PMC, y asociado al resto de las subestaciones del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao.



Esa conexión se realiza por medio del equipo periférico de la subestación, que está unido a los equipos centrales del PMC por medio de la red de fibra óptica de Metro Bilbao.

De esa forma los equipos eléctricos de la subestación se pueden actuar de las siguientes formas:

- Local *in situ*, actuando sobre las manetas y conmutadores situados en el frontal de cada celda.
- Local centralizado, desde el PC de supervisión, actuando sobre pantallas gráficas mediante ratón y teclado.
- Remoto (telemando), desde el PMC, que será el modo de funcionamiento habitual.

El modo de mando es el mismo para todos los PLC que componen el sistema de automatización.

Las distintas celdas (tanto de alterna como de continua) y las instalaciones auxiliares de la subestación están gobernadas mediante PLCs dedicados. Todos esos PLCs están conectados mediante una red de topología bus con un software que permite el intercambio de señales y valores entre los distintos PLCs dedicados y el equipo periférico de la subestación.

#### 4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

La arquitectura del sistema de automatización de los equipos eléctricos de la subestación está formada por los siguientes elementos:

- Equipo periférico de jerarquía superior dedicado a la supervisión general y al intercambio de información con el PMC, compuesto por un PLC maestro, un PC de supervisión y sistema SCADA.
- Red de comunicaciones que interconecta todas esas funciones de control y protección.
- PLCs dedicados al control y protecciones de cada celda o equipo.



#### 4.1. EQUIPO PERIFÉRICO

Las funciones a realizar por el equipo periférico son las siguientes:

- Recoger las señales generadas en los distintos equipos de la subestación (posición y estado de los aparatos de maniobra, alarmas de funcionamiento) y enviarlas al PMC.
- Ejecutar las órdenes recibidas desde el PMC haciéndolas llegar al PLC dedicado correspondiente.

El equipo periférico está compuesto por un PLC maestro, PC de supervisión y sistema SCADA.

##### 4.1.1. PLC MAESTRO

El PLC maestro realiza las funciones de concentrador de comunicaciones, puente entre la red de comunicaciones de la subestación y la red de fibra óptica del Metro Bilbao, adicionalmente realiza funciones de lógica de control. Incluye tarjetas de E/S como reserva para incluir eventuales señales no previstas.

##### 4.1.2. PC DE SUPERVISIÓN

El PC de supervisión, y el sistema SCADA asociado, permite la obtención de información, señalización y alarmas de todos los equipos eléctricos de la subestación, así como la ejecución de órdenes de mando sobre los distintos elementos de la instalación.

##### 4.1.3. SISTEMA SCADA

El PC emplea un sistema operativo con entorno gráfico como interface con el operador.

La subestación está gestionada por un sistema de supervisión y control industrial (SCADA), que permite realizar en tiempo real operaciones de supervisión, control y registro de datos del funcionamiento de los equipos eléctricos.



La comunicación con el operador local se realiza mediante sinópticos a distintos niveles, abarcando desde una visión general de la subestación con indicación de la posición real de cada apartamento (símbolos gráficos indicando abierto o cerrado) e indicación de presencia o no de tensión en las distintas partes de la subestación.

Otras pantallas de representación de información, no meramente sinópticos, son las pantallas de detalle de una magnitud concreta (variable, nombre, valor inicial, valor actual, evolución, etc.), diagramas de tendencia, diagramas históricos, etc.

El paso de un nivel de sinópticos a otro se puede realizar sin necesidad de memorizar códigos o comandos.

#### 4.2. RED DE COMUNICACIONES

La red de comunicaciones de la subestación es una red diseñada para aplicaciones de control industrial en tiempo real.

Dado el espacio reducido en el cual se instalará la red de comunicación interna, se deberá considerar que existirán varias fuentes de posible perturbación electromagnética. A fin de evitar estas perturbaciones puede ser necesario realizar una red de comunicación interna mediante fibra óptica en lugar de la clásica y habitual red por medio de cables.

Tiene una disposición física de tipo bus y están conectados a ella todos los PLCs y el PC de supervisión. Todos los nodos que forman la red comparten la información entre ellos y tienen la misma prioridad en cuanto a protocolo.

El medio físico para la conexión será fibra óptica y el protocolo de comunicaciones será Modbus sobre TCP/IP.

La conexión de los PLCs se realiza directamente por medio del módulo de comunicaciones que lleva incorporado cada uno. Es posible la conexión y desconexión de equipos a la red sin que se pare la comunicación con el resto.

Un fallo en el bus de comunicaciones impide que los PLCs conectados sigan funcionando. De igual forma, la caída de cualquiera de los nodos no deberá afectar al funcionamiento del resto de nodos activos, ni al tráfico de datos por el bus.



El funcionamiento de la red permite el acceso controlado de los PLC a los distintos equipos eléctricos de la subestación. Cada PLC dedicado lee y analiza la información relativa a los elementos que controla, toma las acciones de control lógico que sean necesarias y transmite la información de estado por medio del bus de comunicaciones al resto de PLCs y al equipo periférico para su envío al PMC.

El intercambio de información por la red se refiere no sólo a órdenes de actuaciones e información de estado, sino también a datos relativos a estados internos de los PLCs, estado de la red, modo de funcionamiento (local/telemando), etc.

La gestión de los equipos de red se realizará mediante un entorno basado en tecnología web y deberá tener, al menos los siguientes servicios:

- Información ampliada sobre el dispositivo y la red.
- Protocolos de supervisión de red (RMON, SNMP).
- Registro de Eventos persistente en el propio equipo de red.
- Sistemas de redundancia de anillo.
- Redundancia de enlace de anillos o equipos.
- Servicios de priorización de tramas y puertos.
- Limitación de tráfico multicast y broadcast.
- Seguridad de puertos.
- Creación de VLANs.

#### 4.3. PLCs DEDICADOS

Los PLCs dedicados, distribuidos por los distintos bloques que componen la subestación, realizan el mando y el enclavamiento de los equipos, las operaciones y cálculos con señales analógicas y el almacenamiento de alarmas y estados de elementos.

Los PLCs son equipos modulares y garantizan la plena adaptabilidad a las necesidades concretas de control y protección de cada bloque funcional.

