SECCIÓN 06: SUMINISTRO DE EQUIPOS DE CONTROL Y PROTECCIONES

24\_266\_OC\_E03

www.coordinadorelectrico.cl

ÍNDICE

[6.1 ALCANCE Y OBJETIVO 4](#_Toc116035116)

[6.2 CÓDIGOS Y NORMAS 4](#_Toc116035117)

[6.3 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA DE CONTROL 5](#_Toc116035118)

[6.3.1 EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL LOCAL 6](#_Toc116035119)

[6.3.1.1 Unidades de Control Local 6](#_Toc116035128)

[6.3.1.2 Instrumentos Indicadores 9](#_Toc116035129)

[6.3.1.3 Conversores De Medida 9](#_Toc116035130)

[6.3.1.4 Relés Auxiliares 9](#_Toc116035131)

[6.3.1.5 Contactores 11](#_Toc116035132)

[6.3.1.6 Block de Prueba 11](#_Toc116035133)

[6.3.1.7 Interruptores Automáticos Termomagnéticos 12](#_Toc116035134)

[6.3.1.8 Medidores de Energía 12](#_Toc116035135)

[6.3.2 SISTEMA DE CONTROL LOCAL CENTRALIZADO 13](#_Toc116035136)

[6.3.3 Requisitos Generales 13](#_Toc116035139)

[6.3.4 Documentación técnica del control centralizado 14](#_Toc116035142)

[6.3.5 Documento “Diseño de Software” 15](#_Toc116035143)

[6.3.6 Manuales de los Equipos 15](#_Toc116035144)

[6.3.7 Manual del Operador 15](#_Toc116035145)

[6.3.8 Listado de documentación del sistema 16](#_Toc116035146)

[6.3.9 EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL REMOTO 16](#_Toc116035147)

[6.3.10 Concentradores de datos para la subestación o Gateway 16](#_Toc116035148)

[6.3.11 Red de Datos 16](#_Toc116035149)

[6.3.12 RELOJ GPS 16](#_Toc116035150)

[6.3.13 Pantalla 17](#_Toc116035151)

[6.3.14 Interconexión con el centro de operación de EL MANDANTE 17](#_Toc116035152)

[6.3.15 Inspección de los equipos, alambrado y rotulado 17](#_Toc116035153)

[6.4 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN 18](#_Toc116035154)

[6.4.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN 18](#_Toc116035156)

[6.4.2 CARATERISTICAS PARTICULARES DE LAS FUNCIONES DE PROTECCIONES 19](#_Toc116035157)

[6.4.2.1 PROTECCIONES DE TRANSFORMADOR 19](#_Toc116035158)

[6.4.2.3 PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRA (87B) 20](#_Toc116035163)

[6.5 SERVICIOS AUXILIARES 21](#_Toc116035164)

[6.6 ARMARIOS 21](#_Toc116035165)

[6.7 REPUESTOS Y HERRAMIENTAS 24](#_Toc116035166)

[6.8 CARACTERISTICAS GENERALES DE DISEÑO 24](#_Toc116035167)

[6.8.1 SISTEMA DE CONTROL 24](#_Toc116035172)

[6.8.2 FUENTES DE ALIMENTACIÓN 24](#_Toc116035173)

[6.8.3 CONEXIÓN A LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA 24](#_Toc116035174)

[6.9 PLANOS E INFORMACIÓN TECNICA 24](#_Toc116035175)

[6.9.1 INFORMACIÓN PARA ENTREGAR CON LA OFERTA 24](#_Toc116035177)

[6.9.2 INFORMACIÓN PARA ENTREGAR DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO 25](#_Toc116035178)

[6.9.3 DOCUMENTACIÓN DEFINITIVA 25](#_Toc116035179)

[6.10 PRUEBAS EN FABRICA 25](#_Toc116035180)

[6.10.1 PRUEBAS DE RUTINA 26](#_Toc116035182)

[6.10.2 PRUEBAS DE ALTA FRECUENCIA 26](#_Toc116035183)

[6.10.3 PRUEBAS FUNCIONALES 26](#_Toc116035184)

[6.10.4 PROTOCOLO DE PRUEBAS 26](#_Toc116035185)

[6.10.5 PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO 27](#_Toc116035186)

[6.11 CAPACITACIÓN DE PERSONAL 28](#_Toc116035187)

[6.11.1 REQUISITOS GENERALES 28](#_Toc116035189)

[6.11.2 PERSONAL PREVISTO PARA LA CAPACITACIÓN 28](#_Toc116035190)

[6.11.3 COBERTURA DE LA CAPACITACIÓN 28](#_Toc116035191)

[6.12 CONDICIONES DE TRANSPORTE, ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN 29](#_Toc116035192)



# ALCANCE Y OBJETIVO

Las presentes Especificaciones Técnicas Particulares se establecen los requisitos que deberá cumplir el ADJUDICATARIO para realizar la verificación de la ingeniería de detalle, el suministro, la construcción, el montaje, las pruebas a todos los equipos de control y protecciones y su puesta en servicio dando cumplimiento a la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS)”.

Las especificaciones técnicas establecidas en esta sección se aplicarán al suministro de todos los equipos de control y al suministro de los sistemas de protección incluidos en el Contrato. No obstante, el equipamiento y configuración final para los sistemas de control, medida y protección será definida por parte del ADJUDICATARIO, sujeta al cumplimiento de la normativa chilena NTSyCS, requerimientos del Coordinador Eléctrico Nacional y aprobación del MANDANTE.

El suministro comprenderá todos los equipos necesarios para cumplir con el Contrato a conformidad del MANDANTE.

Cualquier otro equipo que sea necesario de acuerdo con la verificación del diseño de detalle que realice el ADJUDICATARIO, y que no haya sido explícitamente especificado, deberá ser suministrado con especificaciones propias del ADJUDICATARIO y sometidos a la aprobación del MANDANTE.

Será imprescindible que El ADJUDICATARIO considere el alcance total del proyecto para cumplir fielmente con los requerimientos del MANDANTE.

Es responsabilidad del ADJUDICATARIO verificar lo especificado en todos los planos y documentos necesarios para desarrollar las interfaces entre el sistema de control y protección.

Tanto el diseño como la implementación de los sistemas de control, medida y protección deben ser ejecutadas considerando la configuración final de la subestación, es decir, los sistemas se diseñarán para serán ampliables sin inconvenientes, por lo cual, los sistemas deben considerar el menor impacto al ser ampliados estando en servicio.

# CÓDIGOS Y NORMAS

Las siguientes normas son aplicables a los componentes a los sistemas de control y protección asociados.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [1] IEC 60255 | : | "Electrical relays". |
| [2] IEC 60297 | : | "Mechanical structures for electronic equipment. Dimensions of mechanical structures of the 482,6 mm (19 in) series” |
| [3] IEC 61850 | : | “Communication networks and systems in substations” |
| [4] IEC 60794 | : | "Optical fibre cables" |
| [5] IEC 60874 | : | "Connectors for optical fibres and cables" |
| [6] IEC 60870 | : | “Telecontrol equipments and systems” |
| [7] ITU-T | : | "Recomendaciones Serie V" |
| [8] IEC 60688 | : | “Electrical Measuring Transducers for Converting a.c. Electrical Quantities to Analogue or Digital Signals”. |
| [9] NTSyCS | : | Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio |

# ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA DE CONTROL

Los equipos deberán corresponder a diseños y fabricación normalizados, con los cuales se hayan obtenido buenos resultados, según una lista de referencia de instalaciones de estos equipos. La lista de referencia deberá ser provista por el ADJUDICATARIO en la etapa de cotización, la cual será validada por el MANDANTE. Solamente se aceptarán equipos de fabricantes calificados del MANDANTE.

Los equipos deberán tener un alto grado de uniformidad en su diseño, tecnología y presentación.

