

INDICE

9. SISTEMA DE CONTROL, MANDO Y PROTECCIONES.....	3
9.1 SISTEMA DE CONTROL Y MANDO	3
9.1.1 General.....	3
9.1.1.1 Alcance del Trabajo.....	3
9.1.1.2 Sistema de Control y Mando Actual.....	7
9.1.1.3 Sistema de Control y Mando Modernizado	9
9.1.1.4 Referencias	10
9.1.1.5 Requisitos de Integración	16
9.1.1.6 Control de Calidad.....	18
9.1.1.7 Requisitos Básicos de Diseño.....	18
9.1.1.8 Requisitos de Desempeño (Performance).....	25
9.1.1.9 Gestión, Proceso y Control de Datos	33
9.1.1.10 Adquisición de datos	38
9.1.1.11 Software de Aplicación	46
9.1.1.12 Software estándar	52
9.1.1.13 Sistemas de Sincronización de Unidad.....	53
9.1.1.14 Sistema de Monitoreo de Condición de la Unidad en línea.....	54
9.1.2 Equipamiento.....	55
9.1.2.1 Generalidades	55
9.1.2.2 Tableros, Gabinetes y Paneles para DCS	56
9.1.2.3 Relés y Fuentes de Alimentación	57
9.1.2.4 Controladores del Sistema de Control Distribuido (DCS).....	59
9.1.2.5 Módulos para los Controladores del Sistema de Control Distribuido (DCS).....	61
9.1.2.6 Panel de Interfaz Humano Máquina (HMI)	64
9.1.2.7 Equipos de Comunicaciones.....	64
9.1.2.8 Equipo de Procesamiento de Datos (DPE)	70
9.1.2.9 Sistema de Pantalla Ampliada	75
9.1.2.10 Sistema de Sincronización de Tiempo.....	79
9.1.2.11 Mobiliario de Consola de Operación.....	81
9.1.2.12 Sistema de Sincronización Automática	83
9.1.2.13 Software de la Interfaz Humano Maquina (HMI)	85
9.1.2.14 Software de Aplicación	94
9.1.2.15 Manuales	106
9.1.3 Ejecución	107
9.1.3.1 Plan de Instalación.....	108
9.1.3.2 Requerimientos de Prueba.....	109
9.1.3.3 Entrenamiento.	116
9.2 SISTEMA DE PROTECCIONES	119
9.2.1 General.....	119
9.2.1.1 Alcance del Trabajo.....	119
9.2.1.2 Sistema de Protecciones Actual.....	121
9.2.1.3 Referencias	122
9.2.1.4 Entregables.....	127
9.2.1.5 Requisitos de Integración	127
9.2.1.6 Control de Calidad.....	129
9.2.1.7 Requisitos Básicos de Diseño.....	129
9.2.1.8 Requisitos de Desempeño (Performance).....	132
9.2.1.9 Sistemas de Protección de Unidad.....	134
9.2.2 Equipamiento.....	138
9.2.2.1 Generalidades	138
9.2.2.2 Tableros para Sistemas de Protecciones	138
9.2.2.3 Relés y Fuentes de Alimentación	140
9.2.2.4 Equipos de Protección	141
9.2.2.5 Registrador de Fallas	144
9.2.2.6 Medidores de Parámetros Eléctricos.....	150
9.2.2.7 Equipo de Ensayo de Relés	151
9.2.2.8 Despliegue de tiempo	156
9.2.2.9 General	156
9.2.2.10 Plan de Instalación	157
9.2.2.11 Requerimientos de Prueba.....	158
9.2.2.12 Entrenamiento.	165
9.3 SISTEMA DE COMUNICACIONES.....	167
9.3.1 General.....	167
9.3.1.1 Alcance del Trabajo.....	167

9.3.1.2	Sistemas de Comunicaciones Actuales.....	169
9.3.1.3	Calificaciones del Proveedor del Sistema.....	170
9.3.1.4	Referencias.....	170
9.3.1.5	Entregables.....	173
9.3.1.6	Requisitos de Integración.....	173
9.3.1.7	Control de Calidad.....	174
9.3.1.8	Requisitos Básicos de Diseño.....	174
9.3.1.9	Requisitos de Desempeño (Performance).....	181
9.3.1.10	Sistemas de Comunicaciones.....	181
9.3.2	<i>Equipamiento</i>	183
9.3.2.1	Generalidades.....	183
9.3.2.2	Tablero de Distribución Principal de Fibra (ODF).....	183
9.3.2.3	Tablero de Distribución Secundaria de Fibra.....	185
9.3.2.4	Paneles de Distribución de Fibra Óptica para montaje en tablero.....	186
9.3.2.5	Cables de Interconexión (“Patch cords”).....	186
9.3.2.6	Cables de Planta Interna y Externa.....	187
9.3.2.7	Equipo de Prueba de Fibra Óptica OTDR (“Optical Time-Domain Reflectometer”).....	189
9.3.3	<i>Ejecución</i>	190
9.3.3.1	General.....	190
9.3.3.2	Plan de Instalación.....	191
9.3.3.3	Requerimientos de Prueba.....	192
9.3.3.4	Entrenamiento.....	197
9.4	SISTEMA DE MONITOREO DE LA TURBINA Y DEL GENERADOR.....	199
9.4.1	<i>Generalidades</i>	199
9.4.2	<i>Sistema de supervisión de Entrehierro</i>	200
9.4.3	<i>Sistema de detección de vibraciones</i>	202
9.4.4	<i>Monitores de excentricidad del eje</i>	204
9.4.5	<i>Sistema de detección de descargas parciales</i>	204
9.4.6	<i>Unidad de monitoreo</i>	207
9.4.7	<i>Servidores y consolas portátiles de diagnóstico de la turbina y generador</i>	209
9.4.8	<i>Programas y aplicaciones (“software”)</i>	210
9.4.9	<i>Misceláneos</i>	212
9.5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	212

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – REQUERIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIONES DE UTE – INTERFACES DE RELÉS Y SINCRONIZACIÓN HORARIA.

ANEXO B – REQUERIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIONES DE UTE - REGISTRADORES DE FALLA.

9. SISTEMA DE CONTROL, MANDO Y PROTECCIONES.

9.1 SISTEMA DE CONTROL Y MANDO

9.1.1 General

9.1.1.1 Alcance del Trabajo

A. El Contratista suministrará todo lo necesario para el reemplazo completo del control y mando de la Central Baygorria por un Sistema de Control y Mando basado en un Sistema de Control Distribuido (DCS), compuesto por los siguientes componentes principales:

- a. Equipamiento de Gestión, Proceso y Control de Datos
- b. Equipamiento de Adquisición de Datos.
- c. Software de Aplicaciones
- d. Paquetes de Software Estándar
- e. Paquetes de Integración con los Equipos de la Central, Vertedero, Subestación y Sistema de Supervisión y Control (SCADA) Hidroeléctrico de UTE.
- f. Piezas de Repuesto

El alcance del suministro incluye todos los servicios de ingeniería, supervisión, mano de obra, materiales, equipos, instrumentos, herramientas, planos y documentación necesarios para el diseño, fabricación, suministro, integración, montaje en fábrica, inspección, pruebas de fábrica, instalación, pruebas en campo, puesta en marcha, servicios de capacitación y mantenimiento, incluyendo todos los equipos y accesorios necesarios y/o usualmente suministrados para la operación segura, eficiente y confiable de los equipos, ya sea que dichos ítems estén o no mencionados específicamente en las especificaciones, incluyendo el suministro de piezas de repuesto y cualquier herramienta especial necesaria.

B. El Contratista deberá incluir todo el software, bases de datos, pantallas, interfaces y hardware necesarios para el control y mando de la Central y las instalaciones incluyendo:

- 1. Central.
 - a. Las tres unidades generadoras con sus servicios mecánicos y eléctricos.

b. Los servicios auxiliares, balance de planta y equipos asociados de la Central.

2. Vertedero.

a. El control centralizado del Vertedero.

3. Subestación.

a. El control centralizado de la Subestación de 150kV.

C. Requerimientos particulares del Sistema.

1. Requerimientos del Despacho de Cargas de Uruguay (DCU) se incluyen en el Anexo A del Volumen III - Parte B – Especificaciones Técnicas Particulares - 3.B.04 Sistema de excitación digital y regulador de tensión.

2. Reglamento de Transmisión de Energía Eléctrica del Gobierno de Uruguay se incluye en Anexo B del Volumen III - Parte B – Especificaciones Técnicas Particulares - 3.B.04 Sistema de excitación digital y regulador de tensión.

3. Reglamento del Sistema de Medición Comercial (SMEC) de Uruguay se incluye en el Anexo C del Volumen III - Parte B – Especificaciones Técnicas Particulares - 3.B.04 Sistema de excitación digital y regulador de tensión.

D. Estas especificaciones están escritas utilizando las referencias de las normas ANSI/IEEE como base. Sin embargo, sistemas diseñados en pleno cumplimiento de estándares IEC comparables, que presenten un rendimiento comparable, son aceptables. Los sistemas están obligados a demostrar cumplimiento con la norma IEEE o IEC usada como base de diseño. Sin embargo, el cumplimiento deberá ser completo a un estándar (ya sea IEEE o IEC), aunque el sistema pueda cumplir con ambos.

E. El Contratista del Sistema de Control y Mando será responsable de revisar las Especificaciones Técnicas y los requisitos para los Instrumentos de Proceso descritos en el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales, y las secciones del Volumen III - Parte B – Especificaciones técnicas particulares, 3.B.02 Sistema de Regulación de Velocidad de las Turbinas, 3.B.04 Sistema de Excitación Digital y Regulador de Tensión, 3.B.08 Sistemas Auxiliares Eléctricos, 3.B.09 Sistema de Control, Mando y Protecciones, 3.B.10 Transformadores Principales de la Central, 3.B.11 Sistema de Protección Patrimonial y 3.B.12 Vertedero, para garantizar la compatibilidad con el equipo y el sistema suministrado. Además, el Contratista será responsable de integrar y calibrar toda la instrumentación de proceso del Proyecto, incluyendo los instrumentos que no sean reemplazados por el Contratista. UTE proporcionará las hojas de datos de los instrumentos a ser reutilizados al Contratista para la coordinación de la interfaz y la integración durante el diseño intermedio y final.

F. El Contratista será responsable del desmontaje y disposición final de los equipos del sistema de control y mando existente. Referirse Volumen III Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades y 3.A.02 Trabajos en Obra, para disposición final de equipos removidos.

G. Todos los equipos, dispositivos y prestaciones características no específicamente previstos en esta Especificación, pero necesarios para un sistema de control y mando completo, deberán ser incluidos por el Contratista en el alcance de su trabajo.

H. El Contratista es responsable de leer esta sección junto con las otras secciones de especificaciones del Contrato, y de coordinar e integrar los equipos y sistemas provistos bajo esta sección con los equipos y sistemas provistos por otras secciones y los equipos y sistemas existentes para garantizar la compatibilidad con los equipos y sistemas suministrados.

I. El Contratista deberá preparar el envío del equipo según sea necesario para evitar daños durante el transporte, entregar y almacenar en Sitio todo el equipo proporcionado en virtud de este Contrato, siguiendo los requerimientos de embalajes, manipuleo transporte y almacenamiento incluidos en el Volumen III Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades.

J. El Contratista deberá cumplir con todos los requerimientos del Volumen II - Parte A - Condiciones Contractuales para todos los entregables, tales como planos de taller ("shop drawings"), datos técnicos, documentación de control de calidad, instalación, configuración, y documentación de operación y mantenimiento.

K. Independientemente de los requerimientos de reemplazo de Instrumentación y dispositivos primarios de adquisición de datos en campo como establecidos en Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades, el Contratista deberá, cuando sea necesario, reemplazar los instrumentos, sensores y dispositivos primarios de adquisición de datos (e.g.: relés repetidores, conmutadores de control, terminales, cajas de conexión, etc.) necesarios para el correcto funcionamiento de los sistemas suministrados bajo esta Sección, incluyendo:

1. Instrumentación y sensores de equipos existentes a ser integrados en el sistema de Control y Mando.

2. Instrumentación y dispositivos necesarios para implementar la apertura y cierre remoto de las compuertas del vertedero en forma segura y eficiente.

L. Integración.

1. El Contratista deberá integrar en el DCS los equipos suministrados en esta Sección y el equipo y los sistemas provistos en otras Secciones de estos Documentos. El equipo de diseño del Contratista para esta Sección deberá actuar de enlace con otros equipos de diseño del Contratista, o

sus Proveedores y subcontratistas para garantizar una interfaz adecuada con los sistemas proporcionados en otras Secciones.

2. De la misma manera, el Contratista deberá integrar en el DCS los equipos y sistemas de UTE incluyendo:

a. Equipos y sistemas existentes de la Central que no serán parte de esta renovación, incluyendo:

- Sistemas de Desagote del Sumidero de la Central.
- Generador Diesel de Emergencia.
- Transformadores de Unidad 1 a 3.
- Planta de tratamiento de aceite.
- Supervisión de estado y alarmas de equipos de maniobra de la subestación de 150kV: señales cableadas que provienen de la subestación, independientes de la conexión de datos al SCADA de Transmisión de UTE incluido en esta Sección.
- Medición de parámetros eléctricos de la subestación de 150kV: señales cableadas que provienen de la subestación, independientes de la conexión de datos al SCADA de Transmisión de UTE incluido en esta Sección.

b. Conexión al Sistema de Supervisión y Control (SCADA) Hidroeléctrico de UTE.

- Basado en el detalle de la solución propuesta, el Contratista deberá determinar el punto de conexión local a la red de SCADA Hidroeléctrico de UTE, las interfaces de hardware y el software requerido para la integración del nuevo Sistema de Control y Mando de la Central Baygorria en el sistema SCADA existente, de tal manera de suministrar un sistema completamente funcional operable desde el Sistema SCADA Hidroeléctrico de UTE.
- La conexión deberá realizarse con enlaces redundantes en fibra óptica, utilizando la red de fibra óptica especificada en el Numeral 9.3.
- Las pantallas requeridas en el DCS mostrando estado de los equipos y enlaces de conexión, alarmas de los enlaces, e integración en el registro histórico de todos los comandos y consignas recibidos por el enlace.

c. Conexión al Sistema de Supervisión y Control (SCADA) de Transmisión de UTE para la subestación de 150kV de la Central Baygorria.

- Basado en el detalle de la solución propuesta, el Contratista deberá determinar el punto de conexión

local a la red de SCADA de Transmisión de UTE, las interfaces de hardware y el software requerido para la integración al nuevo Sistema de Control y Mando de la Central Baygorria la supervisión y el control del SCADA de Transmisión, de tal manera de suministrar un sistema completamente funcional operable desde la sala de control y desde el Sistema SCADA Hidroeléctrico de UTE.

- La conexión deberá realizarse con enlaces redundantes en fibra óptica, utilizando la red de fibra óptica especificada en el Numeral 9.3.
- Las pantallas requeridas en el DCS mostrando el unifilar de la subestación indicando buses energizados, tensiones y corrientes en cada rama, mediciones de potencia y energía, estado abierto/cerrado para todos los interruptores y seccionadores, y pantallas de alarma tal como las generadas por el SCADA de Transmisión de UTE.
- Las pantallas requeridas en el DCS mostrando estado de los equipos y enlaces de conexión, alarmas de los enlaces, e integración en el registro histórico de todos los cambios de estado y cambios en variables analógicas que superen un límite de variación (“threshold”) configurable en cada variable.

9.1.1.2 Sistema de Control y Mando Actual

A. General.

1. El sistema de Control y Mando actual es basado en lógica de relés y circuitos cableados (“hardwired”) alimentados desde el sistema de corriente directa existente (220Vcc).

2. El sistema presenta una jerarquía de control con tres niveles:

a. Nivel de Equipo (o Control Final): en el cual se puede controlar el dispositivo en forma individual.

b. Nivel de Máquina (o unidad de generación): en el cual puede controlarse la operación de los equipos a nivel de unidad de generación. Este nivel de control es limitado en dos sentidos: a) no todos los equipos pueden controlarse a este nivel, solo los mínimos requeridos para controlar el arranque y parada de la unidad.

c. Nivel de Sala de Mando: en el cual puede controlarse la velocidad y potencia de la máquina, sincronización y monitoreo de parámetros generales. Este nivel habilita el control desde el nivel de máquina (jerarquía de control invertida).

3. Sincronización.

a. El sistema de sincronización actual utiliza un sincronizador único, controlado desde la Sala de Mando, que provee ajuste limitado de tensión y frecuencia para el cierre del interruptor del transformador principal de la unidad. El sistema de sincronización incluye la conmutación de los comandos entre las diferentes unidades, así también como la conmutación de la referencia de tensión de la subestación.

b. El sistema de sincronización se utiliza como comprobación de sincronismo ("synchro-check") para cierre de los interruptores de línea y acople de la subestación.

4. Sistema Telemando centrales de Palmar y Gabriel Terra

a. El sistema Telemando Palmar y Gabriel Terra actualmente está basado en RTUs conectadas a un arreglo de servidores locales, conectados a un AGC hidroeléctrico de UTE, el cual se comunica con el Despacho de Cargas de Uruguay (DCU) del cual recibe consignas a través de un enlace ICCC. El ICCC instalado actualmente en el Centro de Control del Despacho de Cargas está basado en los estándares IEC 870-6-503 TASE.2 Services and Protocol y IEC 870-6-802 TASE.2 Object Models. La versión de TASE.2 es 1996-08.

b. La interfaz del sistema de control y mando actual con los sistemas de UTE (Telemando) se realizan a través de RTUs que realizan la adquisición de datos según la base de datos de entradas/salidas de la referencia. Estas remotas no proveen comandos de arranque/parada o consignas a las unidades de la Central. Esta función se realiza fuera de línea (offline) mediante los comandos manuales en el pupitre de la Sala de Mando.

c. Las consolas de operación del Telemando de UTE se encuentran instaladas en la Sala de Mando. Estas consolas proveen supervisión y control remoto de las Centrales Hidroeléctricas Dr. G. Terra y Constitución, la supervisión de la Central Baygorria y una estación de respaldo (que puede reemplazar a cualquiera de las estaciones mencionadas). El contratista deberá mantener el acceso a estas consolas desde la nueva sala de mando, utilizando pantallas y accesorios de idénticas características que las que utilizará el nuevo sistema.

d. Los servidores para el telemando y la interfaz con DCU de las centrales de Palmar y Gabriel Terra deberán ser re-ubicados en la nueva sala de datos y en las mismas condiciones que los servidores suministrados por el contratista para el nuevo sistema de control. La supervisión de la central Baygorria realizada por este sistema quedará obsoleta ya que será realizada por el DCS.

5. Subestación.

a. El sistema de control y mando actualmente tiene comando de los interruptores de alta tensión de la subestación: interruptores de máquina, interruptor acoplador e interruptores de línea.

b. La operación de los interruptores de la subestación puede transferirse para que pueda realizarse remotamente desde el DNC, siendo esta la condición normal.

B. Relevamiento de los Detalles de la Condición Actual.

1. Antes de comenzar cualquier diseño, el Contratista deberá investigar y familiarizarse completamente con las condiciones existentes del Sitio y con todos los puntos de terminación de equipos y cables, y con todas las condiciones que puedan afectar el diseño y el detalle del Trabajo.

2. El Contratista verificará todas las dimensiones, las conexiones al equipo existente y la disposición de las instalaciones existentes para las conexiones y la interconexión con las Obras.

3. Si estas investigaciones descubren discrepancias aparentes con los documentos de referencia o documentos provistos con los Documentos de Licitación, el Contratista deberá elevar las observaciones a la atención de UTE quien notificará al Contratista en consecuencia.

9.1.1.3 Sistema de Control y Mando Modernizado

A. General.

1. Seguridad ("Safety"). El Contratista deberá diseñar el Sistema de Control Distribuido (DCS) y desarrollar planes de instalación y pruebas siguiendo prácticas de Seguridad basada en Diseño ("Safety by Design") con el fin de reducir los riesgos para los seres humanos, los equipos y el medio ambiente, tanto durante los períodos de construcción y uso final.

2. Función. El DCS deberá proteger, monitorear y controlar las unidades de turbina-generator, el equipo auxiliar y los equipos integrados. El DCS incluirá todo el hardware y software necesarios para la protección, indicación, registro de eventos/fallas y parámetros medidos, y el control automático y manual del equipo turbina/generador y sistemas auxiliares, incluyendo los equipos integrados.

3. Disrupciones en equipos y sistemas existentes. El DCS se diseñará para instalación y puesta en funcionamiento en una instalación hidroeléctrica en funcionamiento. El sistema deberá permitir realizar trabajos de construcción en una unidad, servicios auxiliares u otro sistema de la planta sin perturbar el funcionamiento de otros sistemas, tanto para trabajos en el campo como para trabajos en la Sala de Control. La secuencia de trabajo se diseñará para minimizar la duración total del trabajo en el Sitio.

B. Interfaces.

1. Interface con SCADA Hidroeléctrico de UTE. El Contratista deberá diseñar el Sistema de Control Distribuido (DCS) para intercambiar información con el SCADA Hidroeléctrico de UTE. La lista de puntos a ser intercambiados será definida por UTE basada en la lista de puntos del Contratista. El protocolo de interconexión será "Secure ICCP" (protocolo ICCP

encriptado sobre TLS), según los lineamientos estándar EPRI documento “EPRI Secure ICCP Implementation Guide”.

2. Interface con el SCADA de la Subestación de 150kV de UTE. El Contratista deberá diseñar el Sistema de Control Distribuido (DCS) para intercambiar información con el SCADA de la Subestación de 150kV. La lista de puntos a ser intercambiados será definida por UTE. El protocolo de interconexión será definido por UTE.

3. Interface con Despacho de Cargas de Uruguay (DCU) del cual recibe consignas a través de un enlace ICCC. El ICCC instalado actualmente en el Centro de Control del Despacho de Cargas está basado en los estándares IEC 870-6-503 TASE.2 Services and Protocol y IEC 870-6-802 TASE.2 Object Models. La versión de TASE.2 es 1996-08.

C. Permisivos y Bloqueos/Enclavamientos. Como parte del diseño intermedio, el Contratista deberá:

1. Investigar los permisivos y enclavamientos actuales. El Contratista utilizará la información recopilada de los sistemas existentes para desarrollar los nuevos permisivos y bloqueos/enclavamientos del DCS considerando los nuevos equipos que serán suministrado por el Contratista y los equipos y sistemas existentes de UTE. Por ejemplo, (y no limitado al ejemplo) el enclavamiento entre el interruptor del generador y el apagado del campo de excitación.

2. Preparar una descripción de todos los bloqueos/enclavamientos y permisivos propuestos para el DCS para revisión y aprobación de UTE.

3. Desarrollar un procedimiento y cronograma de migración de las protecciones al nuevo sistema propuesto.

9.1.1.4 Referencias

A. Acrónimos.

1. Se interpretarán de acuerdo con los Documentos del Contrato. Cuando un acrónimo tiene más de un significado, el significado apropiado depende del contexto de la oración donde se usa.

a. DCS: Sistema de Control Distribuido.

b. ICCC: Protocolo de comunicaciones entre centros de control (“Inter-Control Center Communications Protocol”).

c. DNC: Despacho Nacional de Cargas.

d. FAT: Prueba de Aceptación en Fábrica.

e. RTU: Unidad terminal remota.

- f. SAT: Prueba de Aceptación en Sitio.
- g. UTE: Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas.

B. Normas.

1. General.

a. El trabajo especificado en esta Sección se realizará de acuerdo con las normas y regulaciones aplicables del Volumen III - Parte A Especificaciones Técnicas Generales.

b. Normas aplicables listadas en las Secciones Relacionadas.

Códigos y Estándares	
Número	Título Original
3M Telecom Systems Division (3M, www.3m.org)	
TOPN-	Telecommunications Outside Plant Networks
American National Standards Institute (ANSI, www.ansi.org)	
84.00.01	Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry
95.00.01	Enterprise-Control System Integration
61010-1	Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use
American Telephone & Telegraph (AT&T, att.sbc.com)	
OPEH	Outside Plant Engineering Handbook
Building Industry Consultant Service International (BICSI, www.bicsi.org)	
002	Data Center Design and Implementation Best Practices
NDRM	Network Design Reference Manual
OSPDRM	Outside Plant Design Reference Manual
TDMM	Telecommunications Distribution Methods Manual
WDRM	Wireless Design Reference Manual
Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE, www.ieee.org)	
142	Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems
145	Standard Definitions of Terms for Antennas
229	Method for Measuring the Effectiveness of Electromagnetic Shielding Enclosures
472	Guide for Surge Withstand Capability Tests

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
829	Standard for Software Test Documentation
1008	Software Unit Testing
1074	Developing a Software Project Life Cycle Process
1100	Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment (Emerald Book)
12207	Standard for Information Technology-Software Life Cycle
1588	Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems
C37.90.1	Surge Capability Tests for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus
C37.2	Standard Electrical Power System Device Function Numbers
C37.90.1	IEEE Standard Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Protective Relays and Relay Systems
C37.233	Guide for Power System Protection Testing
C62.41.1	Guide on the Surge Environment in Low-Voltage (1000 V and Less) AC Power Circuits
C62.41.2	Recommended Practice on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000 V and Less) AC Power Circuits
C62.42	Guide for the Application of Component Surge-Protective Devices for Use in Low-Voltage [Equal To Or Less Than 1000 V (Ac) or 1200 V (Dc) Circuits]
C62.43	Guide for the Application of Surge Protectors Used in Low-Voltage (Equal to or Less Than 1000 V, Rms, Or 1200 V, DC) Data, Communication and Signaling Circuits
Instrumentation, Systems, and Automation (ISA, www.isa.org)	
84.00.02	Parts 1-5 Safety Instrumented Functions (SIF) Safety Integrity Level (SIL) Evaluation Techniques
88.01	Batch Control Part 1: Models and Terminology
95.00.01	Enterprise-Control System Integration Part 1: Models and Terminology
95.00.02	Enterprise-Control System Integration Part 2: Object Model Attributes
95.00.03	Enterprise-Control System Integration, Part 3: Activity Models of Manufacturing Operations Management
99-00.01	Security Technologies for Manufacturing and Control Systems
International Electro-technical Commission (IEC, www.iec.ch)	

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
11801	Information technology – Generic cabling for customer premises
60364	Low-voltage electrical installations
60529	Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)
60664-3	Insulation Coordination for Equipment within Low-Voltage Systems - Part 3: Use of Coating, Potting or Molding for Protection against Pollution
60754-2-	Test on Gases Evolved during Combustion of Electric Cables - Part 2: Determination of Degree of Acidity of Gases Evolved during the Combustion of Materials taken from Electric Cables by Measuring Ph and Conductivity
60870-5	Tele-control Equipment and Systems – Part 5: Transmission Protocols
60947-6-1	Low-Voltage Switchgear and Control Gear - Part 6-1: Multiple Function Equipment - Transfer Switching Equipment
61000-4-2	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and Measurement Techniques – Electrostatic Discharge Immunity Test
61000-4-15	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 15: Flickermeter - Functional and Design Specifications
61000-4-30	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-30: Testing and measurement techniques - Power quality measurement methods
61086	Coatings for Loaded Printed Wire Boards (Conformal Coatings)
61131-1	Programmable Controllers – Part 1; General Requirements
61131-2	Programmable Controllers – Part 2; Equipment
61131-3	Programmable Controllers – Part 3; Programming Languages
61158	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems
61508-05	Functional Safety of Electrical-Electronic-Programmable Electronic Safety Related Systems.
61511-SER	Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector – All Parts
61643-11	Surge Protective Devices Connected to Low-Voltage Power Distribution Systems - Part 11: Performance Requirements and Testing Methods

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
61784-1	Digital Data Communications for Measurement and Control -- Part 1: Profile Sets for Continuous and Discrete Manufacturing Relative to Fieldbus Use in Industrial Control Systems.
61850	Communication Networks and Systems in Substations Series
62305-4	Protection Against Lightning - Part 4: Electrical and Electronic Systems Within Structures
62443	Industrial communication networks – Network and system security
International Organization for Standardization (ISO, www.iso.org)	
27002	Information technology. Security techniques. Code of Practice for Information Security Management
7799-3	Information Security Management Systems - Part 3: Guidelines for Information Security Risk Management
11064-1	Ergonomic Design of Control Centres - Part 1: Principles for The Design of Control Centres.
International Telecommunications Union (ITU, ITU-R, ITU-T, www.itu.int)	
G.651	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a 50/125 μm Multimode Graded Index Optical Fibre Cable
G.652	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a Single-Mode Optical Fibre and Cable
G.653	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a Dispersion-Shifted Single-Mode Optical Fibre and Cable
G.655	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a Non-Zero Dispersion-Shifted Single- Mode Optical Fibre and Cable
G.811	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Digital Transmission Systems - Digital Networks - Design Objectives for Digital Networks Timing Characteristics of Primary Reference Clocks
G.812	Timing requirements of slave clocks suitable for use as node clocks in synchronization networks

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
National Institute of Standards and Technology (NIST, www.nist.gov) Federal Information Processing Standards (FIPSS)	
FIPS 201-1	Personal Identity Verification of Federal Employees and Contractors
SP 800-12	An Introduction to Information Security
SP 800-14	Generally Accepted Principles and Practices for Securing Information Technology Systems
SP 800-30	Risk Management Guide for Information Technology Systems
SP 800-34	Contingency Planning Guide for Information Technology Systems
SP 800-39	Managing Information Security Risk: Organization, Mission, and Information System View
SP 800-37	Guide for the Security Certification and Accreditation of Federal Information Systems
SP 800-53	Security and Privacy Controls for Information Systems and Organizations
National Electrical Manufacturers Association (NEMA, www.nema.org)	
250	Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)
ICS 1	Industrial Control and Systems General Requirements
ICS-2	Controllers, Contactors and Overload Relays Rated 600 V
ICS-3	Industrial Systems
ICS-4	Terminal Blocks for Industrial Control Equipment and Systems
ICS 5	Industrial Control and Systems: Control-Circuit and Pilot Devices
ICS-6	Industrial Control and Systems: Enclosures
WC57	Standard for Control, Thermocouple Extension, and Instrumentation Cables
North American Electric Reliability Corporation (NERC, www.nerc.com)	
76-05	Urgent Action Cyber Security Standard
CIP-002	Critical Cyber Asset Identification
CIP-003	Security Management Controls
CIP-004	Personnel and Training
CIP-005	Electronic Security Perimeter(s)
CIP-006	Physical Security of Critical Cyber Assets
CIP-007	Systems Security Management

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
CIP-008	Incident Reporting and Response Planning
CIP-009	Recovery Plans for Critical Cyber Assets
National Fire Protection Association (NFPA, www.nfpa.org)	
70	National Electric Code (NEC)
Telcordia Technologies, Inc. (TT, www.telcordia.com)	
GR-63-CORE	Network Equipment – Construction System Requirements (NEBS): Physical Protection
GR-409-CORE	Generic Requirements for Premises Fiber Optic Cable
GR-2836	Generic Requirements for Assuring Corrosion Resistance of Telecommunication Equipment in Outside Plant
GR-2884	Generic Requirements for Multi-Bore Conduit
Telecommunications Industry Association (TIA, www.tiaonline.org)	
568-B	Commercial Building Telecommunications Cabling Standards
569-B	Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces
598-C	Optical Fiber Cable Color Coding
604-3-B	FOCIS-3 Fiber Optic Connector Intermateability Standard, Type SC and SC-APC
606-A	Administration Standard for the Commercial Telecommunications Infrastructure
607	Commercial Building Grounding and Bonding Requirements Standard
758-A	Customer Owned Outside Plant Telecommunications Infrastructure Standard
942	Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers
TSB 63	Reference Guide for Fiber Optic Test Procedures
Underwriters Laboratories (UL, http://www.ul.com/)	
94	UL Standard for Safety Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances
1449	Standard for Surge Protective Devices

C. Para la documentación a entregar, referirse al Volumen II – Parte A - Condiciones Contractuales.

9.1.1.5 Requisitos de Integración

A. Requisitos.

1. El Contratista deberá integrar los equipos y sistemas suministrado bajo esta sección, los equipos y sistemas existentes, los equipos y sistemas proporcionados en otras Secciones de estos Documentos.

2. Todas las señales de control y monitoreo para los equipos y sistemas provistos en otras Secciones se interconectarán digitalmente a través de enlaces de fibra óptica "certificados" compatibles por el Contratista con el equipo suministrado bajo esta Especificación. Las señales que no sean adecuadas para realizarse por una conexión de red manteniendo el estampado de tiempo requerido (por ejemplo, disparos de unidad, disparos provenientes de la subestación, etc.) deberán cablearse a los módulos de entrada/salida y/o relés de interposición o relés de bloqueo.

3. El Contratista será responsable de definir las especificaciones técnicas mínimas y los requisitos de interfaz para el equipo suministrado en otras Secciones, y para la creación, integración y prueba de la base de datos, pantallas de HMI, informes, alarmas, diagnósticos y otras características necesarias para garantizar la funcionalidad general del sistema suministrado.

4. El Contratista deberá poseer un sistema interno para coordinar, revisar y aprobar el hardware proporcionado en otras Secciones para garantizar la total compatibilidad con el equipo suministrado según estas Especificaciones. Esto incluirá, entre otros, controladores, módulos de E/S y equipos de interfaz de comunicaciones.

5. El Contratista coordinará, integrará e interconectará los diseños, métodos y técnicas de construcción con los sistemas de comunicaciones y control de los sistemas y equipos, sin estar limitado a lo siguiente:

a. Requisitos espaciales y de instalación para tableros, gabinetes, cajas y equipos. Por ejemplo, pero sin limitarse a lo siguiente:

- Coordinación con el proveedor de los sistemas de maniobras de media tensión, tableros de baja tensión, y centro de control de motores.
- Coordinación con UTE para la instalación de los puntos de entrada/salida cableados en los equipos existentes.
- Coordinación con UTE para la instalación de la interfaz con el SCADA de Transmisión de UTE.
- Coordinación con UTE para la instalación de la interfaz con el SCADA Hidroeléctrico de UTE.

b. Rutas de cable comunes, canales/trincheras, requisitos de canalización de bandejas para todos los tipos de cables que se utilizarán, tasas de llenado, requisitos de llenado, disipación de calor y radio de curvatura.

c. Integración de las fuentes de alimentación para asegurar que se suministre la energía adecuada a los diversos voltajes a todos los equipos en ubicaciones comunes, y que la clasificación de las fuentes de

alimentación primaria sea adecuada para el equipo que se suministrará bajo el Contrato, con una capacidad adicional del 25% o mayor.

d. Asegurarse de que los sistemas de protección de tierra, iluminación, EMI (interferencia electromagnética) y RFI (interferencia de radiofrecuencia) sean compatibles, y que la conexión de los sistemas especificados en esta Sección a los servicios e instalaciones proporcionados en otras Secciones (dentro del alcance de los sistemas de comunicaciones y control) no degrade el rendimiento, la seguridad o la confiabilidad del DCS.

9.1.1.6 Control de Calidad

A. Referirse al Volumen III - Parte A Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades.

9.1.1.7 Requisitos Básicos de Diseño

A. General.

1. Seguro, confiable y eficiente

a. El DCS deberá tener un diseño eficiente, seguro y confiable. Dependiendo del diseño, el Contratista puede proponer proporcionar hardware redundante para sistemas cuyos requisitos no requieren redundancia de hardware. Se deberán incluir redundancias mínimas tal como se define en esta Sección o en los Planos.

2. Expansibilidad.

a. El sistema deberá ser abierto y permitir ampliaciones futuras mediante la simple conexión de nuevos dispositivos en la red apropiada.

3. Equipo para uso exterior.

a. Todo el equipo que se utilizará ya sea sobre la superficie o sumergido deberá estar diseñado para:

- Tener un nivel mínimo de protección de acuerdo con IEC 60529 (incluso para equipos que normalmente no estarán sumergidos): IP 68 siempre que esté disponible, IP 67 de lo contrario.

b. No requerirá reemplazo por un mínimo de 10 años cuando se realiza el mantenimiento especificado.

c. Los equipos eléctricos y electrónicos deberán estar montados, conectados y protegidos para que sean altamente resistentes a los efectos de descargas eléctricas.

B. Alimentación.

1. Tableros de Control y Mando DCS.

a. Se deberán utilizar dos alimentadores de 110Vcc (uno de cada sistema de corriente continua) para alimentar los tableros. El DCS utilizará estas fuentes para proporcionar una potencia estable, confiable, protegida y segura para los equipos mediante dispositivos que provean tolerancia a fallas y capacidad de autocuración (“self-healing”) del circuito de alimentación. El Contratista deberá proporcionar los convertidores DC-DC necesarios para alimentar los dispositivos del tablero y otros alimentados de este.

b. Un alimentador auxiliar de 220Vca deberá ser usado para usos tales como iluminación, calefacción/ventilación y tomacorrientes de mantenimiento interno.

2. Tableros de Servidores y Comunicaciones.

a. Se deberán utilizar dos alimentadores de 220Vca (uno de cada sistema de corriente ondulada) para alimentar los tableros de servidores y comunicaciones. Cada tablero deberá utilizar estos alimentadores para proporcionar potencia estable, confiable, protegida y segura para los equipos mediante dispositivos que provean tolerancia a fallas y capacidad de autocuración (“self-healing”) del circuito de alimentación.

b. Un alimentador auxiliar de 220Vca deberá ser usado para usos tales como iluminación, calefacción/ventilación y tomacorrientes de mantenimiento interno.

3. Equipos de DCS ubicados en la Sala de Control

a. Los equipos del DCS ubicados en la Sala de Control, tales como monitores, impresoras, despliegue de tiempo, etc. deberán estar alimentados desde los alimentadores de corriente ondulada de 220Vca que alimenten sus respectivos servidores y estaciones de trabajo en los Tableros de Servidores y Comunicaciones.

C. Comunicaciones y Redes.

1. General.

a. Las redes del DCS deberá tener rutas de comunicación redundantes con capacidad para expansión futura. Como mínimo, el Contratista deberá proporcionar comunicación redundante cuando se especifique o muestre en los Planos.

b. El Contratista se asegurará de que los sistemas electrónicos requieran ser configurados en redes se basen en estándares abiertos. No se aceptarán protocolos de redes propietarias.

c. A menos que se especifique lo contrario, las redes para el control del proceso deberán estar completamente aisladas de cualquier red externa.

d. Redes de área local: a menos que el fabricante del sistema recomiende lo contrario y UTE lo apruebe, el equipo LAN deberá ser de Ethernet Gigabit o mejor, detección automática, con conexiones 1000Base-T/SX/LX o superior.

2. Conectores.

a. Conectores de Fibra Óptica.

- El Contratista propondrá un tipo de conector estandarizado por tipo de Red. Los conectores para todas las redes serán los mismos. Los tipos de conectores aceptables son SC y conectores LC de factor de forma pequeño ("SFF").
- Las férulas deberán estar hechas de cerámica de zirconio o de un material de mejor calidad.
- Los conectores de fibra óptica deben cumplir con los requisitos aplicables de EIA 568, ISO/IEC 11801 y EIA 604-3 (FOCIS).

La pérdida de inserción del conector no debe exceder 0,5 dB.

b. Conectores para cable UTP.

- Los conectores para cable UTP deberán ser del tipo RJ-45 con conexión a tierra.

D. Sistemas Informáticos y Software.

1. General.

a. El Contratista deberá proveer todos los sistemas y programas informáticos necesarios para un sistema de control y mando completo.

b. A menos que se especifique lo contrario, todo el software y su documentación debe estar en castellano. Si existiese algún software del que no exista una versión en castellano, se proveerá el software en inglés. No otro idioma será aceptable.

c. Todo el software tendrá la función cortar/pegar y copiar/pegar compatible con el sistema operativo en que se provea, y podrá exportar/importar o copiar datos a/desde Microsoft Office.

d. El software en versión Beta es inaceptable. A partir de 2018 y a excepción de UNIX o Linux, uso de software de código abierto es inaceptable.

e. Todos los paquetes de software estándar serán aptos para el uso directo, sin adaptaciones ("off-the-shelf").

2. Programas de Aplicación.

a. UTE será el único propietario de todos los programas de aplicación escritos por el Contratista para cumplir con los requisitos del Contrato. UTE debe poder hacer un uso irrestricto de los programas de aplicación escritos para la Central Baygorria.

b. El Contratista deberá poner a disposición el código fuente de todos los programas de aplicación para que UTE pueda analizar, copiar, modificar y reutilizar dicho software según lo considere necesario y sin costo adicional.

3. Fecha y Estampado de Tiempo.

a. El software y los sistemas integrados cumplirán los requisitos especificados a continuación para todas las fechas relevantes hasta al menos el año 2050.

b. Fecha. Las siguientes capacidades deben ser verdaderas tanto cuando se consideren individualmente como cuando trabaje con otras partes del sistema:

- Calcule, compare, muestre, interprete, reconozca, recupere, secuencie, almacene, transmita, o procese de forma precisa toda información de fechas.
- El sistema no experimentará ninguna detención, degradación o interrupción del rendimiento, mal funcionamiento o requerir de intervención humana como resultado del procesamiento o acción sobre información de fechas.
- Los sistemas manejarán y reconocerán correctamente todos los años bisiestos y la lógica del calendario. Solo se usarán fechas válidas.
- Almacene y estructure datos de fecha para acomodar un rango de ocho dígitos, en formato industrial ANSI (AAAA-MM-DD).
- Proporcione todas las interfaces necesarias y otros medios apropiados para garantizar que los datos de fechas no conformes se corrijan automáticamente antes de entrar o salir del sistema, y sin que el usuario lo solicite.

c. Estampado de tiempo. A menos que se indique lo contrario, la resolución de tiempo mínima para eventos en los sistemas DCS será de 1 milisegundo.

E. Seguridad de Tecnologías de la Información y Operación (IT/OT).

1. Diseño

a. La seguridad de IT/OT se integrará en los sistemas desde el comienzo del diseño, continuará durante la duración del proyecto y se incorporará como parte del proceso de puesta en marcha.

2. Precedencia.

Las normas de UTE preceden a los requerimientos de esta Sección. Donde UTE no tenga requerimientos explícitos, los siguientes requerimientos aplicarán para la seguridad de IT y OT:

a. Eliminación segura y adecuada de archivos, incluida la papelerera de reciclaje.

b. Cierre de sesión automático en el tiempo de espera definido por el administrador.

c. Código de prácticas según ISA 99.

d. Planificación de contingencia de acuerdo con NIST SP 800-34.

e. Prevención de Denegación de servicio (DoS).

f. Bloqueo de puertos de equipos de interconexión (routers y switches).

g. Diseñar (red, tableros, cubículos, gabinetes, paneles de distribución, etc.) para mantener la seguridad física de la LAN.

h. Proveer Sistemas de prevención de intrusiones (IPS).

i. Realizar actualizaciones de antivirus periódicas y frecuentes, preferiblemente automáticas.

j. Implementar copia de seguridad de datos ("backups") periódica.

k. Implementar cambios periódicos de contraseña.

l. Uso de Niveles de privilegio.

m. Uso de interfaces cifradas de Ethernet (por ejemplo, VPN) para conexiones remotas en lugar de módems de acceso telefónico.

n. Uso de Transmisión de datos unidireccional hacia sistemas externos.

o. Uso de las mejores prácticas de acuerdo con NIST SP 800-12/30/37/39/53.

p. Uso de líneas dedicadas o privadas de cables de cobre y fibra óptica dentro de los límites de este proyecto y no conectados a conmutadores ("switches") públicos.

q. Uso de cortafuegos (“firewalls”), incluidos los cortafuegos personales en las estaciones cliente.

r. Uso de la herramienta de gestión de LAN para detectar el rastreo de red (“sniffing”) y el funcionamiento de las NIC en modo promiscuo.

s. Uso de protocolos de tunelización estándar.

t. Protección del perímetro y dispositivos de la red.

u. Limitar aplicaciones a usuarios y grupos relevantes.

v. Limitar el número de conexiones y sesiones simultáneas.

w. Utilización de enrutadores (“routers”) para dividir la interconexión en redes separadas, habilitar una topología de malla, filtrar el tráfico según los protocolos utilizados y limitar el tráfico de difusión.

x. Deshabilitar las comunicaciones de datos a equipos remotos siempre que cambie su dirección MAC, a menos que la nueva dirección MAC esté en la lista autorizada.

y. Otras técnicas de protección que el Contratista consideren necesarias para proveer un sistema seguro.

F. Usuarios. Los sistemas digitales deberán tener como mínimo los siguientes tipos de usuarios:

1. Administradores: Podrán acceder a los sistemas luego de cumplir con un esquema de autenticación multi-factor. Dicho esquema incluirá algo que el usuario es (e.g.: nombre de usuario), conoce (e.g.: contraseña) y tiene (e.g.: tarjeta inteligente, o token).

2. Usuarios estándar: podrán acceder a los sistemas cuando proporcionen el nombre de usuario y la contraseña correctos. No se requerirá ninguna otra autenticación especial porque deberá existir control de acceso para sus áreas de trabajo. Este tipo de usuarios a su vez deberá estar dividido en al menos 3 grupos: Ingenieros de mantenimiento (con capacidad de visualizar, operar, modificar y crear programas de aplicación), Operadores (con capacidad visualizar y operar los sistemas sin restricciones), Invitados (con capacidad de visualizar los procesos sin posibilidad de operar los sistemas).

G. Sincronización de Tiempo.

1. Todos los servidores, estaciones de trabajo, controladores, relés, equipos de red (routers, switches, gateways, etc.) y todos demás dispositivos provistos de reloj(es) interno(s) se sincronizarán con la señal de reloj proporcionada por los Sistemas de Sincronización de Tiempo.

H. Licencias.

1. Las licencias se emitirán al nombre de UTE e incluirán todas las opciones, ya sean específicas o no. Cuando licencias perpetuas de software comercial no estén disponibles (por ejemplo, para software como antivirus), las licencias se emitirán durante no menos de cinco años desde la fecha de finalización del proyecto.

2. Las licencias de software se proporcionarán antes de la emisión del certificado de finalización para cada paquete de software, según corresponda.

3. El número de usuarios fijos y flotantes deberá estar claramente indicado para paquetes multiusuario. Se otorgarán licencias para todo el software en la configuración equipada o mayor.

4. El Contratista deberá proporcionar copias de todo el software de desarrollo según sea necesario para leer, acceder y modificar estos, así como todas las claves de licencia correspondientes.

I. Virtualización.

1. A menos que se especifique lo contrario, la virtualización del servidor solo es aceptable para servidores no críticos, y la proporción de servidores virtuales a servidores físicos no debe exceder de 10.

2. Virtualización de infraestructura: solo cuando la virtualización de servidor es aceptable, se puede usar una infraestructura virtual para lo siguiente:

a. Asignación de clúster.

b. Reasignación dinámica e inteligente del conjunto de recursos, incluida la CPU, la interconexión, la memoria y el almacenamiento.

c. Alta disponibilidad basada en políticas predefinidas.

d. Distribución de la carga.

J. Coordinación e interoperabilidad.

1. El Contratista coordinará con los proveedores de equipos eléctricos y mecánicos supervisados y/o controlados por el DCS para garantizar que no solo los sistemas que forman parte del DCS estén completamente integrados y coordinados, sino los sistemas de usuario final, tales como los sistemas protecciones, sistemas de potencia (alta tensión, media tensión, baja tensión, corriente continua, corriente ondulada, etc.), sistemas mecánicos (ventilación HVAC, enfriamiento, sistemas hidráulicos, etc.), sistemas de seguridad patrimonial, y los sistemas de la subestación, también están completamente integrados y coordinados en una red de operaciones sin interrupciones para toda la Central Baygorria.

2. A menos que el Contratista recomiende lo contrario y UTE lo apruebe, el intercambio de datos entre diferentes sistemas se realizará mediante conexiones seguras TCP/IP e interfaces tipo Ethernet.

3. El Contratista deberá modularizar su desarrollo para facilitar la coordinación con otras tareas de construcción e instalación del Proyecto, para proveer una instalación e implementación oportuna.

K. Requerimientos Generales para Equipos (Hardware)

1. Los equipos suministrados deberán cumplir con los requerimientos especificados en el Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales - Sección 3.A.01 Generalidades.

9.1.1.8 Requisitos de Desempeño (Performance)

A. General

1. Disponibilidad. La disponibilidad mínima del DCS durante la operación será del 99,9% en general.

2. Estampado de tiempo.

a. Para señales digitales: 1ms.

3. Tolerancia a fallas.

a. Los siguientes sistemas deben ser tolerantes a fallas:

- DCS.
- Controladores.
- LAN y redes de control.

b. Para los sistemas anteriores:

- Las instancias de punto único de falla en hardware o software son inaceptables.
- Las fallas del sistema deberán recuperarse automáticamente ("self-healing") y no requerirán una intervención humana mínima para lograr la restauración.
- Los sistemas y equipos deben diseñarse para incorporar características de "degradación progresiva" de manera que los sistemas o equipos continúen funcionando en modo degradado, sin requerir reparaciones inmediatas o intervención humana.
- El funcionamiento del sistema o equipo degradado pueden requerir que el equipo o el software del sistema realice comprobaciones y cálculos adicionales antes de avisar a cualquiera de los miembros del personal de operación sobre el estado de "proseguir o no-

proseguir”. También puede requerir que los operadores realicen una confirmación adicional del estado actual, pero en ningún momento dará lugar a una situación insegura.

4. Redundancia. A menos que se especifique $N + x$ (por ejemplo: $N + 1$), el Contratista deberá tener en cuenta que los siguientes requisitos de redundancia se refieren a una redundancia mínima de 2 unidades. Se puede proporcionar una mayor redundancia según sea necesario para lograr la disponibilidad del sistema especificada en este documento y en los documentos relacionados con PCS.

- a. Servidores:
 - Las CPU, los ventiladores y las fuentes de alimentación deben ser redundantes.
 - La tarjeta de interfaz de red Ethernet será redundante.
- b. Redes:
 - Los módulos de interfaz de red Ethernet y Control serán redundantes para los controladores.
- c. Fuentes de alimentación:
 - Cada fuente de alimentación referida anteriormente debe ser capaz de soportar de forma continua el 100% de la carga conectada.
 - Cada armario debe contar con fuentes de alimentación redundantes, cada una alimentada por dos fuentes de alimentación independientes.
- d. Diversidad de ruta
 - la separación física de los cables y las rutas debe ser la necesaria para evitar que 2 o más rutas redundantes estén fuera de servicio ante una única falla física (como una canalización o un cable roto).
- e. Circuitos de respaldo cableados:
 - El diseño debe incluir un circuito de parada segura (“safe shutdown”) cableado (“hardwired”) que debe activarse si la operación de la unidad se pone en riesgo cuando se pierden las comunicaciones con el control central o falla un módulo local requerido para el control. El procedimiento de apagado seguro deberá controlarse mediante un dispositivo de monitoreo de ciclo (“watchdog”) o una lógica de relés (“Relay logic”) complementaria que incorpore un relé de monitoreo de ciclo.

5. Expansibilidad del sistema.

a. Los sistemas deberán poder expandirse fácilmente para adaptarse a los cambios en los métodos y requisitos para el funcionamiento de la Central Baygorria. A menos que se especifique lo contrario, el nivel mínimo de expansibilidad con el mínimo de hardware adicional será el siguiente:

- Todos los equipos y recursos, incluidos los módulos de Entradas y Salidas (E/S), los recursos de HMI, el software de aplicación y los servicios de implementación, se proporcionarán de modo que se pueda implementar al menos un 20% de crecimiento del proyecto sin ningún costo adicional para UTE. Los puntos de E/S incluidos en el requisito de crecimiento del proyecto del 20% se denominarán "E/S de repuesto implementadas". El % de E/S de repuesto implementadas es el 20% de la E/S total del proyecto y puede implementarse en uno o más racks de E/S bajo la dirección de UTE en cualquier momento durante todo el proyecto hasta el comienzo de pruebas en el sitio. Después de la prueba en el sitio, la E/S implementada no utilizada, si la hay, se entregará a UTE como E/S adicional de repuesto.
- Fuente de alimentación: 50% de capacidad de carga adicional para todas las fuentes de alimentación de cada tipo a menos que se especifique lo contrario.
- E/S de repuesto de UTE para todos los gabinetes del DCS, provistos además de la E/S de repuesto implementada:
 - 10%, equipado con el suministro del proyecto.
 - 40% de capacidad total restante mínima por cada procesador.
- Memoria libre de la CPU del controlador (después del programa de usuario y los datos, incluidas las E/S de repuesto implementadas):
 - 60% de la capacidad total instalada.
- Recursos de servidor o estación de trabajo, después de la E/S de repuesto implementada:
 - 60% de recursos de memoria libres con una carga de trabajo promedio.
 - 80% de capacidad de almacenamiento masivo libre después de la puesta en marcha.
- Espacio de instalación para equipos de expansión, después de la E/S de repuesto implementada:

- 10% del área total, reservada dentro de armarios y gabinetes de control.
- 20% de espacio, reservado dentro de bastidores de equipos.
- Las áreas reservadas deben estar claramente marcadas y etiquetadas como tales.

