REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL (CORPOELEC)

DESARROLLO HIDROELÉCTRICO DEL RÍO CARONÍ

LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL

No. CAI-SUR6-G-0068/2011

PROYECTO REHABILITACIÓN DE LAS UNIDADES 1 A 6 DE LA CASA DE MÁQUINAS I DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SIMÓN BOLÍVAR EN GURI

"MODERNIZACIÓN DE LAS UNIDADES 1 A 6 Y DE LOS SISTEMAS AUXILIARES ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS COMUNES PRINCIPALES DE LA CASA DE MÁQUINAS I DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SIMÓN BOLÍVAR EN GURI"

ESPECIFICACIONES

VOLUMEN XI

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – SISTEMA DE CONTROL

MAYO, 2012

SUMARIO

VOLUMEN I

ESPECIFICACIONES AMBIENTALES

VOLUMEN II

NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (ESTÁNDARES)

VOLUMEN III

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – REQUISITOS GENERALES

VOLUMEN IV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - TURBINAS HIDRÁULICAS Y GOBERNADORES

VOLUMEN V

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA Y SISTEMAS DE EXCITACIÓN

VOLUMEN VI

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – TRANSFORMADORES PRINCIPALES DE POTENCIA Y ACCESORIOS

VOLUMEN VII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – BARRAS DE FASE AISLADA

VOLUMEN VIII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – EQUIPOS DE COMPUERTAS Y ACCIONAMIENTOS HIDRÁULICOS

VOLUMEN IX

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – EQUIPOS AUXILIARES ELÉCTRICOS

VOLUMEN X

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – EQUIPOS AUXILIARES MECÁNICOS

VOLUMEN XI

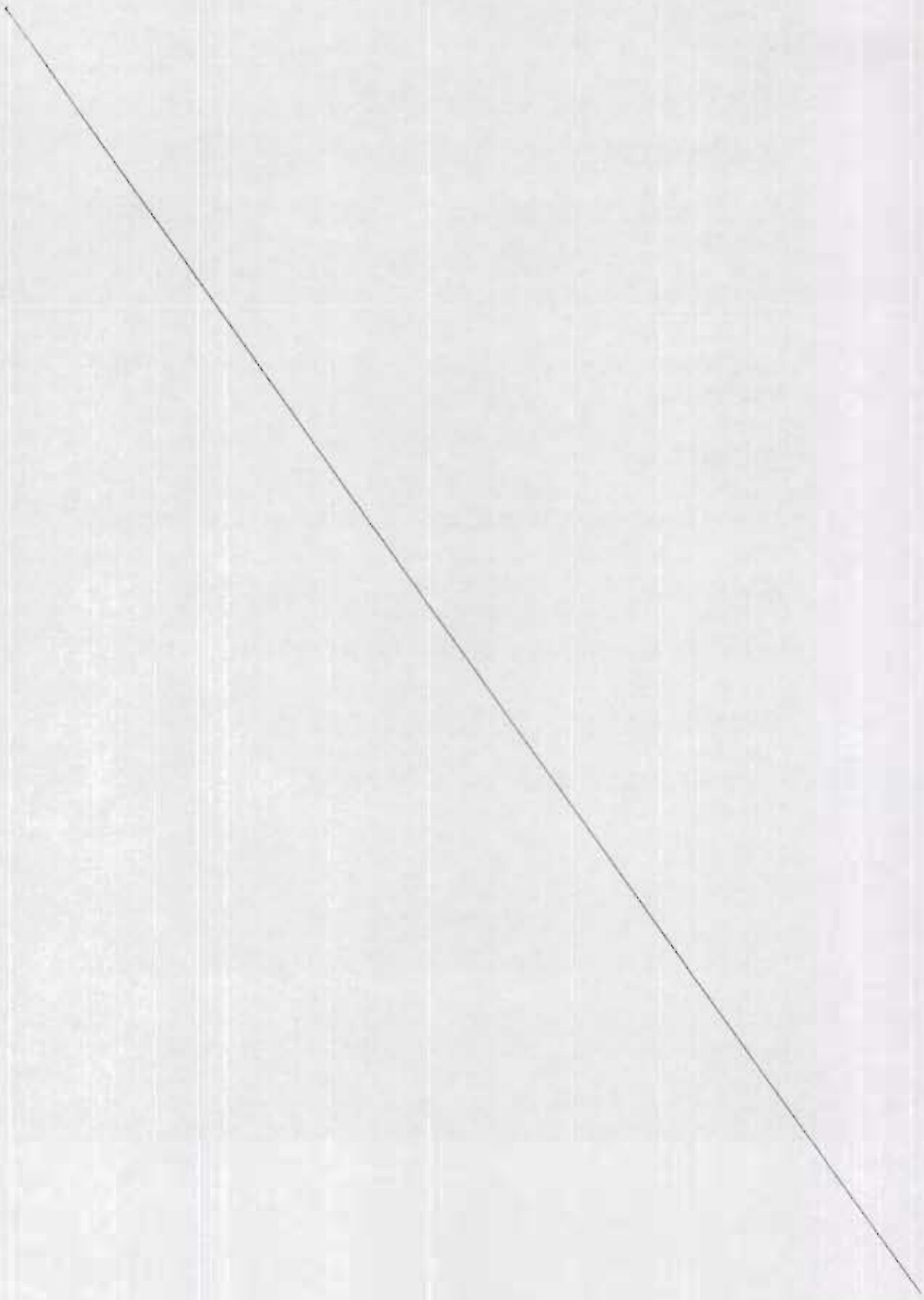
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – SISTEMA DE CONTROL

VOLUMEN XII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – TRABAJOS EN EL SITIO

VOLUMEN XIII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – PLANOS



ÍNDICE

VOLUMEN XI

SISTEMA DE CONTROL

SECCION 11.1 REQUISITOS GENERALES

11.1-01 GENERALIDADES....1
11.1-02 NIVELES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN....3
11.1-03 CRITERIOS DE DISEÑO Y DESEMPEÑO....25

SECCION 11.2 CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS

11.2-01 GENERALIDADES....1
11.2-02 REDES DE COMUNICACIONES....5
11.2-03 EQUIPO DE SINCRONIZACIÓN DE TIEMPO....7
11.2-04 CONTROLADORES PRINCIPALES....8
11.2-05 MODULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS....29
11.2-06 PROGRAMAS PARA EL CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS....36
11.2-07 CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS TABLEROS DE CONTROL DISTRIBUIDO....41
11.2-08 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN PARA LAS UNIDADES DISTRIBUIDAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS....53
11.2-09 UNIDADES DISTRIBUIDAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS....58
11.2-10 CABLES METÁLICOS....63

SECCION 11.3 SISTEMA DE PROTECCIÓN, SINCRONIZACIÓN, MEDICIÓN Y REGISTRO DE FALLAS

11.3-01 GENERALIDADES.....1
11.3-02 SISTEMA DE PROTECCIÓN.....1
11.3-03 SISTEMA DE MEDICIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS.....26
11.3-04 SISTEMA DE SINCRONIZACIÓN.....33
11.3-05 SISTEMA DE REGISTRO DE FALLAS.....40

SECCION 11.4 ESTACIÓN MAESTRA

11.4-01 GENERALIDADES.....1
11.4-02 CONDICIONES AMBIENTALES E INMUNIDAD.....2
11.4-03 LICENCIAS.....3
11.4-04 SEGURIDAD INFORMÁTICA.....4
11.4-05 GESTIÓN DE USUARIOS.....5
11.4-06 REGISTROS DE AUDITORÍA.....6
11.4-07 CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN MAESTRA.....7
11.4-08 EQUIPAMIENTO.....16
11.4-09 ESTACIÓN MAESTRA PROVISIONAL.....36

SECCION 11.5 INTERFAZ HUMANO MÁQUINA

11.5-01 GENERALIDADES.....1
11.5-02 REQUERIMIENTOS ESPECIALES.....1
11.5-03 EQUIPOS DE LA INTERFAZ HUMANO MÁQUINA.....4
11.5-04 DESPLIEGUES PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA CASA DE MÁQUINAS.....24
11.5-05 PROCESAMIENTO DE LAS ALARMAS.....49

11.5-06 DESPLIEGUES GRÁFICOS DEL SISTEMA.....55
11.5-07 PROCEDIMIENTOS DEL CONTROL SUPERVISORIO.....66

SECCION 11.6 PROGRAMAS DE APLICACIÓN

11.6-01 GENERALIDADES.....1
11.6-02 REGISTRO HISTÓRICO DE DATOS.....3
11.6-03 ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA RED DE POTENCIA.....5
11.6-04 SIMULADOR PARA ENTRENAMIENTO DE OPERADORES.....6

SECCION 11.7 DESEMPEÑO Y PRUEBAS DEL SISTEMA

11.7-01 GENERALIDADES.....1
11.7-02 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.....1
11.7-03 DEMOSTRACIÓN DE DISPONIBILIDAD.....6
11.7-04 PRUEBAS PARA REINICIAR LA DEMOSTRACIÓN DE DISPONIBILIDAD.....9
11.7-05 PRUEBAS DE LOS EQUIPOS Y PROGRAMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO.....9
11.7-06 PRUEBAS DE LA ESTACIÓN MAESTRA.....11
11.7-07 ESCENARIOS DE CARGA DE LA ESTACIÓN MAESTRA.....12
11.7-08 RESERVAS MÍNIMAS.....13
11.7-09 REQUERIMIENTOS DE RESPUESTA Y SINCRONIZACIÓN DE TIEMPO.....14
11.7-10 REQUERIMIENTOS DE PERIODICIDAD.....17
11.7-11 SOBRECARGA DEL SISTEMA.....18
11.7-12 PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN.....19

SECCION 11.8 RED DE FIBRA OPTICA

11.8-01 GENERALIDADES.....1

11.8-02 CABLES DE FIBRA OPTICA.....1

11.8-03 CONECTORES.....9

11.8-04 EMPALMES DE FIBRA OPTICA.....9

11.8-05 EQUIPOS Y ARMARIOS DE INTERCONEXIÓN.....10

11.8-06 EQUIPO DE PRUEBA Y DE MANTENIMIENTO.....20

11.8-07 INSTALACIÓN.....21

11.8-08 PRUEBAS DE CERTIFICACIÓN.....25

11.8-09 ESTIMADO DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA.....28

SECCION 11.9 FUENTE ININTERRUMPIBLE DE POTENCIA

11.9-01 ALCANCE.....1

11.9-02 NORMAS.....2

11.9-03 GENERALIDADES.....3

11.9-04 CARGADORES DE BATERÍAS.....5

11.9-05 BANCO DE BATERÍAS..... 9

11.9-06 INVERSORES, CONMUTADORES ESTÁTICOS DE TRANSFERENCIA Y TRANSFORMADORES DE REGULACIÓN.....14

11.9-07 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN C.A.....19

11.9-08 CONTROL, INDICACIÓN Y ALARMAS.....21

11.9-09 REPUESTOS Y HERRAMIENTAS ESPECIFICADAS.....25

11.9-10 PRUEBAS EN FÁBRICA Y EN SITIO.....25

SECCION 11.10 REPUESTOS Y EQUIPOS DE MANTENIMIENTO Y PRUEBAS

11.10-01 GENERALIDADES.....1

11.10-02 PIEZAS DE REPUESTO Y HERRAMIENTAS.....1

11.10-03 EQUIPOS DE MANTENIMIENTO Y PRUEBAS.....11

SECCION 11.1 REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA DE CONTROL

11.1-01. GENERALIDADES

A. En esta Sección se especifica el concepto del Sistema de Control en cuanto a su alcance y funciones; y se establecen los criterios básicos de diseño y desempeño que deberá satisfacer el Sistema de Control a ser suministrado por EL CONTRATISTA.

B. El Sistema de Control deberá ser utilizado para realizar las siguientes funciones: Supervisar y operar los equipos de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri, asociados a las Unidades 1 a 10 y a los Servicios Auxiliares Eléctricos y Mecánicos Comunes de la Casa de Máquinas I; Intercambiar información con el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG) ubicado en Casa de Máquinas II y Supervisar los equipos de los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV.

C. El Sistema de Control deberá ser de arquitectura abierta, con funciones y procesamiento distribuido, permitir la integración correcta y completa de toda la información proveniente de subsistemas suministrados por EL CONTRATISTA y por Otros, disponer de amplia interconectividad bajo diferentes normas internacionales y otras, permitir la interoperabilidad de subsistemas y equipamientos suministrados por varios fabricantes. El sistema de control comprenderá de una Estación Maestra ubicada en la sala de control de Casa de Máquinas I de Guri para el control centralizado de la Casa de Máquinas, de una Estación Maestra Provisional, de Tableros de Control Distribuido y los equipos asociados distribuidos en las estructuras de la Casa de Máquinas I Guri para el control de las unidades generadoras 1 a 10 y los equipos principales asociados, y los Servicios Auxiliares Eléctricos y Mecánicos Comunes de la Casa Máquinas.

D. La disponibilidad del Sistema de Control deberá ser mejor o igual a 99,98%, para lo cual se deberá tener en cuenta, entre otros aspectos, lo siguiente: Baja tasa de fallas del equipamiento a ser utilizado; Configuraciones de redundancia en el envío de la información; Duplicación de dispositivos y equipos y

una actuación correcta del sistema ante fallas del mismo, sin pérdida de la capacidad de supervisión y control.

E. El valor de disponibilidad probada garantizado para el Sistema de Control deberá definirlo el Oferente en su Oferta, en la cual lo deberá incluir como Dato Técnico Garantizado.

F. El Sistema de Control deberá ser un sistema completamente integrado, con todos los equipos y programas necesarios para mantener el nivel requerido de funcionamiento y desempeño de las funciones que se indican a continuación:

1. Funciones Críticas

a. Control y Adquisición de Datos.

b. Intercambio de Información con el Sistema Centro de Control Guri (SCCG).

c. Intercambio de Información con el Sistema de Control de los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV.

d. Interfaz Humano Máquina.

e. Control de lazo Cerrado de Potencia Activa.

f. Control de lazo Cerrado de Potencia Reactiva.

g. Registro Histórico de Datos

2. Funciones No – Críticas

a. Simulador para Entrenamiento de los Operadores.

b. Mantenimiento de la Base de Datos Fuera de Línea.

c. Desarrollo y Prueba de Programas.

d. Desarrollo de Despliegues Gráficos.

Las funciones críticas mencionadas, deberán permitir, entre otras, realizar lo siguiente:

a. Supervisión y control individual de cada una de las Unidades de Generación.

b. Supervisión de los Transformadores Principales de Potencia de las Unidades 1 a 10.

c. Supervisión de los equipos de los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV.

d. Supervisión y control de los Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes de la Casa de Máquinas I.

e. Supervisión y control de los Servicios Auxiliares Mecánicos Comunes de la Casa Máquinas I.

f. Intercambiar información con el Sistema Centro de Control Guri (SCCG) existente, por medio de interfaces que permitan establecer enlaces de comunicación compatibles con los protocolos utilizados en el SCCG.

11.1-02. NIVELES DE CONTROL Y SUPERVISION

A. Generalidades

1. El Sistema de Control deberá estar basado en una arquitectura jerárquica, de manera de permitir operar las Unidades 1 a 10 desde cinco niveles de control, a saber:

a. Control Local, desde los Tableros de Control Local de los Equipos y/o Sistemas.

b. Control Distribuido, desde los Tableros de Control Distribuido, ubicados en la Galería de Equipos de Control en la Elevación 137,50 m.s.n.m.

c. Control Centralizado, desde la Sala de Control de Casa de Máquinas I ubicada en la Elevación 137,50 m.s.n.m.

d. Control Remoto I, desde el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG) ubicado en la Sala de Control de la Casa de Máquinas II de Guri, suministrado por Otros.

e. Control Remoto II, desde el Centro de Operaciones del Sistema de CORPOELEC, a través de los enlaces suministrados por Otros.

B. Niveles de Control

1. Control Local.

a. El control local será el nivel inferior de control de la Casa de Máquinas y se llevará a cabo desde los gabinetes locales de los equipos y sistemas principales de las Unidades de Generación y equipos auxiliares. Los gabinetes locales tendrán todo el equipamiento necesario para operar el equipo al cual pertenecen en los modos manual y automático, así como suministrarán la información necesaria al nivel de control distribuido, por medio de contactos libres de potencial, señales analógicas y/o enlaces de comunicación digital (información digital procesada). El control local será independiente de los otros niveles de control.

2. Control Distribuido.

a. El control distribuido será el nivel intermedio del sistema de control de la Casa de Máquinas y se llevará a cabo desde los Tableros de Control Distribuido, ubicados en la Galería de Equipos de Control, en la EL. 137,50. En este nivel se concentrarán los datos y las funciones de control de grupos relacionados de sistemas y equipos de la Casa de Máquinas. Se reportará la información adquirida al Nivel de Control Centralizado, y se recibirán comandos desde éste último nivel de control. La función de adquisición de datos se realizará en este nivel de control y será única para todo el sistema. Este nivel deberá disponer de capacidad para almacenar en una base de datos propia, la totalidad de la información proveniente de los equipos ubicados en Casa de Máquinas I a ser reportada al Nivel de Control Centralizado.

b. Las funciones asignadas al control distribuido se realizarán en forma autónoma y con total independencia del nivel de control centralizado.

c. El nivel de Control Distribuido consistirá de Tableros de Control Distribuido ubicados en la galería de equipos de control de la Casa de Máquinas (EL. 137,50 msnm) y de las unidades distribuidas de adquisición de datos. La disposición general de estos equipos se muestra en los Planos.

d. Los Tableros de Control Distribuido consistirán en tableros autosoportados que alojarán los equipos y dispositivos necesarios para llevar a cabo las funciones de adquisición de datos y control, almacenamiento de la base de datos propia, control de lazo cerrado, secuencia de arranque y parada de las unidades, Interfaz Humano Máquina, intercambio de información con equipos con capacidad de comunicación digital, que sean parte del suministro del Sistema de Control o suministro de Otros, e intercambio de información con otros nodos del sistema. En estos tableros, se alojarán los Controladores Principales, en configuración

redundante, tipo Computador Industrial (IPC) o Controlador Lógico Programable (PLC), con el fin de lograr la disponibilidad requerida para el Sistema de Control. Estos controladores deberán disponer de capacidad de comunicaciones con suficiente librería de protocolos para poder dialogar con equipos suministrados por terceros. En caso que los protocolos de comunicación de equipos, suministrados por Otros, sean necesarios para el funcionamiento del Sistema de la Casa de Máquinas y no se encuentren incluidos en la librería de los Controladores, EL CONTRATISTA del Sistema de Control deberá suministrar todo el software y hardware necesario a fin de integrar esos equipos al Sistema, y así adquirir y procesar toda la información que éstos generen. Los Tableros de Control Distribuido se comunicarán con los demás equipos del sistema, propios o suministrados por terceros, por medio de redes de comunicaciones utilizando fibra óptica como medio físico de enlace.

e. Los Tableros de Control Distribuido previstos en este nivel son los siguientes:

i. Diez (10) Tableros de Control de Unidad (TCU).
ii. Un (1) Tablero de Control de Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes de la Casa de Máquinas (TCAE).
iii. Un (1) Tablero de Control de Servicios Auxiliares Mecánicos Comunes de la Casa de Máquinas (TCAM).
iv. Un (1) Tablero de Control para Pruebas y Mantenimiento (TCPM).

f. Las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos consistirán en un conjunto de módulos de entradas y salidas, módulos de comunicación y fuentes de alimentación. Las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos estarán alojadas en: gabinetes metálicos autosoportados o gabinetes metálicos para montaje en pared o en el interior de los Tableros de Control Distribuido.

g. Los Tableros de Control Distribuido se deberán comunicar con sus Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos asociadas, por medio de una red de fibra óptica redundante, con una velocidad de 100 Mbps, usando un protocolo estándar; esta red deberá ser denominada Red de Campo. Los equipos con capacidad de comunicación digital, suministrados por Otros, podrán ser integrados a esta red, o ser conectados al Controlador Principal mediante redes similares a la Red de Campo, de acuerdo con lo establecido en el literal d, de esta Cláusula.

3. Control Centralizado

a. El nivel superior corresponde al Control Centralizado y será efectuado desde la Sala de Control de Casa de Máquinas I, por medio de estaciones de trabajo. En este nivel se centralizarán las funciones de supervisión y control de todos los sistemas y equipos de las Casas de Máquinas; la supervisión de los equipos de los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV; y el intercambio de información con el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG) ubicado en Casa de Máquinas II de Guri.

b. El Control Centralizado se llevará a cabo desde la Sala de Control de Casa de Máquinas I, ubicada en la Elevación 137,50 m.s.n.m. El Control Centralizado deberá estar conformado por consolas para la Interfaz Humano Máquina, servidores y otros equipos conectados por medio de una red de comunicaciones LAN Ethernet 1.000 Mbps (IEEE 802.3Z), redundante, implementada mediante fibras ópticas, en configuración anillo, denominada Red de Proceso, tal como se muestra en los planos.

c. Los equipos y los programas serán de arquitectura abierta y diseñados para trabajar permanentemente en tiempo real. El Control Centralizado permitirá:

i. La supervisión y operación de las diez (10) unidades de generación.

ii. La supervisión de los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV.

iii. La supervisión y control de los sistemas auxiliares eléctricos y mecánicos comunes de la Casa de Máquinas I de Guri.

iv. El intercambio de información entre el Sistema de Control de la Casa de Máquinas I de Guri y el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG).

d. La configuración cumplirá con el criterio de ausencia de fallas debidas a dispositivos únicos, tal que evite la pérdida de funciones críticas y/o degradación de las características, por debajo de lo establecido en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema). La estación maestra se comunicará directamente con los equipos del nivel de control Distribuido por medio de la Red de Proceso.

4. Control Remoto I

a. El nivel de control remoto I, corresponde al nivel superior al Control Centralizado y es efectuado desde el Sistema Centro de Control Guri ubicado en la Sala de Control de Casa de Máquinas II, por medio de estaciones trabajo. En este nivel se centralizan las funciones de supervisión y control de todos los sistemas y equipos de las Casas de Máquinas y Aliviadero; la supervisión de los equipos de los Patios de Distribución a 230 kV, 400 kV y 800 kV; las aplicaciones para la operación de la Central, tales como el control automático de generación, control automático de voltaje y control automático del aliviadero, entre otras; y el intercambio de información con el Centro de Operaciones del Sistema de CORPOELEC.

5. Control Remoto II

a. El nivel de control remoto II, es el nivel más alto en la jerarquía de control de la Central Simón Bolívar en Guri y es efectuado desde el Centro de Operaciones del Sistema (COS) de CORPOELEC.

b. Desde el Centro de Operaciones del Sistema (COS) de CORPOELEC es posible enviar consignas de control a la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri, a las siguientes funciones:

i. Control Automático de Generación (CAG).
ii. Control Automático de Voltaje (CAV).
iii. Control Automático del Aliviadero (CAA)

6. Selección del nivel de control

a. La Selección "Local-Remoto" deberá estar prevista en todos los Niveles de Control de la Casa de Máquinas.

b. Los selectores "Local-Remoto" en los niveles de control local y distribuido, permitirán el control de todos los equipos desde la Sala de Control (Nivel de Control Centralizado), o desde los equipos en sí mismos (según corresponda la posición del selector).

c. Los Selectores "Local-Remoto" en el Nivel de Control Local, bajo las condiciones normales de operación deberán estar colocados en la posición "Remoto", con lo cual se permitirá el control desde el Nivel de Control Distribuido. Sin embargo, deberá ser posible, en cualquier momento cambiarlos a la posición "Local" permitiendo el control local del equipo relacionado, independiente de la posición de los selectores en otros niveles de control.

d. Los Selectores "Local-Fuera-Remoto" en el Nivel de Control Distribuido, bajo las condiciones normales de operación deberán ser colocados en la posición "Remoto", con lo cual se permitirá el control desde la Sala de Control de la Casa de Máquinas I. Sin

embargo, si el selector se coloca en la posición "Local", el control del equipo relacionado será permitido desde el nivel de control distribuido, independiente del nivel de control centralizado, pero dependiendo de la posición de los selectores en el nivel de control local. La posición "Fuera" del selector se deberá usar para acciones de mantenimiento en el Tablero de Control Distribuido asociado, evitando con esto el envío accidental de algún comando a los dispositivos de campo.

e. Los sistemas de Adquisición de Datos, Protección y Medición deben funcionar permanentemente, independiente del nivel de control seleccionado.

C. Asignación de las Funciones en el Sistema de Control

La asignación de las funciones del Sistema de Control a los diferentes niveles de control deberá ser como sigue:

1. Nivel de Control Local

a. Funciones generales – asignadas a todos los equipos del nivel de control local, entre las cuales se tienen:

i. Adquisición, procesamiento, presentación y transferencia de los datos;
ii. Recepción, procesamiento y emisión de los comandos;
iii. Comunicación con otros equipos del nivel de control local;
iv. Comunicación con equipos del nivel de control distribuido;
v. Selección del nivel de control ("Local-Remoto");
vi. Selección del modo de operación;
vii. Control de cada equipo en modo manual;
viii. Control de los equipos en modo automático;
ix. Selección del parámetro de operación;

x. Ajuste de los parámetros;
xi. Emisión de comandos;
xii. Indicación de estados ;
xiii. Indicación del nivel y modo del control;
xiv. Presentación de alarmas;
xv. Procesamiento y presentación de mediciones;
xvi. Protecciones;
xvii. Sincronización del tiempo (donde aplique);
xviii. Interfaz Humano Maquina IHM (donde aplique);

b. Funciones particulares – asignadas a los equipos correspondientes del nivel de control local:

i. Unidades

(a) Supervisión y control de la turbina, gobernador de velocidad y sistemas auxiliares de la turbina;
(b) Supervisión y control del generador, sistema de excitación y sistemas auxiliares del generador;
(c)Supervisión y control del sistema de enfriamiento de la Unidad;
(d) Supervisión del Transformador de Potencia;
(e) Supervisión y control de los sistemas auxiliares del transformador;

ii. Servicios Eléctricos Comunes

(a) Supervisión y control de los servicios auxiliares eléctricos comunes;

iii. Servicios Mecánicos Comunes

(a) Supervisión y control de los servicios auxiliares mecánicos comunes;

iv. Patios de Distribución a 230 y 400 kV

(a) Supervisión de los equipos de los patios de distribución a 230 y 400 kV.

2. Nivel de Control Distribuido

a. Funciones generales – asignadas a todos los equipos del nivel de control distribuido, entre las cuales se tienen:

i. Adquisición, procesamiento, presentación y transferencia de los datos;
ii. Recepción, procesamiento y emisión de los comandos;
iii. Comunicación con equipos de control local suministrados por este Contrato;
iv. Comunicación con equipos de control local suministrados por Otros;
v. Permitir configuración y parametrización de los equipos del Control Distribuido desde el Control Centralizado;
vi. Sincronización de Tiempo;
vii. Interfaz Humano Máquina
viii. Registro Histórico de Datos;

b. Funciones particulares asignadas a los equipos correspondientes del nivel de control distribuido:

i. Unidades

(a) Adquisición, procesamiento, presentación y transferencia de los datos;
(b) Estampado de tiempo y almacenamiento de los datos recopilados en su propia Base de Datos local;
(c) Registro histórico de datos;

(d) Recepción, procesamiento y emisión de los comandos;

(e) Comunicación con equipos del nivel de control local de la turbina, gobernador de velocidad, generador, sistema de excitación, sistemas auxiliares de la turbina y generador, etc.;

(f) Comunicación con otros equipos del nivel de control distribuido;

(g) Comunicación con equipos del nivel de control centralizado;

(h) Selección del nivel de control ("Local-Fuera-Remoto");

(i) Permitir configuración y parametrización de los equipos del Control Distribuido desde el Control Centralizado;

(j) Coordinación de la operación de los equipos en el nivel de control local;

(k) Supervisión y control de cada sistema asociado con la unidad;

(l) Supervisión y control de cada sistema asociado con el transformador de potencia incluyendo el cambiador de Tomas;

(m) Control automático de los sistemas auxiliares de la unidad (selección del modo de operación, estadísticas de operación, otras funciones que no están previstas en el nivel de control local);

(n) Control automático de los sistemas auxiliares del transformador de potencia (selección del modo de operación, estadísticas de operación, otras funciones que no están previstas en el nivel local de control);

(o) Selección del modo de control para el arranque y parada de la Unidad "manual y automático";

(p) Arranque automático y manual de la unidad;

(q) Parada automática y manual de la unidad;

(r) Parada de emergencia de la unidad (Parada Eléctrica, Parada Mecánica y Parada Parcial);

(s) Control de lazo cerrado de MW, MVAR (señal de consigna o pulsos "subir – bajar");

(t) Control del interruptor de campo de excitación;

(u) Protecciones eléctricas;

(v) Teleprotecciones;

(w) Mediciones eléctricas para supervisión y facturación;

(x) Sincronización del tiempo;

(y) Registro de Fallas;

(z) Presentación de las mediciones eléctricas y no eléctricas;

(aa) Telesincronización, en coordinación con los equipos a ser instalados en los Patios de 230 y 400 kV para la sincronización de las Unidades con el sistema de potencia.

(bb) etc.

(cc) Interfaz Humano Maquina (IHM) mediante pantalla touch screen:

(1) Selección del modo de control;

(2) Selección de los parámetros de control;

(3) Emisión de los comandos;

(4) Ajuste de los parámetros;

(5) Indicación del nivel de control seleccionado;

(6) Indicación del modo de control seleccionado;

(7) Indicación del parámetro de control seleccionado;

(8) Indicación del estado de la unidad;

(9) Indicación del estado de cada equipo;

(10) Presentación de los diagramas de sistemas del transformador;

(11) Indicación de posición del interruptores y seccionadores de la Unidad;
(12) Indicación de posición del interruptor de campo de excitación;
(13) Presentación del diagrama unifilar de la Unidad;
(14) Presentación de los diagramas de sistemas de la unidad;
(15) Presentación de las secuencias de arranque y parada automática y manual de la unidad;
(16) Presentación de las mediciones eléctricas y no eléctricas (cada una individualmente);
(17) Presentación de alarmas (cada una individualmente);
(18) etc.

ii. Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes

(a) Adquisición, procesamiento, presentación y transferencia de los datos;
(b) Estampado de tiempo y almacenamiento de los datos recopilados en su propia Base de Datos local;
(c) Registro histórico de datos;
(d) Recepción, procesamiento y emisión de los comandos;
(e) Comunicación con equipos del nivel de control local de los servicios eléctricos comunes:

(1) Equipos para Maniobras y Servicios de la Casa de Máquinas;
(2) Transformadores de Servicio y de Respaldo de la Casa de Máquinas;

(3) Inversores de Servicios Esenciales y de Emergencia de la Casa de Máquinas;
(4) Sistemas de Distribución de Servicios Esenciales.
(5) Sistemas de Distribución de Auxiliares Comunes;
(6) Sistema de Distribución del Aliviadero;
(7) Generadores Diesel;
(8) Cargadores de Baterías de la Casa de Máquinas;
(9) Fuente Ininterrumpible de Potencia de la Estación Maestra del Sistema de Control;

(f) Comunicación con otros equipos del nivel de control distribuido;
(g) Comunicación con equipos del nivel de control centralizado;
(h) Selección del nivel de control ("Local-Fuera-Remoto");
(i) Permitir configuración y parametrización de los equipos del Control Distribuido desde el Control Centralizado;
(j) Supervisión y control de cada sistema auxiliar eléctrico;
(k) Control de cada interruptor motorizado de 4.16 kV y 480V;
(l) Control automático de los alimentadores de 4.16 kV y 480 V(selección del modo de operación, estadísticas de operación, otras funciones que no están previstas en el nivel local de control);
(m) Control de los cambiadores de toma de los transformadores de servicio de la Casa de Máquinas;
(n) Control del Generador Diesel (arranque / parada, subir / bajar (voltaje / velocidad), etc.);
(o) Sincronización del tiempo;

(p) Interfaz Humano Maquina (IHM) mediante pantalla touch screen:

(1) Emisión de los comandos;
(2) Ajuste de los parámetros;
(3) Indicación del nivel de control seleccionado;
(4) Indicación del estado de los Generadores Diesel;
(5) Indicación de posición de cada interruptor y seccionador (13.8 kV, 4.16 kV, 480 V, 125 Vc.c. y 120 Vc.a.);
(6) Indicación de posición de los cambiadores de tomas de los transformadores de servicio de la Casa de Máquinas;
(7) Presentación de los diagramas unifilares de los servicios eléctricos comunes;
(8) Presentación de los diagramas de los servicios del generador Diesel;
(9) Presentación de las mediciones (cada una individualmente);
(10) Presentación de alarmas (cada una individualmente);
(11) etc.

iii. Servicios Auxiliares Mecánicos Comunes

(a) Adquisición, procesamiento, presentación y transferencia de los datos;
(b) Estampado de tiempo y almacenamiento de los datos recopilados, en su propia Base de Datos local;
(c) Registro Histórico de datos;
(d) Recepción, procesamiento y emisión de los comandos;

(e) Comunicación con equipos del nivel de control local de los servicios mecánicos comunes:

(1) Sistemas de Achique y Sumidero de la Casa de Máquinas y el Pozo Sumidero de la Presa;
(2) Sistema de Aire Comprimido de Servicios;
(3) Sistema de Aire Comprimido para los Gobernadores;
(4) Sistema de Tratamiento de Aceite Lubricante y Aislante;
(5) Sistema de Protección Contra Incendios de los Transformadores de Potencia;
(6) Sistema de Protección Contra Incendios para las Salas de Tratamiento de Aceite Lubricante y Aceite Aislante con Dióxido de Carbono (CO_2);
(7) Sistema de Agua Cruda y Servicio;
(8) Sistema de Ventilación;
(9) Sistema de Aguas Servidas;
(10) Sistema de Aire Acondicionado de la Casa de Máquinas;
(11) Sistema de Agua Potable;

(f) Comunicación con otros equipos del nivel de control distribuido;
(g) Comunicación con equipos del nivel de control centralizado;
(h) Selección del nivel de control ("Local-Fuera-Remoto");
(i) Permitir configuración y parametrización de los equipos del Control Distribuido desde el Control Centralizado;
(j) Supervisión y control de cada sistema auxiliar mecánico;

(k) Control automático de los servicios mecánicos comunes (selección del modo de operación, estadísticas de operación, otras funciones que no están previstas en el nivel local de control);
(l) Presentación de mediciones eléctricas y no eléctricas;
(m) Sincronización del tiempo;
(n) etc.
(o) Interfaz Humano Máquina (IHM) mediante pantalla touch screen:
    (1) Selección del parámetro de control;
    (2) Emisión de los comandos;
    (3) Ajuste de los parámetros;
    (4) Indicación del nivel de control seleccionado;
    (5) Indicación de estado de cada sistema;
    (6) Indicación del estado de cada equipo;
    (7) Presentación de los diagramas de los sistemas auxiliares mecánicos comunes;
    (8) Presentación de las mediciones eléctricas y no eléctricas (cada una individualmente);
    (9) Presentación de alarmas (cada una individualmente);
    (10) Etc.

iv. Tablero de Control para Pruebas y Mantenimiento (TCPM)

(a) El Tablero de Control para Pruebas y Mantenimiento (TCPM) contará con una configuración de hardware similar a la del Tablero de Control de la Unidad (TCU).
(b) El TCPM será utilizado con fines de pruebas de equipos y programas, para ello contará con un equipo Simulador de Pruebas.

3. Nivel de Control Centralizado

a. Adquisición, procesamiento, presentación, almacenamiento y transferencia de los datos;
b. Recepción, procesamiento y emisión de los comandos;
c. Comunicación con equipos del nivel de control distribuido;
d. Intercambio de información con el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG);
e. Control de los sistemas de la Casa de Máquinas en los modos individual y centralizado;
f. Control de las unidades en los modos individual y centralizado;
g. Arranque automático de las unidades;
h. Parada automática de las unidades;
i. Ajuste de la potencia activa de las unidades;
j. Ajuste de la potencia reactiva de las unidades;
k. Parada de emergencia de las unidades;
l. Control de cada interruptor motorizado en 4.16 kV y 480 V;
m. Interfaz Humano Máquinas;
n. Registro Histórico de Datos;
o. Simulador para Entrenamiento de los Operadores;
p. Mantenimiento de la Base de datos Fuera de Línea;
q. Desarrollo y Prueba de Programas;
r. Desarrollo de Despliegues Gráficos;
s. Desarrollo de Informes;
t. Comunicación con el Sistema de Control de los Patios de 230 kV y 400 kV;
u. Etc.

4. Nivel de Control Remoto I

a. Adquisición, procesamiento, presentación y transferencia de los datos;
b. Recepción, procesamiento y emisión de los comandos;
c. Comunicación con equipos del nivel de control centralizado;

d. Intercambio de Información con el Centro de Operaciones del Sistema de CORPOELEC;

e. Selección del nivel de control ("Local-Remoto") de las funciones centralizadas (CAG, CAV, CAA);

f. Control de los sistemas de la central en los modos individual y centralizado;

g. Control de las Compuertas del Aliviadero;

h. Control Automático Centralizado:

i. Control Automático de Generación;

j. Control Automático de Voltaje;

k. Control Automático del Aliviadero;

l. Selección del modo de control de CAG;

m. Selección del modo de control de CAV;

n. Selección del modo de control de CAA;

o. Ajuste de los parámetros, límites, restricciones, etc. para control automático de generación;

p. Ajuste de los parámetros, límites, restricciones, etc. para control automático de voltaje;

q. Ajuste de los parámetros, límites, restricciones, etc. para control automático del aliviadero;

r. Interfaz Humano Máquinas;

s. Registro Histórico de Datos;

t. Mantenimiento de la Base de Datos Fuera de Línea;

u. Etc.

5. Nivel de Control Remoto II

a. Adquisición de los datos ya procesados (posición, estados, alarmas, etc.) de los equipos principales de la Central Simón Bolívar (Unidades, Transformadores Principales, Patios de Distribución a 230 kV, 400 kV y 800 kV, Compuertas de Aliviadero) y toda otra información relacionada con el funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar, que se encontrara disponible en el Nivel de Control Remoto I;

b. Adquisición de las mediciones principales, ya procesadas, de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar, relacionadas al control

remoto (tensiones y potencias de barras, potencias activas y reactivas de las unidades, caudales de las unidades, posición de las compuertas del Aliviadero y caudales por cada compuerta, etc.) que se encontraran disponibles en el Nivel de Control Remoto I;

c. Emisión de consignas relacionadas con las funciones de Control Automático de Generación, Control Automático de Voltaje y Control Automático del Aliviadero.

D. Modos y Medios de Intercambio de Información entre los Niveles de Control

1. Intercambio de información entre el nivel de control distribuido y nivel de control local

a. Intercambio de datos con los equipos principales del nivel local

Para el intercambio de datos con los siguientes equipos principales del nivel de control local: Gobernador de Velocidad (para las Unidades 7 a 10 suministrados por Otros), Sistema de Excitación (para las Unidades 7 a 10 suministrados por Otros), Protecciones eléctricas del generador/transformador y medidores multifuncionales de medidas eléctricas del generador/transformador, estarán previstos los siguientes modos de intercambio:

- por contactos secos libres de potencial;
- mediante señales analógicas;
- mediante información digital procesada, para lo cual se usarán redes de fibra óptica. En el caso de las unidades 7 a 10, los Sistemas de Excitación y Gobernación de Velocidad poseen puertos de datos que soportan el protocolo PROFIBUS-DP.

b. Intercambio de datos con los otros equipos del nivel local

Para este intercambio se prevé la utilización de los módulos de entrada/salida (E/S) distribuidos, por medio de contactos secos libres de potencial y señales analógicas (4 a 20 mA).

Para el intercambio de datos con equipos del nivel local, tales como PLCs de tableros locales, IEDs de campo, etc, suministrados bajo este Contrato para las Unidades 1 a 6 y suministrados por Otros para las Unidades 7 a 10, estarán previstas redes de fibra óptica.