Las celdas incluyen relés intermedios, de bajo consumo y bornas seccionables, que recogen las señales de los equipos asociados al telemando de energía y envían las órdenes a los distintos equipos.



Todos los PLCs dedicados, así como la instalación completa de automatización y telemando poseen certificación CE para el mercado de todos sus productos.

Los PLCs están formados por una unidad central programable (CPU), a la que se añaden módulos adicionales en función de las señales a tratar. Estos elementos van montados sobre chasis alojados en armario bastidor. La conexión de los módulos adicionales a la unidad central se realiza de forma que el cableado de interconexión sea mínimo.

Todas las CPUs que compongan el sistema de automatización de la subestación son intercambiables entre sí, y tienen la capacidad suficiente para almacenar el programa específico, los datos intermedios y los registros históricos de cada PLC individual.

La CPU realiza funciones de diagnóstico del hardware y de los elementos a los que está conectada. Ejecuta un programa desde la memoria RAM en modo cíclico. La CPU incluye una batería tampón con capacidad de almacenamiento de la memoria RAM completa en caso de fallo de la alimentación a la CPU.

La programación de las CPUs se realiza por medio del software de programación del fabricante de los PLCs. Este software de programación está basado en CEI/IEC 1131-3 y permite simular el funcionamiento de los programas, permitiendo la conexión on-line y off-line con cualquier PLC de la subestación.

Las CPUs disponen de un puerto de comunicaciones para su conexión al bus y los puertos necesarios adicionales para conexión de equipos externos (relés, etc.).

El tiempo medio entre fallos de todo el sistema de automatización es superior a 200.000 horas.

#### *Módulos de Entradas/Salidas*

Las funciones básicas de los módulos de Entradas/Salidas son:

- Lectura de variables de entradas analógicas.
- Lectura de variables de entradas digitales y de impulsos.
- Actuación sobre salidas digitales.
- Actuación sobre salidas analógicas.



Los módulos de conexión de E/S analógicas tienen capacidad de conexión de 4 canales y son capaces de transmitir a la CPU valores con signo de medidas analógicas, con conversión analógica/digital de 12 bits. La tensión de entrada es de  $\pm 10$  V. Las tarjetas pueden extraerse sin quitar el cableado (bornero extraíble) y están separadas galvánicamente del chasis por medio de optoacopladores.

Los módulos de conexión de E/S digitales tienen capacidad para conectar 16 puntos de E/S. La tensión es de 24 Vcc. Las tarjetas pueden extraerse sin quitar el cableado (bornero extraíble) y estarán separadas galvánicamente del chasis por medio de optoacopladores.

#### 4.4. ARRASTRE DE COLATERALES

El sistema de arrastre entre subestaciones colaterales es un sistema de protección por arrastre de extrarrápidos que actúan sobre subestaciones de tracción colaterales que tienen feeders alimentando en paralelo un mismo tramo de catenaria. Su función es evitar que un defecto en un punto de la línea aérea de tracción sea detectado solamente por los extrarrápidos de una subestación mientras la otra continúe alimentando la falta.

La lógica de arrastre reside en los PLC de retornos. Una vez detectada la apertura de un extrarrápido de la subestación, el PLC de retornos se encarga de enviar las órdenes de apertura al equipo de arrastres ubicado en la subestación para transmitir esta información a la subestación que alimenta colateralmente el mismo tramo de catenaria, y abrir en el menor tiempo posible el extrarrápido implicado.

Las señales de arrastre se llevan desde las tarjetas de E/S del equipo de arrastres hasta el repartidor de F.O. de la subestación mediante latiguillos. Los repartidores de las subestaciones y sus colaterales están unidos mediante dos fibras ópticas dedicadas a las funciones de arrastre, conectando punto a punto los equipos de arrastre de las subestaciones.

#### 5. ALCANCE DEL SUMINISTRO

El alcance contemplado en el presente Pliego incluye la renovación completa del hardware y software de control de la subestación de Aiboa incluyendo la



documentación, formación y pruebas necesarias para su correcta puesta en funcionamiento, asegurando que el periodo de transición sea mínimo. Asimismo se incluirá el suministro de una cantidad suficiente de equipos para repuestos.

Quedan también incluidos todos los equipos, accesorios, pequeño material y servicios no específicamente indicados en este Pliego, pero necesarios para una operación segura y fiable de la instalación.

Todos los trabajos de montaje e instalación incluirán además de la mano de obra necesaria, la descarga y posicionamiento de equipos y materiales en obra, incluyendo los medios de elevación y maquinaria auxiliar necesaria para su almacenamiento, mecanización, ubicación en emplazamiento definitivo, fijación, etc.

Tanto los equipos a suministrar como la instalación final, dispondrán de marcado "CE".

#### 5.1. TRABAJOS A REALIZAR

Los trabajos consistirán en el desmontaje de los actuales PLCs de las celdas de la subestación de Aiboa así como en el suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de unos nuevos PLCs que deberán ser compatibles con los actualmente instalados en las subestaciones de MB. Se incluirán todas las tareas adicionales necesarias para la correcta instalación de dichos PLCs como pueden ser cableados, instalación de bornas, tarjetas de entrada/salida, etc.

En caso de instalar un PLC de marca/modelo diferente a los ya instalados en las subestaciones de MB el licitador tendrá que realizar una prueba de funcionamiento previa para ser aprobada por Dirección de Obra.

Además de lo anterior se suministrará una cantidad suficiente de PLCs para repuestos. Esta cantidad se ha estimado en torno al 10% del total, por lo que las cantidades finales a suministrar serán las necesarias para la sustitución completa de los PLCs de la subestación de Aiboa, añadido un 10% adicional a modo de repuesto. Asimismo, se suministrarán relés de protección SEPAM de forma que MB disponga de repuestos de estos elementos.