No se deberá producir operación errónea o alteración en el funcionamiento normal de los equipos debido a situaciones propias del servicio tales como:

* Variaciones climáticas, incluyendo entre ellas las descargas atmosféricas.
* Vibraciones producidas por la operación de equipos primarios de maniobra.
* Vibraciones producidas por movimientos sísmicos.
* Interferencias electromagnéticas producidas en las cercanías de los equipos.
* Respuesta transitoria de los transformadores de corriente y de potencial asociados a los equipos.
* Equipos de telecomunicaciones que operan en conjunto con los sistemas de protección.
* Fallas en la propia alimentación o por conexión o desconexión de otras fuentes de alimentación.
* Sobrecargas o sobretensiones.
* Retiro de dispositivos o de módulos individuales.
* Variaciones normales de los niveles de tensión de alimentación.

Todos los equipos que se instalen deberán estar identificados en forma clara e inequívoca. En los equipos enchufables, cada tarjeta o módulo deberá tener su identificación.

Los equipos con circuitos electrónicos deberán tener protección intrínseca contra interrupciones o cortocircuitos en los circuitos de control, contra interferencia electromagnética, contra variaciones de la tensión auxiliar de alimentación y la presencia de ondulaciones o armónicas. Si no se tiene protección intrínseca se deberán tomar las medidas necesarias para evitar el efecto de agentes perturbadores externos, tales como corrientes de falla, sobretensiones atmosféricas o de maniobras en los equipos primarios y de fuerza.

Los equipos y sistemas por suministrar deberán ser compatibles con el equipamiento futuro que se fabrique, de manera de asegurar las capacidades de crecimiento del sistema.

### EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL LOCAL

El sistema de control local estará propuesto por los armarios de control indicados en la arquitectura de control y protección incluida en los documentos de especificación técnica. Estos armarios serán construidos de acuerdo con el diseño aprobado por el MANDANTE. en la etapa de ingeniería de detalle y deberán contener equipos que cumplan las características técnicas que se indican a continuación:



#### Unidades de Control Local

Para el sistema de servicios auxiliares y cada uno de los paños hacen parte de este suministro, se deberá suministrar controladores que permitan realizar las funciones de supervisión y control de los equipos de la subestación. Las unidades de control estarán constituidas, en general, por los siguientes módulos:

* Unidad procesadora, modulo base
* Interfaz de comunicación con el sistema de control centralizado
* Interfaces de entradas digitales de señalización y estado
* Interfaces de entradas analógicas de corriente y tensión
* Interfaces de entradas pulsos acumuladores de energía
* Interfaces de salida digitales
* Fuentes de alimentación
* Panel mímico.

El módulo base y las interfaces estarán interconectadas a través de buses, cuyas funciones serán transferir las señales entre los diferentes elementos.

La falla del módulo base o alguna de las interfaces, no se deberá traducir en un comando no deseado y no deberá tener ningún efecto en el equipo primario que está siendo monitoreado y controlado.

La unidad de control será la encargada de realizar la captura de información desde el proceso, información a la que deberá asignar el tiempo de ocurrencia. La precisión del tiempo de los eventos será de 1 ms.

1. Unidad procesadora, modulo base

La unidad de control estará basada en tecnología de microprocesadores y sistema operativo en tiempo real. Las unidades ejecutarán todas las funciones relacionadas al paño, tales como ejecución de comandos, enclavamientos, adquisición de datos, etc. La lógica del controlador deberá ser del tipo programable. El almacenamiento del programa de aplicación de cada controlador se realizará mediante EEPROM.

Las unidades deberán cumplir los requerimientos de interferencia electromagnética de acuerdo con la norma IEC 255.

1. Interfaz de comunicación con el sistema de control centralizado

Esta interfaz deberá contar con protocolos de comunicación normalizados ISO de tipo abiertos y su enlace con el sistema de control centralizado deberá ser, preferentemente, a través de fibra óptica.

Cada controlador de paño deberá contar, por lo menos, con las siguientes puertas de conexión:

* Una (1) puerta en la cara frontal del equipo, para conectar una computadora portátil y poder efectuar configuración, análisis y cambios de ajuste localmente.
* Dos (2) puertas posteriores, para interconectar con el sistema de control de la subestación. Estas puertas de comunicación deberán ser compatibles con protocolo PRP.
* Una (1) puerta IRIG-B, para conectar a un equipo GPS de sincronización horaria externa. El equipo GPS es parte del suministro de este Contrato.

1. Interfaces de entradas digitales de señalización y estado

En todos estos módulos deberán existir elementos que proporcionen una aislación galvánica entre el proceso y el sistema de control y entre sí mismas, además proporcionarán un adecuado filtraje de corrientes parásitas. Se preferirá el uso de elementos de estado sólido.

La función de estos módulos será la de supervisar los cambios de estado que ocurren en contactos secos ubicados en los diferentes puntos del proceso. Estos contactos indicarán condiciones de alarma, estados de equipos de maniobra, etc.

Sólo será necesaria la detección de cambios de estado cuya duración sea superior a 5 ms. Aquellos cambios cuya duración sea menor que el período indicado, podrán ser interpretados como ruido y éste será filtrado en el circuito de entrada del módulo.

1. Interfaces de entradas analógicas de corriente y tensión

La función de estos módulos es la de transformar, filtrar y multiplexar las señales análogas y luego codificar dichas señales en valores digitales compatibles con el sistema de procesamiento.

Los módulos de entradas analógicas deberán incluir, a lo menos, un (1) filtro pasa bajos y un limitador de sobretensión en la entrada del circuito.

En el caso que los circuitos de entrada trabajen por diferencia de tensión, las resistencias shunt, que transforman la corriente en dicha diferencia de tensión, no podrán introducir un error superior al 0,1%.

1. Interfaces de salida digitales

La función de estos módulos es entregar las señales de salida que correspondan a las órdenes de control desde el sistema. Las señales de salida estarán dadas por el cierre de contactos, los cuales se conectarán directamente a equipo de maniobra. En caso de que la capacidad de estos contactos sea insuficiente, se realizará a través de relés auxiliares suministrados por el ADJUDICATARIO.

La capacidad de los contactos de los relés de salida deberá ser la siguiente:

* 1A a 125 V c.c. resistivo.
* 5A a 220 V c.a./F.P.=0,8
* El tiempo de permanencia del contacto cerrado deberá ser de 300 ms como mínimo.

1. Fuente de alimentación

Los equipos de control local deberán disponer en su interior de dos (2) fuentes que permitan alimentar cada uno de sus circuitos. Las tensiones de alimentación de estos equipos serán de 125 Vcc + 10% - 15%, en corriente continua según corresponda.

1. Puntos de reserva

El ADJUDICATARIO deberá entregar cada módulo equipado y alambrado con un 25% de funciones de reserva (mandos, señalizaciones, telemedida, etc.) con el fin de satisfacer necesidades futuras sin requerir módulos adicionales.

1. Panel mímico

El panel mímico permitirá la operación local del paño. Se dispondrá de un panel mímico en la pantalla del controlador de paño, donde se visualizarán y operarán todos los equipos de la bahía correspondiente y un mímico cableado, compuesto de selectores e indicadores de posición, para la supervisión y control del interruptor de cada paño.

1. Software

Todos los programas (software) necesarios para realizar la configuración y parametrización de los equipos de control. Para todos estos programas, ya sean desarrollados por el propio fabricante o por terceros, el ADJUDICATARIO deberá incluir las licencias corporativas o de multiusuarios. Asociado al suministro mencionado anteriormente, el ADJUDICATARIO deberá suministrar los servicios de ingeniería, diseño, de proyecto, de montaje, de pruebas en fábrica y en sitio, y de capacitación del sistema de control.

#### Instrumentos Indicadores

Se deberán instalar instrumentos indicadores de medidas de temperatura en el controlador de SS/AA.

#### Conversores De Medida

En caso de requerirse, se deberán usar conversores de medida con salida en corriente continua, que variarán en el rango comprendido entre 4 y 20mA. Dicho rango será utilizado en todos los casos, ya sea mediciones normales, con cero centrales o con cero desplazados.

#### Relés Auxiliares

Los relés auxiliares que se incorporen en los armarios deberán ser de las siguientes características mínimas:

1. Características generales

Los relés deberán estar de acuerdo con la norma IEC 61810. Cada relé deberá venir equipado con la cantidad de cuatro contactos N.A. y cuatro contactos N.C. cada uno de ellos independientes, y de acuerdo con las siguientes características de operación:

* Tensión Nominal: 125 Vcc.
* Rango de operación de contactos: 0.8 a 1.1 Vn.
* Capacidad de bobina: 10 A.
* Capacidad de contactos: 10 A.
* Tensión máxima de contactos: 250 Vcc.
* Relés con conmutación ultra rápida si fuese necesario.