6. Equipo duplicado.

a. A menos que se especifique lo contrario, cuando se requieran dos o más equipos que desempeñen la misma función, estos deberán ser números de modelo exactos producidos por el mismo fabricante, intercambiables, y deberán estar estandarizados como un elemento de stock de repuesto.

b. Una excepción permitida a este requisito se aplica a equipos críticos, donde el Contratista podrá utilizar dos equipos de diferentes fabricantes, si lo considera necesario, para proveer redundancia reduciendo posibles fallas de modo común ("Common Mode Failure CMF").

7. Capacidad de Prueba. El DCS deberá estar equipados con elementos de prueba, incluida una combinación adecuada de software de diagnóstico disponible, puertos LAN para computadoras portátiles y puntos de prueba para la conexión del equipo de prueba.

B. Configuración. El DCS será un sistema de control distribuido modular, multinivel, integrado a través de un sistema estructurado de fibra óptica. El DCS deberá incluir lo siguiente:

1. Arquitectura.

a. General.

- Niveles. El DCS incluirá como mínimo los siguientes niveles:
 - Gestión Proceso y Control de Datos.
 - Adquisición de Datos.

b. Gestión, Proceso y Control de Datos. Este nivel de DCS constará de servidores, estaciones de operación, sistemas de referencia de tiempo y equipos de interconexión (switches, routers, cortafuegos y concentradores VPN). Las principales funciones de esta capa son:

- Control Centralizado.
- Interfaz hombre-máquina (HMI).
- Recopilación de información del sistema y almacenamiento de datos.
- Integración con otros sistemas.

- Servicios fuera del Sitio (Interconexión con Sistemas Externos tales como el SCADA Hidroeléctrico de UTE y el SCADA de Transmisión de UTE).
- Distribución del tiempo.
- Punto de entrada de mantenimiento del sistema.

c. Adquisición de datos. Este nivel de DCS consistirá en controladores completamente redundantes dedicados, interfaces humano-máquina, módulos de entrada-salida (E/S), redes de adquisición de datos totalmente redundantes, sistemas asociados (por ejemplo, controlador de excitación) y equipos de comunicación en las diferentes áreas. Las principales funciones de esta capa son:

- Adquisición de datos E/S directa (cableada) y mediante protocolos de comunicación a módulos de E/S remotos, sistemas asociados, dispositivos electrónicos inteligentes (IED) tales como relés de protección, medidores de parámetros eléctricos y sistema de monitoreo en línea de la condición de la unidad.
- Algoritmos de control básicos:
 - Control de unidad, tales como: secuencias de arranque y parada, funciones de regulación de velocidad de la turbina, control de la excitación, control de los sistemas de sincronización, supervisión de los equipos condición de la turbina y el generador, control y supervisión de auxiliares de unidad (sistemas de lubricación, bombas, etc.).
 - Control y supervisión de servicios comunes (balance de planta), tales como: distribución de potencia en media y baja tensión, sistemas de corriente continua y ondulada, ventilación, aire acondicionado, desagote, enfriamiento, bombas, purificación de aceite, supervisión del grupo Diesel de emergencia, etc.
 - Control del vertedero: control y supervisión de remota de posición de compuertas, supervisión de distribución de energía.
 - Control y Supervisión de los interruptores y seccionadores del campo (o bahía) de Unidad de la Subestación de 150kV.
 - Supervisión de la Subestación de 150kV, incluyendo posición de los seccionadores e interruptores, parámetros eléctricos de la Subestación.

- Redundancia de control: deberá implementarse utilizando controladores totalmente redundantes con transferencia en caliente (“hot standby”) utilizando redes de adquisición de datos redundantes.
- Disparos y bloqueos
 - Eléctricos: se implementará utilizando E/S directa (cableada) o enlaces de comunicaciones de E/S certificadas para disparo de protecciones (por ejemplo, multiplexores de alta velocidad con comunicaciones por fibra óptica, con contactos compatibles con IEEE C37.90).
 - Seguridad: Los disparos y bloqueos de seguridad se implementarán utilizando conexiones cableadas entre dispositivos certificados, o conexiones de red solo si la red cumple con los requisitos de seguridad aplicables (por ejemplo: certificación SIL).
 - Emergencia: Los disparos y bloqueos de Emergencia deberán implementarse en forma directa (cableada) utilizando dispositivos certificados para tal uso (por ejemplo, pulsadores de emergencia, relés de seguridad, etc.).

2. Software de Aplicación. El software de aplicación deberá incluir todas las aplicaciones específicas para la Central Baygorria requeridas para proporcionar:

- a. Software de control y proceso de datos.
- b. Software de control y supervisión de los servicios comunes de la Central.
- c. Software de control y supervisión de las Unidades.
- d. Software de monitoreo en línea de la unidad.
- e. Datos históricos y software de tendencia.
- f. Software de control y supervisión de la Subestación Baygorria a través de:
 - Tablero de control de subestación.
 - Enlace con el SCADA de Transmisión de UTE.
- g. Software de control y supervisión de la Central con el centro de despacho remoto a través del enlace con el SCADA Hidroeléctrico de UTE.

h. Software de Simulación y Entrenamiento de Operadores del DCS.

3. Software estándar. Los paquetes de software estándar deberán incluir todo el software listo para usar que se requiere para proporcionar:

a. Configuración de monitoreo de energía y software de diagnóstico.

b. Programación del DCS, comunicaciones, configuración de red, programación HMI y cualquier otro software requerido para diagnosticar/configurar/mantener los sistemas DCS.

c. Software de informes.

d. Software básico para las estaciones de operación.

e. Software básico para los servidores.

f. Servidor de interfaz hombre-máquina (HMI).

g. Software de comunicaciones para los protocolos de enlace con los diferentes SCADA de UTE.

4. Sistemas de Sincronización de Unidad. Cada Unidad de la Central Baygorria deberá incluir un sistema de sincronización de unidad capaz de para realizar la sincronización independiente de cada unidad, ya sea en forma manual o automática.

5. Sistema de distribución de tiempo.

a. Aplicación. El sistema de distribución de tiempo deberá mantener la referencia de tiempo para todos los dispositivos con capacidad de recibir señal de tiempo sincronizado, incluyendo, pero no limitado a:

- Todos los equipos del DCS: controladores, estaciones y servidores.
- Todos los sistemas de protecciones instalados bajo el Contrato de Modernización de la Central Baygorria.
- Dispositivos de comunicaciones (routers, switches, gateways, etc.).
- Interfaces Humano Máquina (HMI).
- Controladores de otros sistemas (por ejemplo, controlador de excitación).
- Todos los equipos del sistema de monitoreo en línea de la condición de la turbina y el generador.
- Medidores de parámetros eléctricos inteligentes (IED).

b. Redundancia. El sistema de distribución de tiempo deberá consistir en dos relojes maestros en configuración redundante.

c. Sistema. Los sistemas de sincronización se basarán en señales de referencia de Sistemas de Navegación Global por Satélite (GNSS), incluyendo el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) como mínimo, y opcionalmente Galileo. El sistema de distribución de tiempo recibirá y decodificará información de tiempo transmitida por sistemas satelitales de sincronización de tiempo (GNSS). En caso de falla de la señal de satélite el sistema de distribución de tiempo deberá proseguir su función utilizando un reloj interno.

d. Error. El error de tiempo no debe exceder 1.6×10^{-8} segundos (Stratum 2).

e. Precisión. La precisión del sistema de referencia de tiempo debe ser capaz de sincronizar el DCS y los dispositivos de protección eléctrica veces con un error menor que $1/10$ del estampado de tiempo (por ejemplo, $1 \text{ ms}/10 = 0,1 \text{ ms}$).

f. Protocolos. El sistema de distribución de tiempo deberá soportar los siguientes protocolos:

- IEEE 1588-2008 Precision Time Protocol (PTP)
- NTP.

g. Capacidad. Deberá tener capacidad de atender 128 mensajes PTP por segundo, con una capacidad mínima igual al doble de los clientes de PTP+NTP presentes en el diseño del Contratista (mínimo 100 clientes a full-rate).

6. Sistema de Monitoreo de Condición de la Unidad en línea.

a. Sistema Distribuido. Cada Unidad de la Central Baygorria deberá incluir un controlador de sistema de monitoreo de la condición de la unidad en línea.

b. El sistema deberá estar completamente integrado con:

- El Servidor del sistema de supervisión en línea de la condición de la turbina y generador especificado en esta sección.
- Los sensores de condición de la turbina y el generador especificados en las Secciones dedicadas a la Turbina y al Generador en estos Documentos.

c. El Sistema deberá tener todas las facilidades necesarias para supervisar la condición del funcionamiento de las Unidades y asistir al Operador en la toma de decisiones de acuerdo con los criterios y límites de operación de las Unidades.

7. Integración del Sistema. La integración del DCS deberá incluir todos los sistemas, subsistemas, equipos y enlaces de comunicaciones requeridos para ejecutar en forma segura operación local, centralizada y remota de la Central Baygorria, como requeridos en otras secciones de estos documentos.

9.1.1.9 Gestión, Proceso y Control de Datos

A. Requerimientos.

1. Control centralizado:

a. El control centralizado se interconectará entre los diferentes controladores (unidad, servicios comunes (balance de planta), vertedero, subestación y controlador de enlace) y los clientes de control (estaciones de operador, operación remota desde SCADA Hidroeléctrico de UTE, etc.).

b. Las estaciones de operador de la sala de control permitirán el control centralizado de todas las unidades, servicios comunes, vertedero y subestación (limitado a la operación de los interruptores y seccionadores de unidad).

c. Las estaciones de operador de la sala de control solo podrán realizar funciones de control sobre los equipos conectados a un Tablero de Control local, cuando este tablero se encuentre en el modo de operación "Remoto". Las estaciones del operador de la sala de control deberán poder monitorear los sistemas bajo todos los modos de operación de los Tableros de Control local.

d. Todas las transferencias de control, incluyendo las transferencias entre control local y remoto desde el Tablero de Control local, o las estaciones de operador de la sala de control o desde/hacia el control remoto de la Central ("off-site control") deberán ser continuas y sin interrupciones ("bumpless and seamless transitions"). De tal manera que cualquier operación/secuencia siendo ejecutada por el controlador de la unidad pueda continuar sin afectar el sistema de potencia o los equipos asociados.

e. Las estaciones de operación de la sala de control se configurarán para proporcionar dos modos de funcionamiento automáticos: paso a paso automático y continuo automático.

- Secuencia paso a paso automática. En este modo, las secuencias de inicio y detención de la unidad se ejecutan paso a paso. Todos los requisitos y condiciones se mostrarán en la pantalla de la HMI y cuando se cumplan todos, el operador podrá iniciar el siguiente paso.
- Secuencia continua automática. En este modo, el operador inicia las secuencias de inicio y finalización de la unidad, pero no se requiere intervención adicional del operador. El operador deberá poder monitorear todas

las condiciones y acciones en las pantallas HMI de la estación del operador.

- Cualquiera de los modos de secuencia iniciados por el operador de la sala de control deberá continuar sin ser afectado (“seamless transition”) ante un cambio en el control del tablero de control local desde la posición “Remoto” a “Local” o viceversa.

f. Control Remoto de la Central (“Off -Site Control”).

- El operador desde una estación de operación local podrá habilitar o deshabilitar el control remoto de la Central desde el SCADA Hidroeléctrico de UTE, en cualquier momento de la operación de la central, sin afectar el control de la Unidad ni la secuencia iniciada.
- El control remoto desde el SCADA Hidroeléctrico de UTE deberá ser deshabilitado automáticamente en caso de falla de comunicaciones o si el control fuera liberado (“control released”) desde el centro de control remoto. El control desde las estaciones de operación de la sala de control quedara activo y las acciones a tomarse en las unidades generadoras activas en la Central deberán poder configurarse por para cada caso. La falla de comunicaciones deberá ser declarada si la misma continua después de un tiempo configurable, de tal manera que una falla momentánea en las comunicaciones no transfiera el control remoto a local innecesariamente.

2. Interfaz hombre-máquina (HMI):

a. La Sala de control estará equipada con consolas de operador de múltiples monitores, impresoras, estaciones de trabajo portátiles y una pantalla de gran formato, todo integrado en una sala de control funcional. Las consolas de operador deberán proporcionar acceso a la información de proceso y equipos de las unidades, servicios comunes, vertedero y subestación.

b. El control local de los equipos y sistemas se proporcionará desde las interfaces hombre-máquina (HMI) ubicadas en diferentes ubicaciones en el complejo, como se muestra en el diagrama de bloques del sistema de control de la Central.

c. Las consolas de operador están conectadas a través de sus estaciones de trabajo a los servidores HMI.

d. El control y la supervisión remota a través del vínculo SCADA Hidroeléctrico de UTE deberán ser configurables y limitados a los puntos que se acuerden entre UTE y el Contratista.

e. El control y la supervisión de la subestación a través del vínculo SCADA de Transmisión de UTE deberán ser configurables y limitados a los puntos que se acuerden entre UTE y el Contratista.

f. La estación de ingeniería estará configurada para utilizar un set de monitores, teclado y mouse de una estación de operación. La conmutación entre las funciones de estación de operación y estación de ingeniería deberá realizarse a través de un conmutador KVM ubicado en la sala de servidores.

g. La estación de ingeniería y las estaciones de trabajo portátiles deberán poder conectarse (utilizando aplicaciones instaladas localmente en cada estación) a los servidores HMI, servidores históricos y de reportes, almacenamiento conectado a la red, estación de monitoreo en línea de la turbina y generador, equipos de protecciones, controladores de comunicaciones con vínculos externos, controladores de tablero local o estaciones de operador como sea necesario para mantenimiento o solución de problemas.

h. Las estaciones de trabajo portátiles deberán poder conectarse directamente en el equipo (utilizando aplicaciones instaladas localmente en cada estación) a unidades de adquisición de datos, procesadores de comunicación de relés de protección, relés de protección, sistemas de sincronización de tiempo, controladores, controladores de excitación e instrumentación inteligente HART.

i. El servidor de simulación y entrenamiento estará configurado para utilizar un set de monitores, teclado y mouse de una estación de operación. La conmutación entre las funciones de estación de operación y servidor de entrenamiento deberá realizarse a través de un conmutador KVM ubicado en la sala de servidores.

3. Recopilación de información del sistema y almacenamiento de datos: la recopilación de la información del sistema y el sistema de almacenamiento de datos deberá proveer dos funciones principales:

a. Almacenamiento DCS a largo plazo (registro histórico): El almacenamiento DCS a largo plazo deberá recopilar, almacenar y proveer reportes de los datos operativos históricos del DCS. Los datos se recopilarán a intervalos periódicos configurables y se guardarán en bases de datos históricas.

b. Sistema de almacenamiento conectado a la red (NAS): el NAS será un repositorio centralizado para recopilar y almacenar todas las imágenes de respaldo y el software de todos los servidores, estaciones de trabajo, estaciones de trabajo portátiles, controladores y dispositivos de red.

4. Integración con otros sistemas: Además de los requisitos de integración de sistemas contenidos en estos Documentos, el HMI deberá proveer una interfaz a nivel de la sala de control para configuración, control y supervisión de los siguientes sistemas:

- a. SCADA Hidroeléctrico de UTE.
- b. SCADA de Transmisión de UTE.
- c. Sistema de Monitoreo en línea de la condición de la Turbina y Generador.

5. Servicios fuera del Sitio: El sistema debe contar con capacidades configurables para el control y monitoreo de la Central desde una ubicación remota. En este modo, una computadora remota configurada como una estación de visualización del software HMI deberá poder conectarse al DCS y realizar las mismas funciones de supervisión y control disponibles en las HMI de las consolas de operador, según los privilegios de seguridad. La conexión se cifrará utilizando la tecnología de red privada virtual (VPN) y otras medidas de seguridad aplicable como establecidos en los requisitos de seguridad de estos Documentos.

6. Requerimiento de UTE para conexión a Servidor Histórico, Máximo y respaldos: Todos los datos generados por el Sistema de Control DCS de Baygorria deberán ser accesibles con alguna de las interfaces o conectores disponibles de la base PI de Osisoft, con el objetivo de almacenarlos en la base histórica PI perteneciente a UTE (Generación).

B. Equipamiento

El Contratista deberá proveer el siguiente equipamiento basados en los productos del Numeral 9.1.2 - Equipamiento.

1. Gabinetes de Control de Planta.

a. Gabinete de Control de Planta A, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, cables, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:

- Gabinete tipo rack.
- Estación de operación 1.
- Estación de control de video de pantalla ampliada 1.
- Servidor de HMI A.
- Servidor histórico y reportes A.
- Almacenamiento en red A.
- Servidor del sistema de supervisión en línea de la condición de la turbina y generador.
- Servidor de seguridad.
- Consola KVM/LCD para montaje en rack.
- Un lote de conmutadores KVM
- Un lote de extensores de video

b. Gabinete de Control de Planta B, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, cables, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:

- Gabinete tipo rack.
- Estación de operación 2.
- Estación de control de video de pantalla ampliada 2.
- Servidor de HMI B.
- Servidor histórico y reportes B.
- Almacenamiento en red B.
- Estación de Ingeniería.
- Servidor de Entrenamiento.
- Consola KVM/LCD para montaje en rack.
- Un lote de conmutadores KVM.
- Un lote de extensores de video.

2. Gabinetes de Comunicaciones

a. Gabinete de Comunicaciones A, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, cables, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:

- Gabinete tipo rack.
- Un Sistema switch/router/firewall/VPN 1.
- Un controlador de enlace con SCADAs 1.
- Reloj maestro 1.
- Un switch para el Sistema A.
- Un sistema de distribución de fibra óptica, incluyendo todos los cables de conexión (“patch cords”) y conectores necesarios como se requiera para un sistema de fibra óptica completamente funcional.

b. Gabinete de Comunicaciones B, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, cables, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:

- Gabinete tipo rack.
- Un Sistema switch/router/firewall/VPN 2.
- Un controlador de enlace con SCADAs 2.
- Reloj maestro 2.

- Un switch para el Sistema B.
- Un sistema de distribución de fibra óptica, incluyendo todos los cables de conexión (“patch cords”) y conectores necesarios como se requiera para un sistema de fibra óptica completamente funcional.

3. Consolas de Operación

a. Consola de Operación 1, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, cables, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:

- Mobiliario de Consola de Operación.
- Tres monitores de operación.
- Un set de teclado y mouse.

b. Consola de Operación 2, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, cables, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:

- Mobiliario de Consola de Operación.
- Tres monitores de operación.
- Un set de teclado y mouse.

4. Pantalla de gran formato: un conjunto de pantallas de formato grande, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, cables, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores. Cada conjunto incluirá como mínimo un sistema de pantalla de formato grande.

5. Despliegue de tiempo: un conjunto de despliegue de tiempo, que incluya todo el hardware de montaje, cables, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores pertinentes. Cada conjunto incluirá como mínimo un Despliegue de Tiempo.

6. Estaciones de trabajo portátiles: Un conjunto de estaciones de trabajo portátiles, que incluyan todo el hardware, cables, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores pertinentes. Cada conjunto incluirá como mínimo 2 estaciones de trabajo portátiles.

9.1.1.10 Adquisición de datos

A. Requisitos

1. Tableros de control:

a. Los paneles de control estarán diseñados para proporcionar:

- Operación local (manual o automática) del equipo controlado (por ejemplo, unidad de generación, servicios comunes, vertedero, subestación).
- Control remoto desde las consolas de operación de la sala de control.

b. Los tableros de control de unidad se proveerán de una llave selectora de modo de operación de la Unidad (Arranque en Negro/Local/Remoto) con extracción de la llave en modo Remoto únicamente. Los modos de operación serán los siguientes:

- Control en modo Arranque en Negro
 - En este modo la Unidad deberá proceder como en una operación local, con las condiciones de las Secuencias Especiales (arranque en negro) requeridas por UTE, como descritas en la Sección 4 - Sistema de Excitación Digital y Regulador de Tensión.
- Control en modo Local
 - En el modo de operación local, la unidad de generador de turbina debe iniciarse, sincronizarse, conectarse al sistema y tomar carga utilizando los controles y las Interfaces Hombre-Máquina (HMIs) del tablero de control.
 - En este modo de control el operador podrá seleccionar en el HMI si desea proceder con pasos discretos (control manual) sin secuencias automáticas, o con secuencias automáticas paso a paso o continuas.
 - Modo Local/Manual
 - ✓ En el modo local/manual el operador deberá seguir los procedimientos de operación manual estándar para arrancar y conectar el generador a la línea.
 - ✓ El operador utilizará los HMI del tablero de control para monitorear el estado de la turbina, el generador y los sistemas auxiliares durante el proceso de arranque y parada manual.
 - ✓ El operador podrá seleccionar el modo de sincronización manual o automático.
 - ✓ Los sistemas de protección de la unidad y el transformador deberán

monitorear y proteger activamente el generador, la turbina y los transformadores durante el proceso de operación manual. Al detectar una condición de falla por los respectivos relés de protección, los relés de bloqueo funcionarán automáticamente para descargar y/o desconectar la unidad, y parar la unidad, y operar los interruptores dependiendo de la falla ocurrida.

- ✓ En este modo las HMI de la sala de control deberán tener capacidades completas de monitoreo, pero no se podrán tomar acciones desde las consolas del operador.
- Modo Local/Automático
 - ✓ En el modo local/automático, la unidad deberá poder arrancarse, sincronizarse, conectarse al sistema y tomar carga utilizando las secuencias programadas en el sistema de control. Estas secuencias podrán correrse como paso a paso o en modo continuo (un solo pulso para llevar la unidad de estado detenido a estado en-línea).
 - ✓ El operador deberá seleccionar el modo de sincronización en posición automático.
 - ✓ El controlador local del DCS debe programarse e interconectarse con la red de la planta para implementar el proceso requerido para el inicio automático, la sincronización, la conexión a la línea y la toma de carga de la unidad.
 - ✓ La HMI del panel de control debe estar provista de pantallas para monitorear el estado de la turbina, el generador y los sistemas auxiliares durante el proceso automático de arranque y parada.
 - ✓ Los sistemas de protección de la unidad y el transformador suministrados según sección 9.2, deberán monitorear

y proteger activamente el generador, la turbina y los transformadores durante el proceso de operación manual. Al detectar una condición de falla por los respectivos relés de protección, los relés de bloqueo funcionarán automáticamente para descargar y/o desconectar la unidad, y parar la unidad, y operar los interruptores dependiendo de la falla ocurrida.

- ✓ En este modo las HMI de la sala de control deberán tener capacidades completas de monitoreo, pero no se podrán tomar acciones desde las consolas del operador.

- Control en modo Remoto:

- Este es el método de operación preferido (normal) y transfiere el control de la unidad a las consolas de operador ubicadas en la Sala de control. Los comandos de control se emitirán a las consolas del operador del panel de control HMI.
- El tablero de control tiene capacidad de monitoreo/supervisión completa, pero no se pueden tomar acciones desde la HMI del tablero de control.

c. Otros tableros de control (como el tablero de control de servicios comunes, el tablero de control de Vertedero, o el tablero de control de la subestación) deberán estar provistos de una llave selectora de modo de operación (Local-Remoto) con extracción de la llave en modo Remoto únicamente para seleccionar el modo de operación. Los modos de operación serán los siguientes:

- Control en modo Local: en este modo, el control del equipo está disponible en el tablero de control a través del HMI. Las HMI de la sala de control deberán tener capacidades completas de monitoreo, pero no se podrán tomar acciones desde las consolas del operador.
- Control en modo Remoto: en este modo, el control del equipo está disponible en las consolas de operador de la sala de control. El tablero de control tiene capacidad de monitoreo/supervisión completa, pero no se pueden tomar acciones desde la HMI del tablero de control.

2. Gabinetes de Entrada/Salida (E/S) remotos:

a. Si bien el diseño de estos Documentos no contempla el uso de gabinetes de E/S remotos, el uso de los mismos es posible si el Contratista cumple con los requisitos de seguridad y comunicaciones para E/S remotos (por ejemplo, circuitos de respaldo cableados) incluidos endocumento.

B. Equipamiento

El Contratista deberá proveer el siguiente equipamiento basados en los productos del Numeral 9.1.2. El Contratista proveerá todos los tableros de control requeridos según lo requiera el diseño DCS del Contratista. Como mínimo, se han previsto los siguientes tableros de control:

1. Tres Tableros de Control de Unidad, que incluyan todo el hardware de montaje pertinente, cables, software de aplicación, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:

a. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para comunicación con la red Ethernet de la planta, incluido todo el hardware y software pertinente.

b. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para que los tableros locales de DCS se comuniquen con los dispositivos inteligentes locales.

c. Controlador redundante configurado completo incluyendo las funciones descritas a continuación (en forma de módulos o características intrínsecas del controlador, dependiendo de la solución particular de cada fabricante):

- CPU.
- Módulo de redundancia.
- Módulo de comunicación Ethernet redundante para la comunicación con la red de la planta.
- Módulo de comunicación de red de control redundante para E/S.
- Módulo de comunicación Ethernet redundante para la comunicación con dispositivos inteligentes.

d. Dos HMIs para operación local.

e. Un sistema de sincronización automático/manual.

f. Otros equipos tales como: llaves selectoras, relés de bloqueo, pulsador de parada de emergencia como se muestra en los Planos.

g. Módulos de entrada y salida que incluyan fuentes de alimentación, relés de interposición, dispositivos de supresión de tensión y equipos auxiliares.

h. Módulos de posición de paletas del distribuidor, con emisión de consignas a los servos y retroalimentación directa desde los transmisores LVDT/RVDT.

i. Módulos de posición de alabes de la turbina, con emisión de consignas a los servos y retroalimentación directa desde los transmisores LVDT/RVDT.

j. Módulos de adquisición de señales de transformadores de tensión y sensores de velocidad, para las funciones de regulación de velocidad ("speed governor") de la turbina.

k. Dos paneles de distribución de fibra, uno para cada sistema de fibra óptica, incluyendo todos los cables de conexión ("patch cords") y conectores de fibra óptica necesarios para un sistema de fibra óptica completamente funcional.

l. Cableado interno y otros equipos auxiliares como interruptores de control, interruptores para distribución de energía, bloques de terminales, etc. para proporcionar un panel de control de la unidad totalmente funcional.

m. Gabinete de control con varias secciones según sea necesario para contener todos los componentes del tablero de control.

2. Un Tablero de Control de Servicios Comunes, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, cables, software de aplicación, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores ("drivers"). Cada conjunto incluirá como mínimo:

a. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para comunicación con la red Ethernet de la planta, incluido todo el hardware y software pertinente.

b. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para que los tableros locales de DCS se comuniquen con los dispositivos inteligentes locales.

c. Controlador redundante configurado completo incluyendo las funciones descritas a continuación (en forma de módulos o características intrínsecas del controlador, dependiendo de la solución particular de cada fabricante):

- CPU.
- Módulo de redundancia.

- Módulo de comunicación Ethernet redundante para la comunicación con la red de la planta.
 - Módulo de comunicación de red de control redundante para E/S.
 - Módulo de comunicación Ethernet redundante para la comunicación con dispositivos inteligentes.
- d. Dos HMIs para operación local.
- e. Llave selectora de modo de control Local/Remoto.
- f. Módulos de entrada y salida que incluyan fuentes de alimentación, relés de interposición, dispositivos de supresión de tensión y equipos auxiliares.
- g. Dos paneles de distribución de fibra, uno para cada sistema de fibra óptica, incluyendo todos los cables de conexión (“patch cords”) y conectores de fibra óptica necesarios para un sistema de fibra óptica completamente funcional.
- h. Cableado interno y otros equipos auxiliares como interruptores de control, interruptores para distribución de energía, bloques de terminales, etc. para proporcionar un panel de control de la unidad totalmente funcional.
- i. Gabinete de control con varias secciones según sea necesario para contener todos los componentes del tablero de control.
3. Un Tablero de Control de Vertedero, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, cables, software de aplicación, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:
- a. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para comunicación con la red Ethernet de la planta, incluido todo el hardware y software pertinente.
- b. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para que los tableros locales de DCS se comuniquen con los dispositivos inteligentes locales.
- c. Controlador redundante configurado completo incluyendo las funciones descritas a continuación (en forma de módulos o características intrínsecas del controlador, dependiendo de la solución particular de cada fabricante):
- CPU.
 - Módulo de redundancia.

- Módulo de comunicación Ethernet redundante para la comunicación con la red de la planta.
 - Módulo de comunicación de red de control redundante para E/S.
 - Módulo de comunicación Ethernet redundante para la comunicación con dispositivos inteligentes.
- d. Dos HMIs para operación local.
- e. Llave selectora de modo de control Local/Remoto.
- f. Módulos de entrada y salida que incluyan fuentes de alimentación, relés de interposición, dispositivos de supresión de tensión y equipos auxiliares.
- g. Dos paneles de distribución de fibra, uno para cada sistema de fibra óptica, incluyendo todos los cables de conexión (“patch cords”) y conectores de fibra óptica necesarios para un sistema de fibra óptica completamente funcional.
- h. Cableado interno y otros equipos auxiliares como interruptores de control, interruptores para distribución de energía, bloques de terminales, etc. para proporcionar un panel de control de la unidad totalmente funcional.
- i. Gabinete de control con varias secciones según sea necesario para contener todos los componentes del tablero de control.
4. Un Tablero de Control de Subestación, que incluyan todo el hardware de montaje pertinente, cables, software de aplicación, almacenamiento, sistemas operativos, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:
- a. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para comunicación con la red Ethernet de la planta, incluido todo el hardware y software pertinente.
- b. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para que los tableros locales de DCS se comuniquen con los dispositivos inteligentes locales.
- c. Controlador redundante configurado completo incluyendo las funciones descritas a continuación (en forma de módulos o características intrínsecas del controlador, dependiendo de la solución particular de cada fabricante):
- CPU.
 - Módulo de redundancia.

- Módulo de comunicación Ethernet redundante para la comunicación con la red de la planta.
 - Módulo de comunicación de red de control redundante para E/S.
 - Módulo de comunicación Ethernet redundante para la comunicación con dispositivos inteligentes.
- d. Dos HMIs para operación local.
- e. Llave selectora de modo de control Local/Remoto.
- f. Módulos de entrada y salida que incluyan fuentes de alimentación, relés de interposición, dispositivos de supresión de tensión y equipos auxiliares.
- g. Dos paneles de distribución de fibra, uno para cada sistema de fibra óptica, incluyendo todos los cables de conexión (“patch cords”) y conectores de fibra óptica necesarios para un sistema de fibra óptica completamente funcional.
- h. Cableado interno y otros equipos auxiliares como interruptores de control, interruptores para distribución de energía, bloques de terminales, etc. para proporcionar un panel de control de la unidad totalmente funcional.
- i. Gabinete de control con varias secciones según sea necesario para contener todos los componentes del tablero de control.

9.1.1.11 Software de Aplicación

A. Requisitos generales.

1. El DCS será un sistema de control y monitoreo basado en servidores/controladores en tiempo real que consistirá en un control centralizado ubicado en la sala de control de la central eléctrica Baygorria, con enlaces de comunicación de datos a servidores, controladores y estaciones locales de control.
2. La descripción general del sistema preliminar se muestra en los Planos 1465-STN-BAY-ELE-301 (Sistema de Control – Diagrama en Bloques).
3. Restricciones de diseño principal:
 - a. Los controles deben estar provistos de enclavamientos de seguridad para garantizar que se bloqueen operaciones no deseadas en toda circunstancia.
 - b. Los enclavamientos deben permitir un funcionamiento seguro en todo momento y en todas las condiciones de operación.

4. Estrategia de control: El DCS se configurará para proporcionar control local y remoto según los requisitos detallados en este documento.

a. Control local/manual:

- Este modo de control debe incluir todos los enclavamientos de seguridad. Las funciones de supervisión/supervisión del controlador del DCS deberán estar activas. El controlador regresará automáticamente a este modo si se detecta una falla no recuperable ("watchdog").
- El software del controlador debe proporcionar el control y la supervisión de la maquinaria eléctrica, mecánica e hidráulica asociada a las HMI montadas en el tablero local. El software del controlador debe incluir toda la programación requerida para comunicarse con los servidores HMI y otros nodos del DCS en la red con fines de enclavamiento (por ejemplo, con el tablero de la subestación).

b. Control local/automático.

- Este modo de control debe incluir todos los enclavamientos de seguridad. Las funciones de supervisión/supervisión del controlador del DCS deberán estar activas.
- Este modo es similar al modo local/manual, incluyendo las secuencias automáticas de operación.

c. Control remoto:

- Este es el método de operación normal. En este modo de operación, los equipos y sistemas se operan de forma remota desde las consolas del operador. Cuando esté en control remoto, los siguientes modos estarán disponibles:
 - Operación manual/discreta. La operación manual será la selección directa e individual de la maquinaria por parte del operador, siguiendo los enclavamientos requeridos y permisivos. El sistema proporcionará a los operadores una explicación detallada paso a paso del proceso manual para colocar una unidad desde la condición de parada hasta la condición en-línea, y desde la condición en-línea hasta la condición de máquina parada.
 - Operación semiautomática (paso a paso). La semiautomatización será una secuencia de operación corta y limitada, con el interés de

lograr un estado estable que reduzca el número de intervenciones del operador. Los comandos manuales todavía estarán activos. Este modo debe tener provisiones para alertar al operador sobre cuál es la función de cada proceso semiautomático, y que acciones manuales se necesitan para corregirlo, si fuera requerido.

- Secuencia continua automática. La automatización de las secuencias de inicio y detención de la unidad deberá ser una serie concatenada de secuencias de semiautomatización que inician, procesan y completan la operación de la unidad. En este modo, el operador inicia la secuencia, pero no será necesaria ninguna intervención adicional del operador hasta que la unidad llegue a la condición en-línea y tome carga hasta el punto de ajuste de potencia establecido por el operador. El operador debe ser capaz de controlar todas las condiciones y acciones en las pantallas del operador. Los comandos manuales todavía estarán activos. Este modo debe tener provisiones para alertar al operador sobre lo que el proceso automático compensará, si hubiera necesidad de ello.

5. El desarrollo del software debe estar de acuerdo con:

- a. IEEE 1074 (Estándar IEEE para desarrollar un proceso de ciclo de vida del proyecto de software).
- b. ISA84/IEC61511
- c. ISA99/IEC62443

6. Lenguajes:

- a. El paquete de programación debe ser un paquete estándar de la industria conforme a IEC 61131 y debe estar totalmente integrado con el software del sistema de control de procesos.
- b. Los programas de control usarán diagramas de bloques de funciones, diagramas de funciones secuenciales, texto estructurado, listas de instrucciones, lenguaje de control de procesos y rutinas basadas en C++.
- c. Los programas deberán auto-documentarse. El paquete de programación deberá ser compatible con el desarrollo en línea y fuera de línea,

la simulación fuera de línea, la documentación y las capacidades de generación de informes.

7. Sistema operativo: será adecuado para tiempo real y de rendimiento probado en aplicaciones similares.

8. Seguridad: En consideración a la seguridad, el DCS tendrá provisiones para la replicación de datos de una sola dirección (histórica) o la transmisión (en tiempo real) hacia a otras redes, sin ningún tipo de acuse de recibo o retroalimentación en el DCS, siguiendo los requerimientos de certificación para software de criterios comunes FIPS ("FIPS common criteria software certification").

9. Pérdida de comunicación y falla del controlador: si se produce una pérdida de comunicación entre los servidores HMI y los controladores cuando se opera desde la sala de control, o si se detecta una falla del controlador por medio de un dispositivo de monitoreo de ciclo ("watchdog") interno o externo que supervise el estado del controlador, después de un tiempo de espera ajustable, toda la maquinaria relacionada deberá operar a una posición segura de apagado mediante un circuito de respaldo cableado, como se especifica en este documento.

10. Coordinación e interoperabilidad:

a. El Contratista deberá coordinar con UTE por los requerimientos de operación remota con el SCADA Hidroeléctrico de UTE.

b. El Contratista deberá coordinar con UTE por los requerimientos de operación y supervisión de la subestación de la Central Baygorria y el SCADA de Transmisión de UTE.

11. Satisfacción del Cliente:

a. Toda la documentación de los programas de aplicaciones deberá ser revisada y aprobada por el UTE antes de la implementación. Por favor refiérase a los requerimientos de Entregas de Documentación.

b. Todas las características y mejoras del software implementado deberán ser evaluadas y aprobadas por el UTE.

c. El Contratista recopilará información del personal de UTE para el diseño de sus aplicaciones y despliegues gráficos para garantizar la satisfacción del usuario final.

d. El Contratista es responsable de verificar el software y asegurarse de que todas las aplicaciones estén libres de errores. El Contratista deberá optimizar la aplicación, de modo que se proporcione la mejor funcionalidad, y las mejores características de seguridad estén disponibles para el usuario final.

B. Funciones y ubicaciones de paquetes de software de aplicación.

1. Software de control y proceso de datos: el software y las funciones deben residir en los servidores o estaciones de trabajo asociados con el equipo o sistema, tal como se indica en la tabla siguiente:

Software de Aplicación y Funciones						
Interfaz Humano Máquina	Ubicación					
	Consola Operador	Estación Ing. y Est. Portátiles	Controlador Enlace	Servidor de la Cond Turb/Gen	Serv. Historico y Reportes	Serv. de Simulación y Entrenamiento
HMI Control Unidad	Si	Si	No	No	No	No
HMI Control Serv. Comunes	Si	Si	No	No	No	No
HMI Control Vertedero	Si	Si	No	No	No	No
HMI Control Subestación	Si	Si	No	No	No	No
Monitoreo en linea Condición Unidad	No	Si	No	Si	No	No
Analisis Reles Protecciones	No	Si	No	No	No	No
HMI para Control y Supervisión del Controlador de Enlace	Si	No	No	No	No	No
HMI para el Control Automático de Generación	Si	No	No	No	No	No
Soft Enlace con SCADA Transm	No	No	Si	No	No	No
Soft Enlace SCADA Hidro	No	No	Si	No	No	No
Software Entrenamiento	No	No	No	No	No	Si
HMI Software Entrenamiento	No	Si	No	No	No	Si

2. Software de control y supervisión de tableros de control: los algoritmos y funciones deben residir en los controladores asociados con el equipo o sistema como se indica en la tabla que sigue:

Algoritmos y Funciones de Control y Supervisión	
Función de Software de Aplicación	Ubicación

	Controlador de Unidad	Controlador de Servicios Comunes	Controlador Vertedero	Controlador Subestación	Controlador de Enlace
Adquisición de Datos	Si	Si	Si	Si	Si
Control de Unidad	Si	No	No	No	No
Control de Servicios Comunes	No	Si	No	No	No
Control de Vertedero	No	No	Si	No	No
Control de Enlace	No	No	No	No	Si
Control y Supervisión de Subestación	No	No	No	Si	No
Control Subir/Bajar y Punto de Consigna de MW	Si	No	No	No	No
Control Subir/Bajar y Punto de Consigna de MVAR y kV	Si	No	No	No	No
Secuencia de control automático de inicio y parada de la Unidad	Si	No	No	No	No
Funciones de Regulador de Velocidad de Turbina	Si	No	No	No	No
Interfaz con Controlador de Excitación Digital	Si	No	No	No	No
Interfaz Sincronizador Automático	Si	No	No	No	No
Interfaz con Monitoreo en línea Turbina/Generador	Si	No	No	No	No
Supervision de Transformadores y alarmas	Si	Si	No	No	No
Monitoreo de Instrumentación y alarmas	Si	Si	Si	Si	No
Sistemas Auxiliares de Unidad	Si	No	No	No	No
Control y supervisión de 7 kV	Si	Si	No	No	No
Control y supervisión de 400V	Si	Si	Si	Si	No
Control y supervisión Corriente Continua y Ondulada	Si	Si	Si	Si	No
Control Subestación (bahía)	Si(*)	No	No	Si	No
Control Subestación (barras/acoplador/líneas)	No	No	No	Si	No

Algoritmos y Funciones de Control y Supervisión					
Función de Software de Aplicación	Ubicación				
	Controlador de Unidad	Controlador de Servicios Comunes	Controlador Vertedero	Controlador Subestación	Controlador de Enlace
Control y supervisión del generador diesel	No	Si	No	No	No
Intercambio de información con dispositivos inteligentes	Si	Si	Si	Si	Si
Intercambio de información con otros controladores & E/S remotas	Si	Si	Si	Si	Si
Permisivos, bloqueos y disparos de software	Si	Si	Si	Si	Si
Desconexión Automática de Generación	No	No	No	No	Si
Control Automático de Generación	Si	No	No	No	Si

(*) A través del controlador de Subestación

9.1.1.12 Software estándar

A. Funciones y ubicaciones de paquetes de software estándar.

Paquetes Estándar									
Función	Ubicación								
	Servidor HMI	Consola Operador	Controlador Video	Estacion Ing. Est. Portátiles	Servidor de la Cond Turb/Gen	Enlace SCADAs	Serv Historico & Reportes	Servidor Entrenamient	Serv Seguridad
Servidor HMI	Si	No	No	No	No	No	No	Si	No
Cliente HMI	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si	No
Configuración y mantenimiento del relé de protección	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
Software de servidor de datos históricos y tendencias	No	No	No	No	No	No	Si	No	No
Software de cliente	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No

Paquetes Estándar									
Función	Ubicación								
	Servidor HMI	Consola Operador	Controlador Video	Estacion Ing. Est. Portátiles	Servidor de la Cond Turb/Gen	Enlace SCADAs	Serv Historico & Reportes	Servidor Entrenamient	Serv Seguridad
de datos históricos y tendencias									
Herramientas de informes	No	No	No	Si	No	No	Si	No	No
Configuración y mantenimiento del sistema de sincronización de tiempo	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
Configuración de red y mantenimiento	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
Configuración y mantenimiento de DCS	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
Programación de DCS	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
Programación HMI	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
Paquete de software inteligente de configuración y monitoreo de instrumentación	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
Paquete de Seguridad DCS	No	No	No	No	No	No	No	No	Si
Paquete de Seguridad Cliente	Si	Si	Si	Si	Si	No(*)	Si	Si	No
Paquetes de Oficina Estándar	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No

(*) Depende diseño específico del Contratista.

9.1.1.13 Sistemas de Sincronización de Unidad

A. Requisitos.

1. Se proveerán sistemas de sincronización automática para las 3 unidades, integrados en los Tableros de Control de Unidad.

2. El sistema de sincronización automática deberá proporcionar las siguientes funciones (independientes una de otra):

a. Una función de sincronización para controlar el regulador de velocidad de la turbina, la excitación y el interruptor de generador.

b. Una función de comprobación de sincronización (“synchro-check”) para verificar la desviación de tensión (en magnitud y ángulo) y la frecuencia entre ambos lados del interruptor de generador, para permitir el cierre del interruptor de generador.

c. Medios manuales para que un operador controle el voltaje y la frecuencia para igualar manualmente la unidad a la red, y cerrar manualmente el interruptor de circuito (utilizando la función de comprobación de sincronización).

3. El sistema de sincronización automática deberá incluir una función de detección de sincronización contra barra muerta, para casos de arranque en negro. Referirse a las Secuencias Especiales de arranque en negro de UTE, como descritas en Volumen III – Parte B – Especificaciones Técnicas Particulares – 3.B.04 Sistema de Excitación Digital y Reguladores de Tensión .

B. Equipo.

El Contratista deberá proveer el siguiente equipamiento basados en los productos del Numeral 9.1.2.

1. Tres juegos de sincronizadores automáticos que se integrarán en los tableros de control de unidad de las unidades 1, 2 y 3, incluidos todos los accesorios de montaje pertinentes. Cada conjunto incluirá como mínimo:

a. Un sistema de sincronización automática.

b. Módulo de comunicación de red

c. Cableado interno y otros equipos auxiliares como terminales de prueba, interruptores de distribución de energía, bloques de terminales, etc. para proporcionar un sistema de sincronización automática de unidad completamente funcional.

9.1.1.14 Sistema de Monitoreo de Condición de la Unidad en línea

A. Requisitos.

1. Se proveerán sistemas de Monitoreo de Condición de la Unidad (Turbina y Generador) en línea para las 3 unidades, integrados en los Tableros de Control de Unidad.

2. El sistema de monitoreo de condición de la unidad en línea deberá proporcionar las siguientes funciones básicas:

a. Cada controlador de sistema de monitoreo de la condición de la unidad en línea deberá estar basado en un procesador multicanal que deberá integrar las señales de condición de la unidad (por ejemplo: vibraciones, sincronización de la posición del eje, entrehierro, descargas parciales, etc.) provenientes de la turbina y generador, señales relevantes de la unidad (por ejemplo: potencia, posición de alabes y paletas del distribuidor, salto, etc.) provenientes del DCS y señal sincronizada de tiempo.

b. El controlador en cada unidad deberá proporcionar alarmas configurables para cada magnitud sensada.

c. El controlador deberá enviar al servidor del sistema de supervisión en línea de la condición de la turbina y generador información sincronizada para almacenamiento y análisis.

B. Equipo.

El Contratista deberá proveer el siguiente equipamiento basados en los productos del Numeral 9.1.2.

1. Tres juegos de sistemas de Monitoreo de Condición de la Unidad (Turbina y Generador) que se integrarán en los tableros de control de unidad de las unidades 1, 2 y 3, incluidos todos los accesorios de montaje pertinentes. Cada conjunto incluirá como mínimo:

a. Un controlador de sistema de monitoreo de la condición de la unidad en línea.

b. Módulos de comunicación de red para comunicación con:

- el controlador de la unidad utilizando los protocolos de dispositivos electrónicos inteligentes (IED) especificados en estos Documentos.
- el servidor de servidor del sistema de supervisión en línea de la condición de la turbina y generador.

c. Cableado interno y otros equipos auxiliares como acondicionadores de señal, transductores y/o accesorios necesarios para conexión del controlador a los sensores, bloques de terminales, etc. para proporcionar un sistema de Monitoreo de Condición de la Unidad (Turbina y Generador) de unidad completamente funcional.

9.1.2 Equipamiento

9.1.2.1 Generalidades

Referirse al Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades, para requerimientos de equipos comunes, componentes y materiales, tales como (pero no limitados a): tableros, identificaciones, placas características, cableado interno, interruptores y conmutadores de control,

pulsadores, luces de indicación, instrumentos de tablero, tipos de cable, bloques terminales, canalizaciones, etc.

9.1.2.2 Tableros, Gabinetes y Paneles para DCS

A. Tableros de Control y Paneles de Control

1. Los tableros de control deberán tener las características generales tales como especificadas en el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades..

2. Protección Ambiental

a. Grado de protección

- Tableros control montados en la Central en la sala de máquinas (cota EL +46.50), galería de celdas (cota EL + 47.80), galería de visitantes y sala de control (cotas EL + 57,00 y EL +57,30), central (cotas EL + 46,50 y EL +53.15), deberán tener grado de protección NEMA 12 (o IEC 60529 IP54).
- Tableros o paneles de control montados en elevaciones diferentes a las arriba mencionadas (por ejemplo, galería del vertedero) u al exterior, deberán tener grado de protección NEMA 4X (o IEC 60529 IP66).

b. Todos los armarios de control y cajas de cableado deberán suministrarse con un calentador operado por termostato/humidistato conectado al suministro auxiliar de 220Vca, con una potencia adecuada para evitar que la humedad se condense.

3. Los tableros de control deberán se suministrarán como un sistema de armarios ensamblables para contener (según se requiera) los componentes de control y supervisión tales como: controlador DCS, dispositivos de entrada/salida, HMI montados en panel, dispositivos control, fuentes de alimentación, terminales de interconexión, interruptores, relés de bloqueo, llaves selectoras, instrumentos de tablero, pulsadores.

4. Los tableros deberán ser provistos con ángulos, placas traseras o paneles secundarios pre-perforados para el montaje correcto de los rieles para sujetar los componentes, bastidores ("racks"), terminales, y todo el equipo necesario.

5. Las puertas deben estar provistas de manijas con cerradura y ojales para candados. Cada sección de la puerta debe tener un ancho máximo de 800 mm.

6. Tipo de Montaje:

- ##### **a. Tableros de Control: autoportantes.**

b. Paneles de Control para entradas/salidas remotas: paneles montados en pared.

7. Tamaño:

a. Tablero de control: estándar (ancho x alto x profundidad) secciones de 800mm x 2.200mm x 800mm con división de panel secundario (dos secciones internas de 800mm x 2.200mm x 400 mm), más un zócalo/plinto (“plinth”) de 100mm, para una altura total de 2.300mm. El número de secciones serán determinadas por el Contratista durante el diseño final.

b. Paneles de Control para entradas/salidas remotas: si el Contratista decidiese utilizar entradas/salidas remotas, las dimensiones de estos paneles serán determinadas por el Contratista durante su diseño. Sin embargo, se deberán hacer todos los esfuerzos para minimizar el número y el tamaño de los componentes eléctricos a fin de minimizar el tamaño del panel.

8. Se deberán proveer circuitos separados para los circuitos interiores y exteriores a los tableros de control, paneles de control y cajas de cableado exterior. El seccionamiento y la protección de estos circuitos se realizará con interruptores termomagnéticos.

9. Siempre que sea posible, se debe seleccionar la opción de montaje utilizando riel DIN TS35.

10. Protección de sobrevoltaje. Todas las alimentaciones y las señales de control que salgan o entren al tablero de control deberán tener electrónica de supresión de voltaje en los bloques de terminales.

11. Todas las salidas de alarma o diagnóstico de los componentes de los tableros de control se deben conectar a los módulos de entradas/salidas para supervisión.

9.1.2.3 Relés y Fuentes de Alimentación

A. Fuentes de alimentación

1. Para requerimientos generales referirse al Volumen III - Parte A Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades.

2. Las tensiones de alimentación serán como las definidas en la Numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

3. Todos los equipos o dispositivos deberán tener un convertidor de CC/CC o una fuente de alimentación capaz de convertir el servicio de la estación en todos los voltajes requeridos para el equipo.

B. Relés auxiliares

1. Para requerimientos generales de relés referirse al Volumen III - Parte A Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades y normas aplicables (por ejemplo, NEMA ICS 5).

2. Bobinas y contactos de relés auxiliares. Las bobinas de los relés auxiliares deberán funcionar desde la fuente de alimentación de 24Vcc del tablero. Los contactos del relé deben ser de tipo C y estar clasificados para proporcionar:

a. La carga máxima de corriente continua para operar correctamente durante la operación de apertura y cierre del circuito de carga, o

b. 3A @ 250V, lo que sea mayor.

C. Relés auxiliares de interposición.

1. Para requerimientos generales de relés referirse al Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades y normas aplicables (por ejemplo, NEMA ICS 5).

2. Voltaje de bobina del relé: deberá estar coordinado por el Contratista, considerando la tensión del circuito de mando y sus respectivos rangos máximos de variación.

3. Salidas del DCS. A menos que se especifique lo contrario, todas las salidas digitales del DCS se interconectarán con los dispositivos de campo utilizando un relé auxiliar de interposición.

D. Relés de Bloqueo/Enclavamiento

1. General.

a. Los relés de bloqueo o enclavamiento (86) deben dispararse eléctricamente y restablecerse manual o eléctricamente. La función de reposición eléctrica de los relés deberá ser implementada en el DCS y estará deshabilitada por defecto. Durante la puesta en marcha, caso por caso, podrá ser habilitada según preferencia de UTE.

b. Los relés deberán ser alta velocidad, con un tiempo de accionamiento de menos de ½ ciclo, del tipo de multicontacto. La clasificación de los contactos deberá ser como lo indica la norma NEMA ICS 5.

c. El relé deberá incluir monitoreo de bobina incorporado, que deberá ser monitoreado por el DCS.

d. Los relés de bloqueo deben estar enclavados con el circuito de cierre del interruptor asociado para evitar que el interruptor se cierre cuando el relé de bloqueo esté en la condición de disparo.

2. Características.

a. Bobina de disparo compatible con el circuito de disparo (110Vcc o 220Vcc).

b. Indicación mecánica: Negro = No Disparado/Reposicionado, Rojo-Disparado.

c. Indicación LED roja: para indicar señal de disparo presente.

d. Indicación LED verde: para indicar que la bobina de disparo está en condiciones normales y el relé está en la posición de no-disparado/ reposicionado.

9.1.2.4 Controladores del Sistema de Control Distribuido (DCS)

A. General

1. Los controladores serán un producto estándar del proveedor de DCS. Cada controlador debe ser una unidad autónoma capaz de recopilar datos a través de los módulos de Entrada/Salida (E/S) estándar (digitales, analógicos y de medida de resistencia), a través de enlaces de comunicación, directamente desde dispositivos eléctricos/electrónicos dedicados (tales como LVDTs, RVDTs, transformadores de tensión, etc.), y otros módulos como sea requerido por el diseño del Contratista.

2. Cada controlador debe ser capaz de proporcionar salidas de control, tanto momentáneas como de enclavamiento/bloqueo, para el control de los equipos asociados. Cada controlador debe ser capaz de proporcionar salidas analógicas para regular elementos de control continuo (bombas, válvulas de distribución, servo-actuadores, etc.). Cada controlador debe ser capaz de enviar comandos de control a otros sistemas y dispositivos a través de enlaces de comunicaciones. El Contratista a través de su proveedor de DCS proporcionará todos los módulos, terminaciones, relés de interposición y convertidores de señal necesarios para la interfaz con los dispositivos de campo u otros sistemas. El Contratista deberá incluir todas las licencias de protocolos necesarias.