También será necesario instalar una nueva red de comunicaciones entre los PLCs. Dado el espacio reducido en el cual se instalará la red de comunicación interna se deberá



considerar que existirán varias fuentes de posible perturbación electromagnética, por lo que a fin de evitar estas perturbaciones se instalará una red de comunicación interna mediante fibra óptica en lugar de la clásica y habitual red por medio de cables de cobre. El protocolo utilizado será uno estándar y de demostrada experiencia en entornos similares a los del presente Pliego, es decir, en subestaciones eléctricas ferroviarias. Preferentemente se usará protocolo MODBUS o IEC-104 (PROTOCOLO IEC-104/VSAT APLICADO AL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS). En caso de proponer uno diferente se deberá justificar. En cualquier caso, la Dirección de Obra se reserva el derecho de poder exigir al licitador uno u otro protocolo, por lo que los PLCs deberán permitir elegir cual se quiere emplear.

Aunque está previsto implementar la lista de señales actual y, por lo tanto, el SCADA no tiene que ser modificado, en caso de que se detectase algún error en el SCADA actual o se decidiese ampliar alguna señal se realizarán los trabajos necesarios para actualizar y adecuar dicho SCADA.

Por otra parte, si se decidiese hacer algún cambio en los programas de los PLCs (partiendo de los actuales que entrega MB) también se incluyen estos cambios dentro del alcance. En cualquier caso, los cambios siempre serían menores, del tipo ampliación o reducción de alarmas, etc., en ningún caso cambios en la lógica de funcionamiento de la subestación.

Todo el material retirado será entregado en las instalaciones de Talleres de Sopela de Metro Bilbao, perfectamente embalado y protegido por tratarse de elementos reutilizables como repuestos para otras SSEE de MB.

Además de los trabajos anteriormente mencionados, relacionados con la renovación del hardware y software de control de la subestación, se instalarán varias cámaras, tanto en el interior como en el exterior del edificio de la subestación, con el fin de vigilar el entorno de la subestación. Para ello será necesario realizar la instalación de un switch PoE Gigabit con el número de puertos necesarios y realizar las conexiones necesarias de cableado y FO. El repartidor de FO de la S/E de Aioa es para 8 FOs y la manguera tendida entre S/E y estación también es de 8 FOs. Actualmente tiene las 8 FOs conectorizadas de las cuales 4 están libres, siendo necesarias únicamente 2 para conectar el nuevo switch. Sin embargo, aunque hay 4 FOs disponibles sería necesario realizar una revisión de las mismas, ya que existen dudas de que las 4 estén operativas (están utilizadas la 1 y la 3, saltándose la 2).



Al acabar cada jornada se retirará cualquier material o herramienta utilizada durante los trabajos, así como los elementos desmontados durante esa jornada, de forma que la instalación quede limpia y en perfectas condiciones para su correcto funcionamiento.

## 5.2. DOCUMENTACIÓN

Toda la documentación técnica necesaria para el correcto desarrollo de los trabajos (programas de PLCs, lista de señales, planos con distribución de borneros, etc.) será suministrada por MB.

No obstante, será siempre responsabilidad del licitador verificar la concordancia entre la documentación entregada y lo actualmente instalado y en funcionamiento.

## 5.3. PLANIFICACIÓN DE TRABAJOS

Como ya se ha mencionado anteriormente, para realizar los trabajos descritos en el presente Pliego se pide que el periodo de transición sea mínimo. Dicho periodo se ha estimado en un máximo de 2 semanas de parada total de la S/E de Aiboa, valorándose aquellas propuestas en las que se acorte dicho periodo de parada o, idealmente, se mantenga la S/E operativa en el horario de explotación de MB y se realicen todos los trabajos en jornadas nocturnas. En cualquier caso, la Oferta incluirá una planificación de los trabajos, de acuerdo a las necesidades estimadas por cada ofertante.

Asimismo, la Oferta deberá incluir una metodología detallada de los trabajos (horario diurno y/o nocturno) en la que se desglosen las horas previstas para cada tarea, mencionando, en caso necesario, la necesidad de parada de la S/E (total o parcial).

## 5.4. SUBCONTRATACIÓN DE TRABAJOS

En caso de que la realización de determinadas unidades de obra obligue al adjudicatario a subcontratar dichas tareas, éste deberá presentar la correspondiente relación de subcontratistas para su aprobación por parte de Dirección de Obra.

Se pondrá especial atención al subcontratista que realice la programación de los PLCs, valorándose el hecho de que sea el programador original de la S/E de Aiboa. Dicho integrador deberá demostrar su experiencia en trabajos similares así como su solvencia técnica.



En cualquier caso, el Contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista, y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones con respecto al Contratante.

#### 5.5. FORMACIÓN

Como parte ineludible de la fase de cierre del suministro, la empresa adjudicataria adquirirá el compromiso de suministrar formación a los Técnicos de Mantenimiento de Metro Bilbao designados por MB.

Se realizarán cursos diferenciados que se ajusten a los equipos suministrados y a las necesidades generales de su instalación.

#### 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

##### PLCs

Los PLCs serán Modicon M340 de Schneider o Simatic S7-1200 de Siemens o similar cuyas características técnicas serán las siguientes:

Características	Valor
Temperatura operación	Gama estándar: [0..60] °C Gama extendida: [-10..70] °C
Temperatura almacenamiento	[ -40..85 ] °C
Voltaje alimentación	24V (DC) / 110 - 220 (AC)
Consumo	<50W
Incorporación Rail DIN	DIN 35
Clase protección	IP20



Nivel humedad	[0.. 95] % sin condensación a 60°C
Presión atmosférica	Hasta 3000 de altura sin modificar temp. operación Hasta 4000 m (pedir rangos temperatura.)
Homologaciones	Marcado CE según EN 61131-2 CSA 22-2 N° 142 (Canadian Standards Association) UL 508 (Underwriters Laboratories) C-Tick ACA (Australian Communication Authority/Australia) CSA 22-2 N° 213 Emplazamientos peligrosos (CSA)

Se podrá definir el modo de funcionamiento de los PLCs en caso de retorno de la tensión de alimentación: arranque automático en RUN o paso a STOP.

Todas las conexiones serán optoaisladas.

La subestación se encuentra conectada al telemando de Energía, centralizado en el PMC, y asociado al resto de las subestaciones del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao a través del equipo periférico de la subestación (PLC de telemando), que está unido a los equipos centrales del PMC por medio de la red de fibra óptica de Metro Bilbao. Dicho PLC de telemando dispondrá de doble canal Ethernet y el protocolo de comunicaciones será Modbus sobre TCP/IP.