1. Protección

La parte activa de los relés (bobinas y contactos) deberá estar protegida con una cubierta de material plástico resistente a los impactos, no combustibles de alta rigidez y estanca al polvo. No deberá sufrir distorsiones a las temperaturas normales de servicio y anormales de hasta 70ºC.

1. Bornes

Los bornes de los relés deberán ser aptos para la conexión de hasta dos conductores Nº 14 AWG (2,08 mm²) con sus respectivas punteras aisladas de conexión. No se aceptarán relés para conexiones soldadas o enchufables.

1. Montaje

Todos los relés del tipo enchufable con piezas de sujeción que aseguren su fijación en caso de movimientos sísmicos o roces involuntarios y asegurar una buena conexión entre el relé y su base. Las bases deberán ser para montaje rápido sobre riel de acero simétrico norma DIN y cuando se indique (Ej.: Relé biestable con fin de relé maestro) deben permitir ser montados en panel.

Tipos de Relés

* Relés auxiliares instantáneos para fines de control

Estos relés tendrán un tiempo máximo de operación, para una tensión entre 0.8 y 1.1 veces la tensión nominal especificada, de 20 ms. Deberán contar con señalización que permita identificar el estado del relé.

* Relés auxiliares instantáneos para fines de protección

Estos relés tendrán un tiempo máximo de operación, para una tensión entre 0.8 y 1.1 veces la tensión nominal especificada, de 5 ms actuación (Ultra rápido). Deberán contar con señalización que permita identificar el estado del relé. La capacidad nominal de apertura cierre y capacidad continua de sus contactos secos deberán ser tal que permita el desenganche del interruptor sin presentar daños.

* Relés Biestables para fines de control

Se deberán emplear donde se requiera mantener con seguridad la posición de los contactos o como auxiliares a la posición de equipos primarios (debidamente justificado) y habilitación y deshabilitación de esquemas de control. Estos relés tendrán un tiempo máximo de operación, para una tensión entre 0.8 y 1.1 veces la tensión nominal especificada, de 20 ms. Deberán contar con señalización que permita identificar el estado del relé.

Características generales:

* Deberán estar equipados con dos bobinas de operación que actúen en oposición.
* Mientras no se repongan, deberán mantener la orden de desconexión sobre todos los equipos en que ejercen su acción y el bloqueo a la conexión de estos.
* Deberán estar provistos de un indicador de operación que permita apreciar claramente cuando el relé está operado.
* Relés Biestables para fines de protección

Se deberán emplear donde se requiera mantener con seguridad la posición de los contactos principalmente como elementos de bloqueo y desconexión por operación de protecciones eléctricas de barra. Estos relés tendrán un tiempo máximo de operación, para una tensión entre 0.8 y 1.1 veces la tensión nominal especificada, de 8 ms actuación (Ultra rápido).

Características generales:

* Deberán estar equipados con dos bobinas de operación que actúen en oposición.
* Mientras no se repongan, deberán mantener la orden de desconexión sobre todos los equipos en que ejercen su acción y el bloqueo a la conexión de estos.
* Deberán estar provistos de un indicador de operación que permita apreciar claramente cuando el relé está operado.

#### Contactores

El ADJUDICATARIO deberá utilizar contactores para conectar o desconectar consumos cuyos rangos de corrientes nominales estén por sobre las posibilidades de utilización de los relés auxiliares.

La capacidad electromecánica de los contactos no deberá ser inferior a 3.000.000 de operaciones cierre-apertura al valor nominal de corriente, en categoría AC3. La capacidad de ruptura mínima deberá ser de diez (10) veces la corriente nominal permanente. La bobina de operación podrá ser para corriente alterna o para corriente continua, dependiente del uso a que se destine. Su consumo deberá ser lo más bajo posible. Los contactores deberán tener por lo menos dos (2) contactos auxiliares NA y dos (2) NC, de características similares a las de los contactos de los relés auxiliares.

#### Block de Prueba

Los terminales de prueba deberán ser de construcción compacta, sus puntos de conexión atornillados y claramente identificados.

Tener puntos efectivos de prueba con una sola bandeja sobre el block de pruebas, (lo que permite una mayor segregación de funciones).

Los disparos se aíslen automáticamente con la inserción de la bandeja.

Los voltajes se abren automáticamente con la inserción de la bandeja.

Se deberá disponer de un contacto adicional para indicarle a la protección que se encuentra en prueba.

A la extracción de la bandeja repone corrientes y voltajes y se enclava mecánicamente, asegurando que el relé se ha repuesto antes del desbloqueo mecánico de la bandeja.

El ADJUDICATARIO deberá suministrar todos los accesorios que se requieran para efectuar las mediciones con los terminales de prueba, tales como enchufes (plugs) múltiples o simples y conductores flexibles de prueba.

Se deberá disponer de un contacto adicional para indicarle a la protección que se encuentra en prueba.

Los blocks de prueba a utilizar son 3 tipos:

* 1.- Para variables analógicas de voltaje y corriente en protecciones.
* 2.- FT-10 o similar: para variables digitales de TRIP, Teleprotecciones y arranques.
* 3.- Areva MMLG o similar: para variables analógicas de voltaje y corriente en equipos de facturación.

Cualquier otro bloque de prueba deberá cumplir con los mismos requerimientos y deberán ser definidos a conformidad con el MANDANTE, el proyecto debe incluir (2) bandejas de pruebas.

#### Interruptores Automáticos Termomagnéticos

Los elementos de desenganche térmico y magnético, incluidos en los interruptores, deberán proteger cada uno de los circuitos y permitir la operación selectiva de cada uno de ellos. Cada interruptor deberá tener la capacidad de ruptura adecuada para el nivel máximo de cortocircuito presente en el punto de su conexión.

Los bornes de conexión deberán ser atornillados y estar claramente identificados.

No deberán contener elementos de desenganche por baja tensión ni fusibles limitadores serie.

Dos (2) contactos auxiliares, uno tipo "a" y uno tipo "b", para señales de operación y disparo, los cuales deberán quedar alambrados a regleta de terminales.

#### Medidores de Energía

El ADJUDICATARIO deberá determinar las características particulares del equipo de medida, de acuerdo con las razones de transformación de los respectivos transformadores de medida.

Los medidores de energía activa deberán ser medidores multifuncionales, similares al modelo ION7650 trifásico marca Power Measurement, de tres elementos, para 50 Hz, para registrar energías activas y reactivas en ambos sentidos, programable, equipado con memoria de masa, bobinas de tensión para 69 Vca.

Cada equipo suministrado deberá contar con puertas de comunicación para lectura remota a través de Ethernet, sincronización vía Ethernet mediante el sistema SCADA, Sonda de lectura, etc.

En el alambrado de los circuitos de corriente alterna, se ha de considerar la utilización de block de pruebas independientes a los considerados para el controlador de paño.

El ADJUDICATARIO será responsable de certificar previamente y en terreno el equipo de medida de acuerdo con lo solicitado por el CEN. Estos servicios deberán ser ejecutados a través de una empresa externa calificada para este tipo de equipos de acuerdo con los entes certificadores aprobados por el CEN.

### SISTEMA DE CONTROL LOCAL CENTRALIZADO

El equipamiento para el control centralizado deberá cumplir las funciones establecidas en las estipulaciones para el diseño de control. Asimismo, el equipamiento del sistema de control centralizado comprende puertas de comunicación redundantes.

El sistema de control local centralizado para la Subestación, sistema comando desde HMI compuesto en dos (2) concentradores de datos (Gateway), redundante entre sí, de capacidad suficiente para realizar las tareas de supervisión, control y adquisición de datos de la totalidad de las instalaciones asociadas a cada patio.