3. Cada controlador se comunicará con otros controladores, con los servidores y estaciones de operación del DCS, y otros sistemas a través de las redes de control de proceso. Estas redes también se usarán para mantener y descargar programas a los controladores.

4. Si el Contratista decide implementar un sistema de entradas/salidas remoto, el mismo deberá ser un producto estándar del proveedor de DCS, que admita la conexión de dispositivos de campo a dispositivos remotos que aceptan y procesan E/S, pero no ejecutan la lógica de control u otro software. La unidad de entradas/salidas remota aceptará cada tipo de señal de E/S que tenga el controlador y procesará la E/S como lo haría un controlador.

5. Los controladores deberán estar diseñados específicamente para aplicaciones de control y monitoreo de Centrales de Generación. Los controladores deberán ser totalmente programables en un lenguaje de alto nivel (no lógica de contactos o "Ladder") autodocumentable.

6. Tanto los controladores (y las unidades de E/S remota si se utilizan) como los módulos o interfaces que permitan la recolección y

comunicación de datos deberán ser redundantes del tipo “en caliente” (“hot-standby”).

B. Requisitos de diseño del controlador

1. General.

a. Cada controlador consistirá en un par de módulos de unidad de procesamiento central (CPU) que funcionen en un modo primario y de respaldo con fuente de alimentación asociada, E/S de proceso y módulos de comunicaciones. Dependiendo del diseño del Contratista, será posible instalar múltiples controladores en un solo tablero.

b. Los controladores serán unidades basadas en microprocesadores programables. Los controladores tendrán una capacidad de reinicio autónoma, es decir, no se requerirá de una recarga de software en el controlador para que éste reanude el funcionamiento después de una restauración de la alimentación o de las comunicaciones. Por lo tanto, todo el firmware del controlador deberá estar almacenado en una memoria no volátil, y los programas específicos de la aplicación del controlador deben residir en la RAM respaldada por batería con al menos una duración de batería de cinco años y/o memoria Flash.

c. La memoria RAM se debe utilizar para el almacenamiento intermedio de datos, información de cambio de estado, bandas muertas, parámetros de cálculo y algoritmos de control local. Los controladores deben tener suficiente memoria RAM para almacenar cuatro horas de datos con estampado de tiempo después de una interrupción de su flujo normal hacia los servidores (pérdida de energía o comunicaciones).

d. Todos los componentes deberán estar montados en subconjuntos modulares. Cada tarjeta de circuito impreso y subconjunto debe tener modelo y número de serie para identificarlo de manera única. Los subconjuntos modulares deben ser conectables con terminaciones de campo de desconexión rápida.

e. Los módulos del controlador (incluyendo las CPU, los módulos de E/S, comunicaciones, interfaces, etc.) deberán tener LEDs en el frente que indiquen si tienen energía, el estado del módulo (por ejemplo, si la CPU está funcionando, si está en modo primario o backup, estado de las comunicaciones y que la CPU no funciona o existe un error en la misma). Como mínimo, los módulos de E/S deben tener un LED que indique que la energía está presente.

f. Inhibir que los relés de control se energicen erróneamente durante el encendido del controlador.

g. Incluir una función de reloj en tiempo real sincronizada con la hora del sistema.

h. Deberá estar protegido contra la falla o faltante de una tarjeta/modulo para evitar que cause un mal funcionamiento, daño a otra lógica, o transmisiones de datos falsos.

9.1.2.5 Módulos para los Controladores del Sistema de Control Distribuido (DCS)

A. General.

1. A menos que se indique lo contrario, todos los módulos de E/S y comunicaciones para los controladores DCS deberán ser redundantes.

2. El número y tipo de módulos dependerán del diseño del Contratista.

3. Todos los módulos están exentos de los requerimientos de punto único de falla tales como mismo modelo o mismo fabricante.

4. Todas las entradas y salidas, los equipos de comunicación y las fuentes de alimentación deberán superar la prueba IEEE C37.90.1 (IEEE Standard Surge Withstand Capability). Todas las entradas discretas deben estar ópticamente aisladas.

5. Los módulos deberán ser del tipo intercambiables en caliente. Los módulos generales incluirán, entre otros, los tipos enumerados a continuación:

a. Módulos de comunicaciones.

- Se deberán suministrar tarjetas de comunicaciones para cumplir con los requisitos de esta Especificación. El número deberá ser ajustado por el Contratista para cubrir su diseño.
- Todos los controladores y E/S remotas deberán tener la cantidad de módulos de comunicaciones coordinados según sea necesario para mantener tantas sesiones de comunicación simultáneas como lo requiera el alcance del DCS.
- Como mínimo los controladores y E/S remotos incluirán:
 - Dos canales hacia la red de control en una configuración redundante;
 - Tarjetas de comunicaciones dispositivos inteligentes (según sea necesario).

b. Módulos de Entradas Digitales y Analógicas. Los módulos de entrada o adquisición de señales digitales y analógicas se ocuparán de la lectura, validación, monitoreo y acondicionamiento de todas las variables binarias del proceso, así como las variables analógicas, haciendo que estos valores estén disponibles para su uso posterior en el DCS.

- Módulos de entrada discretos: los módulos deberán tener un mínimo de 16 entradas del tipo de secuencia de eventos ("SOE") individualmente aisladas con tiempos de escaneo de 1 ms o menos. El módulo debe ser adecuado para el sellado y registro de la secuencia de eventos.
- Módulos de entrada analógica: los módulos deben ser configurables como mínimo con 8 entradas analógicas aisladas individualmente. Los módulos serán compatibles con el protocolo HART.

c. Módulos de entrada de temperatura: los módulos serán aptos para conexiones RTDs de platino de 3 y 4 hilos. El diseño del Contratista evitará el uso de termopares, sin embargo, si el diseño propuesto por el Contratista requiere el uso de termopares en algún sistema o equipo, el Contratista deberá suministrar módulos aptos para conexiones de termopares.

d. Módulos de Salidas Digitales y Analógicas. Los módulos de salidas digitales de señal deberán generar las salidas lógicas u analógicas hacia el proceso a partir de órdenes emitidas desde los controladores DCS.

- Módulos de salida discreta: los módulos deben tener como mínimo 16 salidas discretas con protección electrónica ("electronically fused").
- Módulos de salida analógica: los módulos deben tener como mínimo 8 salidas analógicas configurables como salidas de tensión o corriente, aisladas individualmente.

e. Módulos de Operación de Actuador electro-hidráulico.

- Los módulos de operación de servos deberán funcionar como interface entre el controlador y un actuador electro-hidráulico de servo válvula.
- La posición de la válvula deberá ser mantenida por este módulo, la cual podrá ser alterada por el controlador a través de los comandos por el bus de comunicaciones entre los módulos y el controlador.
- El módulo contendrá un microcontrolador dedicado para mantener el loop de control proporcional integral (PI) para mantener un control de posición en tiempo real de la válvula electro-hidráulica.
- La retroalimentación de posición de la válvula deberá provenir de un transductor de posición del tipo de transformador diferencial lineal variable ("LVDT").
- El módulo podrá contener más de un canal de control. Cada canal de control deberá ser completamente independiente. En este caso, el módulo podrá funcionar como un controlador de dos canales o un controlador de canal simple con doble retroalimentación LVDT.

- f. Módulo de detección de velocidad.
- Dependiendo del diseño del Contratista, este podrá utilizar un módulo de detección de velocidad integrado al DCS.
 - Este módulo deberá determinar la velocidad de una pieza de equipamiento midiendo la frecuencia proveniente de una salida de tacómetro. El tacómetro podrá tener una salida del tipo sinusoidal o de tren de pulsos.
 - El módulo deberá proveer una respuesta rápida (menor de 10ms) para detección de sobre-velocidad.
 - El módulo deberá tener una certificación de seguridad (por ejemplo, SIL3) coordinada con el sensor de velocidad utilizado y el relé de actuación seleccionado. El Contratista será responsable de la correcta selección de los componentes necesarios para esta función.

6. Fuentes de alimentación.

a. Los módulos de la fuente de alimentación deberán ser capaces de operar desde una alimentación de 110Vcc, dispuestos en configuración redundante, e incluirán monitoreo de estado (temperatura, voltaje de salida y corriente de salida, etc.).

b. La fuente de alimentación deberá dimensionarse para alimentar todos los módulos montados en el tablero, más una "carga promedio de módulos" para cualquier ranura de alojamiento libre (no utilizada en el diseño del Contratista) más un 25% por encima de ese total. La fuente de alimentación deberá ser compatible con el controlador, de tal manera que este pueda adquirir información de estado y diagnóstico de la fuente.

c. Una sola fuente de alimentación principal debe tener la capacidad de suministrar energía a la CPU del controlador y a los módulos de entrada/salida locales.

d. El sistema funcionará correctamente dentro del rango de +/- 20% de la tensión nominal.

e. La fuente de alimentación deberá proporcionar protección contra sobretensiones, aislamiento y transferencia de interrupciones de 2 segundos como mínimo.

f. Se deberá proveer un medio para desactivar la potencia a la CPU desde un interruptor automático montado en una posición fácilmente accesible por el operador.

g. En el momento del encendido, la fuente de alimentación deberá inhibir el funcionamiento del procesador y los módulos de E/S hasta que los voltajes de corriente continua estén dentro de las especificaciones.

9.1.2.6 Panel de Interfaz Humano Máquina (HMI)

A. General

1. El panel HMI debe compartir las mismas pantallas que las consolas de operadores de la Sala de Control, para la unidad, servicios comunes, vertedero y subestación. La visualización de la información deberá ser gráfica y tabular.

2. La HMI será una pantalla LCD color basada en PC con interfaz de pantalla táctil. El tamaño de visualización debe ser como mínimo de 47cm en diagonal.

3. La pantalla de la HMI tendrá las siguientes características, la pantalla LED deberá tener al menos 470 mm TFT, resolución mínima WXGA (1366x768), color con retroalimentación táctil de capacitiva multi-táctil (“multi-touch”).

4. La computadora en la HMI deberá tener las siguientes características mínimas

a. Basada en procesador Intel I7. El tipo de procesador (modelo y cantidad de núcleos) deberá ser seleccionado por el Contratista de tal manera que en funcionamiento normal la carga promedio del procesador no supere el 20% de la carga máxima.

b. Enfriamiento: pasivo.

c. La memoria y el almacenamiento de estado sólido deben dimensionarse para proporcionar como mínimo una capacidad de reserva del 50% cuando todo el software y las pantallas estén instalados. Como mínimo las siguientes cantidades deberán proveerse:

- Memoria RAM: 8Gb DDR3.
- Almacenamiento: SSD 160Gb.

d. Puertos de red redundantes Ethernet RJ45 10/100/1000 Mbps.

9.1.2.7 Equipos de Comunicaciones

A. General

1. El Contratista cumplirá con todos los requisitos aplicables de la Integración del Sistema de Procesos, como se especifica en esta Especificación y en el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales.

2. Los switches de la red A y la red B deben estar interconectados utilizando sus puertos troncales para permitir que los

servidores del sistema A accedan al equipo que utiliza la red B en caso de fallo de los enlaces del equipo en la red A, y viceversa.

3. El Equipo de comunicación de datos (DCE) debe ser compatible y estar listo para operar con IPv6, SIP y VoIP.

4. Hubs no deberán ser utilizados. En su lugar, se usarán switches de datos.

5. Gateways no deberán ser utilizados. En su lugar, se usarán routers para interconectar redes.

6. A menos que se especifique lo contrario, el DCE debe ser del tipo para montaje en bastidor estándar (“rack”) de 19 pulgadas.

B. Switches Ethernet para gabinetes DCS

1. Las unidades deberán tener un mínimo de seis puertos Ethernet de 100/1000 Mbps y dos o más puertos de fibra óptica de Ethernet de 1000 Mbps o más rápidos. Se debe proporcionar un mínimo de un puerto de administración de cobre RJ45.

2. Las unidades deben tener LED de diagnóstico, que indiquen el estado de alimentación, estado y señal óptica.

3. Las unidades deberán incluir como mínimo las siguientes características:

a. Diagnósticos: RMON, Syslog

b. Configuración: Telnet, BootP

c. Estándares: IEEE 802.3x para control de flujo, IEEE 802.1D para Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1w para STP rápido (“Rapid Spanning Tree”), IEEE 802.1Q para etiquetado de VLAN, IEEE 802.1p para clase de servicio. Otros estándares de la industria podrán ser aplicables dependiendo del tipo de red propuesto por el Contratista, por ejemplo y no limitado a: detección rápida de anillo (“Fast Ring Detection”), redundancia de anillo extendida (“Extended ring redundancy”), etc.

d. Las unidades deberán poder instalarse en un riel DIN estándar, y alimentarse desde 24Vcc.

C. Multiplexor de Fibra Óptica de Clase de Protección de Alta Velocidad. Si el diseño del Contratista requiere utilizar multiplexores de fibra para conexión a equipos remotos (tales como equipos de maniobra en la subestación) estos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

1. El Multiplexor de Fibra Óptica de Clase de Protección de Alta Velocidad (MUX) consistirá en un par de dispositivos conectados a través de un enlace de fibra óptica de modo único (“single mode”). Cada unidad MUX convertirá el estado de entradas y salidas digitales y las transmitirá/recibirá a la

otra unidad del par, a través de un enlace de fibra óptica de modo único (“single mode”).

2. El MUX tendrá las siguientes características:

a. Capacidades de autoevaluación para detectar cualquier problema de dispositivo o canal de comunicaciones.

b. Diagnósticos de estado simples, que deberán consistir en LED que indican la entrada de contacto, salida, canal y estado del dispositivo.

c. El tiempo de operación de 10ms o menos, entre la una entrada confirmada en un dispositivo y la salida confirmada en el dispositivo pareado entradas se confirma en un dispositivo y la salida afirma en el dispositivo del par.

3. Clasificaciones de E/S. Como mínimo, las entradas y salidas de MUX serán las siguientes:

a. Entradas digitales: corriente nominal de 4ma o menos, rango de voltaje 12Vcc-250Vcc.

b. Salidas de contacto: cumplir con requerimientos de salida para disparo según IEEE C37.90. Corriente: 30A (cierre), 6A (continua), protegida por MOV 270Vca/360Vcc.

c. Capacidad de la fuente de alimentación: apto para conexión a 110Vcc y 220Vcc.

D. Switches administrados (“Managed switches”)

1. Los switches administrados crearán redes Ethernet 100/1000/10000 Mbps, proporcionando múltiples rutas simultáneas y serán compatibles con SNMP.

2. Puertos. Las unidades deben tener un mínimo de 24 puertos 1000Mbps Ethernet y dos o más puertos Ethernet 10000 Mbps o más rápidos. Se debe proporcionar un mínimo de un puerto de administración de cobre RJ45.

3. Fibra Óptica (FO). Todos los puertos deberán ser capaces de conectarse a redes de fibra óptica, agregando transceptores de FO si es necesario.

4. Protocolos. Las unidades admitirán el árbol de expansión (“spanning tree”) compatible con IEEE 802.1d, protocolos inter-switch, MPLS, PoE (en el número requerido de puertos) y los protocolos troncales como IGMP versión 3 o superior.

5. Diagnóstico. Las unidades deben tener LED de diagnóstico que indiquen el estado de la alimentación, el estado y la condición de los puertos de cobre y señal óptica.

6. Características. Las unidades deben incluir lo siguiente como mínimo:

- a. Diagnósticos: RMON, Syslog
- b. Configuración: Telnet, BootP
- c. Estándares: IEEE 802.3x para control de flujo, IEEE 802.1D para Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1w para STP rápido ("Rapid Spanning Tree"), IEEE 802.1Q para etiquetado de VLAN, IEEE 802.1p para clase de servicio. Otros estándares de la industria podrán ser aplicables dependiendo del tipo de red propuesto por el Contratista, por ejemplo y no limitado a: detección rápida de anillo ("Fast Ring Detection"), redundancia de anillo extendida ("Extended ring redundancy"), etc.
- d. Funciones de red en anillo con tiempo de reconfiguración <50ms.

7. Montaje y potencia. Las unidades deberán poder instalarse en un bastidor estándar de 19 pulgadas y alimentarse desde fuentes redundantes de 220 Vca.

8. Redundancia. Los switches deben tener dos fuentes de alimentación con posibilidad de reemplazo en caliente y enlaces Ethernet redundantes entre ellos cuando se conectan.

9. Capacidad. Los interruptores deberán ser capaces de lo siguiente como mínimo:

- a. División de redes en redes separadas para propósitos de organización y seguridad.
- b. Habilitar la topología de malla.
- c. Filtrar el tráfico de acuerdo a los protocolos utilizados.
- d. Limitar el tráfico de difusión ("broadcast").
- e. Use el protocolo de información de enrutamiento (RIP).

E. Switch/Firewall/VPN system

1. General.

a. El sistema Switch/Firewall/VPN consistirá en una solución integrada compacta que incluye las siguientes funciones:

- Función de switch administrado con los requisitos especificados en esta Especificación.
- Función de router con capacidades VPN.
- Función firewall.

b. Las características de VPN se incluirán en el Switch/Firewall/VPN para permitir el acceso controlado a las redes DCS desde el exterior.

c. El Contratista deberá proporcionar medios de bloqueo físico (por ejemplo por medio de una cerradura) para proteger el acceso a las conexiones WAN. La conectividad WAN se debe ubicar e identificar correctamente para permitir la desconexión física cuando no esté en uso.

2. Router

a. Los routers se deberán utilizar para:

- Controlar el acceso y transferencia de datos entre redes, incluyendo traducción de protocolos de comunicación (por ejemplo Ethernet/MPLS), si fuera necesario.
- Comunicar diferentes segmentos de red y enrutar el tráfico en la ruta correcta (entre varias posibles rutas diferentes generalmente disponibles) a través de la red hasta su destino.

b. Los routers admitirán paquetes de gran tamaño, enrutamiento estático y múltiples protocolos simultáneamente. Las unidades descubrirán automáticamente la dirección de los dispositivos conectados a una red de enrutadores.

c. Las unidades usarán protocolos de enrutamiento estándar para interpretar paquetes, reenviarlos a un destino específico y monitorear continuamente el estado de los enlaces que interconectan los enrutadores en una red o los enlaces con otras redes. El enrutamiento de dichos paquetes de nodo de red a nodo se basará en la información del protocolo definido por el paquete, incluido el enrutamiento de menor costo, el retraso mínimo, la distancia mínima y las condiciones de menor congestión.

d. Los routers deben ser capaces de convertir protocolos LAN a protocolos WAN para transferirlos a través de un enlace WAN y reenviar no menos de 50000 paquetes por segundo. Las unidades también deben manejar servicios de red orientados a conexión ("connection-oriented") y sin conexión ("connectionless").

e. Las unidades crearán y mantendrán una tabla de las rutas disponibles y sus condiciones, y utilizarán esta información junto con algoritmos de distancia y costo para determinar la mejor ruta o ruta para un paquete dado. Los routers también deben retener configuración dinámica inteligente, descubrir los cambios en la topología de la red y proporcionar un re-ruteo basado en tablas de enrutamiento dinámico.

f. Los routers deben ser de diseño escalable. La funcionalidad de las unidades deben estar basadas en software para facilitar futuras revisiones y actualizaciones.

g. Las unidades deben usar el enlace físico de datos y las capas de red para proporcionar funcionalidad de direccionamiento y conmutación. Los routers serán capaces de limitar el número de saltos.

h. Los routers deberán ser capaces de interconectar medios diferentes a través de conversión de medios según sea necesario.

3. Firewalls.

a. Las unidades deben realizar el filtrado de paquetes desde el dispositivo de red menos confiable al más confiable. El tráfico se detendrá o se permitirá que proceda según las direcciones de origen y destino, el protocolo de red y el número de puerto.

b. Los firewalls realizarán la inspección estática de paquetes (SPI) por medio de un seguimiento del contexto o estado de las transmisiones, deteniendo las secuencias anormales.

c. Dispositivos con soluciones integradas IDS, IPS y VPN se suministrarán en lugar de aplicaciones de software para los mismos fines.

d. Las unidades funcionarán como firewalls a nivel de aplicación. Las unidades se proporcionarán con las siguientes características adicionales:

- Romper la sesión de red entre dos puntos finales en el proxy para garantizar la seguridad de la información.
- Ayudar a ocultar los detalles de la red interna de usuarios no autorizados e intrusos.
- Proporcionar servicio de proxy a nivel de circuito con SOCKS, UDP o ambos, y distribuir la carga de trabajo reduciendo la probabilidad de sobrecarga del firewall.
- Los puertos deberán ser Ethernet de 1 Gbps, o mejor, y el rendimiento general no deberá ser inferior a 1,5 Gbps.

e. Los firewall se instalarán en la zona desmilitarizada para que no haya flujo de tráfico directo entre las redes locales de operación y las zonas de redes externas que necesiten estar conectadas al DCS. Los firewall se configurarán de modo que implementen la primera línea de defensa, aparezcan como un agujero negro para posibles intrusos, no envíen ninguna información acerca de ellos mismos y no revelen los detalles de la red interna.

f. Como mínimo, las siguientes serán consideradas zonas de redes externas:

- Conexiones VPN externas, incluidos el enlace al SCADA Hidroeléctrico, enlace al SCADA de Transmisión y otros enlaces WAN.
- Otras conexiones de UTE locales o remotas que requieran conexión al DCS.

- Estaciones de entrenamiento, si el Contratista las considere necesarias.
- Estaciones de operación remota.

9.1.2.8 Equipo de Procesamiento de Datos (DPE)

A. Materiales

1. Cables.

a. General: Se incluirán todos los cables de datos, alimentación y video necesarios para interconectar DPE.

b. Cables de monitor extra largos: estarán blindados, con conectores y longitud según sea necesario para la distancia entre la tarjeta gráfica y el equipo de visualización.

c. Software antivirus. Se proporcionará la última versión del software antivirus compatible con el equipo DCS para todo el DPE. Fabricante y versión deberán coordinarse con UTE

2. Sistemas operativos (OS).

a. El sistema operativo será tal como lo fabrica Microsoft (www.microsoft.com, Redmond, WA, EE. UU.)

b. El sistema operativo para servidores será Microsoft Windows Server 2016. En el caso de la virtualización de Windows, VMWare (www.vmware.com) ESXi o superior se utilizará como sistema operativo virtual.

c. El sistema operativo para computadoras portátiles y estaciones de trabajo deberá ser Microsoft Windows 10 Enterprise o equivalente.

3. Aplicaciones de oficina estándar.

a. El software de Office para computadoras portátiles y estaciones de trabajo deberá ser Microsoft Office 2016 Pro o equivalente.

b. El software Acrobat para computadoras portátiles y estaciones de trabajo deberá ser Adobe Acrobat DC Pro o equivalente.

B. Equipo

1. General.

a. Las unidades ópticas, cuando corresponda, deberán ser de tipo Blu-ray o mejor.

2. Dispositivos de interfaz humana (HID).

a. Switches de teclado/video/mouse (KVM):

- Las unidades deberán extender el acceso a múltiples computadoras desde un único set de teclado, monitor y mouse. La cantidad de puertos y usuarios será la requerida por las aplicaciones y el diseño del Contratista.
- Los conmutadores KVM deberán ser de clase empresarial, completamente interoperables y escalables.

b. Teclados remotos:

- Un único teclado conectado a un dispositivo de conmutación (switch KVM) deberá ser adecuado para operar una matriz de múltiples terminales de visualización de video, incluidos los monitores montados en la consola de operación y las pantallas ampliadas.

c. Mouse remotos:

- Un solo mouse conectado a un dispositivo de conmutación (switch KVM) deberá ser adecuado para interactuar una matriz de múltiples terminales de visualización de video, incluidos los monitores montados en la consola de operación y las pantallas ampliadas.

d. Teclado estándar: debe ser un teclado de escritorio con un diseño ergonómico natural que fomente la alineación natural de la muñeca y el brazo para promover el trabajo sin molestias, provisto de un reposa manos integrado.

e. Mouse estándar: será un mouse de escritorio con un diseño ergonómico que utiliza tecnología láser de alta definición, apto para ser utilizado sobre una plantilla de mouse o en la superficie de la consola.

3. Extensores de video.

a. Los extensores de video deben permitir largas distancias entre computadora y el monitor según sea necesario.

b. Los extensores de video deben incluir unidades locales de transmisión y recepción remota, y no deben degradar la resolución original de video.

c. Los Extensores de Video deberán estar basados en fibra óptica.

4. Monitores. A menos que se especifique lo contrario, los monitores estándar tendrán pantallas LED IPS con las siguientes o mejores características:

- a. Colores: 16,7 millones.
- b. Relación de contraste mínima: 1.000: 1.
- c. Resolución mínima: 1920 x 1080.
- d. Tamaño mínimo: 27" diagonal.
- e. Tiempo mínimo de respuesta: <10 ms
- f. Altavoces: Barra de altavoces incorporada o adjunta.
- g. Interfaces: DVI-D y HDMI.

5. Impresoras. Los sistemas deberán usar impresoras láser color con las siguientes o mejores características:

- a. Ciclo de trabajo: 30.000 páginas/mes.
- b. Memoria: tamaño según sea necesario, mínimo: 512 MB.
- c. Lenguaje de impresión: PCL.
- d. Tamaños de página: como mínimo A3, A4, 11x17 ", Legal y carta.
- e. Velocidad de impresión: Color 10 ppm.
- f. Resolución: Color 600 dpi, negro 1.200 dpi.
- g. La impresora debe admitir todos los símbolos gráficos correspondientes al sistema donde está conectada.

6. Consola de mantenimiento montada en bastidor.

- a. Tamaño: 19 "1U
 - Pantalla, mínimo de:
 - Tamaño visible: 19 "
 - Resolución: 1.920x.1080 a 60 Hz
 - Soporte de color: 24 bits
 - Dispositivos de entrada de mantenimiento: Teclado montado en bandeja con panel táctil ("touchpad").
 - KVM incorporado: como sea necesario, incluyendo 4 puertos de reserva, mínimo de 8 puertos.

- Fuentes de alimentación, cables y accesorios: según sea necesario.

C. Estaciones de trabajo para DCS

1. Las unidades deben ser adecuadas para montaje en bastidor estándar (“rack”) de 19”, siguiendo las mejores prácticas de centros de datos.

2. Los requisitos mínimos para las nuevas estaciones de trabajo montadas en bastidor son los siguientes:

- a. Chasis estándar de montaje en rack de 19 pulgadas.
- b. Fuentes de alimentación redundantes aptas para reemplazo en caliente.
- c. La memoria y el almacenamiento de estado sólido deben dimensionarse para proporcionar como mínimo una capacidad de reserva del 50% cuando todo el software y las pantallas estén instalados:
 - Memoria mínima recomendada por el fabricante del DCS. Mínimo 16GB.
 - Almacenamiento. Discos duros
 - de estado sólido SAS (“Serial Attached SCSI”)
 - Tipo de matriz de discos duros RAID-5
 - Total de espacio en disco utilizable como se requiera para la aplicación. Mínimo 512 GB mínimo
- d. Bits de procesador 64, 6-core/12 Threads
- e. 1 unidad óptica
- f. Tarjetas Gigabit Ethernet para servidor, con conmutación por error y equilibrio de carga (“failover and load balancing”). La cantidad mínima de puertos será 2.
- g. 2 ranuras de expansión disponibles que utilizan la última y mejor tecnología disponible en el momento de la operación comercial.
- h. 4 puertos USB3.1.
- i. Tarjetas de video de pantallas múltiples según sea necesario para admitir 3 pantallas digitales con una resolución mínima de 1.920x1.080 para cada puerto. Todas las tarjetas serán del mismo tipo y fabricante y proporcionarán un mínimo de 2Gb de memoria dedicada por tarjeta.
- j. 1 conector de video tipo VGA análogo o DVI-D, para ser conectado a la consola de mantenimiento.

k. Accesorios necesarios para montaje en rack.

D. Servidores montados para DCS

1. Las unidades deben ser montadas en rack, utilizando las mejores prácticas para centros de datos. Los servidores deberán tener las siguientes o mejores características:

a. El almacenamiento de estado sólido deberá dimensionarse para proporcionar como mínimo una capacidad de reserva del 50% cuando todo el software este instalado y considerando un almacenamiento de datos de 3 años.

- Discos duros de estado sólido SAS ("Serial Attached SCSI").
- Tipo de matriz de discos duros RAID-5 mínimo. El Contratista deberá proveer un arreglo mejor si fuera necesario para cumplir con la disponibilidad requerida al DCS.
- Total de espacio en disco utilizable según tamaño requerido, 1TB mínimo.

b. La memoria deberá dimensionarse para proporcionar como mínimo una capacidad de reserva del 75% cuando todo el software y las pantallas estén instalados. Tamaño de la memoria según sea necesario, 32 GByte mínimo.

c. Procesador de 64 bits, 8-core/16 threads mínimo.

d. Fuentes de alimentación redundantes.

e. 1 conector de video tipo VGA análogo o DVI-D, para ser conectado a la consola de mantenimiento.

f. Accesorios necesarios para montaje en rack.

E. Estaciones de trabajo portátiles

1. Las estaciones de trabajo portátiles deben tener las siguientes o mejores características:

a. Procesador: 64 Bits, Quad-core/8 threads.

b. Pantalla: 15.4" 1.920x1.080.

c. La memoria y el almacenamiento de estado sólido deben dimensionarse para proporcionar como mínimo una capacidad de reserva del 50% cuando todo el software y las pantallas estén instalados:

- Discos duros: SSD 512 GBytes mínimo.
- Memoria: Clasificado según sea necesario, 16 GBytes mínimo.

- Batería: 12 celdas.

F. Almacenamiento en Red (“Network Attached Storage NAS”) para DCS Backup.

1. El NAS deberá tener las siguientes o mejores características:
 - a. Apto para montaje en bastidor estándar (“rack”) de 19”.
 - b. Cuatro puertos Gigabit Ethernet.
 - c. Tipo de matriz de discos duros RAID-5 o mejor.
 - d. Unidades de disco duro: SCSI en serie (SAS) o Nearline SAS.
 - e. Espacio en disco total utilizable, tal como se requiere para la aplicación y diseño del Contratista, 10 TByte mínimo.
 - f. Fuentes de alimentación redundantes.

9.1.2.9 Sistema de Pantalla Ampliada

A. General

1. Requerimientos de Performance
 - a. Pantallas de video ampliadas para pantallas DCS.
 - b. Controladores de pantallas de video ampliadas para matriz de video.
 - c. Estructuras de soporte.
 - d. Todo el cableado de potencia y señal, requerido.
 - e. Todos los conectores de video requeridos.
 - f. Teclados y ratones remotos.
 - g. Software de funcionamiento.
2. Cables, video interfaces y conectores.
 - a. General: Se incluirán todos los cables, adaptadores y conectores de datos, alimentación y video necesarios para interconectar el equipo especificado en esta Especificación.

b. Los cables entre los controladores y las pantallas deben tener suficiente ancho de banda. Si son metálicos, estos deben estar 100% protegidos

B. Pantallas para sistema de pantalla ampliada

1. A. Las pantallas deberán tener las siguientes o mejores características:

- a. Intensidad: 500cd/m².
- b. Uniformidad: 95% para cualquiera de las dos pantallas adyacentes de la matriz de pantalla ampliada.
- c. Contraste: 1.400: 1 (campo completo).
- d. Los paneles serán LCD IPS tipo HDTV de 55 pulgadas con retroiluminación directa LED.
- e. Apto para servicio 24/7 para aplicaciones de misión crítica.
- f. Tiempo de servicio ("Lifetime"): mínimo 60.000 horas.
- g. Enfriamiento sin ventiladores.
- h. Resolución: escalable, mínimo 1.080p.
- i. Superficie: Material plano, antirreflectante, de alto contraste.
- j. Ángulo de visión: mínimo 160° horizontal y vertical.

C. Controladores de unidades de pantalla ampliada

1. General.

a. El sistema de unidad de pantalla ampliada deberá proporcionar una pantalla de visualización y procesamiento dinámico de imágenes de alta resolución para un conjunto de diferentes fuentes y formatos de video, como el video del sistema de video en circuito cerrado (CCVS), gráficos generados por computadora o cualquier otro que se requiera en la Sala de Control.

b. El sistema de pantalla ampliada deberá ser adecuado para la visualización continua en tiempo real de entradas simultáneas de video múltiples las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

c. Por razones ergonómicas y comodidad visual, el sistema de unidad de video grande debe cumplir con todos los requisitos ergonómicos aplicables de MIL-STD-1472. Al calcular el tamaño del área de visualización general, se prestará especial atención a la rotación de los ojos y la cabeza, así como a los ángulos de visión.

- d. Los sistemas tendrán las siguientes capacidades:
- Posibilidad de mostrar archivos de imágenes estáticas y animadas en formatos GIF, JPEG y PNG.
 - Posibilidad de seleccionar ventanas de visualización de forma independiente y mostrar hasta 12 ventanas en una sola pantalla.
 - Capacidad para ajustar, optimizar y guardar de forma interactiva los parámetros de tiempo para cada señal de entrada individual.
 - Posibilidad de mover las ventanas de visualización al instante o durante un período de tiempo programado.
 - Detectar automáticamente la frecuencia de las señales de entrada y sincronizarlas.
 - Capacidad de recorte, congelación de imagen, desplazamiento y zoom para todas y cada una de las ventanas.
 - Posicionamiento y tamaño de las ventanas (arrastrar y soltar), con capacidad para mostrar la imagen en modo de relación de aspecto correcta o estirado (selección por el usuario).
 - Brindar la posibilidad de superponer ventanas de visualización y asignar interactivamente la prioridad de visualización de cada ventana.
 - Ubicar independientemente cada ventana en cualquier lugar de la matriz de pantalla y escalar a cualquier tamaño.
 - Superponer o estirar ventanas a través de pantallas.
 - Proporcionar controles independientes y ajustables de brillo, color y contraste para cada ventana.
 - Permitir la ubicación de subtítulos de ventana descriptivos y superposiciones de texto.
 - Proporcionar etiquetado independiente y borde para cada ventana. Los bordes deben tener un grosor ajustable por el usuario de hasta 100 píxeles y colores seleccionables por el usuario.
 - Proporcionar 24 ajustes preestablecidos de configuración de visualización programables por el usuario, teniendo en cuenta el tamaño y el posicionamiento de los componentes de visualización individuales. Al menos uno de estos pre-ajustes estará disponible para el modo de visualización de emergencia.

- Proporcionar medios para ajustar el brillo, el color, el contraste y la gamma de forma visual y global.

e. Cada sistema de unidad de video grande tendrá las siguientes o mejores características:

- Tamaño de la matriz: 1 fila x 6 columnas. La matriz será configurable a la preferencia de UTE.
- Separación entre pantallas ("total bezel width"): no debe exceder 4 mm en total entre los bordes visibles de la pantalla de dos pantallas adyacentes.

2. Controlador.

a. Los controladores deberán ser modulares y escalables.

b. Las unidades deben tener no menos de 6 entradas PAL o HDTV con conectores BNC para CCTV, y 6 entradas DVI o HDMI para gráficos generados por computadora. Los controladores también podrán recibir aplicaciones de video a través de Ethernet LAN, y deberán ser escalables para eventualmente aceptar hasta 18 señales de dispositivos previamente autorizados. La unidad debe incluir 6 puertos HDMI.

c. El tipo y la cantidad de las salidas serán las requeridas para la matriz de pantalla especificada.

d. El disco duro (o almacenamiento masivo) deberá ser de estado sólido, intercambiable en caliente y dimensionado según sea necesario.

e. La memoria debe tener el tamaño requerido, con no menos de 8 GB de RAM y expandible a un mínimo de 16 GB.

f. El procesamiento de video debe ser de 32 bits o mejor, con no menos de 10 bits para el procesamiento de color y 13 bits para corrección de color.

g. Los controladores deberán ser aptos para montarse en un bastidor estándar de 19" pulgadas.

h. Las fuentes de alimentación deberán ser redundantes e intercambiables en caliente.

i. Las unidades deberán poder ser controladas, diagnosticadas y administradas de forma remota a través del puerto LAN de Ethernet.

j. Los controladores deben estar coordinados y ser capaces de manejar la pantalla provista a la máxima capacidad para todas las entradas simultáneamente.

3. Software. El sistema incluirá el software de administración de pantalla ampliada que se requiera, tanto para los controladores como para los clientes de la pantalla ampliada. El software será actualizable.

4. Estructuras de soporte. Se deberán incluir todas las estructuras de soporte necesarias para el hardware suministrado.

9.1.2.10 Sistema de Sincronización de Tiempo

A. General

1. Requisitos de performance. El sistema de sincronización de tiempo deberá cumplir con los requisitos de performance tal como especificados en esta Sección, en los párrafos de Requisitos de Desempeño.

B. Montaje. A menos que se especifique lo contrario, los equipos del sistema de sincronización de tiempo deberán ser adecuados para montaje en bastidor estándar (“rack”) de 19” pulgadas.

C. Antenas

1. Tipo. Las antenas deben ser adecuadas para el montaje en la techo, y deben incluir un amplificador, convertidor de bajada, supresor de sobre-voltaje transitorio y descargas atmosféricas, y cable coaxial hasta el receptor/servidor de tiempo correspondiente.

2. El cable coaxial de la antena deberá ser adecuado para conectarse al sistema de tierra y conectarse a un supresor de sobre-voltaje transitorio y descargas atmosféricas apropiado en el punto de entrada al edificio.

3. Ubicación. Las antenas se instalarán donde se pueda lograr una vista sin obstrucciones de seis o más satélites GPS.

D. Distribución de señal

1. General. El cableado estructurado de fibra óptica es la distribución de señal preferida.

2. Distribuidores de señal. Los distribuidores de señales se utilizarán (si fueran necesario) para dividir la señal de tiempo del reloj maestro para dispositivos que no tienen capacidades de sincronización de red PTP. Los distribuidores de señales deberán tener el número inicial de puertos requerido más un mínimo de 20% o 1 puerto de repuesto, el que sea mayor.

3. Tecnología y salidas. Las unidades proporcionarán tecnología de sincronización de tiempo de milisegundos basada en GPS, e incluirán salidas IRIG-B de cobre y cualquier otra salida compatible con el equipo que se pretende conectar de acuerdo al diseño del Contratista.

4. Hardware. Las unidades deben incluir una pantalla de tiempo frontal, una fuente de alimentación capaz de conectarse al sistema de 110 Vcc y deben poder montarse al ras en un panel de los tableros de control.

5. Contacto de alarma.

a. Se incluirá un contacto de alarma. El contacto de alarma debe ser programable para incluir bloqueo de pérdida de satélite, pérdida de alimentación y fallo de autoprueba del procesador. Alternativamente, el reloj proporcionará un impulso de salida por período programable para la prueba o la sincronización de la hora.

b. El contacto de alarma deberá integrarse al sistema DCS en el tablero donde el distribuidor este instalado, o en el tablero de servicios comunes si el distribuidor estuviere instalado en un lugar común.

E. Despliegue de tiempo

1. Sincronización de tiempo de red. Las unidades deben estar libres de mantenimiento y proporcionar información visual precisa de la hora mediante la sincronización con un servidor de tiempo de red.

2. Tiempo de referencia. Las unidades utilizarán la infraestructura de red Ethernet existente y el protocolo de tiempo de precisión (PTP) estándar IETF RFC 1305 para mantener la hora correcta.

3. Características. La visualización de la hora debe ser capaz de mostrar la hora y la fecha. El tiempo se podrá configurar en formato de 12 o 24 horas según sea necesario (seleccionable por el usuario), y la fecha se podrá configurar en formato ANSI (AAAA-MM-DD) e internacional (DD.MM.AAAA), y configurable a través de la red.

4. Altura de los caracteres en la pantalla. Las unidades deben mostrar caracteres de al menos 100 mm (o 4 ") de altura.

F. Reloj Maestro

1. Cada Reloj Maestro deberá tener las siguientes características.

a. Las unidades deberán tener un receptor de reloj GNSS/GPS como referencia de tiempo principal y un reloj de rubidio como referencia secundaria. La referencia de hora maestra será compatible con UIT-T G.811.

b. Las unidades deberán ser capaces de recibir simultáneamente un total de no menos de 12 satélites.

c. Cada unidad debe incluir una antena satelital y hardware de montaje como la especificada en esta Sección, cable y supresor de sobretensiones.

d. Las unidades deberán ser capaces de operar de una alimentación 220 Vca provenientes del sistema de corriente ondulada.

e. Las unidades proporcionarán sincronización de tiempo vía red redundante, confiable y segura mediante la combinación de interfaces de red multipuerto, de alta velocidad y alta capacidad.

G. Software

1. El software se proporcionará según sea necesario para cumplir con los requisitos de operación y mantenimiento del DCS.

9.1.2.11 Mobiliario de Consola de Operación

A. Requisitos de diseño

1. Las unidades de consola deben ser estéticamente agradables, proporcionar soporte ergonómico, fácil acceso y cómodas superficies de trabajo y áreas de movimiento para los operadores, y deben diseñarse de acuerdo con las normas ISO enumeradas en esta Especificación.

2. Las dimensiones de los parámetros de la consola (diámetros interno/externo y altura) deberán seguir las medidas estándar recomendadas utilizando los requisitos antropométricos.

3. El Contratista cumplirá con todos los requisitos ergonómicos y aplicables de esta Especificación.

4. Los sistemas de muebles a medida deberán resolver las siguientes necesidades:

a. Acomodar equipos de comunicaciones suministrados por UTE y HMI.

b. Proporcionar tomas de corriente con interruptores, protección contra sobretensiones y ruido, para alimentar el equipo suministrado, además de una adición del 50% o 3 tomas dobles, la que sea mayor.

c. Proporcionar una estación de trabajo confiable, cómoda, duradera y sólida, y un espacio de trabajo adecuado para los operadores.

d. La ubicación y el diseño de la consola deben realizarse para proporcionar una vista completa de la pantalla ampliada en el mejor ángulo de visión posible como se especifica en esta Especificación. Se deberá evitar interferencias visuales entre los operadores. Como mínimo, el diseño se coordinará con:

- Diseño de la sala de control.
- Equipo de consola DCS.
- Equipos de comunicación provistos por UTE (teléfonos y equipos de radio).

- Instalación de las estaciones de operación del telemando de Palmar y Gabriel Terra en la nueva sala de control.

e. Las unidades deben estar diseñadas para ser libres de mantenimiento y con una vida útil mínima de 15 años. Las unidades de consola deben tener fuentes de iluminación seleccionables, a fin de proporcionar condiciones de iluminación adecuadas para las operaciones diurnas y/o nocturnas.

f. Las consolas deben ser de diseño modular, facilitando futuras modernizaciones de equipos y reconfiguraciones completas sin requerir ninguna modificación importante en la estructura o elementos exteriores. La estructura de la consola, la subestructura y el marco deben formar una unidad independiente del revestimiento exterior.

B. Consola de operador.

1. La superficie superior de la consola debe ser continua sin juntas. Si durante la fabricación se usa más de una pieza para preparar la parte superior de la consola, las piezas deben soldarse químicamente entre sí y pulirse para que la junta no se pueda distinguir.

2. Cada consola debe acomodar un operador.

3. Las unidades deben tener un amplio espacio de trabajo y espacio adecuado para el número requerido de pantallas de computadora (no menos de 3 pantallas) sin obstruir la vista hacia la pared de video. Las superficies de trabajo deben ser suaves y niveladas, y deben soportar la carga requerida.

4. Cada unidad debe estar equipada con dos bandejas de teclado/mouse ergonómicas, deslizables hacia adentro/afuera, ajustables.

5. Las consolas deben estar provistas de dispositivos de nivelación, manuales y fácilmente ajustables en todas las bases. Dichos dispositivos de nivelación no deben rayar ni dañar el piso.

6. Las unidades deberán contar con disposiciones para el manejo de cables horizontales y verticales, incluidos los orificios o ranuras para permitir que los cables se crucen entre los módulos y desde los pisos de acceso de la manera más oculta y estética posible.

7. Las consolas deben contar con tomas de corriente con interruptor para suministrar alimentación confiable de 220Vca al equipo instalado. Estas salidas deben tener supresión de sobretensiones y ruido de red, y LED de estado para indicar alimentación, fallas y protección.

8. Cualquier espacio de rack aplicable debajo de las superficies de trabajo debe tener un ancho nominal de 483 mm (19").

9. Los pedestales deben estar hechos de tubo de acero inoxidable pulido lo suficientemente grande como para que los cables se instalen en el interior. Los extremos horizontales para monitores de visualización de video deben ser adecuados para adaptarse directamente a los soportes de monitor y permitir el ajuste del ángulo de visión.

10. Los pedestales deben ser capaces de soportar uno o dos monitores según sea necesario, en dos niveles de visualización diferentes.

11. Las estructuras metálicas deben incluir accesorios para la conexión a tierra.

12. Los pedestales deben ser adecuados para ser fijados a la parte superior de la consola.

C. Soporte de impresora

1. General. Todas las impresoras suministradas bajo este Contrato se suministrarán con un soporte de impresora dedicado.

2. Accesorios para el soporte de impresora. El soporte de la impresora debe acomodar el equipo de la impresora con cajones separados para el papel.

3. Diseño modular/Dimensiones. El soporte debe ser de diseño modular y debe ser compatible con las dimensiones de las impresoras provistas.

9.1.2.12 Sistema de Sincronización Automática

A. Equipos

1. General.

a. El sistema de sincronización automática será una unidad compacta basada en microprocesadores, que combinará las siguientes funciones:

- Funciones de sincronización totalmente automáticas y manuales independientes. La selección del modo activo se realizará mediante un selector de control.
- El sistema deberá ser capaz de sincronizar la unidad a la red utilizando el interruptor de generador.
- Deberá constar de un sistema de doble canal con un sincronizador automático con función de comprobación de sincronismo y un comando de cierre de interruptor en forma manual con función de comprobación de sincronismo.
- La función de comprobación de sincronismo deberá supervisar la conexión para los procedimientos de

conexión en forma automática o manual, incluida la conexión a bus libre de tensión (bus muerto).

b. El sistema de sincronización automática deberá tener alimentación redundante desde los 2 sistemas de 110Vcc de la Central.

c. El sistema de sincronización aceptará voltajes entre 0 y 1,3 veces la tensión nominal, con un ángulo de desfase entre -179 y +180 grados. El sistema ajustará los voltajes y ángulos y enviará una señal de cierre de interruptor cuando estas magnitudes estén dentro de una zona establecida (tolerancias de diferencia de voltaje y fase programables). La banda de voltaje será regulable para diferentes casos (e.g.: arranque en negro, arranque normal, etc.), con una sensibilidad de 0,1% por unidad tanto para frecuencia como para voltaje.

d. El sistema de sincronización automática incluirá entradas/salidas cableadas para controlar la activación del sincronizador, el control del interruptor, el regulador de velocidad de turbina y los controles de la excitación.

e. Para operar el sistema de sincronización en forma manual se deberán incluir:

- Un panel de sincronización manual para monitorear los dos voltajes (generador/sistema), las dos frecuencias (generador/sistema), y un sincronoscopio para monitorear la diferencia de ángulo de fase y frecuencia de deslizamiento.
- Interruptores de control/pulsadores para subir y bajar la velocidad de la turbina y el voltaje del generador para seleccionar el punto de paralelo correspondiente antes de comenzar el proceso de sincronización.
- Un interruptor de control del interruptor automático para conectar el generador al sistema. Se debe proporcionar una verificación de sincronización para evitar la conexión fuera de sincronismo.

2. Comunicaciones. El Sistema de sincronización automática incluirá los siguientes puertos como mínimo:

a. Puerto de comunicación compatible con la red de control de la unidad para permitir el control remoto y la supervisión del equipo a través de fibra óptica.

3. Software. Se incluirá software a ser instalado en las estaciones de trabajo portátiles. El software proporcionará:

- a. Ajuste y registro de los valores de los parámetros.
- b. Grabación transitoria integrada.

c. Localización de fallas.

9.1.2.13 Software de la Interfaz Humano Maquina (HMI)

A. General.

1. Las siguientes pantallas y detalles se incluyen para proporcionar una referencia para que el Contratista desarrolle las pantallas de HMI. La cantidad y funcionalidad de las pantallas no estará limitada a las referencias provistas en este documento.

2. El Contratista utilizará esta referencia para proporcionar un conjunto completo de pantallas que permitan el control y monitoreo total de la planta y los sistemas asociados, así como un diagnóstico completo del PCS. Para ubicaciones de HMI vea la Tabla 1, Software de Aplicación y Funciones.

3. En general, las pantallas de HMI disponibles en la sala de control y las pantallas disponibles en los tableros de control deben ser las mismas. El Contratista deberá permitir al operador frente a las pantallas en los tableros configurar el arreglo del contenido de las pantallas, de tal manera que pueda presentar por ejemplo en una pantalla el control de arranque de la unidad y en las otras pantallas disponibles alarmas o diagnóstico del sistema o cualquier otra pantalla HMI que el operador pueda encontrar útil para la operación.

4. Los gráficos deberán permitir incluir enlaces a otras pantallas de sistemas relacionados o entre pantallas con información relevante.

B. Estándar de Referencia para colores y diseño de las pantallas.

1. Los colores, el diseño de las pantallas y el manejo de alarmas deberán seguir el concepto de HMI de alto desempeño (ISA, The High Performance HMI Handbook).

2. Las pantallas deberán incluir unifilares y diagramas de proceso como sea conveniente para mostrar en forma conceptual el sistema que está siendo controlado y/o supervisado.

C. HMI para Control de la unidad.

1. Se deberán suministrar pantallas gráficas configuradas para desplegar la información de monitoreo y control de la unidad.

2. Los símbolos gráficos utilizados para los equipos que cambian el estado de funcionamiento, como el generador, los interruptores, las válvulas, los frenos, las bombas, etc. deben estar coordinados por color.

3. Se deberá incluir medios (por ejemplo una barra de navegación con pestañas) para una navegación simplificada por las distintas pantallas.

4. El acceso a las funciones de control del sistema debe estar protegido por contraseña para evitar operaciones no autorizadas.

5. Cualquier persona deberá poder acceder a visualizar todas las pantallas, pero las funciones de control y los cambios de los puntos de ajuste se bloquearán hasta que se haya ingresado y confirmado la contraseña correcta.

6. Se mostrará un aviso de alarma que será visible en todas las pantallas al inicio de una condición de alarma. El aviso de alarma permanecerá visible hasta que la condición de alarma haya sido reconocida a través de una pantalla de resumen de alarmas.