2. Intercambio de información entre el nivel distribuido de control y nivel de control centralizado (Sala de Control de Casa de Máquinas I)

a. El protocolo de comunicación a emplear deberá cumplir con el estándar de la industria y ser adecuado para garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales especificados. EL CONTRATISTA deberá suministrar una descripción completa del protocolo seleccionado para aprobación de CORPOELEC.

b. El acceso a la información en tiempo real deberá realizarse utilizando formatos de acceso abiertos estándares de la industria.

c. Tres anillos de fibra óptica estarán previstos para la comunicación entre el nivel de control distribuido y nivel de control centralizado.

d. Dos de estos anillos, los cuales conforman una configuración redundante, estarán previstos para el proceso principal (funciones críticas y no críticas), denominados Red de Proceso. Cada anillo conformará una Red LAN Ethernet 1000 Mbps. Cada anillo óptico deberá contar con switches para la conexión de equipos y dispositivos, esto permitirá que ante la eventual falla de algún tramo del anillo, automáticamente entre los switches se configure un camino alternativo, maximizando de esta forma la disponibilidad de cada una de las dos Redes LAN.

e. El tercer anillo será simple y conformará una red LAN Fast Ethernet 100 Mbps, previsto para las tareas no prioritarias (acceso a la base de datos, impresión, etc.), denominada Red de Servicios. Este anillo también contará con switches para la conexión de equipos y dispositivos.

3. Intercambio de información entre el Nivel de Control Centralizado de la Casa de Máquinas y el Nivel de Control Remoto I (Sistema Centro de Control de Guri).

a. El intercambio de información entre el Sistema de Control Distribuido a ser suministrado por EL CONTRATISTA y el Sistema Centro de Control Guri (SCCG) existente, deberá realizarse por medio de un enlace de comunicación digital estándar y redundante. El CONTRATISTA será el responsable de integrar y permitir el intercambio de Información, desde cada uno de los Controladores Principales hacia el SCCG y viceversa.

b. El protocolo de comunicación a emplear deberá ser abierto, cumplir con el estándar de la industria y ser adecuado para garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales especificados. EL CONTRATISTA deberá suministrar una descripción completa del protocolo seleccionado para aprobación de CORPOELEC.

c. El acceso a la información en tiempo real deberá realizarse utilizando formatos de acceso abiertos estándares de la industria.

d. El enlace de comunicación que deberá suministrar EL CONTRATISTA entre el Control Distribuido y el SCCG, deberá estar basado en dispositivos (gateways) preferiblemente de tecnología de microprocesadores, capaces de interconectar estos dos sistemas de protocolos y arquitecturas distintas, en todos los niveles de comunicación, tanto por hardware como por software.

4. Redes Dedicadas

Independientemente de los tres anillos ópticos descritos en el literal 2 de esta Cláusula, se deberán implementar las redes que abajo se listan, en configuración simple, dedicada e independiente de otras redes, mediante fibras ópticas.

a. Red Dedicada para la Gestión del Sistema de Protección.

b. Red Dedicada para la Gestión de los Sistemas Registradores de Fallas.

11.1-03. CRITERIOS DE DISEÑO Y DESEMPEÑO

A. Funcionalidad

1. Los equipos y programas del Sistema de Control deberán satisfacer a cabalidad los requerimientos funcionales básicos y de desempeño para la adecuada operación de la Casa de Máquinas, de acuerdo con los requisitos establecidos en estas Especificaciones.

2. A continuación se indican los criterios a ser considerados por CORPOELEC para la evaluación de la funcionalidad del Sistema de Control:

a. Cumplimiento de los requisitos funcionales establecidos en estas Especificaciones.

b. Cumplimiento de los requisitos de desempeño establecidos en estas Especificaciones.

c. Interfaz Humano Máquina de interacción amigable con el operador.

d. Herramientas de mantenimiento de base de datos fáciles de usar y eficientes.

e. Diseño de arquitectura abierta, con funciones y procesamiento distribuido y utilización de estándares de la industria, ya aplicados masivamente en Sistemas Eléctricos de Potencia y en particular en Centrales de Generación Hidroeléctrica.

f. Utilización de tecnología avanzada y comprobada, por medio de instalaciones que se encuentren en servicio en Centrales Hidroeléctricas de gran aporte.

g. Integración total y eficiente de todos los equipos y programas que conformen el Sistema de Control.

h. Integración del Sistema de Control con los equipos suministrados por otros.

3. El diseño de la Interfaz Humano Máquina del Sistema de Control deberá permitir una interacción amigable, y ser adecuado a las necesidades de los usuarios finales: los operadores, supervisores, ingenieros, analistas, programadores, personal de mantenimiento y personal de soporte.

4. El diseño y funcionalidad de todos los despliegues deberán ser sometidos a la aprobación de CORPOELEC.

B. Seguridad ante la presencia de fallas

1. El Sistema de control deberá ejecutar en el menor tiempo posible, todas las acciones necesarias para alcanzar un estado seguro para el personal y los equipos, como reacción ante condiciones de falla en los equipos u operaciones erráticas.

2. Todas las directivas de control y supervisión a los PLCs deberán utilizar la secuencia de órdenes de control "verificar antes de operar". Los PLCs deberán diseñarse de manera que la secuencia "verificar antes de operar" provoque las siguientes acciones:

a. Prohibir la ejecución de una directiva de control si los mensajes de control y de ejecución fueran incompatibles.
b. Cancelar la selección del punto de control requerido si se recibiera cualquier otro mensaje antes del mensaje de ejecución.
c. Cancelación automática del punto de control requerido si el mensaje de ejecución no llega antes de un tiempo predeterminado.

3. Adicionalmente, el sistema de control deberá ser diseñado para ser seguro ante fallas internas, en particular con respecto a las salidas de control. En ningún caso, la falla de un componente del sistema de control o una combinación de éstas pondrá en peligro la integridad de los equipos y sistemas de la Casa de Máquinas o la seguridad del personal.

C. Disponibilidad

1. La configuración del Sistema de Control deberá estar diseñada con suficiente redundancia, medios de detección automática de fallas y procedimientos automáticos de recuperación de manera que la falla de un dispositivo o su indisponibilidad no implique la pérdida de cualquiera de las funciones críticas, o la degradación en las características de respuesta de cualquiera de las funciones críticas, por debajo de los niveles establecidos en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

2. La disponibilidad promedio del sistema y los procedimientos para medir la disponibilidad están estipulados en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

D. Mantenibilidad

1. Los procedimientos para el mantenimiento de los equipos y programas del Sistema de Control serán según las recomendaciones del fabricante de los equipos y de EL CONTRATISTA. Todos los equipos y programas requeridos para el mantenimiento deberán permitir una interacción amigable con el usuario.

E. Expandibilidad

1. El diseño del Sistema de Control deberá estar basado en una arquitectura abierta y permitir la adición de nuevas funciones. EL CONTRATISTA deberá suministrar los procedimientos para la integración de estas funciones, estableciendo los requerimientos en cuanto a equipos y programación.

2. Se deberá disponer de facilidades de extensión para el incremento del número de comandos, indicaciones o medidas mediante la inclusión de una nueva tarjeta en ubicaciones previamente determinadas.

3. Los chasis "racks" de los equipos del Sistema de Control, deben tener ranuras o "slots" libres para permitir la adición de tarjetas electrónicas.

4. En forma independiente de la capacidad del equipamiento a instalar, el cableado deberá ser realizado siempre en forma completa para la capacidad máxima posible de alcanzar.

F. Calidad de los Equipos y Tecnología

1. Los equipos y programas del Sistema de Control suministrados por EL CONTRATISTA, deberán ser de buena calidad y de apropiado diseño, fabricación y funcionamiento. Además, deberán ser de calidad compatible demostrada en Sistemas Eléctricos de Potencia, y no exclusivamente en industrias de proceso.

2. Los equipos del sistema deberán ser completamente nuevos y deberán corresponder a los modelos más recientes introducidos al mercado por el fabricante hasta seis (6) meses antes de la realización de las pruebas de aceptación en fábrica, y que se encuentren en funcionamiento en otras instalaciones de Centrales de Generación Hidroeléctrica.

3. Los programas estándar del sistema, tales como: el sistema operativo, utilitarios, compiladores, programas de desarrollo de gráficos y base de datos; deberán corresponder a las versiones más recientes que hayan sido introducidas al mercado por el fabricante en el momento de la aprobación por parte de CORPOELEC del embarque de los equipos del Sistema de Control. Los programas y equipos del control distribuido deberán corresponder a las mismas versiones en todos los Tableros de Control Distribuido y equipos asociados.

4. EL CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de CORPOELEC todas las propuestas para la introducción de nuevas versiones de los programas y equipos estándares durante el período de fabricación, puesta en marcha y período de garantía.

G. Integración

1. El diseño del sistema deberá garantizar un nivel de integración adecuado para cumplir con los requisitos funcionales y de desempeño requeridos en estas especificaciones, tanto para:

- Equipos y dispositivos de diferentes fabricantes, que formen parte de su propio suministro dentro del Contrato.
- Equipos, programas, protocolos, etc., propios de CORPOELEC.
- EL CONTRATISTA será responsable por la integración de las partes que componen el sistema de control suministrado.

H. Desempeño

1. El desempeño del Sistema de Control deberá ser medido en términos de los tiempos de respuesta estipulados en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema). Los tiempos de respuesta serán medidos en escenarios de carga normales y en escenarios de carga de alta actividad.

2. Para permitir la integración de nuevas funciones en el futuro, el nivel máximo de utilización de las Unidades Centrales de Procesamiento (CPU's) y cantidad de memoria deberán cumplir con lo establecido en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

I. Flexibilidad

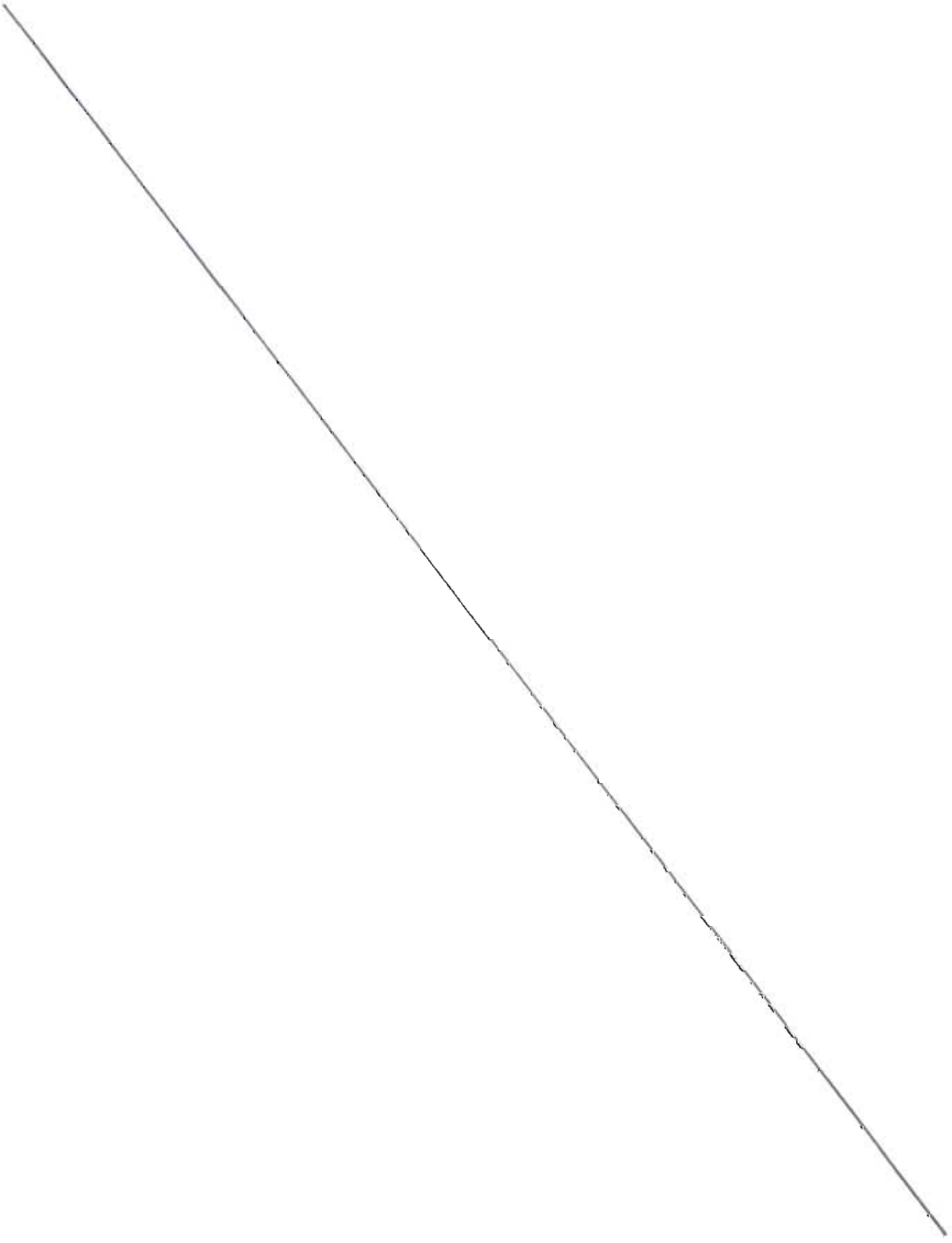
1. El Sistema de Control deberá ser fácilmente adecuado a:

- Nuevos requerimientos, posteriores a la etapa de Licitación;
- Agregado de funciones y/o equipos de diversas tecnologías y/o diversos fabricantes (interoperabilidad);
- Incorporación de otras plataformas que sean necesarias;
- Adecuaciones y/o agregados de señales y/o procesos que se consideren necesarios durante ensayos en fábrica y/o durante la instalación.

Lo antes descrito deberá garantizarse en un tiempo mínimo de incorporación, con operación efectiva a nivel de integración.

2. El diseño del Sistema de Control se caracterizará por la facilidad de extracción y reemplazo de módulos y/o componentes, sin que sea afectada la consistencia del sistema en términos de procesamiento y seguridad de proseguir con la operación de la Central.

3. Dado que el Sistema de Control deberá basarse en arquitectura abierta y permitir en el futuro, el agregado de nuevas funciones y la interoperabilidad con equipos y programas suministrados por Otros, es necesario suministrar los procedimientos y requerimientos para equipos y programas, que permitan a CORPOELEC la efectiva integración, sin depender de EL CONTRATISTA en el futuro.



SECCION 11.2 CONTROL Y ADQUISICION DE DATOS

11.2-01. GENERALIDADES

A. En esta Sección se especifican los requisitos generales y detallados para el diseño, fabricación, pruebas en fábrica, transporte al Sitio, instalación y modificación de componentes, conexión e interfaces con controles y/o equipos suministrados por EL CONTRATISTA, programación, configuración y pruebas en Sitio de los equipos y sistemas asociados al nivel de control distribuido para las Unidades 1 a 10 de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri, incluyendo: Tableros de Control Distribuido, Sistema de Comunicaciones, Interfaz Humano Máquina, Módulos de Entradas y Salidas, Controlador Principal, Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos, Tablero de Control para Pruebas y Mantenimiento, Cables Metálicos Tableros de Distribución para las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos y Programas para el Control y Adquisición de Datos.

B. EL CONTRATISTA deberá suministrar un total de Doce (12) Tableros de Control Distribuido a ser instalados en el interior de la Casa de Máquinas, asignados como sigue:

1. Diez (10) Tableros de Control Distribuido de la Unidad (TCU), uno por cada Unidad de Generación.

2. Un (1) Tablero de Control Distribuido de los Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes de la Casa de Máquinas (TCAE).

3. Un (1) Tablero de Control Distribuido de los Servicios Auxiliares Mecánicos Comunes de la Casa de Máquinas (TCAM).

C. EL CONTRATISTA deberá suministrar un (1) Tablero de Control para Pruebas y Mantenimiento (TCPM) a ser instalado en una oficina dentro de la Casa de Máquinas I de Guri.

D. EL CONTRATISTA deberá suministrar dos (2) Tableros de Distribución en 125 VCC para la alimentación de las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos (TDUD-1 y TDUD-2), a ser instalados en el interior de la Cada de Máquinas.

E. El CONTRATISTA deberá suministrar un total de cincuenta y siete (57) Unidades Distribuidas, a ser instaladas en la Casa de Máquinas, asignadas como sigue:

1. Cuarenta (40) Unidades Distribuidas de Unidad (UDU), cuatro (4) por cada unidad de generación.

2. Diez (10) Unidades Distribuidas de Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes (UDE).

3. Siete (7) Unidades Distribuidas de Servicios Auxiliares Mecánicos Comunes (UDM).

F. EL CONTRATISTA deberá suministrar los cables metálicos asociados a las conexiones externas de los Tableros de Control Distribuido, las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos y Tableros de Distribución de Unidades Distribuidas.

G. Los Tableros de Control Distribuido tendrán asociados los siguientes equipos y sistemas:

1. Tablero de Control Distribuido de la Unidad (TCU):

a. Generador y sus Sistemas Auxiliares

b. Sistema para Vigilancia del Comportamiento de la Unidad.

c. Transformador de Potencia y sus Sistemas Auxiliares.

d. Sistema de Protección

e. Sistema de Excitación.

f. Sistema de Protección Contra Incendios del Generador y del Transformador de Potencia.

g. Turbina y sus Sistemas Auxiliares

h. Sistema de Medición de Caudal y Eficiencia de la Turbina.

i. Parte Hidráulica del Sistema de Gobernación.

j. Parte Electrónica del Sistema de Gobernación.

k. Sistema de Válvulas de Achicamiento del Tubo de Aspiración.

l. Sistema de Distribución de Auxiliares de Unidad.

m. Sistemas Misceláneos de la Unidad.

2. Tablero de Control Distribuido de los Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes (TCAE):

a. Equipos para Maniobras y Servicios de la Casa de Máquinas.

b. Transformadores de Servicio y de Respaldo de la Casa de Máquinas.

c. Inversores de Servicios Esenciales y de Emergencia de la Casa de Máquinas.

d. Sistemas de Distribución de Servicios Esenciales.

e. Sistemas de Distribución de Auxiliares Comunes.

f. Generador Diesel.

g. Cargadores de Baterías de la Casa de Máquinas.

h. Sistema de Distribución del Aliviadero.

i. Fuente ininterrumpible de Potencia de la Estación Maestra del Sistema de Control.

3. Tablero de Control Distribuido de los Servicios Auxiliares Mecánicos Comunes (TCAM):

a. Sistema de Achique y Sumidero de la Casa de Máquinas y el Pozo Sumidero de la Presa.

b. Sistema de Aire Comprimido de Servicios.

c. Sistema de Aire Comprimido de los Gobernadores.

d. Sistema de Tratamiento de Aceite Lubricante y Aislante

e. Sistema de Protección Contra Incendios.

f. Sistema de Protección Contra Incendios para las Salas de Tratamiento de Aceite Lubricante y Aceite Aislante con Dióxido de Carbono (CO_2).

g. Sistema de Agua Cruda y Servicio.

h. Sistema de Ventilación.

i. Sistema de Aguas Servidas.

j. Sistema de Aire Acondicionado.

k. Sistema de Agua Potable.

11.2-02. REDES DE COMUNICACIONES

A. EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los equipos y accesorios requeridos para cumplir con los requisitos funcionales establecidos en estas especificaciones, considerando además que el Sistema de Control deberá permitir la vinculación entre equipos y dispositivos de diferente nivel jerárquico, utilizando una red de proceso LAN Ethernet 1000 Mbps, redes de campo Fast Ethernet 100 Mbps y red de instrumentación. Estas redes de comunicación LAN serán redundantes e independientes entre ellas, con switches y cables ópticos duplicados e independientes. Adicionalmente, se contará con una red de servicios simple, con una velocidad de transmisión de 100 Mbps, la cual será utilizada para trabajos no prioritarios.

B. Los Tableros y Unidades de Control Distribuido deberán disponer de los dispositivos para el manejo de las redes de comunicación, así como también los elementos de conectividad, interfaces y otros que sean necesarios, de forma tal que se optimice la conexión y disponibilidad de equipos y dispositivos de

control de cada red. Esta consideración es aplicable para la conexión a todas las redes en forma simultánea, no permitiéndose el uso compartido de recursos. Como mínimo, se requiere que los Tableros y Unidades de Control Distribuido, manejen los enlaces de comunicaciones basados en los siguientes criterios:

1. Realizar una verificación automática, continua y permanente, de la efectiva disponibilidad de todas y cada una de las redes.

2. Obtener máxima eficiencia de la transmisión en el envío de la información, distribuyendo el flujo de datos de una manera óptima entre las redes duplicadas, cuando ambos se encuentren operando normalmente, y siendo ello aplicable a cada tipo de red.

3. Cada red simple deberá tener la capacidad de transmitir toda la información, en caso de falla de su red redundante.

C. EL CONTRATISTA deberá suministrar una descripción completa y detallada de cada una de las redes redundantes, así como de la manera como se utilizarán cada una de ellas. Además, se deberán describir los mecanismos de detección de fallas, recuperación y procedimientos de inicialización.

D. En caso de pérdida completa de alguna red redundante, se deberá enviar un mensaje a la Interfaz Humano Máquina indicando que ambas redes están fuera de servicio.

E. EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los equipos y accesorios necesarios para la puesta en servicio y mantenimiento de todas y cada una de las redes de comunicaciones.

F. EL CONTRATISTA deberá suministrar una red de instrumentación para el enlace de comunicación entre los instrumentos inteligentes y el sistema de control distribuido. La red deberá estar basada en una arquitectura abierta, que integre instrumentación inteligente de diferentes fabricantes. En el caso de las

unidades 7 a 10, la instrumentación existente posee capacidades de comunicación bajo el protocolo PROFIBUS-PA, por lo que EL CONTRATISTA deberá suministrar una Red de Instrumentación que se adapte a los requerimientos de los equipos en operación.

1. La Red de Instrumentación deberá permitir la comunicación entre los instrumentos inteligentes y el sistema de control distribuido, a través de las tarjetas de comunicación instaladas en los controladores principales del sistema. Se deberá permitir el envío de los parámetros de sintonización, auto diagnóstico y medición de los instrumentos inteligentes a través de este medio.

2. La Red de Instrumentación deberá operar sobre un protocolo ampliamente aceptado tales como Profibus, Fieldbus, entre otros y deberá soportar una capa del usuario estándar. La capa del usuario deberá proveer definiciones de datos y comportamientos estándar, para parámetros de bloques de funciones; que permitan a los dispositivos interconectarse e interoperar en la misma red sin la necesidad de una programación especial.

3. La Red de Instrumentación deberá estar basada en un enlace serial estándar, utilizando los cables apropiados, que permitan transportar las señales, al menos, 100 metros sin repetidores. El bus de campo deberá soportar múltiple número de nodos, y deberá ser capaz de realizar comunicaciones con formato de mensaje punto a punto y multi-master en la misma red.

4. La Red de Instrumentación deberá permitir comunicar los instrumentos inteligentes con la Estación Maestra de Ingeniería y Mantenimiento suministrada por EL CONTRATISTA.

11.2-03. EQUIPO DE SINCRONIZACION DE TIEMPO

A. Se deberá suministrar un total de doce (12) Equipos de Sincronización de Tiempo, instalados en cada uno de los Tableros de Control Distribuido de Unidad (TCU), en el Tablero de Control Distribuido de equipos

Auxiliares Eléctricos Comunes (TCAE) y en el Tablero de Control Distribuidos de Equipos Auxiliares Mecánicos Comunes (TCAM). Estos equipos deberán generar y emitir señales de tiempo, en formatos específicos, para aquellos equipos que no puedan recibir la señal de sincronización de tiempo, mediante la Red de Proceso.

B. Los Equipos de Sincronización de Tiempo deberán estar conectados a la Red de Proceso Redundante, y de ésta obtendrán la referencia de tiempo. Estos equipos deberán disponer de suficientes salidas, en distintos formatos, tales como: IRIG-B, NTP, PTP, Pulsos, etc, a fin de suministrar las señales de referencia en tiempo, a equipos, que no pudieran obtener su señal de tiempo de la Red de Proceso, tales como: Sistemas de Protección, Registradores de Fallas, Despliegues de Tiempo Sincronizado, etc.

C. Cada equipo de sincronización de tiempo enviará las señales requeridas a los equipos del propio TCU, TCAE y TCAM.

D. El Equipo de Sincronización de Tiempo deberá incluir un despliegue local de la hora (hh:mm:ss) y la fecha (día de la semana, dd:mm:aa).

E. EL CONTRATISTA podrá proponer un sistema, en el cual no se utilicen los Equipos de Sincronización de Tiempo, siempre y cuando garantice que todos y cada uno de los equipos, pertenecientes al Nivel de Control Distribuido, podrán recibir la señal de sincronización de tiempo directamente de la Red Redundante de Proceso, manteniendo las características de precisión descritas en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

11.2-04. CONTROLADORES PRINCIPALES

A. Requisitos Generales

1. El equipamiento de los Controladores Principales deberá consistir de controladores lógicos programables (PLC's) o computadores personales (PC's) de tipo industrial, así como de todas las interfaces y accesorios necesarios para su interoperabilidad con otros equipos. La configuración de los Controladores Principales deberá ser de arquitectura abierta y distribuida.

2. Los Controladores Principales deberán ser de diseño modular y estarán ubicados en el interior de los Tableros de Control Distribuido, según se muestra en los Planos. Se deberá disponer de dos (2) equipos Controladores Principales separados e independientes, operando en configuración redundante por cada uno de los Tableros de Control Distribuido.

3. Las previsiones para las expansiones futuras no deberán estar limitadas al uso de equipos de la misma familia o modelos de la configuración original.

4. Las funciones y programas especificados en esta Sección deberán estar instaladas en los dos Controladores Principales, los cuales deberán funcionar bajo una configuración Hot Standby, debiendo mínimamente cumplir con lo siguiente:

a. La conmutación entre los dos controladores, en caso de falla de uno de ellos, deberá ser automática.

b. Cualquiera de los dos Controladores deberá ser capaz de asumir la totalidad de las funciones y tareas, sin degradación del Sistema de Control.

5. Durante el funcionamiento normal, cada uno de los Controladores Principales deberá realizar simultáneamente la función de adquisición de datos y ejecutar las funciones de control, sin embargo, el controlador principal que esté

seleccionado como activo deberá ser exclusivamente el que envíe los comandos hacia los equipos que se estén controlando.

6. La configuración del Controlador Principal deberá estar dotada de medios de detección de fallas y procedimientos de recuperación para los distintos tipos de fallas posibles dentro de la configuración. En caso que un Controlador Principal, por motivo de falla, no pueda ejecutar una o más funciones, se deberán transferir automáticamente todas las funciones que estaba ejecutando al Controlador Principal de respaldo. Esta transferencia deberá realizarse de tal manera que no se afecte la adquisición de datos, ni los procesos de control que se estaban ejecutando para el momento de la falla. Este proceso de transferencia deberá realizarse dentro del periodo de tiempo especificado en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

7. Los Controladores Principales deberán tener capacidad para comunicarse con otros Controladores Principales y con los Equipos que conformen la Estación Maestra de la Casa de Máquinas, mediante la Red de Proceso, y con las Unidades Distribuidas asociadas mediante la Red de Campo. Adicionalmente, los controladores deberán tener capacidad de comunicarse mediante interfaces digitales de comunicaciones, basadas en redes ópticas con: los Sistemas de Protecciones del Generador y Transformador Principal de Potencia, los Equipos Multifuncionales de Medición de Variables Eléctricas, suministrados por EL CONTRATISTA; y los sistemas de gobernación, excitación, controladores lógicos programables e instrumentación inteligente también suministrados por EL CONTRATISTA y por otros para las Unidades 7 a 10. Todas las comunicaciones deberán utilizar protocolos abiertos, de uso generalizado, bajo normas internacionales, de forma tal que permita la total interoperabilidad entre equipos y subsistemas. Todos los protocolos deberán ser aprobados previamente por CORPOELEC.

8. Los Controladores Principales deberán permitir la interconexión entre la Estación de Ingeniería y Mantenimiento y los equipos instalados en la Red de Proceso e Instrumentación.

9. Los Controladores Principales deberán permitir la ubicación de las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos a distancias remotas del Tablero de Control Distribuido asociado, a través de una red de campo estándar, redundante, en fibra óptica, sin limitar la cantidad y tipo de los módulos de entradas y salidas.

10. Las funciones de los Controladores Principales deberán estar programadas en lenguajes de alto nivel tales como "C". Las secuencias deberán utilizar programas que cumplan con los requisitos del estándar IEC 61131 "Programmable Controllers". EL CONTRATISTA deberá garantizar en la configuración propuesta que las funciones de control no serán afectadas por problemas del sistema operativo tales como caida o congelamiento, o por una falla en el disco duro, en caso que aplique.

11. Los Controladores Principales deberán conectarse a la Red de Proceso y a la Red de Campo por medio de puertos de comunicación duplicados e independientes, de manera de asegurar la efectiva redundancia de la configuración. Así como también, los Controladores Principales deberán conectarse con la Red de Instrumentación por medio de un enlace dedicado basado en protocolos de bus de campo, de acuerdo con lo indicado en la cláusula 11.2-02 (Redes de Comunicaciones).

12. Cada Controlador Principal deberá tener puertos de comunicación, los cuales deberán ser programables e independientes entre sí, a fin de cumplir los requerimientos de comunicaciones indicados en el literal 7 de esta Cláusula. El número de puertos de comunicación de cada Controlador Principal deberá ser el necesario para cumplir con lo indicado en esta Sección, más un porcentaje de reserva según lo establecido en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

13. Cada Controlador Principal deberá estar diseñado para operar en forma independiente de la Estación Maestra o de cualquier otro nodo de la Red de Proceso. En caso de una pérdida total de comunicación con la Red de Procesos,

los Controladores Principales deberán trabajar en forma independiente de acuerdo a los últimos comandos recibidos.

14. Cada Controlador Principal deberá almacenar, para la recuperación de datos, sea en forma local y/o desde la Estación Maestra de la Casa de Máquinas los últimos 4000 eventos registrados. En caso de pérdida total de la comunicación con la Estación Maestra se deberán registrar todos los eventos ocurridos en el período.

15. Los Controladores Principales deberán tener funciones de autodiagnóstico en línea para verificar periódicamente el funcionamiento y estado de todos los módulos y equipos asociados. Todas las condiciones de error deberán ser reportadas a la Interfaz Humano Máquina y almacenadas localmente.

16. Cada Controlador Principal deberá tener capacidad para arrancar independientemente, sin intervención manual, después de una falla de alimentación. Todos los arranques deberán ser reportados al Sistema de Control y presentados en la Interfaz Humano Máquina.

17. El mantenimiento de la programación de un Controlador Principal no deberá afectar a otros equipos y elementos conectados a la Red de Proceso, ni tampoco a equipos conectados a la Red de Campo y se deberá poder ejecutar sin afectar la funcionalidad del Controlador Principal en condiciones normales de operación. Todos los compiladores, utilitarios y programas requeridos para el mantenimiento de los Controladores deberán ser suministrados a CORPOELEC.

18. Los Controladores Principales deberán tener reservas de utilización promedio para las unidades de procesamiento y para las memorias instaladas, de acuerdo con lo establecido en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

19. Cada Controlador deberá incluir doble módulo de fuente de alimentación, con proceso de conmutación entre ellas en caso de fallas, sin

introducir errores, ni mal funciones. Además, deberá soportar la remoción y conexión de cualquier fuente de alimentación con la tensión de entrada presente y la carga conectada.

B. Funciones

1. Los Controladores Principales deberán tener capacidad de procesamiento, cantidad de memoria, programas y los recursos de equipos periféricos necesarios para ejecutar las siguientes funciones:

Funciones	TCU	TCAE	TCAM
Adquisición de Datos y Control	Incluido	Incluido	Incluido
Control de Lazo Cerrado de Potencia Activa/Reactiva	Incluido	No	No
Secuencia de Arranque y Parada de Unidad	Incluido	No	No
Intercambio de Información por medio de enlaces digitales con dispositivos inteligentes	Incluido	Incluido	Incluido
Intercambio de Información con Otros Nodos	Incluido	Incluido	Incluido

2. Adquisición de Datos y Control

a. Los Controladores Principales recolectarán todos los datos de entrada, los procesarán, almacenarán en la base de datos local, y compensarán (buffer) aquellos datos que tienen que transmitirse hacia la Interfaz Humano Máquina, a través de la Red de Proceso y los equipos de interfaz (gateways) hacia la Estación Maestra y/u otros computadores y equipos.

b. Las señales a ser recolectadas y procesadas por los Controladores Principales serán de los siguientes tipos: digitales, analógicas y provenientes de enlaces de comunicación digitales. Las señales digitales podrán ser simples, dobles, código binario decimal (BCD), acumuladores y contadores de pulsos. Las señales analógicas podrán ser del tipo de lazo de corriente (4 a 20 mA) y del tipo de detectores de temperatura por resistencia.

c. La conversión de los datos analógicos a unidades de ingeniería deberá ser realizada en los Controladores Principales.

d. El procesamiento de las entradas de estado, se efectuará como consecuencia de cambios de estados respecto al estado previo.

e. En caso de detectarse que los módulos analógico/digital o digital/analógico se encuentren operando fuera del rango de error permitido, se deberá indicar esta condición como parte de la información asociada a la señal. Los rangos de los convertidores deberán considerar cuatro características de operación: condición normal de operación, condición de violación de límite de valor de trabajo, valores válidos fuera de los rangos de operación y valores no válidos.

f. Los comandos podrán ser de los tipos siguientes: abrir - cerrar, subir - bajar y tipo consigna. Todo tipo de comando deberá ser supervisado. Además, los Controladores Principales deberán tener la capacidad de ejecutar controles discretos y continuos en lazo abierto o cerrado, y controles secuenciales.

g. Los Controladores Principales deberán aceptar comandos originados en la Interfaz Humano Máquina, en la Estación Maestra de Casa de Máquinas I, en los programas de aplicación de la Estación Maestra del SCCG

utilizando los equipos de interfaz (gateways) y en los programas de autodiagnóstico.

h. Los comandos del tipo abrir - cerrar serán utilizados para cambiar remotamente la condición o el estado de operación de los dispositivos, equipos o sistemas de la Casa de Máquinas I.

i. Los comandos del tipo subir – bajar serán utilizados para el control de la potencia activa y reactiva de cada unidad de generación, a partir de valores de consigna determinados por los programas de aplicación instalados en el SCCG o ingresados por el operador desde la Interfaz Humano Máquina o desde la Estación Maestra de la Sala de Control.

j. Los comandos de consigna serán utilizados para el control de la potencia activa y reactiva, a partir de valores de consigna determinados por los programas de aplicación instalados en el SCCG o ingresados por el operador desde la Interfaz Humano Máquina o desde la Estación Maestra de la Sala de Control.

k. Para el Sistema de gobernación y el Sistema de Excitación, la adquisición de datos y el envío de comandos desde el Sistema de Control, se realizará por dos vías; una a través de contactos secos y señales analógicas de 4 a 20 mA (para la adquisición) y pulsos subir-bajar para consignas; y la segunda a través del enlace digital redundante de comunicaciones. El enlace prioritario será el digital, y en caso de problemas con este enlace, se deberá aceptar las señales provenientes del cableado metálico convencional. EL CONTRATISTA deberá garantizar total integración entre el Sistema de Control y los controladores de los gobernadores y excitatrices de las Unidades 7 a 10. El protocolo de comunicación implantado para estos últimos es Probifus-DP.

l. EL CONTRATISTA será responsable de la correcta y completa interfaz entre los Controladores Principales y los equipos de la Casa de Máquinas suministrados por EL CONTRATISTA y aquellos existentes, incluyendo el suministro de cualquier dispositivo (hardware y/o software) requerido para realizar las interconexiones. La información asociada a estos equipos será suministrada por CORPOELEC a solicitud de EL CONTRATISTA después de la Adjudicación del Contrato.

3. Control de Lazo Cerrado

a. General

i. Los algoritmos de control de lazo cerrado deberán operar siempre con el último valor de consigna recibido desde la Estación Maestra; o la Interfaz Humano Máquina. El valor de consigna deberá cambiarse únicamente cuando se reciba un nuevo valor.

ii. Los algoritmos de control de lazo cerrado deberán ser robustos, verificando continuamente las condiciones de las señales y parámetros provenientes del proceso. En caso de detectarse alguna condición errónea, el control deberá inhibirse y generar una alarma al Sistema de Control.

iii. Los algoritmos de control de lazo cerrado deberán permanecer activos únicamente durante el período de tiempo necesario para alcanzar la consigna determinada por los programas de aplicación o por los operadores.

iv. Los controles de lazo cerrado deberán disponer de una herramienta para mostrar en la Interfaz Humano Máquina (IHM) el estado del control de lazo cerrado y las condiciones, por ejemplo: modo de control de la unidad, valores de consigna, generación en MW de las unidades, límites de operación (máximos y mínimos), bandas muertas, zonas prohibidas, etc., y todas

las constantes utilizadas en la sintonización de parámetros del control de lazo cerrado. Además, en el despliegue correspondiente se deberá mostrar gráficamente la función de transferencia del control de lazo cerrado con todos los valores de los componentes de la función, calculados en línea. El despliegue de sintonización deberá incluir un gráfico que muestre la respuesta del control de lazo cerrado (por ejemplo, valor actual, consigna recibida, consigna ejecutada, etc.) en línea que sirva como herramienta en la sintonización de parámetros. Por lo tanto, el tiempo de respuesta de los valores graficados deberá ser ajustable en múltiplos de la tasa de barrido.

b. Control de Lazo Cerrado de Potencia Activa

i. Los Controladores principales deberán tener la programación necesaria para ejecutar el control de lazo cerrado de potencia activa por medio de consignas calculadas en la función de Control Automático de Generación (CAG) desde el SCCG de Casa de Máquinas II o consignas iniciadas por los operadores en la Interfaz Humano Máquina. El control de la potencia activa del generador deberá ser de lazo cerrado / proporcional - integral.

ii. El programa de control de lazo cerrado deberá comparar la consigna deseada con el valor real de potencia activa de salida del generador. El error de control deberá ser suavizado y alimentado a un controlador proporcional/integral (PI) para determinar el requerimiento de control. Este requerimiento de control deberá ser convertido en señales de subir o bajar para llevar la potencia activa del generador a la consigna deseada. Adicionalmente, deberá ser posible, enviar consignas de subir y bajar potencia activa a través del enlace digital disponible en el sistema de gobernación, en dicho caso, el programa de control de lazo cerrado de potencia activa deberá hacer un seguimiento a la consigna enviada, a fin de verificar que la misma sea alcanzada en un tiempo definido.

iii. El algoritmo de control de lazo cerrado de la potencia activa, deberá respetar los límites operativos máximos y mínimos de la unidad, los cuales deberán residir y ser calculados dinámicamente en los Controladores Principales. Además, el control deberá respetar los límites operativos máximos y mínimos de la unidad, el límite de tasa de variación de carga y las bandas muertas del gobernador.

iv. Los límites operativos máximos y mínimos de la unidad, el límite de tasa de variación de carga y las bandas muertas del gobernador deberán ser modificables por los operadores por medio de entradas manuales directamente desde la Interfaz Humano Máquina o desde el Computador Portátil para pruebas y mantenimiento. La accesibilidad para la modificación de estos parámetros deberá estar limitada por medio de claves de acceso. Estas claves deberán poder ser modificadas únicamente por el administrador del sistema.

v. El control de lazo cerrado de potencia activa deberá poder ser deshabilitado o habilitado automáticamente por el Control Automático de Generación (CAG) desde el SCCG ubicado en Casa de Máquinas II o manualmente por el operador.

vi. El algoritmo de control de lazo cerrado de potencia activa deberá adaptarse en forma automática y adecuada ante la ocurrencia de cambios de estado del modo de operación de las unidades.

c. Control de Lazo Cerrado de Potencia Reactiva

i. Los Controladores Principales deberán tener la programación necesaria para ejecutar el control de lazo cerrado de potencia reactiva por medio de consignas calculadas en la función de Control Automático de Voltaje (CAV) desde el SCCG de Casa de Máquinas II o consignas iniciadas por los operadores en la Interfaz Humano Máquina. El control de potencia reactiva del generador deberá ser de lazo cerrado / proporcional - integral.

ii. El programa de control de lazo cerrado deberá comparar la consigna deseada con el valor real de potencia reactiva de salida del generador. El error de control deberá ser suavizado y alimentado a un controlador proporcional/integral (PI) para determinar el requerimiento de control. Este requerimiento de control deberá ser convertido en señales de subir o bajar para llevar la potencia reactiva del generador a la consigna deseada. Adicionalmente, deberá ser posible, enviar consignas de subir y bajar potencia reactiva a través del enlace digital disponible en el sistema de excitación, en dicho caso, el programa de control de lazo cerrado de potencia reactiva deberá hacer un seguimiento a la consigna enviada a fin de verificar que la misma sea alcanzada en un tiempo definido.

iii. El algoritmo de control de lazo cerrado de la potencia reactiva, deberá respetar los límites operativos máximos y mínimos de la unidad, los cuales deberán residir y ser calculados dinámicamente en los Controladores Principales. Los límites operativos máximos y mínimos de la unidad, deberán ser modificables por los operadores por medio de entradas manuales directamente desde la Interfaz Humano Máquina o desde el Computador Portátil para pruebas y mantenimiento. La accesibilidad para la modificación de estos parámetros deberá estar limitada por medio de claves de acceso. Estas claves deberán poder ser modificadas únicamente por el administrador del sistema.

iv. El control de lazo cerrado de potencia reactiva deberá poder ser deshabilitado o habilitado automáticamente por el Control Automático de Voltaje (CAV) desde el SCCG ubicado en Casa de Máquinas II o manualmente por el operador.

v. El algoritmo de control de lazo cerrado de potencia reactiva deberá adaptarse en forma automática y adecuada ante la ocurrencia de cambios de estado del modo de operación de las unidades.