El armario SCADA deberá contener, Switch de comunicación tipo Ruggedcom, equipo de sincronización horaria GPS, Gateway (concentrador de datos donde se puedan leer las variables de los equipos, conversión de protocolos, la capacidad de lectura de los equipos debe ser capaz de soportar 100 equipos, firewall, etc.). Adicionalmente, deberá tener interfaz de usuario local (HMI local) con pantalla de LCD o similar con buena calidad de resolución y óptima en aspectos tales como convergencia y linealidad; La radiación debe cumplir las normas existentes al respecto en el país de origen; la pantalla debe tener inmunidad a radio interferencias, no se aceptarán pantallas que acusen distorsiones, vibración de imagen, “nieve”, etc., frente a radio interferencias normales de la subestación. La HMI debe estar dimensionado para el manejo de las alarmas de la subestación, en la pantalla se podrá reconocer y reiniciar una alarma, además deberá contener el mímico de la subestación visualizando los estados de los equipos y variables importantes. NO deberá funcionar bajo la plataforma https, internet, etc. Solo software propietario.

Se deberá utilizar una configuración redundante y duplicada de redes de comunicación, las cuales serán vía Ethernet. Adicionalmente el ADJUDICATARIO deberá proporcionar los Switch, Router y Firewall que aseguren la correcta comunicación mediante DNP3.0 u otro protocolo según corresponda y sea validado por el MANDANTE.

Los concentradores de datos deberán permitir que otros equipos futuros que se integren al esquema del bus puedan interactuar entre ellos y con los procesadores del sistema a nivel de intercambio de información, además de brindar la posibilidad de recibir órdenes desde el SCADA.

El equipamiento para el control centralizado en la subestación deberá cumplir las funciones establecidas en las siguientes estipulaciones.



### Requisitos Generales



Sin perjuicio del cumplimiento de las Características Técnicas Garantizadas por parte del ADJUDICATARIO, se indican a continuación aspectos generales del diseño y fabricación de los equipos del control local centralizado.

Estos equipos deberán diseñarse y fabricarse de acuerdo con tecnologías probadas con éxito y según normas difundidas internacionalmente.

En particular, tanto el diseño como la fabricación deberán cumplir aspectos relativos a la funcionalidad, materiales y otros, como los siguientes:

1. Todas las partes del sistema deberán ser fácilmente reemplazables.
2. Los alambrados internos en los armarios deberán realizarse de modo que permitan modificaciones y expansiones con facilidad.
3. Los relés y las tarjetas de circuito impreso serán enchufables.
4. Los componentes electrónicos deberán montarse en tarjetas de circuito impreso formando módulos enchufables.
5. Cuando existan terminales de prueba y medición, éstos deberán ser de fácil acceso y estar bien identificados.
6. Los materiales deberán ser de alta calidad industrial con resistencia al envejecimiento, calor, humedad y soportar las condiciones de operación sin modificación de sus características físicas.
7. Los semiconductores y circuitos integrados deberán tener una temperatura de servicio desde 0 a 70°C.
8. Los diagramas de conexión a tierra de los diferentes equipos y el criterio general utilizado para la conexión a tierra de equipos y circuitos de alimentación serán entregados por el ADJUDICATARIO.
9. Los armarios que posean equipos que disipen calor deberán disponer de sistemas de ventilación y filtros.
10. La disposición de equipos dentro de los armarios deberá considerar las disipaciones de cada uno de ellos, cuidando, también, su aislación respecto de las estructuras de los armarios o de otros equipos o circuitos.
11. Los circuitos de potencia deberán mantenerse separados de los circuitos electrónicos con el objeto de minimizar interferencias.
12. Todos los equipos deberán tener alimentación en 125 V c.c. +10 -15%.

### Documentación técnica del control centralizado

La documentación técnica suministrada con el sistema, incluyendo planos de disposición de equipos, diagramas de bloques, diagramas unilineales, planos de interconexión e instrucciones especiales, deberá cumplir, en lo que corresponda, con lo establecido las especificaciones técnicas de este contrato.

Se requiere que el material empleado en la documentación sea de excelente calidad, así como también la presentación de la documentación. Este control de calidad es de responsabilidad exclusiva del ADJUDICATARIO.

Toda modificación de documentos después de la firma del Contrato, que el ADJUDICATARIO considere necesaria, deberá ser sometida inmediatamente a la consideración de Cliente.

La documentación preparada especialmente para este proyecto deberá entregarse en idioma español. Sin embargo, la documentación de equipos estándar podrá ser entregada en inglés, si no existe versión en español.

### Documento “Diseño de Software”

El ADJUDICATARIO deberá incluir en el documento "diseño de software", una lista de todo el software que se utilizará para cumplir con las funciones especificadas.

En especial, este documento deberá incluir una descripción detallada de todos los programas que se desarrollarán o modificarán para satisfacer funciones que no puedan obtenerse con el software estándar.

### Manuales de los Equipos

El ADJUDICATARIO deberá entregar manuales de los equipos orientados al hardware del sistema.

La documentación relativa a cada equipo deberá ser actualizada y corresponderá a la versión de los equipos y tarjetas incluidas en el suministro.

Para cada equipo suministrado se requiere la documentación original que incluya detalles físicos de desmontaje y substitución de partes, así como detalles descriptivos de operación de cada módulo que complementen los diagramas lógicos y de alambrados de interconexión interna y entre módulos.

El MANDANTE. revisará esta documentación a lo largo del desarrollo del proyecto, incluyendo en el período de garantía.

### Manual del Operador

Este es un documento que será utilizado por los operadores para su capacitación y aprovechamiento integral de las capacidades que ofrece el sistema.

Se requiere que el ADJUDICATARIO prepare este manual para cada uno de los sistemas que suministre, incluyendo exclusivamente aquellas características propias del sistema suministrado. No se aceptarán manuales típicos.

Este documento incluirá en detalle todos los procedimientos que deberán seguirse para utilizar los recursos del sistema.

Su organización y contenido deberá ser sometido a la consideración del MANDANTE. antes de su edición final. El manual del operador deberá ser obligatoriamente preparado en español, con todos los términos técnicos traducidos adecuadamente.

### Listado de documentación del sistema

Se requiere que el ADJUDICATARIO entregue una lista de la documentación del sistema.

### EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL REMOTO

El equipamiento del sistema de control remoto comprende todos los elementos necesarios para controlar y supervisar la totalidad de la instalación desde la sala de control y/o para su conexión con el sistema de control nuevo o existente del MANDANTE.

Todos los equipos, accesorios y repuestos del sistema de control remoto deberán cumplir con los requisitos aplicables al equipo electrónico especificado para el control centralizado.

Se describen, a continuación, los requerimientos particulares que deberán cumplir los equipos del sistema de control remoto

### Concentradores de datos para la subestación o Gateway

Se deberán suministrar dos (2) equipos concentradores de datos de subestación o Gateway en configuración redundante, conectados al bus de datos de la red local de control, también redundante.

Los concentradores de datos para la subestación deberán ser de fabricantes con reconocida experiencia en el área y deberán contar con el dimensionamiento suficiente para la integración de todos los IEDs de control y protección que hacen parte de este suministro. Los Gateway deberán contar como mínimo con las siguientes características:

* Puerto de sincronización de tiempo por IRIG-B
* Facilidades para la configuración de lógicas
* Como mínimo protocolos IEC61850, DNP3.0 esclavo.

### Red de Datos

Se deberán suministrar switch de comunicación y topología de red de acuerdo con lo indicado en el diagrama de arquitectura adjunto a este documento y a lo requerido en las características técnicas garantizadas del sistema. Los suministros serán validados por el MANDANTE. en la etapa de diseño. Estos equipos deberán ser robustos y diseñados para ambientes de subestación.

### RELOJ GPS

El reloj GPS a suministrar deberá soportar los protocolos IRIG-B, SNTP e IEEE1588 y se deberán incluir todos los accesorios necesarios para su correcta instalación y conexión al sistema de control centralizado.

### Pantalla

La subestación cuenta con una pantalla de menos 14”, la cual cumple los siguientes requisitos:

1. Calidad óptima en aspectos tales como convergencia y linealidad.
2. La radiación debe cumplir las normas existentes al respecto en el país de origen.
3. Inmunidad a radiointerferencias. No se aceptarán pantallas que acusen distorsiones, vibración de imagen, "nieve", etc., frente a radiointerferencias normales de la central.
4. Deberá poder utilizarse el alfabeto español, con todas sus letras.
5. Existirán facilidades para edición de texto y generación de despliegues.
6. Deberá ser posible posicionar el cursor a través de comandos básicos de direccionamiento por teclado y por software.
7. Deberán poseer la capacidad de representación de caracteres con media intensidad.