7. Como mínimo, al HMI de control de unidad se deberán incluir las siguientes pantallas para el control local y el monitoreo de los sistemas de turbina y generador (estas pantallas serán las mismas para los HMI en el tablero de control y los HMI en la sala de control):

a. Pantalla de información general: La pantalla de información general será la pantalla predeterminada e incluirá un unifilar básico de la unidad con información de estado en tiempo real que deberá incluir, entre otros, lo siguiente:

- Modo de funcionamiento de la unidad seleccionado (Arranque en Negro/ Local/Remoto).
- Unidad MW, MVAR, voltaje, corriente, voltaje o punto de ajuste MVAR, posición de límite de carga, posición de paletas del distribuidor, posición de alabes del rodete, RPM, salto neto y pérdida en reja.
- Temperatura más alta de los bobinados y de cada cojinete.
- Flujo.
- Posición del interruptor de generador.
- Estado del sistema de agua de refrigeración.
- Sistema de corriente continua de la unidad.
- Sistema de corriente alterna de la unidad.
- Sistema de protecciones de la unidad.

b. Pantalla de control de la unidad: La pantalla de control de la unidad incluirá un unifilar básico de la unidad con la misma información de estado incluida en la pantalla de resumen, además de los iconos de control para iniciar los comandos de operación de la unidad. Las acciones de control deben estar protegidas por contraseña para que solo los operadores calificados tengan acceso.

c. Pantalla de secuencia de inicio de unidad: La pantalla de secuencia de inicio de unidad incluirá una lista de los permisos de prearranque y los pasos principales en el proceso de inicio. Esta pantalla debe monitorear el progreso de la unidad durante el proceso de arranque. Como mínimo, se incluirá la lista de las condiciones de pre-arranque requeridas, incluido el estado de cada condición (lista o no lista), lista de cada paso en el proceso de

inicio junto con una indicación de que se completó para cada paso, ajuste de carga de la unidad (MW, MVAR).

d. Pantalla de secuencia de parada de unidad: La pantalla de secuencia de parada de unidad incluirá una lista de los pasos principales en el proceso de parada. Esta pantalla debe monitorear el progreso de la unidad durante el proceso de parada. Como mínimo, se incluirá la lista de cada paso importante en el proceso de detención junto con una indicación de cuándo se completó cada paso.

e. Pantalla del Regulador de la Turbina: La pantalla del regulador incluirá datos sobre el estado del sistema de regulación de velocidad de la turbina. Como mínimo, se incluirá la siguiente información:

- Modo de gobernador y estado.
- Presión de aceite del gobernador.
- Estado de la bomba A de HPU.
- Estado de la bomba B de HPU.
- Punto de consigna de las paletas del distribuidor.
- Posición de las paletas del distribuidor.
- Punto de consigna de los alabes.
- Posición de los alabes.
- Velocidad del generador.
- Estado del freno del generador.

f. Pantalla de excitación: La pantalla de excitación incluirá datos sobre el estado del sistema de excitación. Como mínimo, se incluirá la siguiente información:

- Modo de excitador y estado.
- Punto de ajuste de voltaje.
- Unidad MW, MVAR, voltaje, corriente.
- Voltaje de campo y corriente.
- Temperatura de campo.

g. Pantalla de temperatura de los cojinetes: La pantalla de temperatura de los cojinetes debe incluir información sobre la temperatura del aceite y los cojinetes para la guía y los cojinetes de empuje y el sello de la turbina utilizando gráficos de tendencia de alta performance, indicando valores de referencia para cada medida, de tal manera que el operador pueda a primera vista evaluar la situación de los cojinetes.

h. Pantalla de temperatura del generador: La pantalla de temperatura del generador incluirá datos del bobinado del generador y de la temperatura del estator utilizando gráficos de tendencia de alta performance,

indicando valores de referencia para cada medida, de tal manera que el operador pueda a primera vista evaluar la situación del generador.

i. Pantalla de condición en línea de la Turbina y Generador. La pantalla de la condición de la unidad deberá incluir información sobre los diferentes sensores instalados en la turbina y el generador utilizando gráficos de tendencia de alta performance, indicando valores de referencia para cada medida, de tal manera que el operador pueda a primera vista evaluar el comportamiento de la unidad.

j. Pantalla de secuencia de eventos de la unidad. La pantalla de secuencia de eventos de la unidad deberá consolidar la información adquirida por el DCS y por el registrador de fallas de la unidad, para presentar una lista de eventos al operador que le permita a primera vista ver el orden de los sucesos del sistema o equipos, las acciones correctivas o de protección tomadas por el sistema, por el operador (local o desde sala de control), por el operador (remoto desde SCADA) de una manera clara y ordenada. Esta pantalla permitirá aplicar filtros para ocultar o desplegar información de otras unidades o equipos de manera sencilla (por ejemplo, presionando una serie de botones de filtros en ella).

k. Pantalla de monitoreo del transformador de la unidad. Esta pantalla deberá mostrar en un diagrama del transformador el estado de éste (tensiones, corrientes, temperaturas, alarmas, etc.), incluyendo la información obtenida desde el enlace de comunicaciones con el monitor del transformador y las señales cableadas a los módulos de E/S del controlador DCS de la unidad.

l. Pantalla de media tensión de la unidad. La pantalla de media tensión de la unidad deberá mostrar en un diagrama unifilar el estado del equipo de maniobras de media tensión de la unidad, indicando los parámetros principales de tensión y corriente, así como el estado de cada equipo (interruptor, seccionador, fusible, etc.).

m. Pantalla de servicios eléctricos de la unidad. La pantalla de servicios eléctricos de la unidad deberá mostrar en un diagrama unifilar el estado de los centros de control de motores (CCMs) de la unidad, indicando los parámetros principales de tensión y corriente, así como el estado de cada cubículo del CCM (energizado, en remoto, corriendo, alarmas).

n. Pantalla de parámetros eléctricos de la unidad. La pantalla de parámetros eléctricos de la unidad deberá mostrar los parámetros eléctricos del generador, servicios de corriente alterna de la unidad y servicios de corriente continua de la unidad.

o. Pantalla de resumen de alarmas: La pantalla de resumen de alarmas debe enumerar todas las alarmas activas de la unidad y proporcionar el estado de la condición de alarma. Cada alarma debe estar marcada con la fecha y la hora en cada cambio de estado (activado, confirmado y borrado). Esta pantalla debe tener disposiciones para reconocer y borrar la función de alarma. Las funciones de reconocimiento y borrado de la alarma deberán estar protegidas por contraseña.

p. Pantalla de historial de alarmas: La pantalla de historial de alarmas mostrará una lista de todas las alarmas de la unidad anterior en orden cronológico. La cantidad de alarmas estará limitada por el tamaño de la memoria del sistema HMI UCP con una prioridad de primero en entrar, primero en salir. Todas las acciones de alarma se proporcionarán con sellos de fecha y hora. Se realizará una copia de seguridad de todas las alarmas en el servidor de historial del sistema SCADA.

q. Pantallas de tendencias: Se deben proporcionar pantallas de tendencias de varios parámetros del sistema a lo largo del tiempo. Se proporcionarán medios para elegir cualquier variable de sistema disponible y trazar el cambio de variable a lo largo del tiempo.

r. Pantallas de puntos de ajuste de alarma y disparo: Se proporcionarán pantallas para ajustar los puntos de ajuste de alarma y disparo para los RTD de temperatura de la unidad monitoreada. El acceso a los cambios de configuración estará protegido por contraseña.

s. Pantalla de comunicaciones. La pantalla de comunicaciones deberá mostrar un diagrama en bloques de las comunicaciones del controlador, y el estado de cada uno de los enlaces, estado de los dispositivos en la red y tráfico.

t. Pantalla de diagnóstico del sistema de control. La pantalla de diagnóstico del sistema de control deberá mostrar información relevante del sistema de tal manera que el operador a primera vista pueda evaluar el estado general del sistema de control (por ejemplo, detectar módulos con fallas, estado de las fuentes de alimentación, temperatura del tablero, etc.).

D. HMI para control de la Central.

1. Esta HMI solo estará disponible en la Sala de Control, e integrará el control de la Central en dos pantallas, dejando la tercera para alarmas y diagnósticos. El HMI de control de planta deberá seguir el mismo estilo y pautas de la HMI de la unidad.

2. La navegación permitirá al operador cambiar cualquier pantalla para llegar a detalles de un sistema de una unidad, servicios comunes, vertedero o subestación, mientras mantiene la vista general de la planta en otras dos pantallas.

3. Las pantallas para control y supervisión de los sistemas a nivel de centro de control deberán ser desarrolladas en este grupo de HMIs. Estas pantallas incluyen, pero no están limitadas a las siguientes:

a. Pantallas de control remoto. Estas pantallas deberán permitir habilitar y deshabilitar el control remoto de la Central desde el SCADA Hidroeléctrico de UTE. Asimismo, estas pantallas deberán presentar el estado de las comunicaciones con el SCADA Hidroeléctrico de UTE, incluyendo una ventana que muestre el historial de los comandos recibidos del SCADA,

estampados con fecha y hora, y las acciones tomadas por el DCS, incluyendo acciones de protección del filtro de comandos.

b. Pantalla de diagnóstico del sistema de control. La pantalla de diagnóstico del sistema de control deberá mostrar información relevante del sistema de tal manera que el operador a primera vista pueda evaluar el estado general del sistema de control (por ejemplo, estado de los servidores, estados de los controladores de comunicaciones, estado de los módulos de los controladores de comunicaciones, estado de las fuentes de alimentación, temperaturas, etc.).

c. Pantalla de comunicaciones. La pantalla de comunicaciones deberá mostrar un diagrama en bloques de las comunicaciones del DCS, y el estado de cada uno de los enlaces, estado de los dispositivos de red y tráfico.

E. HMI para control de servicios comunes (balance de planta).

1. El HMI de control de servicios comunes deberá seguir el mismo estilo y pautas de la HMI de la unidad.

2. Como mínimo, la HMI para control de servicios comunes deberá contar con las siguientes pantallas:

a. Pantalla de resumen: La pantalla de resumen incluirá un estado general del equipo de servicio de la estación y las elevaciones de agua. Como mínimo, se incluirá la siguiente información:

- Niveles: salto neto en cada unidad, niveles de embalse, restitución y niveles detrás de reja en cada unidad.
- Sistema de 7kV
- Sistema de 400V
- Sistema de 110Vcc
- Sistema de 220Vca corriente ondulada
- Sistema de alarma contra incendios
- Sistema de intrusión
- Sistema de aire de la estación
- Estación de sumidero
- Sistemas de agua de enfriamiento.
- Sistemas de ventilación.
- Sistema de purificación de aceite
- Generador Diesel.

b. El Contratista desarrollará todas las pantallas requeridas para controlar y supervisar los sistemas de servicios comunes de la Central. Ejemplo: como ejemplo de un sistema, las pantallas de servicios de 400Vca se

incluyen solo para referencia del Contratista. Como mínimo, se incluirá la siguiente información:

- Unifilar básico mostrando las dos barras principales. Se debe mostrar el estado de cada interruptor y la carga de cada barra y cada alimentador.
- Comandos de control para interruptores con mando a distancia. Se deberán proveer los comandos para accionamiento de los interruptores con comando a distancia, junto con un sumario de las condiciones requeridas para operar, incluido el estado de cada condición (lista o no lista).

c. Pantalla de resumen de alarmas: La pantalla de resumen de alarmas debe enumerar todas las alarmas activas y proporcionar el estado de la condición de alarma. Cada alarma debe estar marcada con la fecha y la hora en cada cambio de estado (activado, confirmado y borrado). Esta pantalla debe tener disposiciones para reconocer y borrar la función de alarma. Las funciones de reconocimiento y borrado de la alarma estarán protegidas por contraseña.

d. Pantalla de historial de alarmas: La pantalla de historial de alarmas mostrará una lista de todas las alarmas pasadas en orden cronológico. Todas las acciones de alarma se proporcionarán con sellos de fecha y hora.

e. Pantallas de tendencias: Se deben proporcionar pantallas de tendencias de varios parámetros del sistema a lo largo del tiempo. Se proporcionarán medios para elegir cualquier variable de sistema disponible y trazar el cambio de variable a lo largo del tiempo.

f. Pantalla de comunicaciones. La pantalla de comunicaciones deberá mostrar un diagrama en bloques de las comunicaciones del controlador, y el estado de cada uno de los enlaces, estado de los dispositivos en la red y tráfico.

g. Pantalla de diagnóstico del sistema de control. La pantalla de diagnóstico del sistema de control deberá mostrar información relevante del sistema de tal manera que el operador a primera vista pueda evaluar el estado general del sistema de control (por ejemplo, detectar módulos con fallas, estado de las fuentes de alimentación, temperatura del tablero, etc.).

F. HMI para Control del Vertedero.

1. La HMI para control y supervisión del vertedero deberá seguir el mismo estilo y pautas de la HMI de la unidad.

2. Como mínimo, la HMI para control y supervisión del vertedero deberá contar con las siguientes pantallas:

a. Las pantallas se desarrollarán siguiendo los ejemplos dados en la unidad y los servicios comunes, que incluyan, pero no se limitan a:

- Unifilares o diagramas de proceso (P&IDs) (según corresponda)
- Niveles de agua
- Distribución de potencia del vertedero
- Sistemas de corriente continua
- Control individual de compuertas del vertedero
- Control centralizado del vertedero

b. Pantalla de resumen de alarmas: La pantalla de resumen de alarmas debe enumerar todas las alarmas activas y proporcionar el estado de la condición de alarma. Cada alarma debe estar marcada con la fecha y la hora en cada cambio de estado (activado, confirmado y borrado). Esta pantalla debe tener disposiciones para reconocer y borrar la función de alarma. Las funciones de reconocimiento y borrado de la alarma estarán protegidas por contraseña.

c. Pantalla de historial de alarmas: La pantalla de historial de alarmas mostrará una lista de todas las alarmas pasadas en orden cronológico. Todas las acciones de alarma se proporcionarán con sellos de fecha y hora.

d. Pantallas de tendencias: Se deben proporcionar pantallas de tendencias de varios parámetros del sistema a lo largo del tiempo. Se proporcionarán medios para elegir cualquier variable de sistema disponible y trazar el cambio de variable a lo largo del tiempo.

e. Pantalla de comunicaciones. La pantalla de comunicaciones deberá mostrar un diagrama en bloques de las comunicaciones del controlador, y el estado de cada uno de los enlaces, estado de los dispositivos en la red y tráfico.

f. Pantalla de diagnóstico del sistema de control. La pantalla de diagnóstico del sistema de control deberá mostrar información relevante del sistema de tal manera que el operador a primera vista pueda evaluar el estado general del sistema de control (por ejemplo, detectar módulos con fallas, estado de las fuentes de alimentación, temperatura del tablero, etc.).

G. HMI para Control y Supervisión de la Subestación.

1. La HMI para control y supervisión de la Subestación deberá seguir el mismo estilo y pautas de la HMI de la unidad.

2. Las pantallas se desarrollarán en base a las pantallas del SCADA de Transmisión de UTE utilizando el concepto de pantallas de alta performance del DCS.

3. Como mínimo, la HMI de la subestación deberá contar con las siguientes pantallas:

- a. Sistema de alto voltaje

b. Sistema de media tensión (este sistema puede no estar implementado al momento del desarrollo de las pantallas)

c. Sistema de 400V

d. Sistemas de corriente continua.

4. Pantallas de control remoto. Estas pantallas deberán presentar el estado de las comunicaciones con el SCADA de transmisión de UTE, incluyendo una ventana que muestre el historial de los comandos enviados al SCADA (solo relacionados a la operación de los interruptores de unidad y seccionadores relacionados) o vía comandos cableados si las conexiones con el SCADA no están disponibles, estampados con fecha y hora.

H. HMI para Control y Supervisión del Controlador de Enlace.

1. La HMI para control y supervisión de las aplicaciones que se ejecuten en el controlador de enlace deberá seguir el mismo estilo y pautas de la HMI de la unidad.

2. Las pantallas se desarrollarán utilizando el concepto de pantallas de alta performance del DCS.

3. Como mínimo, las HMI del controlador de enlace deberá contar con las siguientes pantallas:

a. Estado y Configuración del enlace con el SCADA de Transmisión de UTE.

b. Estado y Configuración del enlace con el SCADA Hidroeléctrico de UTE.

c. Estado y Configuración del sistema de Desconexión Automática de Generación.

I. HMI para el Control Automático de Generación.

1. La HMI para el control y supervisión de las aplicaciones parte del Control Automático de Generación (CAG) deberá seguir el mismo estilo y pautas del HMI de la unidad.

2. Las pantallas se desarrollarán utilizando el concepto de pantallas de alta performance del DCS.

3. Como mínimo, los siguientes requerimientos deberán proveerse para las HMI del CAG:

a. Las pantallas deberán mostrar el estado del CAG y las condiciones, por ejemplo: modos de control, valores de consigna, generación de MW de las unidades, factores de participación, estado de las unidades de generación, límites máximos y mínimos de operación, bandas muertas, zonas prohibidas, etc. Las pantallas deberán diseñarse a nivel de central y a nivel de

unidad. Las pantallas a nivel de central deberán mostrar la información de todas las unidades. Los despliegues a nivel de unidad deberán mostrar información de cada unidad.

b. Por medio de la pantalla de la HMI deberá ser posible, cambiar el modo de control, límites de operación, el ingreso de valores de requerimiento de generación de la central, constante de polarización de la frecuencia (frequency bias), frecuencia programada, etc.

c. El operador deberá poder habilitar y deshabilitar manualmente el CAG.

d. Se proveerá de una pantalla de salida que mostrará los resultados de cada ejecución del programa CAG, distribución de las unidades, errores de control, factores de participación, límites de operación, bandas muertas, etc., en forma tabular y gráfica (con la función de transferencia, indicando las salidas y entradas de cada componente).

e. Se proveerán pantallas para ajustar el CAG y las unidades de generación. A través de estas pantallas se podrán ajustar los parámetros de control, tales como las constantes de ganancia, constantes de filtro y otros utilizados en el algoritmo CAG y control de la potencia activa de la unidad, en forma tabular y gráfica (con la función de transferencia, indicando las salidas y entradas de cada componente). Estas pantallas deberán ser manejadas exclusivamente por el personal de mantenimiento y programación.

J. Software de Simulación y Entrenamiento

1. El Contratista deberá proveer software para simulación y entrenamiento de los operadores de la Central.

2. El software deberá incluir la simulación de los controladores del sistema, de tal manera que el personal de ingeniería pueda probar cambios en el programa de los controladores sin afectar la operación de la Central.

3. La simulación de las consolas de operación fuera de línea deberá ser completa, de tal manera que el operador en entrenamiento pueda realizar todas las operaciones de la misma manera y utilizando las mismas pantallas que el sistema en línea.

4. El software deberá correr en el servidor de simulación y entrenamiento dedicado a tal efecto. El operador podrá utilizar como HMI cualquiera de las consolas de operación disponibles, la cual será removida del sistema en línea. Las pantallas deberán indicar claramente que la consola se encuentra en modo de simulación y entrenamiento.

9.1.2.14 Software de Aplicación

A. General.

1. La lista de aplicaciones incluidas en esta Sección es de referencia. El Contratista desarrollará todo el software de aplicación requerido para proporcionar un DCS completamente funcional.

2. Las aplicaciones están descritas en forma funcional. El Contratista deberá desarrollar las funciones para cubrir la operación completa de los diferentes sistemas, incluyendo permisos, bloqueos, medidas de seguridad, etc.

B. Adquisición de datos

1. El controlador del DCS deberá escanear y procesar continuamente la información de los módulos de entrada y salida, y los dispositivos inteligentes. La información debe estar disponible en todo el sistema y debe mostrarse, integrarse en la lógica de control, registrarse, visualizarse, alarma e integrado en las pantallas del operador.

2. Los valores analógicos deberán leerse, convertirse en unidades de ingeniería y almacenarse periódicamente.

C. Control de la unidad.

1. El controlador DCS deberá incluir algoritmos de control para unidades hidroeléctricas, incluyendo, pero no estando limitados a:

a. Controles discretos, continuos y secuenciales.

b. Control y Monitoreo de servicios auxiliares de unidad, tales como: distribución de potencia en media/baja tensión y corriente continua, centro de control de motores, sistemas autónomos de lubricación, bombas, filtros, etc.

2. El DCS responderá a los comandos de control iniciados desde las HMI o mediante algoritmos de control en los controladores.

3. Los controles de punto de ajuste se utilizarán como entradas para el control de MW, MVar y kV.

D. Control de Servicios Comunes.

1. Todo el software de aplicación requerido para el monitoreo y control del equipo de servicios comunes debe ser desarrollado e implementado en el controlador de servicios comunes.

a. Las funciones incluyen, pero no se limitan a:

- Control del sistema de 400Vca.
- Control de los sistemas de 110Vcc.
- Control de los sistemas de 220Vca corriente ondulada.
- Supervisión del sistema de aire de la estación.
- Supervisión del sistema de purificación de aceite.

- Control de sistemas de agua de enfriamiento.
- Control de ventilación.

E. Control de Vertedero

1. Todo el software de aplicación requerido para el monitoreo y control del equipo del vertedero debe ser desarrollado e implementado en el controlador de vertedero.

- a. Las funciones incluyen, pero no se limitan a:
- Supervisión del sistema de potencia del vertedero.
 - Supervisión del sistema de corriente continua del vertedero.
 - Control individual de compuertas del vertedero.
 - Control centralizado del vertedero.
 - Control automático de emergencia.

F. Control y Supervisión de la Subestación

1. El Contratista deberá implementar el control y supervisión de la subestación a partir de las señales cableadas que actualmente se encuentran en el pupitre de mando de la sala de control existente. Estas señales deberán recogerse y utilizarse como posición de los equipos de la subestación hasta tanto se ponga en servicio el SCADA de Transmisión de UTE.

2. Una vez en servicio el SCADA de Transmisión de UTE, este se convertirá en el principal punto de adquisición de datos de la subestación, quedando el sistema cableado como respaldo en caso de que fallen los enlaces de comunicaciones con el SCADA.

G. Control de Subir/Bajar Potencia

1. El control discreto de subida y bajada y el punto de ajuste de MW se coordinará internamente con las funciones de regulador de velocidad de turbina.

2. Esta función deberá tomar los pulsos de subir y bajar potencia discretos que provendrán del sistema de sincronización (ya sea por pulsos desde el sincronizador automático, o desde los pulsadores de subir/bajar de los comandos de sincronización manual).

3. Asimismo, esta función deberá permitir que el operador ingrese manualmente los valores de consigna en las pantallas de HMI, o los algoritmos de control los generen automáticamente como parte de una secuencia de control.

4. Esta función deberá estar permitir recibir consignas del Control Automático de Generación.

H. Control de Subir/Bajar MVAR/kV

1. El control discreto de subida y bajada y el punto de ajuste de MVAR/kV deberá coordinarse con el sistema de excitación digital.

2. Esta función deberá tomar los pulsos de subir y bajar tensión discretos que provendrán del sistema de sincronización (ya sea por pulsos desde el sincronizador automático, o desde los pulsadores de subir/bajar de los comandos de sincronización manual).

3. Asimismo, esta función deberá permitir que el operador ingrese manualmente los valores de consigna en las pantallas de HMI o los algoritmos de control los generen automáticamente como parte de una secuencia de control.

I. Secuencia de control automático de inicio y parada de la Unidad

1. Los controles secuenciales se utilizarán para el inicio automático de la unidad y las secuencias de parada automática.

a. El controlador de la unidad realizará el arranque y la parada automáticos de las unidades generadoras junto con el controlador del sistema de excitación y regulación de velocidad de la turbina.

b. El algoritmo se diseñará para alertar ante cualquier discrepancia entre el estado actual y esperado de la unidad en cualquier etapa de las secuencias.

c. El Contratista, como parte de los trabajos de modernización, definirá la secuencia exacta, las condiciones previas al inicio, los enclavamientos/bloques, temporizadores, etc.

J. Funciones de Regulador de la Velocidad de la Turbina

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones del regulador de velocidad de la turbina para acomodar los requerimientos incluidos en el Volumen III – Parte A – Especificaciones Técnicas Generales – 3.A01. Generalidades.

2. Los controles discretos de subir y bajar velocidad como parte del sistema de sincronización manual de la unidad, deberán estar considerados en esta interfaz, la cual deberá acomodar la transición sin saltos (“bumpless”) entre los valores de consigna del regulador y los controles manuales.

3. El Contratista deberá incluir las funciones de seguridad y protección de la turbina, aunque no estén explícitamente mencionadas en la Sección 1.

K. Interfaz con el Controlador de la Excitación Digital

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de interfaz con el controlador de la excitación especificado en el Volumen III - Parte B –

Especificaciones Técnicas Particulares - 3.B.04 Sistema de excitación digital y regulador de tensión.

2. La interfaz deberá integrar los controles y supervisión de la excitación en el controlador DCS de la unidad. Los controles discretos de subir y bajar tensión como parte del sistema de sincronización manual de la unidad, deberán estar considerados en esta interfaz, la cual deberá acomodar la transición sin saltos (“bumpless”) entre los valores de consigna de la excitación y los controles manuales.

3. El Contratista deberá incluir las funciones de seguridad y protección de la excitación, aunque no estén explícitamente mencionadas en el Volumen III - Parte B – Especificaciones Técnicas Particulares - 3.B.04 Sistema de excitación digital y regulador de tensión.

L. Interfaz Sincronizador Automático

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de interfaz con el equipo de sincronización automática especificado en este documento.

2. La interfaz deberá integrar los controles y supervisión del sincronizador automático en el controlador DCS de la unidad. Esta función deberá interactuar con los pasos y la secuencia de arranque, de tal manera que estos pasos y secuencia consideren el modo de sincronización (automático o manual) en el proceso de arranque de la unidad.

M. Interfaz con Monitoreo en línea Turbina/Generador

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de interfaz con el sistema de monitoreo de condición de la unidad en línea especificado en este documento.

2. La interfaz deberá integrar la supervisión del controlador de la unidad de monitoreo en el controlador DCS de la unidad. Esta función deberá recibir información a través de los enlaces de comunicaciones y los contactos programables del controlador de la unidad de monitoreo.

3. La información recibida desde los enlaces de comunicaciones deberá ser utilizada para las pantallas de condición en línea de la Turbina y Generador, como especificadas en ésta Sección.

4. La información obtenida a través de las señales cableadas a las E/S del controlador DCS deberá ser utilizada para generar alarmas y disparos en la unidad.

N. Supervisión de Transformadores y alarmas

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de supervisión de la condición del transformador de unidad, a partir de la adquisición de datos desde el enlace con el sistema existente de monitoreo del transformador, y señales cableadas al controlador DCS de la unidad.

2. La información obtenida deberá ser utilizada para las pantallas del transformador de unidad, y para generar alarmas y disparos en la unidad.

O. Monitoreo de Instrumentación y alarmas

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de monitoreo de las señales analógicas provenientes de la instrumentación o dispositivos inteligentes, considerando las señales de respaldo alambradas y alarmas de los equipos asociados.

2. Esta función deberá utilizar la información adquirida para evaluar:

a. Señal de entrada analógica fuera del rango aceptable de proceso: la función debe verificar si la entrada se encuentra fuera de los rangos de operación normales para la variable medida y, de ser así, se debe configurar una alarma de falla. El Contratista deberá evaluar, dependiendo de la criticidad de la variable, si este tipo de falla inhibirá el uso de la señal para la operación, o procederá con señales de respaldo hasta que se valide la operación apropiada en un ciclo siguiente y se restablezca la señal. Si la señal se restaura, la alarma se desactivará. Los parámetros de rango mínimo y máximo para cada variable del sistema serán determinados por el Contratista.

b. Señal de entrada analógica que cambia en una dirección inesperada: la función deberá verificar que los cambios en la señal analógica procedan según la variación esperada (por ejemplo, si una bomba arranca se espera que la presión suba, si la función detecta un descenso súbito de presión esto constituirá una situación fuera de lo esperado), se debe configurar una alarma de falla. El Contratista deberá evaluar, dependiendo de la criticidad de la variable, si este tipo de falla inhibirá el uso de la señal para la operación, o procederá con señales de respaldo hasta que se valide la operación apropiada en un ciclo siguiente y se restablezca la señal. Si la señal se restaura, la alarma se desactivará. Los parámetros de rango mínimo y máximo para cada variable del sistema serán determinados por el Contratista.

c. Señal de entrada analógica con tasa de cambio inesperada: la función deberá verificar que los cambios en una señal analógica procedan según la tasa de variación esperada, si la variable cambia de valor a una tasa de cambio más allá de una tolerancia aceptable, se configurará una alarma de falla. El Contratista deberá evaluar, dependiendo de la criticidad de la variable, si este tipo de falla inhibirá el uso de la señal para la operación, o procederá con señales de respaldo hasta que se valide la operación apropiada en un ciclo siguiente y se restablezca la señal. Si la señal se restaura, la alarma se desactivará. Los parámetros de rango de tolerancia mínimo y máximo para cada variable del sistema serán determinados por el Contratista.

P. Sistemas Auxiliares de Unidad

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de control y supervisión para los sistemas y equipos auxiliares de unidad.

2. Estas funciones deberán incluir la programación de:

- a. La operación de estos equipos durante y fuera de la operación normal de la unidad.
- b. La coordinación en la operación de estos equipos como parte de las secuencias de arranque y parada de la unidad.
- c. La generación de alarmas, permisos y bloqueos/enclavamientos para el funcionamiento seguro de estos sistemas y de la unidad.

Q. Control y supervisión de 7 kV

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de control y supervisión para los sistemas y equipos de 7kV.

2. Estas funciones deberán incluir la programación de:

- a. La operación de los equipos de 7kV durante y fuera de la operación normal de la unidad (retroalimentación desde transformador de unidad)
- b. La coordinación en la operación de estos equipos como parte de las secuencias de arranque y parada de la unidad.
- c. La generación de alarmas, permisos y bloqueos/enclavamientos para la operación segura de estos sistemas y las funciones de control asociadas.

R. Control y supervisión de 400V.

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de control y supervisión para los sistemas y equipos de 400V.

2. Estas funciones deberán incluir la programación de:

- a. La operación de los equipos de 400V en operación normal y durante operaciones de emergencia (por ejemplo, falla en uno de los transformadores de alimentación principales, arranque en negro, operación con generador Diesel, etc.).
- b. La coordinación en la operación de estos equipos como parte de las funciones de operación propias de unidad, servicios auxiliares, vertedero o subestación.
- c. La generación de alarmas, permisos y bloqueos/enclavamientos para el funcionamiento seguro de estos sistemas y las funciones de control asociadas.

S. Control y supervisión Corriente Continua y Ondulada.

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de control y supervisión para los sistemas y equipos de corriente continua y ondulada.

2. Estas funciones deberán incluir la programación de:

a. La operación de los equipos en operación normal y durante operaciones de emergencia (por ejemplo, falla en uno de los sistemas principales, fallas en los cargadores o inversores, arranque en negro, operación con generador Diesel, etc.).

b. La coordinación en la operación de estos equipos como parte de las funciones de operación propias de unidad, servicios auxiliares, vertedero o subestación.

c. La generación de alarmas, permisos y bloqueos/enclavamientos para el funcionamiento seguro de estos sistemas y las funciones de control asociadas.

T. Control Subestación (bahía)

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de control y supervisión para los equipos de maniobra asociados a la bahía de la unidad, incluyendo seccionadores, interruptor de unidad e instrumentación asociada.

2. Estas funciones deberán incluir la programación de:

a. La operación de los equipos en operación normal y durante operaciones de emergencia (por ejemplo, arranque en negro).

b. La coordinación en la operación de estos equipos como parte de las funciones de operación propias de la subestación y de la unidad.

c. La generación de alarmas, permisos y bloqueos/enclavamientos para el funcionamiento seguro de estos sistemas y las funciones de control asociadas.

U. Control Subestación (barras/acoplador/líneas)

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de control y supervisión para los equipos de maniobra asociados las barras, acoplador y líneas, incluyendo seccionadores, interruptores e instrumentación asociada.

2. Estas funciones deberán incluir la programación de:

a. La operación de los equipos en operación normal y durante operaciones de emergencia (por ejemplo, arranque en negro).

b. La coordinación en la operación de estos equipos como parte de las funciones de operación propias de la subestación y del sistema.

c. La generación de alarmas, permisivos y bloqueos/enclavamientos para el funcionamiento seguro de estos sistemas y las funciones de control asociadas.

V. Control y supervisión del generador Diesel

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de control y supervisión para el generador Diesel existente de la Central, equipos de maniobra e instrumentación asociada.

2. Estas funciones deberán incluir la programación para reemplazar la actual lógica de relés:

a. La operación de los equipos en operación normal (por ejemplo, prueba del generador) y durante operaciones de emergencia (por ejemplo, arranque en negro).

b. La coordinación en la operación de este equipo como parte de las funciones de operación propias de la central.

c. La generación de alarmas, permisivos y bloqueos/enclavamientos para el funcionamiento seguro de estos sistemas y las funciones de control asociadas

W. Intercambio de información con dispositivos inteligentes

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de monitoreo de las señales analógicas provenientes de la instrumentación o dispositivos inteligentes, considerando las señales de respaldo alambradas y alarmas de los equipos asociados.

2. El Contratista deberá desarrollar las funciones de interfaz con los dispositivos inteligentes conectados al controlador del DCS.

3. La interfaz deberá integrar la adquisición de datos desde los dispositivos inteligentes y (a través de esta información) la supervisión de los sistemas y equipos monitoreados por este dispositivo. Esta función deberá recibir información a través de los enlaces de comunicaciones y los contactos disponibles (por ejemplo, falla de alimentación, alarma general, etc.) en los dispositivos inteligentes.

4. La función incluirá la generación de alarmas, permisivos y bloqueos/enclavamientos (por ejemplo, bloqueo de operación en caso de alarmas generales en ambos sistemas de protección de unidad) para el funcionamiento seguro de estos sistemas y las funciones de control asociadas

X. Intercambio de información con otros controladores & E/S remotas

1. Estas funciones serán las funciones estándar del fabricante del sistema DCS, que gestionan los enlaces de comunicaciones con otros nodos (proveyendo diagnóstico, alarmas, etc.).

Y. Permisivos, bloqueos y disparos de software.

1. El Contratista deberá implementar los permisivos, bloqueos/enclavamientos, que surjan de su diseño incluyendo los permisivos y bloqueos/enclavamientos de su investigación de los permisivos y enclavamientos actuales, tal como especificado en esta Sección, como funciones de seguridad en la programación del controlador del DCS.

2. A menos que el Contratista recomiende lo contrario, esta programación deberá realizarse con las funciones estándar de seguridad del fabricante DCS.

Z. Desconexión Automática de Generación.

1. El Contratista deberá implementar una lógica de desconexión automática de generación basada en los lineamientos a ser definidos por UTE y el Despacho de Cargas de Uruguay.

AA. Gestión Interconexión con SCADA Hidroeléctrico UTE

1. El Contratista deberá desarrollar las funciones de interfaz con el SCADA Hidroeléctrico de UTE.

2. Deberá implementar funciones de selección de modos de control, filtrado y limitación de consignas.

BB. Control Automático de Generación

1. Requisitos Generales

a. El objetivo principal del Control Automático de Generación (CAG) deberá ser ajustar la generación de la Central Hidroeléctrica Baygorria para cumplir los requisitos de generación de UTE. Los ajustes necesarios deberán estar basados en el requerimiento de regulación total de generación de la Central determinada por las fuentes que se especifican a continuación:

- Puntos de Ajuste recibidos desde Despacho de Cargas de Uruguay (DCU)
- Valor determinado por el Operador.

b. El algoritmo de regulación de generación del CAG deberá incluir para el cálculo del factor de participación de las unidades, los límites superiores e inferiores que el operador introduce para definir la franja en la que cada unidad podrá participar en la regulación. Estos límites permitirán acotar la participación de las unidades y la Central en función de la Reserva Rotante para la Regulación asignada.

c. El segundo objetivo del CAG deberá ser mantener la frecuencia del sistema de potencia en el valor de referencia, ajustando la generación de la Central dentro del rango de regulación. Los ajustes

necesarios deberán estar basados en la desviación de frecuencia de la frecuencia nominal y deberán asignarse a los generadores en forma de consignas, las cuales deberán ser determinadas sobre la base de los factores de participación de las Unidades, para ser transmitidas al controlador del regulador de las unidades de generación que participan de la regulación de frecuencia.

d. El Contratista deberá suministrar el programa completo de CAG para trabajar conjuntamente con el Control de Lazo Cerrado de Potencia Activa en el controlador del regulador de la turbina de las unidades de generación. El CAG deberá enviar valores de consigna de potencia activa en forma cíclica a los controladores de Lazo Cerrado de Potencia Activa.

e. El Contratista deberá suministrar una aplicación estándar de CAG, la cual deberá permitir configurarse y adaptarse a la funcionalidad requerida para Baygorria y operar en cualquier configuración posible de la subestación de 150kV.

f. El Contratista deberá garantizar que el algoritmo e Interfaz Humano Máquina del CAG podrá ser actualizado y mantenido periódicamente bajo las actualizaciones del CAG estándar del Contratista.

2. Modos de Control del CAG

a. La Central Hidroeléctrica Baygorria podrá estar en cualquiera de los modos de control descritos a continuación. Los algoritmos correspondientes se describen en detalle más adelante.

- Modo CAG Inactivo. En este modo, el CAG no ejecutará el control de potencia activa sobre los generadores y no deberá emitir ninguna consigna de potencia activa a los Controladores del regulador de la turbina.
- Modo CAG Activo, controlando potencia activa. Este deberá ser el modo normal de funcionamiento del CAG de la Central Baygorria. El valor de consigna de generación será dado por el operador.
- Modo CAG Activo, controlando frecuencia. Este será el modo de respaldo para el control de carga y frecuencia del sistema de potencia interconectado.
- Modo CAG Activo, en modo DESPACHO. La consigna de potencia activa para la central de generación será recibida desde DCU.

3. Modos de CAG de las Unidades. Las unidades de generación en línea podrán ser colocadas en cualquiera de los siguientes modos de control:

a. Automático: La unidad participará plenamente para satisfacer el requerimiento total de generación de la Central.

b. Carga Base, sin regulación: La unidad estará con una carga base fija determinada por el operador o un componente del requerimiento de regulación total de generación de la Central. La unidad no participará en satisfacer el requerimiento de regulación total de generación de la Central.

c. Carga Base y Regulación, asistencia: La unidad estará con carga base y no participará en satisfacer el requerimiento de regulación total de generación de la Central hasta que el componente de regulación alcance un valor crítico predeterminado. En operación normal este modo es igual al modo de Carga Base, sin regulación.

d. Local Manual: El generador será cargado manualmente desde el IHM del controlador de unidad o del regulador.

4. Algoritmo del CAG

a. El CAG deberá basarse en el cálculo periódico del Error de Control de Generación (ECG). El cálculo del ECG deberá depender del modo de control del CAG.

b. La constante de polarización de frecuencia deberá ser variable basada en el número de unidades de generación en operación. La constante polarización de frecuencia deberá cambiar automáticamente cuando haya ocurrido un cambio en el estado y conectividad de las unidades.

c. El factor de polarización de frecuencia de barra (L) deberá utilizarse para representar el efecto de generación externa y la carga del sistema. Este factor deberá ser introducido manualmente por el operador por medio del HMI.

d. El valor del ECG deberá ser suavizado por un filtro y el valor filtrado deberá ser distribuido entre las unidades participantes en la regulación por medio de factores de participación. La distribución en las unidades deberá combinarse con los puntos base de las unidades para obtener los valores de consigna de cada unidad. Los valores de consigna de las unidades, en MW serán enviados a los controladores del regulador de la turbina de las unidades.

e. La carga base de las unidades deberá ser introducida manualmente.

f. El cálculo de los valores de consigna deberá tomar en consideración las bandas muertas de la unidad, límites de velocidad de cambio, límites de operación y zonas prohibidas.

g. No se deberán asignar valores de consignas a las unidades de generación en las zonas prohibidas de operación, es decir, rangos de operación donde ocurran fenómenos de vibración y cavitación. El valor de las consignas en el rango de control y la determinación final de los valores de consigna de las unidades por el CAG deberá tomar en cuenta las características de respuesta de las unidades de generación, los límites de operación, la presencia de zonas prohibidas de operación, las bandas muertas

de los reguladores y los ajustes dinámicos necesarios durante los arranques y paradas de las unidades de generación. El Contratista deberá someter a la revisión y aprobación de UTE el detalle del método que propone para el manejo de las zonas de operación prohibidas.

h. El CAG deberá suspenderse automáticamente:

- Cuando la desviación de frecuencia o el valor del ECG excedan un nivel predefinido.
- Cuando la señal de las mediciones de MW o frecuencia no estén disponibles.
- Cuando se recibe una señal de disparo por el sistema automático de desconexión de generación (DAG).

i. El diseño del CAG deberá estar provisto con las características necesarias para que las transferencias de modo de control no ocasionen cambios bruscos ni perturbaciones transitorias en las variables controladas.

j. Se deberá proveer supervisión activa de los lazos de consignas en los controladores del regulador de la turbina, para detectar problemas de instrumentación. La ocurrencia de cualquier falla en el Lazo de Control de Potencia Activa deberá suspender el CAG de la Unidad, deberá interrumpir inmediatamente la emisión de comandos al regulador de la turbina y deberá generar las alarmas específicas para el CAG.

k. El Contratista deberá describir las características del CAG ofrecido, especialmente en referencia al filtro o filtros utilizados, y ley de control (por ejemplo: PI o PID)

9.1.2.15 Manuales

A. Para todo el software de esta Sección, se proporcionará un manual específico desarrollado para la Central Baygorria siguiendo los requerimientos generales de entrega de documentación, con secciones que deberán detallar para la configuración específica suministrada a UTE en las versiones finales del software "como construido", como sigue.

1. Instalación del software: esta sección debe detallar todos los pasos de instalación necesarios para llevar a cabo este procedimiento asumiendo un sistema vacío. Esta secuencia debe incluir detalles de qué software debe instalarse primero, y opciones de instalación específicas aplicables a UTE.

2. Configuración del software: esta sección detallará todos los pasos de puesta en servicio del software y las opciones de configuración y los parámetros aplicables a UTE.

3. Descripción del programa: esta sección proporcionará una descripción detallada de todos los programas desarrollados específicamente

para UTE, incluidos diagramas de bloques, funciones de subrutina, parámetros estándar, fallas, lista de errores y sus combinaciones, y otra información según sea necesario.

4. Código de software: todo el código personalizado desarrollado para UTE se adjuntará al manual, con una introducción narrativa que describa el objeto que llama al código/bloque, qué hace, qué fuente de entradas requiere y qué datos de salida proporciona. Todo el código del software debe estar bien documentado con comentarios detallados.

9.1.3 Ejecución

A. Para requerimientos generales de ejecución debe referirse al Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales - 1.A.01 Generalidades.

B. Para identificación de cables, conductores, canalizaciones (bandejas, ductos, etc.), equipos, señales, etc. debe referirse al Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales - 1.A.01 Generalidades.

C. El Contratista/Proveedor es responsable de suministrar todos los materiales, mano de obra y equipo necesarios para la instalación de la modernización completa del sistema de control y mando de la Central.

D. El trabajo de instalación incluirá, pero no se limitará al desmontaje/remoción del equipo existente y la instalación de nuevo equipo para los sistemas de control y mando, incluyendo todos los trabajos requeridos no específicamente explícitos en estos Documentos, pero necesarios para proveer un sistema de control y mando completo, listo para usar, tales como trabajos civiles, mecánicos, eléctricos e instrumentación.

E. Herramientas, escaleras, andamios, equipos, arañas, aparejos, calentadores, instrumentos de medición de precisión, cuñas y materiales incidentales tales como pernos, cuñas, cinchas, insertos para concreto, insertos para puesta a tierra, electrodos, etc. necesarios para instalar, ajustar, probar en sitio y dejar los sistemas listos para funcionamiento completo, serán proporcionados por el Contratista/Proveedor.

F. Cuando las especificaciones del producto incluyen un fabricante designado, con o sin número de modelo, y también incluyen requisitos de rendimiento, los productos del fabricante deben cumplir con las especificaciones de rendimiento.

G. El Contratista/Proveedor inspeccionará los materiales y el equipo en busca de signos de humedad, picaduras, corrosión, óxido, u otros efectos nocivos de almacenamiento. El Contratista no deberá instalar material o equipo que muestre dichos efectos. El Contratista deberá retirar material o equipos dañados del Sitio y agilizar la entrega de material o equipo nuevo idéntico. Las demoras en el Trabajo que resulten del daño del material o del equipo que requiera la adquisición de nuevos productos se considerarán demoras dentro del control (atribuibles) del Contratista.

H. Desmontaje/remoción de equipo existente, cableado y tubería:

1. Desconecte y remueva los dispositivos y equipos siguiendo los requerimientos del Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales - 1.A.01 Generalidades.

9.1.3.1 Plan de Instalación

A. General.

1. Para mantener un funcionamiento confiable de la planta durante el proceso de renovación, la instalación del nuevo equipo DCS se realizará de forma gradual por unidades hasta que todas las unidades hayan sido renovadas. Se debe desarrollar un plan de instalación para el DCS y el cableado de interconexión de manera tal que no perturbe el funcionamiento de los sistemas existentes.

2. El Contratista deberá preparar un plan de instalación tomando en cuenta secuencia de las actividades de construcción e interface con UTE y someterlo para la aprobación correspondiente de UTE.

B. Construcción por fases.

1. La instalación de los equipos relacionados con la unidad, como los tableros de control de unidad, la integración con los equipos de control de turbina (tales como la planta hidráulica, los actuadores, etc.), los sistemas de distribución de potencia (alterna y continua), los equipos de maniobra de media tensión, el sistema de excitación, los sistemas de protecciones, etc., se deberán llevar a cabo durante la parada de unidad. Los tableros de control existentes en la sala de control actual, permanecerán en su lugar hasta que todas las unidades hayan sido renovadas. Esto ayudará a garantizar que todas las unidades que no estén en proceso de renovación permanezcan operativas durante el período total de renovación. También permite el desmontaje completo de toda la sala de control al final de la última unidad. La intención es no alterar los cables de control existentes en las unidades que no están siendo renovadas hasta que todas las unidades hayan sido transferidas al nuevo sistema de control DCS.

2. Una vez completada la renovación final de la Central (unidades y servicios comunes), vertedero y subestación, el Contratista desconectará de la sala de control el equipo de control y mando existente cuyas funciones hayan sido transferidas al nuevo sistema. En este punto, todas las unidades, el control supervisión de los servicios comunes, el control del vertedero y el monitoreo de la subestación (con operación de los interruptores y seccionadores correspondientes a las bahías de unidad) deben haberse transferido al nuevo sistema.

3. Las funciones de control de la subestación que no se transfieran al nuevo sistema de control y mando, serán eventualmente transferidas al SCADA de Transmisión de UTE. El Contratista no removerá o

desconectará ningún equipo o instrumento que afecte a la operación de la subestación.

4. El procedimiento y cronograma de desmontaje debe ser aprobado por UTE.

9.1.3.2 Requerimientos de Prueba

A. General

1. Para requerimientos generales de pruebas referirse al Volumen III – Parte A – Especificaciones Técnicas Generales – 3.A01. Generalidades.

2. El Contratista deberá preparar un procedimiento de pruebas y presentarlo para revisión y aprobación, siguiendo los requisitos del Volumen II – Parte A – Condiciones Contractuales.

3. Procedimientos. Los procedimientos deberán describir:

a. Las condiciones previas y las asunciones de la prueba, los pasos detallados que se deben tomar para cada prueba y la verificación de los resultados de cada paso.

b. La configuración de la prueba, el simulador de hardware y software, las herramientas de medición, el calendario completo de la prueba, los formularios para registrar los resultados de la prueba, la clasificación de las discrepancias, el proceso para corregirlas, y el procesamiento de los informes de la prueba.

B. Procedimientos de Prueba

1. General

a. Los procedimientos de prueba deben incluir como mínimo:

- Pruebas de hardware y software del sistema de control y mando,
- Pruebas de integración del DCS a los diferentes sistemas, diferentes tipos de dispositivos inteligentes y controladores externos
- Pruebas del sistema de sincronización de unidad,
- Pruebas del sistema de monitoreo en línea de la condición de la turbina y el generador.
- Pruebas de los enlaces con el SCADA Hidroeléctrico y SCADA de Transmisión de UTE
- Pruebas de enlace con Despacho de Cargas de Uruguay (DCU).
- Pruebas de los enlaces con sistemas históricos (Osisoft PI) y de mantenimiento (Máximo) de UTE (Generación).

- Verificación de los sistemas de nivel superior, tales como el sistema histórico, los sistemas de diagnóstico, reportes, etc.
- Como mínimo, los procedimientos paso a paso incluirán la verificación de:
 - Los componentes y el ensamblaje del hardware cumplen con las especificaciones y los planos del fabricante aprobados más recientes por el UTE.
 - Pruebas de redundancia.
 - Los protocolos de software para todos los puertos de comunicación externos entre dispositivos inteligentes son funcionales.
 - Las bases de datos son precisas y contienen todos los puntos de E/S identificados por los últimos documentos aprobados por UTE.
 - Las visualizaciones gráficas son completas y funcionales.
 - Todas las entradas y salidas son funcionales y están calibradas correctamente.
 - La lógica de operación del software para los diversos sistemas cumple con los requisitos de las especificaciones y los últimos documentos del Contratista aprobados por el Ingeniero.
 - Las redes funcionan correctamente.

2. Pruebas previas a las pruebas en fábrica (Pre-FAT)

a. Las pruebas previas a las pruebas en fábrica deberán ser realizadas por el Contratista para verificar que el sistema, totalmente integrado, cumpla con todos los detalles funcionales requeridos, y que el sistema cumpla con los requisitos de respuesta y utilización de recursos.

b. Las pruebas previas a las pruebas en fábrica deberán seguir completamente los procedimientos de pruebas en fábrica aprobados por UTE.

c. El Contratista deberá corregir todas las discrepancias encontradas en las pruebas previas a las pruebas en fábrica, antes de que puedan iniciarse las Pruebas de Aceptación de Fábrica (FAT).

3. Pruebas de Aceptación en Fábrica (FAT)

a. El Contratista deberá notificar a UTE de las Pruebas de Aceptación en Fábrica 60 días antes de la fecha de comienzo de las mismas.

b. La FAT se iniciará con una confirmación de que las pruebas de integración completa del sistema realizada por el Contratista fueron exitosas. Una vez completada la integración del sistema, el Contratista llevará a cabo los procedimientos de prueba FAT.

c. La FAT será una prueba completa de todas las características y funciones del sistema suministradas. Esto incluirá, entre otros:

- Los programas de aplicación,
- Las bases de datos,
- Las pantallas,
- El hardware,
- Los datos históricos y las herramientas de reporte,
- El software,
- Las comunicaciones,
- La integración con otros controladores,
- La integración con los dispositivos inteligentes,
- Los enlaces de comunicaciones con UTE,
- La seguridad del sistema y
- El cumplimiento del estampado de tiempo.

El FAT es una prueba formal presenciada por UTE o sus representantes.

d. Los representantes de UTE presenciarán las FAT y examinarán el sistema y las partes para verificar la integridad de los materiales, la mano de obra y el cumplimiento de las especificaciones. Durante el período de prueba FAT, el Subcontratista hará lo siguiente:

- Poner a disposición todo el cableado temporal necesario; equipos de prueba y dispositivos requeridos para las simulaciones FAT y de puntos de entrada/salida.
- Probar las piezas de repuesto, si las hubiera, en forma rotativa.
- Simular todas las condiciones necesarias para probar todos los escenarios posibles y los mensajes de error del software.

e. Pruebas de las funciones del DCS: Las pruebas deben ser completas y representativas de todas las funciones proporcionadas ya sea que estén especificadas o no.

f. Pruebas de redundancia: deberán realizarse pruebas de cambio de equipo/procesador activo manuales y automáticas adecuadas para todos los sistemas que tengan equipo/procesadores redundantes/duales, circuitos redundantes o fuentes de energía redundantes. Se deben verificar

rigurosamente con todos los elementos del sistema activo, comprobando que las funciones no se interrumpan o degraden durante las transiciones.

g. Base de datos y pruebas de visualización:

- Se deben verificar todas las pantallas del sistema y un muestreo del 100% para cada tipo de punto en la base de datos.
- Si se encuentran errores en la base de datos durante la FAT, UTE se reserva el derecho de verificar toda la base de datos (punto por punto) según se considere necesario.

h. Presencia de UTE en las FAT:

- UTE se reserva el derecho de enviar representantes a lo siguiente:
 - Inspeccionar cualquiera o todos los equipos antes y durante la FAT, y
 - Presenciar cualquier control de calidad de fábrica y pruebas previas de aceptación del Contratista y de cualquiera de sus subcontratistas.

i. Si el UTE decide enviar testigos a la FAT, las partes también cumplirán con lo siguiente:

- Los representantes autorizados de cada parte deben revisar cada paso en las pruebas y firmarlas después de completar con éxito. Deberán identificar y firmar cualquier fallo específico por escrito. Después de la corrección de estas discrepancias, si las hubiera, se volverán a realizar las pruebas y a firmar las aceptaciones de los resultados, según corresponda.
- UTE será responsable de los gastos de viaje y estadía de sus representantes mientras estén en las visitas programadas a la fábrica.
- El Contratista proporcionará una copia de la revisión más actualizada de los procedimientos FAT revisados a cada uno de los representantes del UTE, y deberá tener al menos una (1) copia de todos los documentos de referencia para consulta en el lugar de pruebas para ser consultado por UTE en cualquier momento.

j. Pruebas de hardware:

- Las pruebas de diagnóstico de hardware deben ejecutarse primero para garantizar que cada equipo esté en condiciones de realizar las pruebas y funcione correctamente.

- Todos los dispositivos a ser utilizados en las pruebas también deberán comprobarse lo más completamente posible de forma independiente, utilizando un equipo o dispositivo de prueba adecuado.

k. Pruebas de inicialización/reinicio: deberá probarse la capacidad de los dispositivos del sistema para inicializarse y reiniciarse automáticamente después de una falla de alimentación u otra anomalía.

l. Pruebas de software:

- Después de que se hayan completado con éxito las pruebas de hardware, se deben verificar todos los requisitos funcionales especificados del sistema, así como los módulos de software, utilizando simulaciones predefinidas según sea necesario.
- La operación correcta para cada tipo de característica y función debe ser verificada. Sin embargo, si se encuentran muchos errores durante la FAT, UTE se reserva el derecho de verificar todas las funciones y funciones según se considere necesario.
- Todos los errores posibles y mensajes de ayuda serán probados.

m. Pruebas de Capacidad de Resistencia a Sobretensiones (SWC): Deben realizarse según sea necesario para garantizar que las entradas y salidas del sistema cumplan con los requisitos de IEEE C37.90.1

n. Pruebas del sistema:

- Se simularán los niveles de actividad del sistema, se simulará la operación en tiempo real y se evaluará la capacidad de respuesta de la HMI a las solicitudes del operador para probar todo el sistema como una unidad integrada.
- Las pruebas del sistema incluirán, pero no se limitarán a lo siguiente, según corresponda:
 - Pruebas de los programas de aplicación,
 - Capacidad del sistema de comunicación y pruebas de carga de los procesadores del DCS en diferentes escenarios probables,
 - Pruebas de generación y edición de bases de datos,
 - Pruebas de enlace de datos,
 - Pruebas de creación y modificación de pantallas.
 - Pruebas de operación de los puntos de entrada/salida,

- Pruebas de Cumplimiento de la seguridad del sistema, y
 - Pruebas de acceso remoto.
 - Pruebas de temperatura: se ejecutarán según sea necesario para verificar los datos publicados por el fabricante.
 - Pruebas de estampado de tiempo y sincronización de tiempo: se realizarán según sea necesario para demostrar el cumplimiento de los requisitos de estampado de fecha/hora contenidos en esta especificación.
 - Otras pruebas: Todas las características del sistema no especificadas pero proporcionadas aplicables deberán probarse o simularse, según sea posible.
- o. Performance del Sistema. La última parte de la FAT se dedicará a las pruebas de performance del sistema utilizando los escenarios de control normales y de emergencia (avalancha de datos).
- p. Informes de prueba:
- Los informes de prueba se proporcionarán después de completar las pruebas.
 - Los informes de prueba contendrán toda la información necesaria para crear una base ("baseline") del sistema, reproducible, que sirva para referencia de las pruebas en el Sitio. Esta información deberá estar en el formato más conveniente para ser accedida y recuperada en el sistema. Estos formatos podrán ser documentos electrónicos (bases de datos, programas de aplicación, archivos de configuración, datos de prueba/simulación, etc.) o en papel.
- q. Todas las discrepancias encontradas en el FAT deberán corregirse antes del envío del sistema.