4. Secuencia de Arranque y Parada de la Unidad

a. Requisitos Generales

i. EL CONTRATISTA deberá desarrollar la programación para la secuencia de arranque y parada de las unidades.

ii. La secuencia de arranque y parada de las unidades de generación deberá ser iniciada por el operador desde la Interfaz Humano Máquina.

b. Localización del control

i. La localización del control para la secuencia de arranque y parada automática de las unidades dependerá de la posición del conmutador de selección ubicado en el Tablero de Control de la Unidad (TCU) (local – fuera – remoto).

ii. La posición "local" del selector deberá permitir controlar la secuencia únicamente desde la interfaz Humano Máquina del Tablero de Control de la Unidad.

iii. La posición "remoto" del selector deberá permitir controlar la secuencia desde la Estación Maestra de la Casa de Máquina I, o desde las consolas de operador del Sistema Centro de Control Guri (SCCG) en Casa de Máquinas II a través de los equipos de interfaz de comunicación (Gateways) previstos para esta función.

c. Modos de operación

i. Desde la localización de control local se podrá efectuar el arranque y la parada de las unidades en modo automático y en modo manual. La

selección del modo de operación se realizará desde la Interfaz Humano Máquina de los Tableros de Control de las Unidades.

ii. Desde la localización del control remoto se podrá efectuar el arranque y la parada de las unidades únicamente en forma automática.

iii. En el modo de operación automático la secuencia de arranque y parada se realizará mediante el programa para la secuencia de arranque y parada automática de la unidad descrita en esta Cláusula.

iv. El programa de arranque y parada de la unidad en el modo de operación manual verificará el envío de comandos desde la interfaz Humano Máquina y el cumplimiento de condiciones preestablecidas. La violación de una o más condiciones no deberá impedir la ejecución de la secuencia. El arranque manual de la unidad deberá permitir su sincronización al sistema de potencia utilizando indistintamente el sincronizador automático o el sincronoscopio.

d. Programación de la secuencia de arranque y parada automática de las unidades.

i. El programa de secuencia de arranque y parada automática deberá permitir el control de la unidad mediante una serie de transiciones o pasos, de un estado estable a otro.

ii. Los estados estables en la secuencia de arranque son:

(a) Unidad Detenida

(b) Auxiliares arrancados

(c) Unidad girando a más del 90% de la velocidad nominal sin excitación (Unidad Girando).

(d) Unidad excitada a voltaje nominal sin carga (Unidad Excitada).

(e) Unidad sincronizada a la línea (Unidad con Carga).

iii. Los estados estables en la secuencia de parada son:

(a) Unidad sincronizada a la línea (Unidad con Carga)

(b) Unidad excitada a voltaje nominal sin carga (Unidad Excitada).

(c) Unidad girando a más del 90% de la velocidad nominal sin excitación (Unidad Girando).

(d) Auxiliares arrancados

(e) Unidad Detenida

iv. La secuencia de arranque y parada deberá hacer un chequeo inicial a fin de garantizar el cumplimiento de las condiciones necesarias para alcanzar el estado estable solicitado por el operador. El incumplimiento de una condición requerida por un estado estable posterior al solicitado no deberá impedir el arranque o la parada de la unidad. En caso de no cumplirse las verificaciones correspondientes se deberá presentar un mensaje en la interfaz Humano Máquina indicando esta situación.

v. La secuencia deberá hacer un chequeo de las condiciones requeridas para la ejecución de cada paso, y en caso de incumplimiento de una o más condiciones se deberá interrumpir la secuencia y generar un mensaje a la Interfaz Humano Máquina indicando esta situación.

vi. El programa deberá permitir interrupciones en cualquier estado de la secuencia de arranque y parada, incluyendo las transiciones entre un estado estable y otro, en cuyo caso deberá estar diseñado para regresar al último estado estable alcanzado para el momento de la interrupción, en el caso de una secuencia de arranque, mientras que en una secuencia de parada, el programa deberá llevar la Unidad al siguiente estado estable para el momento de la interrupción. A partir de esta condición el operador deberá poder seleccionar cualquier paso de la secuencia de arranque o de parada.

vii. En caso de interrupción en la secuencia de arranque y parada debido a una falla en la ejecución del programa se deberá presentar un mensaje en la Interfaz Humano Máquina notificando las causas por las cuales la secuencia fue interrumpida y las discrepancias entre el estado solicitado y el estado actual de la unidad.

viii. El programa de la secuencia de arranque y parada deberá verificar la ejecución de los comandos generados, supervisando el tiempo transcurrido entre la activación del comando y la respuesta esperada. En caso de superarse el tiempo predeterminado se deberá interrumpir la ejecución de la secuencia y generar un mensaje a la interfaz Humano Máquina notificando la situación y las condiciones de la unidad.

ix. La secuencia de arranque y parada deberá permitir una vez iniciada pasar del modo de operación automático al modo de operación manual y viceversa, partiendo del último estado estable alcanzado en el modo de operación previo.

e. Requerimientos de la Interfaz Humano Máquina

i. La secuencia de arranque y parada automática de la unidad se deberá controlar mediante despliegues de alta resolución gráfica adecuados para realizar las funciones descritas en esta Cláusula y de acuerdo con los requisitos establecidos en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina).

ii. Los despliegues de la Interfaz Humano Máquina deberán mostrar en forma dinámica los estados estables y las condiciones asociadas para la secuencia de arranque y parada.

iii. Por medio de los despliegues de la Interfaz Humano Máquina deberá ser posible escoger cualquiera de los estados estables permitidos en el modo de operación automático. Una vez comenzada la secuencia el operador deberá poder observar el progreso de la misma.

iv. El operador deberá poder interrumpir la secuencia de arranque y parada en cualquier momento durante la ejecución de los pasos.

v. Para el modo de operación manual los despliegues deberán permitir al operador la verificación dinámica de las condiciones presentes en la unidad y el envío de los comandos requeridos para efectuar el arranque y la parada de las unidades.

vi. El operador deberá ser informado de todas las fallas ocurridas durante la ejecución de la secuencia de arranque y parada de las unidades. Se deberá requerir el reconocimiento de las mismas por parte del operador.

5. Intercambio de Información por medio de Enlaces Digitales

a. El intercambio de información entre los Controladores Principales y equipos que dispongan de enlaces digitales de comunicación, tales

como sistema de gobernación, sistema de excitación, controladores lógicos programables (PLC's) de tableros de control local, dispositivos electrónicos inteligentes (IED's), instrumentación inteligente, equipos suministrados por Otros para las Unidades 7 a 10 de la Casa de Máquinas I a ser integrados al Sistema de Control, se deberá realizar mediante redes ópticas de comunicación digital, tal como se muestra en los planos. EL CONTRATISTA deberá realizar una integración de todos estos equipos y/o sistemas, a las redes ópticas de campo, incorporando los equipos, interfaces y recursos necesarios para lograr un Sistema de Control totalmente integrado, entre el Controlador Principal y todos los equipos y sistemas de campo, sean o no parte del suministro de EL CONTRATISTA. Se deberán utilizar protocolos de comunicación estándar en sistemas eléctricos, tales como DNP 3.0, PROFIBUS o MODBUS.

b. Todos los equipos a ser suministrados por EL CONTRATISTA, tales como; Sistema de Protecciones Eléctricas y Medidores Multifuncionales de Variables Eléctricas, y otros, deberán vincularse adecuada y totalmente a las redes ópticas de campo, de manera de lograr la efectiva integración al Sistema de Control.

c. El intercambio de información deberá ser programable y tener capacidad para intercambio de señales digitales, valores de señales analógicas, valores calculados, consignas, señales para la sincronización de tiempo e información de diagnósticos generados por estos equipos.

d. EL CONTRATISTA deberá adaptarse a los protocolos de comunicación requeridos por los equipos existentes y/o incluir los convertidores de protocolos que fueren necesarios, así como analizar y prever las necesidades de redes y vinculaciones para lograr una adecuada integración.

6. Intercambio de Información con Otros Nodos

a. El intercambio de información entre los nodos del Sistema de Control se deberá realizar por medio de la Red de Proceso, según se muestra en los Planos.

b. El protocolo de comunicación deberá cumplir con estándares abiertos, de uso amplio en el Sector Eléctrico y ser adecuado para garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales especificados. EL CONTRATISTA deberá suministrar una descripción completa del protocolo seleccionado para aprobación de CORPOELEC.

c. Intercambio de Información

i. El acceso e intercambio de información deberá ser efectuado en tiempo real, utilizando formatos abiertos, no – propietarios, ni exclusivos, y normalizados, de uso en Sistemas Eléctricos de Potencia.

ii. Los Controladores Principales deberán transmitir todos los valores de la base de datos o información solicitada por otros nodos, o por requerimientos periódicos.

iii. Las señales de entradas digitales deberán transmitirse por excepción, es decir, únicamente deberán transmitirse las señales que cambiaron de estado. Todas las entradas deberán ser transmitidas con el registro de tiempo de ocurrencia.

iv. Los Controladores Principales no deberán perder información provenientes de las unidades de adquisición de datos y de los enlaces digitales con equipos debido a errores de comunicación o fallas temporales en otros nodos.

v. EL CONTRATISTA deberá proporcionar para aprobación de CORPOELEC una descripción completa y detallada de la forma en que

implementará la comunicación entre nodos y los mecanismos de detección de fallas, recuperación y procedimientos de inicialización.

C. Requisitos para el Mantenimiento y Pruebas

1. Facilidades de Mantenimiento

a. El sistema deberá incluir facilidades de mantenimiento local, en el Controlador Principal, y remoto a través de la red de proceso para permitir a los usuarios configurar la base de datos, modificar parámetros, reconfigurar puertos de comunicación, ejecutar diagnósticos, y modificar cualquier programa de los Controladores Principales sin la asistencia de EL CONTRATISTA. Todos los programas necesarios para realizar labores de mantenimiento deberán estar instalados en los computadores personales portátiles para mantenimiento. Además, se deberá disponer de un puerto de mantenimiento en cada Controlador Principal, el cual deberá ser compatible con el estándar EIA RS-232.

b. El acceso a las funciones de mantenimiento deberá estar protegido con una clave. Esta clave podrá ser modificada únicamente por el administrador del sistema.

c. El puerto de mantenimiento deberá permitir la ejecución de un arranque en caliente de los Controladores Principales. El arranque en caliente de los Controladores Principales deberá consistir de una iniciación y ejecución de las rutinas de diagnósticos que se ejecutan durante un arranque.

2. Sistema de Configuración de los Controladores Principales

a. Los Controladores Principales deberán suministrarse con el sistema estándar de configuración de EL CONTRATISTA. El sistema de configuración de los Controladores Principales deberá trabajar con un sistema operativo que funcione bajo un ambiente gráfico de ventanas y deberá ejecutarse

en los Controladores Principales, en el Computador Personal Portátil y en la Estación de Ingeniería y Mantenimiento.

b. El sistema de configuración deberá utilizarse para desarrollar funciones, programarlas, editarlas, compilarlas, simularlas, cargarlas, probarlas en línea, diagnosticarlas, administrarlas, documentarlas, archivarlas, y para modificar múltiples aplicaciones en línea.

c. El sistema de configuración deberá tener un registro completo de los programas y la configuración de los Controladores Principales.

3. Computadores Personales Portátiles

a. EL CONTRATISTA deberá suministrar dos (2) Computadores Personales Portátiles, con las características mínimas establecidas en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina). EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los accesorios y cables requeridos para la comunicación entre el Computador Personal Portátil y el Controlador Principal.

4. Programas del Computador Personal Portátil

a. Los Computadores Personales Portátiles deberán ser suministrados con programas que operen bajo un ambiente gráfico de ventanas, para utilizarse en la configuración y el mantenimiento de los Controladores Principales y para operar como estación de operadores.

b. EL CONTRATISTA deberá suministrar para aprobación de CORPOELEC los programas que se instalarán en los Computadores Personales Portátiles.

5. Lenguajes de Programación

a. Las funciones de aplicación de los Controladores Principales deberán estar desarrolladas utilizando lenguajes de alto nivel, tales como "C".

b. EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los programas necesarios para modificar los programas instalados, crear nuevas funciones, incluir comentarios y para el registro automático de cambios de versiones de programación y actualizaciones en general.

11.2-05. MODULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS

A. General

1. Los Módulos de Entradas y Salidas deberán incluir módulos para entradas digitales, entradas analógicas y salidas de control. Todos los componentes deberán estar diseñados para montaje en rieles o bastidores estándar de 19". Además, deberá soportar la remoción y conexión de cualquier módulo de entrada/salida con la alimentación presente.

2. Cada entrada y salida deberá incluir: protección óptica o barreras de aislación, filtros de ruido, puntos de prueba y LED de indicación de falla, baterías internas y deben tener la posibilidad de aislar canales en falla.

3. Todos los componentes incluyendo los Módulos de Entradas y Salidas, fuentes de alimentación y los módulos de comunicación deberán cumplir con la Norma ANSI C37.90.1 (Surge Withstand Capability Test (SWC) Test for Protective Relays and Relay Systems).

4. Módulos para Entradas Digitales. Los Módulos para Entradas Digitales deberán tener aislamiento óptico y filtros digitales para evitar la operación repetida por rebote de contacto. Las entradas digitales para estados y alarmas provendrán de contactos libres de potencial. El módulo deberá reconocer dos tipos básicos de entradas: entradas de dos bits y entradas de cambios momentáneos de

un bit. Las entradas de dos bits deberán utilizarse para calcular el estado de equipos con tres posiciones. Las entradas de cambios momentáneos se utilizarán para detectar alarmas de equipos, operaciones de relés de protección y para las señales del tipo código binario decimal (BCD). El rango y tipo de entradas digitales deberán cumplir con el estándar IEC 61131-2. La fuente de alimentación de los contactos deberá originarse en el módulo. Todas las entradas digitales deberán ser etiquetadas en tiempo, con una resolución de un (1) milisegundo, por el módulo de adquisición de datos.

5. Módulos para Entradas Analógicas. Los Módulos para Entradas Analógicas deberán aceptar señales de tensión de +/- 10 V c.c. o señales de corriente de +/- 20 mA. El rango de la señal deberá ser seleccionable para cada entrada y no deberá resultar en una pérdida de resolución y/o precisión. El procesamiento de las entradas analógicas deberá tener filtros, escala, y conversión de analógico a digital con una resolución de 11-bits más el bit del signo. La linealidad y error deberá estar limitada a un valor de un (1) bit menos significativo. La precisión del rango completo de la escala debe ser +/- 0.1% o mejor. Cada módulo deberá tener una rutina de calibración automática para la corrección periódica de la ganancia y desviación del convertidor analógico a digital. Para señales analógicas de corriente se deberá incorporar en cada módulo de función de supervisión del lazo de corriente para la detección de circuito abierto. Cada entrada analógica deberá disponer de los circuitos aisladores de lazo necesarios, para garantizar la compatibilidad de la señal generada por los dispositivos de campo con los módulos para entradas analógicas.

6. Módulos para Entradas de Detectores de Temperatura por Resistencia. Los Módulos para Entradas de Detectores de Temperatura por Resistencia (DTR) deberán tener capacidad para aceptar DTR de tres o cuatro alambres del tipo platino, cobre o níquel. El nivel de la corriente de excitación deberá ser seleccionable. La resolución de las entradas de DTR deberá ser 0.1° C y la precisión deberá ser de +/-1.0°C. Cada módulo deberá tener una rutina de calibración automática para la corrección periódica de la ganancia y de la

desviación del convertidor analógico a digital. Se deberá incorporar una función de supervisión del estado de las entradas DTR.

7. Módulos para Salidas de Control. Los Módulos para Salidas de Control deberán tener capacidad para manejar controles del tipo conectar-desconectar y subir-bajar. Las salidas de las señales de control deberán ser programables para ejecutar controles del tipo pulsos o salidas enclavadas. La duración del cierre de las salidas deberá ser programable. Cada salida deberá tener un relé de interposición con capacidad para servicio continuo, con dos contactos normalmente abiertos y con capacidad inductiva de 10 Amperios a 150 V c.c. Cada módulo deberá tener una función para la supervisión de la operación de las bobinas de los relés de interposición.

B. Señales de Entradas y Salidas asociadas a los Tableros de Control Distribuido

1. Las cantidades aproximadas y tipos de señales de entradas y salidas que deberán manejar los Controladores Principales instalados en los Tableros de Control Distribuido, serán de acuerdo a las siguientes tablas:

a. Lista de Señales de entradas y salidas asociadas al Tablero de Control de Unidad:

UDU	ED	EA	DTR	SD
1	60	15	40	10
2	30	15	40	5
3	156	20	10	5
4	30	15	10	5
Total 1	**276**	**65**	**100**	**25**

Equipos con Enlaces Digitales	N° de Enlaces digitales de Comunicación
Sistema de Excitación (EC)	2
Sistema de Gobernación (CEG)	2
Sistema Primario de Prot. del Generador	1
Sistema Secundario de Prot. del Generador	1
Sistema Primario de Prot. del Transformador	1
Sistema Secundario de Prot. del Transformador	1
Instrumentación Inteligente	1
Multifuncionales para medición de variables eléctricas	2

TCU	ED	EA	DTR	SD	Enl. Dig.
Total 1	276	65	100	25	-
Total 2	-	-	-	-	11
Mod E/S*	440	35	45	110	-

TOTAL	**716**	**100**	**145**	**135**	**11**

* Mod E/S: Módulos de Entradas y/o Salidas que están dentro del propio tablero TCU.

b. Lista de Señales de entradas y salidas asociadas al Tablero de Control de Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes:

UDE	ED	EA	DTR	SD
1	75	9	-	-
2	65	9	-	-
3	28	12	-	-
4	150	33	-	34
5	130	24	-	34
6	145	24	-	34
7	130	24	-	34
8	160	24	-	-
9	145	15	-	-
10	178	15	-	-
Total 1	**1206**	**189**	**0**	**136**

Equipos con Enlaces Digitales	N° de Enlaces Digitales de Comunicación
ESC-1	1
ESC-3	1
ESC-5	1
ESC-8	1
FIP Estación Maestra	2
FIP Casa de Máquinas	2
Total 2	**8**

TCAE	ED	EA	DTR	SD	Enl. Dig.
Total 1	1206	183	0	136	-
Total 2	-	-	-	-	8
Mod E/S*	120	3	-	-	-
TOTAL	**1326**	**186**	**0**	**136**	**8**

* Mod E/S: Módulos de Entradas y/o Salidas que están dentro del propio tablero TCAE.

c. Lista de Señales de entradas y salidas asociadas al Tablero de Control de Servicios Auxiliares Mecánicos Comunes:

UDM	ED	EA	DTR	SD
1	8	-	-	-

2	4	-	-	-
3	120	3	-	-
4	90	-	-	-
5	51	-	-	-
6	35	-	-	-
7	34	-	-	-
Total 1	**372**	**3**	**0**	**-**

Equipos con Enlaces Digitales	N° de Enlaces Digitales de Comunicación
Aire Acondicionado (Suministrado por Otros)	1
Sistema de Protección Contra Incendio de las Salas de Aceite	1
Total 2	**2**

TCAM	ED	EA	DTR	SD	Enl. Dig.
Total 1	372	3	0	-	-
Total 2	-	-	-	-	2
Mod E/S*	64	0	-	-	-
TOTAL	**436**	**3**	**0**	**0**	**2**

* Mod E/S: Módulos de Entradas y/o Salidas que están dentro del propio tablero TCAM.

11.2-06. PROGRAMAS PARA EL CONTROL Y ADQUISICION DE DATOS

A. Ubicación de los Programas

1. Los programas para el control y adquisición de datos residirán en los Controladores Principales. EL CONTRATISTA deberá indicar la ubicación de los programas utilizados para la función de Control y Adquisición de Datos.

2. La Estación Maestra deberá tener los programas necesarios para realizar la adquisición de datos desde los Controladores Principales, el procesamiento de datos y la actualización de la base de datos en tiempo real residente en cualquier nodo de la Red de Proceso. Además, deberá tener los programas necesarios para transmitir los comandos de control originados en la Estación Maestra hacia los Controladores Principales.

3. Los Controladores Principales deberán tener los programas necesarios para realizar la adquisición de datos desde los módulos de entradas y salidas, el procesamiento de los datos, actualización en la base de datos y el envío de los comandos de control a los módulos de entradas y salidas.

4. Los Controladores Principales deberán tener la capacidad de intercambiar información con la estación de mantenimiento e ingeniería a ser suministrada bajo el presente Contrato.

B. Barrido de Datos

1. La recolección de datos a nivel de control distribuido (donde reside la base de datos local) es ejecutada por los Controladores Principales y por las unidades distribuidas, y a nivel de control centralizado (donde reside una imagen completa de la base de datos de todos los Controladores Principales) por la Estación Maestra.

2. La recolección de datos deberá incluir la verificación de errores, verificación de límites, verificación de razón de cambio, detección de cambios de estado, conversión a unidades de ingeniería y actualización de la base de datos.

3. La transmisión de datos entre nodos del sistema deberá realizarse por medio de una solicitud de barrido de datos o por una transmisión autónoma iniciada por el nodo.

4. Los cambios de estado que la Estación Maestra reciba correctamente deberán generar una señal de reconocimiento al Controlador Principal que la transmitió. Los Controladores Principales deberán utilizar esta señal para borrar el compensador de datos (buffer) de estado.

5. Los Controladores Principales deberán enviar información en respuesta a pedidos de barridos de inicialización, demanda o periódicos iniciados por otros nodos.

6. En respuesta a la solicitud, por parte de un nodo de la Red de Proceso de un barrido de inicialización, los Controladores Principales deberán transmitir la siguiente información:

a. Todos los datos contenidos en el compensador de datos de cambios de estado.

b. Todos los datos analógicos.

c. Todos los estados de los datos digitales.

7. El barrido de inicialización será solicitado por un nodo de la Red de Proceso, a todos los Controladores Principales como parte de su proceso de inicialización.

C. Valores calculados

1. Además de los datos recibidos desde los Controladores Principales, los programas de la función de Control y Adquisición de Datos deberán tener capacidad para valores calculados. Los valores calculados se deberán obtener de los datos recibidos de los Controladores Principales mediante cálculos indirectos, que involucren los valores recibidos, y la combinación de operaciones algebraicas y/o lógicas (Booleanas). Las operaciones algebraicas como mínimo, deberán realizar los siguientes cálculos: sumas, multiplicación, cuadrados, raíces cuadradas, desigualdades. Los cálculos deberán ser efectuados periódicamente como una rutina suplementaria al proceso de adquisición de datos.

2. La función de Control y Adquisición de Datos deberá calcular, a partir de la información de los cambios de estado, el número de operaciones de los equipos y dispositivos.

3. La base de datos deberá tener capacidad para un total de 2.000 valores calculados de cualquier tipo.

4. Los valores calculados deberán ser procesados como otros datos, como por ejemplo: chequeo de límites, inhibición de barridos, inhibición de alarmas, modificación manual, entre otros.

D. Procesamiento de Datos

1. El procesamiento de los datos deberá incluir la verificación de errores, verificación de límites, verificación de tasa de variación, detección de cambios de estado y actualización de la base de datos. Además, deberá considerar los atributos originados en la Interfaz Humano Máquina.

2. Todos los datos analógicos deberán ser procesados sin excepción. Si el estándar de EL CONTRATISTA incluye el filtrado de datos basado en la

magnitud del cambio, la magnitud del cambio deberá ser un parámetro ajustable hasta el valor cero.

3. Los datos deberán ser verificados para detectar posibles errores de comunicación. Al detectar errores de transmisión, en la base de datos se deberá actualizar la bandera de calidad de los datos afectados. El sistema deberá generar una alarma al detectar errores de transmisión de los datos.

4. Los valores analógicos almacenados en la base de datos en tiempo real deberán estar en unidades de ingeniería.

5. En cada barrido, los datos analógicos deberán ser verificados con respecto a los límites máximos y mínimos y a los límites de tasa de cambio. Todos aquellos valores que violen estos límites deberán generar una alarma. Se deberá proveer, como mínimo, tres (3) juegos de límites para cada señal analógica.

6. Deberá ser posible seleccionar el tipo de verificación para cada señal analógica, la cual podrá ser por violaciones de límites y/o por violaciones de magnitud de tasa de cambio.

7. Los cambios de estado no autorizados deberán generar una alarma.

8. Los mensajes concurrentes de estados, desde dos o más Controladores Principales, deberán ser almacenados cronológicamente en un archivo para su subsecuente despliegue e impresión.

E. Acciones y Comandos de Control

1. La programación de la función de Control y Adquisición de Datos deberá ser responsable de transmitir los comandos de control desde los nodos de la Red de Proceso hasta los Controladores Principales para controles de abrir - cerrar, bajar – subir y consignas.

2. Ante la ocurrencia de un cambio de posición del conmutador de selección de control "Local – Fuera – Remoto", en el transcurso de la ejecución de un comando, la programación de la función de control y adquisición de datos deberá continuar ejecutando las acciones correspondientes a los comandos generados por el nivel de control activo antes del cambio, hasta alcanzar la condición solicitada.

3. Los comandos de control del tipo abrir -cerrar deberán requerir una señal de reconocimiento desde los Controladores Principales. Si el Controlador Principal respectivo no envía la señal de reconocimiento o responde con un mensaje de no - reconocimiento (NACK) el comando será retransmitido una sola vez. Si el mensaje no es reconocido, el sistema deberá generar un mensaje de falla en la comunicación.

4. Para los mensajes de control libres de errores, los Controladores Principales deberán enviar una señal de reconocimiento y simultáneamente enviar los comandos de control hacia el dispositivo seleccionado.

5. La programación de la función de Control y Adquisición de Datos deberá esperar un mensaje de reconocimiento proveniente de los Controladores Principales a fin de verificar que el dispositivo controlado opera efectivamente. El tiempo de espera para la realimentación deberá ser programable para cada dispositivo. Si el dispositivo seleccionado no opera, de acuerdo al comando enviado, dentro del tiempo de espera, se deberá generar un mensaje de falla en la operación del dispositivo.

E. Sincronización del Tiempo

1. La programación de la función de Control y Adquisición de Datos deberá sincronizar periódicamente los relojes de los Controladores Principales utilizando la señal generada por el Servidor de Tiempo especificado en la Sección 11.4 (Estación Maestra).

2. La periodicidad deberá ser adecuada para mantener la sincronización de los relojes entre los Controladores Principales especificada en la Cláusula 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

3. Los Controladores Principales deberán transmitir periódicamente señales de tiempo a través de la red de campo para la sincronización de las unidades distribuidas de adquisición de datos.

G. Estadísticas de Errores de Comunicaciones

1. La programación de la función de Control y Adquisición de Datos deberá mantener una estadística de los errores de comunicación de cada nodo de la Red de Proceso y de la Red de Campo. EL CONTRATISTA deberá suministrar un sistema monitor para el tráfico de datos en la Red de Proceso y Red de Campo.

2. Las estadísticas deberán ser accesibles desde cualquier nodo y deberán mostrar el número de errores, el tiempo de la primera ocurrencia y el tiempo de la última ocurrencia. El despliegue deberá actualizarse en línea.

11.2-07. CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DE LOS TABLEROS DE CONTROL DISTRIBUIDO

A. General

Los Tableros de Control Distribuido a ser suministrados deberán cumplir con los requisitos aplicables de las Normas IEEE C37.21 (Standard for Control Switchboards).

B. Características de Construcción

1. EL CONTRATISTA deberá enviar los Planos de Fabricación para aprobación de CORPOELEC.

2. Los Tableros de Control de Unidad, Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes y Mecánicos Comunes deberán consistir en tableros del tipo dúplex. Los tableros deberán ser blindados, con paneles estáticos frontales y posteriores de acero, unidos mediante una cubierta superior de acero.

3. Los tableros para las Unidades Distribuidas de Unidad (UDU), las Unidades Distribuidas de Auxiliares Eléctricos Comunes (UDE) y las Unidades Distribuidas de Auxiliares Mecánicos (UDM), deberán consistir en tableros autosoportados o de montaje en pared, según corresponda. Los tableros deberán ser blindados, con paneles estáticos frontales y posteriores de acero, unidos mediante una cubierta superior de acero.

4. Los cables provenientes de los equipos externos a los Tableros de Control Distribuido entrarán por la parte inferior o superior de los mismos, por lo que se deberán hacer los arreglos necesarios para acomodar, soportar y llevar estos cables hasta los bloques terminales o puntos de conexión finales. EL CONTRATISTA deberá ubicar y disponer las canaletas, los bloques terminales y, en general, todos los equipos de manera que la conexión de los cables externos pueda hacerse en una forma ordenada y apropiada. Las canaletas de alambrado deberán tener cubiertas removibles con aberturas o agujeros para permitir el paso del alambrado dentro y fuera de las mismas.

5. Los tableros deberán fabricarse con láminas de acero lisas, especialmente seleccionadas, con un espesor no menos de 2,0 mm, con bordes en ángulo o en forma de canal doblados a un radio de 6 mm, con soldadura continua en las esquinas y esmeriladas lisas. No se permitirán juntas a tope en las superficies exteriores. Los paneles exteriores no deberán ser perforados o soldados para fijar cables o dispositivos del tablero en lugares donde estas perforaciones o fijaciones sean visibles desde el frente del panel. Los tableros deberán cumplir con lo especificado en Volumen 3, (Requisitos Generales).

6. Todas las secciones o paneles que conforman los tableros deberán asegurarse con pernos para formar una estructura rígida y autosoportante. Todos los tornillos y pernos utilizados para el montaje de los elementos y paneles del tablero y también para el montaje de las mordazas aislantes de los cables y para los dispositivos de los tableros, deberán proveerse con arandelas de presión u otros dispositivos de enclavamiento.

7. Las aristas verticales de los paneles, expuestas a la vista, deberán fabricarse y asegurarse con pernos de manera que las juntas no permitan el paso de un calibrador de un (1) mm. Las superficies expuestas de cualquier panel no deberán desviarse más de 1,5 mm del plano verdadero. Para prevenir la combadura de los paneles todos los dispositivos pesados deberán soportarse adecuadamente por medio de brazos o flejes montados en la parte posterior.

8. Los paneles, guarniciones, puertas y bastidores deberán coincidir y deberán presentar una apariencia agradable.

9. Las distancias mínimas entre dispositivos bajo tensión, deberán cumplir con las normas aplicables y deberán obtenerse sin cortar la armazón de acero adyacente.

10. Deberán proveerse orificios o persianas de ventilación, según se requiera, para proporcionar una ventilación adecuada. Todas las aberturas de ventilación deberán cubrirse con tela metálica resistente a la corrosión para evitar la entrada de insectos o roedores.

11. Los perfiles de acero acanalado y los amortiguadores de vibraciones deberán ser suministrados con los Tableros de Control Distribuido. Los perfiles de acero acanalado deberán ser diseñados para proporcionar la función de base de asiento total para los tableros y acomodar los amortiguadores de vibraciones y dispositivos de anclaje suministrados por EL CONTRATISTA.

12. Los Tableros de Control Distribuido deberán incluir puertas abisagradas completas con manilla, cerradura y llaves. Las bisagras para las puertas de los tableros deberán ser del tipo disimulado y deberán permitir girar las puertas hasta un ángulo no menor de 105 grados medidos desde la posición de cierre. Deberán proveerse topes donde sean requeridos para limitar el giro de las puertas y prevenir que se dañen las bisagras. El espacio libre entre cualquier borde de una puerta abisagrada y el panel adyacente, cuando la puerta esté cerrada, deberá ser uniforme y no deberá exceder de 2 mm.

13. Cada puerta deberá proveerse de un pestillo de cierre y de una manija cromada tipo "T", con una cerradura del tipo tumbador con llaves removibles en las posiciones abierta y cerrada.

14. Deberán tomarse medidas para poder abrir, rápida y convenientemente, las dos puertas de acceso laterales, desde el interior, sin necesidad de usar llave, cuando la puerta esté cerrada con llave desde afuera y con el pestillo enganchado.

15. Todas las cerraduras deberán tener llaves iguales. Deberán suministrarse dos llaves para cada cerradura suministrada.

16. Las puertas deberán proveerse con persianas para el paso de aire, cubiertas con tela metálica resistente a la corrosión para impedir la entrada de insectos o roedores, y filtros de aire reemplazables.

17. La disposición de los equipos en los paneles de los tableros se indicada en esta cláusula podrá estar sujeta a modificaciones previa aprobación de CORPOELEC. El diseño de los tableros, así como, la disposición de su equipamiento deberán ser tales que provean espacio suficiente para la inspección y mantenimiento del cableado, terminales y de todos los equipos en general. Los equipos instalados en la parte posterior de los paneles deberán montarse en forma tal que permitan una fácil conexión con los equipos montados en el frente de los paneles, sin necesidad de remover ningún dispositivo. Las identificaciones de los

terminales deberán ser legibles y duraderas y no deberán ser interceptadas por cables.

18. El alambrado deberá ejecutarse de acuerdo con los requisitos estipulados en el Volumen 3, (Requisitos Generales).

Alimentación. EL CONTRATISTA deberá proveer alimentaciones redundantes en 125 V c.c. para el suministro de potencia al equipamiento interior que requiera ser alimentado en corriente continua, tal como se muestra en los planos y especificaciones. Se deberá garantizar el aislamiento de las fuentes a través de un arreglo de diodos cuya tensión de inversión sea, al menos, 250 Vc.c y éstas deberán ser protegidas por interruptores termomagnéticos bipolares. Las cargas que requieran ser alimentadas con corriente alterna deberán estar protegidas a través de interruptores monopolares que cumplan con los requisitos especificados en el Volumen 3, (Requisitos Generales).

C. Iluminación. Los tableros dúplex deberán proveerse con una hilera continua de artefactos con lámparas fluorescentes dentro de los tableros, ubicados apropiadamente, de manera de obtener un nivel de iluminación adecuado en el interior de los mismos, de igual manera, se deberá proceder con los demás tableros que conformen el Sistema de Control Distribuido. Deberán proveerse interruptores de 3 vías para el encendido y apagado de las luminarias, ubicados en el interior de los tableros, a un lado de las puertas. Deberá proveerse también un tomacorriente dúplex, tipo NEMA 5-20 R, 120 V, 20 A, cerca de cada interruptor de iluminación. Los circuitos de iluminación y de tomacorrientes deberán cablearse en conduits y deberán terminarse en una caja de empalme a un extremo del tablero.

D. Calentadores. Se deberán suministrar calentadores eléctricos para el control de la humedad en el interior de los Tableros de Control Distribuido. La ubicación de los calentadores y la construcción de sus cubiertas deberá ser tal que permita una circulación eficaz del aire para evitar daños a los equipos a causa del sobrecalentamiento. Los calentadores deberán ser diseñados para suministrar

calor adecuado cuando sean energizados. Los calentadores deberán ser controlados por humidistatos mediante un conmutador de selección "Auto-Fuera". Los calentadores y los controles deberán diseñarse para operación desde un circuito de suministro separado en 120 V c.a., monofásico.

E. Puesta a Tierra. Deberá proveerse una barra continua de cobre para la conexión a tierra, no menor de 5 mm por 30 mm, a lo largo de la parte posterior de los paneles. La barra de tierra deberá fijarse con pernos al marco de cada panel en una forma adecuada para que haga un buen contacto eléctrico con el mismo. Las barras de tierra frontales y posteriores, deberán conectarse entre sí en cada panel extremo. Deberán proveerse terminales adecuados para conexión de los cables de puesta a tierra de cobre No. 4/0 AWG en cada extremo de los conjuntos de tableros para conexión de las barras de tierra de los tableros al sistema de puesta a tierra de la Casa de Máquinas.

F. Pintura y Acabado Exterior. La aplicación de la pintura deberá estar de acuerdo con lo establecido en el Volumen 3 (Requisitos Generales).

G. Extractores de Aire. Deberán proveerse extractores de aire para montaje en el techo de los tableros, según se requiera, de operación silenciosa, movidos por motor de 120 Vc.a. con protección de alta impedancia. Los extractores deberán ubicarse de forma tal que permitan una circulación de aire, dentro del tablero, adecuada para los equipos ubicados en su interior. Los extractores deberán diseñarse para no permitir entrada de polvo o insectos hacia el interior cuando no estén en funcionamiento. Los Extractores de Aire y sus controles deberán diseñarse para operación desde un circuito de suministro separado en 120 Vc.a. monofásico.

H. Requisitos Detallados de los Tableros de Control de la Unidad (TCU-1 al TCU-10)

1. General. Los Tableros de Control de la Unidad deberán suministrarse completos, listos para instalar, con todo el equipo, dispositivos y los accesorios montados y alambrados. Los Tableros de Control deberán consistir de seis (6) secciones en el frente y seis (6) secciones en la parte posterior. Las secciones del frente están designadas de 1F a 6F de izquierda a derecha observadas desde el frente. Las secciones posteriores están designadas de 1P a 6P de derecha a izquierda observadas desde el frente. La siguiente enumeración de equipos y dispositivos incluye solamente los renglones más importantes que deberán montarse en los paneles, pero no incluye todos los equipos auxiliares y accesorios, ni otras partidas que deberán también ser suministradas de acuerdo con estas especificaciones.

2. Equipos

a. En la Sección 1F

i. Una Interfaz Humano Máquina.

b. En la Sección 2F

i. Una Interfaz Humano Máquina.
ii. Un lote de equipos activos de comunicaciones.

c. En la Sección 3F

i. Un despliegue de tiempo sincronizado.
ii. Un Contador de Energía
iii. Sistema de Medición Multifuncional de Variable Eléctricas
iv. Tres Bloques de Prueba independientes para el equipo de medición.

d. En la Sección 4F

i. Un botón pulsador luminoso para reposición del relé 5CE.
ii. Un botón pulsador luminoso para reposición del relé 5CM.
iii. Un conmutador de selección de control de la unidad local-fuera-remoto.
iv. Un conmutador para paro de emergencia.
v. Un conmutador de control de activación del sistema de protección contra incendios del generador.
vi. Un conmutador de control de activación del sistema de protección contra incendios del transformador.
vii. Un teléfono con dial.
viii. Un teléfono sin dial.

e. En la Sección 5F

i. Un sistema de Protección Primario.
ii. .Un equipo de Teleprotección Primario.
iii. Un Registrador de Fallas.
iv. Tres Bloques de prueba independientes para cada equipo de Protección y Registro.
v. Un lote de bloques terminales.

f. En el frente de la Sección 6F

i. Un sistema de Protección Secundario.
ii. Un equipo de Teleprotección Secundario.
iii. Un equipo de Telesincronización.
iv. Un equipo de sincronización de tiempo.
v. Tres Bloques de prueba independientes para cada equipo de Protección y Sincronización.

g. En la Sección 1P

i. Un Controlador Principal
ii. Un lote de equipos activos de comunicaciones
iii. Un lote de módulos de empalme.
iv. Un lote de cables de Interconexión (jumpers).

h. En la Sección 2P

i. Un Controlador Principal.
ii. Un lote de equipos activos de comunicaciones.
iii. Un lote de módulos de empalme.
iv. Un lote de cables de Interconexión (jumpers)

i. En la Sección 3P

i. Módulos de entrada y salida.

j. En la Sección 4P

i. Un lote de relés auxiliares.
ii. Un lote de relés de enclavamiento.
iii. Un lote de bloques de terminales

k. En la Sección 5P

i. Un tablero de distribución en 125 V c.c., Barra A.
ii. Un tablero de distribución en 120 V c. a. esencial.

l. En la Sección 6P

i. Un tablero de distribución en 125 V c.c., Barra B
ii. Un tablero de distribución en 120 V c.a. no esencial, para alimentación de calentadores, iluminación y extractores de

Unidades Distribuidas y Armarios de Interconexión de Fibra Óptica.