### Interconexión con el centro de operación de EL MANDANTE

Se deberá considerar la conexión al centro de operación del MANDANTE. de TODOS los IED’ s que hacen parte de este suministro, desde donde se supervisará y operará esta instalación junto con otras en forma centralizada.

Esta interconexión se realizará a través del controlador de subestación o Gateway indicado anteriormente, donde el protocolo para la conexión con el centro de control remoto será DNP3.0. El ADJUDICATARIO deberá entregar la documentación de detalle de dicho protocolo.

### Inspección de los equipos, alambrado y rotulado

Esta inspección estará destinada a comprobar que los equipos han sido fabricados sin defectos aparentes, dentro de reglas estéticas aceptables, con las dimensiones u otros atributos externos acordados y de acuerdo con las características particulares que se hayan exigido en estas especificaciones. Se verificarán, también, los alambrados e identificación de equipos, cables, etc.

1. Revisión de la documentación

Se realizará una inspección de la documentación del equipamiento, incluyendo configuración y planos de interconexión, esquemas eléctricos, manuales descriptivos, de mantenimiento, de diagnósticos, etc. Se verificará la existencia de los protocolos de pruebas a nivel de cada equipo, que hayan sido realizados por los fabricantes respectivos.

# ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN



### CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN

Los equipos de protección aquí especificados deberán integrarse al sistema de control digital de la subestación.

Los equipos de protección, que se indican esquemáticamente en los planos de diseño básico deberán ser de tecnología numérica, deberán proporcionar un servicio confiable y seguro y soportar sobretensiones, sobrecargas y otras condiciones adversas que se pudieran producir en condiciones de servicio.

Las funciones de protección a ser implementadas en cada caso particular serán las determinadas por los estudios sistémicos correspondientes, los cuales son de responsabilidad del ADJUDICATARIO.

Los equipos de protección deberán ser construidos con componentes y materiales de la mejor calidad, conforme con las recomendaciones de las Normas IEC o ANSI correspondientes.

Los módulos de igual denominación deberán ser intercambiables entre sí, y los módulos de repuesto deberán servir para cualquiera de ellos.

Los equipos de protección deberán tener incorporada capacidad de registro de fallas y eventos, que permita registrar magnitudes análogas (V, I) y señales digitales de todas las funciones de protección (tanto contactos propios como contactos de operación externos), y tener capacidad de memoria suficiente para registrar, por lo menos, todas las informaciones previas y durante la falla de los tres (3) últimos eventos.

Los sistemas de protección deberán contar con auto supervisión y supervisión de los circuitos de disparo, para verificar en forma permanente su correcto funcionamiento.

Para cada una de las operaciones de las protecciones se deberá proveer contactos independientes, libres de potencial y suficientes para satisfacer los requerimientos del proyecto. Estas operaciones podrían ser disparos, recepción y envío de señales de transferencia de desenganche, alarmas, etc.

Cada equipo de protección deberá contar, por lo menos, con los siguientes puertos de comunicación:

* Un (1) puerto en la cara frontal del equipo, para conectar una computadora portátil y poder efectuar configuración, análisis y cambios de ajuste localmente.
* Dos (2) puertas posteriores, para interconectar con el sistema de control de la subestación. Estas puertas de comunicación deberán ser físicamente independientes y tener distinta IP.
* Un (1) puerto IRIG-B, para conectarse a una sincronización horaria externa.
* El ADJUDICATARIO deberá verificar que los equipos son apropiados para una operación libre de interferencias y fallas. Su diseño deberá asegurar que no los afecten condiciones externas al equipo mismo como, por ejemplo:
* Condiciones ambientales, según lo indicado en estas especificaciones.
* Vibraciones producidas por operación de los interruptores y movimientos sísmicos, de modo que no se produzcan falsas operaciones debido a dichos fenómenos.
* Interferencias electromagnéticas producidas en las cercanías de los armarios.
* Inducciones en los cables de alimentación, control e interconexión con los equipos de telecontrol.
* Respuesta transitoria de los transformadores de corriente y de potencial asociados a los equipos de protección.
* Los equipos de telecomunicaciones que operan en conjunto con los sistemas de protección.
* Todos los equipos deberán tener señalización local, con reposición manual, para las siguientes operaciones, cuando proceda:
* Operación de la protección.
* Fase fallada.
* Etapa operada.
* Recepción y envío de señales de transferencia de desenganche.
* Otras operaciones de elementos propios de cada esquema, a definir entre el ADJUDICATARIO y el MANDANTE.

### CARATERISTICAS PARTICULARES DE LAS FUNCIONES DE PROTECCIONES

### PROTECCIONES DE TRANSFORMADOR

1. Función de protección de distancia.

Si los estudios sistémicos pertinentes determinan la utilización de funciones de protección de distancia para protección de transformadores (21T), esta función deberá tener implementado, a lo menos, las siguientes lógicas o módulos:

* Ajustes independientes para fallas entre fases y para fallas a tierra.
* Memoria de tensión para polarización de la protección, para la correcta determinación de la dirección durante inversiones de tensión.
* Filtros para bloquear señales, de tensión y corriente, provocadas por transientes de alta frecuencia.
* Filtros o algoritmos que permitan evaluar correctamente la medida, de la protección, en caso de transientes subsíncronos.
* Técnica de medida y filtrado que asegure el funcionamiento correcto de la protección ante saturación de los transformadores de medida.
* Lógica de bloqueo y alarma por fallas en los circuitos de alimentación de tensión alterna.
* Lógica de localización de fallas.
* Capacidad de registro de fallas y perturbaciones

1. Funciones de protección diferenciales de Transformador (87T)

Si los estudios sistémicos pertinentes determinan la utilización de funciones de protección diferencial de línea (87T), esta función deberá tener implementado, a lo menos, las siguientes lógicas o módulos:

* Medidas de corriente independientes por fase.
* Evaluación de la corriente diferencial tanto en magnitud como en ángulo.
* Deberá tener supervisión del canal de comunicaciones.
* Deberá tener compensación continua del retardo de tiempo de transmisión de las señales de comunicación.
* Deberá ser capaz de prevenir operaciones erróneas producto de la saturación de los transformadores de medida.
* Protección de respaldo mediante funciones de sobrecorriente, tanto para fallas entre fases y fallas a tierra.
* Filtrado numérico y técnicas de medida que aseguren operaciones correctas durante condiciones transientes.
* Bloqueo y alarma por fallas en los circuitos de alimentación de tensión alterna.
* Lógica de cierre contra fallas (line check o SOFT).
* Lógica de localización de fallas.
* Capacidad de registro de fallas y perturbaciones.
* Función de protección por falla de interruptor (50BF).

#### PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRA (87B)

El sistema de protecciones barra 110 kV debe constar con un esquema simple de protección que disponga de la función 87B como función principal, además, de las siguientes características:

• Contar con Pantalla LCD para visualización rápida de eventos y ajustes en forma local.

• Almacenamiento de Registros de eventos y oscilográficos en memoria no volátil.

• Protocolos de comunicación IEC 61850 y DNP 3.0.

• Debe permitir obtener los parámetros, ajustes, registros oscilosgráficos de fallas y eventos en forma local y remota, sin necesidad de intervenir su configuración.

• Sincronización horaria, a través del protocolo de comunicaciones o IRIG-B.

Deberá disponer, al menos, de los elementos de protección y características que se indican a continuación:

Funciones de sobrecorriente de fases (51) con las siguientes familias de curvas, seleccionables por el usuario:

i. Según normas IEC, curvas inversa, muy inversa, extremadamente inversa y tiempo definido.

ii. Según normas IEEE/ANSI Moderadamente Inversa, Inversa, Muy Inversa.

Función de sobrecorriente instantánea de fases (50).

Los relés deberán disponer de 2 niveles de ajustes de sobrecorriente tanto para los elementos de fase como para el elemento residual.

Función de sub tensión (27) y sobre tensión de fases (59).