Los PLCs estarán constituidos por un hardware totalmente modular, flexible y adaptable a los requisitos de Entradas/Salidas necesarias para cada una de las instalaciones. Asimismo es imprescindible que el autómatas esté preparado para soportar posibles ampliaciones y expansiones futuras que fuesen necesarias.

Se distinguirán diferentes tipos de módulos, como son el módulo CPU, tarjetas de Entradas, Salidas y mixtas de Entradas/Salidas.

*CPU*



Las características mínimas de la CPU serán las siguientes:

- 544 K de memoria RAM
- 1 Mb de memoria Flash-PROM
- Tiempo de ciclo 0,3 ms/K
- Velocidad de procesador 50 MHz
- Capaz de gestionar un mínimo de 1.024 E/S
- Pilotos de señalización de diagnóstico y de estado

Como punto fundamental en el mantenimiento del sistema de control, los procesadores dispondrán de una ranura reservada para un cartucho extraíble SDCard. A través de éste puede ampliarse la memoria de reserva de datos sin ser desmontado el módulo y para depositar también una copia del proyecto en ejecución.

Otra característica importante, es la posibilidad de cargar el programa del controlador sin utilizar el software de programación, simplemente utilizando el cartucho de memoria SDCard.

A efectos de mantenimiento y diagnóstico local será posible conectar un PC o un interfaz HMI a través de un puerto USB integrado en el mismo procesador.

Como requisito fundamental, será necesario que los módulos de los controladores estén integrados en bastidor y admitan su sustitución en caliente (capacidad *Hot-Swap*).

### *Memoria*

El controlador tendrá dos zonas de memoria independientes:

- La memoria RAM consta de 256 Kbytes destinados como repositorio de datos.
- Una memoria persistente en forma de tarjeta SDCard de tipo Flash, de una capacidad de 8Mbytes en los que almacenar la aplicación.

No se requerirá ningún suministro de batería para la copia de seguridad. Este hecho implica un ahorro significativo en horas de mantenimiento para el cambio de baterías.



También debe ser posible utilizar la memoria no usada para realizar copias de seguridad de los datos (configuraciones, fórmulas, etc.)

### *Comunicación Ethernet*

El controlador debe permitir su conexión a la red Ethernet TCP/IP a través del puerto integrado de 10/100 Mbps en un par trenzado blindado a través de un conector RJ45.

La conexión ofrecerá un servicio de mensajería industrial ModbusTCP y EthernetIP en los modos cliente y servidor. Este servicio utilizará la pila de protocolos TCP/IP. Para garantizar la interoperabilidad del sistema, el servicio de mensajería deberá estar validado por instancias de Internet (Internet Assigned Numbers Authority), responsables de la integridad de los protocolos.

La conexión Ethernet admitirá funciones de agente SNMP para la base MIB II estándar (RFC 1213).

Este mismo módulo permitirá incorporar el controlador en anillos Ethernet de alta disponibilidad, conectando dos de sus puertos Ethernet del módulo a un mismo anillo.

### Relés de protección

El suministro de los relés de protección incluirá los accesorios necesarios para su configuración y mantenimiento: Software de programación, cables de comunicación, curso de formación, etc.

Las comunicaciones de los relés se realizarán a través de puertos RS232 con protocolo Modbus. Este aspecto deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

Los relés de protección estarán contruidos con tecnología digital basándose en microprocesador. Serán de tipo multifunción integrados, para montaje sobre bastidor o chasis de 19" en las celdas correspondientes.

Los relés multifunción de protección contra sobrecargas y cortocircuitos permitirán la lectura de la corriente de paso a través de una pantalla visible desde el exterior de la cabina cuando ésta se encuentra funcionando.

Los relés serán alimentados a 110 Vcc.



Las compensaciones que fuera preciso realizar en tensiones o intensidades de medida, tanto en ángulo de fase como magnitud, se realizarán por software, no siendo necesarios transformadores auxiliares de adaptación.

Se dispondrán dispositivos de contactos de prueba para permitir la verificación y calibrado de los relés sin soltar el cableado.

Los relés dispondrán de dispositivos de indicación de la operación de los mismos. Estos dispositivos deberán ser claramente visibles desde el frente del cuadro sin necesidad de quitar la tapa del relé.

#### Conmutador de 24 puertos con PoE

El conmutador asociado al sistema de videovigilancia será un equipo Securestack A2 de Enterasys o similar y deberá poder soportar PoE (Power Over Ethernet) en todos sus puertos.

A continuación se describen las características técnicas que deberá cumplir dicho equipo:

##### *Rendimiento*

- Capacidad de rendimiento a velocidad de cable Mpps: 9.5 Mpps / 76.2 Mpps
- Capacidad de conmutación (switch / pila): 12.8 Gbps / 102.4 Gbps
- Capacidad de apilamiento (switch / pila): No es necesario disponer de puertos de apilamiento dedicados; 10/100/1000 puede ser utilizado para apilar
- Capacidad de producción agregada (switch / pila): 12.8 Gbps / 102.4 Gbps

##### *Especificaciones PoE*

- Cumplimiento 802.3af
- Sistema de alimentación: 360 vatios por switch con un máximo de 15,4 vatios por puerto. Por puerto del switch de encendido del monitor:
  - Activar/ Desactivar
  - Prioridad de seguridad
  - Sobrecarga y circuito de protección

##### *Especificaciones físicas*

- Dimensiones (Al. x An. x Pr.): 4.4 cm x 44.1 cm x 36.85 cm
- Peso neto: 5.78 kg
- MTBF: 157,925 horas



#### *Puertos físicos*

- 24 puertos 10/100 PoE detección automática, auto negociación, MDI/MDI-X, RJ45
- 2 puertos mini-GBIC
- 2 puertos 10/100/1000 apilado/ enlace ascendente RJ45
- 1 puerto de consola DB9
- 1 puerto RPS

#### *Requisitos de alimentación*

- Voltaje nominal de entrada: 100 – 240 VAC
- Frecuencia de entrada: 50 – 60 Hz
- Corriente de entrada: 5.0 A Max
- Consumo de energía: 49 watts

#### Cámara fija nativa IP

Las cámaras de vídeo a instalar en la subestación serán en color, con las características técnicas que se describen a continuación.