3. Disposición. Los Tableros de Control de las Unidades serán ubicados en la galería para equipos de control de la Casa de Máquinas, EL. 137,50, cercanas al área correspondiente a cada unidad, como se indica en el plano de ubicación de equipos.

I. Requisitos Detallados del Tablero de Control de los Servicios Auxiliares Comunes (TCAE y TCAM)

1. General. Los Tableros de Control de los Servicios Auxiliares Comunes deberán suministrarse completos, listos para instalar, con todo el equipo, dispositivos y los accesorios montados y alambrados. Los Tableros de Control deberán consistir de tres (3) secciones en el frente y de tres (3) secciones en la parte posterior. Las secciones del frente están designadas de 1F a 3F de izquierda a derecha observadas de frente. Las secciones posteriores están designadas de 1P a 3P de derecha a izquierda observadas de frente. La siguiente enumeración de equipos y dispositivos incluye solamente los renglones más importantes que deberán montarse en los paneles, pero no incluye todos los equipos auxiliares y accesorios, ni otras partidas que deberán también ser suministradas de acuerdo con estas especificaciones.

2. Equipos

a. En la Sección 1F

i. Un tablero de distribución en 125 V c.c., Barra A.
ii. Un tablero de distribución en 125 V c.c., Barra B.
iii. Un tablero de distribución en 120 V c. a. esencial.
iv. Un tablero de distribución en 120 V c.a. no esencial, para alimentación de calentadores, iluminación y extractores de

Unidades Distribuidas y Armarios de Interconexión de Fibra Óptica.

b. En la Sección 2F

i. Una Interfaz Humano Máquina.
ii. Un conmutador de selección de control local-fuera-remoto.

c. En la Sección 3F

i. Módulos de empalme.
ii. Cables de Interconexión (jumpers).
iii. Equipos activos de comunicaciones.
iv. Un equipo de sincronización de tiempo.

d. En la Sección 1P

i. Un Controlador Principal.
ii. Módulos de empalme.
iii. Cables de Interconexión (jumpers).

e. En la Sección 2P

i. Un Controlador Principal.
ii. Módulos de empalme.
iii. Cables de Interconexión (jumpers).

f. En la Sección 3P

i. Un lote de Módulos de Entradas y Salidas.
ii. Módulos de empalme.

iii. Cables de Interconexión (jumpers).

J. Disposición. El Tablero de Control de los Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes será ubicadoy el Tablero de Control de los Servicios Auxiliares Mecánicos Comunes serán ubicados en la galería para equipos de control de la Casa de Máquinas I (El. 137,50 msnm), como se indica en el plano de ubicación de equipos.

K. Detalles de Construcción del Tablero de Control para Pruebas y Mantenimiento (TCPM)

1. El Tablero de Control de Pruebas y Mantenimiento (TCPM) deberá ser de construcción modular, con bastidores para equipos estándar de 19 pulgadas y con puertas abisagradas completas con manilla, cerradura y llaves. El TCPM deberá tener los equipos y facilidades necesarias para conectarse a la Red de Proceso y Red de Servicios. El TCPM deberá poder ser utilizado para fines de pruebas de equipos y programas. El TCPM deberá tener, pero no estar limitado, a los siguientes equipos: un lote de Módulos de Entradas y Salidas, dos Controladores Principales, una Interfaz Humano Máquina y un Simulador de Pruebas.

2. El Simulador de Pruebas deberá ser del tipo PC, para escritorio, y el mismo será instalado junto al TCPM. La IHM deberá ser similar a las instaladas en los tableros de control de las unidades y montada sobre la puerta del tablero. EL CONTRATISTA se encargará de suministrar todo el mobiliario requerido para el personal que trabajará con el TCPM, la IHM y el simulador.

3. Los Controladores Principales del TCPM deberán tener instalados todos los programas especificados en esta Sección.

4. El Simulador de Pruebas deberá ser un equipo que tendrá una representación simulada completa del funcionamiento de todos los equipos que

participan en la ejecución de la secuencia de arranque y parada de una unidad. A través del simulador de pruebas deberá ser posible simular señales digitales, analógicas y controles de lazo cerrado. Durante las Pruebas en Fábrica, EL CONTRATISTA deberá hacer uso de este equipo para simular la respuesta de la unidad y sus equipos asociados, para tal fin se deberán conectar las entradas y salidas del simulador a los Módulos de Entradas y Salidas correspondientes en el Tablero de Control de Unidad que se esté probando. Después de las Pruebas en Fábrica, las señales de entrada y salida del simulador deberán conectarse a los Módulos de Entrada y Salida del TCPM.

5. El TCPM también será usado para realizar pruebas a tarjetas de entrada de señales de tipo analógicas (4 a 20 mA y DTR) y digitales, para lo cual se deberán suministrar los equipos inyectores necesarios para tal fin.

6. La ubicación del Tablero de Control de Pruebas y Mantenimiento, así como la IHM asociada y el simulador será informado por CORPOELEC durante el desarrollo de la Ingeniería de Detalle.

11.2-08. TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN PARA LAS UNIDADES DISTRIBUIDAS DE ADQUISCIÓN DE DATOS

A. General

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar dos (2) tableros de distribución para la alimentación en 125 V.c.c. de las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos, designados como sigue:

a. Un (1) Tablero de Distribución N° 1 para las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos (TDUD.-1).

b. Un (1) Tablero de Distribución N° 2 para las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos (TDUD-2).

2. Cada uno de estos tableros deberá disponer también de un sistema de distribución en 120 V.c.a., para la alimentación de los servicios no esenciales (calentadores, iluminación, etc.) de las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos asociadas o de Armarios de Interconexión de Fibra Óptica.

3. La ubicación correspondiente a cada tablero se muestra en los planos.

4. Los tableros deberán ser del tipo para uso interior, de frente muerto, autosoportantes, de construcción modular y deberán cumplir con todos los requisitos de la publicación NEMA N° PB-2. Todos los tableros deberán ser producto de un solo fabricante y deberán ser completamente construidos, ensamblados y probados en fábrica. Los interruptores de un mismo tamaño deberán ser intercambiables.

5. Los tableros de distribución deberán tener unas dimesiones de 2,2mx0,8mx0,6m (HxWxD), ser autosoportantes con acceso para la entrada de cables por la parte inferior y adecuados para montaje de lado y lado con otros equipos.

6. Los tableros de distribución deberán construirse con láminas preformadas de acero laminado liso, con un espesor no menos a 2,0 mm, soldadas y reforzadas donde se requiera, con perfiles de acero estructural, con bordes angulares o acanalados y con todas las puntas soldadas y aisladas. Deberán suministrarse puertas y tapas removibles, según se requiera, para permitir el acceso a todo el equipo. Los paneles deberán ser ventilados adecuadamente, por medio de aberturas con persianas provistas con tela metálica no ferrosa contra insectos colocada en su interior. Los equipos deberán ser dotados de bases de asiento constituidas por perfiles de acero acanalado, con agujeros para la inyección de mortero y para los pernos de anclaje.

7. Los tableros de distribución deberán tener suficientes bloques terminales para la terminación de todo el alambrado interno de alarmas, potencia e iluminación y para todo el cableado externo proveniente de otros equipos.

B. Requisitos Detallados

1. Los tableros deberán ser diseñados para contener las barras colectoras, interruptores, relés, etc., todo distribuido adecuadamente para cumplir con los requerimientos especificados.

2. Las barras colectoras deberán proveerse con conectores principales ubicados en la parte inferior o superior de las mismas. Las barras y los conectores deberán tener la capacidad nominal necesaria para la operación continua requerida y deberán soportar una corriente de cortocircuito igual a la capacidad nominal de interrupción del interruptor principal. Las conexiones apernadas deberán tener arandelas de presión y de seguridad para impedir que se aflojen. Las barras principales deberán diseñarse de tal manera que los interruptores puedan cambiarse sin necesidad de realizar perforaciones o roscas. La disposición deberá permitir la fácil remoción o reemplazo de cualquier interruptor sin interferir con los adyacentes. Los tableros de distribución deberán tener barras seccionadas sin conexión mediante un interruptor de unión de barras.

3. Deberán proveerse una barra continua de cobre para puesta a tierra, sin aislamiento, a lo largo de la parte posterior de los tableros de distribución, de un tamaño no menor a 5mm por 30 mm. La barra de tierra deberá tener un conector adecuado para conexión de un cable de puesta tierra de cobre, tamaño 4/0 AWG.

4. Los interruptores deberán ser de 100 A y deberán cumplir con los requisitos aplicables de las Publicaciones NEMA. Los interruptores deberán ser de operación manual, con mecanismos de operación del tipo libre para disparo, de contacto instantáneo o interrupción rápida y deberán ser del tipo de disparo

automático, con contactos para indicación de posición y para alarma operados sólo cuando el interruptor se dispare automáticamente.

5. Los interruptores de alimentación para circuitos ramales deberán proveerse con unidades de disparo termomagnético. Las unidades de disparo deberán ser del tipo sellado e intercambiables. Las unidades magnéticas de disparo instantáneo deberán ajustarse a aproximadamente diez (10) veces la corriente nominal de los interruptores, con ajuste de las unidades térmicas en 20 A.

6. Para el Sistema de distribución en corriente continua, los interruptores deberán ser de dos polos, y deberán estar diseñados para operar a una tensión en 250 V.c.c. y una capacidad de interrupción de, por lo menos, de 10 kA. Todos los polos de cada interruptor bipolar deberán operar simultáneamente por medio de una manilla común y deberán alojarse en una caja moldeada de plástico. Los contactos de los interruptores bipolares deberán abrir simultáneamente cuando el interruptor se dispara manual o automáticamente. Las manillas de operación deberán indicar claramente si los interruptores se encuentran en la posición "ABIERTO", "CERRADO" o "DISPARADO". Los interruptores deberán ser del tipo estacionario, montados individualmente, producidos por un solo fabricante y deberán ser intercambiables. Deberán suministrarse interruptores principales bipolares de 100 A no automáticos. Deberán ser similares a los interruptores en aire de alimentación a los circuitos ramales, de caja moldeada, excepto que no tendrán elementos de disparo o contactos de alarma. Se deberán suministrar relés de supervisión de tensión con contactos de salida para anunciación remota y una luz indicadora con fusible.

7. El Sistema de Distribución en corriente alterna para servicios auxiliares (calentadores, ventilación e iluminación interna para las Unidades Distribuidas) deberá ser monofásico, de 2 conductores, en 120 V.c.a., con un neutro sólido, formado por un (1) interruptor principal no automático, de un polo, del tamaño para 100 A, ajuste térmico de 20 A, un (1) relé de alarma por pérdida de voltaje (74) y una (1) luz indicadora con fusible. Se deberán conectar a la barra

de puesta a tierra del gabinete todos los conductores de puesta a tierra de los alimentadores principales y de los circuitos ramales. Las manillas de operación deberán indicar claramente si los interruptores se encuentran en la posición "ABIERTO", "CERRADO" o "DISPARADO". Los interruptores deberán ser del tipo estacionario, montados individualmente, producidos por un solo fabricante y deberán ser intercambiables. Deberán suministrarse interruptores principales monopolares de 100 A no automáticos. Deberán ser similares a los interruptores en aire de alimentación a los circuitos ramales, de caja moldeada, excepto que no tendrán elementos de disparo o contactos de alarma.

C. Equipamiento

1. Los Tableros de Distribución para las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos deberán suministrarse completos, listos para instalar, con todo el equipo, dispositivos y los accesorios montados y alambrados. La siguiente enumeración de equipos y dispositivos incluye solamente los renglones más importantes que deberán montarse en los tableros, pero no incluye todos los equipos auxiliares y accesorios, ni otras partidas que deberán también ser suministradas de acuerdo con estas especificaciones.

2. Cada tablero de distribución deberá incluir los siguientes equipos asociados con el Sistema de Distribución en corriente continua.

a. Dos (2) interruptores no automáticos, de 2 polos y 100 A.
b. Un (1) conjunto de barras bipolares de 100 A (Barras A y B).
c. Conexiones de barras, fusibles, cableado, bloques terminales, soportes, barreras aisladoras, etc., según se requieran.
d. Dos (2) relés de supervisión de tensión con bobina de 125V.c.c.
e. Una (1) lámpara indicadora de presencia de tensión por cada barra.

f. Veinte y Cinco (25) interruptores de alimentación de 100 A para circuitos ramales, de 2 polos, con unidades magnéticas de disparo instantáneo y con ajustes térmicos de 20 A.

3. Cada tablero de distribución deberá incluir los siguientes equipos, asociados con el Sistema de Distribución en corriente alterna, para servicios no esenciales.

a. Un (1) interruptor no automático, de 1 polo y 100 A.

b. Una barra monopolar de 100 A, con su respectiva barra de neutro.

c. Conexiones de barras, fusibles, cableado, bloques terminales, soportes, barreras aisladoras, etc., según se requieran.

d. Un (1) relé de supervisión de tensión.

e. Una (1) lámpara indicadora de presencia de tensión por cada barra.

f. Veinte y Cinco (25) interruptores de alimentación de 100 A para circuitos ramales, de 1 polo, con unidades magnéticas de disparo instantáneo y con ajustes térmicos de 20 A.

11.2-09. UNIDADES DISTRIBUIDAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

A. General

1. Las Unidades Distribuidas consistirán en Módulos de Entradas y Salidas, relés de interposición, fuentes de alimentación, aisladores, filtros, convertidores, bloques terminales, módulos de comunicación y accesorios misceláneos requeridos para realizar la función de adquisición de datos. Las Unidades Distribuidas deberán incluir todos los dispositivos y accesorios necesarios para realizar correctamente las funciones descritas en este documento, estén o no expresamente especificados.

2. Las Unidades Distribuidas serán instaladas en el interior de gabinetes metálicos para montaje en pared, o autosoportados suministrados por EL CONTRATISTA.

3. El equipamiento deberá ser adecuado para funcionar con los dispositivos suministrados por otros. La información necesaria sobre estos equipos será suministrada a solicitud de EL CONTRATISTA después de la Adjudicación del Contrato.

4. Las Unidades Distribuidas deberán suministrarse con el número de entradas y salidas indicados en esta sección.

5. La designación y ubicación aproximada de las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos será según se muestra en los planos.

B. Características de Construcción de los Gabinetes Metálicos para las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos.

1. Los Gabinetes Metálicos para alojar a las Unidades Distribuidas deberán ser del tipo blindado de acero, adecuados para montaje en pared o del tipo autosoportado. Deberán incluir puertas abisagradas completas con manillas, cerradura y llaves. Las bisagras para las puertas deberán ser del tipo disimulado y deberán permitir girar las puertas hasta un ángulo no menor de 105 grados medidos desde la posición de cierre. Todas las cerraduras deberán tener llaves iguales. Deberán suministrarse dos (2) llaves para cada cerradura suministrada. Los Gabinetes Metálicos deberán fabricarse con láminas de acero liso, especialmente seleccionadas con un espesor no menor a 2,0 mm. Las distancias mínimas entre dispositivos bajo tensión, deberán cumplir con las normas aplicables. Deberán proveerse los medios, según se requiera, para una ventilación adecuada en el interior de los gabinetes. Los tableros deberán cumplir con lo especificado en Volumen 3, (Requisitos Generales).

2. Los cables metálicos provenientes de los equipos externos a los gabinetes metálicos, y los cables pertenecientes a la red de comunicación de fibra óptica, ambos suministrados por EL CONTRATISTA, deberán entrar por la parte inferior o por la parte superior de las mismas, por lo que se deberán hacer los arreglos necesarios para acomodar, soportar y llevar estos cables hasta los bloques terminales o puntos de conexión finales. EL CONTRATISTA deberá ubicar y disponer las canaletas, los bloques terminales y, en general, todos los equipos de manera que la conexión de los cables externos pueda hacerse en una forma ordenada y apropiada.

3. Los Gabinetes Metálicos deberán estar provistos con un terminal externo adecuado para la conexión de un cable de puesta a tierra de calibre #1/0 AWG, proveniente del sistema de puesta a tierra de la Central. Además, se deberá proveer en el interior del gabinete una barra para la conexión a tierra no menor de 3 mm de espesor, 10 mm de alto y de longitud adecuada para realizar las conexiones internas que se requieran. La barra deberá fijarse con pernos al marco del gabinete, de manera de garantizar un adecuado contacto eléctrico.

4. La aplicación de la pintura deberá estar de acuerdo con el Volumen 3 (Requisitos Generales).

5. Las Unidades Distribuidas deberán disponer de iluminación interna, calentadores controlados por humidistatos y ventiladores – extractores, todos estos equipos deberán funcionar con un voltaje de 120 Vc.a.

C. Equipos

1. Generalidades. Los equipos de las Unidades Distribuidas deberán cumplir con los requisitos generales aplicables y los requisitos especiales especificados de aquí en adelante.

2. Módulos de Entradas y Salidas. Cada Unidad Distribuida de Adquisición de Datos deberá incluir un conjunto de módulos de entradas de los siguientes tipos: digitales y analógicas. Las señales digitales podrán ser simples y dobles. Las señales analógicas podrán ser del tipo lazo de corriente de 4 a 20 mA, y provenientes de detectores de temperatura por resistencia (DTR). Se tendrá, además, un conjunto de módulos de salida para ejecutar comandos de control. Los Módulos de Entradas y Salidas deberán cumplir con los requisitos especificados en esta sección. La falla de cualquier módulo deberá ser reportada y generar una alarma a través de la red de comunicación. Además, cada Unidad Distribuida deberá incluir una reserva de módulos de cada tipo instalados y alambrados, según se establece en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

3. Módulos de Comunicación.

a. Cada Unidad Distribuida deberá incluir los Módulos de Comunicación, con todos sus accesorios, necesarios para establecer el intercambio de información con los Controladores Principales ubicados en los Tableros de Control Distribuido. Los Módulos de Comunicación deberán manejar la transmisión de datos entre los Módulos de Entradas y Salidas y el Controlador Principal a través de una red de campo estándar, en fibra óptica a 100 Mbps y redundante. La red de campo deberá cumplir con estándares tales como: Fieldbus Foundation, Interbus, Profibus, etc. EL CONTRATISTA deberá detallar en su oferta, todas y cada una de las características y prestaciones de la red de campo que ha sido prevista en su propuesta.

b. Cada Módulo de Comunicación deberá tener dos puertos de comunicación adecuados para fibra óptica.

c. El Módulo de Comunicación deberá incluir un puerto de comunicación del tipo serial para permitir la conexión con un Computador Personal Portátil para efectuar mantenimiento y diagnósticos localmente.

4. Fuentes de Alimentación.

a. Las fuentes de alimentación para las Unidades Distribuidas deberán operar en configuración redundante y cada una se deberá alimentar de una fuente de 125 Vc.c. La falla de una fuente de alimentación no deberá afectar la capacidad del suministro y deberá generar una alarma a través de la red de comunicación. Las fuentes de alimentación deberán proporcionar completo aislamiento entre la entrada y la salida, y deberán incluir protección contra sobrevoltajes transitorios, sobrecargas y armónicos. También, deberán operar dentro de las tolerancias requeridas para el voltaje de entrada entre 105 y 140 Vc.c.

b. Las Fuentes de Alimentación deberán incluir indicación de apagado/encendido y un interruptor. Además, deberán incluir facilidades para medir los voltajes de salida y entrada utilizando conectores estándar.

D. Requisitos Detallados de las Unidades Distribuidas de Unidad (UDU), Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes (UDE) y Servicios Auxiliares Mecánicos Comunes (UDM).

1. General. Los Requisitos Detallados que se especifican a continuación se aplican a todas las Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos. La siguiente enumeración de equipos y dispositivos incluye solamente los renglones más importantes que deberán incluir las Unidades Distribuidas, pero no incluye todos los accesorios, ni otras partidas que deberán también ser suministradas de acuerdo con estas especificaciones.

a. Un Sistema de Comunicaciones redundante.

b. Un lote de Módulos de Entradas y Salidas.

c. Dos (2) fuentes de alimentación.

d. Cajas de Interconexión de Fibra Óptica.

2. Ubicación. Las Unidades Distribuidas de Unidad (UDU) deberán ser instaladas según la siguiente enumeración y como se indica en los planos. EL CONTRATISTA podrá modificar durante el desarrollo del Proyecto dicha ubicación, siempre y cuando presente los planos de ingeniería correspondiente, para la revisión y aprobación de CORPOELEC.

a. UDU.1: Elevación 220,00 msnm. Adquisición de datos del Sistema de Compuerta de Toma.

b. UDU. 2: Elevación 131,00 msnm. Adquisición de Datos del Generador.

c. UDU. 3: Elevación 124,50 msnm. Adquisición de Datos Sistema de Gobernación y Turbina.

d. UDU. 4: Elevación 116,00 msnm. Adquisición de Datos Sistema Agua de Enfriamiento e Instrumentación.

11.2-10. CABLES METALICOS

A. EL CONTRATISTA deberá suministrar, instalar, conectar en ambos extremos y probar todos los cables metálicos requeridos para las conexiones externas de los Tableros de Control Distribuido y sus Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos asociadas, y según los requerimientos establecidos en estas Especificaciones. Las canalizaciones y la documentación necesarias para la instalación deberá ser estimada y suministrada por EL CONTRATISTA. Los tipos, las características de los cables, y reservas de los mismos, así como los

procedimientos de su instalación deberán cumplir con lo indicado en el Volumen 3 (Requisitos Generales).

B. El alcance para el suministro, instalación y conexión del cableado externo, incluirá, pero no estará limitado a lo siguiente:

1. Cableado desde los tableros de control, suministrados por EL CONTRATISTA o por otros, hasta las unidades distribuidas asociadas.

2. Cableado desde los paneles de distribución de los tableros de control distribuido hasta las unidades distribuidas asociadas y/o tableros de control.

3. Cableado desde los sistemas de distribución principales en 125 Vcc y 120 Vca, hasta los paneles de distribución de los tableros de control distribuido, tableros de distribución de las unidades distribuidas.

4. Cableado asociado a todo el esquema de sincronización de tiempo propuesto por EL CONTRATISTA.

5. Cableado asociado con los sistemas de protecciones eléctricas del generador y del transformador, así como el cableado asociado con todos los esquemas de disparo a implementar.

6. Cableado asociado con las teleprotecciones.

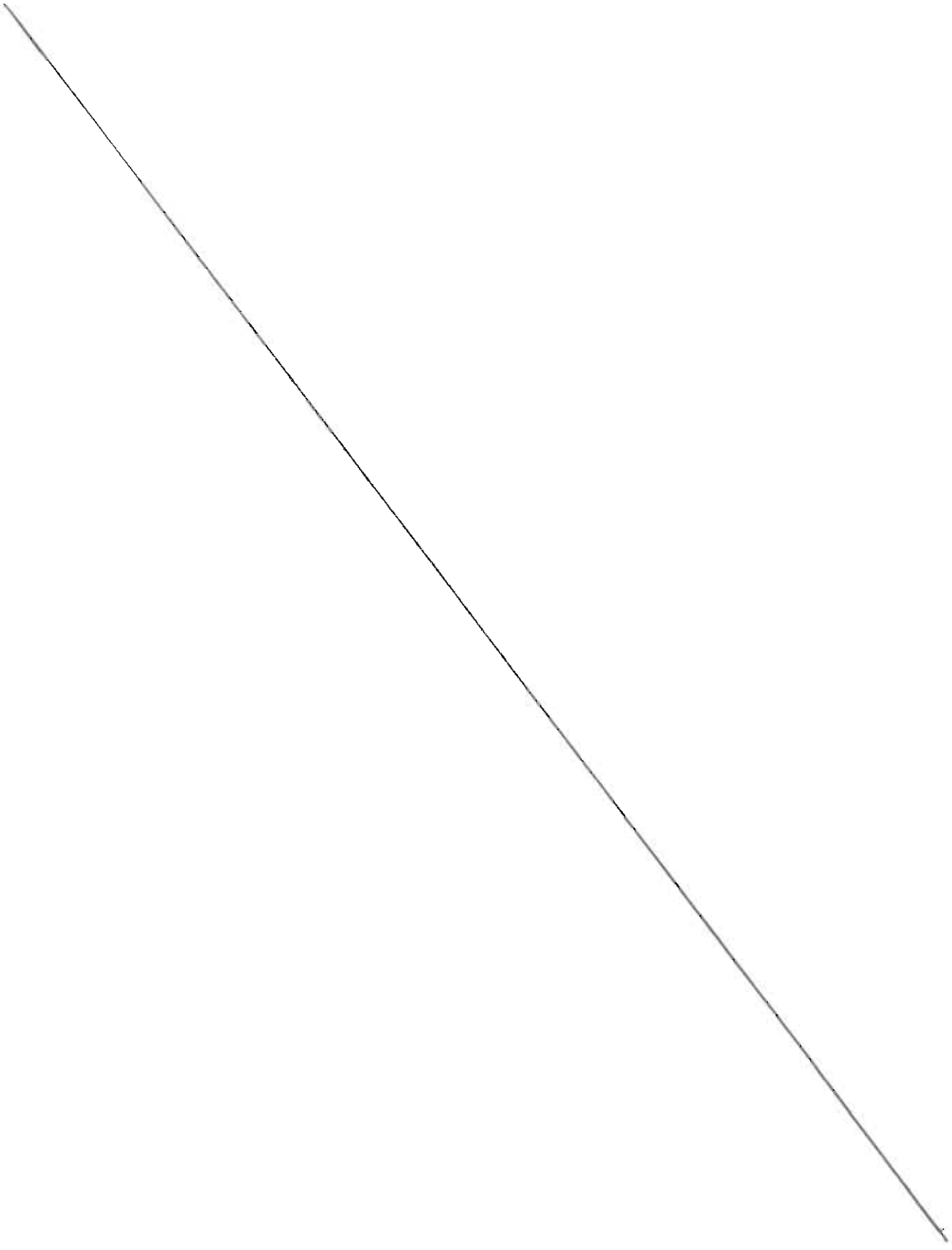
7. Cableado asociado con los sistemas registradores de fallas.

8. Cableado asociado con los sistemas de medición multifuncionales de variables eléctricas.

9. Cableado asociado con los contadores de energía.

C. Las cantidades, y los tipos de cable deberán ser definidos por EL CONTRATISTA.

D. La instalación del cableado deberá estar incluido dentro de las partidas de instalación y pruebas de sus equipos asociados.



SECCION 11.3 SISTEMA DE PROTECCIÓN, SINCRONIZACIÓN, MEDICIÓN Y REGISTRO DE FALLAS

11.3-01. GENERALIDADES

A. En esta Sección se especifican los requisitos generales y detallados para el diseño, fabricación, transporte al Sitio, instalación y modificación de componentes, conexión e interfaces con controles y/o equipos suministrados por EL CONTRATISTA, programación, configuración y pruebas en Sitio de los equipos y sistemas asociados al sistema de protección, sincronización, medición y registro de fallas para las Unidades 1 a 10 de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri, incluyendo: Sistema de Protección y Teleprotección, Sistema de Sincronización y Telesincronización, Sistema de Mediciones Eléctricas y Registrador de Fallas.

11.3-02. SISTEMA DE PROTECCIÓN

A. General

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar un Sistema de Protección redundante, del tipo numérico y de alta velocidad para cada una de las diez (10) unidades generadoras y cada uno de los diez (10) transformadores principales de potencia, incluyendo los equipos y programas para realizar las tareas de ingeniería y mantenimiento, equipos portátiles, una (1) Estación Maestra del Sistema de Protección a ser instalada en la Sala de Computadores de Casa de Máquinas I de Guri. Además, EL CONTRATISTA, deberá suministrar equipos de teleprotección para el intercambio de información asociada a los esquemas de protección, entre los equipos instalados en los Patios de Distribución a 230kV y 400kV, y la Casa de Máquinas. El Sistema de Protección deberá estar constituido por los equipos y programas necesarios para la detección de fallas y la generación de las señales de disparo de las unidades de generación y de los transformadores principales de

potencia. Mediante la aplicación de los conceptos de redundancia y autodiagnóstico permanente, el diseño del sistema de protecciones deberá garantizar la desconexión rápida y confiable de los equipos, cuando así se requiera.

2. El equipamiento deberá ser de diseño modular, de tarjetas extraíbles o para montaje en bastidor, y adecuado para su montaje en los Tableros de Control Distribuido. Cada Sistema de Protección numérico deberá tener incorporadas las funciones de protección descritas en esta cláusula, una matriz de disparo programable, capacidades de autosupervisión y autodiagnóstico, función de registro de eventos, capacidad para comunicación remota con la Estación Maestra de Protecciones y facilidades para señalización y prueba. Las funciones de protección, en cada sistema, deberán ser seleccionables, de acuerdo a los requerimientos del Proyecto.

3. El suministro deberá incluir todos los dispositivos y cableado, incluyendo los relés auxiliares y de enclavamiento, necesarios para realizar los esquemas de disparo de las unidades generadoras y de los transformadores principales de potencia. Todo el cableado asociado a los esquemas de protección deberá ser del tipo metálico.

4. La redundancia se deberá realizar bajo la condición fundamental de evitar que las unidades generadoras y los transformadores principales de potencia operen sin protección ante la ocurrencia de una falla simple o labor de mantenimiento de uno de los Sistemas de Protección.

5. EL CONTRATISTA deberá suministrar, como parte de la documentación asociada al Sistema de Protección, un documento con el cálculo de los ajustes propuestos, para cada una de las funciones de protección, para revisión de CORPOELEC. Asimismo, EL CONTRATISTA será responsable de realizar las coordinaciones necesarias, para el correcto suministro de equipos que cumplan con los requerimientos de desempeño y seguridad descritos en estos documentos.

B. Equipamiento.

1. General. Cada Sistema de Protección deberá consistir de dos (2) sistemas idénticos e independientes, los cuales serán designados Sistema Primario y Sistema Secundario. Cada sistema deberá instalarse en secciones separadas de los Tableros de Control Distribuido. Cada Sistema deberá tener capacidad para realizar las funciones de protección descritas en esta cláusula, además de las reservas instaladas requeridas en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema), 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. Fuentes de Alimentación. Cada uno de los Sistemas Primario y Secundario deberá poseer fuentes de alimentación redundantes e independientes en configuración de respaldo. Cada fuente deberá tener capacidad para alimentar a un Sistema de Protección a partir de una tensión en 125 Vc.c. sin conexión a tierra, proveniente de los paneles de distribución en 125 Vc.c. de los Tableros de Control Distribuido. Las fuentes de alimentación deberán ser de construcción modular, proporcionar total aislamiento entre la entrada y la salida, proporcionar salidas a prueba de sobrecarga, sobrevoltajes transitorios, armónicos y cortocircuitos. Las fuentes deberán estar diseñadas para operar en un rango de voltaje de entrada entre 105 y 140 Vc.c.

3. Contactos de Disparo. Los contactos de disparo de los Sistemas Primario y Secundario deberán ser adecuados para su conexión directa a los circuitos de disparo de los interruptores del generador y a los relés de enclavamiento. Los contactos deberán ser revestidos de plata pura y de alta calidad. Los contactos deberán ser adecuados para operación continua a una tensión en 125 V c.c. sin conexión a tierra.

4. Relés de Enclavamiento. Los relés de enclavamiento deberán ser de alta velocidad, de contactos múltiples, a prueba de vibración y de impactos, con un tiempo de respuesta menor o igual a seis (6) milisegundos y deberán ser adecuados para operación continua en 125 Vc.c. Los relés de enclavamiento

deberán ser del tipo de reposición eléctrica manual o sin ella, de acuerdo al diseño propuesto por EL CONTRATISTA y aprobado por CORPOELEC.

5. Relés Auxiliares: Los relés auxiliares deberán ser del tipo modular, enchufables, y a prueba de vibraciones e impactos. Los relés deberán ser adecuados para operación continua a una tensión en 125 Vc.c.

6. Equipos de Prueba por Inyección: Se deberán suministrar tres (3) Equipos de Pruebas por Inyección, así como las facilidades y medios en cada Sistema de Protección para la inyección de voltajes y corrientes trifásicos de prueba y para la evaluación del comportamiento de las funciones de protección ante condiciones de falla simuladas. Los Equipos de Prueba por Inyección deberán ser capaces de simular perfectamente las tres fases de voltaje y las tres fases de corriente simultáneamente, también deberán disponer de seis salidas de corriente para pruebas de funciones diferenciales. Estos equipos deberán ser livianos y de fácil transporte. Los Sistemas de Protección Primario y Secundario deberán estar diseñados para bloquear automáticamente los disparos provenientes del sistema que esté conectado al Equipo de Prueba por Inyección y mantener las unidades generadoras y transformadores principales de potencia protegidos por el sistema en condiciones de servicio normales. Los equipos deberán ser suministrados completos, con todo el software para el manejo de los mismos y los cables de conexión hacia los equipos de protecciones y hacia el computador portátil.

Se deberá suministrar un amplificador de corriente, de seis canales independientes, que aumente las corrientes al menos hasta 25A, los mismos deberán poderse utilizar independientemente de los canales del equipo de pruebas por inyección, para permitir probar la protección diferencial del transformador principal de potencia.

La alimentación eléctrica del Equipo de Inyección y del Amplificador de Corriente deberá ser de 120 Vca, 60 Hz; ambos equipos deberán suministrarse con maletas para transporte, resistentes, con interior de espuma rígida, impermeables, herméticas, a prueba de polvo, resistentes a productos químicos y a prueba de corrosión.

7. Computadores Personales: Se deberán suministrar tres (3) Computadores Personales Portátiles, del tipo para uso industrial, cada uno con su respectiva maleta para transporte, resistente a impactos; para ejecutar las labores de configuración, parametrización, diagnóstico, actualización de programas, mantenimiento y pruebas de los Sistemas de Protección. Cada Sistema deberá suministrarse con un puerto de comunicación del tipo serial para conectar localmente el Computador Personal Portátil al Sistema de Protección Primario o al Sistema de Protección Secundario de forma independiente. EL CONTRATISTA deberá suministrar los cables y accesorios requeridos para la conexión entre el Sistema de Protección y el Computador Personal Portátil. Estos computadores serán utilizados también, para trabajar en conjunto con los equipos de prueba por inyección, por lo que deberán contar con todo el software de comunicación y aplicación necesario para ejecutar estas tareas. Los Computadores Personales Portátiles deberán cumplir con los requisitos especificados en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina).

8. Comunicaciones. Cada Sistema Primario y Secundario deberá tener puertos de comunicación (adicional al usado para la conexión del computador portátil), para conexión con la Estación Maestra de Protecciones. Además, se deberán incluir todos los dispositivos, accesorios y programas necesarios para establecer las comunicaciones entre los Sistemas de Protección y la Estación Maestra de Protecciones, mediante el uso de una red de fibra óptica y a través de enlaces de comunicaciones digitales de alta velocidad utilizando un protocolo estándar reconocido en la industria. Se deberán establecer enlaces de comunicaciones digitales entre los Sistemas de Protecciones y el Sistema de Control, solo para señales de alarma, disparo y autodiagnósticos de los Sistemas, esta información también deberá ser enviada al Sistema de Control por medio de contactos secos, sin embargo, la información que deberá ser tomada como prioritaria es la proveniente del enlace de comunicaciones, y en caso de falla de éste, se deberá tomar la información proveniente de los módulos de entrada y salida del Sistema de Control. La funcionalidad del Sistema de Protección no debe ser afectada por diferentes conflictos de comunicación que puedan presentarse.

9. Estación Maestra del Sistema de Protección. EL CONTRATISTA deberá suministrar una (1) Estación Maestra del Sistema de Protección ubicada en la Casa de Máquinas I de Guri, la cual deberá ser utilizada para realizar remotamente las tareas de ingeniería y mantenimiento de todos los Sistemas de Protección especificados bajo este Contrato. La Estación Maestra deberá estar conformada por un computador tipo PC el cual deberá cumplir con las características especificadas en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina).

10. Red dedicada para la gestión de los Sistemas de Protecciones. Se deberá suministrar una red basada en fibra óptica, que conecte todos los sistemas de protecciones suministrados por EL CONTRATISTA con la Estación Maestra de Protecciones. Esta red deberá ser exclusiva para ejecutar las tareas de ingeniería y mantenimiento de los Sistemas de Protecciones. Se deberá integrar a esta red, los siguientes sistemas de protecciones: Protecciones de los Sistemas de Excitación, Protecciones de los Transformadores de Servicio de la Casa de Máquinas y Protecciones de los Equipos de Servicio de Maniobra de la Casa de Máquinas. Esta red podrá encontrarse basada en la arquitectura de la norma IEC-61850 u otra norma internacional no propietaria, ni exclusiva, con expresa demostración de su utilización previa en otros sistemas de protecciones de Centrales Eléctricas. Asimismo, deberá permitir la vinculación y transferencia de información con otros subsistemas del Sistema de Control con quién se considere necesario. La velocidad de comunicación de esta red no debe ser inferior a 100 Mbps.