La unidad diferencial debe contar con elementos diferenciales (87) de medición independientes por fase, para proteger el sistema de barras.

La función de restricción con característica de porcentaje variable de protección debe ser tal que garantice la máxima estabilidad ante fallas externas y asegure un disparo rápido ante fallas internas, aun cuando se utilicen transformadores de corriente con diferencias apreciables en sus curvas de excitación.

La función de baja impedancia, deberá garantizar la estabilidad de la protección ante eventos externos, rápida y segura ante fallas dentro de su zona de alcance, generando disparos instantáneos.

Luego de la operación la unidad deberá quedar bloqueada. La reposición sólo podrá efectuarse en forma local o remota, mediante programación efectuada por el usuario.

El relé no debe requerir transformadores de corriente de interposición. Los relés diferenciales deberán ser tales que no necesiten de transformadores de corriente intermedios para efectuar la compensación de los grupos de conexión, para compensar la relación de transformación de los transformadores de corriente del transformador de potencia y filtrado de secuencia cero.

La salida del disparo debe darse en un tiempo máximo de un ciclo (incluye el tiempo de operación del relé de salida).

Función de falla interruptor (Breaker Failure) por cada paño protegido.

El relé diferencial de barras deberá estar capacitado para utilizar la imagen de los seccionadores en el esquema de protección de barra, a través de contactos auxiliares.

La protección deberá individualizar y separar la barra fallada, permitiendo que el resto de las instalaciones no afectadas permanezcan en servicio.

La lógica de programación deberá permitir poner una zona de medición fuera de servicio.

La protección diferencial de barras debe tener al menos la siguiente señalización:

i. Para el sistema de control digital mediante contactos libres de tensión o enlace serial:

• Disparo

• Anomalía del circuito secundario de corriente

• Falsa imagen de seccionadores

• Relé indisponible

ii. Indicación:

• Disparo: fase R, fase S y fase T

• Falsa imagen de seccionadores

• Anomalía del circuito secundario de corriente: fase R, fase S y fase T

• Relé indisponible

La protección deberá inhibirse y dar una alarma para los siguientes casos:

• Anomalía del circuito secundario de corriente

• Falsa imagen de seccionadores

La protección deberá detectar y operar correctamente incluso ante fallas entre el interruptor y los transformadores de corriente (zona muerta) y no dejar ninguna otra zona sin protección o con posibilidad de operaciones incorrectas.

Durante la maniobra de cambio de barra la protección deberá quedar operando en barra única (bloqueo por barra única).

El relé deberá contar con un elemento adicional de voltaje para fines de bloqueo y registro.

El relé deberá soportar saturación significativa de los transformadores de corriente. El proveedor indicará el tiempo de señal de corriente líneas necesaria para asegurar la estabilidad frente a fallas externas a la línea protegida.

El relé deberá disponer de lógicas para manejo de fallas evolutivas externas – internas a la zona protegida.

#### PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE

Para los paños o alimentadores MT, se considera la utilización de relés de sobrecorriente, los cuales deben contar con los elementos que le permitan brindar la función de protección tanto primaria como secundaria en líneas o alimentadores.

Las funciones de protección mínimas que con las que deberá contar el relé son las siguientes:

Funciones de sobrecorriente de fases (51), tierra (51G) y secuencia negativa (51Q), direccional (67-67G-67Q) y no direccional con las siguientes familias de curvas, seleccionables por el usuario:

i. Según normas IEC, curvas inversa, muy inversa, extremadamente inversa y tiempo definido.

ii. Según normas IEEE/ANSI Moderadamente Inversa, Inversa, Muy Inversa.

Función de sobrecorriente de neutro direccional (67N) y adireccional (51N).

Función de sobrecorriente instantánea de fases, residual y secuencia negativa (50-50G-50Q).

Función sensitiva de sobrecorriente homopolar direccional y no direccional: SEF. Con la finalidad de poder discriminar entre una falla a tierra por rotura de conductor y una descarga en aisladores en un sistema de distribución de neutro aislado, es deseable que los relés ofrecidos tengan esquemas de protección en función de la derivada de la secuencia positiva y negativa o en función de la relación lsn/lsp (corriente secuencia negativa/corriente secuencia positiva). Por lo tanto se debe indicar claramente en la oferta el tipo de función ofrecido.

Función de sub tensión (27) y sobre tensión de fases, residual y secuencia negativa (59-59G-59Q).

Función de autorreconexión (79) con al menos 4 intentos de reconexión, con bloqueo externo e interno, con tiempos configurables e independientes para cada recierre. El relé deberá tener la flexibilidad para incorporar todos los elementos lógicos disponibles para la habilitación y bloqueo de la reconexión.

El relé deberá disponer de los elementos lógicos con los que se pueda implementar un esquema de coordinación de secuencia, para coordinar con otros elementos de seccionamientos de la red.

El relé deberá contar con una función de verificación por sincronismo (25), que incluya elementos de frecuencia, voltaje y desplazamiento angular, con el cual se pueda supervisar la funciones de cierre y reconexión.

Función de frecuencia (81): sobrefrecuencia y baja frecuencia. Se deberá indicar claramente el método de medición de la frecuencia e indicar la forma como el algoritmo es insensible a las armónicas resultantes de una falla a tierra en un sistema con neutro aislado, de manera que mida frecuencias diferentes a las existentes y evitar las falsas operaciones por mínima frecuencia en condiciones de fallas a tierra de una de las fases.

En caso de especificarse, el relé deberá disponer de funciones que permitan implementar un esquema de desconexión automático de carga (EDAC) frente a oscilaciones en la frecuencia de la red con la opción de definir al menos 6 escalones de diferencial de frecuencia vs tiempo df/dt.

Función de falla de interruptor por monitoreo de corriente.

Función de supervisión del circuito de disparo, con capacidad de monitoreo continuo para interruptor abierto o cerrado.

Los relés deberán disponer de 4 unidades de medición, tres de fase y una residual.

Los relés deberán disponer de tres niveles de ajustes de sobrecorriente tanto para los elementos de fase como para el elemento residual.

Todos los niveles de fase y residual deberán disponer de ajustes independientes de corriente y de tiempo.

Todas las funciones de protección se deberán poder habilitar y deshabilitar de manera interna y externa.

Los relés deben poseer como mínimo 4 grupos de ajustes los cuales podrán habilitarse por:

i. Programación

ii. Mediante una señal externa digital.

iii. Por comunicación

Función localización de fallas.

Despliegue en panel frontal de valores primarios de variables eléctricas como tensiones, corrientes, potencias, energías, etc.

Registro de perfiles de carga por 30 días en intervalos de al menos 15 minutos.

Registro de valores de corrientes máximos y mínimos.

Resumen de operaciones del interruptor, almacenamiento del número de amperios (kA2).

Proveer entradas y salidas digitales programables.

En los casos en que se indique, el relé deberá disponer de lógica Vector Shift o ROCOF y elemento de pendiente de frecuencia, para detección de pérdida de generación.

En los casos en que se indique, el relé deberá disponer de elementos de disparo por arco eléctrico

# SERVICIOS AUXILIARES

Para los servicios auxiliares de las subestaciones se debe incluir al menos los siguientes equipos:

* Un (1) gabinete para interior, destinado para el control y medida de los tableros de distribución de SSAA de corriente alterna y corriente continua en la sala de control existente.
* Tableros de distribución CA barras esenciales y no esenciales.
* Tableros de distribución CC barras 1 y barra 2

# ARMARIOS

El proveedor deberá suministrar armarios metálicos completos y elementos menores, tales como relés auxiliares, regletas, interruptores termomagnéticos, etc., montaje de equipos principales, alambrado de todos los elementos y prueba de fábrica.

Los equipos principales se montarán en placa frontal metálica. Las marcas y modelos de los equipos serán de preferencia los especificados y suministrados por el MANDANTE. al ADJUDICATARIO.

Los equipos y accesorios menores deberán ser aportados y montados por el fabricante.

Los armarios deberán entregarse completamente armados, alambrados, probados y listos para su instalación. El desarme para el transporte deberá ser solamente por seguridad de manejo y para una adecuada protección en el traslado, y bajo las restricciones de transporte que apruebe el MANDANTE.