Dichas cámaras deberán ser completamente compatibles con los grabadores instalados en el sistema de MB y deberán poder integrarse perfectamente en el ámbito de dicho sistema.

A continuación se describen las características técnicas de las cámaras:

- Señal: PAL
- Sistema de escaneo: 2:1 entrelazado
- Sistema de sincronización: Internal
- Frecuencia de escaneo (H): 15.625 KHz
- Frecuencia de escaneo (V): 50 Hz
- Sensor de imagen: 1/3" High Sensivity CCD
- Resolución: D1 (704 x 576) CIF (352 x 288)
- Número total de pixels efectivos: 752(H) x 582(V) 440k
- Compresión: MJPEG/ H.264
- Montura: CS, DS, Video, Soporte manual de lentes
- Salida de video: 1.0Vp-p (75Ω, compuesto)
- Relación señal/ruido: Más de 52dB (AGC Off)
- Iluminación mínima: 0.1 Lux / 0.0002 Lux (DSS on, B/W)



- Día y noche: ICR (Tipo AGC)
- WDR (Wide Dynamic Range): On (intervalo 0~15, Max. 60 dB)/Off.
- Menu OSD: On/Off
- Digital Slow Shutter: Off/Auto 2x~128x field
- Shutter Manual: Auto/ Off/ A.FLK/ X2-X512/1/60-1/90,000.
- Balance de blancos: AWT/Push/Manual(1,800°K-15,000°K)
- Zoom digital: 1x -6.13X
- AGC, BLC: Off/Low/Middle/High
- Zona de privacidad: On/Off (8 programable)
- Estabilizador: On/Off
- Brillo/ Nitidez: 0-100/1-100
- Efecto-D: Rotar/Espejo/V-Flip
- Detección de movimiento: On/Off (4 zonas programable)
- Alimentación: DC 12V Max. 5 W

Los soportes de fijación del conjunto cámara y carcasa en sus versiones de pared y techo, según el caso, serán orientables en cualquier posición.

## 7. PLAZO DE EJECUCIÓN

La empresa adjudicataria dispondrá de un plazo máximo de seis (6) meses para la ejecución de los trabajos descritos en el presente pliego.

Dentro de este plazo se contempla la realización de la prueba previa necesaria, en caso de que se proponga instalar un PLC de marca/modelo diferente a los ya instalados en las subestaciones de MB. Dicha prueba, cuyo alcance exacto se definirá con el adjudicatario, se hará dentro del primer mes del contrato.

Por otra parte, se quiere destacar que el licitador deberá coordinarse con la normal explotación del F.M.B., de forma que se minimicen las afecciones al funcionamiento habitual de Metro Bilbao. Para el caso de las SSEE, el licitador deberá organizarse para realizar los trabajos pertinentes en las horas nocturnas en las que no haya explotación ferroviaria, debiendo abandonar los trabajos en cuanto se reanude el servicio.

Todos los trabajos y actuaciones que afecten a las instalaciones en explotación del F.M.B. requerirán el estudio y aprobación de Metro Bilbao. El licitador será el



responsable de solicitar en el momento oportuno los intervalos de trabajo que estime convenientes.

Asimismo, el acceso a las SSEE de MB, tanto en horario diurno como nocturno, se hará siempre acompañado por personal técnico de MB, incluso para trabajos previos de replanteo, toma de datos, etc. La necesidad de dicho personal de Energía de MB se notificará con la suficiente antelación, y será Metro Bilbao el que marque los intervalos en los que exista disponibilidad de dichos técnicos, debiéndose la empresa contratista adaptarse a estos horarios.

## 8. GARANTÍA

La empresa adjudicataria ofrecerá un periodo mínimo de garantía de 36 meses sobre los productos instalados en el marco del presente concurso, valorándose periodos mayores de garantía.

Asimismo, se solicita una garantía con respuesta *in situ* durante, al menos, los dos (2) primeros meses tras la PeS de la instalación, con respuesta de 4 horas en formato 24x7.



## 9. PRESUPUESTO

El Presupuesto para la Renovación del Hardware y Software de Control de la Subestación de Aiboa, que tiene carácter de máximo, asciende a la siguiente cantidad (incluido 21% IVA):

TOTAL IVA INCLUIDO	<b>338.991,18</b>
--------------------	-------------------

Las ofertas económicas aportarán los datos de precios unitarios e incluirán un desglose económico completo y detallado, con partidas valoradas, de acuerdo al siguiente presupuesto aproximado. En este presupuesto se respetarán las partidas denominadas Alzadas (P/A) con el mismo importe que el incluido en el presupuesto, no pudiendo en ningún caso, variar su importe a la hora de confeccionar las Ofertas Económicas. Asimismo, a las unidades incluidas en la siguiente tabla se le añadirán / eliminarán unidades de acuerdo a la solución concreta planteada en la Oferta.

En el caso de la partida alzada para el suministro de repuestos será necesario que en la Oferta Económica quede reflejado el precio unitario de los repuestos correspondientes al PLC y al relé de protección Sepam.