4. Pruebas de Aceptación en Sitio (SAT)

a. Después de la instalación del DCS en Sitio, el Contratista llevará a cabo pruebas de aceptación en Sitio (SAT).

b. El Contratista deberá desarrollar un documento detallado del procedimiento SAT para su revisión y aceptación por parte de UTE antes de comenzar con las pruebas SAT. El procedimiento de prueba incluirá, pero no se limitará a, lo siguiente:

- Controles de dimensión y acabado.
- Controles de montaje e instalación contra las instrucciones del fabricante.

- Pruebas funcionales de equipos y software que confirmen el funcionamiento correcto del controlador, HMI y los sistemas de comunicación. Las pruebas estarán basadas en las pruebas realizadas en la fábrica, con la diferencia que la simulación de procesos no será aceptada.
- Calibración y prueba de dispositivos de protección.
- Prueba de operación y funcionalidad de todos los modos de control y entradas del operador.

c. El Contratista deberá preparar formularios de prueba apropiados para cada sistema probado. Se notarán las variaciones cuando el sistema no cumpla con la especificación o los documentos más recientes aceptados por UTE. Todas las variaciones se corregirán a expensas del Contratista, y se volverá a probar el sistema, antes de que el equipo se considere totalmente comisionado y listo para el servicio.

d. El SAT incluirá la configuración y calibración de todas las funciones de protección del tablero de control de la unidad (por ejemplo, funciones de protección del regulador, funciones de protección del monitor en línea de la condición de la turbina y el generador, sincronizador automático, relé de comprobación de sincronismo ("synchro-check"), etc.).

e. Pruebas de los tableros de control y controladores del DCS.

- El Contratista deberá demostrar todas las comunicaciones de los controladores DCS con los servidores, HMIs y todos los dispositivos de campo. Estas pruebas deberán ser presenciadas y aceptadas por UTE antes de comenzar con las pruebas en el Sitio (SAT).
- El Contratista deberá verificar la calibración de todas las entradas y salidas analógicas del controlador, inyectando señales con por lo menos cuatro valores que abarquen el rango de la señal analógica.
- Después de que se hayan calibrado los puntos analógicos del DCS, el sistema deberá ser probado por el Contratista para verificar que todas las entradas y salidas discretas del sistema DCS y del sistema HMI sean correctas. Todos los puntos deben ser verificados de extremo a extremo. Por ejemplo, las entradas de estado de la válvula deberán verificarse operando la válvula, y una salida de arranque de bomba deberá verificarse usándose para encender la bomba. Las pruebas simuladas solo se permitirán cuando no exista una alternativa práctica. Las pantallas HMI deberán verificarse al mismo tiempo para ver si están correctas. Se utilizará una lista de verificación de E/S para

registrar los resultados de la prueba y se le proporcionará una copia a UTE al finalizar las pruebas.

5. Pruebas del sistema/Ensayos Conjuntos

a. Cuando se haya certificado la instalación del DCS y se haya completado la calibración de los bucles analógicos y las pruebas de E/S discretas, El Contratista deberá realizar las pruebas del sistema de acuerdo con los procedimientos de prueba aceptados. Las pruebas del sistema deberán operar los diversos subsistemas del DCS para verificar el cumplimiento con todos los requisitos funcionales especificados, incluidos los modos de control manual y automático, local y remoto y los enclavamientos de DCS.

b. El Contratista deberá ejercitar los sistemas a través de pruebas operativas en presencia de UTE para demostrar el desempeño especificado. El Contratista deberá coordinar las pruebas del sistema/ensayos conjuntos del DCS con las pruebas del regulador de velocidad de la turbina, el sistema de excitación digital y el conjunto turbina/generador (con todos sus auxiliares), y programar las pruebas entre todas las partes involucradas de tal manera que los ensayos conjuntos pruebas puedan realizarse sin retrasos, ni interrupciones por trabajos incompletos.

c. El Contratista deberá verificar el funcionamiento correcto de cada función de control/monitoreo del DCS, incluidas las pantallas de supervisión, gráficos de tendencias, informes, pantallas de control, sistemas de registro de eventos (internos y externos) y resúmenes de alarmas y registros durante la fase de prueba del sistema/ensayo conjunto de este Proyecto. Durante las pruebas del sistema/ensayo conjunto, los representantes del Contratista para este Sistema (diseñadores, fabricantes del sistema DCS, etc.) estarán disponible en el Sitio de manera continua. Estos representantes deberán ser capaces de solucionar problemas, modificar la programación y configuración del sistema incluyendo los sistemas de comunicaciones.

d. El Contratista deberá preparar un informe de finalización de las pruebas del sistema/ensayo conjunto cuando cada parte del sistema y cada aspecto del software hayan sido probados con éxito. El informe notará cualquier problema encontrado y qué acción se requirió para corregirlos. Asimismo, incluirá una certificación de que los sistemas se han probado integralmente, están completos y funcionales de acuerdo con todos los requisitos de especificación.

9.1.3.3 Entrenamiento.

A. Al finalizar la instalación, el Contratista deberá proporcionar entrenamiento al personal de UTE en la operación y el mantenimiento de los equipos suministrados en esta Sección.

B. La capacitación a UTE será para no menos de 30 personas del personal de operación y mantenimiento de UTE. La capacitación en Sitio se realizará en tres sesiones de no menos de 40 horas por sesión.

C. Detalles del curso:

1. El Contratista deberá proporcionar la agenda y el contenido del curso de capacitación para revisión por parte de UTE al menos 8 semanas antes de la capacitación.

2. Durante el proceso de diseño, el Contratista revisará el cronograma e incluirá detalles completos sobre el contenido y la duración de cada curso aplicable.

3. Los cursos realizados por el fabricante deberán incluir como mínimo, entre otros:

a. Entrenamiento Común:

- Teoría de operación
- Prácticas de mantenimiento recomendadas
- El uso de todas las herramientas de mantenimiento y diagnóstico y equipos de prueba.
- Diagramas de bloques de instalación/configuración de equipos y software, y resolución de problemas ("troubleshooting")

b. Entrenamiento de Mantenimiento

- Proveer capacitación en mantenimiento del sistema para permitir que el personal de UTE realice un mantenimiento de rutina y preventivo, solucione problemas y repare todo el hardware suministrado con el sistema. El curso deberá enfatizar las medidas de seguridad y las áreas que pueden requerir mantenimiento periódico, reajuste, reinicio, verificación o recalibración. Las instrucciones de mantenimiento y reparación deben asumir que el personal de UTE reparará el equipo reemplazando componentes discretos ("assemblies") tales como plaquetas y módulos, y no incluirá instrucciones sobre la reparación a nivel de la plaqueta del circuito (reemplazo de componentes electrónicos).
- La capacitación deberá cubrir al menos los siguientes temas:
 - Mantenimiento preventivo, programado para todos los equipos;
 - Función y funcionamiento normal de las plaquetas de circuitos y módulos;

- Diagnóstico de fallas de hardware a la placa o módulo con falla;
 - Extracción y sustitución de placas de circuito y módulos extraíbles
 - Mantenimiento de emergencia y procedimientos de restauración.
- Desarrollar el programa de capacitación en mantenimiento teniendo en cuenta que el personal tiene experiencia en el mantenimiento y reparación de productos electrónicos y un conocimiento general de los sistemas informáticos, pero no necesariamente está familiarizado con el hardware específico suministrado.

c. Entrenamiento de Programación

- Proporcionar entrenamiento para formar un programador básico para el software DCS y HMI suministrado.
- Como mínimo, proveer capacitación para programadores en los siguientes temas:
 - Procedimientos de copia de seguridad del sistema y recarga desde la copia de seguridad;
 - Ingreso de puntos de E/S y de la base de datos;
 - Programación de funciones lógicas;
 - Programación y sintonización de bucles PI/PID como los utilizados en la función de regulador de velocidad de turbina;
 - Recuperación de errores e interpretación de errores;
 - Configuración del protocolo de comunicación y diagnóstico.
 - Modificaciones de pantalla HMI y adiciones; y
 - Procedimientos de etiquetado de datos HMI.

4. Certificación de los Asistentes. Dentro de los diez días posteriores a la finalización de cada clase, el proveedor del sistema deberá presentar a UTE lo siguiente:

- a. Una lista de todo el personal de UTE que asistió a la clase.
- b. Una evaluación del personal de UTE que asistió a la clase a través de una prueba escrita u otra evaluación equivalente.
- c. Una copia del texto impreso utilizado durante la clase con todas las notas, diagramas y comentarios. Esta documentación deberá estar contenida en el manual de capacitación.

5. Documentación:

a. El Contratista proporcionará manuales adecuados y no retornables a cada una de las personas que atiendan el entrenamiento.

b. El Contratista deberá incluir todos los materiales de capacitación que se entregarán a cada estudiante para cada curso de capacitación.

c. El Contratista también proporcionará dos juegos de copias de cada curso de capacitación (en formato electrónico y físico) a UTE para que el departamento de capacitación de UTE lleve a cabo futuros cursos de capacitación.

d. A menos que se especifique lo contrario, el Contratista asumirá que aproximadamente 10 miembros del personal de UTE, compuesto por futuros instructores de capacitación y personal de evaluación de ingeniería, asistirán a cada curso de capacitación, adicionales al personal de operación y mantenimiento de UTE mencionado anteriormente.

e. Calificaciones del instructor: Los instructores deben ser ingenieros o técnicos competentes certificados, experimentados, expertos y capacitados específicamente en el área a cubrir por el curso. Los instructores deberán tener fluidez en el idioma castellano hablado y escrito.

f. Idioma: Los manuales del curso deberán estar escritos en castellano. Todas las sesiones del curso se realizarán en castellano.

g. Ubicación: Los cursos de capacitación se realizarán en Sitio en los lugares que determine UTE.

9.2 SISTEMA DE PROTECCIONES

9.2.1 General

9.2.1.1 Alcance del Trabajo

D. El Contratista suministrará todos los servicios de ingeniería, supervisión, mano de obra, materiales, equipos, instrumentos, herramientas, planos y documentación necesarios para el diseño, fabricación, suministro, integración, montaje en fábrica, inspección, pruebas de fábrica, instalación, pruebas en campo, puesta en marcha, soporte hasta la fecha de emisión del certificado de toma de posesión de UTE hasta la recepción definitiva del Proyecto Completo, prueba después de la finalización, y servicios de capacitación y mantenimiento enumerados a continuación, incluyendo todos los equipos y accesorios necesarios y/o usualmente suministrados para la operación segura, eficiente y confiable de los equipos, ya sea que dichos ítems estén o no mencionados específicamente en las especificaciones, incluyendo el suministro de piezas de repuesto y cualquier herramienta especial necesaria para el montaje:

1. Reemplazo completo del sistema de protecciones de la Central Baygorria por un Sistema de Protección basado en microprocesadores, compuesto por los siguientes componentes principales:

- a. Sistemas de Relés Multifunción para Protección de Unidad
- b. Sistemas de Registro de Fallas de la Unidad
- c. Sistemas de Medición de Parámetros Eléctricos de Unidad y Servicios Propios
- d. Paquetes de Software Estándar
- e. Piezas de Repuesto

E. El Contratista deberá incluir todos los equipos, interfaces, software y accesorios necesarios para las protecciones de las unidades incluyendo, para cada una:

- 1. Protecciones Primarias y Secundarias de Generador
- 2. Protecciones Primarias y Secundarias de Transformador de Unidad
- 3. Protecciones Primarias y Secundarias de Grupo (Unidad)
- 4. Protecciones de Transformador de Servicios Propios
- 5. Protecciones de Transformador de Población (solo unidades 1 & 3)
- 6. Registradores de Fallas
- 7. Medición de Parámetros Eléctricos del Generador
- 8. Medición de Parámetros Eléctricos del Transformador de Unidad
- 9. Medición de Parámetros Eléctricos del Transformador de Servicios Propios
- 10. Medición de Parámetros Eléctricos del Transformador de Población (solo unidades 1 & 3)

F. Estas especificaciones están escritas utilizando las referencias de las normas ANSI/IEEE como base. Sin embargo, sistemas diseñados en pleno cumplimiento de estándares IEC comparables, que presenten un rendimiento comparable, son aceptables. Los sistemas están obligados a demostrar cumplimiento con la norma IEEE o IEC usada como base de diseño. Sin embargo, el cumplimiento deberá ser completo a un estándar (ya sea IEEE o IEC), aunque el sistema pueda cumplir con ambos.

G. El Contratista es responsable de leer esta sección junto con las otras secciones de especificaciones del Contrato, y de coordinar e integrar los equipos y sistemas provistos bajo esta sección con los equipos y sistemas provistos por otras secciones y los equipos y sistemas existentes para garantizar la compatibilidad con los equipos y sistemas suministrados.

H. UTE proporcionará información sobre las protecciones existentes, incluyendo aquellas que no sean parte de esta modernización, necesarios para que el Contratista realice la coordinación de diseño correspondiente durante el diseño intermedio y final.

I. El Contratista será responsable del desmontaje y disposición final de los equipos de protecciones existente. Referirse al Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades y 3.A.02 Trabajos en Obra.

J. Todos los equipos, dispositivos y prestaciones características no específicamente previstos en esta Especificación, pero necesarios para un sistema de protecciones completo, deberán ser incluidos por el Contratista en el alcance de su trabajo.

K. El Contratista deberá preparar el envío del equipo según sea necesario para evitar daños durante el transporte, entregar y almacenar en Sitio todo el equipo proporcionado en virtud de este Contrato, siguiendo los requerimientos de embalajes, manipuleo transporte y almacenamiento incluidos en el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales.

L. El Contratista deberá cumplir con todos los requerimientos de la Parte A, Sección 2, para todos los entregables, tales como planos de taller ("shop drawings"), datos técnicos, documentación de control de calidad, instalación, configuración, y documentación de operación y mantenimiento.

M. El Contratista deberá, cuando sea necesario, modificar circuitos existentes y reemplazar relés de salida/disparo, relés repetidores, conmutadores de control, terminales, y todo otro equipo o dispositivo auxiliar necesarios para el correcto funcionamiento de los sistemas suministrados bajo esta Sección.

N. Integración

1. El Contratista deberá integrar los equipos suministrados en esta Sección en el sistema de control y mando (DCS) de la Central.

9.2.1.2 Sistema de Protecciones Actual

O. General

1. Las protecciones actuales se encuentran centralizadas en tableros ubicados en el local de cables de la cota EL +53,15 alimentados desde el sistema de corriente directa existente (220Vcc).

2. Las protecciones actúan directamente en los circuitos de control y mando eléctricos proveyendo permisivos, enclavamientos y disparos a través de contactos incluidos en la lógica de relés.

3. El sistema de protecciones ha sido modernizado recientemente con relés basados en microprocesador. El arreglo de relés y las funciones de protección se encuentran diseñadas para la configuración actual del generador, los servicios auxiliares/proprios, y transformadores elevadores. El esquema de protecciones y las funciones de protección del mismo responden al esquema original, por lo tanto la inclusión de un sistema de aterramiento del neutro del alternador, el nuevo interruptor de generador, y el nuevo arreglo de los servicios propios de la unidad no están cubiertos.

4. El sistema de protecciones actual no se encuentra integrado al sistema de control y mando o al sistema SCADA.

9.2.1.3 Referencias

P. Acrónimos

1. Se interpretarán de acuerdo con los Documentos del Contrato. Cuando un acrónimo tiene más de un significado, el significado apropiado depende del contexto de la oración donde se usa.

- a. DCS: Sistema de Control Distribuido
- b. FAT: Prueba de Aceptación en Fábrica
- c. PTP: Protocolo de Tiempo de Precisión (“Precision Time Protocol”)
- d. SAT: Prueba de Aceptación en Sitio
- e. UTE: Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas

Q. Normas

1. General

a. El trabajo especificado en esta Sección se realizará de acuerdo con las normas y regulaciones aplicables del Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales.

b. Normas aplicables listadas en las Secciones Relacionadas.

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE, www.ieee.org)	

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
81	Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System
142	Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems
145	Standard Definitions of Terms for Antennas
229	Method for Measuring the Effectiveness of Electromagnetic Shielding Enclosures
472	Guide for Surge Withstand Capability Tests
829	Standard for Software Test Documentation
1008	Software Unit Testing
1074	Developing a Software Project Life Cycle Process
1100	Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment (Emerald Book)
12207	Standard for Information Technology-Software Life Cycle
1588	Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems
C37.90.1	Surge Capability Tests for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus
C37.2	IEEE Standard for Electrical Power System Device Function Numbers, Acronyms, and Contact Designations
C37.90	IEEE Standard for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus
C37.90.1	IEEE Standard Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Protective Relays and Relay Systems
C37.91	Guide for Protective Relay Applications to Power Transformers
C37.101	Guide for Generator Ground Protection
C37.102	IEEE Guide for AC Generator Protection
C37.110	IEEE Guide for Application of Current Transformers Used For Protective Relaying Purposes
C37.111	IEEE/IEC Measuring relays and protection equipment
C37.119	Guide for Breaker Failure Protection of Power Circuit Breakers
C37.233	Guide for Power System Protection Testing

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
C50.12	IEEE Standard for Salient-Pole 50Hz and 60Hz Synchronous Generators and Generator/Motors for Hydraulic Turbine Applications Rated 5 MVA and Above
C57.12.00	IEEE Standard for Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers
C57.12.01	IEEE Standard General Requirements for Dry-Type Distribution and Power Transformers, Including Those with Solid-Cast and/or Resin Encapsulated Windings
C57.13	IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers
C57.13.1	IEEE Guide for Field Testing of Relaying Current Transformers
C57.13.2	IEEE Standard Conformance Test Procedures for Instrument Transformers
C57.13.3	IEEE Guide for Grounding of Instrument Transformer Secondary Circuits and Cases
C57.13.6	IEEE Standard for High-Accuracy Instrument Transformers
C62.41.1	Guide on the Surge Environment in Low-Voltage (1000 V and Less) AC Power Circuits
C62.41.2	Recommended Practice on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000 V and Less) AC Power Circuits
C62.42	Guide for the Application of Component Surge-Protective Devices for Use in Low-Voltage [Equal To Or Less Than 1000 V (Ac) or 1200 V (Dc) Circuits]
C62.43	Guide for the Application of Surge Protectors Used in Low-Voltage (Equal to or Less Than 1000 V, Rms, Or 1200 V, DC) Data, Communication and Signaling Circuits
C62.92	IEEE Guide for the Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems Part II-Grounding of Synchronous Generator Systems
C62.92.2	IEEE Guide for the Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems Part II-Synchronous Generator Systems
115	IEEE Guide: Test Procedures for Synchronous Machines
242	Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems
1248	IEEE Guide for the Commissioning of Electrical Systems in Hydroelectric Power Plants
Instrumentation, Systems, and Automation (ISA, www.isa.org)	

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
99-00.01	Security Technologies for Manufacturing and Control Systems
International Electro-technical Commission (IEC, www.iec.ch)	
11801	Information technology – Generic cabling for customer premises
60364	Low-voltage electrical installations
60529	Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)
60664-3	Insulation Coordination for Equipment within Low-Voltage Systems - Part 3: Use of Coating, Potting or Molding for Protection against Pollution
60870-5	Tele-control Equipment and Systems – Part 5: Transmission Protocols
60947-6-1	Low-Voltage Switchgear and Control Gear - Part 6-1: Multiple Function Equipment - Transfer Switching Equipment
61000-4-2	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and Measurement Techniques – Electrostatic Discharge Immunity Test
61000-4-15	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 15: Flickermeter - Functional and Design Specifications
61000-4-30	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-30: Testing and measurement techniques - Power quality measurement methods
61086	Coatings for Loaded Printed Wire Boards (Conformal Coatings)
61131-1	Programmable Controllers – Part 1; General Requirements
61131-2	Programmable Controllers – Part 2; Equipment
61131-3	Programmable Controllers – Part 3; Programming Languages
61158	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems
61508-05	Functional Safety of Electrical-Electronic-Programmable Electronic Safety Related Systems.
61511-SER	Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector – All Parts
61643-11	Surge Protective Devices Connected to Low-Voltage Power Distribution Systems - Part 11: Performance Requirements and Testing Methods

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
61784-1	Digital Data Communications for Measurement and Control -- Part 1: Profile Sets for Continuous and Discrete Manufacturing Relative to Fieldbus Use in Industrial Control Systems.
61850	Communication Networks and Systems in Substations Series
62305-4	Protection Against Lightning - Part 4: Electrical and Electronic Systems Within Structures
62443	Industrial communication networks – Network and system security
International Telecommunications Union (ITU, ITU-R, ITU-T, www.itu.int)	
G.651	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a 50/125 μ m Multimode Graded Index Optical Fibre Cable
G.652	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a Single-Mode Optical Fibre and Cable
G.653	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a Dispersion-Shifted Single-Mode Optical Fibre and Cable
G.655	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a Non-Zero Dispersion-Shifted Single- Mode Optical Fibre and Cable
G.811	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Digital Transmission Systems - Digital Networks - Design Objectives for Digital Networks Timing Characteristics of Primary Reference Clocks
G.812	Timing requirements of slave clocks suitable for use as node clocks in synchronization networks
National Electrical Manufacturers Association (NEMA, www.nema.org)	
250	Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)
ICS 1	Industrial Control and Systems General Requirements
ICS-2	Controllers, Contactors and Overload Relays Rated 600 V
ICS-3	Industrial Systems
ICS-4	Terminal Blocks for Industrial Control Equipment and Systems

Códigos y Estándares	
Número	Título Original
ICS 5	Industrial Control and Systems: Control-Circuit and Pilot Devices
ICS-6	Industrial Control and Systems: Enclosures
MG1	Motors and Generators
ST20	Dry Transformers for General Applications
TR1	Transformers Regulators and Reactors
WC57	Standard for Control, Thermocouple Extension, and Instrumentation Cables
North American Electric Reliability Corporation (NERC, www.nerc.com)	
76-05	Urgent Action Cyber Security Standard
CIP-002	Critical Cyber Asset Identification
CIP-003	Security Management Controls
CIP-004	Personnel and Training
CIP-005	Electronic Security Perimeter(s)
CIP-006	Physical Security of Critical Cyber Assets
CIP-007	Systems Security Management
CIP-008	Incident Reporting and Response Planning
CIP-009	Recovery Plans for Critical Cyber Assets
National Fire Protection Association (NFPA, www.nfpa.org)	
70	National Electric Code (NEC)
Underwriters Laboratories (UL, http://www.ul.com/)	
94	UL Standard for Safety Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances
1449	Standard for Surge Protective Devices

9.2.1.4 Entregables

Referirse al Volumen II Condiciones Contractuales.

9.2.1.5 Requisitos de Integración

R. Requisitos.

1. El Contratista deberá integrar el equipo suministrado bajo este Contrato, los equipos y sistemas existentes.

2. Todas las señales de control y monitoreo para el equipo y los sistemas provistos en otras Secciones se interconectarán digitalmente a través

de enlaces de fibra óptica "certificados" compatibles por el Contratista con el equipo suministrado bajo esta Especificación. Las señales que no sean adecuadas para realizarse por una conexión de red manteniendo los requerimientos de tiempo (por ejemplo, disparos de unidad, disparos provenientes de la subestación, etc.) deberán cablearse a los dispositivos (por ejemplo, relés de interposición o relés de bloqueo).

3. El Contratista deberá diseñar las interfaces de comunicaciones hacia el DCS para que cumplan con los requerimientos que surjan del diseño detallado de los equipos suministrados bajo el Numeral 9.1.

4. El Contratista coordinará, integrará e interconectará los diseños, métodos y técnicas de construcción con los sistemas de comunicaciones, sistemas de control, sistema de corriente continua y sistemas existentes de protecciones fuera del alcance de esta especificación, sin estar limitado a lo siguiente:

a. Requisitos espaciales y de instalación para tableros, paneles, cajas y equipos. Por ejemplo, pero sin limitarse a los siguientes:

- Coordinación con el proveedor de los sistemas de maniobras de media tensión.
- Coordinación con UTE para las modificaciones de los sistemas de existentes que no se removerán en este Proyecto.

b. Rutas de cable comunes, canales/trincheras, requisitos de canalización de bandejas para todos los tipos de cables que se utilizarán, tasas de llenado, requisitos de llenado, disipación de calor y radio de curvatura.

c. Integración de las fuentes de alimentación para asegurar que se suministre la energía adecuada a los diversos voltajes a todos los equipos, y que la clasificación de las fuentes de alimentación primaria sea adecuada para el equipo que se suministrará bajo el Contrato, con una capacidad adicional del 25% o mayor.

d. Capacidad de los sistemas de cable de fibra óptica provistos por el Contratista: la capacidad deberá ser adecuada para cumplir con los requisitos del sistema de protecciones que se suministra bajo el alcance del Contratista más la capacidad adicional requerida para expansiones futuras.

e. Asegurarse de que los sistemas de protección de tierra, iluminación, EMI (interferencia electromagnética) y RFI (interferencia de radiofrecuencia) sean compatibles, y que la conexión de los sistemas especificados en esta Sección a los servicios e instalaciones proporcionados en otras Secciones (dentro del alcance de los sistemas de comunicaciones y control) no degrade el rendimiento, la seguridad o la confiabilidad del sistema de protecciones.

9.2.1.6 Control de Calidad

Referirse al Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades.

9.2.1.7 Requisitos Básicos de Diseño

S. General

1. Seguridad ("Safety"). El Contratista deberá diseñar el Sistema de Protecciones y desarrollar planes de instalación y pruebas siguiendo prácticas de Seguridad basada en Diseño ("Safety by Design") con el fin de reducir los riesgos para los seres humanos, los equipos y el medio ambiente, tanto durante los períodos de construcción y uso final.

2. Función. El sistema de protecciones deberá proteger y monitorear las unidades generadoras, el equipo auxiliar y los equipos de maniobra de media tensión. El sistema incluirá todos los equipos y software necesarios para la protección, indicación, registro de eventos/fallas y medición de parámetros del equipo turbina/generador y sistemas auxiliares, incluyendo los equipos integrados. El sistema de protecciones deberá consistir de un sistema integrado de relés multifunción basados en microprocesadores para soportar, a los niveles de performance requeridos, la ejecución de las siguientes funciones:

a. Protección del Generador. Ésta protección cubrirá desde el neutro del generador hasta el interruptor de generador (inclusive).

b. Protección del Transformador Principal: esta protección cubrirá el transformador principal, solapándose con la protección de unidad.

c. Protección de Unidad: la protección de unidad cubrirá desde el neutro del generador, hasta el lado del bus del interruptor de alta tensión de unidad en la subestación, cubriendo el equipo de maniobra de media tensión hasta la salida de auxiliares (transformador de servicios propios y transformador de población).

d. Medición de Parámetros Eléctricos del Generador: deberá cubrir la medición del generador hasta el interruptor del generador, incluyendo la medición de los parámetros eléctricos de la excitación.

e. Medición de Parámetros Eléctricos del Transformador de Unidad: deberá cubrir la medición del transformador elevador de unidad, incluyendo la medición de tensión del lado del bus del interruptor de alta tensión de unidad.

f. Medición de Parámetros Eléctricos del Transformador de Servicios Propios: deberá cubrir la medición del transformador de servicios propios de la unidad.

g. Medición de Parámetros Eléctricos del Transformador de Población (solo unidades 1 & 3): deberá cubrir la medición del transformador de población asociado a la unidad.

3. Disrupciones en equipos y sistemas existentes. El sistema de protecciones se diseñará para instalación y puesta en funcionamiento en una instalación hidroeléctrica en funcionamiento. El sistema deberá permitir realizar trabajos de construcción en una unidad, servicios auxiliares u otro sistema de la planta sin perturbar el funcionamiento de otros sistemas, tanto para trabajos en el campo como para trabajos en la Sala de Control. La secuencia de trabajo se diseñará para minimizar la duración total de los trabajos en el Sitio.

4. Equipo para uso exterior

a. Todo el equipo que se utilizará ya sea sobre la superficie o sumergido deberá estar diseñado para:

- Tener un nivel mínimo de protección de acuerdo con IEC 60529 (incluso para equipos que normalmente no estarán sumergidos): IP 68 siempre que esté disponible, IP 67 de lo contrario.

b. No requerirá reemplazo por un mínimo de 10 años cuando se realiza el mantenimiento especificado.

c. Los equipos eléctricos y electrónicos deberán estar montados, conectados y protegidos para que sean altamente resistentes a los efectos de descargas eléctricas (e.g.: rayos).

T. Alimentación

1. Tableros de Protecciones de Unidad

a. Se deberán utilizar dos alimentadores de 110Vcc (uno de cada sistema de corriente continua) para alimentar los tableros. El sistema de protecciones utilizará estas fuentes para proporcionar una potencia estable, confiable, protegida y segura para los equipos mediante dispositivos que provean tolerancia a fallas y capacidad de autocuración ("self-healing") del circuito de alimentación. El Contratista deberá proporcionar los convertidores DC-DC necesarios para alimentar los dispositivos del tablero y otros alimentados de él.

b. Un alimentador auxiliar de 220Vca deberá ser usado para usos tales como iluminación, calefacción/ventilación y tomacorrientes de mantenimiento interno.

U. Comunicaciones y Redes

1. General

a. Como mínimo, el Contratista deberá proporcionar comunicación redundante cuando se especifique o muestre en los Planos.

b. El Contratista se asegurará de que los sistemas electrónicos requieran ser configurados en redes se basen en estándares abiertos. No se aceptarán protocolos de redes propietarias.

c. A menos que se especifique lo contrario, las redes utilizadas por los sistemas de protecciones deberán estar completamente aisladas de cualquier red externa.

d. Redes de área local: a menos que el fabricante del sistema recomiende lo contrario y UTE lo apruebe, el equipo LAN deberá ser de Ethernet Gigabit o mejor, detección automática, con conexiones 1000Base-T/SX/LX o superior.

2. Conectores

a. Conectores de Fibra Óptica

- El Contratista propondrá un tipo de conector estandarizado por tipo de Red. Los conectores para todas las redes serán los mismos. Los tipos de conectores aceptables son SC y conectores LC de factor de forma pequeño ("SFF").
- Las férulas deberán estar hechas de cerámica de zirconio o de un material de mejor calidad.
- Los conectores de fibra óptica deben cumplir con los requisitos aplicables de EIA 568, ISO/IEC 11801 y EIA 604-3 (FOCIS).
- La pérdida de inserción del conector no debe exceder 0,5 dB.

b. Conectores para cable UTP

Los conectores para cable UTP deberán ser del tipo RJ-45 con conexión a tierra.

V. Requerimientos Generales para Sistemas Informáticos y Software.

1. Referirse a los requerimientos aplicables del Numeral 9.1.

W. Seguridad de Tecnologías de la Información y Operación (IT/OT). Referirse a los requerimientos aplicables del Numeral 9.1.

X. Sincronización de Tiempo

1. Todos los relés multifunción basados en microprocesadores, medidores de parámetros eléctricos, registradores de falla, despliegues de tiempo, equipos de red (routers, switches, gateways, etc.) y todos demás dispositivos provistos de reloj(es) interno(s) se sincronizarán con la señal de reloj proporcionada por los Sistemas de Sincronización de Tiempo especificados en el Numeral 9.1.

Y. Licencias. Referirse a los requerimientos aplicables del Numeral 9.1.

Z. Coordinación e interoperabilidad. Referirse a los requerimientos aplicables del Numeral 9.1.

AA. Interfaces

1. Interfaces con el Sistema de Control Distribuido (DCS). El Contratista deberá diseñar el Sistema de Protecciones para intercambiar información con el DCS de la Central. Este intercambio de información deberá utilizar el estampado de tiempo en el equipo de origen de la señal y deberá incluir como mínimo:

a. Voltaje y Corriente, con información de componentes simétricos: magnitud y ángulo

b. Frecuencia, Armónicos individuales hasta la 5ta armónica, distorsión armónica total, Potencia Total, Potencia Activa, Potencia Reactiva, Energía Total, Energía Activa, Energía Reactiva, Factor de Potencia.

c. Función de Protección activada

d. Estado: alarmas propias, autodiagnósticos, estados de fuentes de alimentación, entradas/salidas, comunicaciones y sincronización de tiempo.

BB. Disparos transferidos, Permisivos y Bloqueos/Enclavamientos

1. El Contratista deberá investigar los disparos transferidos, permisivos, y bloqueos/enclavamientos actuales. El Contratista utilizará la información recopilada de los sistemas existentes para desarrollar los nuevos disparos transferidos, permisivos y bloqueos/enclavamientos del sistema de protecciones considerando los nuevos equipos que serán suministrado por el Contratista y los equipos y sistemas existentes de UTE. Por ejemplo, (y no limitado al ejemplo) los disparos transferidos, permisivos y bloqueos/enclavamientos resultado del nuevo interruptor de generador y las funciones de falla de interruptor.

2. El Contratista deberá preparar una descripción de todos los disparos transferidos, permisivos y bloqueos/enclavamientos propuestos para aprobación de UTE.

CC.Memoria. Todos los parámetros, ajustes y registros de eventos deberán ser almacenados en memoria no volátil, la cual deberá mantenerse en el caso de una pérdida de alimentación.

9.2.1.8 Requisitos de Desempeño (Performance)

DD.General

1. Disponibilidad. La disponibilidad mínima del sistema de protecciones de cada unidad durante la operación será del 99.99%

2. Estampado de tiempo

a. Para señales digitales: 1ms.

3. Tolerancia a fallas.

a. Las siguientes funciones del sistema deben ser tolerantes a fallas:

- Relés de Protección Multifunción del Generador
- Relés de Protección Multifunción del Transformador
- Relés de Protección Multifunción de la Unidad

b. Para las funciones anteriores:

- Las instancias de punto único de falla son inaceptables.

4. El Contratista deberá seleccionar equipos que posean certificados de pruebas de tipo del fabricante donde se certifique que el equipo propuesto cumple con los requerimientos mínimos aplicables según ANSI/IEEE, por ejemplo:

a. Resistencia a Descarga Electrostática: 6kV al contacto/8kV en aire

b. Resistencia Dieléctrica: 1,5kV

c. Rango de Temperatura de Operación: -20 a +70 grados Celsius

d. Transitorio eléctrico rápido: 4kV a 5kHz

e. Resistencia a Campo Magnético: 30A/m 60 segundos, 300A/m 3s

5. Equipo duplicado.

a. A menos que se especifique lo contrario, cuando se requieran dos o más equipos que desempeñen la misma función, estos deberán ser números de modelo exactos producidos por el mismo fabricante, intercambiables, y deberán estar estandarizados como un elemento de stock de repuesto.

b. Una excepción permitida a este requisito se aplica a equipos críticos, donde el Contratista podrá utilizar dos equipos de diferentes fabricantes, si lo considera necesario, para proveer redundancia reduciendo posibles fallas de modo común ("Common Mode Failure CMF").

c. Capacidad de Prueba. El Sistema de Protecciones deberá estar equipado con una combinación adecuada de software de diagnóstico,

puertos LAN para computadoras portátiles y terminales de prueba para la conexión del equipo de prueba.

EE. Configuración

1. El sistema de protecciones será un sistema modular, constituido por relés multifunción basado en microprocesadores integrado a través del sistema estructurado de fibra óptica.

2. El sistema estará configurado para cada unidad en dos sistemas:

- a. Sistema de Protección 1
- b. Sistema de Protección 2

9.2.1.9 Sistemas de Protección de Unidad

FF. Requerimientos Generales

1. Cada Sistema de Protección de Unidad deberá consistir de 2 sistemas idénticos e independientes, los cuales serán designados Sistema 1 y Sistema 2. Cada sistema deberá instalarse en su propio tablero en la sección correspondiente de los Tableros de Control y Protecciones de la Unidad, tal como se muestra en los Planos. Cada Sistema deberá tener capacidad para realizar las funciones de protección descritas en esta Cláusula siguiendo los requerimientos de desempeño requeridos en la Sección **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** además de los requisitos aplicables de reservas instaladas requeridas en la Sección 9.1.1.8, deberá operar en forma independiente y proveer protección ininterrumpida en el caso de encontrarse fuera de servicio el otro sistema, bien sea por la ocurrencia de una falla o por labores de mantenimiento. Cada Sistema de Protección deberá tener facilidades para la inyección de voltajes y corrientes trifásicos.

2. Los sistemas de protección de Unidad deberán estar provistos de relés de bloqueo, que se podrán reponer manual y eléctricamente, para garantizar parada y bloqueo correctos de la unidad en caso de detectar una condición de falla.

3. El equipamiento deberá ser de diseño modular, apto para montaje en bastidor estándar (19 pulgadas). Cada equipo del sistema deberá tener incorporadas las funciones de protección descritas en esta sección, lógica de disparo programable, capacidades de autosupervisión y autodiagnóstico, función de registro de eventos, capacidad para comunicación remota, en forma directa con el controlador DCS, con la Estación de Ingeniería y con las Estaciones Portátiles. Las funciones de protección en cada equipo deberán ser seleccionables, de acuerdo a los requerimientos del Proyecto.

4. Redundancia. La redundancia se deberá realizar bajo la condición fundamental de evitar que las unidades generadoras y los transformadores elevadores de potencia operen sin protección ante la ocurrencia de una falla simple en el Sistema de Protección.

5. Rangos de ajuste de las funciones de protección.

a. El Contratista deberá coordinar su diseño, de tal manera que todos los puntos de ajuste de las funciones de protección se encuentren en un punto del rango lo suficientemente amplio para tener flexibilidad en caso de futuros ajustes.

6. Recopilación de información del sistema y almacenamiento de datos:

a. Los sistemas de protección de unidad deberán estar diseñados para facilitar el acceso y la recopilación de los datos de los dispositivos inteligentes del tablero. Para ello deberán implementar un protocolo común utilizando los protocolos de dispositivos electrónicos inteligentes (IED) especificados en estos Documentos.

b. El sistema de almacenamiento de datos deberá proveer dos funciones principales:

- Almacenamiento de corto plazo (pre/post falla) (“Triggered recording mode”): el almacenamiento de corto plazo deberá ser disparado por eventos programables, y deberá poder registrar a la máxima frecuencia de muestreo del equipo los valores analógicos y digitales configurados. Este modo de almacenamiento deberá estar disponible en los relés de protección y en el registrador de fallas, para las variables disponibles en cada uno.
- Almacenamiento continuo a largo plazo (“Continuous recording mode”): El almacenamiento continuo a largo plazo deberá recopilar y almacenar datos por largos periodos de tiempo (dependiendo de la variable entre 15 días y 52 semanas) para proveer registros que ayuden a descubrir anomalías complejas de las que no se conocen disparadores (“triggers”). Además de ese almacenamiento continuo, un registro oscilográfico continuo de al menos 48 horas deberá ser almacenado para cubrir eventos que no programados en los almacenamientos de corto plazo. Estos modos de almacenamiento a largo plazo deberán estar disponibles en el registrador de fallas.

c. Sistema de almacenamiento conectado a la red (NAS): el NAS será un repositorio centralizado para recopilar y almacenar todas las imágenes de respaldo y el software de todos los servidores, estaciones de trabajo, estaciones de trabajo portátiles, controladores y dispositivos de red.

GG. Equipamiento

El Contratista deberá proveer el siguiente equipamiento basados en los productos del Numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

1. Tres Tableros de Protección de Unidad para el Sistema 1, que incluyan todo el hardware de montaje pertinente, cables, configuración, almacenamiento, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:

a. Un Tablero de Protecciones para contener todos los componentes del Tablero de Protección de Unidad para el Sistema 1.

b. Un Sistema de Protección 1 del Transformador de Unidad

c. Un Sistema de Protección 1 del Generador

d. Un Sistema de Protección 1 de Grupo

e. Un Medidor de Parámetros Eléctricos del Transformador

f. Un Medidor de Parámetros Eléctricos del Generador

g. Un Relé de Bloqueo de Protección Primaria (86A)

h. Un Relé de Bloqueo de Falla de Interruptor (86BF)

i. Terminales de Prueba del Sistema 1

j. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para concentrar las comunicaciones de los dispositivos inteligentes del tablero (despliegue de tiempo, relés, medidores, registrador de fallas y permitir su conexión a los tableros de Unidad para adquisición de datos y a la red Ethernet de la planta. El Contratista deberá diseñar la configuración del switch para permitir la separación de redes (por ejemplo utilizando redes virtuales VLAN).

k. Cableado interno y todo otro equipo auxiliar, tales como interruptores de control, interruptores para distribución de energía, bornas terminales, etc., para proveer un panel de protección de unidad completamente funcional.

2. Tres tableros de Protección de Unidad para alojar equipos de medición y equipos comunes, que incluyan todo el hardware de montaje pertinente, cables, configuración, almacenamiento, software de copia de seguridad/restauración y controladores (“drivers”). Cada conjunto incluirá como mínimo:

a. Un Sistema de Despliegue y Distribución de Señal de Tiempo para el Tablero de Protección de Unidad

b. Un Medidor de Parámetros Eléctricos del Transformador.

c. Un Medidor de Parámetros Eléctricos del Generador.

d. Un Medidor de Parámetros Eléctricos del Transformador de Servicios Propios.

e. Un Medidor de Parámetros Eléctricos del Transformador de Población (unidades 1 & 3 solamente).

f. Un Registrador de Fallas

g. Sistema de Protección del Transformador de Población (unidades 1 & 3 solamente).

h. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para concentrar las comunicaciones de los dispositivos inteligentes del tablero (relés, medidores, y permitir su conexión a los tableros de Unidad para adquisición de datos y a la red Ethernet de la planta. El Contratista deberá diseñar la configuración del switch para permitir la separación de redes (por ejemplo utilizando redes virtuales VLAN).

i. Cableado interno y todo otro equipo auxiliar, tales como interruptores de control, interruptores para distribución de energía, borneras terminales, etc., para proveer un panel de protección de unidad completamente funcional.

3. Tres Tableros de Protección de Unidad para el Sistema 2, que incluyan todo el hardware de montaje pertinente, cables, configuración, almacenamiento, software de copia de seguridad/restauración y controladores ("drivers"). Cada conjunto incluirá como mínimo:

a. Un Tablero de Protecciones para contener todos los componentes del Tablero de Protección de Unidad para el Sistema 1.

b. Un Sistema de Despliegue y Distribución de Señal de Tiempo para el Tablero de Protección de Unidad

c. Un Sistema de Protección 2 del Transformador de Unidad.

d. Un Sistema de Protección 2 del Generador.

e. Un Sistema de Protección 2 de Grupo.

f. Un Relé de Bloqueo de Protección Secundaria (86B).

g. Sistema de Protección del Transformador de Servicios.

Propios

h. Terminales de Prueba del Sistema 2.

i. Dos switches Ethernet con puertos de Fibra Óptica para concentrar las comunicaciones de los dispositivos inteligentes del tablero (relés, medidores, y permitir su conexión a los tableros de Unidad para adquisición de datos y a la red Ethernet de la planta. El Contratista deberá diseñar la configuración del switch para permitir la separación de redes (por ejemplo utilizando redes virtuales VLAN).

j. Cableado interno y todo otro equipo auxiliar, tales como interruptores de control, interruptores para distribución de energía, borneras terminales, etc., para proveer un panel de protección de unidad completamente funcional.

4. Un equipo de prueba por inyección, que incluya todo el equipo necesario, fuentes, cables, software y accesorios para utilizarlo en pruebas, calibración y mantenimiento de los relés multifunción basados en microprocesador, los equipos de medición de los parámetros eléctricos, registradores de falla, sistemas de excitación y todo otro equipo o transductor suministrado en estos Documentos de Contrato que requiera fuentes de corriente o tensión monofásica o trifásica para pruebas, calibración o mantenimiento del equipo.

9.2.2 Equipamiento

9.2.2.1 Generalidades

Referirse al Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades para requerimientos de equipos comunes, componentes y materiales, tales como (pero no limitados a): tableros, identificaciones, placas características, cableado interno, interruptores y conmutadores de control, pulsadores, luces de indicación, instrumentos de tablero, tipos de cable, bloques terminales, canalizaciones, etc.

Como Anexos 1 y 2 de esta especificación se incluyen requerimientos adicionales de UTE para:

- Interfaces y accesorios de comunicación de los relés
- Registradores de Falla.

9.2.2.2 Tableros para Sistemas de Protecciones

HH. Tableros

1. Los tableros de protecciones deberán tener las características generales tales como especificadas en el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades.

2. Protección Ambiental

a. Grado de protección

Tableros de protección montados en el interior de la Central deberán tener grado de protección NEMA 12 (o IEC 60529 IP54).

Tableros montados al exterior, deberán tener grado de protección NEMA 4X (o IEC 60529 IP66)

b. Todos los tableros de control deberán suministrarse con un calentador operado por termostato/humidistato conectado al suministro auxiliar de 220Vca, con una potencia adecuada para evitar que la humedad se condense.

3. Los tableros de protección deberán suministrarse como un sistema de armarios ensamblables para contener (según se requiera) los componentes de los sistemas de protección tales como: despliegues de tiempo, relés multifunción basados en microprocesador, medidores de parámetros eléctricos, relés de bloqueo, terminales de prueba, dispositivos de control, fuentes de alimentación, terminales de interconexión, interruptores, relés de bloqueo, llaves selectoras, instrumentos de tablero, pulsadores, etc.

4. Los tableros deberán ser provistos ángulos, placas laterales o paneles secundarios pre-perforados para el montaje correcto de los rieles para sujetar los componentes, bastidores estándar ("racks" de 19 pulgadas), terminales, y todo otro equipo necesario.

5. Las puertas deben estar provistas de manijas con cerradura y ojales para candados. Cada sección de la puerta debe tener un ancho máximo de 800 mm. Las puertas del frente del tablero, donde los frentes de los relés multifunción, medidores, registradores de falla, despliegues de tiempo, relés de bloqueo, etc. se puedan ver deberán ser de una lámina transparente de policarbonato de al menos 4,76mm (3/16") de espesor.

6. Tipo de Montaje:

a. Tableros de Protección: autoportantes.

7. Tamaño:

a. Tablero de protección: estándar (ancho x alto x profundidad) secciones de 800x2200x800mm con paneles para montaje interior lateral (dos secciones, una a cada lado del bastidor) para soportar rieles para montaje de dispositivos y borneras de terminales, más un zócalo/plinto ("plinth") de 100mm, para una altura total de 2.300mm. El número de secciones serán determinadas por el Contratista durante el diseño final.

8. Se deberán proveer circuitos separados protegidos contra descargas para los circuitos internos de alimentación a cada equipo. El seccionamiento y la protección de estos circuitos se realizará con interruptores termomagnéticos.

9. Siempre que sea posible, se debe seleccionar la opción de montaje utilizando riel DIN TS35.

10. Protección de sobrevoltaje. Todas las señales de control que salgan o entren al tablero de control deberán tener electrónica de supresión de voltaje en los bloques de terminales.

11. Todas las salidas de alarma o diagnóstico de los componentes de los tableros de protecciones se deben conectar a los módulos de entradas/salidas para supervisión de los tableros de control de unidad del DCS.

9.2.2.3 Relés y Fuentes de Alimentación

II. Fuentes de alimentación

1. Para requerimientos generales referirse al Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades.

2. Las tensiones de alimentación serán como las definidas en el Numeral 9.1.1.7.

3. Todos los equipos o dispositivos del sistema de protecciones deberán ser aptos para conectarse a los circuitos de alimentación de 110Vcc sin uso de convertidor o fuente de alimentación externa.

JJ. Relés auxiliares

1. Para requerimientos generales de relés referirse al Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales y normas aplicables (por ejemplo, NEMA ICS 5)

KK. Relés de Bloqueo/Enclavamiento

1. General.

a. Los relés de bloqueo o enclavamiento (86) deben dispararse eléctricamente y restablecerse manual o eléctricamente. La función de reposición eléctrica de los relés deberá ser implementada en el DCS y estará deshabilitada por defecto. Durante la puesta en marcha, caso por caso, podrá ser habilitada según preferencia de UTE.

b. Los relés deberán ser alta velocidad, con un tiempo de accionamiento de menos de ½ ciclo, del tipo de multicontacto. La clasificación de los contactos deberá ser como lo indica la norma NEMA ICS 5.

c. El relé deberá incluir monitoreo de bobina incorporado, que deberá ser monitoreado por el DCS.

d. Los relés de bloqueo deben estar enclavados con el circuito de cierre del interruptor asociado para evitar que el interruptor se cierre cuando el relé de bloqueo esté en la condición de disparo.

2. Características.

a. Bobina de disparo compatible con el circuito de disparo (110Vcc o 220Vcc).

b. Indicación mecánica: Negro = No Disparado/Reposicionado, Rojo-Disparado.

c. Indicación LED roja: para indicar señal de disparo presente

d. Indicación LED verde: para indicar que la bobina de disparo está en condiciones normales y el relé está en la posición de no-disparado/ reposicionado.

9.2.2.4 Equipos de Protección

LL. General

1. Relés de protección. Los relés de protección serán relés tipo multifunción basados en microprocesadores.

2. Interfaz hombre-máquina.

a. Los relés deberán incluir una pantalla de interfaz local para mostrar el estado del equipo, el valor de los parámetros principales y los valores de ajuste. La navegación a través de las opciones de la pantalla de interfaz local se realizará al tacto o por medio de un teclado de navegación. El cambio de los ajustes del equipo deberá estar protegido por contraseña.

b. Los relés deberán incluir indicadores luminosos dedicados para indicación de estado (encendido/apagado), estado de las entradas y salidas, disparo presente, comunicaciones e indicadores de indicación programable.

c. Los relés deberán incluir los medios (por medio de botones o a través de las opciones de la pantalla de interfaz local) para reconocer el disparo y reponer el relé en forma manual en caso necesario, sin necesidad de desconectar la alimentación.

3. Software. Software para PC basado en Windows® para la configuración y recuperación de informes se proporcionará para ser instalado en la estación de trabajo de ingeniería y en las estaciones portátiles.

4. Puertos. Como mínimo puertos redundantes Ethernet deben proporcionarse para la comunicación con los controladores DCS y las estaciones de trabajo. Un puerto frontal Ethernet o USB deberá permitir acceder al relé para programación o resolución de problemas, sin necesidad de desconectar el relé de las redes de comunicación.

5. Contactos de salida. Se proporcionarán los contactos de salida clasificados para el servicio de disparo según IEEE C37.90.

6. Contactos de salida. Se proporcionarán contactos de salida programables flexibles para soportar AND, OR e INVERT. Se deben proporcionar operaciones booleanas de elementos de relé internos y salidas lógicas.

7. Los relés deben estar diseñados para aceptar la sincronización de tiempo a través del protocolo IEEE 1588 PTP, con un reloj de tiempo respaldado por batería para retener la información de fecha y hora durante la desactivación.

8. Salida de alarma. Los relés deben estar provistos de un contacto de salida de alarma para indicar falla de autosupervisión o autodiagnóstico, o falla de alimentación.

9. Fuentes de Alimentación. Las fuentes de alimentación de relé deben estar clasificadas para funcionar en el sistema de batería de la estación de 110 Vcc.

10. Entrada de voltaje nominal. $110V_{ca}/\sqrt{3}$, 50 Hz.

11. Entrada de corriente nominal: La entrada de corriente nominal deberá ser seleccionable: 5A-50 Hz o 1A, 50Hz. La entrada de detección de corriente debe ser capaz de soportar 15 amperios continuos y 500 amperios durante 1 segundo.

12. Temperatura de funcionamiento. Rango de temperatura de operación de 0 a 50°C, y un rango de humedad de 5 a 95%.

13. Cableado interno:

a. Todos los contactos de entrada y salida (en uso o de reserva) deberán ser terminados en las borneras internas del tablero.

b. Todas las alimentaciones y los disparos deberán estar cableados a través de las terminales de prueba.

c. Los contactos de entrada y salida/disparo deberán ser independientes y libres de potencial.