Los requerimientos constructivos serán:

* Armario metálico, con zócalo de 100 mm, grado de protección IP55, armazón/techo/dorsal con espesor mínimo de 1,5 mm, puerta de 2,0 mm y placa de montaje 3,0 mm.
* Armario metálico, con zócalo de 100 mm, grado de protección IP55, armazón/techo/dorsal con espesor mínimo de 1,5 mm, puerta de 2,0 mm y placa de montaje 3,0 mm.
* Dimensiones mínimas aproximadas (referenciales) de 2000x800x800 mm (alto x ancho x profundidad). Las dimensiones reales deberán ser confirmadas o modificadas por el fabricante y aprobadas por el MANDANTE.
* Armario con puerta frontal exterior de vidrio, abatible en 120º, tipo Rittal o equivalente.
* Panel interior para montaje de los equipos abatible.
* Color tipo RAL 7035.
* Calefactor interno con termostato.
* Dispositivo para control de humedad interna.
* Luminaria interna con switch de puerta.
* Enchufe 220 Vca interior con toma de tierra y con protección diferencial según norma chilena.
* Interruptor termomagnético 16 A, para protección circuitos internos de CA.
* Barra para conexión a tierra de alambrado interior, para conexión del blindaje de cables y conexión a tierra.
* Elementos de transporte para izamiento.
* Entrada de cables por abajo y por arriba.

El diseño, la configuración de los equipos y el alambrado interno, montaje de los equipos en los armarios deberá ser efectuado en la fábrica de origen de los equipos. La ejecución del alambrado interno deberá realizarse de modo que permita modificaciones y expansiones con facilidad.

El alambrado deberá ser efectuado con cable de cobre flexible monoconductor, de clase de aislación no menor que 600 V c.a., 50 Hz, y capaz de soportar 2000 V durante un (1) minuto. Las regletas de terminales deberán tener terminales de tipo seccionable y puenteable, para facilitar las conexiones y desconexiones.

Los equipos de protección deberán poseer terminales de prueba y medición, los cuales deberán tener fácil acceso y permitir la realización de pruebas con inyección de magnitudes alternas y bloqueos de salidas de disparo. Dichos terminales estarán debidamente identificados, de acuerdo con lo indicado en estas especificaciones.

Todos los armarios deberán tener una barra de conexión a tierra, para conectarlos directamente a la red de puesta a tierra.

Todos los circuitos dentro de los armarios se deberán mantener aislados de la estructura de estos y de otros circuitos cercanos.

Los planos de alambrado de los paneles serán suministrados oportunamente, debiendo el fabricante atenerse estrictamente a ellos. En todo caso, el fabricante en base a su experiencia podrá sugerir modificaciones que conlleven a optimizar los alambrados, disposiciones y espacios, estas sugerencias serán previamente aprobadas por el MANDANTE. También, el fabricante deberá aportar cualquier elemento mecánico de soporte adicional que algún equipo pudiera requerir para un correcto montaje. La identificación de los conductores y de los bornes de regletas terminales, se efectuará con marcas claras e indelebles, según lo indicado en los planos.

El fabricante deberá proveer, además, todas las planchuelas de identificación de equipos y circuitos, conforme a lo indicado en planos. Serán de lamicoid negro con letras blancas bajo relieve y se fijarán mediante un adhesivo adecuado, de dimensiones 150 x 30 mm que indique el nombre del equipo y número de Tag, en caracteres no menores a 12,5 mm. Oportunamente El MANDANTE. entregará un listado con las designaciones a emplear en estas planchuelas.

Los cables y conductores por emplear en los alambrados de control y fuerza serán tipo multihebras, retardantes a llama y libres de halógenos, con las siguientes características:

* Aislación: 600 Vca.
* Sección Mínima:
* Control: Nº 14 AWG.
* Circuitos de tensión y corriente: Nº 12 AWG.
* Fuerza y alumbrado: Nº 12 AWG.
* Color:
  + - Aislación: Amarillo.
    - Tierra: Verde.
    - Control: Gris.
    - Corriente y tensión: Negro.
* Terminal del conductor: Conectores de compresión.
* Identificación de conductor: Ubicado en los dos extremos con marcas termo contraíbles.
* Identificación de circuitos: Manguitos de color para diferenciar circuitos de alimentaciones.

Todas las conexiones de alambrado se efectuarán a través de regleta de terminales, no se deberá alambrar más de dos conductores por cada terminal y las uniones de cables se efectuarán empleando regleta de terminales.

Las canalizaciones de fuerza y de control al interior de los armarios, deberán ser totalmente independientes entre sí. Todo el alambrado deberá ser canalizado mediante bandejas plásticas con tapas, las cuales deberán quedar ocupadas hasta en un máximo de 50% de su capacidad. Para la canalización de los conductores que provienen desde el exterior deberán suministrarse grillas o bandejas plásticas con tapas; en caso de que el suministro considere bandejas plásticas para este propósito, las dimensiones mínimas serán de 125 x 87,5 mm. Los haces de conductores que conectan partes fijas con móviles deberán ser a base de cables extraflexibles y deberán protegerse con fundas u otras soluciones, igualmente flexibles.

Las conexiones externas se realizarán a través de regleta de terminales

# REPUESTOS Y HERRAMIENTAS

El ADJUDICATARIO deberá suministrar un conjunto de repuestos necesarios para el mantenimiento de los equipos de protección y registro de fallas, para un período de cinco (5) años. Además, el ADJUDICATARIO deberá proponer una lista de repuestos para un periodo de diez (10) años de todas las instalaciones de protección.

El ADJUDICATARIO deberá recomendar, si procede, un juego de herramientas y accesorios especiales necesarios para el mantenimiento de los equipos de protección y registro de fallas.

# CARACTERISTICAS GENERALES DE DISEÑO



### SISTEMA DE CONTROL

Todas las conexiones desde los armarios hasta los equipos primarios de patio deberán ser realizadas con cables de cobre convencionales apantallado

### FUENTES DE ALIMENTACIÓN

El sistema de protección de un elemento (línea), deberá estar dividido en dos subsistemas redundantes, siendo cada uno de ellos suficiente para constituir un esquema de protección completo.

Cada uno de los de los dos subsistemas de protección, deberá contar con una fuente independiente de alimentación de corriente continua.

### CONEXIÓN A LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Cuando corresponda, cada uno de los dos subsistemas de protección, deberá estar conectado a núcleos distintos en los transformadores de corriente.

Asimismo, cuando corresponda, deberá ser conectado a circuitos distintos desde los secundarios de los transformadores de potencial.

# PLANOS E INFORMACIÓN TECNICA



### INFORMACIÓN PARA ENTREGAR CON LA OFERTA

El ADJUDICATARIO deberá entregar con la Oferta la siguiente documentación:

* Lista completa y cantidad de los equipos de protección suministrados.
* Descripción completa y detallada de los equipos de control, protección y registro de fallas suministrados.
* Descripción completa del funcionamiento de los sistemas.
* Descripción de los equipos disponibles para efectuar las diferentes pruebas indicadas en esta especificación.
* Manuales de operación de los equipos suministrados
* Descripción técnica, instrucciones de puesta en servicio e instrucciones de mantenimiento de los equipos componentes de los sistemas.
* Programas (software) e informaciones necesarias para los equipos de control, protección y de registro de fallas.
* Formularios de características técnicas garantizadas, de discrepancias, etc.

Toda la documentación anterior deberá ser entregada en idioma Castellano, y si esto no fuera posible se aceptará en inglés.

### INFORMACIÓN PARA ENTREGAR DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO

El ADJUDICATARIO, antes de iniciar la fabricación de los equipos deberá entregar al MANDANTE., para su revisión y comentarios, los planos del proyecto de control, de configuración, de alambrado y de montaje de los equipos de control, protección y registro de fallas.

Además, en esta etapa, se deberá entregar toda la información necesaria para poder revisar el proyecto y toda aquella información relacionada con los programas para calibración, análisis y evaluación.