Costes de Instalación y Materiales	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Desmontaje, suministro, montaje y cableado de unidad programable o PLC a instalar en los grupos funcionales de Acometida de Línea, para conexión a una red Modbus TCP. Incluso tarjetas E/S de conexión, CPU, switches. Incluso conexión a la alimentación de 24 Vcc.	2	5.418,60	10.837,20
Desmontaje, suministro, montaje y cableado de unidad programable o PLC a instalar en los grupos funcionales de Grupo Transformador Rectificador parte de continua y alterna, para conexión a una red Modbus TCP. Incluso tarjetas E/S de conexión, CPU, switches. Incluso conexión a la alimentación de 24 Vcc.	4	10.325,70	41.302,80
Desmontaje, suministro, montaje y cableado de unidad programable o PLC a instalar en los grupos funcionales de Salida de Feeder, para conexión a una red Modbus TCP. Incluso tarjetas E/S de conexión, CPU, switches. Incluso conexión a la alimentación de 24 Vcc.	10	9.746,00	97.460,00
Desmontaje, suministro, montaje y cableado de unidad programable o PLC a instalar en los grupos funcionales de Celda de Retornos, para conexión a una red Modbus TCP. Incluso tarjetas E/S de conexión, CPU, switches. Incluso conexión a la alimentación de 24 Vcc.	1	7.293,00	7.293,00
Desmontaje, suministro, montaje y cableado de unidad programable o PLC a instalar en los grupos funcionales de Servicios Auxiliares, para conexión a una red Modbus TCP. Incluso tarjetas E/S de conexión, CPU, switches. Incluso conexión a la alimentación de 24 Vcc.	1	12.915,10	12.915,10
Desmontaje, suministro, montaje y cableado de unidad programable o PLC a instalar en los grupos funcionales de Transformador de Estación, para conexión a una red Modbus TCP. Incluso tarjetas E/S de conexión, CPU, switches. Incluso conexión a la alimentación de 24 Vcc.	1	7.463,50	7.463,50
Desmontaje, suministro, montaje y cableado de unidad programable o PLC a instalar en los grupos funcionales de Salida a Estación, para conexión a una red Modbus TCP.	1	4.876,30	4.876,30



Incluso tarjetas E/S de conexión, CPU, switches. Incluso conexión a la alimentación de 24 Vcc.			
Desmontaje, suministro, montaje y cableado de unidad programable o PLC a instalar en los grupos funcionales de Telemando con doble canal Ethernet, para conexión a una red Modbus TCP. Incluso tarjetas E/S de conexión, CPU, switches. Incluso conexión a la alimentación de 24 Vcc.	1	3.345,10	3.345,10
Realización de red interna de FO para comunicaciones entre PLCs de la S/E. Totalmente equipada e instalada.	1	3.000,00	3.000,00
Realización de la programación de los PLCs de la subestación, incluyendo licencias software de aplicación, preparación listado de señales, clasificación, asignación de direcciones, programación, y configuración a la red interna de comunicación de PLCs incluyendo sus switches.	1	48.125,00	48.125,00
Realización de la programación del PLC de Comunicación de la subestación, incluyendo licencias software de aplicación, preparación listado de señales, clasificación, asignación de direcciones, programación, y configuración a la red interna de comunicación de PLCs incluyendo sus switches.	1	6.600,00	6.600,00
Desarrollo As-built de las modificaciones realizadas en los esquemas eléctricos de las celdas.	1	3.300,00	3.300,00
Suministro, instalación y configuración de conmutador Ethernet de veinticuatro (24) puertos 10/100 Mbps con capacidad de implementar PoE en todos ellos, tipo Securestack A2 o similar, incluyendo todos los módulos adicionales necesarios. Completamente instalado y en funcionamiento.	1	1.200,00	1.200,00
Creación de un enlace óptico 1000 base SX para establecimiento de enlace con conmutador en estación. Incluye latiguillos y accesorios de instalación. Completamente instalado y en funcionamiento.	2	400,00	800,00
Suministro, instalación y pruebas de cámara de videovigilancia color, de interior/externo, día/noche de 580 líneas y hasta 30fps, con capacidad de alimentación vía PoE, totalmente integrable en el ámbito de videovigilancia, grabadores y demás elementos del sistema de videovigilancia existentes en Metro Bilbao. Montada y en funcionamiento.	4	700,00	2.800,00
Suministro, instalación y pruebas de equipamiento óptico a	4	70,00	280,00



base de lente de distancia focal variable de 2,7-13,5m, F1,4, diafragma automático por señal de vídeo, formato 1/3". Completamente instalado y en funcionamiento.			
Suministro e instalación de carcasa para cámara digital, estanqueidad IP-67, con calefactor de ventana. Alimentador de cámara y de calefactor. Soporte de cámara de TV para fijación a pared u otros elementos constructivos. Completamente instalada y en funcionamiento.	4	140,00	560,00
Partida Alzada para la actualización del SCADA.	1	1.000,00	1.000,00
<b>Costes de Materiales para repuestos</b>			
Partida Alzada para suministro de repuestos.	1	27.000,00	27.000,00
<b>Total</b>			<b>280.158,00</b>
<b>IVA 21%</b>			<b>58833,18</b>
<b>TOTAL IVA INCLUIDO</b>			<b>338.991,18</b>