MM. Protección de Generador

1. El relé de protección del generador de los sistemas 1 y 2 deberá contener como mínimo las siguientes funciones de protección:

a. Elemento de protección de distancia, para protección de respaldo (21),

b. Elemento de protección de sobre-excitación (24),

c. Elemento de Voltaje residual (59G),

d. Elemento Diferencial de generador (87G),

e. Elemento de potencia inversa (32G),

f. Elemento de sobrecarga térmica (49G),

g. Verificación de sincronización (25),

h. Elemento de sobre/sub frecuencia (81G),

i. Elemento de protección de sobrecorriente controlada por voltaje (51/27G),

- j. Pérdida de sincronismo (40/78G) por pérdida de excitación o desequilibrio por falla en el sistema de potencia,
- k. Elemento de protección de pérdida de excitación (40G),
- l. Elemento de protección de secuencia negativa (46G),
- m. Elemento de protección falla interruptor del generador (50FI),
- n. Elemento de protección de sobrecorriente de tierra direccional (67/27G),
- o. Elemento de protección desbalance de voltaje (60),
- p. Elemento de protección de falla a tierra 95% (64G 95%),
- q. Elemento de protección de falla a tierra 100% (64G 100%),
- r. Elemento de protección de oscilación de potencia (“out-of-step”) (78).

NN. Protección de Transformador de Unidad

1. El relé de protección del transformador elevador de la unidad de los sistemas 1 y 2 deberá contener como mínimo las siguientes funciones de protección:

- a. Elemento diferencial del transformador con restricción de energización (87TR) (“inrush restraint”)
- b. Elemento diferencial del transformador (87)
- c. Elemento de sobrecorriente temporizada del transformador (51T)
- d. Elemento de protección de distancia, para protección de respaldo (21T)
- e. Elemento de protección de sobreexcitación (24T)
- f. Elemento de protección sobre tensión (59T)
- g. Elemento de protección de desbalance de voltaje (60T)
- h. Elemento de protección de sobrecorriente de neutro (51NT)

OO. Protección de Unidad

1. El relé de protección de la unidad de los sistemas 1 y 2 deberá contener como mínimo las siguientes funciones de protección:

- a. Elemento de protección diferencial de la unidad (87U)

PP. Sistema de Protección del Transformador de Servicios Propios

El sistema de protección del transformador de servicios propios consistirá en un relé de protección y un monitor inteligente para transformador seco.

1. El relé de protección deberá contener como mínimo la siguiente función de protección:

- a. Elemento de protección de sobrecorriente temporizada (51TSA)

- b. Elemento de protección diferencial (87TSA).

2. El monitor inteligente para transformador seco deberá incluir las siguientes funciones:

- a. Monitorear la temperatura en los 3 devanados de transformador tipo seco.

- b. Relés de alarma y disparo por temperatura.

QQ. Sistema de Protección del Transformador de Población

El sistema de protección del transformador de población consistirá en una relé de protección y un monitor inteligente para transformador seco.

1. El relé de protección deberá contener como mínimo la siguiente función de protección:

- a. Elemento de protección de sobrecorriente temporizada (51TPA)

- b. Elemento de protección diferencial (87TPA).

2. El monitor inteligente para transformador seco (ITM) deberá incluir las siguientes funciones:

- a. Monitorear la temperatura en los 3 devanados de transformador tipo seco.

- b. Relés de alarma y disparo por temperatura.

9.2.2.5 Registrador de Fallas

RR. Los Equipos Registradores de Falla deberán estar diseñados para cumplir las siguientes funciones básicas:

1. Detección de fallas y/o perturbaciones en el Sistema de Potencia que involucren a la Central.

2. Registro de mediciones eléctricas y eventos asociados con las fallas y/o perturbaciones en la Central y el Sistema de Potencia.

3. Comunicación directa con las estaciones portátiles y la estación de ingeniería.

SS. Las señales de entrada provenientes de los transformadores de corriente y tensión serán compartidas con el Sistema de Protección. Además, se supervisarán las señales de disparo de los Sistemas de Protección 1 y 2, tanto de los generadores como de los transformadores.

TT. El registrador deberá como mínimo incluir las siguientes entradas digitales y analógicas:

1. Posición estabilizador de potencia de la excitación activado.
2. Modo de la excitación,
3. Excitación en automático,
4. Posición del interruptor del transformador elevador,
5. Posición del interruptor del generador,
6. Posición del seccionador fusible del transformador de población,
7. Posición del seccionador fusible del transformador de servicios propios,
8. Disparo de generador (de los sistemas 1 y 2),
9. Disparo del transformador de unidad (de los sistemas 1 y 2),
10. Disparo de protección de unidad,
11. Disparo del transformador de servicios propios,
12. Disparo del transformador de población,
13. Disparo de la excitación,
14. Disparo falla interruptor,
15. Disparo desde subestación (transferido),
16. Disparo mecánico (regulador),
17. Disparo mecánico (temperatura),
18. Posición de paletas del distribuidor,
19. Posición alabes del rodete.

UU. Las estaciones portátiles y la estación de ingeniería se utilizarán para reproducir y analizar las fallas y/o perturbaciones en la Central y en la red de potencia a partir de la información obtenida de los Equipos Registradores de Fallas. Además deberán tener acceso a todos los parámetros de configuración de los Registradores de Fallas y permitir su modificación.

VV. Configuración de los Canales. Cada Registrador de Fallas deberá estar configurado y alambrado para manejar como mínimo 24 canales analógicos y 32 canales digitales.

WW. Normas. Todos los canales para entradas analógicas deberán cumplir con el estándar IEEE C37.90.1 ("Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Protective Relays and Relay Systems").

XX. Fuentes de Alimentación. Cada Registrador de Fallas deberá ser alimentado de la alimentación de 110Vcc del tablero. La fuente de alimentación deberá proporcionar total aislamiento entre la entrada y la salida y estar protegidas contra picos de voltaje y sobrecorrientes.

YY. Requisitos de Entrada para la Sincronización de Tiempo. El reloj interno de los Registradores de Fallas deberá sincronizarse por medio de una señal de referencia de tiempo PTP desde las conexiones de red, generada por el Equipo de Sincronización de Tiempo, especificado en el Numeral 9.1.

ZZ. Entradas Analógicas. Los Registradores de Fallas deberán soportar corrientes de entrada de hasta 20 veces el valor nominal y sobretensiones continuas de hasta 2 veces el valor nominal sin sufrir ningún daño o degradación. Cada canal deberá tener su propio convertidor analógico a digital, el cual deberá tener una resolución mínima de 16 bits y estar sincronizado con todos los demás convertidores de los módulos de entrada. Cada canal analógico deberá ser adecuado para supervisar indistintamente una entrada de tensión o corriente. La selección del tipo de entrada (corriente o tensión) deberá poder efectuarse localmente con un mínimo esfuerzo. Para la supervisión de las señales de tensión y corriente, los Registradores de Falla deberán tener transformadores de interposición que proporcionen aislamiento galvánico y aislamiento entre canales.

AAA. Entradas Digitales. Los Registradores de Fallas deberán aceptar entradas para registro de eventos, provenientes de contactos libres de potencial y deberán estar aisladas ópticamente. El muestreo de las entradas de eventos deberá estar sincronizado con el muestreo de las entradas analógicas. La condición normal de cada entrada de evento deberá ser seleccionable para contactos normalmente abiertos o contactos normalmente cerrados.

BBB. Tasa de Muestreo. Todos los canales de entrada deberán ser muestreados simultáneamente y sincronizados.

CCC. Disparadores ("triggers"). Los Registradores de Falla deberán activarse al detectar un cambio de estado (normal a alarma o alarma a normal) en una entrada de evento o al exceder un valor predefinido (límite inferior, superior o la rata de cambio) en una entrada analógica, secuencia

negativa y secuencia cero para grupos trifásicos de tensión y corriente. A cada entrada analógica deberá poder asignársele, independientemente, cualquier sensor o combinación de sensores a voluntad del usuario. Esta asignación deberá poder realizarse localmente en el Registrador de Fallas o remotamente desde las Estaciones Portátiles o la Estación de Ingeniería. El Registrador deberá almacenar los datos de los canales que se activaron durante la falla.

DDD. Parámetros de Registro y Operación. La duración del registro antes (prefalla), durante y después (postfalla) de una falla deberá tener ajustes independientes y deberán permitir ser modificados localmente o remotamente desde las Estaciones Portátiles o la Estación de Ingeniería. También deberá ser posible programar la duración máxima y mínima de los eventos. El rango ajustable para los tiempos de prefalla, falla y postfalla deberá ser de: 100 a 500mseg, 0,1 a 30seg y 0,1 a 30 segundos, respectivamente.

EEE.Modos de registro continuo. Los registradores de falla deberán tener modos de registro continuo (sin disparadores) con intervalos de tiempo y cantidad de muestras que deberán ser configurables. Como mínimo estos modos de registro continuo deberán incluir los siguientes:

1. Registrador de variables analógicas ("Logger mode"): para almacenar voltaje/corriente, frecuencia y potencia. Se deberán almacenar valores mínimos, máximos y promedio por canal en intervalos de tiempo de 1 minuto.

2. Calidad de Energía ("Power quality"): para almacenar desbalance de voltaje (mínimo/máximo/promedio por grupo de fases), interrupciones de corta duración ("Flicker") (mínimo/máximo/promedio por grupo de fases), armónicos (magnitud/ángulo de fase/mínimo/máximo/promedio por canal)

3. Registrador de variables digitales secuencia de eventos ("SER"): para almacenar cambios en las variables digitales con resolución de tiempo de 1 milisegundo.

4. Oscilógrafo continuo ("Transient oscillografy"): para almacenar formas de onda de voltajes y corrientes con una frecuencia de muestreo programable en un archivo que cubra al menos 48 horas.

5. Registrador de perturbaciones ("Disturbance recorder"): para almacenar perturbaciones de voltaje y corriente (valor RMS, fundamental y ángulo de fase) y perturbaciones de frecuencia (magnitud) por canal; ambas con una frecuencia de muestreo de al menos dos muestras por ciclo.

FFF.Alarmas. Las alarmas asociadas a la condición de los Registradores de Fallas deberán estar integradas en el sistema de control y mando, a través del controlador DCS de unidad. Como mínimo se deberán tener las siguientes alarmas:

1. Falla de los equipos,
2. Pérdida de alimentación,

3. Memoria de Almacenamiento Continuo casi llena,
4. Memoria de Almacenamiento Continuo llena,
5. Sistema activado (Actuación),
6. Pérdida de la señal de sincronismo IRIG-B,
7. Eventos en Memoria.

GGG. Autodiagnósticos. El Registrador de Fallas deberá verificar continuamente la integridad de todos sus programas, circuitos y componentes, incluyendo la Memoria de Almacenamiento Continuo y la Memoria de Almacenamiento Masivo.

HHH. Medio de Almacenamiento de Datos de Falla.

1. Los Registradores de Fallas deberán poseer una memoria de almacenamiento rápido capaz de capturar 200 segundos, como mínimo, de registros de falla a la máxima tasa de muestreo.

2. Adicionalmente cada Registrador de Fallas deberá estar equipado con una memoria de almacenamiento masivo, formada por un disco duro de estado sólido, para almacenar todos los datos de falla. Como mínimo, el disco duro deberá almacenar 250Gb, o 50 registros de falla de la más larga duración posible más la información de los modos continuos, el que resulte mayor. El Contratista deberá entregar un cálculo de utilización de la capacidad del disco, justificando el tamaño elegido considerando el almacenamiento simultáneo de los registros de corto plazo (operado por disparadores) y los de modo continuo.

3. Los registros se almacenarán en formatos estándar (COMTRADE). Los Registradores de Fallas deberán tener la opción de borrar los archivos relacionados con una falla después de haber sido archivados en los servidores de almacenamiento en red desde las Estaciones Portátiles o desde la Estación de Ingeniería.

4. El registrador de fallas deberá incluir facilidades para comunicación encriptada (SSH) para recuperar datos remotamente ya sea manualmente o automáticamente (“autopolling”, “autocalling”).

III. Parámetros del Sistema. Cada canal de entrada deberá tener su propia identificación y sus propios factores de conversión a unidades de ingeniería. Los factores de conversión deberán ser programables localmente en el Registrador de Fallas o remotamente desde las Estaciones Portátiles o desde la Estación de Ingeniería. Todos los parámetros del sistema de Registro de Fallas deberán poder ser desplegados e impresos.

JJJ. Comunicaciones.

1. Se deberán incluir en el Sistema de Registro de Fallas todos los dispositivos, accesorios y programas necesarios para establecer las

comunicaciones entre los Registradores de Fallas y las Estaciones Portátiles y la Estación de Ingeniería a través de la red de fibra óptica.

2. El Registrador de Fallas deberá tener puertos en el frente (Ethernet y puerto USB para configuración local). Puertos en la parte trasera del registrador deberá tener dos puertos Ethernet independientes, cada uno con su propia dirección IP para configuración y recuperación de datos.

KKK.Software.

1. Los Registradores de Fallas deberán proveerse con Software para PC basado en Windows® para la configuración y recuperación de información para ser instalado en la estación de trabajo de ingeniería y en las estaciones portátiles.

2. Como mínimo las siguientes funciones deberán estar disponibles en el software:

a. Configuración, diagnóstico, asignación de canales, actualización de programas, ajustes, parametrización, mantenimiento y pruebas de los equipos Registradores de Fallas.

b. Deberá permitir grabar, imprimir y desplegar alarmas, ajustes, parámetros, eventos y valores medidos.

c. Estar basados en una interfaz gráfica que no requieran conocimientos avanzados de ingeniería de programación para realizar las labores de mantenimiento y diagnóstico de los equipos Registradores de Fallas.

d. Deberá incluir una aplicación de despliegue y análisis de los datos recogidos, que permita:

- Sistema experto de análisis automatizado que facilite identificar las condiciones de la falla y verificar si la protección funcionó como se esperaba. Los datos desplegados incluirán fases con falla, magnitudes, duración y equipo de protección operado.
- Análisis detallado de la forma de onda.
- Incluir herramientas de cálculo de potencia, para poder realizar cálculos por grupo de fases o circuito, cálculos por unidad, cálculos de potencia, (MVA, MW, MVAR, X/R) frecuencia, distorsión, componentes simétricas
- Desplegar fasores con magnitudes y ángulos.
- Análisis de armónicos, con despliegue automático de las armónicas en el periodo de tiempo seleccionado.
- Combinación automática de los datos de los diferentes registradores de falla.

9.2.2.6 Medidores de Parámetros Eléctricos

LLL. Los medidores de parámetros eléctricos deberán estar diseñados para cumplir las siguientes funciones básicas:

1. Estar basados en microprocesadores.
2. Realizar la medición directa (sin transductores externos) de las variables eléctricas del equipo o sistema a ser medido.
3. Calcular y almacenar datos estadísticos de las mediciones.
4. Comunicación directa con el controlador DCS correspondiente, para proveer las mediciones de los parámetros eléctricos, utilizando los protocolos para dispositivos inteligentes como especificados el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales.
5. Comunicación directa con las estaciones portátiles y la estación de ingeniería.

MMM. Características técnicas:

1. Cumplimiento con los requisitos de clase de precisión de las normas ANSI C12.20 (clase 0.1) e IEC 62053-22 (clase 0.2).
2. Interfaz hombre-máquina.
 - a. Los medidores deberán incluir una pantalla de interfaz local para mostrar el estado del equipo, el valor de los parámetros principales y los valores de ajuste. La navegación a través de las opciones de la pantalla de interfaz local se realizará al tacto o por medio de un teclado de navegación. El cambio de los ajustes del equipo deberá estar protegido por contraseña.
 - b. Los medidores deberán incluir indicadores luminosos dedicados para indicación de estado (encendido/apagado), estado de las magnitudes de entradas, comunicaciones e indicadores de indicación programable.
3. Software. Software para PC basado en Windows® para la configuración y recuperación de información se proporcionará para ser instalado en la estación de trabajo de ingeniería y en las estaciones portátiles.
4. Puertos. Como mínimo puertos redundantes Ethernet deben proporcionarse para la comunicación con los controladores DCS y las estaciones de trabajo. Un puerto frontal Ethernet o USB deberá permitir acceder al medidor para programación o resolución de problemas, sin necesidad de desconectar el medidor de las redes de comunicación.
5. Los relés deben estar diseñados para aceptar la sincronización de tiempo a través del protocolo IEEE 1588 PTP, con un reloj de tiempo respaldado por batería para retener la información de fecha y hora durante la desactivación.

6. Fuentes de Alimentación. Las fuentes de alimentación de relé deben estar clasificadas para funcionar en el sistema de batería de la estación de 110 Vcc.

7. Entrada de voltaje nominal. $110V_{ca}/\sqrt{3}$, 50 Hz.

8. Entrada de corriente nominal. Deberá ser seleccionable: 5A, 50 Hz o 1A, 50Hz.

9. Temperatura de funcionamiento. Rango de temperatura de operación de 0 a 50 °C, y un rango de humedad de 5 a 95%

10. Mediciones. Las mediciones deberán poder desplegarse en la interfaz humano-máquina local del medidor, y comunicarse al sistema de control distribuido utilizando protocolos con estampado de tiempo en el medidor. Como mínimo se incluirá:

a. Voltaje y Corriente, por fase y compuesta, con información de componentes simétricos: magnitud y ángulo.

b. Frecuencia, Armónicos individuales hasta la 5ta armónica, distorsión armónica total, Potencia Total, Potencia Activa, Potencia Reactiva, Energía Total, Energía Activa, Energía Reactiva, Factor de Potencia.

9.2.2.7 Equipo de Ensayo de Relés

A. General.

1. El equipo de inyección se utilizará para pruebas, calibración o mantenimiento de equipos que requieran inyección de corrientes y/o tensiones trifásicas (como ser relés de protección).

2. El equipo de inyección secundaria debe permitir

- inyecciones secundarias de corrientes y tensiones físicas-eléctricas,
- Sampled Values (SV)
 - IEC 61850-9-2 LE (según IEC 61850 revisión 2) y
 - IEC 61869-9,
- el manejo de señales digitales de entrada/salida
 - tanto físicas-eléctricas (contactos secos o energizados con tensión continua)
 - como IEC 61850 (mensajes GOOSE) revisión 2.

3. El equipo deberá suministrarse completo, incluyendo maletín de transporte, cables de alimentación, set de cables de prueba de largo y cantidad suficiente para realizar todas las pruebas necesarias a los relés multifunción, medidores de parámetros eléctricos, registradores de fallas y sistemas de excitación.

4. Software.

a. El software para operar el Equipo de Prueba por Inyección deberá suministrarse para las dos Estaciones Portátiles, y deberá incluir los programas y dispositivos necesarios para generar señales de corriente y tensión provenientes de archivos de fallas reales en formato COMTRADE (IEEE C37.111) y de simulaciones con extensión .pl4.

b. Además de la aplicación estándar para prueba de sistemas de protecciones y medición, el software deberá incluir aplicaciones dedicadas para realizar pruebas dispositivos inteligentes (IEDs) funcionando bajo IEC61850. El software deberá cubrir las siguientes características mínimas:

- Soportar IEC 61850 Ed. 1 y Ed. 2
- Funcionar con IEDs compatibles con IEC 61850 de cualquier proveedor.
- Interrogar múltiples IEDs simultáneamente
- Desplegar textos de descripción definidos en la norma.
- Proveer un monitor de actividad (permitiendo supervisar reportes, GOOSE u objetos de datos)
- Visualizar e investigar el tráfico de datos en profundidad, incluso entre otros clientes y servidores
- Simular IEDs.

5. Terminal o panel con pantalla táctil, para el control del equipo de ensayo (alternativo al uso de PC o notebook).

Se deberá suministrar por cada equipo de ensayo un terminal o panel con pantalla táctil, para su control (y sus cables de conexión, accesorios, etc.) como alternativa para controlar el equipo de ensayo sin usar PC o notebook.

Dicho terminal o panel puede:

1. ya formar parte del equipo de ensayo (en su frente),
2. quedar o estar adosado al equipo de ensayo,
3. usarse separado del equipo de ensayo (y conectado a éste mediante conexión USB o Ethernet, de forma inalámbrica, etc.).

No es imprescindible o requerido que dicho terminal o panel de control permita realizar todas funcionalidades del software de PC o notebook, pudiendo tener funcionalidades reducidas.

Su pantalla debe ser de al menos 7" de diagonal, anti-reflectante, con alto brillo y buen contraste, de manera de poder usarse a la intemperie en ambiente soleado.

B. Características técnicas:

1. El equipo por inyección deberá ser apto para funcionar desde una alimentación de 220Vca, 50Hz.

2. El equipo deberá tener seis fuentes de corriente (modo trifásico: hasta 64 A/860 VA por canal).

3. El equipo será apto para realizar verificaciones de los transformadores de corriente, mediante el uso de inyección primaria desde el equipo de inyección.

4. El equipo deberá ser versátil, pudiendo combinar las fuentes de corriente para obtener diferentes configuraciones de prueba:

a. Corrientes físicas-eléctricas

- 6 fuentes x 32 A/430 VA,
- 3 fuentes x 64 A/860 VA,
- 1 fuente x 32 A/1740 VA,
- 1 fuente x 128 A/1000 VA.

b. Tensiones físicas-eléctricas

- 4 fuentes x 300 V,
- 1 fuente de corriente continua de por lo menos 260Vcc.

c. Corrientes y Tensiones Sampled Values

El equipo de prueba y su software deben poder generar hasta 3 (tres) flujos (streams) de Sampled Values simultáneos.

El hardware de las funcionalidades IEC 61850 debe formar parte del equipo y no deberá ser en un equipo separado.

Los Sampled Values deben poder muestrearse a:

- 80 muestras por ciclo (tanto para 50 como 60 Hz nominales) según la guía IEC 61850-9-2 LE R2-1 (Implementation guideline for digital interface to instrument transformers using IEC 61850-9-2, R2-1) del UCA International Users Group,
- Frecuencia de muestreo de 4800 Hz (tanto para 50 como 60 Hz nominales) según la norma IEC 61869-9.

5. Entradas salidas digitales

a. 8 o más entradas digitales físicas-eléctricas,

- b. 4 o más salidas digitales físicas-eléctricas.
- c. Entradas salidas digitales por mensajes GOOSE
Asignación de mensajería GOOSE, publicación y suscripción.

El equipo de ensayo debe poder tanto publicar como suscribirse a mensajes GOOSE IEC 61850 Edición 2 en el bus de datos de la subestación en que se encuentren los relés de protección a ensayar.

El hardware de las funcionalidades IEC 61850 debe formar parte del equipo y no deberá ser en un equipo separado.

- Publicación y simulación de mensajes GOOSE.

Deben poder asignarse salidas binarias (físicas o virtuales) del equipo de ensayo a atributos de datos en mensajes GOOSE a publicar/publicados,

y deben poder usarse en el software de ensayo de manera similar a las salidas binarias físicas (contactos de salida) del equipo de ensayo.

Debe poder establecerse que los mensajes GOOSE publicados por el equipo de ensayo son simulados o reales del proceso de la subestación, poniéndose en TRUE o FALSE el bit o flag de Simulación de su cabecera.

Número de salidas binarias virtuales: 200 o más.

Número de mensajes GOOSE por publicar: 80 o más.

- Suscripción a mensajes GOOSE recibidos.

El equipo de ensayo y su software debe poder suscribirse a mensajes GOOSE publicados por el relé bajo ensayo u otro IED conectado al bus de datos de la subestación.

Deben poder asignarse entradas binarias (físicas o virtuales) del equipo de ensayo a atributos de datos en mensajes GOOSE recibidos,

y deben poder usarse en el software de ensayo de manera similar a las entradas binarias físicas del equipo de ensayo, como por ej. la medida de tiempos.

Debe poder chequear el *Test_flag* (o TEST bit) q.test = TRUE o FALSE en los mensajes GOOSE recibidos y manejar adecuadamente.

6. Sincronización horaria.

La sincronización horaria del equipo debe ser por protocolo IEEE 1588-2008 (versión 2, PTP):

- a. Con soporte obligatorio de: IEEE C37.238-2011 (Power Profile). Opcional IEEE C37.238-2017 o preferentemente IEC 61850-9-3 (2016).
- b. Debe también permitir sincronización horaria a partir de GPS, o IRIG-B y PPS, para pruebas sincronizadas entre extremos (end to end) con corrientes y tensiones físicas.

7. Puertos de comunicaciones. Como mínimo:

- a. Dos puertos Ethernet aptos para conexión a redes IEC
- b. Un puerto USB para conexión a las Estaciones Portátiles.

61850

C. Tipos de ensayos que debe permitir el equipo de ensayo

- a. Pruebas manuales,
- b. Secuencia de estados
- c. Rampa
- d. Rampa de pulsos
- e. Ensayo automatizado de funciones de distancia
- f. Ensayo automático de sobrecorrientes o sobreintensidad direccionales y no direccionales
- g. Ensayo de funciones diferenciales a porcentaje (monofásico o trifásico, de transformador, barra, línea, o generador)
- h. Reproducción y procesamiento de archivos de registros oscilográficos y simulaciones de transitorios (COMTRADE IEEE C37.111-1991 y C37.111-1999 y .PL4).
- i. Inyección de corrientes y tensiones con armónicos
- j. Ensayo de sincronizadores y verificadores de sincronismo
- k. Ensayo de funciones de df/dt (derivada de la frecuencia, ROCOF, Vector Jump, etc.)
- l. Ensayos end to end (distribuidos y sincronizados; entre extremos)

- m. Ensayo de sobrecorriente dependiente, controlada, restringida o condicionada por tensión (51V, 51VR, 51VC)

Debe incluir:

- Herramientas de cálculo y conversión de magnitudes de falta
- Simulación de interruptor o disyuntor
- Posibilidad de utilizar archivo RIO y/o XRIO

D. Simulación del Sistema de Potencia

- n. Simulación de fallas transitorias,
- o. Oscilación de potencia ("Power swing"),
- p. Simulación de saturación de TC,
- q. Simulación de interruptor,
- r. Simulación de bobina Rogowski,
- s. Red compensada,
- t. Reproducción de fallas transitorias (COMTRADE, PL4 (ATP-EMTP)).

9.2.2.8 Despliegue de tiempo

9.2.2.9 General

D. Para requerimientos generales de ejecución referirse al Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales.

E. Para identificación de cables, conductores, canalizaciones (bandejas, ductos, etc.), equipos, señales, etc. referirse al Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades.

F. El Contratista/Proveedor es responsable de suministrar todos los materiales, mano de obra y equipo necesarios para la instalación de la modernización completa del sistema de protección de la Central.

G. El trabajo de instalación incluirá, pero no se limitará al desmontaje/remoción del equipo existente de protecciones (incluyendo equipos instalados en otras ubicaciones, tales como por ejemplo el sistema de inyección de armónicos para la protección de falla a tierra del generador) y la instalación de nuevo equipo para los sistemas de protecciones, incluyendo todos los trabajos requeridos no específicamente explícitos en estos Documentos, pero necesarios para proveer un sistema de protecciones

completo, listo para usar, tales como trabajos civiles, mecánicos, eléctricos e instrumentación.

H. Herramientas, escaleras, andamios, equipos, arañas, aparejos, calentadores, instrumentos de medición de precisión, cuñas y materiales incidentales tales como pernos, cuñas, cinchas, insertos para concreto, insertos para puesta a tierra, electrodos, etc. necesarios para instalar, ajustar, probar en sitio y dejar los sistemas listos para funcionamiento completo, serán proporcionados por el Contratista/Proveedor.

I. Cuando las especificaciones del producto incluyen un fabricante designado, con o sin número de modelo, y también incluyen requisitos de rendimiento, los productos del fabricante deben cumplir con las especificaciones de rendimiento.

J. El Contratista/Proveedor inspeccionará los materiales y el equipo en busca de signos de humedad, picaduras, corrosión, oxido, u otros efectos nocivos de almacenamiento. El Contratista no deberá instalar material o equipo que muestre dichos efectos. El Contratista deberá retirar material o equipos dañados del Sitio y agilizar la entrega de material o equipo nuevo idéntico. Las demoras en el Trabajo que resulten del daño del material o del equipo que requiera la adquisición de nuevos productos se considerarán demoras dentro del control (atribuibles) del Contratista.

K. Desmontaje/remoción de equipo existente, cableado y tubería. Desconecte y remueva los dispositivos y equipos siguiendo los requerimientos del Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades.

L. Cálculos y estudios para los sistemas de protección:

1. El Contratista será responsable de realizar un estudio de cortocircuito considerando el generador repotenciado y los nuevos equipos de potencia de la unidad. Información del sistema será provista por UTE a requerimiento del Contratista. El estudio deberá someterse para revisión y aprobación por UTE.

2. El Contratista deberá realizar un estudio de coordinación de protecciones considerando los ajustes del sistema de protecciones modernizado y los sistemas existentes de protecciones que no son parte de esta especificación. El estudio deberá someterse para revisión y aprobación de UTE.

9.2.2.10 Plan de Instalación

M. General.

1. Para mantener un funcionamiento confiable de la planta durante el proceso de renovación, la instalación del nuevo sistema de protección se realizará de forma gradual por unidades hasta que todas las

unidades hayan sido renovadas. Se debe desarrollar un plan de instalación para el sistema de protección y el cableado de interconexión de manera tal que no perturbe el funcionamiento de los sistemas existentes.

2. El Contratista deberá preparar un plan de instalación tomando en cuenta secuencia de las actividades de construcción e interface con UTE y someterlo para la aprobación correspondiente de UTE.

N. Construcción por fases.

1. La instalación de los equipos relacionados con la unidad, como los tableros de control de unidad, la integración con los equipos de control turbina (tales como la planta hidráulica, los actuadores, etc.), los sistemas de distribución de potencia (alterna y continua), los equipos de maniobra de media tensión, el sistema de excitación, los sistemas de protecciones, etc., se deberá llevar a cabo durante la parada de unidad. Los tableros de protección de las unidades existentes permanecerán en su lugar hasta que todas las unidades hayan sido renovadas. Esto ayudará a garantizar que todas las unidades que no estén en proceso de renovación permanezcan operativas durante el período total de renovación. También permite el desmontaje completo de todos los tableros de protección renovados y los equipos de protecciones en la sala de control existente al final de la última unidad. La intención es no alterar los cables de control o protecciones existentes en las unidades que no están siendo renovadas hasta que todas las unidades hayan sido transferidas al nuevo sistema de protecciones.

2. Una vez completada la renovación final de la Central (unidades y servicios comunes), vertedero y subestación, el Contratista desconectará los equipos de protecciones existentes y los equipos de la sala de control el equipo de control y mando existente cuyas funciones hayan sido transferidas al nuevo sistema. En este punto, todos los sistemas de protección de las unidades deben haberse transferido al nuevo sistema.

3. Las funciones de protección de la subestación que no se transfieran al nuevo sistema de protecciones no deberán ser removidas, desconectadas o su funcionamiento degradado por los trabajos de modernización que realice el Contratista.

9.2.2.11 Requerimientos de Prueba

O. General

1. Para requerimientos generales de pruebas referirse al Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales.

2. El Contratista deberá preparar un procedimiento de pruebas y presentarlo para revisión y aprobación, siguiendo los requisitos del Volumen II - Parte A - Condiciones Contractuales.

3. Procedimientos. Los procedimientos deberán describir:

a. Las condiciones previas y las asunciones de la prueba, los pasos detallados que se deben tomar para cada prueba y la verificación de los resultados de cada paso.

b. La configuración de la prueba, las herramientas de simulación e inyección, las herramientas de medición, el calendario completo de la prueba, los formularios para registrar los resultados de la prueba, la clasificación de las discrepancias, el proceso para corregirlas, y el procesamiento de los informes de la prueba.

P. Procedimientos de Prueba

1. General

- a. Los procedimientos de prueba deben incluir como mínimo:
- Pruebas de equipo y software del sistema de protecciones,
 - Pruebas de integración con el controlador del DCS.
 - Pruebas de los diferentes sistemas de protección de la unidad,
 - Verificación de los sistemas de nivel superior, tales como los programas suministrados para las Estaciones Portátiles y Estación de Ingeniería, incluyendo transferencia de datos, sistemas de diagnóstico, reportes, etc.
 - Como mínimo, los procedimientos paso a paso incluirán la verificación de:
 - Los componentes y el ensamblaje del hardware cumplen con las especificaciones y los planos del fabricante aprobados más recientes por el UTE.
 - Pruebas de redundancia.
 - Los protocolos de software para todos los puertos de comunicación entre dispositivos inteligentes y con el controlador DCS y las Estaciones de Ingeniería y Portátiles son funcionales.
 - La lógica de disparo y la coordinación de funciones es precisa y contienen todos los permisivos, bloqueos y enclavamientos identificados por los últimos documentos aprobados por UTE.
 - Las visualizaciones gráficas son completas y funcionales.

- Todas las entradas y salidas son funcionales y están calibradas correctamente.
- La lógica de operación del software para los diversos sistemas cumple con los requisitos de las especificaciones y los últimos documentos del Contratista aprobados por el Ingeniero.
- Las redes funcionan correctamente.

2. Pruebas previas a las pruebas en fábrica (Pre-FAT)

a. Las pruebas previas a las pruebas en fábrica deberán ser realizadas por el Contratista para verificar que el sistema, totalmente integrado, cumpla con todos los detalles funcionales requeridos, y que el sistema cumpla con los requisitos de respuesta y utilización de recursos.

b. Las pruebas previas a las pruebas en fábrica deberán seguir completamente los procedimientos de pruebas en fábrica aprobados por UTE.

c. El Contratista deberá corregir todas las discrepancias encontradas en las pruebas previas a las pruebas en fábrica, antes de que puedan iniciarse las Pruebas de Aceptación de Fábrica (FAT).

3. Pruebas de Aceptación en Fábrica (FAT)

a. El Contratista deberá notificar a UTE de las Pruebas de Aceptación en Fábrica 60 días antes de la fecha de comienzo de las mismas.

b. La FAT se iniciará con una confirmación de que las pruebas de integración completa del sistema realizada por el Contratista fueron exitosas. Una vez completada la integración del sistema, el Contratista llevará a cabo los procedimientos de prueba FAT.

c. La FAT será una prueba completa de todas las características y funciones del sistema suministradas. Esto incluirá, entre otros:

- Los equipos (hardware)
- La configuración de los relés, medidores, registradores de fallas, etc.
- Las bases de datos aplicables
- El funcionamiento de los equipos con el software requerido
- Las comunicaciones
- La integración con los controladores DCS
- La integración entre dispositivos inteligentes
- La seguridad del sistema y
- El cumplimiento del estampado de tiempo.

El FAT es una prueba formal presenciada por UTE o sus representantes.

d. Los representantes de UTE presenciarán las FAT y examinarán el sistema y las partes para verificar la integridad de los materiales, la mano de obra y el cumplimiento de las especificaciones. Durante el período de prueba FAT, el Subcontratista hará lo siguiente:

- Poner a disposición todo el cableado temporal necesario; equipos de prueba y dispositivos requeridos para las simulaciones FAT y de puntos de entrada/salida.
- Probar las piezas de repuesto, si las hubiera, en forma rotativa.
- Simular todas las condiciones necesarias para probar todos los escenarios posibles y los mensajes de error del software.

e. Pruebas de las funciones del sistema de protecciones: Las pruebas deben ser completas y representativas de todas las funciones proporcionadas ya sea que estén especificadas o no.

f. Pruebas de redundancia: deberán realizarse pruebas de cambio de equipo activo manuales y automáticas adecuadas para todos los sistemas que tengan equipo/procesadores redundantes/duales, circuitos redundantes o fuentes de energía redundantes. Se deben verificar rigurosamente con todos los elementos del sistema activo, comprobando que las funciones no se interrumpan o degraden durante las transiciones.

g. Base de datos y pruebas de visualización:

- Se deben verificar las señales que se envían a los sistemas externos con un muestreo del 100% para cada tipo de punto en la base de datos.
- Si se encuentran errores en la base de datos durante la FAT, UTE se reserva el derecho de verificar toda la base de datos (punto por punto) según se considere necesario.
- Se deberán verificar las visualizaciones de los registros de falla de los relés multifunción y los registradores de falla.

h. Presencia de UTE en las FAT:

- UTE se reserva el derecho de enviar representantes a lo siguiente:
 - Inspeccionar cualquiera o todos los equipos antes y durante la FAT, y
 - Presenciar cualquier control de calidad de fábrica y pruebas previas de aceptación del

Contratista y de cualquiera de sus subcontratistas.

i. Si el UTE decide enviar testigos a la FAT, las partes también cumplirán con lo siguiente:

- Los representantes autorizados de cada parte deben revisar cada paso en las pruebas y firmarlas después de completar con éxito. Deberán identificar y firmar cualquier fallo específico por escrito. Después de la corrección de estas discrepancias, si las hubiera, se volverán a realizar las pruebas y a firmar las aceptaciones de los resultados, según corresponda.
- UTE será responsable de los gastos de viaje y estadía de sus representantes mientras estén en las visitas programadas a la fábrica.
- El Contratista proporcionará una copia de la revisión más actualizada de los procedimientos FAT revisados a cada uno de los representantes del UTE, y deberá tener al menos 1 copia de todos los documentos de referencia para consulta en el lugar de pruebas para ser consultado por UTE en cualquier momento.

j. Pruebas de hardware:

- Las pruebas de diagnóstico de hardware deben ejecutarse primero para garantizar que cada equipo esté en condiciones de realizar las pruebas y funcione correctamente.
- Todos los dispositivos a ser utilizados en las pruebas también deberán comprobarse lo más completamente posible de forma independiente, utilizando un equipo o dispositivo de prueba adecuado.

k. Pruebas de inicialización/reinicio: deberá probarse la capacidad de los dispositivos del sistema para inicializarse y reiniciarse automáticamente después de una falla de alimentación u otra anomalía.

l. Pruebas de software:

- Después de que se hayan completado con éxito las pruebas de hardware, se deben verificar todos los requisitos funcionales especificados del sistema, así como los módulos de software, utilizando simulaciones predefinidas según sea necesario.
- La operación correcta para cada tipo de característica y función debe ser verificada. Sin embargo, si se encuentran muchos errores durante la FAT, UTE se reserva el derecho de verificar todas las funciones y funciones según se considere necesario.

- Todos los errores posibles y mensajes de ayuda serán probados.

m. Pruebas de Capacidad de Resistencia a Sobretensiones (SWC): Deben realizarse según sea necesario para garantizar que las entradas y salidas del sistema cumplan con los requisitos de IEEE C37.90.1

n. Pruebas de estampado de tiempo y sincronización de tiempo: se realizarán según sea necesario para demostrar el cumplimiento de los requisitos de estampado de fecha/hora contenidos en esta especificación.

o. Otras pruebas: Todas las características del sistema no especificadas pero proporcionadas aplicables deberán probarse o simularse, según sea posible.

p. Informes de prueba:

- Los informes de prueba se proporcionarán después de completar las pruebas.
- Los informes de prueba contendrán toda la información necesaria para crear una base ("baseline") del sistema, reproducible, que sirva para referencia de las pruebas en el Sitio. Esta información deberá estar en el formato más conveniente para ser accedida y recuperada en el sistema. Estos formatos podrán ser documentos electrónicos (bases de datos, programas de aplicación, archivos de configuración, datos de prueba/simulación, etc.) o en papel.

q. Todas las discrepancias encontradas en el FAT deberán corregirse antes del envío del sistema.

4. Pruebas de Aceptación en Sitio (SAT)

a. Después de la instalación del sistema de protección en Sitio, el Contratista llevará a cabo pruebas de aceptación en Sitio (SAT).

b. El Contratista deberá desarrollar un documento detallado del procedimiento SAT para su revisión y aceptación por parte de UTE antes de comenzar con las pruebas SAT. El procedimiento de prueba incluirá, pero no se limitará a, lo siguiente:

- Controles de dimensión y acabado.
- Controles de montaje e instalación contra las instrucciones del fabricante.
- Pruebas funcionales de equipos y software que confirmen el funcionamiento correcto de los equipos y los sistemas de comunicación. Las pruebas estarán basadas en las pruebas realizadas en la fábrica.
- Calibración y prueba de dispositivos de protección. El SAT incluirá la configuración y calibración de todos los

relés de protección, medidores, y registradores de falla suministrados. El Contratista calibrará todos los relés de protección según las configuraciones proporcionadas por UTE.

- Prueba de operación y funcionalidad.

c. El Contratista deberá preparar formularios de prueba apropiados para cada sistema probado. Se notarán las variaciones cuando el sistema no cumpla con la especificación o los documentos más recientes aceptados por UTE. Todas las variaciones se corregirán a expensas del Contratista, y se volverá a probar el sistema, antes de que el equipo se considere totalmente comisionado y listo para el servicio.

5. Pruebas del sistema/Ensayos Conjuntos.

a. Cuando se haya certificado la instalación del Sistema de Protección, el Contratista deberá realizar las pruebas conjuntas del sistema de acuerdo con los procedimientos de prueba aceptados. Las pruebas del sistema deberán operar los diversos subsistemas del sistema de protección para verificar el cumplimiento con todos los requisitos funcionales especificados, incluidos la integración con otros sistemas suministrados por el Contratista (por ejemplo el DCS) o existentes, y los permisivos, bloqueos y enclavamientos.

b. El Contratista deberá ejercitar los sistemas a través de pruebas operativas en presencia de UTE para demostrar el desempeño especificado. El Contratista deberá coordinar las pruebas del sistema/ensayos conjuntos del sistema de protecciones con las pruebas del DCS, regulador de velocidad de la turbina, el sistema de excitación digital y el conjunto turbina/generador (con todos sus auxiliares), y programar las pruebas entre todas las partes involucradas de tal manera que los ensayos conjuntos pruebas puedan realizarse sin retrasos, ni interrupciones por trabajos incompletos.

c. El Contratista deberá verificar el funcionamiento correcto de cada función del sistema de protecciones, incluidos disparos, permisivos, enclavamientos, sistemas de registro de eventos (internos y externos) y comprobar el funcionamiento integrado de todo el software suministrado y registros durante la fase de prueba del sistema/ensayo conjunto de este Proyecto. Durante las pruebas del sistema/ensayo conjunto, los representantes del Contratista para este Sistema (diseñadores, fabricantes del sistema DCS, etc.) estarán disponible en el Sitio de manera continua. Estos representantes deberán ser capaces de solucionar problemas, modificar la programación y configuración del sistema incluyendo los sistemas de comunicaciones.

d. El Contratista deberá preparar un informe de finalización de las pruebas del sistema/ensayo conjunto cuando cada parte del sistema y cada aspecto del software hayan sido probados con éxito. El informe notará cualquier problema encontrado y qué acción se requirió para corregirlos. Asimismo, incluirá una certificación de que los sistemas se han probado integralmente, están completos y funcionales de acuerdo con todos los requisitos de especificación.

9.2.2.12 Entrenamiento.

Q. Al finalizar la instalación, el Contratista deberá proporcionar entrenamiento al personal de UTE en la operación y el mantenimiento de los equipos suministrados en este documento.

R. La capacitación a UTE será para no menos de 30 personas del personal de operación y mantenimiento de UTE. La capacitación en Sitio se realizará en tres sesiones de no menos de 20 horas por sesión.

S. Detalles del curso:

1. El Contratista deberá proporcionar la agenda y los contenidos del curso de capacitación para revisión por parte de UTE al menos 8 semanas antes de la capacitación.

2. Durante el proceso de diseño, el Contratista revisará el cronograma e incluirá detalles completos sobre el contenido y la duración de cada curso aplicable.

3. Los cursos realizados por el fabricante deberán incluir como mínimo, entre otros:

a. Entrenamiento Básico:

- Teoría de operación
- Prácticas de mantenimiento recomendadas
- El uso de todas las herramientas de mantenimiento y diagnóstico y equipos de prueba.
- Diagramas de bloques de instalación/configuración de equipos y software, y resolución de problemas ("troubleshooting")

b. Entrenamiento de Mantenimiento

- Proveer capacitación en mantenimiento del sistema para permitir que el personal de UTE realice un mantenimiento de rutina y preventivo, solucione problemas y repare todo el hardware suministrado con el sistema. El curso deberá enfatizar las medidas de seguridad y las áreas que pueden requerir mantenimiento periódico, reajuste, reinicio, verificación o recalibración. Las instrucciones de mantenimiento y reparación deben asumir que el personal de UTE reparará el equipo reemplazando componentes discretos ("assemblies") tales como plaquetas y módulos, y no incluirá instrucciones sobre la reparación a nivel de la plaqueta del circuito (reemplazo de componentes electrónicos).
- La capacitación deberá cubrir al menos los siguientes temas:

- Mantenimiento preventivo, programado para todos los equipos;
 - Función y funcionamiento normal de las plaquetas de circuitos y módulos;
 - Diagnóstico de fallas de hardware a la plaqueta o módulo con falla;
 - Extracción y sustitución de plaquetas de circuito y módulos extraíble
 - Mantenimiento de emergencia y procedimientos de restauración.
- Desarrollar el programa de capacitación en mantenimiento teniendo en cuenta que el personal tiene experiencia en el mantenimiento y reparación de productos electrónicos y un conocimiento general de los sistemas informáticos, pero no necesariamente está familiarizado con el hardware específico suministrado.
- c. Entrenamiento de Programación/Configuración
- Proporcionar entrenamiento para formar un técnico avanzado capaz de programar y configurar el equipo y software suministrado.
 - Como mínimo, proveer capacitación en los siguientes temas:
 - Procedimientos de copia de seguridad y recarga desde la copia de seguridad;
 - Configuración/Modificación de ajustes en los relés, medidores y registradores de falla.
 - Configuración de puntos de E/S en las comunicaciones entre los equipos y el controlador DCS;
 - Configuración de los diferentes modos de registro de los registradores de falla.
 - Utilización del software de los registradores de falla.
 - Utilización de los equipos de inyección para pruebas, calibración y mantenimiento de los relés, medidores y registradores de fallas.
 - Programación de funciones lógicas en los relés, medidores y registradores de falla;
 - Recuperación de errores e interpretación de errores;
 - Configuración y diagnóstico de protocolos de comunicaciones para los equipos suministrados.

4. Certificación de los Asistentes. Dentro de los diez días posteriores a la finalización de cada clase, el proveedor del sistema deberá presentar a UTE lo siguiente:

- a. Una lista de todo el personal de UTE que asistió a la clase.
- b. Una evaluación del personal de UTE que asistió a la clase a través de una prueba escrita u otra evaluación equivalente.
- c. Una copia del texto impreso utilizado durante la clase con todas las notas, diagramas y comentarios. Esta documentación deberá estar contenida en el manual de capacitación.

5. Documentación:

- a. El Contratista proporcionará manuales adecuados y no retornables a cada una de las personas que atiendan el entrenamiento.
- b. El Contratista deberá incluir todos los materiales de capacitación que se entregarán a cada estudiante para cada curso de capacitación.
- c. El Contratista también proporcionará dos juegos de copias de cada curso de capacitación (en formato electrónico y físico) a UTE para que el departamento de capacitación de UTE lleve a cabo futuros cursos de capacitación.
- d. A menos que se especifique lo contrario, el Contratista asumirá que aproximadamente 10 miembros del personal de UTE, compuesto por futuros instructores de capacitación y personal de evaluación de ingeniería, asistirán a cada curso de capacitación, adicionales al personal de operación y mantenimiento de UTE mencionado anteriormente.
- e. Calificaciones del instructor: Los instructores deben ser ingenieros o técnicos competentes certificados, experimentados, expertos y capacitados específicamente en el área a cubrir por el curso. Los instructores deberán tener fluidez en el idioma castellano hablado y escrito.
- f. Idioma: Los manuales del curso deberán estar escritos en castellano. Todas las sesiones del curso se realizarán en castellano.
- g. Ubicación. Los cursos de capacitación se realizarán en Sitio en los lugares que determine UTE.

9.3 SISTEMA DE COMUNICACIONES

9.3.1 General

9.3.1.1 Alcance del Trabajo

A. El Contratista suministrará todos los servicios de ingeniería, supervisión, mano de obra, materiales, equipos, instrumentos, herramientas, planos y documentación necesarios para el diseño, fabricación, suministro, integración, montaje en fábrica, inspección, pruebas de fábrica, instalación, pruebas en campo, puesta en marcha, soporte hasta la fecha de emisión del certificado de toma de posesión de UTE hasta la recepción definitiva del Proyecto Completo, prueba después de la finalización, y servicios de capacitación y mantenimiento enumerados a continuación, incluyendo todos los equipos y accesorios necesarios y/o usualmente suministrados para la operación segura, eficiente y confiable de los equipos, ya sea que dichos ítems estén o no mencionados específicamente en las especificaciones, incluyendo el suministro de piezas de repuesto y cualquier herramienta especial necesaria para la instalación del siguiente sistema:.

1. Un Sistema de Comunicaciones para la Central Baygorria, compuesto por los siguientes componentes principales:

- a. Tableros de Distribución Principal de Fibra Óptica
- b. Tableros de Distribución Secundarios de Fibra Óptica
- c. Cableado estructurado de Fibra Óptica
- d. Herramientas de mantenimiento
- e. Piezas de Repuesto.

B. El Contratista deberá incluir todos los equipos, cables, interfaces, software y accesorios necesarios para integrar las comunicaciones de todos los sistemas provistos para la modernización de la Central Baygorria y las conexiones requeridas a los sistemas existentes de la Central que no están siendo modernizados como parte de este Contrato.

C. Estas especificaciones están escritas utilizando las referencias de las normas ANSI/IEEE como base. Sin embargo, sistemas diseñados en pleno cumplimiento de estándares IEC comparables, que presenten un rendimiento comparable, son aceptables. Los sistemas están obligados a demostrar cumplimiento con la norma IEEE o IEC usada como base de diseño. Sin embargo, el cumplimiento deberá ser completo a un estándar (ya sea IEEE o IEC), aunque el sistema pueda cumplir con ambos.

D. El Contratista es responsable de leer esta sección junto con las otras secciones de especificaciones del Contrato, y de coordinar, dimensionar e integrar los equipos y sistemas provistos bajo esta sección con los equipos y sistemas provistos por otras secciones y los equipos y sistemas existentes para garantizar la compatibilidad con los equipos y sistemas suministrados.

E. UTE proporcionará información sobre los sistemas existentes, incluyendo aquellos que no sean parte de esta modernización, necesarios para que el Contratista realice la coordinación de diseño correspondiente durante el diseño intermedio y final.

F. Referirse al Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales, Sección 3.A.01 Generalidades y 3.A.02 Trabajos en Obra, para la disposición final de los equipos removidos.

G. Todos los equipos, dispositivos y prestaciones características no específicamente previstos en esta Especificación, pero necesarios para un sistema de comunicaciones completo, deberán ser incluidos por el Contratista en el alcance de su trabajo.

H. El Contratista deberá preparar el envío del equipo según sea necesario para evitar daños durante el transporte, entregar y almacenar en Sitio todo el equipo proporcionado en virtud de este Contrato, siguiendo los requerimientos de embalajes, manipuleo transporte y almacenamiento incluidos en el Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales.

I. El Contratista deberá cumplir con todos los requerimientos del Volumen II - Parte A - Condiciones Contractuales, para todos los entregables, tales como planos de taller (“shop drawings”), datos técnicos, documentación de control de calidad, instalación, configuración, y documentación de operación y mantenimiento.

J. El Contratista deberá, cuando sea necesario, modificar circuitos existentes y reemplazar todo equipo o dispositivo auxiliar necesarios para el correcto funcionamiento de los sistemas suministrados bajo esta Sección.

K. Integración

1. El sistema provisto bajo esta Sección es el principal medio de integración de los nuevos sistemas suministrados por el Contratista, por lo tanto el Contratista deberá diseñar y seleccionar el equipamiento de comunicaciones de otras Secciones para el apropiado funcionamiento de los mismos utilizando la infraestructura provista bajo este documento.

9.3.1.2 Sistemas de Comunicaciones Actuales

A. General

1. El sistema de comunicaciones actual consiste esencialmente en un cableado radial entre el distribuidor de fibra óptica (ODF) ubicado en la sala de datos operativa y los diferentes nodos del sistema. Para detalles de red de fibra actual referirse el plano de UTE “Red de Datos de Baygorria”.

2. La sala de datos operativa tiene un arreglo de sala de comunicaciones similar al requerido por TIA-569-B artículo 6.3 (“Common Telecommunication Room”).

3. La red de fibra interna está basada en fibra multimodo, instalada en ductos plásticos dedicados (“innerducts”) corriendo en las canalizaciones existentes junto a cables de potencia y control.

4. En cuanto a conectores de fibra, la instalación actual posee al menos tres tipos de conectores diferentes: SC, LC, y ST; siendo los más utilizados los SC.

5. Los vínculos en par trenzado UTP se encuentran en los tableros (distribución interna a equipos de comunicaciones, servidores, etc.), y en los vínculos a las computadoras de la Sala de Mando.

B. Relevamiento de los Detalles de la Condición Actual

1. Antes de comenzar cualquier diseño, el Contratista deberá investigar y familiarizarse completamente con las condiciones existentes del Sitio y con todos los puntos de conexión de comunicaciones, y con todas las condiciones que puedan afectar el diseño y el detalle del Trabajo.