### DOCUMENTACIÓN DEFINITIVA

El ADJUDICATARIO deberá entregar al MANDANTE. tres (3) juegos de documentación definitiva, similar a la descrita en los puntos precedentes. Toda la documentación deberá ser entregada en idioma Castellano. Sin embargo, si lo anterior no fuera posible se deberá cumplir lo siguiente:

* La documentación preparada especialmente para el proyecto deberá ser entregada en castellano.
* La documentación propia de los equipos podrá ser entregada en inglés sólo si no existe versión en castellano.

# PRUEBAS EN FABRICA

En presencia de representantes que designe el MANDANTE., todos los equipos de control, protección y registro de fallas integrados en sus armarios definitivos deberán ser sometidos a las pruebas en fábrica que se indican a continuación.

El ADJUDICATARIO deberá informar con un plazo superior a treinta (30) días antes del inicio de estas pruebas y deberá entregar un programa detallado de las mismas. El MANDANTE. se reserva el derecho de enviar sus representantes para presenciar las pruebas.

La ejecución de estas pruebas en ningún caso disminuye la responsabilidad que tiene el ADJUDICATARIO en el correcto funcionamiento posterior de los equipos.



### PRUEBAS DE RUTINA

En presencia de representantes que designe el MANDANTE., todos los equipos de control, protección y registro de fallas integrados en sus armarios definitivos deberán ser sometidos a las pruebas en fábrica que se indican a continuación.

El ADJUDICATARIO deberá informar con un plazo superior a treinta (30) días antes del inicio de estas pruebas y deberá entregar un programa detallado de las mismas. El MANDANTE. se reserva el derecho de enviar sus representantes para presenciar las pruebas.

La ejecución de estas pruebas en ningún caso disminuye la responsabilidad que tiene el ADJUDICATARIO en el correcto funcionamiento posterior de los equipos.

### PRUEBAS DE ALTA FRECUENCIA

Todos los equipos de control, protección y registro de fallas deberán ser sometidos a las pruebas de alta frecuencia descritas en la norma ANSI/IEEE C37.90.1, "Surge Withstand Capability (SWC) Tests", o prueba equivalente descrita en la Publicación IEC 255-6, Apéndice C.

### PRUEBAS FUNCIONALES

El sistema de control, protección y registro de fallas, ya integrado en su armario definitivo, deberán ser sometidos, en fábrica, a pruebas funcionales para verificar que los sistemas están cumpliendo con las funciones para las cuales fueron diseñados y operando dentro de los valores aceptados.

En las pruebas funcionales se deberá probar en forma completa cada uno de los sistemas que componen el suministro demostrándose que la totalidad de las funciones se cumplen según lo especificado.

### PROTOCOLO DE PRUEBAS

Por cada prueba que se realice en fábrica, se deberá emitir un informe o protocolo conteniendo la siguiente información:

* Identificación del equipo bajo prueba.
* Descripción de la prueba.
* Resultados obtenidos, incluyendo descripciones de las fallas ocurridas.
* Descripción de las intervenciones, correcciones, modificaciones y reparaciones efectuadas en los equipos.
* Una declaración que el equipo bajo prueba cumplió los requerimientos solicitados.
* El ADJUDICATARIO deberá entregar al MANDANTE., dos (2) ejemplares de todos los protocolos de las pruebas realizadas. Sólo después que el MANDANTE. o sus representantes revisen y aprueben los resultados de las pruebas en fábrica, el ADJUDICATARIO podrá embarcar los equipos.

### PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO

El ADJUDICATARIO deberá realizar las pruebas y controles durante el montaje, alambrado y la puesta en servicio de los sistemas de control, protección y medida. Cuatro (4) meses antes de iniciar esta actividad, el ADJUDICATARIO deberá someter a la revisión del MANDANTE., para comentarios, el programa detallado de las pruebas en terreno, con el detalle de los procedimientos y duración de cada prueba. La organización y realización de las pruebas será responsabilidad del ADJUDICATARIO. Sin embargo, el MANDANTE. podrá solicitar pruebas adicionales si lo estima conveniente.

Las pruebas serán válidas sólo si se han realizado en presencia de los inspectores designados, a menos que el MANDANTE. autorice por escrito lo contrario.

El ADJUDICATARIO deberá especificar, programar y coordinar las actividades del proceso de pruebas y puesta en servicio del sistema de control, protección y registro de fallas. Entre las pruebas a ejecutar se deberá incluir la prueba de la lectura remota de los registros de los IED’s de control, protección y medida.

El ADJUDICATARIO deberá disponer de todos los instrumentos y equipos de prueba necesarios para efectuar las pruebas y ajustes a los diferentes equipos.

El personal a cargo de las pruebas deberá ser calificado previamente por el MANDANTE. Para este fin, el ADJUDICATARIO deberá presentar los antecedentes de este personal al MANDANTE. por lo menos sesenta (60) días antes del inicio de las pruebas.

Para la ejecución de las pruebas, el ADJUDICATARIO deberá presentar personal especializado provisto por la fábrica y si, a juicio del MANDANTE., una o más personas acreditadas no reúnen las condiciones necesarias para hacerlo, deberán ser reemplazados en forma inmediata por otra u otras personas idóneas cuya calificación será sometida a la consideración del MANDANTE. Este reemplazo será de cargo del ADJUDICATARIO.

# CAPACITACIÓN DE PERSONAL



### REQUISITOS GENERALES

El ADJUDICATARIO deberá impartir capacitación al personal del MANDANTE. que participará en:

* Inspección del diseño y revisión de estudios de ajuste del sistema de control, protección y registros de fallas.
* Inspección de montaje y pruebas en terreno.
* Mantenimiento de los equipos después de la puesta en servicio de las obras.

El ADJUDICATARIO deberá preparar un programa de capacitación que deberá ser sometido a la revisión del MANDANTE. El programa deberá consultar cursos con relatores especialistas y deberán ser complementados con prácticas en talleres.

El ADJUDICATARIO proveerá los medios necesarios para que el rendimiento de los cursos sea óptimo. Se requiere que los relatores sean especialistas de experiencia probada en su área y que los cursos sean en idioma castellano o inglés. Al iniciar el curso el relator entregará juegos completos de documentación de apoyo, tales como descripciones generales, esquemas, manuales detallados de mantenimiento, ayudas audiovisuales, etc., los que deberán estar escritos en castellano o inglés y quedarán en poder del MANDANTE.

### PERSONAL PREVISTO PARA LA CAPACITACIÓN

El ADJUDICATARIO deberá impartir capacitación al personal que designará al MANDANTE. con los fines que se indica:

* La capacitación deberá permitir conocer las características técnicas y de funcionamiento de los equipos y la operación y mantenimiento de los equipos de control, protección y registro de fallas.
* Los ingenieros estarán a cargo de organizar y supervisar los trabajos de mantenimiento de los equipos de control, protección y registro de fallas. Además, deberá capacitar y controlar al grupo de especialistas que se encargará del mantenimiento o que pudieran hacer intervenciones técnicas en los equipos y componentes. Eventualmente, colaborará con los especialistas del fabricante, en los trabajos técnicos de ajustes, controles y pruebas en terreno, que sean responsabilidad del ADJUDICATARIO.

### COBERTURA DE LA CAPACITACIÓN

Los cursos y prácticas se deberán planificar y realizar con un grado de detalle tal que permita al personal del MANDANTE. adquirir un conocimiento completo de todo el equipamiento y sistema asociado, y quedar capacitado para adiestrar, en Chile, al resto del personal que participará en las intervenciones técnicas y en el mantenimiento.

Deberá abarcar las siguientes áreas:

* Filosofía del diseño.
* Características técnicas y funcionamiento del equipo.
* Metodología de estudios de ajuste.
* Equipos componentes de los sistemas, subsistemas y auxiliares.
* Características técnicas de los sistemas, subsistemas y auxiliares.
* Metodología y prácticas de ajustes, controles y pruebas.
* Metodología y prácticas de mantenimiento.
* Protocolos y revisiones periódicas.

El ADJUDICATARIO propondrá el detalle y asignación de tiempo de desarrollo de cada materia.

# CONDICIONES DE TRANSPORTE, ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN

Los equipos del sistema de control, protecciones y registro de fallas y todos los accesorios se embalarán y marcarán para su embarque y transporte, cumpliendo con todas las disposiciones contenidas en estas especificaciones.