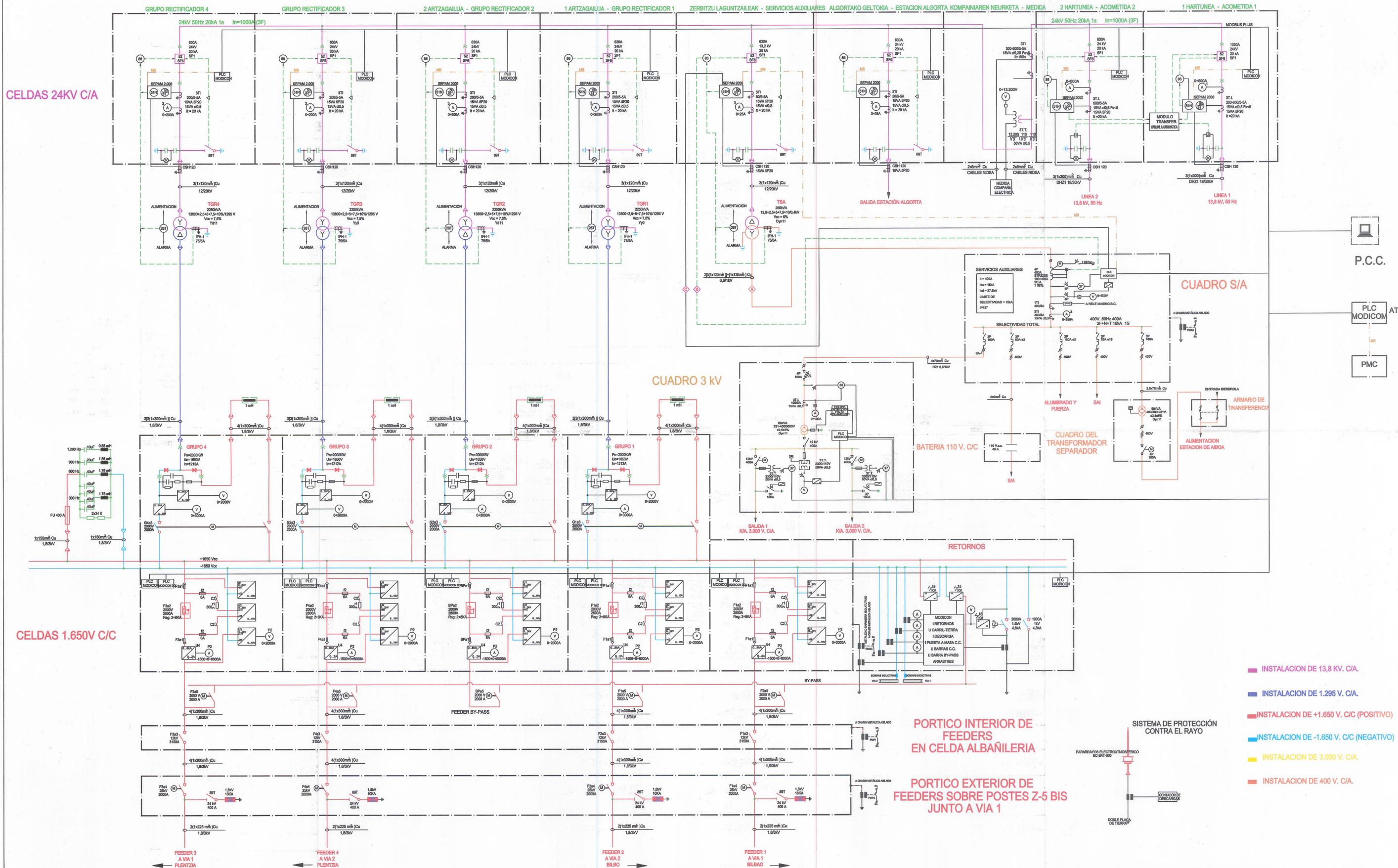


**ANEXO I:**  
**Planos de la subestación de Aiboa**



**ANEXO II:**  
**Lista de señales de la subestación de Aiboá**

# SUBESTACION DE TRACCION DE AIBOA - ESQUEMA UNIFILAR GENERAL



CELDA 24KV C/A

CELDA 1.650V C/C

CUADRO 3 kV

RETORNOS

PORTICO INTERIOR DE FEEDERS EN CELDA ALBAÑILERIA

PORTICO EXTERIOR DE FEEDERS SOBRE POSTES Z-5 BIS JUNTO A VIA 1

CUADRO S/A

ARMARIO DE TRANSFERENCIA

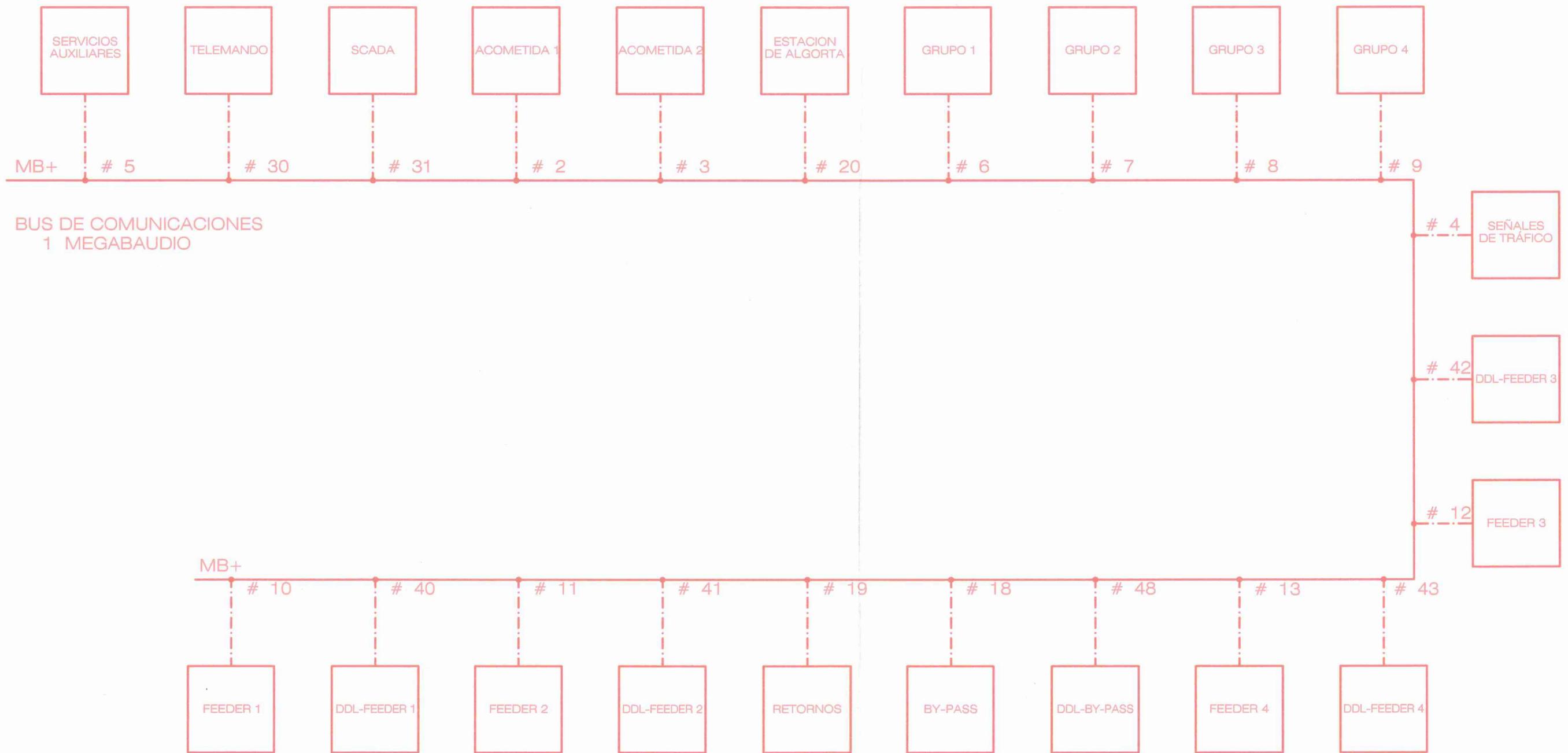
- INSTALACION DE 13,8 KV. C/A.
- INSTALACION DE 1.295 V. C/A.
- INSTALACION DE +1.650 V. C/C (POSITIVO)
- INSTALACION DE -1.650 V. C/C (NEGATIVO)
- INSTALACION DE 3.000 V. C/A.
- INSTALACION DE 400 V. C/A.