11. Equipos de Teleprotección.

a. EL CONTRATISTA deberá suministrar Cuarenta (40) Equipos de Teleprotección digital, los cuales serán usados para implementar las funciones de protección y disparo transferido entre los Patios de Distribución a 230 kV, 400 kV y la Casa de Máquinas.

b. La información deberá ser procesada digitalmente por los equipos y transmitida en modo bidireccional entre los extremos, mediante vinculación directa por fibras ópticas de cables OPGW a ser suministrados por Otros.

c. Cada conjunto de equipos transceptores de teleprotección "extremo-a-extremo" deberá utilizar un par de fibras ópticas dedicadas y exclusivas para ellos. Cada equipo deberá disponer de puertos de salida para fibras ópticas monomodo, según IEC 60794 y UIT-T G.652.

d. Los equipos de teleprotección podrán operar en segunda o tercera ventana óptica, según decida EL CONTRATISTA, transmitiendo en velocidad de 2 Mbps, y utilizando emisores Láser y receptores APD de máxima sensibilidad de umbral, acordes con el enlace a implementar entre los equipos.

e. El tiempo de transmisión de cada señal de disparo (órdenes) deberá ser menor a tres (3) milisegundos.

f. Los equipos de teleprotección deberán transmitir y recibir con un alto grado de confiabilidad las órdenes de disparo y las señales de estado y bloqueo, asociados a los esquemas de protección, entre la Casa de Máquinas y los Patios de Distribución, a través de la Red de Fibra Óptica, según se muestra en los Planos.

g. Los equipos de teleprotección deberán operar en configuración redundante y proveer comunicación ininterrumpida en el caso de falla de alguno de los equipos.

h. Cada equipo de teleprotección deberá tener una capacidad para transmitir/recibir (canales) no menos de ocho (8) órdenes, en forma simultánea e independientes entre ellas.

i. Cada equipo de teleprotección deberá disponer de un indicador visual en el frente del equipo, mostrando las órdenes emitidas y recibidas, discriminadas por canal de orden.

j. Cada equipo deberá contar con facilidades de gerenciamiento, tanto en forma local como remota, de forma de permitir el acceso al bus del

sistema del equipo, y poder adquirir información de estados y alarmas, configurar y reconfigurar parámetros, etc.

k. La facilidad de gerenciamiento en cada equipo deberá permitir realizar pruebas de lazo, en forma automática y periódica, con el equipo del otro extremo, de forma de supervisar el estado del canal y los equipos relacionados al mismo, así como también efectuar la medición del tiempo de transmisión de órdenes. Todo lo antes mencionado deberá poder realizarse sin producir disparos falsos, ni generar situaciones que puedan comprometer el servicio de las teleprotecciones.

l. Este sistema de gestión deberá poder integrarse a la Estación Maestra de Protecciones, de manera de permitir labores de ingeniería y mantenimiento de los equipos de teleprotección.

m. Las alarmas y los estados de operación de los equipos deberán ser desplegados en indicadores luminosos tipo "LED" ubicados en la parte frontal de los Equipos de Teleprotección.

n. Los Equipos de Teleprotección deberán detectar y alarmar condiciones anormales, tales como: funcionamiento defectuoso de cualquier módulo, falla en la transmisión, falla en la fuente de alimentación, canal con alto contenido de ruido, etc. Las señales de alarma deberán estar integradas en el Sistema de Control y en la Estación Maestra del Sistema de Protección.

o. Los Equipos de Teleprotección deberán tener fuentes de alimentación redundantes e independientes, diseñadas para trabajar a partir de una tensión en 125 Vc.c. sin puesta a tierra. Las fuentes deberán estar diseñadas para operar en un rango de voltaje de entrada entre 105 y 140 Vc.c.

p. Los equipos de teleprotección deberán dar cumplimiento mínimo a las recomendaciones IEC 60255-4, IEEE/ANSI C37.90.1, IEC 60834-1 e IEC 60834-2.

q. Los equipos de teleprotección deberán ser de diseño modular, para montaje en marcos metálicos de 19", y estarán distribuidos, según se detalla más abajo.

r. El reloj interno de los equipos de teleprotección deberá estar sincronizado por medio de una señal de entrada de código IRIG-B.

s. En la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Guri, se deberán proveer: dos (2) Equipos de Teleprotección a ser instalados dentro de cada uno de los diez (10) Tableros de Control de Unidad (TCU).

t. En los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV, en la Casa de Mando de 230/400 kV, se deberán proveer: veinte (20) equipos de teleprotección a ser instalados dentro de diez (10) tableros de teleprotección a ser suministrados por este Contrato. En cada tablero de teleprotección se instalarán dos (2) equipos de teleprotección en configuración redundante, los cuales estarán asociados a una Línea-Generador.

u. Los Tableros de Teleprotección, deberán ser del tipo para uso interior, con bastidor giratorio donde se monten los equipos de teleprotección, y puerta exterior con frente vidriado que permita visualizar el estado de los equipos. Los tableros serán autosoportados, de construcción modular y deberán cumplir con los requisitos de la publicación NEMA PB-2.

v. Los tableros de teleprotección deberán construirse con láminas preformadas de acero laminado liso, soldadas y reforzadas donde se requiera, con perfiles de acero estructural, con bordes angulares o acanalados y con todas las puntas soldadas y alisadas. Deberán suministrarse puertas y tapas removibles, según se requiera, para permitir el acceso a todo el equipo. Los tableros deberán ser ventilados adecuadamente, por medio de aberturas con persianas provistas con tela metálica no ferrosa contra insectos colocada en su interior. Se deberán suministrar soportes metálicos para la fijación de los tableros en una estructura de piso falso. Los tableros deberán cumplir con lo especificado en Volumen 3.

w. Deberá proveerse en los tableros de teleprotección una barra continua de cobre para puesta a tierra, sin aislamiento, a lo largo de la parte posterior de los tableros, de un tamaño no menor de 5mm por 30mm. La barra de tierra deberá tener un conector adecuado para conexión de un cable de puesta a tierra de cobre, tamaño 4/0 AWG.

x. EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los equipos y accesorios necesarios para la puesta en servicio y mantenimiento de los Equipos de Teleprotección.

y. Los Equipos de Teleprotección deberán ser suministrados con toda la programación para la configuración, parametrización y gerenciamiento de los mismos Esta programación deberá ser instalada en la Estación Maestra de Protecciones y en los Computadores Personales Portátiles, definidos en esta Cláusula. Se deberán suministrar todos los cables necesarios para conectar los Equipos de Teleprotección con los Computadores Personales Portátiles.

z. Todos los circuitos asociados a los Sistemas de Teleprotecciones, deberán pasar a través de borneras seccionables ubicadas en el propio tablero.

C. Características Detalladas

1. La operación de los equipos del Sistema de Protección deberá ser insensible a las variaciones de frecuencia que ocurran durante una falla, a las distorsiones en las señales de entrada provenientes de los transformadores de corriente y potencial causadas por la saturación de los transformadores de corriente, la impedancia de los cables, altas corrientes de cortocircuito, equipos electrónicos de alta potencia, etc. Los Sistemas de Protección deberán equiparse con los transformadores de acoplamiento y de aislamiento, protectores contra impulsos y filtros adecuados para protección contra ondas transitorias e interferencia electromagnética.

2. La disposición de los componentes del Sistema de Protección deberá cumplir con la separación física mínima necesaria entre las interfaces y los módulos de procesamiento de señales, con el fin de garantizar la inmunidad a las interferencias electromagnéticas.

3. El Sistema de Protección deberá estar basado en microprocesadores, con una velocidad de procesamiento, capacidad de memoria y capacidad de cómputo suficientes para cumplir satisfactoriamente con los requisitos funcionales descritos en esta cláusula. Asimismo, deberán dar cumplimiento a los requisitos de nivel máximo de utilización permitido para procesadores, reserva mínima en memoria RAM y otros dispositivos de almacenamiento, etc. Además deberá incluir una Interfaz Humano Máquina, que le permita acceso a los parámetros de medición, ajustes, registros de falla, pruebas y registros de operaciones.

4. Los Sistemas de Protección deberán ser capaces de autosupervisar y autodiagnosticar continuamente tanto su programación como su equipamiento. En este sentido, se deberán detectar y alarmar automáticamente condiciones anormales, tales como: funcionamiento defectuoso de cualquier módulo, errores en la transmisión de datos ó en el bus de datos, falla en los circuitos de los transformadores de medida y de disparo, falla en la fuente de alimentación, pérdida de la señal de sincronización, falla de procesamiento de una función de protección, etc. Todas estas alarmas deberán estar integradas en el Sistema de Control y en la Estación Maestra del Sistema de Protección.

5. Los Sistemas de Protección deberán poseer suficientes salidas digitales de señalización para indicar la actuación de cualquier función de protección y deberán permitir señales de entradas binarias para propósitos de bloqueo de funciones de protección y para control. Deberá ser posible realizar la combinación lógica de señales de entrada y/o de señales de salida de las funciones de protección para realizar esquemas de control basados en funciones lógicas, tales como Compuertas AND, OR, Biestables, Funciones de retardo de tiempo y Contadores, las cuales deberán estar disponibles para su selección. Los equipos que conforman el Sistema de Protección, deben poseer la opción de crear nuevas lógicas de funciones de protección, a partir de librerías existentes.

6. Todos los circuitos asociados a los Sistemas de Protección, deberán pasar a través de borneras seccionables ubicadas en el propio panel de protecciones Se debe tomar en consideración que las borneras para los circuitos de corriente deberán ser del tipo cortocircuitable y seccionable.

7. Los cables de puesta a tierra del Sistema de Protección, usados en el interior de los paneles, deberán ser del tipo malla de cobre y deberán estar conectados a la barra de puesta a tierra del panel.

8. Cada panel del Sistema de Protección deberá contar con una toma de alimentación a 120 Vca, para alimentar equipos tales como, el PC portátil y el equipo de pruebas por inyección.

9. El cableado de llegada de los Sistemas de Protección, para cada panel, deberá ser estructurado de tal manera, que se faciliten las labores de mantenimiento, por ejemplo, la inserción de una pinza amperimétrica al cableado sin dificultad.

10. Los Sistemas de Protección deberán poseer funciones de prueba de la programación, basadas en valores numéricos simulados capaces de chequear las funciones de protección, las salidas de disparo y las salidas para señalización. Estas funciones deberán poder activarse únicamente cuando la unidad de generación y/o el transformador respectivo, se encuentre fuera de servicio y para propósitos de puesta en servicio. Las pruebas deberán poder ser realizadas a través del Computador Personal Portátil y de la Estación Maestra del Sistema de Protección.

11. La configuración de los Sistemas de Protección deberá diseñarse para operación con las conexiones y relaciones de los transformadores de medida, mostrados en los Planos.

12. La tasa de muestreo mínima para las señales analógicas de entrada a los Sistemas de Protección deberá ser de doce (12) veces por período a la

frecuencia nominal del sistema de potencia, con una resolución mínima de quince (15) bits.

13. Los Sistemas de Protección deberán tener una función de registro de eventos, la cual deberá tener un tiempo de etiquetamiento con una resolución de un (1) milisegundo. El reloj interno de los Sistemas de Protección deberá estar sincronizado por medio de una señal de entrada de código IRIG-B generada por el Equipo de sincronización de Tiempo, especificado en la Sección 11.2 (Control y Adquisición de Datos). El Sistema de Protección deberá generar una alarma cuando se pierde y restablece la señal de código IRIG-B.

14. Las funciones de protección especificadas para el generador y para el transformador principal de potencia deberán poder ser seleccionadas desde una librería disponible, a través del Computador Personal Portátil y la Estación Maestra del Sistema de Protección.

15. El Computador Personal Portátil se utilizará para la configuración, asignación de canales, ajustes y parametrización de las funciones de protección. Además, deberá permitir grabar, imprimir y desplegar alarmas, ajustes, parámetros, eventos y valores medidos, realizar labores de mantenimiento, diagnóstico y pruebas del Sistema de Protección. Cada Computador Personal Portátil deberá suministrarse con programas basados en interfaz gráfica de ventanas, que no requieran conocimientos avanzados de ingeniería de programación para realizar las labores de mantenimiento y diagnóstico del Sistema de Protección. Los textos y despliegues presentados en el Computador Personal Portátil deberán ser en idioma castellano y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina). El uso del Computador Personal Portátil deberá requerir de una clave de acceso y las operaciones realizadas a través del mismo deberán requerir de una confirmación por parte del operador antes de proceder a efectuar cambios que puedan afectar al Sistema de Protección.

16. 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.

17. Todos los rangos de ajuste para las funciones de protección deberán ser lo suficientemente amplios para lograr una adecuada flexibilidad.

18. Los Sistemas de Protección deberán proveerse con indicadores luminosos, claramente visibles desde el frente del equipo, que indiquen la activación de las funciones y las condiciones de falla más importantes. Deberá proveerse un mecanismo para la reposición manual de los indicadores luminosos, operable desde el frente del equipo sin tener que abrir la cubierta del mismo.

19. Las funciones de protección deberán ser programadas en una matriz de disparo para la activación de los relés de disparo del Sistema de Protección. Los contactos de salida de los relés de disparo deberán ser conectados mediante cableado metálico a los circuitos de disparo de los interruptores de los generadores y a los relés de enclavamiento.

20. La Estación Maestra del Sistema de Protección deberá incluir todas las facilidades y programación necesarias para realizar las labores de configuración, ajuste, parametrización y pruebas de los Sistemas de Protección, así como las tareas de recolección de información, alarmas y eventos desde los Sistemas de Protección, labores de análisis de falla del sistema de potencia y labores de mantenimiento del Sistema de Protecciones de la Casa de Máquinas I de Guri. La programación de la Estación Maestra del Sistema de Protección deberá operar bajo un ambiente gráfico de ventanas y deberá permitir el despliegue, impresión y grabado de los valores medidos, eventos, parámetros y registro de los ajustes, obtenidos de los Sistemas de Protección. La información mostrada en la Estación Maestra de Protecciones deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina).

21. Las operaciones desde la Estación Maestra del Sistema de Protección deberán estar condicionadas por una clave de acceso y las mismas deberán requerir de una confirmación por parte del Operador antes de proceder a efectuar cambios que puedan afectar al Sistema de Protección. No se deberá permitir el acceso simultáneo desde el Computador Personal Portátil y la Estación Maestra del Sistema de Protección al mismo Sistema de Protección.

D. Funciones de Protección del Generador

1. El Sistema de Protección del Generador deberá realizar las funciones que se indican a continuación, las cuales deberán ser agrupadas en una matriz de disparo, para activar los relés de enclavamiento tal como se muestra en la Tabla No.1.

Tabla No. 1: Funciones de Protección de las Unidades Generadoras

Descripción	Código	Sistema Primario	Sistema Secundario	Paro Eléctrico (5CE)	Paro Parcial (65PP)
Pérdida de Excitación	40GEN	X	X	X*+	
Detección de Secuencia Negativa	46GEN	X	X	X+	
Sobrecarga del Estator	49GEN	X	X	X+	
Sobrecorriente Controlada por Voltaje	51VGE	X	X	X*+	
Balance de Fase	50/51BFG	X	X	X+	
Balance de Neutro	50/51BNG	X	X	X+	
Sobrevoltaje	59GEN	X	X	X*	
Sobreexcitación	24GEN	X	X	X	
95% Falla a Tierra del Estator	59GN1	X	X	X	
100% Falla a Tierra del Estator	59GN2 59GN3	X	 X	X X	
Balance de Voltaje	60GEN	X	X		
Diferencial del Generador	87GEN	X	X	X+	

Descripción	Código	Sistema Primario	Sistema Secundario	Paro Eléctrico (5CE)	Paro Parcial (65PP)
Pérdida de Sincronismo	78GEN	X	X		X*+
Potencia Inversa	32GEN	X	X	X*+	
Distancia de Linea	21GEN	X	X	X*+	
Energización Accidental del Generador	51/27GEN	X	X	X*+	
Permisivo para Sincronización	59GA	X	X		
Supervisión de los Circuitos de Corriente	74TCU	X	X		
Detección de corriente circulante por el eje	51EJE	X	X		

Nota: Las funciones con el asterisco (*) serán supervisadas por la función de desbalance de voltaje (60GEN) y las funciones con el signo más (+) serán supervisadas por la función de supervisión de los circuitos de corriente asociados.

2. Función Pérdida de Excitación (40GEN). La función de detección de pérdida de excitación del generador deberá ser del tipo de reactancia mínima, diseñada para proteger al generador contra los daños térmicos ocasionados por la disminución o pérdida de excitación. Esta función también deberá proteger al sistema de potencia de la inestabilidad causada por la caída de voltaje que ocurre cuando un generador opera bajo condiciones de baja excitación, pero permitiendo ser utilizada la capacidad completa de carga de línea del generador. La función no deberá actuar durante condiciones de oscilación del sistema de potencia, ni durante transitorios que no lleven a la máquina a condiciones de inestabilidad. La función deberá ocasionar disparo del generador cuando las condiciones de baja excitación o pérdida de excitación persistan. La sensibilidad de la función deberá

ser tal que la operación del generador dentro de la curva de capacidad no sea restringida durante su operación normal.

La función deberá ser de característica circular, insensible a las componentes c.c. de la corriente y la tensión, insensible a los armónicos y característica de tiempo definido ajustable.

Adicionalmente, CORPOELEC requiere implementar la función de detección de variaciones severas de subexcitación del generador; la cual deberá ser del tipo de mínima reactancia diseñada para respaldar al limitador de subexcitación del generador. La sensibilidad de la función de protección deberá ser tal que la operación normal del generador dentro de su curva de capacidad no sea restringida. La función deberá ser insensible a las componentes C.C. de la corriente y tensión, insensible a los armónicos y porseer característica de tiempo definido ajustable. Esta función deberá tener características ajustables de actuación para señalización, alarmas y disparo.

3. Función Detección de Secuencia Negativa (46GEN). La función de detección de secuencia negativa de fases del generador, deberá proteger al generador del calentamiento excesivo en el rotor debido a la corriente desbalanceada, resultante de un prolongado desbalance de carga en las fases o de corto circuitos asimétricos. Su característica de tiempo inverso deberá ser semejante a la curva de capacidad térmica $(I_2)^2t$ del rotor del generador protegido. Deberá emplearse para detectar la presencia de corrientes de secuencia negativa en los devanados del estator y dar alarma cuando el nivel de corriente de secuencia negativa excede la capacidad continua de secuencia negativa del generador. La función deberá tener características ajustables de actuación para anunciación y disparo.

4. Función Sobrecarga del Estator (49GEN). La función de detección de sobrecarga del estator deberá proteger a los devanados del estator del generador contra el sobrecalentamiento debido a carga excesiva. Esta función deberá incorporar una simulación digital basada en un elemento de imagen de las características térmicas de los devanados, con función de memoria completa para proveer protección con base en las constantes de tiempo térmicas particulares del

generador, utilizando la corriente de salida de los conductores principales del generador y permitiendo compensación por la temperatura ambiente. Esta función deberá tener características ajustables de actuación para anunciación y disparo.

5. Función Sobrecorriente Controlada por Voltaje (51VGE). Esta función deberá tener dos etapas ajustables en corriente, una etapa de operación instantánea (no controlada por tensión) y otra temporizada (controlada por tensión) para proveer protección para fallas sostenidas más allá de la zona de protección de la función diferencial del generador y también deberá proveer protección de respaldo para las funciones diferencial del Transformador Elevador y Distancia de las Líneas Generador, en caso de fallas entre fases.

La función temporizada deberá inhibir el disparo por sobrecorriente hasta tanto la caída de voltaje en los terminales del generador llegue a los valores de ajuste. Los valores de actuación para corriente, voltaje y tiempo deberán ser ajustables. La característica de operación de esta función deberá tener una característica de tiempo ajustable y además tener características ajustables de actuación para anunciación y disparo.

6. Función Balance de Fase (50/51BFG). La función balance de fase deberá ser del tipo de sobrecorriente con enganche ajustable, utilizando valores monofásicos de corriente y deberá tener una etapa instantánea y otra retardada. Esta función proveerá protección contra desbalance magnético y para fallas entre arrollados del estator. El rango de corriente deberá ser ajustable para ambas etapas. Los valores de tiempo de actuación y retardo de tiempo deberán ser ajustables en incrementos pequeños para la etapa retardada.

7. Función Balance de Neutro (50/51BNG). La función de detección de desbalance de neutro del generador deberá ser del tipo de sobrecorriente y deberá utilizar valores monofásicos de corriente. Esta función deberá tener una etapa instantánea y otra retardada, el rango de corriente deberá ser ajustable para ambas etapas y los valores de tiempo de actuación y retardo de tiempo deberán ser ajustables en incrementos pequeños. La muestra de corriente para esta función deberá obtenerse del transformador de corriente ubicado en el neutro del

generador para detectar desbalance de corriente en el neutro del generador, y así proveer protección contra fallas entre bobinas de la misma fase del estator.

8. Función Sobrevoltaje (59GEN). Esta función deberá usar valores de tensión trifásicos con una relación de reposición alta. La función deberá tener dos etapas ajustables en voltaje independientemente. La etapa de actuación por retardo de tiempo, la cual será ajustada para dar oportunidad al regulador de la excitatriz a responder ante situaciones transitorias y la etapa instantánea para sobrevoltajes mayores.

9. Función Sobreexcitación (24GEN). Esta función será usada para proteger al generador de niveles excesivos de densidad de flujo magnético, causados por una sobreexcitación del generador. Esta función deberá medir la relación V/Hz (voltios-hertz) y si esta excede el valor de ajuste, se deberá generar un comando de disparo después de transcurrido un determinado tiempo de retardo. Esta función deberá tener dos características definidas para lograr la protección óptima y flexibilidad operacional del generador, una característica deberá ser de tiempo definido y deberá tener ajuste de la relación V/Hz y de su retardo de tiempo y la otra característica deberá ser de tiempo inverso.

10. Función Protección 95% Falla a Tierra del Estator (59GN1): Esta función deberá ser del tipo de sobrevoltaje con enganche ajustable, con una relación de reposición alta. Los ajustes de voltaje y tiempo deberán ser ajustables independientemente. El esquema de esta función deberá permitir la conexión del equipo de protecciones en paralelo con una resistencia, la cual estará conectada en paralelo con el secundario de 240 V del transformador para puesta a tierra del neutro del generador, tal como se indica en los Planos. La función deberá ser capaz de proteger el 95% del devanado del estator del generador contra fallas a tierra. El equipo deberá ser equipado con filtros para eliminar todos los armónicos desarrollados en el neutro del generador bajo condiciones normales de operación, con el fin de evitar disparos erráticos.

11. Función Protección 100% Falla a Tierra del Estator (59GN2): Esta función deberá proveer 100% de protección contra fallas a tierra en cualquier punto del devanado del estator, incluyendo los conductores principales y el neutro

del generador. Esta función, deberá ser capaz de supervisar y proteger el 100% del devanado del estator para fallas a tierra cuando el generador se encuentre energizado, parado y durante arranques y paradas. EL CONTRATISTA deberá suministrar todo el equipamiento necesario, a ser instalado en el cubículo de puesta a tierra del neutro del generador suministrado por otros, para que esta función opere mediante la inyección de una señal de voltaje de baja frecuencia entre el punto neutro del generador y tierra, tal como se muestra en los Planos, codificada para proveer seguridad contra disparos falsos o disturbios externos tales como transitorios de maniobra.

12. Función Protección 100% Falla a Tierra del Estator (59GN3). Esta función deberá proveer 100% de protección contra fallas a tierra en cualquier punto del devanado del estator, incluyendo los conductores principales y el neutro del generador, usando el principio de medición de voltajes de terceros armónicos presentes en el generador.

13. Función Desbalance de Voltaje (60GEN). Esta función deberá ser empleada para supervisar los transformadores de tensión y sus secundarios (fusibles ubicados en el lado de alto a baja tensión). La actuación de esta función deberá generar un bloqueo de las funciones o dispositivos cuya operación dependa del estado de los circuitos de tensión asociados a los transformadores de potencial. Las señales de entrada a esta función consistirán en voltajes trifásicos provenientes de un juego de transformadores de potencial, energizado desde el mismo voltaje primario. La función deberá detectar la pérdida de tensión y dar alarma en caso de detectarse uno, dos o tres fusibles quemados, indicando cual fase del transformador de potencial ha perdido su tensión; además se deberán bloquear las funciones y dispositivos correspondientes. Se deberá evitar la actuación de esta función debido a la disminución en la tensión causada por fallas cercanas en el sistema de potencia. El valor de tensión de operación deberá ser ajustable y su tiempo de actuación deberá ser menor al mínimo tiempo de actuación de las funciones a bloquear. Esta función deberá tener características ajustables de actuación para anunciación y disparo.

14. Función Diferencial del Generador (87GEN). La función diferencial del generador deberá aceptar corrientes trifásicas de entrada y ser de porcentaje

variable. La función no deberá ser afectada por transitorios de c.c. asociados con corrientes de corto circuito asimétricas y deberá ser adecuada para uso con transformadores de corriente convencionales. La función deberá operar únicamente para fallas internas en el generador, y antes de que los transformadores de corriente se saturen severamente. La función deberá tener como característica una pendiente de operación ajustable y una sensibilidad de operación ajustable, la función deberá ser muy sensitiva a las fallas internas y poco sensitiva a los errores de corriente de los transformadores de corriente durante fallas externas severas. El tiempo de disparo para corrientes diferenciales mayores de 2 A (en el secundario) deberá ser menor de dos ciclos.

15. Función Pérdida de Sincronismo (78GEN). Esta función deberá proteger al generador contra la pérdida de sincronismo que pueda resultar de la pérdida de excitación, o de un desequilibrio con el sistema por una falla en el sistema de potencia. La función deberá tener etapas de ajuste suficientes para discriminar si la pérdida de sincronismo es causada por el sistema o por fallas internas en el generador ó en su sistema de control.

La función deberá generar la señal de disparo del/los interruptor(es) asociados al generador, ubicados en el patio de distribución cuando el ángulo entre el voltaje del generador y el del sistema sea menor de un valor seleccionable, pero siempre menor de 90°. La función deberá tomar sus valores de entrada de los transformadores de corriente y potencial, tal como se muestra en los planos, y deberá operar bajo el principio de medida del área de impedancia (respuesta de frecuencia polar) en el diagrama R – X, o bien por el principio de ascenso y descenso cíclico de la corriente de línea.

16. Función Potencia Inversa (32GEN). La función potencia inversa deberá proteger principalmente al sistema, para evitar el suministro innecesario de potencia a la unidad. Esta función deberá poseer valores ajustables de actuación y la misma será utilizada para producir disparo y alarma. Esta función deberá tener un tiempo de retardo ajustable el cual deberá ser suficiente para prevenir alarmas falsas durante oscilaciones de potencia causadas por disturbios en el sistema o cuando la máquina se está sincronizando al sistema.

17. Función Protección de Distancia de Línea (21GEN). La función de detección de impedancia de línea deberá proveer protección de respaldo para el generador y el transformador, incluyendo la línea hasta el Patio de Distribución, y activándose en todas las combinaciones de fallas de fase a fase, falla de dos fases a tierra y fallas trifásicas. (El Sistema de Protección correspondiente para los terminales de línea opuestos en los Patios de Distribución a 230kV y 400kV será suministrado por otros). La función deberá diseñarse para tiempos cortos de disparo en caso de fallas en el generador, en las barras de fase aislada o en el devanado de bajo voltaje del transformador principal de potencia. También deberá actuar como protección de respaldo para la función diferencial. En caso de fallas en el lado de alta tensión del transformador de potencia o en las líneas de transmisión que se extienden desde la Casa de Máquinas hasta los Patios de Distribución a 230kV y 400kV, la función deberá operar con un retardo de tiempo ajustable.

18. Función Protección Contra Energización Accidental del Generador (51/27GEN). Esta función deberá proveer una señal de disparo a los interruptores de alta tensión asociados al generador ubicados en los Patios de Distribución 230 kV y 400 kV, para desconectar rápidamente al generador del sistema de potencia, cuando el generador es energizado accidentalmente, estando fuera de servicio. Esta función deberá ser lo suficientemente rápida como para evitar el calentamiento excesivo del hierro del rotor, debido a la circulación de altas corrientes inducidas en el mismo y evitar el daño causado al estator por las altas corrientes iniciales, en caso de ocurrir una energización inadvertida del generador a causa de errores de operación, mal funcionamiento de los circuitos de control o una combinación de estas causas. El diseño de esta función deberá estar basado en un esquema de sobrecorriente supervisada por voltaje, en el cual los detectores de sobrecorriente instantáneos deberán estar preparados para actuar solo cuando la unidad generadora es colocada fuera de línea y mientras la unidad está parada, suministrando así protección contra energización accidental del generador. Los detectores de sobrecorriente serán habilitados y deshabilitados mediante funciones de tensión con retrasos de tiempo en los terminales del generador. Se deberán permitir ajustes de los voltajes de actuación y de los retrasos de tiempo.

19. Función Permisivo para Sincronización (59GA). Esta función deberá utilizar valores de tensión trifásicos ajustables tanto en tiempo como en voltaje. Su actuación deberá generar un permisivo al sistema de sincronización de la unidad.

20. Función de Supervisión de los Circuitos de Corriente (74TCU). Esta función deberá supervisar los circuitos de corriente que están conectados a los Sistemas de Protección, para evitar disparos erráticos de funciones, ante situaciones de circuitos abiertos o cortocircuitos. Esta función deberá realizar el bloqueo de las funciones de protección afectadas, así como la generación de las alarmas necesarias.

21. Función de Detección de Corriente Circulante en el Eje (51EJE). Esta función deberá detectar e indicar la corriente circulante a través de los ejes superior y principal de la Unidad, resultante del voltaje inducido entre los mismos y del deterioro del aislamiento del cojinete combinado y del cojinete guía superior del generador. El sistema deberá tomar las señales de transformadores de corriente adecuados para montaje alrededor del eje superior entre el rotor y el cojinete guía superior del generador. Los transformadores de corriente, el relé sensor de corriente y el cableado desde los transformadores de corriente serán suministrados por EL CONTRATISTA, así como la instalación de los transformadores de corriente y el cableado hasta los relés. EL CONTRATISTA deberá instalar los relés sensores de corriente en los Tableros de Control de Unidad, y realizar todo el cableado del esquema de protecciones asociado, así como de suministro de energía a los relés sensores en cuestión.

E. Funciones de Protección del Transformador Principal de Potencia

1. El Sistema de Protección del Transformador Principal de Potencia deberá tener todas las funciones que se indican a continuación, las cuales deberán ser agrupadas en una matriz de disparo, para activar los relés de enclavamiento y realizar las funciones de disparo de interruptores, tal como se muestra en la Tabla No.2.

Tabla No. 2: Funciones de Protección de los Transformadores Principales de Potencia

Funciones de Protección	Código	Sistema Primario	Sistema Secundario	Relé (86T)
Sobrecorriente del Neutro del Transformador	51NTR	X	X	X+
Diferencial del Transformador	87TRF	X	X	X+
Diferencial de la Unidad	87U	X	X	X+
Supervisión de los Circuitos de Corriente	74TCT	X	X	

Nota: Las funciones con el signo más (+) serán supervisadas por la función de supervisión de los circuitos de corriente asociados.

2. Función Protección de Sobrecorriente del Neutro a Tierra del Transformador (51NTR). La función de sobrecorriente del neutro a tierra del transformador deberá ser de tiempo definido e insensible a armónicos y componentes de c.c., y con un amplio rango de tiempo para enganche, ajustable en escalones pequeños. Esta función será empleada para detectar corrientes del neutro y proporcionar señales de disparo y alarma. Esta función deberá tener un rango de corriente ajustable.

3. Función Protección Diferencial del Transformador (87TRF). La función de protección diferencial del transformador deberá aceptar los valores de corriente de las tres fases, ser de tipo porcentaje variable y adecuada para entradas desde 3 ó 4 conjuntos separados de transformadores de corriente. Esta

función será usada para proteger los terminales del generador, el transformador principal de potencia y la derivación hacia los transformadores de servicio de la central en las unidades N° 1, 3, 5 y 8 de cualquier falla que ocurra dentro de la zona de protección diferencial. Esta función deberá proveer protección completa contra sobrecorrientes súbitas. La función deberá ser insensible a la corriente de magnetización súbita normal del transformador, pero deberá actuar en el caso de ocurrencia de una falla durante el período de magnetización súbita. La función deberá operar antes de que los transformadores de corriente se saturen severamente. La característica de la función deberá tener una pendiente de operación y una relación de sensibilidad para operación ajustable. El tiempo de disparo para corrientes diferenciales mayores de 2 A (en el secundario) deberá ser menor de dos ciclos.

4. Función Diferencial de la Unidad (87U). La función Diferencial de la Unidad deberá proveer protección contra fallas entre fases en el devanado del estator del generador, en el lado de baja tensión del transformador elevador (barras de fases aisladas) y la derivación hacia los transformadores de servicio de la Casa de Máquinas I de las Unidades 1 a 10, según corresponda con lo indicado en los planos. Además, deberá proteger contra todo tipo de fallas en el lado de alta tensión del transformador elevador.

Esta función deberá tener característica de operación con pendientes ajustables, sensibilidad de operación ajustable, deberá ser muy confiable ante fallas internas, insensible ante errores de corriente y saturación de los transformadores de corriente y altamente estable durante fallas externas. La función deberá, además, aceptar entradas de corriente de tres fases y adecuadas a tres conjuntos separados de transformadores de corriente.

Esta función deberá proveer protección completa contra sobrecorrientes súbitas y corrientes reactivas generadas por sobreexcitación severa. La función deberá compensar las magnitudes de las corrientes y el grupo vectorial del transformador de potencia y además ser insensible a la corriente de magnetización súbita normal del transformador, pero deberá actuar en el caso de ocurrencia de una falla durante el período de magnetización súbita.

El tiempo de disparo para corrientes diferenciales mayores de 2 A (en el secundario) deberá ser menor a dos ciclos. Esta función deberá tener características ajustables de actuación para anunciación y disparo.

5. Función de Supervisión de los Circuitos de Corriente (74TCT): Esta función deberá supervisar los circuitos de corriente que están conectados a los Sistemas de Protección, para evitar disparos erráticos de funciones, ante situaciones de circuitos abiertos o cortocircuitos. Esta función deberá realizar el bloqueo de las funciones de protección afectadas, así como la generación de las alarmas necesarias.

11.3-03. SISTEMA DE MEDICIÓN DE VARIABLES ELECTRICAS.

A. General

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar un Sistema Multifuncional de Medición de Variables Eléctricas, constituido por dos (2) equipos para cada una de las diez (10) unidades generadoras junto al Transformador de Potencia respectivo, incluyendo los equipos y programas para realizar las tareas de ingeniería y mantenimiento. Mediante la aplicación de los conceptos de redundancia, el diseño del sistema de medición de las variables eléctricas deberá garantizar la información continua y confiable necesaria para la correcta supervisión y operación de las Unidades.

2. EL CONTRATISTA deberá suministrar un Contador de Energía Eléctrica, para cada una de las diez (10) Unidades de Generación.

3. Los Medidores Multifuncionales asociados a las Unidades Generadoras junto a los Transformadores de Potencia respectivos, así como los Contadores de Energia deberán ser instalados en el Tablero de Control de Unidad (TCU).

4. La configuración del Sistema Multifuncional de Medición de Variables Eléctricas, así como la de los Contadores de Energía deberá diseñarse para operación con las conexiones y relaciones de los transformadores de medida mostrados en los Planos. Se deberán incluir borneras y/o plugs de prueba, de tal manera que permitan aislar totalmente los equipos multifuncionales de medición de variables eléctricas y los contadores de energía.

B. Sistema Multifuncional de Medición de Variables Eléctricas

1. Los Medidores de Variables Eléctricas de las Unidades y Transformador Principal de Potencia respectivo deberán ser del tipo multifunción, de última tecnología, que ofrezcan confiabilidad, amplia gama de información y número de parámetros eléctricos monitoreados desde las Unidades Generadoras y Transformadores de Potencia.

2. Los Medidores Multifuncionales de Variables Eléctricas deberán ser conectados mediante fibra óptica con el Controlador Principal, ubicado en el Nivel de Control Distribuido.

3. Los Medidores Multifuncionales deberán aceptar entradas de voltaje y corriente provenientes de los transformadores de potencial y de los transformadores de corriente por medio de un módulo de aislación, el cual deberá convertir estas señales de entrada en señales aisladas de voltaje o corriente, adecuadas para su conexión al módulo de medición. El voltaje nominal de entrada al módulo de aislación deberá ser 120 V c.a., 60Hz, con un rango de operación de 0 a 150 V c.a. y una capacidad de sobrecarga continua de 200 V c.a. La carga no deberá exceder 3 VA a 120 V c.a., 60 Hz. La corriente nominal de entrada al módulo de aislación deberá ser 5 Amperios, 60 Hz, con un rango de operación de 0 a 5 Amperios, 60 Hz y una capacidad de sobrecarga continua de 20 A y 200 A por 1 segundo por hora. La carga no deberá exceder 0.2 VA, 60 Hz. El módulo de aislación deberá estar contenido en una caja metálica para montaje en superficie y su ubicación no deberá afectar el funcionamiento de otros componentes electrónicos sensibles a las interferencias. Las conexiones eléctricas deberán hacerse en bloques de terminales de tornillo aislados y se deberá suministrar una

conexión separada para tierra. Los módulos de medición deberán procesar las señales de entrada utilizando técnicas de procesamiento digital y ser adecuados para medir señales de tres fases, 60 Hz con un error que no deberá exceder 0.25 % del rango a 25ºC. Los módulos deberán ser programables para calcular potencia y energía activa, potencia y energía reactiva, factor de potencia, frecuencia, voltaje y corriente. Los módulos deberán tener aislación entre la entrada, salida, fuente de alimentación, y la tierra del módulo.

4. Los Medidores Multifuncionales deberán estar dotados con un despliegue alfanumérico y teclado frontal, que servirá para presentación local de las variables eléctricas medidas, así como para programación local del medidor.

5. La alimentación auxiliar de los equipos medidores multifuncionales deberá ser a 125 Vcc, con un rango de variación del voltaje de entrada de 105 Vcc a 140 Vcc.

6. Todos los parámetros y ajustes deberán ser almacenados en memoria no volátil, la cual deberá mantenerse en el caso de una pérdida de alimentación.

7. Los Medidores Multifuncionales deberán ser dotados con un puerto de comunicación del tipo serial para conectar localmente con un Computador Personal Portátil, para los propósitos de configuración, parametrización, programación y pruebas. EL CONTRATISTA deberá suministrar el software, los cables y accesorios requeridos para dicha conexión. Este software deberá ser instalado en el Computador Personal Portátil descrito en la Cláusula 11.3-04-B-9.

C. Contadores de Energía

1. Los contadores de energía deberán ser integrados al Sistema Automatizado de Medición de Energía de CORPOELEC, denominado SAMEE, para ello, EL CONTRATISTA deberá suministrar todo el equipamiento y la programación necesaria para lograr esta integración.

2. Los contadores de energía eléctrica, deberán poseer clase de precisión 0.2 S para medición de energía activa de acuerdo a las norma IEC 62053-022.

3. El tipo de conexión de los contadores de energía eléctrica deberá ser trifásica a cuatro hilos (tres elementos), con una capacidad de sobrecarga en el circuito de tensión del 115%, y deben operar normalmente sin presentar daños o sin que se vea afectada su precisión entre rangos de temperatura y condiciones de humedad relativa presentes en el Sitio, y descritas en el Volumen 3 (Requisitos Generales).

4. Las entradas de alimentación auxiliar, entradas de referencia y entradas de conexión para línea telefónica, deberán ser protegidas mediante supresores de transitorios, que garanticen la protección contra sobretensiones.

5. Los circuitos de tensión asociados a los Contadores de Energía deberán ser protegidos por un interruptor trifásico.

6. Los contadores deberán estar diseñados para soportar descargas electrostáticas, campos electromagnéticos de alta frecuencia y transitorios rápidos. De igual manera, los contadores no deberán generar ruido que afecte la operación de otros equipos electrónicos dentro de la Casa de Máquinas.

7. Los contadores de energía eléctrica deben ser compatibles con el Sistema de Adquisición y Procesamiento de Datos MV-90, suministrado por Itron, Inc.

8. Los contadores de energía eléctrica deberán ser para montaje en bastidor, y ser del tipo enchufable, de tal manera que al momento de ser extraídos, se cortocircuite automáticamente los circuitos de corriente y se aíslen los circuitos de tensión.

9. Los contadores de energía eléctrica deberán ser capaces de registrar y presentar en pantalla, comenzando desde cero, por un mínimo de 1500 horas, la energía correspondiente a la máxima corriente y voltaje con un factor de potencia igual a uno, según norma IEC 62053-22; además deberán ser capaces de registrar en forma segura en un dispositivo de memoria, intervalo por intervalo, la data de medición de las funciones activas (energía activa, energía reactiva, demanda máxima kW, etc) en un período de facturación definido. Las baterías de respaldo de los dispositivos de almacenamiento deberán ser de litio, de larga duración, los contadores deberán permitir la interrogación remota, a fin de realizar la adquisición de los datos almacenados, reprogramación de los parámetros operativos, y reajuste de su hora y fecha. Estas opciones deberán ser habilitadas mediante una clave de acceso.

10. Los contadores de energía eléctrica deberán permitir la interrogación de varios contadores utilizando una sola línea telefónica y poseer como mínimo los siguientes medios de comunicación: Puerto óptico, tarjeta modem para comunicación vía telefónica y puerto serial RS-232 o RS-485 para PC estándar, los mismos deberán ser programables y configurables por software según requerimientos.

11. Los contadores de energía eléctrica deberán poseer un Led emisor de pulsos, proporcionales a la energía medida y permitir la conexión de un cabezal magnético para fines de pruebas de verificación de la precisión; adicionalmente, deberán poseer como mínimo un juego de contactos secos tipo "C" que actúen en forma proporcional a la energía medida, para las funciones de medición de energía activa y reactiva.

12. Los contadores de energía deberán preservar todos los datos críticos de facturación y respaldar los parámetros de configuración en una memoria no volátil tipo EPROM, ante alguna interrupción de la alimentación auxiliar.

13. Los contadores de energía eléctrica deberán ser suministrados con su software para programación, calibración, mantenimiento y comunicación; así como con todos sus accesorios. Este software deberá ser instalado en el Computador Personal Portátil descrito en la Cláusula 11.3-04-B-9 y en el Sistema Automatizado de Medición de Energía de CORPOELEC.

14. Los contadores de energía eléctrica deberán ser suministrados con sus certificados de calibración avalados por SENCAMER.

D. Equipos de Verificación y Pruebas

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar dos (2) Equipos de Verificación y Pruebas para Contadores de Energía Eléctrica y Medidores Multifuncionales de Parámetros Eléctricos, con las siguientes características:

a. Alimentación auxiliar monofásica de 100 a 240 Vc.a. ± 10%, 60 HZ ± 5%.

b. Clase de precisión: 0.02%.

c. El error deberá ser independiente del modo de medida.

d. Rango de temperatura de operación; -5 °C a +40 °C.

e. Rango de medida de corriente de 0.05 a 24 A con un mínimo de cuatro rangos internos; error de ± 0.02% del valor de medida.

f. Rango de medida de tensión de 45 a 320 VAC con un mínimo de tres (3) rangos internos; error de ± 0.02% del valor de medida.

g. El medidor patrón debe ser adecuado para la verificación de todo tipo de contadores de energía eléctrica.

h. Cada equipo patrón deberá incluir dos (02) cabezales fotoeléctricos para lectura del disco de medidores de inducción y pulsos de LED de medidores electrónicos, puerto de entrada de pulsos provenientes de contactos secos tipo "C" (K,Y,Z) y base portátil para fijación del contador de energía eléctrica bajo prueba.