2. El Contratista verificará todas las dimensiones, las conexiones al equipo existente y la disposición de las instalaciones existentes para las conexiones y la interconexión con las Obras

3. Si estas investigaciones descubren discrepancias aparentes con los documentos de referencia o documentos provistos con los Documentos de Licitación, el Contratista deberá elevar las observaciones a la atención de UTE quien notificará al Contratista en consecuencia.

9.3.1.3 Calificaciones del Proveedor del Sistema

Referirse a los requerimientos del Numeral 9.1.

9.3.1.4 Referencias

A. Acrónimos

1. Se interpretarán de acuerdo con los Documentos del Contrato. Cuando un acrónimo tiene más de un significado, el significado apropiado depende del contexto de la oración donde se usa.

- a. DCS: Sistema de Control Distribuido
- b. FAT: Prueba de Aceptación en Fábrica
- c. PTP: Protocolo de Tiempo de Precisión ("Precision Time Protocol")
- d. SAT: Prueba de Aceptación en Sitio
- e. UPS: Unidad de Potencia Ininterrumpida.
- f. UTE: Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas

B. Normas

1. General

a. El trabajo especificado en esta Sección se realizará de acuerdo con las normas y regulaciones aplicables del Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades.

b. Normas aplicables listadas en las Secciones Relacionadas.

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
American National Standards Institute (ANSI, www.ansi.org)	
ATS	ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications
Building Industry Consultant Service International (BICSI, www.bicsi.org)	
002	Data Center Design and Implementation Best Practices
NDRM	Network Design Reference Manual
OSPDRM	Outside Plant Design Reference Manual
TDMM	Telecommunications Distribution Methods Manual
WDRM	Wireless Design Reference Manual
Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE, www.ieee.org)	
1248	IEEE Guide for the Commissioning of Electrical Systems in Hydroelectric Power Plants
1428	Guide for Installation Methods for Fiber-Optic Cables in Electric Power Generating Stations and in Industrial Facilities
International Organization for Standardization (ISO, www.iso.org)	
11801	Information technology — Generic cabling for customer premises – Parts 1 to 6
International Telecommunications Union (ITU, ITU-R, ITU-T, www.itu.int)	
G.651	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a 50/125 μm Multimode Graded Index Optical Fibre Cable
G.652	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a Single-Mode Optical Fibre and Cable
G.653	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a Dispersion-Shifted Single-Mode Optical Fibre and Cable

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
G.655	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Transmission Media Characteristics –Optical Fibre Cables Characteristics of a Non-Zero Dispersion-Shifted Single- Mode Optical Fibre and Cable
G.811	Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks Digital Transmission Systems - Digital Networks - Design Objectives for Digital Networks Timing Characteristics of Primary Reference Clocks
G.812	Timing requirements of slave clocks suitable for use as node clocks in synchronization networks
International Electro-technical Commission (IEC, www.iec.ch)	
60364	Low-voltage electrical installations
60529	Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)
National Electrical Manufacturers Association (NEMA, www.nema.org)	
250	Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)
ICS 1	Industrial Control and Systems General Requirements
ICS-2	Controllers, Contactors and Overload Relays Rated 600 V
ICS-3	Industrial Systems
ICS-4	Terminal Blocks for Industrial Control Equipment and Systems
ICS 5	Industrial Control and Systems: Control-Circuit and Pilot Devices
ICS-6	Industrial Control and Systems: Enclosures
National Fire Protection Association (NFPA, www.nfpa.org)	
70	National Electric Code (NEC)
Telecommunications Industry Association (TIA, www.tiaonline.org)	
455	General requirements for standard test procedures for optical fibers, cables, transducers, sensors, connecting and terminating devices, and other fiber optic components.
568-B	Commercial Building Telecommunications Cabling Standards
569-B	Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces
598-C	Optical Fiber Cable Color Coding
604-3-B	FOCIS-3 Fiber Optic Connector Intermateability Standard, Type SC and SC-APC
606-A	Administration Standard for the Commercial Telecommunications Infrastructure

Códigos y Estándares	
Número	Titulo Original
607	Commercial Building Grounding and Bonding Requirements Standard
758-A	Customer Owned Outside Plant Telecommunications Infrastructure Standard
942	Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers
TSB 63	Reference Guide for Fiber Optic Test Procedures

9.3.1.5 Entregables

Referirse al Volumen II – Parte A – Condiciones Contractuales.

9.3.1.6 Requisitos de Integración

A. Requisitos.

1. El Contratista deberá integrar el equipo suministrado bajo este Contrato, los equipos y sistemas existentes.

2. El Contratista deberá diseñar el Sistema de Comunicaciones para interconectar digitalmente a través de enlaces de fibra óptica los sistemas provistos en otras Secciones utilizando como infraestructura el equipo suministrado bajo esta Especificación.

3. El Contratista coordinará, integrará e interconectará los diseños, métodos y técnicas de construcción con los sistemas de control, sistemas de protecciones, sistemas de maniobra de media tensión, sistemas de distribución de baja tensión, sistemas de corriente continua y ondulada, etc., incluyendo y no limitado a lo siguiente:

a. Requisitos espaciales y de instalación para tableros, paneles, cajas y equipos. Por ejemplo, pero sin limitarse a lo siguiente:

- Coordinación con los proveedores de sistemas que utilicen el Sistema de Comunicaciones para integración entre equipos y con el sistema de control DCS.
- Coordinación con UTE para las modificaciones de los sistemas de existentes que no se removerán en este Proyecto.

b. Rutas de cable comunes, canales/trincheras, requisitos de canalización de bandejas para todos los tipos de cables que se utilizarán, tasas de llenado, requisitos de llenado y radio de curvatura.

c. Integración con las interfaces de comunicaciones de otros equipos para asegurar que se suministre las conexiones y potencia de señal adecuada a todos los equipos, y que la clasificación de las fuentes de

alimentación primaria sea adecuada para el equipo que se suministrará bajo el Contrato.

d. Capacidad de los sistemas de cable de fibra óptica provistos por el Contratista: la capacidad deberá ser adecuada para cumplir con los requisitos de comunicaciones del sistema que se suministra bajo el alcance del Contratista más la capacidad adicional requerida para expansiones futuras.

e. Asegurarse de que los sistemas de protección de tierra, iluminación, EMI (interferencia electromagnética) y RFI (interferencia de radiofrecuencia) sean compatibles, y que la conexión de los sistemas especificados en esta Sección a los servicios e instalaciones proporcionados en otras Secciones no degrade el rendimiento, la seguridad o la confiabilidad del sistema de comunicaciones.

9.3.1.7 Control de Calidad

Para el Control de calidad, referirse al Volumen III – Parte A – Especificaciones Técnicas Generales - 3.A.01 Generalidades.

9.3.1.8 Requisitos Básicos de Diseño

A. General

1. Seguridad (“Safety”). El Contratista deberá diseñar el Sistema de Comunicaciones y desarrollar planes de instalación y pruebas siguiendo prácticas de Seguridad basada en Diseño (“Safety by Design”) con el fin de reducir los riesgos para los seres humanos, los equipos y el medio ambiente, tanto durante los períodos de construcción y uso final.

2. El sistema de comunicaciones modernizado consistirá de un sistema integrado compuesto por un sistema de cableado estructurado y componentes de hardware para soportar, a los niveles de desempeño requeridos, la ejecución de las siguientes funciones:

a. Integración de los Sistemas de Control y Mando y Protección de Unidad

- El sistema proveerá los medios para interconectar los controladores digitales de los equipos modernizados, incluyendo entre otros:
 - Controladores de unidad
 - Controladores del regulador de velocidad de la turbina
 - Controladores del sistema de excitación digital
 - Sistemas de monitoreo en línea de la condición de la turbina y el alternador.

- Sistemas de Protecciones de la Unidad.
- Dispositivos electrónicos inteligentes (IED) parte de los sistemas modernizados de media y baja tensión.
- Otros dispositivos que el Contratista necesite integrar a nivel de unidad (e.g.: Sistema de seguridad patrimonial).

b. Integración de los Sistemas de Control y Mando y Protección de Servicios Comunes

- El sistema proveerá los medios para interconectar los controladores digitales de los equipos modernizados, incluyendo entre otros:
 - Controladores de servicios comunes (servicios propios).
 - Sistemas de Protecciones de los servicios comunes de Media Tensión.
 - Dispositivos electrónicos inteligentes (IED) parte de los sistemas modernizados de media y baja tensión.
 - Dispositivos electrónicos inteligentes (IED) parte de los sistemas modernizados de corriente continua y corriente ondulada.
 - Otros dispositivos que el Contratista necesite integrar a nivel de servicios comunes (e.g.: sistemas de seguridad patrimonial).

c. Integración de los Sistemas de Control y Mando del Vertedero.

- El sistema proveerá los medios para interconectar los controladores digitales de los equipos modernizados, incluyendo entre otros:
 - Controladores de vertedero
 - Otros dispositivos que el Contratista necesite integrar a nivel de vertedero (e.g.: sistemas de seguridad patrimonial).
- Integración de los Sistemas de Control y Mando de la Subestación.
 - El sistema proveerá los medios para interconectar los controladores digitales de los equipos modernizados, incluyendo entre otros:
 - Controladores de la subestación de 150kV

- ✓ Sistemas de monitoreo en línea de los transformadores elevadores de potencia.
- ✓ Otros dispositivos que el Contratista necesite integrar a nivel de subestación.

d. Integración del Sistema de Control y Mando a nivel centralizado (Sala de Mando modernizada)

- El sistema proveerá los medios para interconectar los equipos de la capa superior del sistema de control y mando modernizado, incluyendo entre otros:
 - Servidores
 - Estaciones de Trabajo
 - Puertos de interface (“gateways”)
 - Otros dispositivos que el Contratista necesite integrar a nivel de sala de control.

e. Interconexión del Sistema de Control y Mando de la Central con los equipos locales del SCADA hidroeléctrico de UTE.

El sistema proveerá los medios para interconectar los equipos de la capa superior del sistema de control y mando modernizado con los dispositivos de comunicaciones de UTE hacia el SCADA hidroeléctrico.

Soporte para integración de otros sistemas de UTE para la Central Baygorria.

f. El sistema proveerá capacidad de reserva para integración futura de equipos de UTE.

3. Para cumplir con estas funciones, se plantea un sistema de comunicaciones basado en una red principal (“backbone”) de fibra óptica, con paneles de distribución (“patch panels”) para interconexión de equipos en el mismo nivel de control. La topología del cableado estructurado consistirá en una estrella doble con dos centros de estrella interconectados en un anillo, de tal manera que sea posible interconectar cualquier equipo de una red con un equipo en la otra red directamente a través de al menos dos rutas físicamente diferentes.

4. La figuras 1 y 2 muestran un diseño conceptual de una topología de estrella doble propuesta para la central Baygorria (favor notar que la figura no muestra todos los nodos del sistema, sino el concepto de estrella doble)

5. Modularidad. Los sistemas deberán diseñarse basados en un diseño modular para todos los componentes del sistema, incluyendo:

a. Tableros de Distribución Principal de Fibra Óptica (ODFs): estos tableros deberán ser de diseño estándar del fabricante, y tendrán módulos para personalización y expansión tales como:

- Módulos de empalme y distribución, para permitir expandir la capacidad del tablero sin modificar su construcción.
- Módulos de terminación de cables de fibra externos
- Módulos para interconexión de cables.

b. Tableros de Distribución Secundaria de Fibra Óptica: estos tableros deberán ser de diseño estándar del fabricante e incluirán módulos para personalización y expansión de manera similar a los tableros principales.

c. Interconexión de cables externos utilizando cables de conexión (“patch cables”) estándar.

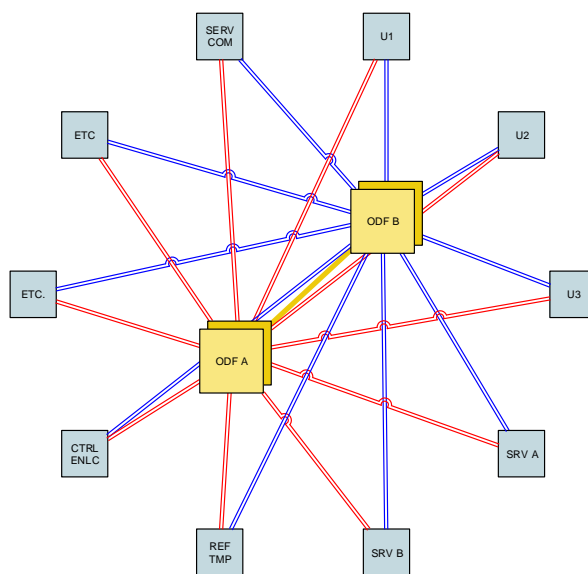


Figura 1 - Concepto de Estrella doble

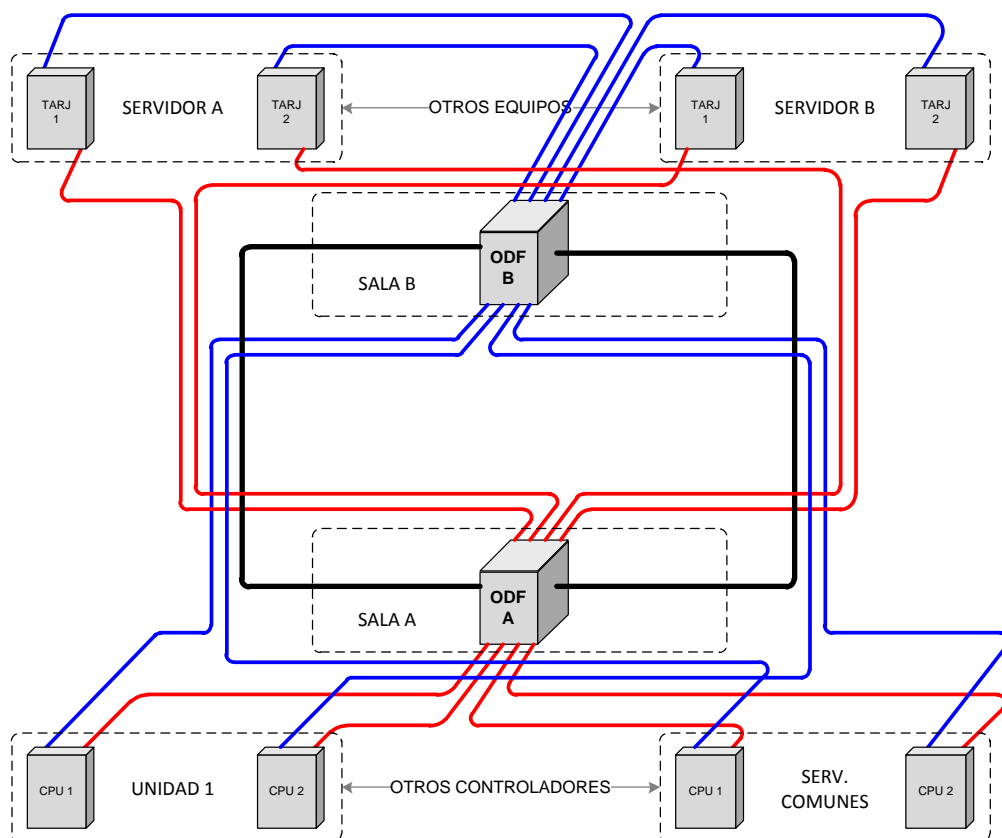


Figura 2 - Implementación conceptual de una estrella doble para la Central de Baygorria (para mayor claridad no se muestran los tableros de distribución secundarios).

6. Disrupciones en equipos y sistemas existentes. El sistema de comunicaciones se diseñará para instalación y puesta en funcionamiento en una instalación hidroeléctrica en funcionamiento. El sistema deberá permitir realizar trabajos de construcción en una unidad, servicios auxiliares u otro sistema de la planta sin perturbar el funcionamiento de otros sistemas, tanto para trabajos en el campo como para trabajos en la Sala de Control. La secuencia de trabajo se diseñará para minimizar la duración total del trabajo en el Sitio.

7. Equipo para uso exterior

a. Todo el equipo que se utilizará ya sea sobre la superficie o sumergido deberá estar diseñado para:

- Tener un nivel mínimo de protección de acuerdo con IEC 60529 (incluso para equipos que normalmente no estarán sumergidos): IP 68 siempre que esté disponible, IP 67 de lo contrario.

b. No requerirá reemplazo por un mínimo de 10 años cuando se realiza el mantenimiento especificado.

c. Los equipos eléctricos y electrónicos deberán estar montados, conectados y protegidos para que sean altamente resistentes a los efectos de descargas eléctricas (e.g.: rayos).

B. Criterios de Diseño

1. El diseño del sistema de comunicaciones va a estar regido por los estándares de la industria (ver referencias). En general, los criterios establecidos en estos estándares se ocuparán para definir:

- a. Arquitectura/Configuración del sistema
- b. Requisitos de Cableado
- c. Requisitos de Hardware
- d. Requisitos de Software
- e. Requisitos de Seguridad

2. Los criterios de diseño principales para los sistemas serán

a. Disponibilidad

- El sistema de comunicaciones será diseñado para minimizar las consecuencias de falla, proveyendo redundancia física, detección de fallas y resiliencia ante fallas del sistema, de tal manera que la falla de un dispositivo no resulte en pérdida o degradación de ninguna función del sistema.
- Los sistemas serán diseñados para minimizar la duración de fallas, por medio del uso de funciones de diagnóstico intrínsecas y características tales como sistemas modulares que permitan el reemplazo de partes “en caliente”.

b. Mantenibilidad

- Los elementos de hardware y software de los sistemas deberán ser simples de mantener, utilizando las instalaciones de mantenimiento de la Central, las herramientas de hardware/software y las piezas de repuesto recomendadas por el fabricante.

c. Expandibilidad

- El sistema de comunicaciones será capaz de ser expandido por sobre lo requerido añadiendo módulos de terminación de fibra o de cables UTP/STP en los tableros principales de distribución de fibra (ODFs) o tableros de distribución secundaria (“patch panels”). Una expansión de un 50% del sistema actual (en cualquier nivel) no deberá degradar la performance del sistema existente.
- Para proveer flexibilidad a la hora de la expansión del sistema de comunicaciones, el diseño estará conforme los estándares de la industria en cuanto a conceptos

tales como cableado estructurado, tipos de cables y terminaciones, equipos de comunicaciones, protocolos de comunicaciones, tensiones de operación, conectores, etc.

d. Redundancia

- El sistema de comunicaciones será 100% redundante, basado en una topología de red estrella redundante.

e. Redundancia física. Los componentes redundantes estarán ubicados en diferentes ubicaciones físicas (dentro de las restricciones del Proyecto), de tal manera que incidentes en una ubicación (tal como un incendio) no afecte el equipo redundante.

f. Estandarización de componentes. El diseño se desarrollará para minimizar inconvenientes en la integración y proveer una utilización plena de las características de diagnóstico en componentes estándar, tales como: Hardware y Software. Los componentes de hardware y software a través de todo el equipamiento serán especificados para que compartan los mismos requisitos de interface.

g. Estandarización de Protocolos de Comunicaciones. Los protocolos de comunicaciones serán seleccionados para crear redes estándar y abiertas que faciliten la integración de equipos provistos por diferentes fabricantes.

h. Integración

La integración de los componentes del sistema se realizará mediante un diseño consistente en los medios, conectores y protocolos.

C. Comunicaciones y Redes. Referirse a los requerimientos aplicables del numeral 9.1.

D. Requerimientos Generales para Sistemas Informáticos y Software. Referirse a los requerimientos aplicables al numeral 9.1.

E. Seguridad de Tecnologías de la Información y Operación (IT/OT). Referirse a los requerimientos aplicables al numeral 9.1.

F. Sincronización de Tiempo. Referirse a los requerimientos aplicables al numeral 9.1.

G. Licencias. Referirse a los requerimientos aplicables al numeral 9.1.

H. Coordinación e interoperabilidad. Referirse a los requerimientos aplicables al numeral 9.1.

I. Interfaces. Referirse a los requerimientos aplicables al numeral 9.1.

9.3.1.9 Requisitos de Desempeño (Performance)

A. General

1. Disponibilidad. El Sistema de Comunicaciones de fibra óptica es un sistema de infraestructura pasivo, sin embargo deberá servir de soporte para implementar las disponibilidades mínimas de los sistemas conectados a este.

2. El Contratista deberá diseñar el sistema para que en ningún momento la disponibilidad de los sistemas sean mayores a la disponibilidad de la infraestructura de fibra; o dicho de otra manera, la disponibilidad del sistema de comunicaciones de fibra degrade la disponibilidad de los sistemas conectados a él.

3. Tolerancia a fallas.

a. Las instancias de punto único de falla son inaceptables.

4. Equipo duplicado.

a. A menos que se especifique lo contrario, cuando se requieran dos o más equipos que desempeñen la misma función, estos deberán ser números de modelo exactos producidos por el mismo fabricante, intercambiables, y deberán estar estandarizados como un elemento de stock de repuesto.

b. Una excepción permitida a este requisito se aplica a equipos críticos, donde el Contratista podrá utilizar dos equipos de diferentes fabricantes, si lo considera necesario, para proveer redundancia reduciendo posibles fallas de modo común ("Common Mode Failure CMF").

9.3.1.10 Sistemas de Comunicaciones

El Contratista deberá proveer el siguiente equipamiento basados en los productos de Numeral 9.1.2:

A. Sistema de Comunicaciones A, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, soportes ("racks"), cables, configuración y software de configuración y mantenimiento. Cada conjunto incluirá como mínimo:

1. Un Tablero de Distribución Principal de Fibra Óptica (ODF), completo, con suficientes terminaciones para los cables de fibra óptica del diseño del Contratista más un 50% de terminaciones de reserva.

2. Siete Tableros de Distribución Secundaria de Fibra Óptica ("Patch Panels"), completos, con suficientes terminaciones para los cables de fibra óptica del diseño del Contratista más un 50% de terminaciones de reserva. La cantidad de tableros podrá ser modificada por el Contratista según su diseño. Como mínimo los siguientes tableros deberán ser incluidos:

a. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para Unidad 1.

b. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Unidad 2.

c. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Unidad 3.

d. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Servicios Comunes

e. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Vertedero.

f. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Subestación de 150kV.

g. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Interconexión con los Sistemas Existentes de UTE.

3. Cableado interno y todo otro equipo auxiliar, tales como equipos de control de temperatura/humedad, indicadores luminosos, interruptores de control, interruptores para distribución de energía, terminales, etc., para proveer un Sistema de Comunicaciones completamente funcional.

B. Sistema de Comunicaciones B, que incluya todo el hardware de montaje pertinente, soportes ("racks"), cables, configuración y software de configuración y mantenimiento. Cada conjunto incluirá como mínimo:

1. Un Tablero de Distribución Principal de Fibra Óptica (ODF), completo, con suficientes terminaciones para los cables de fibra óptica del diseño del Contratista más un 50% de terminaciones de reserva.

2. Siete Tableros de Distribución Secundaria de Fibra Óptica ("Patch Panels"), completos, con suficientes terminaciones para los cables de fibra óptica del diseño del Contratista más un 50% de terminaciones de reserva. La cantidad de tableros podrá ser modificada por el Contratista según su diseño. Como mínimo los siguientes tableros deberán ser incluidos:

a. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Unidad 1.

b. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Unidad 2.

c. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Unidad 3.

d. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Servicios Comunes

e. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para
Vertedero.

f. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para Subestación de 150kV.

g. Tablero de Distribución Secundaria de Fibra Óptica para Interconexión con los Sistemas Existentes de UTE.

3. Cableado interno y todo otro equipo auxiliar, tales como equipos de control de temperatura/humedad, indicadores luminosos, interruptores de control, interruptores para distribución de energía, terminales, etc., para proveer un Sistema de Comunicaciones completamente funcional.

C. Un set de Herramientas, que incluya equipo, accesorios, cables, configuración y software de configuración y mantenimiento. El set incluirá como mínimo:

1. Un Equipo de Prueba de Fibra Óptica OTDR (“Optical Time-Domain Reflectometer”)

2. Un set de cables y accesorios

9.3.2 Equipamiento

9.3.2.1 Generalidades

D. Referirse al Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales – 3.A.01 Generalidades, para requerimientos de equipos comunes, componentes y materiales, tales como (pero no limitados a) tableros, identificaciones, placas características, cableado interno, interruptores y conmutadores de control, pulsadores, luces de indicación, instrumentos de tablero, tipos de cable, bloques terminales, canalizaciones, etc.

9.3.2.2 Tablero de Distribución Principal de Fibra (ODF)

A. Generalidades

1. Los tableros principales de distribución de fibra (ODF) deben ser autoportantes, de diseño estándar, flexibles y modulares, según se requiera para los cables de fibra óptica y para facilitar la expansión futura. Los ODFs deberán tener facilidades para poder ser anclados al piso. La figura 3 muestra una sección de tablero ODF conceptual como referencia.

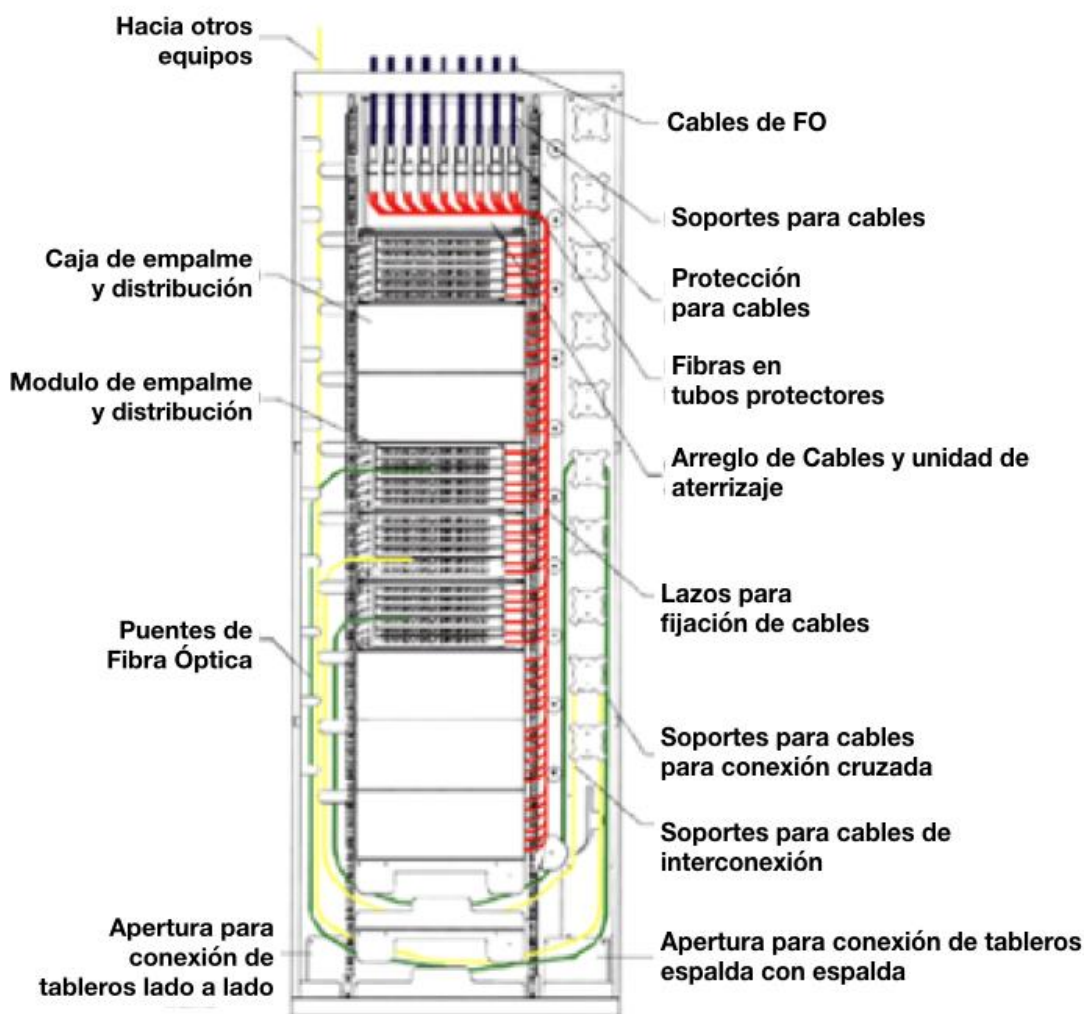


Figura 3 - Sección de Tablero Principal de Fibra Óptica – vista frontal sin puertas (concepto)

2. Los ODF se diseñarán y ensamblarán como un todo integrado, incluidos los siguientes:

a. Módulos para conectorización/distribución, empalme y terminación de cables de fibra óptica. Los frentes de los módulos serán intercambiables para acomodar conectores de tipo SC y LC adecuados para fibras multimodo y monomodo. La pérdida de inserción del conector no debe exceder de 0,5 dB.

b. Cajas de Empalme y distribución, para alojar los módulos de conectorización y distribución. Las unidades tendrán puertas frontales transparentes (de acrílico o policarbonato), con un sistema de etiquetado adecuado para la identificación de puertos.

c. Guías de cables verticales para facilitar la instalación de cables de interconexión.

d. Dispositivos para pasar los cables de lado y entre la parte delantera y trasera.

e. Cubiertas laterales para el lado expuesto de los marcos al principio y al final de cada fila, y según se requiera para la protección del cable.

f. Cajas de empalme y distribución con capacidad para diferentes configuraciones.

g. Soporte terminación de tuberías de 56mm (2") para entrada de cables por la parte superior o inferior. Los radios de curvatura serán adecuados para evitar daños a los cables de fibra óptica.

3. El tablero deberá estar construido con chapa de calibre grueso, autoportante, con acceso frontal a través de una puerta con bisagras con cerradura.

4. Los tableros deberán ser de construcción modular, aptos para el servicio y la ubicación propuesta y deberán tener las características generales tales como especificadas en el Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales – 3.A.01 Generalidades.

5. Protección Ambiental

a. Grado de protección

- tableros montados en el interior de la Central deberán tener grado de protección NEMA 12 (o IEC 60529 IP54)
- tableros montados al exterior, deberán tener grado de protección NEMA 4X (o IEC 60529 IP66)

9.3.2.3 Tablero de Distribución Secundaria de Fibra

A. Generalidades

1. El tablero deberá estar construido con chapa de calibre grueso, apto para montaje en pared, con acceso frontal a través de una puerta con bisagras con cerradura.

2. Los tableros deberán ser de construcción modular, aptos para el servicio y la ubicación propuesta y deberán tener las características generales tales como especificadas en el Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales – 3.A.01 Generalidades.

3. Protección Ambiental

a. Grado de protección

- tableros montados en el interior de la Central deberán tener grado de protección NEMA 12 (o IEC 60529 IP54)
- tableros montados al exterior, deberán tener grado de protección NEMA 4X (o IEC 60529 IP66)

4. Los tableros deberán alojar los siguientes dispositivos, aptos para montaje en riel DIN o en subpaneles:

a. Módulos para conectorización/distribución, empalme y terminación de cables de fibra óptica. Los frentes de los módulos serán intercambiables para acomodar conectores de tipo SC y LC adecuados para fibras multimodo y monomodo. La pérdida de inserción del conector no debe exceder de 0,5 dB

b. Cajas de Empalme y distribución, para alojar los módulos de conectorización y distribución. Las unidades tendrán puertas frontales transparentes (de acrílico o policarbonato), con un sistema de etiquetado adecuado para la identificación de puertos.

9.3.2.4 Paneles de Distribución de Fibra Óptica para montaje en tablero

A. Generalidades

1. Cada tablero que incluya conexión al sistema de fibra óptica deberá estar equipado con paneles de fibra óptica montadas en riel DIN para terminar los cables externos y proporcionar conectores para el equipo con capacidad de fibra óptica. Los paneles deberán tener las características mínimas:

a. El panel deberá alojar:

- la caja de empalmes por fusión con suficientes terminaciones para todas las fibras de los cables de fibra óptica, según el diseño del Contratista. Se deberá prever un mínimo de reserva de conectores para 1 cable de 6 fibras.
- Los conectores de fibra para los cables de interconexión entre estos paneles de distribución y los equipos del tablero.

b. El panel deberá incluir sujeciones de velcro reutilizables, para organizar la reserva de cable y proveer el radio de curvatura adecuado para el cable de fibra óptica.

c. El panel será de construcción totalmente metálica.

d. El panel deberá ser apto para montaje sobre riel DIN.

9.3.2.5 Cables de Interconexión (“Patch cords”)

A. Generalidades

1. Los cables de interconexión serán de tipo dúplex y adecuados para la transmisión de datos, video y voz a través de redes de fibra óptica de alto ancho de banda.

2. Los cables de conexión cumplirán todos los requisitos aplicables de todas las normas ANSI, BICSI, EIA, IEC, ITU, NFPA, TIA, TT y UL pertinentes. Los cordones serán clasificados como tipo OFNR.

3. La pérdida total de inserción será típicamente de 0,7 dB y 1,0 dB máximo, o mejor, incluyendo fibras y conectores.

4. Todos los cables de conexión se empaquetarán individualmente con una etiqueta que contiene información relevante, incluidas las pruebas de atenuación de fábrica.

5. Los cables de interconexión tendrán las siguientes características mínimas:

- a. Diámetro exterior de la chaqueta/forro: entre 2,7 y 6 mm.
- b. Altura de la fibra (planar o esférica) <100 nm
- c. Repetibilidad > 500 ciclos
- d. Vida útil de servicio: Garantía de por Vida contra defectos
- e. Botas de alivio de tensión de 30 a 50 mm de largo

B. Cables de interconexión de fibra óptica multimodo:

1. Las fibras multimodo tendrán un diámetro de 125 μ m con un diámetro de núcleo de 62,5 + 1 μ m. Las fibras se encapsularán en cables de amortiguamiento ajustado ("tight buffer") de 900 μ m protegidos con aramida y una chaqueta naranja. El ancho de banda será de 200 MHz/km a 850 nm y 500 MHz/km a 1.300 nm, o mejor.

2. El lado del panel de conexión tendrá conectores SC/PC que cumplan con los requisitos de ISO/IEC 11801, TIA 568 y TIA 604-3 (FOCIS). Los casquillos del conector serán de zirconio de 2,5 mm con una pérdida de retorno de 55 dB o superior.

C. Cables de interconexión de fibra óptica monomodo:

1. Las fibras monomodo tendrán un diámetro de 125 μ m con un diámetro de núcleo de 9 + 1 μ m. Las fibras se encapsularán en cables de amortiguamiento ajustado ("tight buffer") de 900 μ m protegidos con aramida y una chaqueta amarilla.

2. El lado del panel de conexión tendrá conectores SC/UPC que cumplan con los requisitos de TIA 568, ISO/IEC 11801 y EIA 604-3 (FOCIS). Los casquillos del conector serán de zirconio de 2,5 mm con una pérdida de retorno de 55 dB o superior.

9.3.2.6 Cables de Planta Interna y Externa

A. Generalidades

1. Los cables deberán ser aptos para instalaciones interiores y exteriores: cable de amortiguador ajustado (“tight buffer”) inter e intra-edificios (“inter and intra-building”), clasificación OFNR según UL conforme a las secciones 770-51 (b) y 770-53 (b) de NFPA 70, y reuniones o excediendo TT GR-409-CORE.

2. Las fibras multimodo deberán ser de núcleos (“cores”) de 62,5/125 μm en cables de amortiguamiento ajustado (“tight buffer”) de 900 μm ; y las fibras monomodo tendrán núcleos (“cores”) de 8 a 9 μm dentro de cables de amortiguamiento ajustado (“tight buffer”) de 900 μm .

3. La construcción del cable se realizará en sub-cables o subunidades de no más de 12 fibras, agrupadas alrededor de un elemento de refuerzo central.

4. La cubierta exterior se extruirá a alta presión sobre el núcleo helicoidal de los sub-cables individuales de manera que los bloquee, protegiéndolos del deslizamiento y la fricción y evitando el movimiento axial durante la instalación.

5. El núcleo estará protegido con un sistema de bloqueo de agua diseñado para evitar la entrada de agua y humedad.

6. Los cables se etiquetarán en la cubierta exterior con marcas de medidor secuenciales, “CABLE DE FIBRA OPTICA”, el nombre “UTE BAYGORRIA”, un símbolo para indicar que es un cable de telecomunicaciones y la cantidad y el tipo de fibras de acuerdo con las construcciones de cable solicitadas, por ejemplo: “72 MM” o “24 SM”.

B. Clasificaciones y Características:

1. Diseño de cubierta exterior con núcleo bloqueado (“core-locked”) para garantizar servicio a largo plazo sin problemas y uso en instalaciones largas y verticales (cables de alta resistencia al tiro).

2. Sub-cables diseñados para terminaciones directas con conectores estándar.

3. Un forro de elastómero deberá encerrar cada fibra óptica y rodear a los miembros de aramida para proporcionar un sub-cable resistente.

4. Núcleo de cable trenzado helicoidalmente para mayor flexibilidad, alta resistencia al tiro y protección mecánica para las fibras ópticas.

5. Revestimiento de alto rendimiento en cada fibra óptica para protección ambiental y mecánica.

6. Materiales y estructura ignífugos.

7. Resistente a los hongos, resistente al agua y resistente a los rayos UV para uso en exteriores.

8. Adecuado para ser instalado por medio de tiro con empuñaduras de malla (“wire mesh grips”).

9. Adecuado para enlaces de corta y moderada distancia entre edificios o dentro de un edificio, donde se necesiten múltiples puntos de terminación.

10. Otras características:

Atenuación Promedio	Multimodo (MM)	3,0 dB/km @ 850 nm y 1,0 dB/km @ 1.300 nm
	Monomodo (SM)	0,4 dB/km @ 1.310 nm y 0,3 dB/km @ 1.550 nm
Resistencia a aplastamiento		2.200 Newton/cm
Resistencia a la flexión		2.000 ciclos
Resistencia a Impacto		1.500 impactos
Rango de Temperatura de Operación		0°C a +85°C
Ancho de Banda Óptico (Fibras multimodo)		160 MHz/km @ 850 nm 500 MHz/km @ 1300 nm

9.3.2.7 Equipo de Prueba de Fibra Óptica OTDR (“Optical Time-Domain Reflectometer”)

A. Generalidades

1. El equipo de pruebas para fibra óptica se utilizará para probar y certificar la red de fibra óptica, durante la puesta en servicio de la red y para mantenimiento del sistema.

2. El equipo deberá suministrarse completo, incluyendo maletín de transporte, cables de alimentación, set de cables de prueba de largo y cantidad suficiente para realizar todas las pruebas necesarias tableros de distribución, paneles de distribución, cables, y equipos de comunicaciones.

B. Características técnicas:

1. El equipo deberá cumplir totalmente con los estándares ISO y TIA.

2. El equipo deberá ser apto para prueba de cables multimodo y monomodo, con longitudes de onda de 850, 1.300, 1.310, 1.490, 1.550, 1.625 nm.

3. El equipo deberá proveer pruebas y certificación (pasa/no pasa) de conectores.

4. El equipo deberá incluir funciones de modo automático Auto OTDR para analizar parámetros clave de los enlaces de fibra tales como: rango, ancho de pulso, tiempo promedio.

5. El equipo deberá tener un modo de localización visual de fallas para identificar fácilmente fibras dañadas.

C. Software

1. El equipo de pruebas deberá incluir un software instalador en las estaciones de trabajo portátiles, para asistir en la prueba de múltiples tableros y cables.

2. El programa deberá permitir comparar los trazos de diferentes mediciones para detectar diferencias o fallas.

3. El programa deberá almacenar los registros realizados por el equipo de pruebas para análisis de los diferentes cables y conexiones en el tiempo.

D. Modelo

1. El equipo deberá ser Fluke OptiFiber Pro o un modelo similar aprobado por UTE.

9.3.3 Ejecución

9.3.3.1 General

A. Para requerimientos generales de ejecución referirse a la Parte A.

B. Para identificación de cables, conductores, canalizaciones (bandejas, ductos, etc.), equipos, señales, etc. referirse al Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales – 3.A.01 Generalidades.

C. El Contratista/Proveedor es responsable de suministrar todos los materiales, mano de obra y equipo necesarios para la instalación completa de los sistemas de comunicaciones de la Central.

D. El trabajo de instalación incluirá, pero no se limitará al desmontaje/remoción del equipo existente de comunicaciones para las unidades y servicios comunes de la central y la instalación de nuevo equipo para los sistemas especificados en esta sección, incluyendo todos los trabajos requeridos no específicamente explícitos en estos Documentos, pero necesarios para proveer un sistema de comunicaciones completo, listo para usar, tales como trabajos civiles, mecánicos, eléctricos e instrumentación.

E. Herramientas, escaleras, andamios, equipos, arañas, aparejos, calentadores, instrumentos de medición de precisión, cuñas y materiales incidentales tales como pernos, cuñas, cinchas, insertos para concreto, insertos para puesta a tierra, etc. necesarios para instalar, ajustar, probar en sitio y

dejar los sistemas listos para funcionamiento completo, serán proporcionados por el Contratista/Proveedor.

F. Cuando las especificaciones del producto incluyen un fabricante designado, con o sin número de modelo, y también incluyen requisitos de rendimiento, los productos del fabricante deben cumplir con las especificaciones de rendimiento.

G. El Contratista/Proveedor inspeccionará los materiales y el equipo en busca de signos de humedad, picaduras, corrosión, oxido, u otros efectos nocivos de almacenamiento. El Contratista no deberá instalar material o equipo que muestre dichos efectos. El Contratista deberá retirar material o equipos dañados del Sitio y agilizar la entrega de material o equipo nuevo idéntico. Las demoras en el Trabajo que resulten del daño del material o del equipo que requiera la adquisición de nuevos productos se considerarán demoras dentro del control (atribuibles) del Contratista.

H. Desmontaje/remoción de equipo existente, cableado y tubería:

1. Desconecte y remueva los dispositivos y equipos siguiendo los requerimientos del Volumen III - Parte A – Especificaciones Técnicas Generales – 3.A.01 Generalidades.

9.3.3.2 Plan de Instalación

A. General.

1. Para mantener un funcionamiento confiable de la planta durante el proceso de renovación, la instalación del nuevo sistema de comunicaciones se realizará de forma gradual por unidades hasta que todas las unidades hayan sido renovadas. Se debe desarrollar un plan de instalación para el sistema de comunicaciones y el cableado de interconexión de manera tal que no perturbe el funcionamiento de los sistemas existentes.

2. El Contratista deberá preparar un plan de instalación tomando en cuenta secuencia de las actividades de construcción e interface con UTE y someterlo para la aprobación correspondiente de UTE.

B. Construcción por fases.

1. La instalación de los equipos relacionados con la unidad, como los tableros de control de unidad, la integración con los equipos de control turbina (tales como la planta hidráulica, los actuadores, etc.), los equipos de maniobra de media tensión, el sistema de excitación, los sistemas de protecciones, etc., se deberá llevar a cabo durante la parada de unidad.

2. Una vez completada la renovación final de la Central (unidades y servicios comunes), vertedero y subestación, el Contratista desconectará los cables de fibra óptica a las RTU del SCADA existente en cada Unidad.

3. Las funciones de comunicaciones de la Central o de la subestación que no se transfieran al nuevo sistema de comunicaciones no

deberán ser removidas, desconectadas o su funcionamiento degradado por los trabajos de modernización que realice el Contratista.

C. Requerimientos Específicos de Instalación.

1. La instalación de los cables de fibra óptica en bandejas y tuberías deberá cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 770 de la norma NFPA 70, National Electrical Code (NEC).

2. Todas las bandejas, tuberías, tuberías de protección ("innerducts"), y otros accesorios que se requieran para una adecuada instalación, tales como protectores, guías, amarres, soportes, etc.; deberán ser suministrados por el Contratista.

3. Todos los cables para planta interna y externa se terminarán en los tableros de distribución principal/secundario y en paneles de distribución de fibra óptica para montaje en tablero para todos los sistemas que utilicen el sistema de comunicaciones.

4. Los cables de los sistemas A y B deberán instalarse por rutas diferentes para mantener el criterio de redundancia.

5. Bajo ninguna circunstancia el cable se deberá doblar más que el radio de curvatura mínimo especificado por el fabricante.

6. La fuerza de tracción aplicada al cable durante el tendido no deberá exceder la fuerza de tracción máxima especificada por el fabricante. La fuerza de tracción aplicada durante la instalación no deberá dejar el cable permanentemente torcido, tensionado o deformado.

7. Se permitirán empalmes de fibras únicamente en los extremos especificados y dentro de los gabinetes correspondientes. Los únicos empalmes permitidos serán aquellos necesarios para instalar los conectores en los tableros de distribución o paneles de distribución para montaje en tablero.

9.3.3.3 Requerimientos de Prueba

A. General

1. Para requerimientos generales de pruebas referirse a la Parte A del presente Volumen.

2. El Contratista deberá preparar un procedimiento de pruebas y presentarlo para revisión y aprobación, siguiendo los requisitos del Volumen II – Condiciones Contractuales.

3. Procedimientos. Los procedimientos deberán describir:

a. Las condiciones previas y las asunciones de la prueba, los pasos detallados que se deben tomar para cada prueba y la verificación de los resultados de cada paso.

b. La configuración de la prueba, las herramientas de simulación e inyección, las herramientas de medición, el calendario completo de la prueba, los formularios para registrar los resultados de la prueba, la clasificación de las discrepancias, el proceso para corregirlas, y el procesamiento de los informes de la prueba.

B. Procedimientos de Prueba

1. General

- a. Los procedimientos de prueba deben incluir como mínimo:
- Pruebas de los equipos del sistema de comunicaciones,
 - Los procedimientos paso a paso incluirán la verificación de los componentes y el ensamblaje del hardware cumplen con las especificaciones y los planos del fabricante aprobados más recientes por el UTE.

2. Pruebas previas a las pruebas en fábrica (Pre-FAT)

a. Las pruebas previas a las pruebas en fábrica deberán ser realizadas por el Contratista para verificar que el sistema, totalmente integrado, cumpla con todos los detalles funcionales requeridos.

b. Las pruebas previas a las pruebas en fábrica deberán seguir completamente los procedimientos de pruebas en fábrica aprobados por UTE.

c. El Contratista deberá corregir todas las discrepancias encontradas en las pruebas previas a las pruebas en fábrica, antes de que puedan iniciarse las Pruebas de Aceptación de Fábrica (FAT).

3. Pruebas de Aceptación en Fábrica (FAT) – Requisitos Generales

a. El Contratista deberá notificar a UTE de las Pruebas de Aceptación en Fábrica 60 días antes de la fecha de comienzo de las mismas.

b. La FAT se iniciará con una confirmación de que las pruebas de integración completa del sistema realizada por el Contratista fueron exitosas. Una vez completada la integración del sistema, el Contratista llevará a cabo los procedimientos de prueba FAT.

c. La FAT será una prueba completa de todas las características y funciones del sistema suministrado

d. La FAT es una prueba formal ejecutada por Contratista.

e. Si UTE lo considera necesario, los representantes de UTE presenciarán las FAT y examinarán el sistema y las partes para verificar la integridad de los materiales, la mano de obra y el cumplimiento de las

especificaciones. Durante el período de prueba FAT, el Subcontratista hará lo siguiente:

- Poner a disposición todo el cableado temporal necesario; equipos de prueba y dispositivos requeridos para las FAT.
- Probar las piezas de repuesto, si las hubiera, en forma rotativa.
- Simular todas las condiciones necesarias para probar todos los equipos.

f. Pruebas de las funciones del sistema: Las pruebas deben ser completas y representativas de todas las funciones proporcionadas ya sea que estén especificadas o no.

g. Presencia de UTE en las FAT:

- UTE se reserva el derecho de enviar representantes a lo siguiente:
 - Inspeccionar cualquiera o todos los equipos antes y durante la FAT, y
 - Presenciar cualquier control de calidad de fábrica y pruebas previas de aceptación del Contratista y de cualquiera de sus subcontratistas.

h. Si UTE decide enviar testigos a la FAT, las partes también cumplirán con lo siguiente:

- Los representantes autorizados de cada parte deben revisar cada paso en las pruebas y firmarlas después de completar con éxito. Deberán identificar y firmar cualquier fallo específico por escrito. Después de la corrección de estas discrepancias, si las hubiera, se volverán a realizar las pruebas y a firmar las aceptaciones de los resultados, según corresponda.
- UTE será responsable de los gastos de viaje y estadía de sus representantes mientras estén en las visitas programadas a la fábrica.
- El Contratista proporcionará una copia de la revisión más actualizada de los procedimientos FAT revisados a cada uno de los representantes de UTE, y deberá tener al menos una (1) copia de todos los documentos de referencia para consulta en el lugar de pruebas para ser consultado por UTE en cualquier momento.

i. Pruebas de equipo:

- Las pruebas de diagnóstico de hardware deben ejecutarse primero para garantizar que cada equipo

esté en condiciones de realizar las pruebas y funcione correctamente.

- Todos los dispositivos a ser utilizados en las pruebas también deberán comprobarse lo más completamente posible de forma independiente, utilizando un equipo o dispositivo de prueba adecuado.

j. Otras pruebas: Todas las características del sistema no especificadas pero proporcionadas aplicables deberán probarse o simularse, según sea posible.

k. Informes de prueba:

- Los informes de prueba se proporcionarán después de completar las pruebas.
- Los informes de prueba contendrán toda la información necesaria para crear una base (“baseline”) del sistema, reproducible, que sirva para referencia de las pruebas en el Sitio. Esta información deberá estar en el formato más conveniente para ser accedida y recuperada en el sistema. Estos formatos podrán ser documentos electrónicos (bases de datos, programas de aplicación, archivos de configuración, datos de prueba/simulación, etc.) o en papel.

l. Todas las discrepancias encontradas en el FAT deberán corregirse antes del envío del sistema.

4. Pruebas de Aceptación en Fábrica (FAT) – Requisitos Particulares

a. Tableros de Distribución Principal de Fibra Óptica (ODF)

Cada equipo suministrado deberá recibir las pruebas de fábrica de rutina del fabricante para asegurar el correcto funcionamiento de todas las partes. El equipo de prueba de fábrica y los métodos de prueba utilizados deberán cumplir con los requisitos aplicables de las normas ANSI, IEEE y TIA/EIA aplicables.

b. Tableros de Distribución Secundaria

Cada equipo suministrado deberá recibir las pruebas de fábrica de rutina del fabricante para asegurar el correcto funcionamiento de todas las partes. El equipo de prueba de fábrica y los métodos de prueba utilizados deberán cumplir con los requisitos aplicables de las normas ANSI, IEEE y TIA/EIA aplicables.

c. Paneles de Distribución de Fibra Óptica para montaje en tablero

Cada equipo suministrado deberá recibir las pruebas de fábrica de rutina del fabricante para asegurar el correcto funcionamiento de todas las partes. El equipo de prueba de fábrica y los métodos de prueba utilizados deberán

cumplir con los requisitos aplicables de las normas ANSI, IEEE y TIA/EIA aplicables.

5. Pruebas de Aceptación en Sitio (SAT)

a. Después de la instalación del sistema de comunicaciones en Sitio, el Contratista llevará a cabo pruebas de aceptación en Sitio (SAT).

b. El Contratista deberá desarrollar un documento detallado del procedimiento SAT para su revisión y aceptación por parte de UTE antes de comenzar con las pruebas SAT. El procedimiento de prueba incluirá, pero no se limitará a, lo siguiente:

- Controles de dimensión y acabado.
- Controles de montaje e instalación contra las instrucciones del fabricante.
- Pruebas funcionales de equipos y software que confirmen el funcionamiento correcto de los equipos y los sistemas de comunicación. Las pruebas estarán basadas en las pruebas realizadas en la fábrica.
- Prueba de operación y funcionalidad.
 - Se realizarán las pruebas de aceptación tales como especificadas en los estándares ANSI/NETA ATS, y IEEE 1428.

c. El Contratista deberá preparar formularios de prueba apropiados para cada sistema probado. Se notarán las variaciones cuando el sistema no cumpla con la especificación o los documentos más recientes aceptados por UTE. Todas las variaciones se corregirán a expensas del Contratista, y se volverá a probar el sistema, antes de que el equipo se considere totalmente comisionado y listo para el servicio.

6. Pruebas del sistema/Ensayos Conjuntos

a. Cuando se haya certificado la instalación del Sistema de Comunicaciones, el Contratista deberá realizar las pruebas conjuntas del sistema de acuerdo con los procedimientos de prueba aceptados. Las pruebas del sistema deberán operar los diversos subsistemas del sistema de comunicaciones para verificar el cumplimiento con todos los requisitos funcionales especificados, incluidos la integración con otros sistemas suministrados por el Contratista (por ejemplo el DCS) o existentes.

b. El Contratista deberá ejercitar los sistemas a través de pruebas operativas en presencia de UTE para demostrar el desempeño especificado y participar de las pruebas integradas con equipos suministrados en otras secciones de tal manera que los ensayos conjuntos puedan realizarse sin retrasos, ni interrupciones por trabajos incompletos.

c. El Contratista deberá verificar el funcionamiento correcto de cada función del sistema de comunicaciones y comprobar el funcionamiento integrado durante la fase de prueba del sistema/ensayo conjunto de este Proyecto. Durante las pruebas del sistema/ensayo conjunto, los representantes del Contratista para este Sistema estarán disponible en el Sitio de manera continua. Estos representantes deberán ser capaces de solucionar problemas, modificar la configuración del sistema incluyendo los sistemas de comunicaciones.

d. El Contratista deberá preparar un informe de finalización de las pruebas del sistema/ensayo conjunto cuando cada parte del sistema haya sido probado con éxito. El informe notará cualquier problema encontrado y qué acción se requirió para corregirlos. Asimismo, incluirá una certificación de que los sistemas se han probado integralmente, están completos y funcionales de acuerdo con todos los requisitos de especificación.