ESQUEMA ELECTICO UNIFILAR TOMANDO COMO BASE INICIAL EL PLANO N° MB/8/P50/03 DE SENER INGENIERIA Y SISTEMAS S.A. PARA METRO BILBAO

		<b>CUADRELEC</b>		<b>MOYALE S.A.</b>	
		Fecha	Nombre	Firma	
		24.02.02	P.HERRERA		
		Revis.	24.02.02	J.V.MARTINEZ	
1		25.01.01	P.HERRERA	Aprob.	25.02.02
		Edic.	Modificación	Fecha	Nomb.
					Nombre fichero: UOGE0001.DWG

ESQUEMA UNIFILAR GENERAL



	Fecha	Nombre	Firma	Revisiones	Fecha	Nombre
Elaborado	08.08.00	P. Herrera				
Revisado	08.08.00	J.V. Martinez				
Aprobado	08.08.00	J.L. Luque				

**MOYALE** S.A.

Nº Plano: URED0001    Nº Pedido: P99048

S/E AIBOA - METRO BILBAO  
RED DE COMUNICACIONES MB+

Escala:

**CUADRELEC**

Hoja 1

de 1

**RETORNOS S/E AIBOA** **MOYALE S.A.** 1 / 6 / 2000 15 : 59 : 26

**Alarmas 1**

- Memoria desprotegida
- Fallo batería CPU
- Fallo Rack 1 Slot 3
- Fallo Rack 1 Slot 4
- Fallo Rack 1 Slot 5
- Fallo Rack 2 Slot 1
- Fallo Rack 2 Slot 2
- Fallo Rack 2 Slot 3
- Fallo Rack 2 Slot 4
- Fallo Rack 2 Slot 5
- Fallo Rack 3 Slot 1
- Fallo Rack 3 Slot 2
- Fallo Rack 3 Slot 3
- Fallo Rack 3 Slot 4

**Alarmas 2**

**Bloqueos**

- RET a2 - Contadores maniobras N1
- RET a2 - Tiempo ultima maniobra N1
- RET a2 - Contadores maniobras N2
- RET a2 - Tiempo ultima maniobra N2
- RET a1 - Contadores maniobras N1
- RET a1 - Tiempo ultima maniobra N1
- RET a1 - Contadores maniobras N2
- RET a1 - Tiempo ultima maniobra N2
- Puerta de Filtro armonicos no cerrada
- Puerta de Portico Interior no cerrada
- Automatico Desconectado
- Alta tension carril-tierra
- Paso intensidad carril-tierra
- Paro Emergencia
- **Ausencia tension en barra by-pass**
- Presencia tension en barra positivo

Reconocer Alarmas

31/05/00 18:52:30 RE: AI\_051 Ausencia tension en barra by-pass

L1 L2 SE LS SA GR1 GR2 GR3 GR4 F1 F2 F3 F4 B-P RE AR

UNIFILAR LINEAS ACOMET. SALIDA ESTACIO. LINEA SEÑALES SS/AA MEDIDA GRUPOS FEEDERS BY PASS RETORNO TENDEN. INFORMES MEDIDAS ALARMAS AJUSTES

**ESTADO DE LA RED MB+ S/E AIBOA** **MOYALE S.A.** 1 / 6 / 2000 15 : 59 : 39

#2 - Línea Acometida 1

D	D	D	D
E	E	E	E
P	P	P	P

#10 - Feeder 1

D	D	D	D	D	D
E	E	E	E	E	E
P	P	P	P	P	P

#40 DDL

D	D	D
E	E	E
P	P	P

#20 - Salida Estaciones

D	D	D
E	E	E
P	P	P

#3 - Línea Acometida 2

D	D	D
E	E	E
P	P	P

#11 - Feeder 2

D	D	D	D	D
E	E	E	E	E
P	P	P	P	P

#41 DDL

D	D	D
E	E	E
P	P	P

#4 - Línea de Señales

D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

#12 - Feeder 3

D	D	D	D	D	D
E	E	E	E	E	E
P	P	P	P	P	P

#42 DDL

D	D	D
E	E	E
P	P	P

#5 - Servicios Auxiliares

D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

#13 - Feeder 4

D	D	D	D	D	D
E	E	E	E	E	E
P	P	P	P	P	P

#43 DDL

D	D	D
E	E	E
P	P	P

#6 - Grupo Rectificador 1

D	D	D	D	D
E	E	E	E	E
P	P	P	P	P

#18 - By-pass

D	D	D	D	D	D
E	E	E	E	E	E
P	P	P	P	P	P

#48 DDL

D	D	D
E	E	E
P	P	P

#7 - Grupo Rectificador 2

D	D	D	D	D
E	E	E	E	E
P	P	P	P	P

#19 - Retornos

D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

#8 - Grupo Rectificador 3

D	D	D	D	D
E	E	E	E	E
P	P	P	P	P

#31 - PCC

Sincronización PLC's

#9 - Grupo Rectificador 4

D	D	D	D	D
E	E	E	E	E
P	P	P	P	P

31/05/00 18:52:30 RE: AI\_051 Ausencia tension en barra by-pass

L1 L2 SE LS SA GR1 GR2 GR3 GR4 F1 F2 F3 F4 B-P RE AR

UNIFILAR LINEAS ACOMET. SALIDA ESTACIO. LINEA SEÑALES SS/AA MEDIDA GRUPOS FEEDERS BY PASS RETORNO TENDEN. INFORMES MEDIDAS ALARMAS AJUSTES