2. Cada equipo patrón debe poseer una fuente de inyección trifásica con las siguientes características:

a. Tres (03) canales de tensión y Tres (03) canales de corriente.

b. Alimentación auxiliar: 100 a 240 VAC ± 10 %, 60 HZ ± 5 %.

c. Rango de temperatura de operación: -5 °C a +40 °C.

d. Rango de inyección de tensión: 0 a 300 VAC por fase.

e. Rango de inyección de corriente: 0 a 24 A por fase.

f. Potencia de salida Trifásica: 60 VA para el valor final del rango de medida.

g. Distorsión armónica de tensión y corriente: 0.7%.

h. Precisión de las fuentes de tensión y corriente: < 0.2% con relación al valor final del rango de medida.

i. Rango de ajuste de ángulo de fase: 0° a 360° ± 0.1°.

j. Rango de ajuste de frecuencia: 45 a 65 HZ ±0.01 HZ.

k. El software de control y comunicación deberá ser compatible para trabajar bajo sistemas operativos que operen con ambientes gráficos de ventanas.

l. Deberá ser adecuado para el control simultáneo del equipo patrón y la fuente de inyección trifásica.

m. Deberá ser capaz de generar reportes, automatizar procesos de medida y crear archivos para su almacenamiento.

n. El software debe ser entregado en formato estándar en disco CD-ROM.

o. Los equipos patrón con sus fuentes de inyección deben suministrarse con maletas de transporte las cuales deberán ser resistentes, con interior de espuma rígida, impermeable, hermética, a prueba de polvo, resistente a productos químicos y a prueba de corrosión.

11.3-04. SISTEMA DE SINCRONIZACIÓN.

A. General

1. Los dispositivos y accesorios necesarios para realizar el proceso de sincronización de las unidades al sistema eléctrico, estarán alojados en los Tableros de Sincronización, en los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV. Se deberá disponer de un sincronoscopio para las 10 unidades y de un sincronizador automático, para cada unidad generadora, tanto para el modo de sincronización manual como para el modo de sincronización automática, según corresponda. Además, se deberá suministrar un relé de verificación de sincronismo como medio de respaldo, para cada unidad generadora.

2. El consumo de potencia de cada uno de los equipos que conformen el Sistema de Sincronización no deberá ser mayor a 10 VA. La carga consumida por cada una de las entradas a los equipos de sincronización, proveniente de los transformadores de potencial no deberá ser mayor a 0,5 VA.

3. Los contactos de los relés de salida deberán tener una capacidad nominal de corriente de 20 A a 250 V cc y una capacidad de interrupción inductiva de 0.4 A a 250 V cc.

4. Los equipos deberán cumplir con los requerimientos establecidos en la norma IEEE C37.90.1 "Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Protective Relays and Relay Systems". Las partes que conformen el Sistema de Sincronización no deberán ser afectadas por la operación cercana de equipos de radio frecuencia VHF o UHF.

B. Sincronizador Automático.

1. El sincronizador automático deberá ser de tecnología numérica, de diseño modular fácilmente extraíble y enchufable, instalado en bastidor de 19".

2. El sincronizador automático deberá estar programado para controlar automáticamente el voltaje y la velocidad de la unidad e iniciar el cierre del interruptor de la línea- generador a una diferencia de frecuencia, una diferencia de voltaje y un ángulo de fase apropiado para la sincronización de la unidad con el sistema de potencia. El sincronizador automático deberá tener dos (2) ajustes de tiempo para el cierre de interruptores.

3. Los módulos que conformen el sincronizador automático deberán tener fuentes de alimentación independientes. El sincronizador automático deberá ser capaz de operar de manera precisa para variaciones del ±10% del voltaje nominal de entrada de 120Vca y variaciones del ±5% de la frecuencia nominal del sistema de 60 Hz.

4. El sincronizador automático deberá estar equipado con dispositivos de ajuste desde el frente del equipo de los siguientes parámetros de sincronización:

a. Límite superior de voltaje: Ajustable en un rango del 80% al 130% de la tensión nominal proveniente de los transformadores de potencial. La precisión del dispositivo de ajuste deberá ser menor o igual del 1% a escala completa. Se deberán suministrar diodos LED para indicación de voltajes altos.

b. Límite inferior de voltaje: Ajustable en un rango del 70 al 100% de la tensión nominal proveniente de los transformadores de potencial. La precisión del dispositivo de ajuste deberá ser igual o menor al 1% a escala completa. Se deberán suministrar diodos LED para indicación de voltajes bajos.

c. Diferencia de tensión: La precisión del dispositivo de ajuste deberá ser igual o menor del 1% a escala completa. Se deberá suministrar un (1) diodo LED para indicar que la diferencia de voltaje está dentro del límite fijado.

d. Diferencia de frecuencia: La precisión del dispositivo de ajuste deberá ser igual o menor del 1% a escala completa. Se deberá suministrar un (1) diodo LED para indicar que la diferencia de frecuencia está dentro del rango de ajuste.

e. Tiempo de avance de cierre del interruptor: El rango de ajuste deberá ser una entrada programable entre 0 a 300 ms, en pasos continuos, de tal forma de adaptarlo al tiempo de operación del interruptor. El ángulo de cierre del interruptor deberá tener una posición de ±2 grados o mejor para una diferencia de frecuencia por debajo de 0,5 Hz.

5. El sincronizador automático deberá estar equipado con dispositivos de ajuste desde el frente del equipo de los siguientes parámetros, para el control de la tensión y velocidad de la unidad:

a. Tasa de duración y repetición de los comandos de subir y bajar velocidad de la unidad. Se deberán suministrar indicaciones mediante diodos LED para estos comandos así como para indicar si la frecuencia del generador o la del sistema es mayor.

b. Unidad de pulso reguladora de la frecuencia del generador, que permita corregir el ángulo de fase de los valores de tensión del generador.

c. Tasa de duración y repetición de los comandos de subir y bajar voltaje de la unidad. Se deberán suministrar diodos LED para indicación de los comandos de subir y bajar tensión.

6. Los contactos de salida del sincronizador automático deberán cerrar al menos 400 mseg después de la activación. Luego de la operación de cada relé de salida del equipo, el sistema deberá ser bloqueado para prevenir una operación errónea por rebotes en estos relés.

7. Si las condiciones de diferencia de voltaje y de frecuencia se encuentran dentro del rango permitido, el sincronizador automático deberá ser capaz de cerrar el interruptor de la linea- generador una vez que la diferencia de fase alcance el valor más cercano a cero grados, tomando en cuenta el tiempo de avance de cierre del interruptor.

8. El sincronizador automático deberá tener una función de anti-motorización que permita la sincronización de la unidad únicamente cuando la frecuencia del generador es mayor que la del sistema.

9. EL CONTRATISTA deberá suministrar un Computador Personal Portátil, con toda la programación necesaria, a fin de configurar y parametrizar los sincronizadores automáticos y los relés de verificación de sincronismo. El alcance debe incluir los cables para interconectar el PC con los equipos de sincronización. El computador personal portátil deberá cumplir con los requisitos especificados en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina). En este computador se deberá instalar también todo el Software asociado con el Sistema de Medición de Variables Eléctricas, descrito en la Cláusula 11.3-03-B-7 de estas Especificaciones.

10. La alimentación auxiliar del sincronizador debe ser a 125 Vcc, con un rango de variación del voltaje de entrada de 105 Vcc a 140 Vcc.

11. Las tensiones de entrada a ser tomadas como referencia para la sincronización deberán ser programadas por software dentro de un rango de 50 a 130 Vca.

C. Relé de Verificación de Sincronismo.

1. El relé de verificación de sincronismo será utilizado como respaldo a la sincronización manual y automática, y deberá ser de tecnología numérica. Su principal función será verificar que los ángulos de fase entre las tensiones del generador y las del devanado de baja tensión respectivo del transformador principal de potencia estén dentro de los límites permitidos. El relé de verificación de sincronismo deberá poseer dos (2) ajustes de tiempo para cierre de interruptores.

2. Los siguientes controles deberán estar disponibles para realizar los ajustes dentro de la precisión especificada sin necesidad de equipos externos:

a. Límite superior de voltaje para ambas entradas de tensión: Ajustables en un rango del 80 al 130% de la tensión nominal proveniente de los transformadores de potencial. La precisión del dispositivo de ajuste deberá ser menor o igual al 1% a escala completa.

b. Límite inferior de voltaje para ambas entradas de tensión: Ajustable en un rango del 70 al 100% de la tensión nominal proveniente de los transformadores de potencial. La precisión del dispositivo de ajuste deberá ser igual o menor del 1% a escala completa.

c. Diferencia de tensión: Los límites de diferencia de voltaje deberán ser ajustables. La precisión deberá ser igual o menor del 1% a escala completa.

d. Diferencia de frecuencia: Deberá ser ajustable. La precisión del dispositivo de ajuste deberá ser igual o menor del 1% a escala completa.

e. Diferencia de ángulo: Deberá ser ajustable. La precisión del dispositivo de ajuste deberá ser igual o menor del 1% a escala completa.

f. El Tiempo para la orden de cierre del interruptor, luego que las condiciones de ángulo de fase se han cumplido, deberá ser ajustable. La precisión deberá estar dentro del ±4% a escala completa.

g. La alimentación auxiliar del verificador de sincronismo debe ser a 125 Vcc, con un rango de variación del voltaje de entrada de 105 Vcc a 140 Vcc.

h. Las tensiones de entrada a ser tomadas como referencia para la sincronización deberán ser programadas por software dentro de un rango de 50 a 130 Vca.

D. Sincronoscopio. El sincronoscopio será utilizado para realizar el proceso de sincronización en modo manual de las Unidades 1 a 10 de la Casa de Máquinas I de Guri. Deberá ser digital, monofásico y de escala con cero central, mediante un arreglo en forma circular de diodos LED. EL CONSTRATISTA deberá suministrar una Tablero de Sincronización Manual para las 10 Unidades. El tablero estará ubicado en los Patios de 230 kV y 400kV, en la Casa de Máquinas, en la Sala de Mando. CORPOELEC indicará durante la ingeniería de detalle la ubicación exacta. El Tablero deberá cumplir con todos los requisitos especificados en el Literal E. Para el proceso de sincronización manual, EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar en el tablero de sincronización manual (TSM) los siguientes instrumentos indicadores: un voltímetro doble, un voltímetro diferencial y un frecuencímetro doble. El sincronoscopio y los instrumentos de medición asociados con la sincronización manual deben ser adecuados para efectuar sus funciones a partir de una tensión de $120/\sqrt{3}$ Vc.a.

E. Tableros de Sincronización: EL CONTRATISTA deberá suministrar diez (10) tableros de sincronización (TSIN), los cuales serán ubicados en los

Patios de Distribución a 230kV y 400 kV; en la Casa de Mando de 230/400 kV, en la Sala de Mando. CORPOELEC indicará durante la ingeniería de detalle la ubicación exacta. En cada tablero de sincronización, se deberán instalar un sincronizador automático, un relé de verificación de sincronismo y un sincronoscopio junto a los demás equipos especificados en el literal D de esta cláusula.

1. Los tableros de sincronización deberán ser del tipo para uso interior, con bastidor giratorio donde se instalen los equipos de sincronización. Los tableros deberán ser autosoportados, de construcción modular y deberán cumplir con los requisitos de la publicación NEMA PB-2.

2. Los tableros de sincronización deberán construirse con láminas preformadas de acero laminado liso, soldadas y reforzadas donde se requiera, para permitir el acceso a todo el equipamiento. Los tableros deberán ser ventilados adecuadamente, por medio de aberturas con persianas provistas con tela metálica no ferrosa contra insectos colocada en su interior. Se deberán suministrar los soportes o dispositivos que se requieran para la fijación de los tableros en el sitio. Los tableros deberán cumplir con lo especificado en Volumen 3 (Requisitos Generales).

3. Deberá proveerse en los tableros de sincronización una barra continua de cobre para puesta a tierra, sin aislamiento, a lo largo de la parte posterior de los tableros, de un tamaño no menos de 5mm por 30mm. La barra de tierra deberá tener un conector adecuado para conexión de un cable de puesta a tierra de cobre, tamaño 4/0 AWG.

F. Equipos de Telesincronización

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar Veinte (20) Equipos de Telesincronización digital, los cuales serán usados para implementar las funciones de envío de comandos entre los Patios de Distribución a 230 kV, 400 kV y la Casa de Máquinas para la sincronización de las Unidades con el Sistema de Potencia.

2. En la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Guri, se deberán proveer: un (1) Equipos de Telesincronización a ser instalados dentro de cada uno de los diez (10) Tableros de Control de Unidad (TCU), en el mismo panel donde se instalarán los equipos de Teleprotección.

3. En los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV, se deberán proveer: diez (10) equipos de telesincronización a ser instalados dentro de diez (10) tableros de teleprotección a ser suministrados por este Contrato ubicados en los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV, en la Casa de Mando de 230/400 kV, los cuales estarán asociados a una Línea-Generador.

4. Cada equipo de telesincronización deberá tener una capacidad para transmitir/recibir (canales) no menor a dieciséis (16), en forma simultánea e independientes entre ellas.

5. Los equipos de telesincronización deberán ser de características similares a las del equipo de teleprotección y deberán cumplir con lo especificado en el Literal 11.3-02-B.11 (Equipos de Teleprotección) de esta Cláusula.

11.3-05. SISTEMA DE REGISTRO DE FALLAS

A. General

1. El CONTRATISTA deberá suministrar un Sistema de Registro de Fallas conformado por diez (10) Equipos Registradores de Fallas a ser instalados en los Tableros de Control de la Unidad (TCU) y una (1) Estación Maestra de Análisis de Fallas a ser instalada en la Sala de Computadores de Casa de Máquinas I de Guri. Además, se deberán suministrar dos (2) Computadores Personales Portátiles, para pruebas locales y mantenimiento de los registradores. El Sistema de Registro de Fallas deberá tener capacidad para realizar las funciones descritas en esta cláusula además de las reservas instaladas requeridas en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

2. Los Equipos Registradores de Falla deberán estar diseñados para cumplir las siguientes funciones básicas:

a. Detección de fallas y/o perturbaciones en el Sistema de Potencia que involucren a la Casa de Máquinas.

b. Registro de mediciones eléctricas y eventos asociados con las fallas y/o perturbaciones en la Casa de Máquinas y el Sistema de Potencia.

c. Comunicación con la Estación Maestra de Análisis de Fallas.

3. Las señales de entrada provenientes de los transformadores de corriente y tensión serán compartidas con el Sistema de Protección, según se muestra en los planos. Además, se supervisarán las señales de disparo de los Sistemas de Protección Primario y Secundario, tanto de los generadores como de los transformadores, así como la posición de los interruptores de los generadores.

4. La Estación Maestra de Análisis de Fallas se utilizará para reproducir y analizar las fallas y/o perturbaciones en la Casa de Máquinas 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.

B. Configuración de los Canales. Cada Registrador de Fallas deberá estar configurado y alambrado para manejar como mínimo cuarenta y ocho (48) canales analógicos y treinta y dos (32) canales digitales. Las señales de tensión y corriente supervisadas por cada Registrador de Fallas se indica en los planos. Adicionalmente, se deberá asignar un canal independiente, para la supervisión de la corriente residual (3Io) a la salida de cada unidad de generación.

C. 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").

D. Fuentes de Alimentación. Cada Registrador de Fallas deberá tener una (1) fuente de alimentación en corriente alterna. El voltaje de entrada nominal será de 125 V c.c. con posibles variaciones en el rango de 105 a 140 V c.c. La fuente de alimentación deberá proporcionar total aislamiento entre la entrada y la salida y estar protegida contra picos de voltaje y sobrecorrientes.

E. 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 de código IRIG-B generada por el Equipo de Sincronización de Tiempo, especificado en la Sección 11.2 (Control y Adquisición de Datos).

F. Entradas Analógicas. Los Registradores de Fallas deberán soportar corrientes de entrada de hasta 20 veces el valor nominal y sobretensiones continuas de hasta dos (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. Los canales analógicos deberán tener una exactitud mínima del 0,5% a plena escala. Cada canal analógico deberá ser adecuado para supervisar indistintamente una entrada de tensión o corriente. La selección del tipo de entrada (corriente o voltaje) 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. Por cada circuito de línea, Transformador o Generador se registrarán cuatro señales de tensión: en las fases y en el neutro. Las señales se toman de los secundarios de los Transformadores de Tensión ($120/\sqrt{3}$V) y auxiliares respectivos. Los Registradores de Fallas deberán soportar sobretensiones continuas de hasta dos veces el valor nominal sin sufrir daños o degradaciones. Por cada circuito de línea, transformación o generación se registrarán cuatro señales de corriente: en las fases y en el neutro. Las señales se toman de los secundarios de los Transformadores de corriente (5 A eficaces). En la selección de los "shunt" de corriente, del Registrador de Fallas se debe garantizar la adecuada resolución de las ondas de corriente en condiciones de carga. Los Registradores de Fallas deberán soportar corrientes de entrada de hasta 20 veces el valor nominal.

G. 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.

H. Tasa de Muestreo. Todos los canales de entrada deberán ser muestreados simultáneamente y sincronizados. Como mínimo, la rata de muestreo deberá ser programable desde 24 muestras por ciclo hasta 380 muestras.

I. Sensores Activadores. 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 o 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 la Estación Maestra de Análisis de Fallas. El Registrador deberá almacenar los datos de los canales que se activaron durante la falla.

J. Parámetros de Registro y Operación. La duración del registro antes (prefalla), durante y después (postfalla) de falla deberá tener ajustes independientes y deberán permitir ser modificados localmente, desde el computador personal portátil o remotamente, desde la Estación Maestra de Análisis de Falla. 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: 0 a 600mseg, 0.1 a 30seg y 800 ms a 3 s, respectivamente.

K. Alarmas. Las alarmas asociadas a la condición de los Registradores de Fallas deberán estar disponibles para su integración en el Sistema de Control y

en la Estación Maestra de Análisis de Fallas. Como mínimo, se deberán tener las siguientes alarmas:

1. Falla de los equipos.

2. Pérdida de alimentación c.c.

3. Memoria de Almacenamiento Continuo casi llena.

4. Memoria de Almacenamiento Continuo llena.

5. Sistema activado.

6. Pérdida de la señal de sincronismo IRIG-B.

7. Eventos en Memoria

L. 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. Cualquier condición de mal funcionamiento deberá señalizarse localmente en el mismo registrador y remotamente al Sistema de Control y la Estación Maestra de Análisis de Fallas.

M. Medio de Almacenamiento de Datos de Falla. Los registradores de falla deberán poseer una Memoria de Almacenamiento Continuo capaz de capturar doscientos (200) segundos, como mínimo, de registros de falla a la máxima tasa de muestreo. Adicionalmente cada Registrador de Fallas deberá estar equipado con una Memoria de Almacenamiento Masivo, formada por un disco duro, para almacenar todos los datos de falla. Como mínimo, el disco duro deberá almacenar toda la información relacionada con cincuenta (50) eventos registrados de la más larga duración, con una velocidad de muestreo desde 24 hasta 96 muestras/ciclo. Cada registro deberá incluir: la configuración del sistema, encabezamiento del registro, el comportamiento de la falla (duración de la falla, activador, mediciones de cada entrada analógica antes, durante y después de la

falla) y registro de las entradas de evento. Los Registradores de Fallas deberán tener la opción de borrar los archivos relacionados con una falla después de haber sido archivados en la Estación Maestra de Análisis de Fallas.

N. 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 la Estación Maestra de Análisis de Fallas. Todos los parámetros del sistema de Registro de Fallas deberán poder ser desplegados e impresos.

O. Equipo de Prueba por Inyección. Se deberá suministrar un (1) equipo de pruebas por inyección, así como todas las facilidades y medios en los Registradores para la inyección de voltajes y corrientes trifásicos de prueba y mantenimiento para inyección de corrientes y tensiones trifásicas a los Registradores de Fallas. Adicionalmente, el Equipo de Prueba por Inyección deberá estar equipado con los programas y dispositivos necesarios para generar señales de corriente y tensión provenientes de archivos de fallas reales en formato COMTRADE (IEEE C37.111-1991). Este equipo deberá ser liviano y de fácil transporte y deberá ser suministrado completo, con todo el software para el manejo del mismo y los cables de conexión hacia los Registradores y hacia el computador portátil. La alimentación eléctrica del Equipo de Inyección deberá ser a 120 Vca, 60 Hz; y deberá suministrarse con una maleta para transporte, la cual deberá ser resistente, con interior de espuma rígida, impermeable, hermética, a prueba de polvo, resistente a productos químicos y a prueba de corrosión.

P. Comunicaciones. 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 la Estación Maestra de Análisis de Fallas, mediante el uso de una red de fibra óptica.

Q. Computadores Personales. Se deberán suministrar dos (2) Computadores Personales Portátiles, del tipo para uso industrial, cada uno con su respectiva maleta para transporte, resistente a impactos, según se especifica en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina). Los Computadores Personales

Portátiles se utilizarán para ejecutar las labores de configuración, diagnóstico, asignación de canales, actualización de programas, ajustes, parametrización, mantenimiento y pruebas de los Equipos Registradores de Fallas. Además, permitirá grabar, imprimir y desplegar alarmas, ajustes, parámetros, eventos y valores medidos. Cada Computador Personal Portátil deberá suministrarse con programas basados en interfaz gráfica de ventanas, que no requieran conocimientos avanzados de ingeniería de programación para realizar las labores de mantenimiento y diagnóstico de los Equipos Registradores de Fallas. Estos computadores serán utilizados también, para trabajar en conjunto con los equipos de prueba por inyección, por lo que deberán contar con todo el software de comunicación y aplicación necesario para ejecutar estas tareas. EL CONTRATISTA deberá suministrar los cables y accesorios requeridos para la conexión entre el Equipo Registrador de Falla y el Computador Personal Portátil. Los textos y despliegues presentados en el Computador Personal Portátil deberán ser en idioma castellano y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Maquina).

R. Puertos de Comunicación. Los Registradores de Fallas deberán tener al menos dos (2) puertos de comunicación del tipo serial para establecer la comunicación con el Computador Personal Portátil y con la Estación Maestra de Análisis de Fallas.

S. Estación Maestra de Análisis de Fallas

1. Equipos. EL CONTRATISTA deberá suministrar una (1) Estación Maestra de Análisis de Fallas ubicada en la Sala de Computadores de la Casa de Máquinas I de Guri, la cual deberá ser utilizada para realizar remotamente las tareas de ingeniería y mantenimiento de todos los Registradores de Fallas suministrados. La Estación Maestra deberá estar conformada por un computador tipo PC el cual deberá cumplir con las características especificadas en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina).

2. Programas. La Estación Maestra de Análisis de Fallas deberá incluir toda la programación necesaria para realizar la recolección de los registros y eventos desde los Registradores de Fallas y para la evaluación detallada de los

registros. La programación de la Estación Maestra de Análisis de Fallas deberá cumplir con las siguientes características:

a. Operar bajo ambiente gráfico.

b. Permitir la transmisión automática de los registros generados en los Registradores de Fallas asociados.

c. Permitir la transmisión manual de cualquier registro de falla, a solicitud del usuario, desde los Registradores de Fallas hacia la Estación Maestra de Análisis de Fallas.

d. Realizar pruebas funcionales de los Registradores de Fallas a solicitud del usuario.

e. Realizar registros de pruebas en los Registradores de Fallas a solicitud del usuario.

f. Realizar la graficación en pantalla e impresión de los registros de fallas; el usuario deberá poder escoger los canales, el color de las señales y el factor de escala tanto en magnitud como en tiempo.

g. Deberá tener funciones de acercamiento, desplazamiento, expansión, compresión e interrogación punto por punto de la señal en estudio.

h. Las pantallas o menús deberán disponer de ayudas explicativas de las diferentes funciones presentes.

i. La programación deberá ser capaz de calcular, almacenar y desplegar parámetros del sistema como voltajes y corrientes RMS, potencia aparente, activa, reactiva, análisis de armónicos, impedancias, etc.

j. Realizar gráficos del comportamiento de la impedancia en el plano complejo, para lo cual deberá basarse en los datos contenidos en los registros de fallas. El usuario deberá poder elegir cuáles señales de tensiones y

corrientes se utilizarán para el cálculo de impedancia, sin importar sus posiciones dentro del registro de fallas.

k. Permitir medir los valores de las señales graficadas, mediante el uso de cursores (mínimo cinco (5) cursores). Los valores de todas las señales indicadas por los cursores deberán poder ser impresos en forma tabular.

l. La programación deberá tener claves de acceso para poder modificar parámetros, trasladar y borrar registros de fallas, y en general para cualquier función que pueda resultar en la modificación del programa o de su entorno.

m. La programación no deberá depender de un dispositivo desbloqueador por Hardware (Hardlock) para operar normalmente, en caso de que esto no sea posible, el contratista deberá suministrar diez (10) dispositivos desbloqueadores (Hardlock).

n. Realizar a solicitud del usuario, la conversión de los registros de fallas al formato estándar IEEE C37.111-1991 (COMTRADE).

o. Permitir la construcción de un registro, a partir de las señales contenidas en dos o más registros de fallas.

p. Red dedicada para la gestión de los Sistemas de Registros de Fallas. Se deberá suministrar una red basada en fibra óptica, que conecte todos los Registradores de Fallas suministrados por EL CONTRATISTA con la Estación Maestra de Análisis de Fallas. Esta red deberá ser exclusiva para ejecutar las tareas de ingeniería y mantenimiento de los Sistemas de Registros de Fallas. Esta red deberá utilizar un protocolo de comunicaciones normalizado según organismo internacional, no propietario, ni exclusivo, y de uso previo en centrales eléctricas. La velocidad de comunicación de esta red no debe ser inferior a 100 Mbps.

SECCION 11.4 ESTACION MAESTRA

11.4-01. GENERALIDADES

A. En esta Sección se especifican los equipos y programas de la Estación Maestra necesarios para realizar las funciones de Interfaz Humano Máquina, Interfaz con el Sistema de Control de los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV, Interfaz con el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG), Sincronización de Tiempo y proveer el Sistema de Entrenamiento para los operadores. La Estación Maestra deberá ser un sistema integrado, constituido por equipos y programas similares, los cuales deberán permitir a los operadores realizar todas las funciones de control y supervisión que requiere la operación desde el nivel de control centralizado de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar.

B. La Estación Maestra deberá ser provista completa, con todos los equipos y programas, incluyendo las licencias de uso, necesarios para cumplir con los requisitos solicitados en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema), y con la ejecución de las aplicaciones indicadas en la Sección 11.6 (Programas De Aplicación), así como también, para ejecutar las aplicaciones que permitan la transferencia de información del SCCG y el Sistema de Control de los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV con el Sistema de Control de la Casa de Máquinas.

C. La Estación Maestra deberá ser un sistema específicamente diseñado para aplicaciones y funcionamiento completo de Sistemas Eléctricos de Potencia, en especial, Centrales Hidroeléctricas.

D. EL CONTRATISTA deberá suministrar los siguientes equipos y sistemas para la Estación Maestra del Sistema de Control, cumpliendo con las características técnicas y funcionales especificadas en esta Sección:

1. Dos (2) Servidores de Datos en configuración redundante.

2. Dos (2) Servidores de Datos Históricos en configuración redundante y con arreglo compartido de discos RAID 1.

3. Un (1) Servidor de Ingeniería y Mantenimiento.

4. Dos (2) Servidores de Tiempo en configuración redundante con sus respectivos receptores GPS.

5. Un (1) Servidor de Entrenamiento.

6. Un (1) Servidor de Repuesto.

7. Dos (2) Estaciones de Operación.

8. Dos (2) Estaciones de Trabajo para el Simulador de Entrenamiento para los Operadores.

9. Una (1) Estación de Trabajo para el control del Sistema de Proyección de Video de Gran Área.

10. Dos (2) Servidores ICCP en configuración redundante.

11. Dos (2) Servidores DNP 3.0 en configuración redundante.

12. Una (1) Estación Maestra Provisional.

11.4-02. CONDICIONES AMBIENTALES E INMUNIDAD

A. EL CONTRATISTA deberá considerar el entorno donde será instalada la Estación Maestra del Sistema de Control de la Casa de Máquinas, y deberá garantizar que todos y cada uno de los equipos y dispositivos que la conformen, cumplan como mínimo con los requisitos solicitados por las normas

internacionales que se listan a continuación, en cuanto a las condiciones ambientales e inmunidad electromagnética:

1. Ambientales

   a. IEC 60068-2-6 Vibración.

   b. IEC 60068-2-2 Calentamiento.

   c. IEC 60068-2-1 Enfriamiento.

   d. IEC 60068-2-27 Impacto.

2. Inmunidad

   a. IEC 60255-5 Tensión dieléctrica, Impulso y Aislamiento.

   b. IEEE C37.90.1 Sobretensión.

   c. IEC 60255-21.4 Transitorios.

   d. IEC 60255-21-1 Impulsos de alta frecuencia.

B. EL CONTRATISTA deberá presentar los protocolos de ensayos de este tipo que se dispongan, así como también, los ensayos previamente efectuados a los equipos que serán instalados en la Estación Maestra.

11.4-03. LICENCIAS

A. EL CONTRATISTA deberá suministrar todas las licencias para cada uno de los programas de aplicación y utilitarios (software) que prevea utilizar en el Sistema de Control. Para cada una de estas licencias que sean suministradas, EL CONTRATISTA deberá indicar el tipo según su clasificación, tal como:

1. Software Libre.

2. Software Propietario.

3. Software de Dominio Público (sin licencia).

B. EL CONTRATISTA deberá detallar los derechos que cada licencia otorga a CORPOELEC, así como también sus limitaciones, de existir alguna.

C. EL CONTRATISTA deberá indicar todos y cada uno de los paquetes o módulos de los programas a ser utilizados, así como los derechos de distribución, uso y sesión por cada una de las licencias:

1. Por equipo.

2. Por usuario.

3. Universal.

4. Otras.

11.4-04. SEGURIDAD INFORMÁTICA

A. EL CONTRATISTA deberá garantizar que el Sistema de Control verifique mediante identificación y contraseñas, el ingreso de cualquier usuario, limitando su acceso a la información y a las funciones que le corresponden en virtud de su jerarquía funcional u operativa dentro de CORPOELEC, siendo posible su configuración por el personal encargado de administrar el Sistema.

B. Esta verificación se deberá realizar, tanto para el personal de CORPOELEC en las diferentes Estaciones de Operación y Servidores de la

Estación Maestra, así como también, para cada equipo con acceso al Sistema a través de:

1. Red de Proceso.

2. Red de Campo.

3. Red de Instrumentación.

4. Redes Dedicadas Independientes.

11.4-05. GESTION DE USUARIOS

A. Controles de acceso.

1. EL CONTRATISTA deberá configurar en los servidores de datos, estaciones de trabajo y equipos que permitan la conexión a las redes, diferentes perfiles de usuario para el acceso a las aplicaciones, las redes y a los equipos. Debiendo establecerse reglas de acceso del tipo: "prohibido, a menos que sea expresamente permitido".

2. Cada usuario autorizado deberá contar con una clave de identificación única y contraseña, las cuales deberán ser otorgadas y habilitadas por el personal encargado de administrar el Sistema. Una vez habilitado el usuario, éste podrá modificar la contraseña, siendo cada una almacenada en archivos encriptados separadamente de los datos de las aplicaciones del Sistema.

3. Los procedimientos de control de acceso se deberán aplicar durante la etapa de implementación del Sistema. Los datos que se generen para pruebas, ensayos, simulaciones, etc., deberán ser borrados una vez finalice cada una de estas actividades.

B. Niveles de acceso.

1. La seguridad se deberá gestionar mediante grupos de usuarios con diferentes niveles de acceso y privilegios en el Sistema. Estos usuarios deberán disponer de diferentes derechos para ejecutar las funciones descritas para el Sistema.

C. Grupos de Usuarios.

1. Los grupos de usuarios que deberán ser configurados en el Sistema son:

a. Administrador del Sistema

b. Supervisor.

c. Operador.

d. Personal de Mantenimiento.

e. Invitado.

2. Estos grupos de usuario deberán ser configurados por EL CONTRATISTA en cada equipo y de acuerdo a las distintas aplicaciones a las que pueda acceder el personal. Estos grupos, así como los privilegios de cada uno de ellos, deberán ser acordados con CORPOELEC durante el desarrollo de la ingeniería de detalle del Sistema.

11.4-06. REGISTROS DE AUDITORIA

A. EL CONTRATISTA deberá garantizar que, similar a la función "Registro Histórico de Datos", los eventos listados a continuación que sean generados en los servidores o estaciones de operación serán almacenados, dada su relación con la seguridad e integridad del Sistema, de tal forma que puedan ser auditados en caso de ser necesario:

1. Intentos fallidos de identificación de acceso al Sistema, con fecha y hora de ocurrencia y el nombre de usuario.

2. Identificación de la estación o servidor que fue accedido.

3. Parada o arranque de los principales servicios en las aplicaciones que se ejecuten en el Sistema.

4. Apagado o encendido de cualquiera de los equipos que componen la red.

5. Borrado y/o modificación de archivos y/o directorios.

6. Fallas en el sincronismo de tiempo de la red.

7. Otros.

B. Estos datos deberán ser almacenados en los servidores dispuestos para la función "Registro Histórico de Datos", y después de transcurrido cierto tiempo configurable, podrán ser transferidos a dispositivos de almacenamiento óptico o magnético para su resguardo físico.

11.4-07. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN MAESTRA

A. General.

1. La Estación Maestra deberá ser de arquitectura tal que permita interoperabilidad con equipos y programas suministrados por otros fabricantes, y distribuida, mediante la asignación de funciones a diferentes servidores para optimizar la carga de sus procesadores y la seguridad frente a fallas simples o parciales de sus componentes. Deberá consistir entre otros equipos y dispositivos, de servidores de alto desempeño, estaciones de trabajo de alta resolución gráfica, una red de comunicaciones redundante para el intercambio de datos de proceso y una red de comunicaciones simple para datos no prioritarios.

2. Las expansiones futuras deberán estar consideradas en el diseño y no deberán estar limitadas al uso de computadores de la misma familia o los modelos de la configuración original.

3. EL CONTRATISTA no deberá utilizar métodos propietarios para conectar estaciones de trabajo o servidores, tales como memoria compartida, u otros que excluyan intrínsecamente la conexión a equipos fabricados por otros.

4. Las funciones y los programas de la Estación Maestra deberán estar distribuidos en varios servidores y no concentrados en un solo servidor. Se deberá utilizar una programación orientada a objetos, así como también, deberá permitir el manejo de la base de datos relacionales mediante lenguajes de programación estándares y protocolos de comunicaciones abiertos. Todos los programas deberán ser de características modulares, de tal forma que permita la incorporación, modificación, eliminación de módulos, sin necesidad de reconfigurar y/o recargar el sistema.

5. Los servidores, estaciones de trabajo y otros equipos deberán conectarse a través de la Red de Proceso y la Red de Servicios, descritas en la Sección 11.2 (Control y Adquisición de Datos).

B. Manejo de la Redundancia.

1. La configuración de la Estación Maestra deberá contar con medios para la detección de fallas, así como de procedimientos de recuperación automática para todo tipo de ellas.

2. En caso que el servidor principal falle en la ejecución de una ó más funciones críticas en tiempo real, el procedimiento de recuperación automática deberá transferir automáticamente estas funciones al servidor que se encuentre como respaldo, el cual deberá tener una configuración de hardware y software idéntico al principal. Esta transferencia deberá ser imperceptible para el operador y no introducir errores en el proceso, sin embargo, el procedimiento de recuperación deberá informar al Sistema sobre esta transferencia y mostrar el mensaje respectivo con los detalles de la falla y de los equipos involucrados.

3. El sistema deberá cumplir con los requerimientos de tiempo de reasignación de las funciones críticas especificados en la sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

4. El requisito de respaldo se deberá aplicar también a aquellas funciones o tareas que estén asignadas a las estaciones de trabajo de alta resolución gráfica.

5. La reasignación de las funciones críticas en tiempo real, y todas las transferencias de datos deberán hacerse a través de la Red de Proceso. Los archivos de respaldo deberán estar contenidos en un área de almacenamiento dedicada para este fin, la cual deberá ser accesible desde el servidor de respaldo. La siguiente información deberá ser transferida a los archivos de respaldo inmediatamente después de su ocurrencia:

a. Actualización de la lista de alarmas y de la lista de eventos, a la ocurrencia de nuevas alarmas y eventos.

b. Entradas manuales de datos.

c. Cambios en los parámetros de las funciones de aplicación.

d. Cambios en la base de datos en línea o en los despliegues en línea.

e. Registro histórico de datos

f. La reasignación de funciones entre elementos principales y de respaldo no deberá ocasionar la pérdida de datos ni la introducción de errores dentro del proceso bajo cualquier circunstancia, sea ésta debida a fallas o por solicitud de transferencia efectuada por el operador.

C. Funcionalidad.

1. Las funciones que se deberán realizar en la Estación Maestra serán como mínimo, las siguientes:

a. Adquisición de datos y alarmas de todos los equipos y dispositivos de las unidades de generación, transformadores y equipos auxiliares.

b. Control centralizado y completo de la Casa de Máquinas.

c. Interfaz Humano Máquina apropiada para las aplicaciones del Sistema.

d. Emisión de comandos para maniobras de dispositivos.

e. Adquisición y almacenamiento de datos históricos provenientes de señales, alarmas, eventos, mediciones, entre otros.

f. Adquisición y almacenamiento de datos históricos provenientes de alarmas y eventos propios del sistema (fallas en servidores, ingreso de usuarios al Sistema, emisión de comandos por usuarios, entre otros).

g. Generación de reportes de señales, alarmas y eventos, gráficos de tendencias, gráficos históricos, reportes de mediciones.

h. Servidor de datos para sistemas de supervisión y control externos a la Casa de Máquinas, así como también, para aplicaciones especiales.

i. Distribución de la referencia horaria, necesaria para sincronizar en tiempo todos y cada uno de los dispositivos que forman parte del Sistema de Control de la Casa de Máquinas, así como también, para realizar el estampado de tiempo de los eventos.

j. Supervisión de los recursos propios del Sistema de Control de la Casa de Máquinas, con la función de autodiagnóstico de fallas.

k. Intercambio de datos con el Sistema de Control del Patio de Distribución de 230 kV y 400 kV.

l. Intercambio de datos con el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG)

m. Cualquier otra funcionalidad propia del Sistema propuesto.

D. Programas.

1. Los programas a ser propuestos por EL CONTRATISTA para el Sistema de Control de la Casa de Máquinas, deberán corresponder a versiones ya probadas, vigentes y en funcionamiento en otras Centrales Hidroeléctricas, al menos para el momento de realización de las Pruebas en Fábrica del Sistema, no siendo permitido que CORPOELEC sea un usuario inicial de nuevas versiones.

2. Los programas deberán disponer al menos las siguientes características:

a. Haber sido desarrollado, preferiblemente, en Software Libre bajo Estándares Abiertos, según lo descrito en el Volumen 3 "Requisitos Generales".

b. Estar basado en estándares industriales, para el uso en Centrales Hidroeléctricas.

c. Disponer de amplias capacidades de interconexión (Ethernet, TCP/IP, etc.).

d. Basado en el principio de bases de datos relacionales, con la capacidad de crearse a partir de éste, la base de datos de tiempo real del Sistema de Control.

e. Proporcionar interfaz gráfica de alto rendimiento (Full Graphics).

f. Transportable a múltiples plataformas de hardware.

g. Cualquier otra característica propia del Sistema propuesto.

3. EL CONTRATISTA deberá presentar como mínimo la siguiente información asociada con los programas:

a. Cada modulo de software, utilitarios y herramientas.

b. Versión de cada uno y fecha de desarrollo.

c. Nombre del producto.

d. Función que cumple dentro del Sistema.

e. Nombre del fabricante.

f. Ambiente.

g. Cantidad de licencias y de usuarios.

h. Otros.

4. Cada programa deberá ser entregado en versión original, en formato óptico de DVD/CD o Blu-Ray, en las versiones apropiadas, con sus manuales completos, y cumpliendo con todos los requisitos de licencias, siendo CORPOELEC el titular de todas ellas.