9.3.3.4 Entrenamiento.

A. Al finalizar la instalación, el Contratista deberá proporcionar entrenamiento al personal de UTE en la operación y el mantenimiento de los equipos suministrados en esta Sección.

B. La capacitación a UTE será para no menos de 30 personas del personal de operación y mantenimiento de UTE. La capacitación en Sitio se realizará en dos sesiones de no menos de 10 horas por sesión.

C. Detalles del curso:

1. El Contratista deberá proporcionar la agenda y el contenido del curso de capacitación para revisión por parte de UTE al menos 8 semanas antes de la capacitación.

2. Durante el proceso de diseño, el Contratista revisará el cronograma e incluirá detalles completos sobre el contenido y la duración de cada curso aplicable.

3. Los cursos realizados por el fabricante deberán incluir como mínimo, entre otros:

a. Entrenamiento Básico:

- Teoría de operación
- Prácticas de mantenimiento recomendadas
- El uso de todas las herramientas de mantenimiento y diagnóstico y equipos de prueba.
- Diagramas de bloques de instalación/configuración de equipos y software, y resolución de problemas ("troubleshooting")

b. Entrenamiento de Mantenimiento

- Proveer capacitación en mantenimiento del sistema para permitir que el personal de UTE realice un mantenimiento de rutina y preventivo, solucione problemas y repare todo el equipo suministrado con el sistema. El curso deberá enfatizar las medidas de seguridad y las áreas que pueden requerir mantenimiento periódico, reajuste, reinicio, verificación o recalibración. Las instrucciones de mantenimiento y reparación deben asumir que el personal de UTE reparará el equipo reemplazando componentes discretos (“assemblies”) tales como plaquetas y módulos, y no incluirá instrucciones sobre la reparación a nivel de la plaqueta del circuito (reemplazo de componentes electrónicos).
- La capacitación deberá cubrir al menos los siguientes temas:
 - Mantenimiento preventivo, programado para todos los equipos;
 - Función y funcionamiento normal;
 - Diagnóstico de fallas;
 - Extracción y sustitución de módulos extraíbles
 - Mantenimiento de emergencia y procedimientos de restauración.
- Desarrollar el programa de capacitación en mantenimiento teniendo en cuenta que el personal tiene experiencia en el mantenimiento y reparación de productos electrónicos y un conocimiento general de los sistemas informáticos, pero no necesariamente está familiarizado con el hardware específico suministrado.

4. Certificación de los Asistentes. Dentro de los diez días posteriores a la finalización de cada clase, el proveedor del sistema deberá presentar a UTE lo siguiente:

- a. Una lista de todo el personal de UTE que asistió a la clase.
- b. Una evaluación del personal de UTE que asistió a la clase a través de una prueba escrita u otra evaluación equivalente.
- c. Una copia del texto impreso utilizado durante la clase con todas las notas, diagramas y comentarios. Esta documentación deberá estar contenida en el manual de capacitación.

5. Documentación:

- a. El Contratista proporcionará manuales adecuados y no retornables a cada una de las personas que atiendan el entrenamiento.

b. El Contratista deberá incluir todos los materiales de capacitación que se entregarán a cada estudiante para cada curso de capacitación.

c. El Contratista también proporcionará dos juegos de copias de cada curso de capacitación (en formato electrónico y físico) a UTE para que el departamento de capacitación de UTE lleve a cabo futuros cursos de capacitación.

d. A menos que se especifique lo contrario, el Contratista asumirá que aproximadamente 10 miembros del personal de UTE, compuesto por futuros instructores de capacitación y personal de evaluación de ingeniería, asistirán a cada curso de capacitación, adicionales al personal de operación y mantenimiento de UTE mencionado anteriormente.

e. Calificaciones del instructor: Los instructores deben ser ingenieros o técnicos competentes certificados, experimentados, expertos y capacitados específicamente en el área a cubrir por el curso. Los instructores deberán tener fluidez en el idioma castellano hablado y escrito.

f. Idioma: Los manuales del curso deberán estar escritos en castellano. Todas las sesiones del curso se realizarán en castellano.

g. Ubicación: Los cursos de capacitación se realizarán en Sitio en los lugares que determine UTE.

9.4 SISTEMA DE MONITOREO DE LA TURBINA Y DEL GENERADOR.

9.4.1 Generalidades.

A. En esta Sección se especifican los requisitos técnicos generales para todos los equipos a ser suministrados de acuerdo con estos Documentos Contractuales, excepto donde ellos no sean aplicables o se modifiquen por las secciones subsiguientes. Dichos requerimientos deberán ser cumplidos en cuanto a los equipos a ser suministrados y entregados que contengan materiales, componentes o partes similares a los descritos en esta Sección.

B. Con el objeto de disponer del conocimiento del estado de situación y la condición de la turbina y generador, el Contratista deberá suministrar, integrar e instalar los siguientes sistemas de medición y supervisión para la captura en tiempo real, muestreo, despliegue y análisis integral de todas las señales para la vigilancia del comportamiento de la Unidad y así brindar un alto grado de protección y alarma. Además, se deberá suministrar, instalar e integrar los servidores de Diagnóstico de la Turbina y Generador y las aplicaciones pertinentes en las estaciones de trabajo portátiles del DCS, para almacenamiento y visualización de datos, generación de reportes y configuración del Sistema de Supervisión de la Condición de la Turbina y Generador.

C. El Contratista deberá proveer los servicios de supervisión de instalación, puesta en marcha y servicios de soporte del fabricante para todos los equipos suministrados. Los fabricantes deberán tener la certificación ISO-

9001 y poseer experiencia en la instalación de los equipos provistos en al menos 100 unidades hidroeléctricas en el período de los últimos 5 años.

D. El Contratista deberá proveer todos los cables, canalizaciones (caños y bandejas), cajas, borneras, interruptores de alimentación, soportes, accesorios, conectores, demás accesorios requeridos para alimentar, controlar, supervisar y controlar los equipos suministrados en esta Sección.

9.4.2 Sistema de supervisión de Entrehierro.

A. El Contratista deberá suministrar e instalar un sistema completo de supervisión de entrehierro para cada uno de los 3 generadores del Proyecto, completamente integrado, con fuentes de alimentación, sensores, cables, monitores e interfaces, para la medición dinámica del entrehierro cuando el generador se encuentra en operación y determinar las formas del estator y el rotor.

B. El equipo deberá tener un rango de medición de entre 5 y 50 mm, con un error $< 3\%$ sobre el rango leído. El sistema de medición deberá ser del tipo dinámico que utilice una técnica digital y que sea adecuado para operar dentro de un rango mínimo de 0% a 150% de la velocidad nominal del generador.

C. El equipo no deberá ser afectado por la interferencia electromagnética, las vibraciones, las frecuencias típicas del generador, aceleraciones centrífugas, señales de radio VHF y UHF, temperaturas de operación del generador, y presencia de humedad, polvo, aceite y partículas provenientes del desgaste de las zapatas de los frenos, típicos de generadores hidroeléctricos. También deberá ser capaz de proteger al generador contra una disminución o una velocidad de cambio excesivas en el entrehierro y deberá incorporar funciones de autodiagnóstico. El Sistema deberá tener todas las facilidades necesarias (monitores, etc.) para supervisar la condición del funcionamiento de las Unidades y asistir al Operador en la toma de decisiones de acuerdo a los criterios y límites de operación de las Unidades. El sistema deberá consistir de los siguientes equipos:

1. Sensores de Entrehierro.

a. Los sensores de entrehierro deberán ser del tipo capacitivo, sin contacto y aptos para operación en un rango de temperaturas entre 0°C y 125°C. Los sensores deberán soportar temperaturas extremas de funcionamiento y la presencia de humedad y de aceite lubricante, no siendo alteradas las mediciones por dichas condiciones propias de los sitios de instalación. Los sensores deberán estar montados sobre la pared interna del estator y no deberán cubrir más de dos ranuras de ventilación sobre el estator. Los sensores, equipos y accesorios para instalaciones deberán ser inmunes a las señales de radio frecuencia y de campos electromagnéticos, así como a las corrientes de fuga por el eje de la unidad y a las imperfecciones mecánicas de la superficie del eje. El rango seleccionado de funcionamiento de cada sensor deberá estar acorde con los valores característicos de operación de la Unidad

generadora. Los sensores deberán ser insensibles al cambio de longitud de los cables. El Contratista deberá suministrar para aprobación de UTE el rango seleccionado para los sensores. Los sensores de entrehierro deben cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

- Rango de medición > de 10mm.
- Respuesta en frecuencia de 0 a 1.000Hz.
- Precisión mejor que 3% del rango leído
- Desviación por temperatura +1% a mitad del rango a máxima temperatura.
- Rango de temperatura de operación de 0° a 125°C.
- Inmunidad a campos magnéticos hasta 1,5 Tesla.
- Resolución mínima de $\pm 1\%$ del rango total.
- Linealidad 1,5% o mejor.
- Intercambiabilidad < 5%.
- Rango de Operación 455 kHz \pm 1 kHz.

b. Los sensores deberán ser fabricados de un material inmune a los campos magnéticos del generador y deberán suministrarse e instalarse completos con todos los accesorios necesarios para su montaje permanente, incluyendo pero no limitado a: cables, conductos eléctricos, conectores, cajas de terminales, soportes y todos los demás herrajes necesarios para su instalación. Los sensores deberán suministrarse con todas las instrucciones necesarias para su montaje y certificados de calibración. El Contratista deberá suministrar e instalar una sonda de sincronización con el propósito de tener un plano de referencia de los polos del rotor. El Contratista deberá suministrar los siguientes sensores:

- Nueve sensores de medición entrehierro, tipo capacitivo, instalados según se indica a continuación:
 - 8 en el entrehierro en la parte superior del estator
 - 1 en el entrehierro en la parte inferior del estator
- 1 sonda de sincronización.
- 4 sensores de medición de temperatura rotórica
- 8 sensores de medición de flujo magnético del rotor

c. Cableado y Cajas de Interconexión. Los sensores deberán ser alambrados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, con cables triaxiales o cables blindados y deberán ser protegidos por conductos eléctricos no magnéticos y terminados en cajas de interconexión en una ubicación que no interfiera con los procedimientos de mantenimiento, de ensamblaje o montaje del generador. Los conductos eléctricos deberán fijarse de una manera segura para evitar movimiento debido a vibraciones. Las cajas de interconexión deberán ser del Tipo NEMA 4X (IP66 según IEC) o mejor, impermeables al

aceite y polvo. Todas las cajas deberán ser conectadas a la red de puesta a tierra a la red de tierra de la central.

d. Programa de Análisis de Entrehierro. El programa de análisis dinámico del entrehierro deberá presentar los resultados de las mediciones en forma polar, rectangular y tabular, mostrando la forma del rotor dentro del estator. El sistema deberá tener capacidad de generar una alarma en caso de una disminución considerable del entrehierro y también deberá ser capaz de proteger al generador contra una disminución o una velocidad de cambio excesivas en el entrehierro y deberá incorporar funciones de autodiagnóstico.

e. El programa de análisis deberá permitir la correlación de todos los parámetros medidos por polo, monitoreo simultáneo de varios grupos, vista polar del rotor y del estator para obtener información de la redondez y la excentricidad del rotor y estator y deberá permitir la observación simultánea de los diferentes parámetros para la correlación de datos y eventos.

f. El Contratista deberá suministrar una descripción de las características técnicas del programa de análisis de entrehierro.

g. El Contratista deberá proveer 1 semana de entrenamiento operacional e interpretación de resultados para 3 ingenieros o técnicos de UTE con el objeto de que se familiaricen totalmente con la operación del sistema de supervisión de entrehierro, en las fechas que lo solicite UTE, en coordinación con el Contratista.

9.4.3 Sistema de detección de vibraciones

A. El Contratista deberá suministrar e instalar en cada una de las tres unidades del Proyecto, un sistema de detección de vibraciones completamente integrado, para la medición del nivel de vibraciones en los componentes de la Unidad. El sistema deberá tener todas las facilidades necesarias (sensores, monitores, etc.) para supervisar la condición de funcionamiento de la Unidad y asistir al operador en la toma de decisiones de acuerdo a los criterios y límites de operación de la Unidad. El sistema deberá consistir de los siguientes equipos:

1. Sensores. Los sensores deberán ser de dos tipos: desplazamiento y aceleración. Los sensores deberán ser herméticamente cerrados y deberán soportar temperaturas extremas de funcionamiento y la presencia de humedad y de aceite lubricante, no siendo alteradas las mediciones por dichas condiciones propias de los sitios de instalación. Los sensores, equipos y accesorios deberán ser inmunes a las señales de radio frecuencia y de campos electromagnéticos, así como a las corrientes de fuga por el eje de la Unidad y a las imperfecciones mecánicas de la superficie del eje, no siendo alteradas las mediciones por dichas condiciones propias de los sitios de instalación. El rango seleccionado de funcionamiento de cada sensor deberá estar acorde con los valores característicos de operación de la Unidad generadora. Los sensores deberán ser insensibles al cambio de longitud de los

cables. El Contratista deberá suministrar para aprobación el rango seleccionado para los sensores.

2. Sensores de desplazamiento. Los sensores de desplazamiento deberán ser del tipo capacitivo, sin contacto y deberán cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

- a. Rango de medición de 0,3 a 2,3 mm (12 a 92 mils) o 0,5 a 4,5 mm (20 a 177 mils).
- b. Respuesta en frecuencia de 0 a 1.000 Hz.
- c. Precisión mejor que $\pm 5\%$ a mitad del rango.
- d. Desviación por temperatura $\pm 1\%$ a mitad del rango a máxima temperatura.
- e. Rango de temperatura de operación de 0 a 60 °C.
- f. Salida: 4-20 mA con acondicionador de señal incorporado

3. Sensores de Aceleración. Los sensores de aceleración deberán ser del tipo acelerómetro, de alta sensibilidad, adecuados para operación en niveles de vibraciones bajos, y con filtros electrónicos adecuados para atenuar las señales de alta frecuencia. Los sensores de aceleración deberán cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

- a. Respuesta en frecuencia a-3 dB 0,2 a 3700 Hz.
- b. Rango de aceleración 10g pico.
- c. Rango de temperatura de operación de 0°C a 120°C.

4. Los Sensores deberán suministrarse e instalarse completos con todos los accesorios necesarios para su montaje permanente, incluyendo pero no limitado a: cables, conductos eléctricos, conectores, cajas de terminales, soportes y todos los demás herrajes necesarios para su instalación. Los sensores deberán suministrarse con todas las instrucciones necesarias para su montaje y tablas de calibración. Los sensores deberán ubicarse según se indica a continuación:

- a. Dos sensores de desplazamiento radial, tipo no-contacto, en las posiciones 0° y 90°, para la medición de vibración relativa en el cojinete de guía inferior.
- b. Dos sensores de desplazamiento radial, tipo no-contacto, en las posiciones 0° y 90°, para la medición de vibración relativa en el cojinete combinado de empuje y guía de la Unidad.
- c. Dos sensores de desplazamiento radial, tipo no-contacto, en las posiciones 0° y 90°, para la medición de vibración relativa en el cojinete de guía superior.

d. Cuatro sensores de desplazamiento radial, ubicados en 4 puntos alrededor del bastidor del estator, para la medición de las dilataciones radiales del bastidor del estator.

e. Un sensor de aceleración para vibración axial (z) absoluta del tipo acelerómetro, para la medición absoluta en el cojinete combinado de empuje y guía de la Unidad.

f. Un sensor de desplazamiento axial, tipo no- contacto, en la posición 0° para la medición de vibración relativa en la cubierta superior de la turbina

5. Cableado y Cajas de Interconexión. Los sensores deberán ser alambrados de acuerdo a las recomendaciones del Fabricante, con cables triaxiales o cables blindados y deberán ser protegidos por conductos eléctricos no magnéticos y terminados en cajas de interconexión en una ubicación que no interfiera con los procedimientos de mantenimiento, ensamblaje o montaje de la Unidad. Los conductos eléctricos deberán fijarse de una manera segura para evitar movimiento debido a vibraciones. Las cajas de interconexión deberán ser del Tipo NEMA 4X (IP66 según IEC) o mejor, impermeables al aceite y polvo. Todas las cajas deberán ser puestas a tierra a la red de tierra de la central.

9.4.4 Monitores de excentricidad del eje

El Contratista deberá proveer para cada una de las tres turbinas del Proyecto, un monitor de excentricidad del eje en cada cojinete de guía, el cual deberá evaluar la excentricidad en dos planos perpendiculares entre sí. Cada sensor deberá detectar los movimientos horizontales del eje sin hacer contacto con el mismo. Cada monitor deberá poseer una unidad de control e indicación con sensibilidad ajustable. Las unidades de control e indicación deberán equiparse e instalarse de igual manera que los monitores de las ménsulas especificados en el Numeral 9.4.3 - Sistema de detección de vibraciones anterior.

9.4.5 Sistema de detección de descargas parciales

A. El Contratista deberá suministrar e instalar en cada generador un sistema capacitivo completo, adecuado para detección y medida de las descargas parciales durante la operación bajo carga, según se requiera para la supervisión continua o esporádica de las condiciones de los devanados, sin que se tenga que realizar un paro para medición. El sistema de detección deberá incluir los siguientes dispositivos:

1. Acopladores tipo capacitivo

a. El Contratista deberá suministrar los acopladores para cada Unidad. Cada equipo de acoplador consistirá de un acoplador capacitivo de 80pF, una bota de aislación de goma de silicona, y todos los accesorios y materiales para la instalación apropiada del acoplador y su conexión al gabinete de terminales del detector de descargas parciales. Los acopladores tipos capacitivos deberán ser instalados permanentemente en el devanado del estator de cada generador.

b. Los acopladores deberán ser adecuados para operación a una temperatura máxima de 120°C y deberán estar libres de ruido y corona a 20kV y la cantidad de descargas parciales deberá ser menor de 30 pC a un voltaje de extinción de corona de 25kV.

c. Los cables a usarse para la fabricación de los acopladores deberán ser cables coaxiales de polietileno entrelazado termoestable XLPE de 25 kV. Los conductores del acoplador que se conectarán al gabinete de terminales del detector de descargas parciales deberán ser cables coaxiales RG58. Los cables coaxiales requeridos para cada acoplador deberán tener la igual longitud de manera que la señal que pasa por el cable y el acoplador desde el terminal de línea tenga un tiempo de transmisión de menos de 5 nanosegundos. El cable coaxial desde el acoplador hasta el gabinete de terminales deberá enrutarse por la superficie metálica puesta a tierra del bastidor del estator dentro de un conducto eléctrico de acero rígido galvanizado, de manera que el tendido de los cables y conductos eléctricos no afecten la operación normal y mantenimiento del generador.

d. Los conductos eléctricos deberán asegurarse firmemente a la superficie metálica del bastidor para prevenir desplazamientos causados por vibraciones o ventilación que pudiesen afectar las características de respuesta balanceada del cable.

e. El montaje de los acopladores deberá incluir los dispositivos de protección requeridos y circuitos para prevenir que corrientes circulantes y sobrevoltajes peligrosos aparezcan en el gabinete de terminales del detector de descargas parciales.

2. Gabinete de Terminales del Detector de Descargas Parciales

a. El Contratista deberá proveer un gabinete de terminales para el detector de descargas parciales en cada Unidad, adyacente a la caja de terminales del generador.

b. El gabinete deberá ser adecuado para acomodar todos los cables coaxiales, adaptador BNC, bloques de terminales, la unidad permanente de adquisición de datos y los terminales y dispositivos de protección. El adaptador BNC deberá instalarse verticalmente. Cada acoplador deberá identificarse de acuerdo a los conductores del cable coaxial correspondiente. El blindaje de cada cable coaxial deberá soldarse a la placa de adaptación del adaptador BNC.

c. Se deberá proveer una barra de cobre para puesta a tierra en el gabinete de terminales del detector de descargas parciales equipada con terminales para conexión al sistema de puesta a tierra de la Central.

d. La construcción del gabinete de terminales del detector de descargas parciales deberá cumplir con los requisitos de construcción de la caja de terminales del generador.

3. Unidades Permanentes de Adquisición de Datos de Descargas Parciales.

a. Las Unidades Permanentes de Adquisición de Datos de Descargas Parciales deberán:

- Realizar las mediciones en modo continuo o modo instantáneo. Estos modos de adquisición serán configurables desde el panel frontal o desde las consolas remotas de mantenimiento.
- Integrarse directamente a las Unidades de Monitoreo del Sistema Supervisión de la Turbina y Generador, y a los programas y aplicaciones para el monitoreo en línea de la condición de las Unidades.
- Procesar las señales adquiridas realizando funciones de filtrado y reconocimiento de patrones para digitalmente separar descargas parciales de ruido eléctrico, pulso por pulso.
- Detectar con ayuda de las aplicaciones para el monitoreo en línea de la condición de las Unidades: impregnación pobre, bobinados recalentados, movimiento de la bobina en la ranura, pintura semiconductura deteriorada o inefectiva, y contaminación.
- Incluir una interfaz de comunicaciones con la Unidad de Monitoreo del Sistema de Supervisión de la Turbina
- Incluir dos señales de salida analógica con niveles proporcionales a los valores de descargas parciales: valor pico de descarga parcial ("Qm") y valor integral de actividad de las descargas parciales ("NQN"), para ser integrados en el Sistema de Control Distribuido.
- Incluir un mínimo de dos contactos secos monopolares independientes para supervisión del estado de la unidad y para alarma, a ser utilizados por el Sistema de Control Distribuido.
- Aptas para ser alimentadas por el sistema de 110Vcc de la Central.

4. Programas y Aplicaciones de Análisis de Descargas Parciales.

a. El Contratista deberá suministrar toda los programas de configuración y aplicaciones ("software") especial para el análisis de descargas parciales.

b. La aplicación deberá ser compatible e integrada con las aplicaciones para el monitoreo en línea de la condición de las Unidades a ser instaladas en los Servidores de Diagnóstico de la Turbina y Generador Las aplicaciones deberán proveer las facilidades para seleccionar las descargas

con respecto a su magnitud (valor pico), polaridad y fase y de generar reportes de los resultados de la actividad supervisada.

c. El Contratista deberá proveer una semana de entrenamiento operacional e interpretación de resultados para tres ingenieros o técnicos de UTE con el objeto de que se familiaricen con la operación del sistema de descargas parciales, en las fechas que lo solicite UTE, en coordinación con el Contratista.

d. El Contratista deberá asistir a UTE en la interpretación de las lecturas de la prueba inicial y lecturas subsecuentes tomadas hasta seis meses después de la instalación y prueba de cada equipo.

e. El Contratista deberá suministrar licencias del programa de análisis de descargas parciales para los Servidores de Diagnóstico de la Turbina y Generador y para dos computadores portátiles del Sistema de Supervisión de la Condición de la Turbina y Generador, especificados en el párrafo (Servidores y Consolas Portátiles de Diagnóstico de la Turbina y Generador).

9.4.6 Unidad de monitoreo

A. El Contratista deberá suministrar, instalar, configurar y probar una Unidad de Monitoreo para cada Unidad de la Central. La Unidad de Monitoreo deberá integrar las señales proveniente de los diferentes sistemas de supervisión de la condición de la turbina y generador.

B. La Unidad de Monitoreo será adecuada para el montaje en un Armario estándar de 19". La unidad de monitoreo deberá ser de múltiples entradas y programable en línea, de múltiples tareas de proceso digital, de diseño modular y capaz de mezclar y unir las tareas de los módulos (entrada, salida y alarma), con una capacidad mínima de 16 entradas por rack. La Unidad de Monitoreo debe tener la capacidad de interconectarse a múltiples racks de acuerdo al número de entradas requeridas.

C. La información deberá ser presentada en un despliegue frontal mostrando en forma gráfica los parámetros controlados; estos parámetros podrán ser ajustados localmente mediante un teclado frontal. El rack deberá ser alimentado desde el sistema de 110Vcc de la Central.

D. Comunicación

1. La Unidad de Monitoreo deberá comunicarse con los Servidores de Diagnóstico de la Turbina y Generador a través de una red soportada por el Sistema de Cableado Estructurado de Fibra Óptica utilizando interfaces redundantes Ethernet.

2. La Unidad de Monitoreo deberá incluir una interfaz dedicada hacia el Sistema de Control Distribuido utilizando un protocolo estándar de la industria, como especificado en la presente Sección.

3. La unidad de monitoreo deberá tener la capacidad de ser configurada a través del Sistema de Control Distribuido, a través la red Ethernet o por medio de la descarga de un archivo de configuración desde una llave USB.

4. El Contratista deberá seleccionar los dispositivos de comunicaciones tales como conmutadores (“switches”), enrutadores (“routers”), etc. de tal manera que sean de la misma marca y modelo que los utilizados por el DCS especificado en la presente Sección, a fin de consolidar la gestión de mantenimiento y reducir la variedad de repuestos.

E. Alarmas

1. La Unidad de Monitoreo deberá presentar límites de alarma con características múltiples, autoajustables y configurables para cada entrada, y será capaz de ejecutar alarmas condicionales en canales individuales o combinaciones de canales (lógica de votación), o en vectores resultantes (Smáx) de vibración del eje. La unidad deberá disponer de relés (NA & NC) programables por entrada, combinación de entradas, o común para varias entradas. La Unidad de Monitoreo deberá efectuar autocontroles y proveer relés de sistema disponible (“System OK”) y canal disponible (“System OK”).

F. Mediciones y Procesos

1. La Unidad de Monitoreo deberá ejecutar varios tipos de medidas sincronizadas (una revolución, múltiples revoluciones, alarma, tendencia) de todos los parámetros de alta y baja velocidad. Todos los parámetros de alta velocidad, deben ser referenciados por el mínimo valor del entrehierro de cada polo del rotor o por un disparo de referencia de adquisición (parámetros definidos por el usuario). Los datos de medida deberán ser temporalmente almacenados localmente antes de ser enviados a la base de datos de los Servidores de Diagnóstico de la Turbina y Generador. En caso de pérdida del vínculo redundante con ambos servidores, la Unidad de Monitoreo deberá ser capaz de almacenar localmente los datos de cómo mínimo 48 horas.

2. El equipo de monitoreo deberá incluir las siguientes entradas y salidas:

a. Entradas

- Entradas de entrehierro, vibración (proximidad, desplazamiento, aceleración, velocidad), y otros sensores.
- Entradas análogas: 4-20mA, 0-10V, 0-5V, $\pm 5V$, otros.
- Aceptar fuentes de señales análogas como parejas térmicas, RTD, medidas de tensión, fuentes de frecuencia, LVDT, Sensores de temperatura de estado sólido y otros voltajes o procesos de fuentes de señal de corriente.

- Ejecutar mediciones sincronizadas de todos los parámetros conectados bajo toda condición operativa y transitoria desde velocidades de parada a velocidades de escape/sobrevelocidad.
- Permitir el monitoreo continuo de alarmas con límites de doble nivel definidos por el usuario para cada entrada; capaz de ejecutar alarmas condicionales y mediciones
- Aceptar entradas de control de señal como sincronización, disparo de adquisición, bloqueo de disparo externo, y señal de disparo externo.
- Tasa de muestreo mínima de 8.000 muestras/segundo/por canal
- Comunicación redundante Ethernet e interfaz para comunicación dedicada para el Sistema de Control Distribuido.
- Presentación grafica configurable por el usuario: barra de grafico de tiempo real o numérica, unidad de medida, escala, límite de alarma

b. Salidas:

- Señal analógica sin procesar en tiempo real
- Señales procesadas (rms, pico, pico-pico, min./máx./valores promedios) Máximo vector de resultado (Smáx)
- Señales de alarma y disparo (protección)

9.4.7 Servidores y consolas portátiles de diagnóstico de la turbina y generador

A. El Contratista deberá suministrar, configurar y probar todos los equipos y programas necesarios para realizar las tareas de análisis, ingeniería y mantenimiento, incluyendo

1. Un Servidores de Diagnóstico de la Turbina y Generador, con sus programas y accesorios.
2. Aplicaciones y accesorios para las dos estaciones portátiles del DCS.

B. El Contratista deberá suministrar el Servidor de Diagnóstico de la Turbina y Generador y los accesorios necesarios para acceder al mismo desde las Consolas conectadas a este servidor, de la misma marca y modelo que los especificados en la presente Sección, a fin de consolidar la gestión de mantenimiento y reducir la variedad de repuestos.

C. El servidor de Diagnóstico de la Turbina y Generador deberá estar dedicado exclusivamente al control y a la configuración del sistema, almacenamiento y análisis de la base de datos para diagnósticos.

D. Los computadores personales portátiles, y las consolas conectadas al Servidor de Diagnóstico de la Turbina y Generador deberán ser adecuados para ejecutar las labores de configuración, parametrización, diagnóstico, actualización de programas, mantenimiento y pruebas de los Sistemas de Diagnóstico de la Turbina y Generador localmente o remotamente. Los computadores portátiles, servidores y consolas deberán estar configurados para utilizar la estación de impresión común del Sistema de Control Distribuido. El Contratista deberá suministrar todos los programas, cables y accesorios requeridos y deberán cumplir con los requisitos especificados en la Sección 10 - Sistema de Control, Mando y Protecciones.

9.4.8 Programas y aplicaciones (“software”)

A. Los programas y aplicaciones (“software”) deben ser utilizados para el monitoreo en línea de la condición de las Unidades. El sistema deberá servir como medio de control y configuración, manejo y análisis de datos, efectuar la recolección continua de información a partir de unidades de adquisición, monitorear tendencias de varios parámetros, mostrar valores de los parámetros, proveer el anuncio de status de alarma en la pantalla, e informar sobre la condición de la instrumentación.

B. El sistema deberá:

1. Recopilar, almacenar, mostrar y correlacionar los datos de todos los parámetros monitoreados y procesar variables para sostener un diagnóstico comprensivo de la máquina.

2. Dar alarmas para datos estáticos y dinámicos con por lo menos dos niveles de alarma, incluyendo almacenamiento de eventos que provea un rastreo de datos de medida y eventos del sistema pre y post alarma.

3. Correlacionar todos los parámetros medidos para un rápido y fácil diagnóstico de la máquina.

4. Monitorear parámetros y mostrar medidas que cubran todas las modalidades de operación del generador; desde máquina parada hasta sobrevelocidad.

5. Servir de soporte a la adquisición automática de datos para tendencias en intervalos definidos por el usuario

6. Incluir protección por contraseña para prevenir accesos no autorizados

7. Listado de alarmas en pantalla, por unidad y por entrada

8. Monitoreo simultáneo de múltiples máquinas

9. Los programas y aplicaciones (“software”) deberán incluir todas las herramientas de análisis necesarias para proveer los resultados mínimos de diagnósticos de maquina a continuación:

10. Despliegue de supervisión (simulador de máquina) con valores al día de puntos de monitoreo y condiciones de alarma

11. Exhibición simultánea de múltiples parámetros para una correlación de datos/eventos

12. Diagramas de tendencia para todos los estatus y valores dinámicos

13. Diagramas rápidos del espectro de la transformada de Fourier para análisis de vibración

14. Gráficos órbita del eje del rotor, referenciados por la posición actual del rotor

15. Vista polar animada, ilustrando el comportamiento de rotación del rotor dentro del estator, con un cálculo automático de la redondez y la excentricidad, además de una indicación con códigos de color de resultados de entrehierro reales contra tolerancias directrices

16. Gráficos del mínimo entrehierro para cada polo del rotor, sobre una o múltiples revoluciones

17. Gráficos de alarma exhibiendo un mínimo de 10 rotaciones antes y 10 rotaciones después que la alarma ha sido detectada

18. Función de agrupación de diagramas para un fácil acceso al banco de datos

19. Exhibición del rastreo termal utilizando códigos de color para la base del estator y las bobinas

20. Capacidad de alternar entre vista superior e inferior del entrehierro

21. Cálculo del vector resultante máximo (“Smax”) con amplitud y fase, referenciado por la posición del polo para ofrecer la capacidad de balanceo de la unidad

22. Botones de filtro para quitar rápidamente los efectos de vibración de las lecturas de otros puntos de medida como por ejemplo el entrehierro

C. Los despliegues para supervisión en línea de la condición de las unidades se podrán acceder desde las Consolas de Diagnóstico de la Turbina y Generador, desde los computadores portátiles, y desde las consolas de la Sala de Control Central.

D. El Contratista deberá incluir los programas y aplicaciones necesarias para integrar los Servidores y las Consolas de Diagnóstico de la Turbina y Generador a las aplicaciones de Supervisión del funcionamiento y recursos del Sistema especificado en la presente Sección.

9.4.9 Misceláneos

A. Generalidades

1. Los conductores contenidos dentro del generador y su cubierta, incluyendo los conductores para corriente continua, potencia a 220 Vca, control, deshumidificadores, instrumentación y otros accesorios, deberán suministrarse e instalarse dentro de conductos eléctricos rígidos de acero galvanizado, cuando sea posible.

2. Todos los conductores que se extiendan fuera de la cubierta del generador deberán terminar en una caja de terminales para montaje en superficie, situada fuera del pozo del generador. La caja de terminales deberá construirse con láminas de acero de un espesor mínimo de 2,5 mm, soldadas, reforzadas según se requiera. La ubicación y disposición de los bloques terminales en la caja de terminales estarán sujetas a revisión por UTE. El acceso al interior de caja de terminales deberá hacerse mediante una o dos puertas abisagrada(s) provista(s) con cerradura(s). La caja de terminales deberá proveerse con bloques terminales para 600V. Los conductores de potencia deberán terminarse en un compartimiento separado, formado mediante barreras.

9.5 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los siguientes planos y documentos de referencia están disponibles y se proporcionarán como datos adjuntos. Será responsabilidad del Contratista verificar los datos en los Documentos de Referencia y hacer todas las mediciones de campo y verificaciones dimensionales necesarias para sus cálculos de diseño.

DOCUMENTO	NOMBRE
E-5545	Limnímetro
E-5573	Esquema Eléctrico ME1-2
E-5576	Turbina – Logística de las protecciones
E-5585	Interconexión sistemas de protecciones – Celda 3 Trafo f21
E-5586	Interconexión sistemas de protecciones – Grupo disparos: K94."n"
E-5587	Interconexión sistemas de protecciones – Celda 6 - Protección tierra rotor
E-5588	Interconexión sistemas de protecciones – Transformadores TC y TP

DOCUMENTO	NOMBRE
E-5594	Autómata de información centralizada - supervisor
E-5632	Sensores de humo
Carpeta	Sincronización
1TS12S-A 11713 VIII	Empalme del alternador
1TS12S-A 11713 IIe	Construcción de las celdas de los generadores
1TS14E – A 06368 Vc	Instalación de 7kV – esquema general de conexiones
1TS14E A 06367 Ic	Sala de comando
1TS12S – F14099 IIa	Panel Sala de comando – Disposición y perforaciones
1TS12S – F14100 IIa	Pupitre de comando
2TS14E-A05368 IIIe	Tablero de sala de maquina
E1 - 0TS12SA 12214 VII f	
E2 - 0TS12S-A 14307II	Temperatura
E4 - 1TS12S-A12211 Ib	Esquema eléctrico general
E8 - 2AS7165-1152a	
E12 - 0TS12S-A 12214 IXi	Sincronización
E13 - 1TS12S-A12214 VIII	Esquemas de los enclavamientos
E14a_h01	Interruptores a45 y a44
E14a_h03	Interruptor a43
E15 - 0TS12S-A12211 IId	Equipo de protección para los alternadores I, II y III
E18 - 0TS12S-A 14307e	Relé de aviso (gen I, II y III, sala de comando y maquinas)
E26 - 0TS12SA 12214 If	Generador I, II y III – Alimentación 165kV
E34	Sistema de frenado – Relé 50% y comando nb41 frenos
E37 - 2TS12S-A 14309b	Consumo propio 7kV – Alimentación desde alternador III
E38 - 2TS12S-A 14309 Ib	Consumo propio 7kV – Alimentación desde alternador II
E39 – 2TS12S-A14309 IIb	Consumo propio 7kV – Alimentación desde alternador I
B0229	Subestacion165_Contadores_energíaDNC
-	Enclavamientos
-	Información CONTROL Y MANDO- Unidades
-	NFPA_12_2000_- _ES_Sistemas_CO2
-	2017_07-27-Generador Diesel
-	Automatismo cambio de scios
-	Celda HA Electroválvula y bobina de bloqueo
-	Condiciones de bloqueo solo 005

DOCUMENTO	NOMBRE
-	Condiciones de bloqueo solo 006
-	Control y Mando
-	Decisión CONTROL y MANDO-Unidades

ANEXO A

**REQUERIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIONES DE UTE
INTERFACES DE RELÉS Y SINCRONIZACIÓN HORARIA.**

A. Generalidades

Todos los relés de protección deben contar con al menos los siguientes puertos de comunicación:

1. Puerto frontal. Para acceso local los relés tendrán un puerto USB o Ethernet RJ45 frontal para enviar ajustes y adquirir eventos, oscilogramas, archivos CID, ajustes de protecciones, o cualquier información disponible en el IED.

2. Puertos traseros para bus de estación y gestión remota. Cantidad: 3 o más. Dos puertos de fibra serán usados por el Bus de Subestación mientras que el tercero en fibra o SFP será solo de gestión local o remota.

a. Puerto para bus de estación. Deberán ser dos puertos Ethernet de fibra óptica de vidrio configurables de la siguiente forma:

- Como dos interfaces independientes. Ambas tienen que estar conectadas entre sí por un switch capa 2, Unaware. Esta configuración se aplica a la configuración Legacy (con RSTP IEEE802.1w).
- Como dos interfaces (A y B) del protocolo IEC 62439-3-Clause 4: Parallel Redundancy Protocol (PRP).

La velocidad de transferencia de información será de 100 Mbps. Opcionalmente 1000 Mbps.

Las características físicas de los puertos serán:

Conector	LC (no se acepta conectores removibles tipo SFP)
Tipo de Fibra	MM 50/125 nm
Longitud de Onda	1310 nm
Alcance	2 km en fibra OM2
Potencia de emisión	Entre -19dbm y -14dbm
Sensibilidad de recepción	Mejor a -30dbm
Sobrecarga del receptor	Mayor a -12dbm
Capacidades de comunicaciones	Todo el stack IEC61850 (GOOSE y MMS), Gestión TCP/IP todas las requeridas para comunicar el relé
Protocolos de Redundancia	PRP IEC 62439-3 Cláusula 4
Protocolos de Sincronización	PTP v2 - IEEE 1588-2008 Soporte "Power Profile" IEEE C37.238 (2011) o preferentemente "Power Utility Profile" IEC61850-9-3 (2016)

Precisión de Sincronización	Mejor a 1us
Protocolo de Red	IP (redundante y full stack)
Parámetros configurables	Dirección IP, Máscara de red y Gateway

b. Puerto de Gestión: extracción de información, configuración y cambio de ajustes.

Cantidad	1
Tipo	MM o SFP
Conector	LC
Alcance	500m
Protocolo de Red	IP
Parámetros Configurables	Dirección IP Máscara Default Gateway

El suministro debe incluir todos los accesorios, convertidores y tarjetas necesarios para la interconexión total de los relés con la red informática de comunicaciones de UTE.

Se requiere que el relé se comuniquen totalmente por TCP/IP/Ethernet, hacia dentro y hacia fuera de la Subestación. No se aceptarán relés que requieran el uso de puerto serial luego de ser instalado.

B. Protocolo TCP-IP:

1. Se espera que el protocolo TCP-IP disponga de la misma redundancia en ambas ramas del PRP. El protocolo PRP debe suministrar la redundancia de capas 2 y 3, para todos los protocolos disponibles en el IED, en ambas capas y todas las superiores. Las características de “cero pérdida de paquetes” (ZPL) deben funcionar en todos los protocolos de capa 2, 3 y superiores.

2. El equipo admitirá la configuración de Gateway y Máscara en la interface IP del PRP. Los IEDs funcionarán plenamente en una red local con interconexión a un Gateway.

3. Todas las funcionalidades de telegestión (descarga de eventos, oscilogramas, archivos CID, ajustes de protecciones, etc.) se podrán realizar por la interface PRP.

4. Deberá permitir el acceso al relé para la descarga de todos los ajustes (protecciones, comunicación y control), y opcionalmente oscilogramas,

eventos y faltas a través de protocolo FTP o variantes que permitan realizar lo mismo.

El suministro deberá incluir todos los accesorios, convertidores y tarjetas necesarios para la interconexión total de los relés con la red informática de comunicaciones de UTE.

El reporte de la información al sistema SCADA deberá ser realizado a través del protocolo IEC 61850. A los efectos de asegurar la compatibilidad con el equipamiento disponible en UTE, deberá ser necesario por parte del proveedor demostrar la perfecta compatibilidad de comunicación entre los relés a ser suministrados y el SCADA patrón disponible en UTE. Este requisito es condición necesaria para la aprobación de los relés ofertados.

Las pruebas antes mencionadas podrán ser realizadas en los laboratorios de UTE de Trasmisión para lo cual el proveedor deberá suministrar una muestra de cada uno de los relés propuestos (o simulador/es que reproduzca 100% las funcionalidades de los equipos a probar) en una etapa previa al comienzo de la elaboración del proyecto de los sistemas de protección o bien generar una instancia de ensayos en fabrica donde mediante la presencia de un inspector de UTE, se demuestre la interoperabilidad con el SCADA patrón y se realicen los ajustes necesarios para tal fin.

Para la comunicación por protocolo IEC 61850 se solicita información de la implementación hecha por el fabricante, en particular, se solicitan documentos conocidos como PICS (Protocol Implementation Conformance Statement), MICS (Model Implementation Conformance Statement) y si existiera, también el PIXIT (Protocol Implementation eXtra Information for Testing) para cada dispositivo y su firmware.

C. Sincronización horaria

1. El relé deberá incluir dos formas de sincronización dentro de banda, por interface PRP.

2. La sincronización principal se soportará sobre protocolo IEEE 1588 versión 2 (PTP):

- a. Implementación dedicada de PTP por hardware.
- b. Soporte del PTP: Ethernet, Multicast, "Two Step", "Peer to Peer" y "Two Way".
- c. Soporte modos: paquetes con TLV y sin TLV (Type, Length, Value)
- d. Soporte obligatorio de funcionamiento sin perfil, en modo IEEE1588 versión 2 nativo, de acuerdo al punto anterior.
- e. Soporte obligatorio de perfil: "Power Profile" versión IEEE C37.238 (2011) o preferentemente IEC61850-9-3 (2016)

f. Precisión PTP mayor a 1 micro segundo.

La sincronización de respaldo se soportará sobre protocolo NTP o SNTP. Para cualquier caso de caída de la sincronización principal (PTP), se deberá activar la sincronización de respaldo por NTP.

ANEXO B
REQUERIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIONES DE UTE
REGISTRADORES DE FALLA.

A. Generalidades

Se requiere un sistema con arquitectura distribuida, instalando unidades de adquisición por bahía y una unidad de registro por central.

Los equipos deben ser adecuados para registrar señales analógicas de corrientes secundarias de 1 o 5 Aac nominales (según requerimiento) y tensiones secundarias de 100 Vca nominales, provenientes de los transformadores de medida, así como señales lógicas de 110, 125 o 220 Vdc (según requerimiento), provenientes de los equipos de protección, control y maniobra.

Los equipos serán instalados en centrales térmicas o hidráulicas con tensiones en los circuitos de potencia de hasta 150 kV, por lo que deberán ser inmunes a las perturbaciones electromagnéticas y electrostáticas que típicamente existen en estas instalaciones.

Debe detectar diversos tipos de perturbaciones en las señales a registrar y debe poder ser activado externamente por las señales medidas.

Cuando tenga lugar alguna de las condiciones de arranque, se generarán archivos de información fechada, previa y posterior al instante de arranque, que se almacenará en un soporte no volátil. Debe permitir el análisis de las perturbaciones para determinar cuáles fueron las causas que dieron origen al mismo.

Deberán ser de tecnología avanzada, digitales, ampliamente programables, capaces de funcionar en forma automática.

El cumplimiento de cada uno de los requerimientos técnicos solicitados, deberán poder ser confirmados con la documentación que se reciba en la oferta.

Todos los cables que sean necesarios, ya sea para la interconexión de unidades, etc. deben ser suministrados en esta licitación.

B. Fuente de Alimentación

Ambos módulos, adquisidor y procesamiento, deben poder ser alimentados con tensión continua de 125 Vdc y 220 Vdc, la fuente debe permitir conmutar entre estos dos valores o presentar un rango que contemple las tensiones especificadas.

Se considera muy valioso que ante una falla en la alimentación se garanticen el almacenamiento de los registros, así como también la no pérdida de la configuración ni de los ajustes.

C. Registro

Deberá ser posible la configuración de los registros (tiempo de pre trigger y tiempo de post trigger, tiempo total del registro, etc).

La (o las) unidad de adquisición debe ser del tipo de sample and hold antes del convertidor A/D con una resolución no inferior a los 12 bits.

D. Trigger

Los registros deberán arrancar por las siguientes causas:

1. trigger por software;
2. señal externa;
3. recepción de una orden de disparo por Ethernet enviado por otro registrador conectado a la red de comunicaciones.
4. cambio de estado de cualquiera de las señales lógicas físicas (0 a 1 y/o 1 a 0); para el inicio de un registro con una señal digital, deberá ser posible configurar el flanco de inicio;
5. cambio de estado de cualquiera de las señales lógicas asociadas a mensajes GOOSE.
6. rebasamiento de un valor establecido máximo y/o mínimo de una señal analógica;
7. variación de amplitud por unidad de tiempo mayor que un valor establecido de una señal analógica;
8. rebasamiento de un valor establecido máximo y/o mínimo de frecuencia;
9. variación de amplitud por unidad de tiempo mayor o menor que un valor establecido de frecuencia.

Además el equipo deberá ser capaz de, ante un Trigger, enviar una orden de disparo vía Ethernet a otro registrador ubicado en la red de comunicaciones para generar un registro en éste último registrador.

E. Almacenamiento

Los registros completos, incluyendo nombre del registrador, fecha y hora, causa de arranque, y las señales registradas, se almacenarán en un soporte no volátil. Se especificará la capacidad del soporte, indicando a qué cantidad de registros típicos corresponde a una determinada frecuencia de muestreo. También se especificará en qué condiciones el equipo queda fuera de línea, y por cuanto tiempo (tiempo muerto).

Permitirá almacenar los registros en formato IEEE COMTRADE estándar C37.111 o posterior, o poder convertirlos fácilmente a ese formato.

F. Fechador

Debe proveer información de año, día, hora, minuto, segundo, hasta milésimas de segundo teniendo en cuenta los años bisiestos.

Su estabilidad no sincronizada será mejor que 1 segundo/día.

En caso de falla (o inexistencia) del sistema de sincronización se incluirá una indicación en el registro. El reloj del fechador continuará funcionando ante una interrupción de la alimentación (especificar tiempo de interrupción admisible).

G. Canales

1. Canales Analógicos

Los canales deben estar aislados entre sí.

La cantidad mínima necesaria de entradas analógicas es de 16 por equipo adquirente; estas entradas deben poder seleccionarse como de corriente o de tensión. En caso de disponer de equipos con menor cantidad de entradas analógicas se deberá cotizar el equivalente para 16 entradas.

Las entradas seleccionadas como corriente deben permitir además seleccionar entre los valores eficaces nominales de 1 y 5 Aac, o presentar repuestos para ambos valores nominales.

Las entradas seleccionadas como tensión deben ser de valor eficaz nominal 100 Vca.

Cantidad mínima de canales por adquirente	16
Frecuencia de muestreo mínima de cada canal usando todos simultáneamente	256 muestras por ciclo
Precisión:	0,1 % o mejor

2. Canales digitales

Deberá poder registrar tanto entradas digitales físicas como entradas digitales asociadas a mensajes GOOSE de acuerdo a la norma IEC61850.

a. Entradas físicas

Deberá poder registrar contactos secos y contactos con tensión con valores seleccionables entre 125 y 220 Vdc, o presentar repuestos para ambos valores nominales.

Los canales deben estar aislados entre sí; en caso contrario especificar como son las conexiones.

Cantidad mínima de canales por adquirente:	32
Frecuencia de muestreo mínima de cada canal usando todos simultáneamente	256 muestras por ciclo

En caso de disponer de equipos con menor cantidad de entradas digitales físicas se deberá cotizar el equivalente.

b. Mensajes GOOSE

Debe ser posible definir al menos 128 entradas digitales las cuales se asocien a mensajes GOOSE.

Los equipos deben poder suscribirse a los siguientes tipos de datos de los mensajes GOOSE:

- Booleano
- Bitstring (64 bits)
- Enumerado

A partir de estos tipos de datos se generarán las entradas digitales.

Se considera muy valioso el poder registrar valores en punto flotante contenidos en los mensajes GOOSE.

3. Características de los canales

Resistencia de aislamiento:	>100 Mohmios a 500 Vcc
Rigidez dieléctrica:	2.5 kVef. 50 Hz. 1 min
Tensión de impulso:	5 kVcr. Onda 1.2/50 μ s
Ensayo de perturbaciones de alta frecuencia:	2.5 kVcr. 1 MHz. 2 s
Ancho de banda:	entre 0 Hz y 3 kHz

Se indicará la sobrecarga admisible según su duración.

Estas características no aplican a las entradas digitales asociadas a mensajes GOOSE.

H. Aislación

Deberá cumplir los requerimientos de la norma IEC 60255-5 o IEEE C37.90.1.

I. Sincronización horaria.

1. IRIG-B

Todos los registradores deben contar con una interface que asegure la sincronización horaria compatible con IRIG-B 004 y niveles de tensión TTL. Los registradores deben poseer un conector apropiado en su parte posterior a los efectos de conectar la señal IRIG-B.

Los equipos deben poder corregir el huso horario de la hora UTC recibida por IRIG-B sin corrección y también recibir la hora UTC con corrección.

2. Precision Time Protocol (PTP)

Se considera valioso además que los equipos soporten el protocolo IEEE1588v2 y cumplimiento a la norma IEEE C37.238-2011 Power Profile o

preferentemente “Power Utility Profile” IEC61850-9-3 (2016). En tal caso, los equipos deben poder corregir el huso horario de la hora UTC recibida por IEEE1588v2 sin corrección y también recibir la hora UTC con corrección.

3. Network Time Protocol (NTP)

En caso de ausencia de las fuentes de sincronización IRIG-B y, si corresponde, IEEE1588v2, los equipos deberán contar con la posibilidad de sincronización horaria por medio de la red Ethernet con un servidor de tiempo NTP (Network Time Protocol).

4. Ausencia de sincronización

En ausencia de las fuentes de sincronización, los equipos utilizarán un reloj propio el cual no podrán tener una deriva mayor a 10 milisegundos cada 24hs.

J. Comunicación

El equipo debe contar con dos interfaces de red Ethernet tipo 10/100BT con conector RJ45 en su parte posterior; el protocolo de red será TCP/IP.

Debe tener un servidor FTP por medio del cual extraer los registros generados

El equipo debe contar además con una interface serial RS232 o RS485 o USB que permita la conexión local a través de una PC portátil.

La programación del registrador y del centro remoto de análisis debe prever que los registros tengan prioridad sobre las comunicaciones.

K. Señalización

Debe contar con señalizaciones luminosas en las siguientes situaciones:

1. arranque de registro;
2. falla (detectada durante el autochequeo, etc)
3. falla de sincronización por IRIG-B
4. falla de sincronización por IEEE1588v2 si corresponde.

Debe contar con señalización por contacto sin tensión en las siguientes situaciones:

1. al apagar el equipo.

Además, debe contar con señalización luminosa o por contacto en las siguientes situaciones:

1. capacidad de almacenamiento cercana a agotarse.
2. se detecta algún problema de temperatura.

3. comunicación entre unidad de procesamiento y adquirente interrumpida.

L. Sincrofasores (PMU)

El equipo debe contar con medición y difusión de sincrofasores (PMU) de acuerdo a la norma IEEE C37.118-2011 y su enmienda 2014.

Los valores a medir y reportar deben ser configurables a elección del usuario. Estos valores pueden ser sincrofasores de corriente y tensión registradas por el adquirente, así como de secuencia positiva y negativa de estas; escalares como frecuencia, valores eficaces, etc, y los canales digitales.

El equipo debe ser capaz de enviar la información de sincrofasores a 2 centros de recolección, en forma simultánea, mediante protocolo UDP.

La tasa de transmisión debe ser de al menos 50 frames por segundo.

Este punto aplica también al ítem 2 descrito en el punto 1.1 del Capítulo I. Es decir que con esta licitación los registradores de perturbación de las centrales generadoras de UTE, CTR 1 y 2, y Central Batlle 5ta y 6ta deben quedar actualizados según norma C37.118-2011 y su enmienda 2014.