5. Previo a la fecha de instalación y puesta en servicio del Sistema de Control, EL CONTRATISTA deberá informar a CORPOELEC, si así fuera el caso, sobre la existencia de nuevas versiones de los programas, respecto de las incorporadas durante el período de Pruebas en Fábrica, de tal forma que CORPOELEC evalúe y apruebe la conveniencia de actualizar estos programas.

6. Durante el período de garantía del Sistema, EL CONTRATISTA deberá poner a la disposición, la actualización de nuevas versiones de todos y cada uno de los programas suministrados, siempre que CORPOELEC así lo requiera y sin que esta actualización represente un cargo adicional para CORPOELEC.

E. Base de Datos.

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar como base de datos del Sistema, una estructura de datos necesaria para realizar el manejo de la

información en tiempo real. En ésta se deberán almacenar los datos obtenidos periódicamente de todas y cada una de las variables de proceso que el Sistema de Control requiera, y deberán quedar definidas por la estructura de los datos.

2. Esta estructura deberá ser configurable y deberá permitir la definición y asignación de los datos en función de las necesidades de diseño e implementación. Esta estructura deberá ser presentada por EL CONTRATISTA para la revisión y aprobación de CORPOELEC durante la etapa de su diseño.

3. El arreglo de datos deberá ser mediante tablas, debiendo estas tablas de bases de datos considerar al menos los siguientes campos:

a. Valor del dato.

b. Calidad del dato.

c. Frecuencia de actualización del dato.

d. Estado de alarma.

e. Tiempo de ocurrencia de alarma.

4. Estos datos se deberán almacenar en los servidores de aplicaciones del Sistema de Control, y deberá poder accederse a estos datos desde las aplicaciones mediante las interfaces para su manejo.

5. La base de datos de tiempo real deberá poder manejar diferentes tipos de datos, incluyendo variables analógicas enteras y de punto flotante. Para este último caso, el formato deberá ser compatible con los recomendados por alguna norma internacional.

6. La base de datos deberá estar en capacidad de manejar como mínimo los siguientes tipos de datos:

a. Entradas discretas simples y dobles.

b. Salidas discretas.

c. Entradas analógicas.

d. Entradas y Salidas a ser recibidas o enviadas a través de enlaces digitales de comunicación provenientes de equipos y/o sistemas de la Casa de Máquinas.

e. Acumuladores y totalizadores.

f. Variables analógicas como resultado de cálculos efectuados por el sistema.

g. Variables digitales procesadas como resultado de lógicas booleanas del sistema.

h. Otros.

7. La configuración de la base de datos deberá poder realizarse tanto en línea (on line), como fuera de línea (off line). Durante el proceso de configuración en línea, el usuario no deberá estar imposibilitado para monitorear las variables de campo, emitir comandos, etc.

8. Los datos de tiempo real luego de cierto tiempo configurable, deberán pasar automáticamente por el Sistema de Control a la base de datos históricos, y así quedar disponibles en caso de ser requeridos por aplicaciones externas.

F. Manejador de la Base de Datos.

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar un sistema interactivo de manejo de la base de datos de tiempo real, basado en los principios de bases de datos relacionales, para la creación y mantenimiento de estas, así como para su acceso por programas del usuario.

2. Herramientas y el funcionamiento del manejador de la base de datos, deberán ser descritos detalladamente por EL CONTRATISTA.

3. El sistema de manejo de la base de datos de tiempo real deberá estar diseñado para asegurar acceso rápido a la base de datos en el ambiente de ejecución con plena prestación (run-time).

4. El manejo de la base de datos deberá disponer de herramientas de administración tales que permitan la aplicación de cambios, en forma simultánea a grupos de objetos previamente definidos.

5. El sistema para el manejo de la base de datos, deberá ser capaz de ejecutar los cambios realizados en el Sistema (por ejemplo, ingreso de una nueva señal), y distribuirlos una sola vez y a todos aquellos componentes que sea necesario, tales como, Controladores Principales, Servidores, Estaciones de Trabajo, entre otros. Esta modificación deberá ser compilada por el manejador de la base de datos, y su implementación deberá afectar solamente al grupo asociado, sin que sea interrumpida la operatividad de los otros componentes del Sistema que se encuentren en servicio.

6. El editor de despliegues deberá estar integrado al sistema de manejo de base de datos, y deberá permitir la importación de archivos gráficos de formato estándar DXF, Autocad, GIF, BMP, JPEG, entre otros.

7. El sistema de manejo de la base de datos deberá tener facilidades para crear y acceder a "copias de bases de datos", imágenes estructurales exactas de bases de datos en tiempo real pero con contenido diferente para usar en el entrenamiento de operadores, estudios, pruebas, etc.

G. Lenguaje de Programación y Utilitarios.

1. Todos los programas para los servidores y para las estaciones de trabajo de alta resolución gráfica deberán estar desarrollados en lenguajes de alto nivel, tales como lenguaje "C".

2. Se deberán proveer rutinas para mantenimiento de la programación, utilitarios y herramientas de desarrollo para permitir al personal de mantenimiento y programación detectar y corregir errores, desarrollar y mantener la programación, desde las estaciones de trabajo de alta resolución gráfica.

3. Las siguientes facilidades y herramientas de desarrollo deberán ser suministradas como mínimo:

a. Utilitarios para control de versiones de código fuente y para deshacer cambios.

b. Compilador para la programación de los Tableros de Control Distribuido.

c. Compilador optimizador, ensamblador y de enlace para lenguaje "C" y otros lenguajes de alto nivel utilizados en el desarrollo del sistema.

d. Editor de texto de pantalla completa.

e. Programas en línea para detección y corrección de errores en el ámbito de código fuente.

f. Los utilitarios empleados para probar, configurar y diagnosticar los programas indicados en la Sección 11.6 (Programas de Aplicación).

g. La programación para mantenimiento y desarrollo deberá utilizar las capacidades de las estaciones de trabajo de alta resolución gráfica, aceptando el ingreso de entradas en forma interactiva. Por medio de ventanas, deberá ser posible examinar, detectar y corregir errores de programación en dos o más tareas relacionadas, concurrentemente.

11.4-08. EQUIPAMIENTO

A. Servidores de Datos.

1. Estos servidores deberán controlar y adquirir los datos del proceso. Los datos adquiridos deberán ser enviados a las Estaciones de Operación y así el Operador podrá visualizar los datos mediante los despliegues de la Interfaz Humano Máquina (IHM) correspondientes.

2. Los servidores deberán ser configurados bajo el principio de "redundancia en caliente – hot standby", con recuperación de falla (failover) automático, y deberán contener las bases de datos de tiempo real de todo el Sistema de Control de la Casa de Máquinas.

3. La reasignación de funciones entre el servidor principal y el de respaldo, no deberá ocasionar perdida de datos bajo ninguna circunstancia, ya sea por fallas o por transferencias solicitadas por el Operador.

4. Los servidores deberán ser computadores de alto desempeño de 64 bits, múltiples núcleos de procesamiento (al menos 6 núcleos), de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro, que permitan realizar la segmentación y el paralelismo en la ejecución de instrucciones reduciendo los tiempos de acceso a memoria. Los servidores deberán ser de igual cantidad de memoria e iguales características, conectados a la Red de Proceso y a la Red de Servicios.

5. Deberán ser suministrados con los dispositivos de entrada/salida, memoria, almacenamiento y procesamiento, que demuestre la confiabilidad y rendimiento requerido por las aplicaciones que deberá realizar, para esto, se deberá demostrar el cumplimiento de estos parámetros tal y como se especifica en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

6. Cada servidor deberá estar equipado con una pantalla de tecnología tipo LED de 22" y alta resolución (mínimo 1920x1080), a color, de alto brillo y mega contraste, un teclado en español y un ratón con lector óptico. EL CONTRATISTA deberá detallar el método de respaldo y recuperación de datos del Sistema, describiendo los procedimientos para realizar el mantenimiento seguro de la información. Este método deberá ser capaz de efectuar el respaldo de todo el Sistema de Control (full backup) sin requerir la intervención del personal hasta la culminación del proceso.

7. Estos servidores deberán disponer de un mecanismo de almacenamiento físico de la información que aquí se tiene, para ello EL

CONTRATISTA deberá instalar en el servidor, una unidad de lectura y escritura de DVD, Blu-Ray, DAT, etc.

B. Servidores de Datos Históricos.

1. Estos servidores deberán almacenar y administrar toda la información histórica del Sistema, y permitir su posterior análisis. Los datos obtenidos por la base de datos de tiempo real, luego de cierto tiempo, configurable por el sistema, deberán transferirse a la base de datos históricos y quedar disponibles en caso de ser requeridos por aplicaciones externas.

2. Los servidores deberán ser configurados bajo el principio de "redundancia en caliente – hot standby", con recuperación de falla (failover) automático, y deberán contener las bases de datos históricos de todo el Sistema de Control de la Casa de Máquinas, deberán estar conectados a la Red de Proceso y a la Red de Servicios.

3. Los servidores de datos históricos deberán disponer de un arreglo compartido de discos en configuración RAID 1 (Redundant Array of Independent Disks, Level 1), con el fin de resguardar la información en caso de falla de los discos.

4. La implementación de RAID 1 deberá ser basada en hardware y requerirá controladores de disco independientes para cada disco, del tipo tarjeta de expansión independiente, que permita la administración de los discos y otras funciones necesarias.

5. Los servidores deberán disponer de memoria caché de escritura no volátil, que permita aumentar el rendimiento del conjunto de discos sin comprometer la integridad de los datos en caso de falla del Sistema.

6. El sistema de manejo del arreglo de discos RAID 1, deberá permitir la sustitución en caliente de discos (hot swapping), de tal forma, que los discos que fallen, puedan reemplazarse sin necesidad de detener el Sistema.

7. Deberá permitir el uso de uno o más discos de reserva (hot spare), mediante unidades preinstaladas, tal que puedan ser utilizadas automáticamente, en el eventual caso que falle un disco del arreglo RAID 1.

8. La capacidad de almacenamiento de los servidores, a través del arreglo RAID 1, deberá permitir la consulta de la base de datos históricos por un período de tiempo no menor a dos (2) años.

9. Luego de un tiempo definido y configurable por el sistema, los datos históricos deberán ser transferidos periódico y automáticamente a los sistemas de respaldo portátiles (DATs, DVDs, Blu-Ray, etc).

10. El sistema deberá poseer la función de respaldo automático de los datos, mediante el cual se deberá informar al Operador la necesidad de reemplazo del medio físico (DVD, Blu-Ray etc.) en el caso que el mismo se encuentre próximo al límite de su capacidad de almacenamiento.

11. Deberán ser suministrados con los dispositivos de entrada/salida, memoria, almacenamiento y procesamiento, que demuestre la confiabilidad y rendimiento requerido por las aplicaciones que deberá realizar, para esto, se deberá demostrar el cumplimiento de estos parámetros tal y como se especifica en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

12. Los servidores deberán ser computadores de alto desempeño de 64 bits, múltiples núcleos de procesamiento (al menos 6 núcleos), de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro, que permitan realizar la segmentación y el paralelismo en la ejecución de instrucciones reduciendo los tiempos de acceso a memoria. Los servidores deberán ser de igual cantidad de memoria e iguales características.

13. Cada servidor deberá estar equipado con una pantalla de tecnología tipo LED de 22" y alta resolución (mínimo 1920x1080), a color, de alto brillo y mega contraste, un teclado en español y un ratón con lector óptico..

14. Las características y la funcionalidad de los servidores de datos históricos, así como las herramientas de carga y acceso a la información, deberán ser descritas detalladamente por EL CONTRATISTA.

C. Servidor de Ingeniería y Mantenimiento.

1. Este servidor deberá contener las herramientas necesarias para efectuar la administración del Sistema de Control, con la cual el personal responsable de realizar las actividades de desarrollo de la ingeniería podrá modificar, actualizar, etc., las aplicaciones y despliegues instalados en los servidores de datos, servidores de datos históricos, estaciones de operación, entre otros.

2. Este servidor deberá tener instalado un sistema de monitoreo para la supervisión en línea del funcionamiento y recursos del sistema y permitir acceso a las funciones de autodiagnóstico en línea de los Controladores Principales, especificadas en la sección 11.2 (Control y Adquisición de Datos), así como también, de los siguientes equipos que hacen parte del Sistema de Control de la Casa de Máquinas:

a. Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IED).

b. Servidores.

c. Comunicaciones.

d. Redes LAN.

e. Otros Equipos propios del Sistema propuesto.

3. En este servidor se deberá indicar cuál es la carga ejercida por él mismo.

4. Las funciones del sistema de manejo de la base de datos de tiempo real deberán estar configuradas en este servidor de ingeniería y mantenimiento, de esta manera, el personal encargado de modificar o actualizar la base de datos de tiempo real podrá hacerlo en línea o fuera de línea.

5. El servidor de ingeniería y mantenimiento deberá estar conectado a la Red de Proceso, así como también a la Red de Servicios.

6. Deberá ser suministrado con los dispositivos de entrada/salida, memoria, almacenamiento y procesamiento, que demuestre la confiabilidad y rendimiento requerido por las aplicaciones que deberá realizar, para esto, se deberá demostrar el cumplimiento de estos parámetros tal y como se especifica en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

7. El servidor deberá ser un computador de alto desempeño de 64 bits, múltiples núcleos de procesamiento (al menos 6 núcleos), de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro, que permita realizar la segmentación y el paralelismo en la ejecución de instrucciones reduciendo los tiempos de acceso a memoria.

8. El servidor deberá estar equipado con al menos tres pantallas de tecnología tipo LED de 22" y alta resolución (mínimo 1920x1080), a color, de alto brillo y mega contraste, un teclado en español y un ratón con lector óptico.

9. El servidor deberá medir y desplegar dinámicamente en los monitores, para un período de tiempo seleccionado, los siguientes valores de uso:

a. Porcentaje promedio y máximo de utilización del CPU en uso para cada actividad.

b. Tráfico en cada Red de Proceso por separado, verificación de colisiones, número de colisiones por segundo y errores en paquetes de datos.

c. Actividad de paginado en páginas por segundo.

d. Tráfico de disco en transferencias por segundo.

e. Número promedio de procesos ejecutados en el último minuto.

f. Estado de todos los módulos y equipos asociados a los dispositivos que está monitoreando.

10. Dado que el servidor de ingeniería y mantenimiento deberá contar con más de un monitor, la falla de uno de estos no deberá afectar la operación de los otros. De igual forma, el reemplazo de uno no deberá introducir alteraciones en los otros monitores del servidor.

11. Este servidor deberá disponer de la capacidad de modificar centralizadamente la configuración de los equipos que forman parte del Sistema de Control, permitiendo descargar en línea las modificaciones que se realicen en los equipos.

12. El servidor de ingeniería y mantenimiento deberá disponer de un mecanismo de almacenamiento físico de la información que aquí se tiene, para ello EL CONTRATISTA deberá instalar en el servidor, una unidad de lectura y escritura de DVD y/o Blu-Ray.

13. El servidor deberá permitir la instalación de paquetes de software de otros fabricantes, con el fin de diagnosticar y solucionar problemas de los dispositivos y/o equipos que no fueran parte del suministro del Sistema de Control. Estos programas deberán funcionar sin interferir con la operación normal del Sistema. Asimismo, se deberá disponer de un software que permita el control y administración de las versiones del código fuente del Sistema de Control.

D. Servidores de Tiempo.

1. Estos servidores de tiempo y sincronización deberán ser independientes y dispondrán del patrón de frecuencia y de tiempo, sincronizado por el sistema de satélites "Global Positioning System" (GPS). Estos servidores deberán recibir y decodificar la información de tiempo transmitida por la red de 24 satélites GPS, con una precisión de ± 0.1 milisegundo, con el fin de consolidar la base de tiempo y realizar la sincronización del Sistema de Control.

2. Deberán incluirse dos receptores GPS independientes entre ellos, completos, con antenas separadas, dispositivos de protección contra descargas atmosféricas, sus terminales de interconexión para cable de fibra óptica y demás accesorios.

3. Los servidores de tiempo deberán incluir despliegues locales de la hora (hh:mm:ss:ms), así como la fecha (dd:mm:aaaa), y deberán estar conectados directamente a la Red de Proceso y Red de Servicios, como los demás servidores y tal como se indica en planos.

4. La señal del estándar de tiempo deberá transmitirse periódicamente a través de la red de proceso a todos los equipos y dispositivos del Sistema de Control de la Casa de Máquinas, con una periodicidad de actualización según lo establecido en la Sección 11.7 "Desempeños y Pruebas del Sistema".

5. Dado la duplicación de receptores GPS, no se deberá considerar la doble contingencia de falla en ambos receptores, quedando la eventualidad de falta de señal del sistema GPS. En el eventual caso de falta de recepción de señal GPS, la Estación Maestra deberá garantizar una referencia de tiempo para el resto de servidores por un período no menor a dos horas. De igual forma, los relojes (clock) de los Tableros de Control Distribuido deberán garantizar también la referencia de tiempo a los equipos receptores de su señal de tiempo por un período no menor a dos horas.

6. El esquema propuesto por EL CONTRATISTA para mantener referencia única de tiempo, deberá ser sometido a revisión y aprobación de CORPOELEC.

7. EL CONTRATISTA deberá suministrar todo el equipamiento y elementos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de referencia horaria, tal como, tarjetas de salidas, software y licencias completas. También, deberá disponer de la interfaz necesaria para realizar cambios de parámetros o configuración del sistema.

8. El receptor GPS deberá estar equipado con su propio cristal de exactitud, tal que en 5 horas de ausencia de señal satelital, no se supere 1 milisegundo de diferencia con el tiempo universal que emiten los satélites.

9. Para prevenir el eventual caso de doble contingencia, como se lista a continuación, se deberá utilizar un segundo cristal externo de menor exactitud:

a. Ausencia de señal de satélites en cantidad suficiente.

b. Falla de cristal interno del receptor.

10. Los servidores de tiempo deberán disponer de alarmas externas para el caso de falla de relojes, perdida de señal de satélites, etc., con indicación local en el propio receptor GPS y contactos dedicados para enviar alarmas establecidas de acuerdo a los requerimientos del Sistema de Control de la Casa de Máquinas.

E. Servidor de Entrenamiento.

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar un sistema para el entrenamiento en la operación de la Casa de Máquinas. Este sistema deberá contar con un servidor de entrenamiento y dos estaciones de trabajo, los cuales deberán tener instalados todas las facilidades de software y hardware tal que permitan el trabajo simultáneo de varios usuarios.

2. Deberán incluirse dentro del suministro del sistema de entrenamiento, los programas de simulación del Sistema de Control de la Casa de Máquinas, el Proceso, así como las aplicaciones para el manejo de la base de datos, herramientas de diseño de despliegues, reportes, entre otros.

3. EL CONTRATISTA deberá actualizar permanentemente este sistema de entrenamiento, de acuerdo con las modificaciones que sean realizadas en el Sistema de Control de la Casa de Máquinas, al menos hasta la fecha de vencimiento de garantías del Sistema.

4. El servidor deberá ser un computador de alto desempeño de 64 bits, múltiples núcleos de procesamiento (al menos 6 núcleos), de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro, que permita realizar la segmentación y el paralelismo en la ejecución de instrucciones reduciendo los tiempos de acceso a memoria, características similares a las requeridas por los servidores de datos descritos en esta sección.

5. El servidor deberá estar conectado a la Red de Proceso, accediendo sólo a determinada información del Sistema de Control, de acuerdo con los privilegios de usuario que le correspondan, y bajo ninguna circunstancia podrá ejecutar acciones reservadas a los operadores, por ejemplo, reconocimiento de alarmas, comandos, etc. Este servidor deberá también estar conectado a la Red de Servicios.

6. El servidor deberá estar equipado con una pantalla de tecnología tipo LED de 22" (mínimo 1920x1080), a color, de alto brillo y mega contraste, un teclado en español y un ratón con lector óptico..

F. Servidor de Repuesto.

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar un servidor de repuesto que permita reemplazar física y funcionalmente a cualquiera de los siguientes servidores que forman parte de la Estación Maestra del Sistema de Control de la Casa de Máquinas:

a. Servidores de Datos

b. Servidores de Datos Históricos

c. Servidores de Ingeniería y Mantenimiento

d. Servidor de Entrenamiento

2. El servidor de repuesto deberá tener instalado todos los programas y aplicaciones, que le permitan reemplazar funcionalmente cualquiera de los servidores antes mencionados, ante la falta operativa de cualquiera de estos servidores, ya sea por mantenimiento o por falla.

3. En caso que alguno de los servidores antes mencionados se encuentre fuera de servicio, el personal de mantenimiento del Sistema de Control de la Casa de Máquinas, podrá asignar al servidor de repuesto como reemplazo del que se encuentre fuera, sin tener la necesidad de realizar configuraciones en

el direccionamiento, programas o aplicaciones. Todos estos parámetros deberán estar disponibles a través de las redes de Proceso y de Servicios, a las cuales el servidor de repuesto deberá estar conectado.

4. El servidor de repuesto deberá ser un computador de alto desempeño de 64 bits, múltiples núcleos de procesamiento (al menos 6 núcleos), de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro, que permita realizar la segmentación y el paralelismo en la ejecución de instrucciones reduciendo los tiempos de acceso a memoria. El servidor de repuesto deberá estar conectado a la Red de Proceso y a la Red de Servicios. En caso que la Estación Maestra conste de diferentes tipos de servidores, el servidor de repuesto deberá ser igual al de mayor capacidad disponible en la configuración propuesta para la Estación Maestra.

5. El servidor de repuesto deberá ser suministrado con los dispositivos de entrada/salida, memoria, almacenamiento y procesamiento, que demuestre la confiabilidad y rendimiento requerido por las aplicaciones que deberá realizar, para esto, se deberá demostrar el cumplimiento de estos parámetros ta y como se especifica en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

6. El servidor de repuesto deberá estar equipado con una pantalla de tecnología tipo LED de 22" y alta resolución (mínimo 1920x1080), a color, de alto brillo y mega contraste, un teclado en español y un ratón con lector óptico.

7. EL servidor de repuesto deberá disponer de un mecanismo de almacenamiento físico de la información que aquí se tiene, para ello EL CONTRATISTA deberá instalar en cada uno de estos servidores, una unidad de lectura y escritura de DVD, Blu-Ray, DAT, etc.

G. Estaciones de Operación.

1. Estas deberán ser estaciones de trabajo de alta resolución gráfica que proporcionarán a los operadores la capacidad de interactuar con las funciones del Sistema de Control encargadas de la supervisión y control de toda la Casa de Máquinas. Estas estaciones deberán obtener los datos desde la base de datos de tiempo real del servidor de datos principal, y permitirá su representación a través

de los despliegues dinámicos del Sistema. Deberán estar conectadas a la Red de Proceso y a la Red de Servicios.

2. Las estaciones deberán cumplir con los requerimientos especificados en la Sección 11.5 "Interfaz Humano Máquina".

3. A través de la Interfaz Humano Máquina (IHM) y sus despliegues, el Operador podrá tener una visión esquemática de toda la Casa de Máquinas I, y podrá efectuar el monitoreo y el control de todas las variables de tiempo real relacionadas con toda la Casa de Máquinas.

4. Desde las estaciones de operación se deberán enviar los comandos, ajustes de control, etc., para todos los equipos, IED, dispositivos de campo, entre otros.

5. Adicionalmente al acceso a los despliegues del proceso, las estaciones deberán permitir a los operadores acceder a los reportes, gráficos, tendencias, resumen de alarmas, eventos, etc., tanto del Sistema en su conjunto, como de los equipos y dispositivos que lo componen.

6. Las estaciones de operación deberán estar basadas en computadores, de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro, de marca reconocida internacionalmente, de alta confiabilidad, con pantallas de tecnología tipo LEDde 22" y alta resolución (mínimo 1920x1080), a color, de alto brillo y mega contraste, un teclado en español y un ratón con lector óptico.

7. Dado que cada estación de operación deberá contar con más de un monitor, la falla de uno de estos no deberá afectar la operación de los otros. De igual forma, el reemplazo de uno no deberá introducir alteraciones en las otras estaciones de operación.

H. Estaciones de Entrenamiento y de Instructor.

1. Estas deberán ser estaciones de trabajo de alta resolución gráfica que conformarán junto al servidor de entrenamiento el sistema que permitirá

adiestrar a los operadores en el Sistema de Control de la Casa de Máquinas, a través de la simulación de escenarios típicos del proceso, programas de aplicación, así como también, simular el comportamiento de diferentes sistemas y equipos de la Casa de Máquinas.

2. Las estaciones que deberán ser suministradas con el sistema de entrenamiento de la Estación Maestra son:

a. Estación de Instructor: Con ésta el personal encargado de impartir el entrenamiento, podrá elegir las condiciones iniciales en el sistema necesarias para preparar un programa de adiestramiento para situaciones específicas. Desde esta estación el instructor deberá ser capaz de realizar copias de las condiciones y estados en que se encuentra el Sistema de Control de la Casa de Máquinas, de tal forma, que pudiera forzar estas variables para emular condiciones de falla del Sistema.

b. Estación de Entrenamiento: Deberá ser igual a las estaciones de operación, tanto en hardware como en su programación, sólo que estará conectada al servidor de entrenamiento, mediante el cual se tomarán los datos requeridos para la simulación de los escenarios, tal y como se presentarían en la operación real de la Central.

3. Las estaciones deberán cumplir con los requerimientos especificados en la Sección 11.5 "Interfaz Humano Máquina".

4. Las estaciones deberán estar basadas en computadores, de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro, de marca reconocida internacionalmente, de alta confiabilidad, con pantallas de tecnología tipo LED de 22" y alta resolución (mínimo 1920x1080), a color, de alto brillo y mega contraste, un teclado en español y un ratón con lector óptico.

5. Dado que cada estación deberá contar con más de un monitor, la falla de uno de estos no deberá afectar la operación de los otros. De igual forma, el reemplazo de uno no deberá introducir alteraciones en las otras estaciones de operación.

I. Estación de Control del Sistema de Proyección de Video.

1. Esta estación de trabajo de alta resolución gráfica deberá permitir al supervisor de los operadores de la Sala de Control de la Casa de Máquinas, controlar el Sistema de Proyección de Video de Gran Área de la Sala de Control.

2. EL CONTRATISTA deberá suministrar junto con está estación de trabajo, todo el equipamiento necesario para cumplir con los requerimientos técnicos de control del equipamiento previsto para el Sistema de Proyección de Video de Gran Área para la Sala de Control, tal como está especificado en la Sección 11.5 "Interfaz Humano Máquina".

3. EL CONTRATISTA deberá entregar un programa (software) integrado que permita realizar desde esta estación de trabajo la configuración y operación del Sistema de Proyección de Gran Área para la Sala de Control, especificados en la Sección 11.5 "Interfaz Humano Máquina". Este programa deberá cumplir con todos los requisitos exigidos para el uso de licencias y programas descritos en esta Sección.

4. La Estación de Trabajo deberá ser ubicada junto a la Estación de Operación destinada para el Supervisor de los Operadores en la Sala de Control, de tal forma, que sea éste personal el encargado de realizar la operación de este sistema desde su puesto de trabajo.

5. La estación de control Sistema de Proyección de Video de Gran Área deberá estar basada en un computador, de alto desempeño de 64 bits, múltiples núcleos (al menos 6 núcleos) de procesamiento de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro, de marca reconocida internacionalmente, de alta confiabilidad, con una (1) pantalla de tecnología tipo LED de 22" y alta resolución (mínimo 1920x1080), a color, de alto brillo y mega contraste, un teclado en español y un ratón con lector óptico. Deberá cumplir con los requerimientos especificados en la Sección 11.5 "Interfaz Humano Máquina", así como también, deberá estar conectada solamente a la Red de Servicios.

J. Servidores ICCP.

1. Las comunicaciones entre el Sistema de Control de la Casa de Máquinas I de Guri y el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG) deberán permitir el intercambio de datos en dos vías entre los dos Centros de Control. El intercambio de datos deberá consistir principalmente de información para el control y monitoreo de la Casa de Máquinas, y este servidor será el encargado de realizar esta funcionalidad.

2. Los dos (2) servidores ICCP deberán ser configurados en redundancia, con recuperación de falla (failover) automático, y deberán estar conectados a la Red de Proceso, así como también a la Red de Servicios.

3. Los dos (2) servidores deberán estar equipados con una pantalla de tecnología tipo LED de 22" y alta resolución (mínimo 1920x1080), a color, de alto brillo y mega contraste, un teclado en español y un ratón con lector óptico.

4. EL CONTRATISTA deberá suministrar, en ambos extremos (Casa de Máquinas I – SCCG), el equipamiento y la programación que permita la correcta vinculación entre los Servidores ICCP y el equipamiento de comunicaciones que se conectará con el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG). EL CONTRATISTA deberá participar en todas las actividades de coordinación y realizar las adaptaciones necesarias para el funcionamiento correcto del enlace redundante de comunicaciones. La programación que EL CONTRATISTA deberá proveer e instalar deberá consistir de los programas para recolectar y almacenar los datos para transmitirlos y recibirlos del Sistema Centro de Control de Guri.

5. EL CONTRATISTA deberá describir y justificar detalladamente la cantidad de datos máximos a ser transferidos bidireccionalmente entre los Servidores ICCP y el SCCG, así como también su funcionalidad.

6. Enlaces de Datos:

a. Para la comunicación bidireccional con el Sistema Centro de Control de Guri, se deberán proveer dos (2) enlaces de comunicación de datos basados en servidores, conectados a la Red de Proceso.

b. EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los equipos e interfaces necesarias para permitir el correcto intercambio de datos entre el Sistema de Control de la Casa de Máquinas y el SCCG.

7. Protocolo de Comunicaciones:

a. El protocolo de comunicaciones deberá cumplir con el estándar IEC60870-6-503 (TASE.2, Services and Protocol), IEC 60870-6-702 (TASE.2 Application Profiles) y IEC 60870-6-802 (TASE.2 Object Models) y deberá ser adaptado de acuerdo con lo disponible en el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG). Las características específicas de la comunicación con el Sistema Centro de Control de Guri serán definidas por CORPOELEC después de la Adjudicación del Contrato.

b. EL CONTRATISTA deberá describir qué objetos de datos tiene implementados este protocolo en su estándar del ICCP y cuáles estarán presentes en la revisión a suministrar. Como mínimo, deberá permitir el intercambio de los siguientes tipos de objetos en intervalos del tipo: Uno a la vez, Datos periódicos, Datos de Eventos, Datos por excepción para los siguientes tipos de objetos.

i. Valores de datos (data value)

ii. Arreglos de Datos (data sets)

iii. Contadores (accounting)

iv. Eventos (event condition)

v. Mensajes entre Centros de Control (Operation Station)

c. Las siguientes funciones y bloques ICCP deberán ser implementados para el enlace de comunicaciones entre el sistema de control de la Casa de Máquinas I y el Sistema Centro de Control de Guri:

Función	N° Bloque ICCP

Data Values-Periodic Data and Data by Exception	1 y 2
Data Sets	1 y 2
Device Controls	5
Schedule Data Exchanges	8

d. Para los objetos indicados a continuación EL CONTRATISTA deberá proponer por separado y con carácter opcional el costo de soportar cada uno de estos objetos, además, que deberá garantizar la factibilidad de su incorporación y soporte, sin degradación del enlace (Casa de Máquinas I de de Guri – SCCG):

i. Transferencias compuestas (transfer sets)

ii. Indicación y control de Equipos (Device)

iii. Programas (program)

iv. Notificación de Eventos registrados (event enrollment)

e. Objetos implementados

i. La lista de todos los objetos implementados que serán objeto del suministro deberá indicarse en la Oferta. Bajo ninguna circunstancia EL CONTRATISTA podrá limitar o condicionar el funcionamiento de algún objeto a suministrar debido a la no disponibilidad de una funcionalidad que esté permitida por el protocolo ICCP en la concepción de su modelo.

f. El flujo de datos, periodicidad de transmisión, funciones y bloques intercambiados entre el sistema de control de la Casa de Máquinas I(SCCMI) y el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG) deberán cumplir con lo siguiente:

Descripción	Bloque No.	Tipo de Datos	SCCMI a SCCG	SCCG a SCCMI	Frec.
Status					

Descripción	Bloque No.	Tipo de Datos	SCCM l a SCCG	SCCG a SCCMI	Frec.
Unit (1 Bit)	1,2	Data_StateQ	Yes		2 sec
Common Equipment (1 Bit)	1,2	Data_StateQ	Yes		2 sec
Switchyard Back-up (1-bit)	1,2	Data_StateQ	Yes	Yes	2 sec
Switchyard Back-up (2-bit)	1,2	Data_StateQ	Yes	Yes	2 sec
Analogs					
Unit	1,2	Data_RealQ	Yes		2 sec
Common Equipment	1,2	Data_RealQ	Yes		2 sec
Switchyard Back-up	1,2	Data_RealQ	Yes		2 sec
AGC					
Desired MW per Bus	5,1,2	Control_Setpoint_Real, Data_RealQ		Yes	4 sec
Control Mode Status per Bus	1,2	Data_DiscreteQ		Yes	4 sec
Status of AGC at COS	1,2	Data_DiscreteQ		Yes	4 sec
Status of MW Generation Control per Unit	1,2	Data_DiscreteQ	Yes		4 sec
Status of MW Generation Control per Bus	1,2	Data_DiscreteQ	Yes		4 sec
Actual Generation MW	1,2	Data_RealQTimeTag	Yes		2 sec
Upper Generation Limit MW	1,2	Data_RealQTimeTag	Yes		2 sec
Lower Generation Limit MW	1,2	Data_RealQTimeTag	Yes		2 sec
Generation Forecast					
Forecast Generation for Each Unit	8	MatrixId, IntegerArrayXX		Yes	24h.

Descripción	Bloque No.	Tipo de Datos	SCCM I a SCCG	SCCG a SCCMI	Frec.
Required Generation per Bus	8	MatrixId, IntegerArrayXX		Yes	24h
Available Generation per Bus	8	MatrixId, IntegerArrayXX		Yes	24h
Automatic Voltage Control					
Desired Voltage Changes per Bus	5	Control_Setpoint_Real		Yes	4 sec
Desired VAR changes per Bus	5	Control_Setpoint_Real		Yes	4 sec
Status of AVC for each Bus	1,2	Data_DiscreteQ		Yes	4 sec
Status of AVC at DCR	1,2	Data_DiscreteQ		Yes	4 sec
Status of MVAR Gen Control/unit	1,2	Data_DiscreteQ	Yes		4 sec
Status of MVAR Gen Control/unit bus	1,2	Data_DiscreteQ	Yes		4 sec
Sensitivity Factors per Bus	5	Control_Setpoint_Real		Yes	5 min
Voltage Schedules per Bus	8	MatrixId, IntegerArrayXX		Yes	24 h
VAR Schedules per Bus	8	MatrixId, IntegerArrayXX		Yes	24 h
Actual MVAR Generation per Unit	1,2	Data_RealQTimeTag	Yes		2 sec
Upper MVAR Generation Limit per Unit	1,2	Data_RealQTimeTag	Yes		2 sec
Lower MVAR Generation Limit per Unit	1,2	Data_RealQTimeTag	Yes		2 sec
Upper MVAR Capacity	1,2	Data_RealQTimeTag	Yes		2 sec

Descripción	Bloque No.	Tipo de Datos	SCCM l a SCCG	SCCG a SCCMl	Frec.
Limit per Bus					
Lower MVAR Capacity Limit per Bus	1,2	Data_RealQTimeTag	Yes		2 sec
Actual MVAR Generation Limit per Bus	1,2	Data_RealQTimeTag	Yes		2 sec
Unit Commitment					
Status – 12 generators X 24 hours X 7 days	8	MatrixId, IntegerArrayXX		Yes	24 h
Analogs – 12 generators X 24 hours X 7 days	8	MatrixId, IntegerArrayXX		Yes	24 h
Spillway Gate Control					
Water Release Schedules	8	MatrixId, IntegerArrayXX		Yes	24 h
Text	4	Not Implemented	Yes	Yes	-

K. Servidores DNP 3.0.

1. Estos dos (2) servidores deberán disponer de dos (2) enlaces de comunicación de datos, configurados en redundancia y capaz de establecer adecuadamente la comunicación bidireccional mediante enlaces de comunicación digital que permita la interconexión del Sistema de Control de la Casa de Máquinas I de Guri con el Sistema de Control de los Patios de Distribución de 230 kV y 400 kV.

2. El intercambio de datos deberá permitir la supervisión y monitoreo de equipos, sus estados, alarmas y otros, entre los Sistemas de Control de la Casa de Máquinas y de los Patios de Distribución de 230 kV y 400 kV.

3. Los servidores DNP 3.0 deberán ser configurados bajo el principio de "redundancia en caliente – hot standby", con recuperación de falla (failover) automático, y deberán estar conectados a la Red de Proceso, así como también a la Red de Servicios.

4. Los dos (2) servidores deberán estar equipados con una pantalla de tecnología tipo LED de 22" y alta resolución (mínimo 1920x1080), a color, de alto brillo y mega contraste, un teclado en español y un ratón con lector óptico.

5. Deberán estar en capacidad de soportar el protocolo de comunicaciones DNP 3.0 que será utilizado por el Sistema de Control de los Patios de Distribución de 230 kV y 400 kV.

6. Estos servidores deberán estar en la capacidad de únicamente supervisar cierto equipamiento de los Patios de Distribución de 230 kV y 400 kV, y no ser capaces de ejecutar comandos hacia estos.

11.4-09. ESTACIÓN MAESTRA PROVISIONAL

A. General.

1. La Estación Maestra Provisional deberá estar configurada de tal forma que permita realizar la supervisión y el control de las Unidades centralizadamente, garantizando la operación parcial de la Casa de Máquinas I de Guri, durante el período de construcción y acondicionamiento de la Sala de Control ubicada en el Edificio de Servicio.

2. EL CONTRATISTA deberá instalar y poner en operación la Estación Maestra Provisional junto con la puesta en servicio de la primera Unidad de la Casa de Máquinas.

3. La ubicación de la Estación Maestra Provisional deberá estar en los predios de la Unidad 4 en la elevación correspondiente a la galería de equipos de control (EL. 137,50) de la Casa de Máquinas I de Guri.

4. EL CONTRATISTA deberá diseñar, construir, instalar y dejar en perfecto funcionamiento el recinto que alojará los equipos que conformarán la Estación Maestra Provisional, incluyendo las instalaciones eléctricas, aire acondicionado, iluminación, cableado de control y cualquier otro equipamiento y/o servicio necesario para la operación de esta Estación, cumpliendo con los requerimientos ambientales y de inmunidad especificados en esta Sección.

5. EL CONTRATISTA deberá garantizar que todo el cableado a ser instalado en la Estación Maestra Provisional, se encuentre ordenado paralelamente al techo del recinto y a las esquinas de las paredes, así como también, deberá ser agrupado utilizando medios tales como, canaletas y bandejas.

B. Condiciones Ambientales e Inmunidad.

1. EL CONTRATISTA deberá considerar el entorno donde será instalada la Estación Maestra Provisional, y deberá garantizar que todos y cada uno de los equipos y dispositivos que la conformen, se encuentren alojados en un recinto con las condiciones ambientales del Sitio controladas, cumpliendo como mínimo con los requisitos solicitados por las normas internacionales listadas en esta sección.

C. Configuración.

1. La Estación Maestra Provisional deberá estar constituida por un conjunto reducido de estaciones de trabajo de alta resolución gráfica y servidores, suficientes para la supervisión y control de las Unidades y la operación parcial de la Casa de Máquinas, durante el periodo transitorio antes mencionado. Los equipos y sistemas de la Estación Maestra Provisional serán de iguales características que los de la Estación Maestra definitiva.

2. La Red de Proceso y Red de Servicios deberán ser implementadas junto con la puesta en servicio de la Estación Maestra Provisional y deberán ser ampliadas de acuerdo con la puesta en servicio del resto de las Unidades.

3. EL CONTRATISTA deberá implementar el Sistema de Sincronización de Tiempo, en configuración no redundante, como un componente de la Estación Maestra Provisional.

4. EL CONTRATISTA deberá garantizar el avance simultáneo y sin interrupciones de los trabajos del Sistema de Control, para ello deberá prever que los equipos de la Estación Maestra Provisional no sean reutilizados, ni trasladados a la Estación Maestra del Sistema de Control, sino que deberán ser considerados como piezas de repuesto para CORPOELEC.

5. Una vez culminados los trabajos en la Estación Maestra del Sistema de Control y ésta se encuentre lista para la operación, todas las funciones realizadas por la Estación Maestra Provisional deberán ser migradas para la Estación Maestra del Sistema de Control, sin que esta actividad represente alguna interrupción en la operación continua de la Casa de Máquinas a través del Sistema de Control Centralizado.

SECCION 11.5 INTERFAZ HUMANO MÁQUINA

11.5-01. GENERALIDADES

A. En esta Sección se especifica la función de Interfaz Humano Máquina (IHM) que comprende todo el equipamiento, Sistemas Operativos y Programas Específicos, que deberán permitir al personal de operación, mantenimiento y desarrollo, mantener la debida comunicación con el Sistema y con el Proceso, a fin de lograr la realización de todas las funciones descritas en estas especificaciones, asegurar la capacidad para supervisar y controlar, en forma segura, adecuada, oportuna y eficiente la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri.

B. Desde el comienzo del proyecto, toda la información que aparezca en las pantallas que integran la Interfaz Humano Máquina, deberá estar en riguroso cumplimiento de las reglas del idioma Castellano. La realización de cualquier prueba parcial o total a un equipo, conjunto de equipos o del sistema en su totalidad, tendrá como requisito previo, que toda la información esté presentada en Idioma Castellano.

C. La Interfaz Humano Máquina deberá incluir, todos los programas y equipos necesarios para sostener un diálogo interactivo entre el Operador y el Sistema de Control. Todo medio de acceso al Sistema de Control, por parte del Operador, deberá ser considerado como parte de la IHM y deberá cumplir con los requerimientos indicados en estas especificaciones.

D. Los equipos que forman parte de la IHM estarán ubicados tal como se indica en estas Especificaciones y en los planos.

11.5-02. REQUERIMIENTOS GENERALES

A. La Interfaz Humano Máquina deberá adaptarse a las necesidades del Operador, aprovechando eficazmente los recursos del Sistema a través de los procesos interactivos que permitirán trabajar en un ambiente amigable, fácil de aplicar y utilizar, basándose en modelos comprensibles que sigan una lógica única para todas las funciones.

B. Los datos ingresados por el operador deberán ser validados en cuanto a rango y formato. Si existiera concatenación ó vínculo entre datos, se deberá confirmar que todos los campos vinculados sean validados correctamente.

C. La IHM deberá proveer las facilidades para supervisar, en tiempo real, todos los datos disponibles y sus atributos en el Sistema de Control.

D. La habilidad para ejecutar la supervisión, reconocer alarmas ó ejecutar entradas manuales sobre cada área, deberá ser asignada a cada IHM y a cada usuario según corresponda. Esta asignación de privilegios podrá ser modificada en línea (on-line) por los Operadores autorizados.

E. Ubicación de la Interfaz Humano Máquina

1. Las estaciones de trabajo de alta resolución gráfica que permitirán realizar la función de Interfaz Humano Máquina del Sistema de Control de la Casa de Máquinas, desde la Estación Maestra, deberán ser instaladas en la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar, en los ambientes como se indican a continuación:

a. Sala de Control:

i. Una (1) para el personal de operación de la Casa de Máquinas con tres monitores, la cual deberá cumplir con los requerimientos funcionales de las Estaciones de Operación, especificadas en la Sección 11.4 "Estación Maestra".

ii. Una (1) para el supervisor de operaciones de la Casa de Máquinas con tres (3) monitores, la cual deberá cumplir con los requerimientos funcionales de las Estaciones de Operación, especificadas en la Sección 11.4 "Estación Maestra".

b. Sala de Entrenamiento:

i. Una (1) para entrenamiento de Operadores con tres (3) monitores, la cual podrá ser asignada, por programación, como Estación de Operación de la Casa de Máquinas.

ii. Una (1) para el instructor con tres (3) monitores, la cual podrá ser asignada, por programación, como Estación de Operación de la Casa de Máquinas.

c. Sala de Reuniones:

i. Una (1) para controlar un (1) proyector con una (1) interfaz de video, con un monitor. Esta Estación de Trabajo podrá ser asignada, por programación, como Estación de Operación o Estación de Entrenamiento de la Casa de Máquina I.

2. Las estaciones de trabajo que permitirán la función de Interfaz Humano Máquina desde los Tableros de Control Distribuido, deberán ser instaladas en los ambientes, tal como se indica en los planos y se detalla a continuación:

a. Veinte (20) Estaciones de Trabajo las cuales, deberán estar instaladas, dos (2) en cada uno de los diez (10) Tableros de Control de Unidad (TCU).

b. Una (1) para el Tablero de Control Distribuido de los Servicios Auxiliares Eléctricos Comunes de la Casa de Máquinas (TCAE).

c. Una (1) para el Tablero de Control de los Servicios Auxiliares Mecánicos Comunes de la Casa de Máquinas (TCAM).

3. Oficinas dentro de la Casa de Máquinas I de Guri.

a. Una (1) Estación de Trabajo para el Tablero de Control para Pruebas y Mantenimiento (TCPM) a ser instalado en la Casa de Máquinas I de Guri.

b. Una (1) Estación de Trabajo de Alta Resolución Gráfica para el Sistema de Registro de Fallas.

c. Una (1) Estación de Trabajo de Alta Resolución Gráfica para el Sistema de Protección.

4. Si se requiere, por parte de EL CONTRATISTA, incorporar en el Sistema de Control, otras Estaciones de Trabajo o Servidores de Red, para realizar a través de ellos funciones específicas de la Interfaz Humano Máquina, este equipamiento deberá cumplir con las especificaciones de esta sección sin representar algún costo adicional para CORPOELEC.

11.5-03. EQUIPOS DE LA INTERFAZ HUMANO MÁQUINA

A. Estaciones de Trabajo de Alta Resolución Gráfica

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar, instalar, probar y dejar en perfecto estado físico y de funcionamiento, las Estaciones de Trabajo de Alta Resolución Gráfica para la Estación Maestra del Sistema de Control, las cuales constarán de: monitores a color del tipo LED de veintidós pulgadas (22") y alta resolución (mínimo 1920x1080)m, a color, de alto brillo y mega contraste, teclado ergonómico, embutido y en idioma Castellano con teclas de función programables, ratón (mouse) óptico, capacidad de procesamiento, medios para el almacenamiento de la información, interfaz redundante con la Red de Proceso y

sencilla con la Red de Servicios, salida para el Sistema de vides de Gran Área de la Sala de Control, sistema operativo, programas generales y programas específicos.

2. EL CONTRATISTA deberá proponer para evaluación y aprobación de CORPOELEC todas las características técnica de los equipos que constituyen el hardware de las Estaciones de Trabajo de Alta Resolución Gráfica, los cuales deberán ser de la más alta tecnología para el momento del suministro, siguiendo como referencia los siguientes datos:

a. Procesadores basados en microarquitectura del tipo de múltiples núcleos (al menos seis núcleos) y 64-bits, para aplicaciones con múltiples subprocesos y capacidades multitareas.

b. Memoria Caché y RAM con la más alta capacidad y tecnología disponible para el momento del suministro.

c. Disco duro de la capacidad más alta disponible comercialmente para el momento del suministro.

d. Sistema de audio integrado.

e. Teclado ergonómico con caracteres en español, teclas de función programables y ratón (mouse) óptico.

f. Monitor a color de tecnología tipo LED de 22" y alta resolución (mínimo 1920 X 1080), de alto brillo y mega contraste.

g. Tarjeta aceleradora gráfica de 3D.

h. Cuatro (4) puertos USB 2.0 como mínimo.

i. Puertos para FAX MODEM de alta velocidad.

j. Conexión a red LAN Ethernet 1Gbps/100Mbps.

3. Todos los monitores a color de alta resolución gráfica, así como las tarjetas de video de la Estación de Trabajo de Alta Resolución Gráfica deberán ser idénticos, en su marca, modelo y versión de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro.

4. La unidad de procesamiento y la interfaz con las redes de Proceso y de Servicios, instaladas en la Estación de Trabajo de Alta Resolución Gráfica deberán ser idénticas, en su marca, modelo y versión de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro.

5. El Sistema Operativo, instalado en la Estación de Trabajo de Alta Resolución Gráfica deberá ser idéntico para todas, en su marca, modelo y versión, y deberá cumplir con lo especificado en el Volumen 3 "Requisitos Generales".

6. La cantidad de memoria de la Estación de Trabajo de Alta Resolución Gráfica deberá soportar todas las funciones de la IHM. La cantidad mínima de memoria y cantidad de reserva de la Estación de Trabajo de Alta Resolución Gráfica deberá cumplir con lo especificado en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

7. La capacidad de las unidades de almacenamiento masivo de datos deberá ser adecuada para que la Estación de Trabajo de Alta Resolución Gráfica, opere en forma independiente. La capacidad de reserva de las unidades de almacenamiento en la Estación de Trabajo de Alta Resolución Gráfica deberá cumplir con lo especificado en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

8. Todas las unidades de almacenamiento deberán estar de acuerdo con el estándar de mayor capacidad disponible comercialmente al momento de la adquisición del equipo.

9. Las Estaciones de Trabajo de Alta Resolución Gráfica, deberán incluir una unidad estándar comercial, de medio óptico removible, interna, con capacidad para reescritura, compatible con los formatos Blu-Ray, DVD, CD, y

deberán ser de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro.

10. Las estaciones de trabajo deberán disponer de un repertorio estándar de características de despliegues de alta resolución grafica de las imágenes, incluyendo gráficos primitivos, movimientos laterales de imágenes (panning), movimientos de textos (scroll), acercamientos (zoom), descongestionamiento (decluttering), llenado de colores, ventanas (windowing), presentación de menús (pop-up menú; pull down menú; fixed menú), y textos suspendidos (hovering).

B. Estaciones de Trabajo para los Tableros de Control Distribuido.

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar, instalar, probar y dejar en perfecto estado físico y correcto funcionamiento veintidós (22) Estaciones de Trabajo, de acuerdo con la ubicación antes descrita y con las siguientes características:

a. Selladas y adecuadas al uso industrial en centrales hidroeléctricas.

b. Embutidas y montadas a ras en los paneles de los Tableros de Control Distribuido respectivos.

c. Unidad Central de Procesamiento o su equivalente deberá tener al menos las siguientes características técnicas:

i. Procesadores basados en microarquitectura del tipo de múltiples núcleos y 64-bits, para aplicaciones con múltiples subprocesos y capacidades multitareas.

ii. Memoria Caché y RAM con la más alta capacidad y tecnología disponible para el momento del suministro.

d. Disco duro de capacidad con la más alta capacidad y tecnología disponible para el momento del suministro.

e. Interfaz redundante con la red de proceso y sencilla con la red de servicios.

f. Todas las Estaciones de Trabajo, deberán incluir una unidad estándar comercial, de medio óptico removible, interna, con capacidad para reescritura, compatible con los formatos Blu-Ray, DVD, CD, y deberá ser de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro.

g. Ranura y tarjeta aceleradora gráfica de 3D.

h. Dos (2) puertos USB 2.0.

i. Monitor a color de veintiún (21) pulgadas del tipo TFT LCD, antirreflejo, para uso industrial, del tipo sensible al tacto (touch-screen) provistos con una protección NEMA 4X o superior.

j. Todas las Estaciones de Trabajo, deberán ser de la misma marca, mismo modelo y misma versión en todos y cada uno de sus componentes tanto de equipamiento como de Sistema Operativo.

k. Si se requiere incorporar una unidad de lectura y escritura (disco magnético, cinta magnética u otro similar), su acceso deberá estar restringido mediante puerta transparente con llave de acceso y deberá mantener la linealidad con todos los equipos instalados en el gabinete.

l. Deberán estar totalmente protegidas de las interferencias debidas al sistema móvil de comunicaciones (radios, teléfonos celulares) del personal de operaciones de la Central y la contaminación electromagnética de la central. Los monitores de las Estaciones de Trabajo de Alta Resolución Gráfica y Estaciones de Trabajo de los Tableros de Control Distribuido deberán cumplir con la regulación TCO (Swedish Confederation Of Professional Employees).

2. Autonomía, Almacenamiento y Enrutamiento.

a. Definición: La independencia en la capacidad para supervisar y controlar, en forma segura, adecuada, oportuna y eficiente, el o los equipos asignados a cada Tablero de Control Distribuido, a través de la Interfaz Humano Máquina instalada en las Estaciones de Trabajo.

b. La autonomía, no podrá ser interrumpida, disminuida o degradada en caso de no estar instalada la Estación Maestra, fallas en la Estación Maestra o fallas en la comunicación con la Estación Maestra.

c. La autonomía, no podrá ser interrumpida, disminuida o degradada en caso de no estar instalada otra Interfaz Humano Máquina, fallas en otra Interfaz Humano Máquina o fallas en la comunicación con otra Interfaz Humano Máquina.

d. Cada Estación de Trabajo, deberá contar con la memoria suficiente y la capacidad de procesamiento adecuada, para almacenar, presentar y alertar al operador al menos cuatro mil (4.000) alarmas, eventos o comandos del Operador de los equipos que se supervisan a través de la Interfaz Humano Máquina respectiva.

e. Cada Estación de Trabajo, deberá contar con la memoria suficiente y la capacidad de procesamiento adecuada, para alertar al Operador, a través de la Interfaz Humano Máquina, de cualquier evento o suceso que involucre degradación parcial o total de su capacidad de supervisión o control, tales como:

i. Falta de instalación de los Controladores Principales de los cuales obtiene la información requerida para ejecutar su función, o de alguno de los medios por él utilizados para la emisión de los comandos de control.

ii. Falla en los Controladores Principales de los cuales obtiene la información requerida para ejecutar su función, o de alguno de los medios por él utilizados para la emisión de los comandos de control.

iii. Falla en la comunicación con los Controladores Principales de los cuales obtiene la información requerida para ejecutar su función, o de alguno de los medios por él utilizados para la emisión de los comandos de control.

f. Cada Estación de Trabajo, deberá contar con la memoria suficiente y la capacidad de procesamiento adecuada para, a través del Interfaz Humano Máquina, almacenar y presentar al Operador todos y cada uno de los diagramas y gráficos unifilares requeridos para ejecutar sus funciones sin pérdida de su autonomía.

g. Cada Estación de Trabajo, deberá contar con la capacidad de enrutamiento en la red requerida para ejecutar a través de la Interfaz Humano Máquina, la impresión de los archivos y gráficos en las impresoras conectadas a la Red de Proceso sin pérdida de su autonomía.

3. Las Estaciones de Trabajo de los Tableros de Control Distribuido, deberán incluir toda la funcionalidad especificada para las Estaciones de Trabajo de Alta Resolución Gráfica.

C. Estaciones de Trabajo para el Sistema de Registro de Fallas y Sistema de Protección.

1. Se deberán suministrar dos (2) estaciones de trabajo de alta resolución gráfica, los cuales deberán ser asignados de la siguiente manera: una (1) para el Sistema de Registro de Fallas y una (1) para el Sistema de Protección.

2. La estación de trabajo de alta resolución gráfica para el sistema de Registro de Fallas será ubicada dentro de la Sala de Computadores de la Casa de Máquinas I de Guri.

3. La estación de trabajo de alta resolución gráfica para el Sistema de Protección será ubicada dentro de la Sala de Computadores de la Casa de Máquinas I de Guri.

4. Las estaciones de trabajo de alta resolución gráfica a ser instaladas dentro de la Casa de Máquinas I de Guri deberán interconectarse con las redes de datos independientes y dedicadas para la función de registro de fallas o protecciones, según sea el caso, siendo estas redes separadas de las redes de campo y proceso del Sistema de Control.

5. EL CONTRATISTA deberá proponer para evaluación y aprobación de CORPOELEC todas las características técnicas de los equipos que constituyen el hardware de las Estaciones de Trabajo de alta resolución gráfica para el Sistema de Registro de Fallas y Sistema de Protección, los cuales deberán ser de la más alta tecnología para el momento del suministro.

6. Las Estaciones de Trabajo de alta resolución gráfica deberán tener como mínimo las siguientes características:

a. Procesadores basados en microarquitectura del tipo de múltiples núcleos (al menos 6 núcleos) y 64-bits, para aplicaciones con múltiples subprocesos y capacidades multitareas.

b. Memoria Caché y RAM con la más alta capacidad y tecnología disponible para el momento del suministro.

c. Disco duro de capacidad no menor de una (1) Terabyte (1024 GB), adaptado al estándar RAID (Redundant Array of Independent Disks).

d. Sistema de audio integrado.

e. Teclado ergonómico con caracteres en español y ratón (mouse) óptico.

f. Monitor a color de tecnología tipo LED de 22" y alta resolución (mínimo 1920 x 1080), de alto brillo y mega contraste.

g. Tarjeta aceleradora gráfica de 3D.

h. Cuatro (4) puertos USB 2.0 como mínimo.

i. Puertos para FAX MODEM de alta velocidad.

j. Conexión a red LAN Ethernet 1Gbps/100Mbps

k. El Sistema Operativo y programas utilitarios a ser instalados en las Estaciones de Trabajo deberán ser idénticos para todas, en su marca, modelo y versión, y deberán cumplir con lo especificado en el Volumen III "Requisitos Generales".

l. Las Estaciones de Trabajo deberán incluir una unidad estándar comercial, de medio óptico removible, interna, con capacidad para reescritura, compatible con los formatos Blu-Ray, DVD, CD, y deberá ser de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro.

D. Computadores Personales Portátiles.

1. Se deberán suministrar como mínimo, ocho (08) computadores personales Portátiles, los cuales deberán ser asignados de la siguiente manera: tres (03) para el Sistema de Protección, dos (02) para el Sistema de Registro de Fallas, dos (02) para los Controladores Principales y uno (01) para el Sistema de Medición de Variables Eléctricas y para el Sistema de Sincronización. Si EL CONTRATISTA considera, de acuerdo al diseño, que es necesario incluir computadores personales Portátiles adicionales deberá incluirlos.

2. Los Computadores Personales Portátiles deberán ser del tipo "Laptop", con las siguientes características mínimas:

a. Procesadores basados en microarquitectura del tipo de múltiples núcleos y 64-bits, para aplicaciones con múltiples subprocesos, capacidades multitareas y comunicaciones WLAN.

b. Memoria Caché y RAM con la más alta capacidad y tecnología disponible para el momento del suministro.

c. Disco duro de la más alta capacidad y tecnología disponible para el momento del suministro, resistente a golpes y capaz de soportar caídas desde 90 cm, sin que se pierdan los datos.

d. Unidad estándar comercial, de medio óptico removible, interna, con capacidad para reescritura, compatible con los formatos Blu-Ray, DVD, CD, y deberá ser de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro.

e. Pantalla de 13,3 pulgadas, a color del tipo TFT LCD, antirreflejo y alto brillo, con carcasa de protección resistente a golpes.

f. Teclado con caracteres en idioma castellano y dispositivo apuntador del tipo "touchpad" resistentes a salpicaduras.

g. Puertos de conexión a redes LAN Ethernet 1Gbps/100Mbps.

h. FAX MODEM de alta velocidad integrado.

i. Dos puertos seriales ANSI RS-232C de alta velocidad.

j. Dos puertos infrarrojos.

k. Dos puertos USB 2.0.

l. Sistema de audio y altavoces estéreos integrados.

m. Un ratón (Mouse) óptico.

n. Deberá disponer de cubiertas rígidas resistentes a ralladuras, así como también deberá tener asas de transporte integradas a la carcasa, realizadas con un material resistente al uso industrial.

o. Todos los Computadores Personales Portátiles deberán estar provistos de toda la programación operativa y aplicaciones requeridas para la instalación, recolección de datos, configuración, parametrización, diagnóstico, mantenimiento, pruebas y respaldo del subsistema para el cual han sido suministrados, incluyendo todas las licencias de acuerdo con lo descrito en la Sección 11.4 "Estación Maestra".

p. Batería de respaldo (back up) con autonomía de ocho (08) horas de uso continuo como mínimo. Esta batería alimentará a la Computadora Personal Portátil en caso de no estar conectado a la red de 120 Vca o como consecuencia de falla en el suministro de la misma.

E. Sistema de Proyección de Video de Gran Área para la Sala de Control (Mural de Pantallas)

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar un sistema de visualización de video basado en un dispositivo procesador que permita manejar un arreglo (mural) de pantallas en los que se puedan proyectar los despliegues disponibles en las Estaciones de Operación de la Sala de Control.

2. El arreglo (mural) tendrá un área de 1,80 x 4,0 metros o similar aprobada por CORPOELEC y estará ubicada en la Sala de Control de la Casa de Máquinas I de Guri.

3. EL CONTRATISTA deberá garantizar el despliegue con alta definición y nitidez de toda la información requerida por los operadores para obtener el máximo desempeño del Sistema. Asimismo, EL CONTRATISTA deberá garantizar la legibilidad de la información a través del mural, desde el punto donde se encuentren ubicados el operador y el supervisor de la Sala de Control de la Casa de Máquinas, sin tener que ejercer mayor esfuerzo visual o tener que adoptar posturas de trabajo inadecuadas.

4. Se deberá considerar que el mural sea posicionado de tal manera, que los operadores puedan obtener la información requerida de las pantallas, con una línea visual por encima del nivel de los monitores de las Estaciones de

Operación de la Sala de Control, sin tener que adoptar una postura de trabajo inadecuada.

5. El arreglo (mural) deberá ser adecuado para proyectar la información en salas con niveles de iluminación ambiental de 500 lux.

6. Para el dimensionamiento y ubicación del mural, EL CONTRATISTA deberá efectuar un estudio de aspectos tales como: tamaño de la sala y del espacio previsto para la instalación del mural, cantidad de operadores, aplicaciones a proyectar en el Sistema (planos, despliegues gráficos, gráficos 3D, textos, video), ubicación de las estaciones de operación, entre otros factores, todo lo cual permitirá reunir criterios para seleccionar el tamaño ideal de un Sistema de Visualización que se adapte a las necesidades operativas de la Sala y sea confortable a sus usuarios.

7. El procesador deberá proyectar simultáneamente y como mínimo, hasta doce (12) entradas gráficas de alta resolución de las estaciones de operación, así como también, hasta doce (12) entradas de video.

8. EL CONTRATISTA deberá suministrar como arreglo (mural) de pantallas para la proyección en la Sala de Control, un sistema de proyección basado en la tecnología de procesado digital de la luz (Digital Light Processing - DLP), controlado por un procesador cumpliendo como mínimo con los siguientes requerimientos técnicos de funcionamiento y operación:

a. Lámparas redundantes en calientes (hot stand by) con capacidad de autodiagnóstico de falla, que permita el cambio automático entre ellas en un tiempo menor a 1,5 segundos.

b. Reemplazo de las lámparas en caliente (hot swapping) sin perdida de la imagen proyectada.

c. Deberá tener 10.000 horas de vida útil por cada lámpara, como mínimo.

d. Deberá disponer de un sistema que ejecute el cambio automático de lámpara para garantizar un desempeño similar de cada una, por medio de la realimentación (feedback) dinámica del ajuste del brillo y color en el mural.

9. Las pantallas o módulos de proyección que formarán el arreglo (mural) deberán tener un borde entre pantalla menor de 0,5 milímetros.

10. Deberán ser adecuadas para el uso en Salas de Control de Centrales Hidroeléctricas veinticuatro (24) horas continuas durante los siete (7) días de la semana, sin algún tipo de degradación de la imagen proyectada.

11. Deberán contar con funciones de autodiagnóstico y control interno de temperatura y humedad.

12. El procesador del mural deberá soportar como mínimo, los siguientes tipos de entradas:

a. RGB/DVI, HD 720p/1080i/1080p

b. YUV

c. S-Video

d. NTSC/PAL

13. Todos los canales de entradas y salidas del procesador del mural deberán soportar resoluciones de hasta 1920x1200 pixeles.

14. El procesador deberá estar en la capacidad de desplegar hasta doce (12) ventanas en una sola pantalla, permitiendo posicionar cada ventana en cualquier lugar del arreglo y ajustar el tamaño de acuerdo a los requerimientos de CORPOELEC.

15. El procesador deberá proveer independientemente, el ajuste del color, brillo y contraste de cada ventana que forma parte del mural.

16. El procesador deberá poder ser controlado utilizando una interfaz de usuario gráfica integrada y basada en navegador web, a través de conexión Ethernet. Esta interfaz de control deberá permitir su integración al Sistema de Control de la Casa de Máquinas, haciéndola parte de los programas dispuestos para la Estación Maestra, permitiendo a los operadores configurar las pantallas y ventanas a través de la Estación de Control del Sistema de Proyección de Video, descrita en la Sección 11.4 (Estación Maestra).

17. El Sistema de Proyección de Video de Gran Área deberá disponer de un dispositivo de control remoto inalámbrico, que permita controlar y configurar a distancia las pantallas y ventanas del Sistema.

18. El procesador deberá permitir sobreponer ventanas en las pantallas, lo cual podrá ser realizado instantáneamente o durante un tiempo preestablecido por CORPOELEC.

19. El procesador deberá disponer de un sistema de autodiagnóstico, que permita monitorear la temperatura interna, y desplegarla en la interfaz del usuario del Sistema y/o en alguna pantalla local, si dispusiera de esta.

20. El procesador deberá estar en una caja metálica adecuada para operación en ambientes industriales e incluir ventiladores controlados por temperatura, filtros removibles y fuente de alimentación redundante, permitiendo el intercambio de las fuentes en caliente.

F. Despliegues Numéricos de Hora, Fecha, Frecuencia y Desviación de Tiempo.

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar despliegues alfanuméricos de alta visibilidad, con dígitos de 10 cm de altura, del tipo de diodos emisores de luz (LED) o cristal líquido (LCD) con iluminación propia, integrados al diseño del mueble que soporta al Mural de Pantallas para la Sala de Control. Dichos

despliegues deberán indicar en forma instantánea el día de la semana, la fecha en formato dd,mm,aaaa, la hora en formato hh:mm:ss, la frecuencia del sistema con resolución de milihertz y el error acumulado de tiempo del sistema con resolución de milisegundos. Esta información será recibida desde los servidores de tiempo y desde el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG) a través de los enlaces de comunicación.

2. Cada despliegue alfanumérico deberá estar identificado en la parte superior, donde el tipo y atributo de las leyendas deberán ser aprobados por CORPOELEC y deberán estar acordes con la arquitectura de la Sala de Control.

G. Sistema Multimedia de Alta Resolución Gráfica para la Sala de Reuniones.

1. El CONTRATISTA deberá suministrar un (1) Sistema Multimedia de Alta Resolución Gráfica que deberá ser instalado en la Sala de Reuniones.

2. El Sistema Multimedia de Alta Resolución Gráfica para la Sala de Reuniones deberá incluir como mínimo los componentes que se listan a continuación:

a. Un (1) Proyector de Video de Alta Resolución Gráfica, en colores, diseñado para uso continuo en la Sala de Reuniones. El Proyector de Video de la Sala de Reuniones deberá ser similar a los suministrados para la Sala de Control y deberá ser compatible con el video generado por la Estación de Trabajo de la Sala de Reuniones, por computadoras personales (PC), Laptop, notebook, por señales de video estándar NTSC y PAL, video conferencia y deberá ser suministrado completo, con lentes, pantalla de retroproyección de 1,40 x 1,00 m, mueble, bastidor de montaje, cables, controladores, interfaz, espejos y accesorios.

b. Un (1) equipo Blu-Ray compatible con DVD de calidad profesional.

c. Un (1) Selector para todas las señales de entrada de video y audio, de calidad profesional.

d. Convertidores de barrido (scan doubler), tantos como se requieran, para adecuar las señales de video al proyector.

e. Ecualizadores de espectro de audio.

f. Amplificadores de audio de alta fidelidad (5x100W + 1x300W).

g. Un (1) altavoz para canal central, cuatro (4) altavoces periféricos de pequeñas dimensiones para canales laterales y un (1) altavoz para frecuencias bajas (subwoofer) todos acorde con la calidad de los equipos suministrados y con respuesta de frecuencia plana en las regiones de operación, sin desmejorar la relación señal a ruido del sistema una vez acoplados a los canales de salida.

h. Una (1) unidad inalámbrica de control remoto con todas las funciones de selección de entradas y controles de audio y video disponibles.

i. Cinco (5) placas de conectores, para entradas seleccionables. Cada una contendrá un conector de cada tipo de video y dos (2) entradas de audio estéreo cada una. Las placas deberán ser cableadas e instaladas en las paredes, piso y/o mesa de la Sala de Reuniones embutidas al ras de la superficie, con tapas protectoras contra impactos y deformaciones, acorde con las consolas y la arquitectura de la Sala de Reuniones.

j. Muebles adecuados para esta aplicación, integrados al diseño arquitectónico, para los equipos del Sistema Multimedia de Alta Resolución Gráfica para la Sala de Reuniones.

k. Todos los accesorios, equipos, herramientas y documentación necesarios para la instalación, calibración, ajustes, diagnósticos, puesta en servicio y mantenimiento del sistema multimedia completo.

H. Impresores.

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar los siguientes impresores:

a. Dos (2) impresores monocromáticos tipo láser conectados a la Red de Proceso.

b. Tres (3) impresores a color tipo láser conectados a la Red de Proceso y/o Servicios.

c. Un (1) impresor a color tipo láser conectada a la Red de Servicios.

2. Los impresores deberán estar asignados como sigue:

a. Impresores tipo LASER Monocromático

i. Uno (1) para impresión de uso general, que estará ubicada en de la Sala de Operadores.

ii. Uno (1) para impresión de uso general, que estará ubicada en la Sala de Computadores.

b. Impresores tipo Laser a Color

i. Uno (1) para impresión de uso general, que estará ubicado en la Sala de Operadores.

ii. Uno (1) para impresión de uso general, que estará ubicado en la Sala de Computadores.

iii. Uno (1) para impresión de uso general, que estará ubicado en la Sala de Entrenamiento.

iv. Uno (1) para impresión de uso general, que estará ubicado en la Estación Maestra Provisional.

3. Los impresores tipo láser deberán ser de alto desempeño y deberán soportar las funciones de operación independiente bajo la Red de Proceso, así como también, bajo la Red de Servicios. Deberán tener un procesador RISC y una resolución superior a 600 x 600 ppp (puntos por pulgada). Los impresores láser deberán tener un mínimo de 512 MB de memoria RAM, una velocidad de impresión superior a 40 ppm (páginas por minuto), capacidad para imprimir en papel común de tamaño 8,5 x 11 pulgadas y 11 x 17 pulgadas, con dos (2) bandejas con capacidad superior a 500 páginas cada una.

4. Todos los impresores deberán ser suministrados con receptáculos para las copias impresas de acuerdo con el volumen de información que procesan.

I. Alarmas Audibles y Visuales.

1. Alarmas Audibles.

a. Cada Estación de Trabajo deberá tener alarmas audibles, programables para diferentes sonidos grabados, como por ejemplo, tono sencillo, tono doble y pitido, entre otros.

b. Las señales audibles deberán ser emitidas intermitentemente cada varios segundos hasta que la alarma sea reconocida, por el Operador, en la interfaz que corresponda.

c. Las Estaciones de Trabajo deberán incluir el equipamiento y la programación necesaria para almacenar, editar, grabar y reproducir sonidos. Los micrófonos y altavoces con sonido estereofónico deberán ser de alta calidad.

2. Torre de Luces.

a. Las Estaciones de Trabajo para los Tableros de Control Distribuido también deberán tener luces de alerta tipo torre, los cuales deberán estar instaladas sobre los tableros en forma de vástago para dar a los operadores o personal de mantenimiento una alarma visual del Sistema.

b. Deberán estar basadas en diodos emisores de luz (LED) de la más alta tecnología disponible comercialmente para el momento del suministro. Preferiblemente estas luces deberán combinar más de un color en un solo arreglo de LEDs.

c. Deberán ser configuradas para encenderse continuamente, con efecto giratorio o de forma intermitente, en coordinación con las alarmas audibles dispuestas para los tableros de control distribuido.

d. Deberán ser controladas por medio de contactos secos, o a través de un enlace de comunicación serial, por ejemplo, RS-232.

e. Deberán estar diseñadas para soportar condiciones de operación del tipo industrial, con un grado de protección NEMA 4X, o superior.

f. El color del cuerpo de la torre de luces, deberá ser igual al color de los tableros de control distribuido, y los colores de las luces que mostrará la torre podrán ser rojo, ámbar, verde, azul, o cualquier otro que proponga EL CONTRATISTA y CORPOELEC apruebe.

11.5-04. DESPLIEGUES PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA CASA DE MÁQUINAS

A. Requerimientos Generales

1. La programación de la IHM deberá estar diseñada para garantizar la supervisión y el control de las Unidades y Equipos Casa de Máquinas, así como también, permitir los ajustes, la depuración y la puesta en servicio del Sistema de Control, además de garantizar, posteriormente, su mantenimiento y actualización. Deberá adaptarse a las necesidades del Operador. Deberá aprovechar eficazmente los recursos del sistema para que, a través de la creación de procesos interactivos, se obtenga un ambiente amigable y fácil de aplicar y usar, deberá estar basada en modelos comprensibles que sigan una lógica única para todas las funciones.

2. Los datos ingresados por el operador deberán ser validados en cuanto a rango y formato, cuando exista concatenación o estén entrelazados. Se deberá confirmar que todos los campos vinculados están cubiertos correctamente.

3. La IHM deberá proveer las facilidades para supervisar, en tiempo real, todos los datos disponibles y sus atributos en el Sistema de Control.

4. Todas las leyendas de caracteres y mensajes en las pantallas de video y los impresores, que se usan en la Interfaz Humano Máquina para la supervisión y control de las Unidades y Equipos de la Casa de Máquinas, los ajustes y la sintonización de los parámetros a ser presentadas a los Operadores, deberán estar en idioma castellano.

5. Se podrá restringir el acceso a datos y control de la Casa de Máquinas de acuerdo al tipo de Estación de Trabajo conectada a la red de proceso, usuario de la Estación de Trabajo y condiciones operativas de la Casa de Máquinas.

6. La habilidad para ejecutar la supervisión, reconocer alarmas o ejecutar entradas manuales sobre cada área, deberá ser asignada a cada IHM y a cada usuario como corresponda. Esta asignación de privilegios podrá ser modificada en línea por los Operadores autorizados.

B. Programación del Soporte Gráfico

1. Se deberá suministrar un programa de interfaz Gráfica del Usuario (Graphical User Interface – GUI) estándar de la industria en las IHM con monitores de alta resolución gráfica.

2. La interfaz Gráfica de Usuario deberá ser flexible y de uso amigable para la modificación de despliegues y especialmente importación de imágenes producidas en otros medios y en la creación de teclas programables y aceleradoras.

C. Editor de Despliegues

1. Se deberá suministrar un editor para la construcción y mantenimiento de despliegues. Conjuntamente con los programas gráficos, el editor de despliegues deberá tener facilidades interactivas para los siguientes procesos:

a. Creación de imágenes con gráficas estáticas, campos dinámicos y referencias en la base de datos.

b. Enlace con las referencias de la base de datos y almacenamiento de los nuevos despliegues creados.

c. Modificación de los despliegues existentes.

2. El editor de despliegues deberá estar diseñado para utilizarse en los ambientes en línea y fuera de línea. Cualquier modificación, ajuste o mejora de despliegues que se realice usando este editor fuera de línea, deberá poder actualizarse en tiempo real, una vez que haya sido verificado y probado, sin necesidad de realizarlo nuevamente utilizando el editor en línea.

3. El editor deberá permitir la identificación y actualización dinámica simultánea en todos los despliegues del sistema. Por ejemplo, el uso de la función "búsqueda","reemplazo" o "ir a" de un punto en todos los despliegues del sistema.

D. Formatos de Despliegue para la Supervisión y Control de la Casa de Máquinas

1. El marco básico de un formato de despliegue deberá consistir de todos los campos comunes a todos los despliegues. El marco básico deberá incluir los campos para el título del despliegue, la fecha (dd/mm/aaaa) y hora (hh/mm/ss), número de página, campo de menú fijo, iconos, logotipo de CORPOELEC, campos de categorías de alarmas y campos para botones funcionales, y el Modo de Operación de la IHM.

2. EL CONTRATISTA deberá diseñar, construir e integrar todos los formatos de despliegues, los cuales deberán ser aprobados por CORPOELEC. Los formatos de despliegue deberán aprovechar las facilidades y ventajas técnicas de alta resolución gráfica disponibles en el sistema para optimizar funcionalidad en la IHM.

3. EL CONTRATISTA deberá integrar los despliegues del sistema, a los enlaces con la base de datos, así como los enlaces necesarios con otros despliegues y con las tareas de programación.

4. La IHM deberá incluir, como mínimo, todos los despliegues descritos en estas Especificaciones Técnicas.

E. Llamado de Páginas de Despliegue

1. Los despliegues deberán ser seleccionados para cada una de las ventanas del monitor de la IHM mediante el cursor que actuará sobre lo siguiente:

a. Campo de menú fijo

b. Menús ("pop-up", "pull-down", "fixed").

c. Acercamiento (zooming) con tres (3) niveles de descongestionamiento (decluttering) como mínimo.

d. Movimiento lateral de las imágenes (panning).

e. Desplazamiento del texto en la pantalla (scrolling).

f. Subir página, bajar página.

g. Llamar páginas de despliegues anteriormente usadas (Recall) (2 niveles).

h. Texto dinámico suspendido (hovering).

2. Los menús deberán estar diseñados de una manera tal que el llamado de un despliegue específico pueda ser realizado en uno o dos pasos. En ningún caso la secuencia de llamada deberá requerir más de dos accionamientos del cursor en la pantalla. El llamado de los despliegues o acciones de despliegue frecuentemente usados, deberán ser efectuados a través de un solo accionamiento del cursor sobre el campo de la ventana.

3. Los despliegues usados más frecuentemente deberán ser los despliegues unifilares, los despliegues iniciales de los programas de aplicación, las listas de alarmas y la lista "Resumen General".

F. Actualización de los Datos Dinámicos

1. Todos los valores analógicos, a la vista en las ventanas de despliegue, deberán ser actualizados con la periodicidad establecida en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

2. La representación en pantalla del estado de los equipos deberá ser actualizada inmediatamente después que el cambio haya sido incorporado en la base de datos en tiempo real, sin esperar por el barrido de actualización de los valores analógicos.

3. Las operaciones de movimiento lateral (panning) y de acercamiento (zooming), no deberán alterar los colores ni la forma que representan el estado de cada elemento de la Central.

G. Representación Dinámica de los Datos

1. Todos los equipos, elementos y dispositivos de la Casa de Máquinas y de la Central, supervisados a través del Sistema de Control, deberán representarse e identificarse a través de símbolos gráficos y caracteres alfanuméricos los cuales deberán variar dinámicamente de acuerdo a su condición en el Sistema de Control y en el Campo.

2. Para designar las diferentes condiciones y atributos de los datos dinámicos se deberán utilizar colores diferentes en los símbolos y caracteres alfanuméricos.

3. Los datos analógicos sin actualizar y los introducidos manualmente se deberán colorear tal y como se muestra en la Tabla 4 de esta Sección.

4. Los valores analógicos fuera de los límites permitidos deberán ser desplegados usando los colores que se muestran en la Tabla 4. Si la alarma de violación de límites para los valores analógicos no ha sido reconocida aún, el valor se deberá desplegar en forma intermitente.

5. Se deberán utilizar colores distintos a los que se utilizan para la representación de los niveles de tensión de la red del sistema de potencia, para indicar el estado de "Energizado", "Desenergizado" y "Puesto a Tierra" de los generadores, transformadores, líneas de transmisión y secciones de barras. La coloración de los elementos deberá ser como se muestra en Tabla 3 de esta Sección.

6. Todos los puntos de la base de datos, los elementos, sistemas, equipos y unidades deberán estar provistos de etiquetas que señalen las condiciones especiales de operación. Deberán ser representados apropiadamente en los despliegues gráficos, en las listas y los diagramas tabulares. La coloración de los elementos con etiquetas deberá ser como se especifica en las cláusulas de esta Sección.

H. Condiciones Dinámicas de los Datos Obtenidos desde el Campo

1. El Sistema de Control deberá tener capacidad de procesamiento para manejar las condiciones dinámicas bajo las cuales se pueden encontrar los puntos de la base de datos, los elementos y los equipos de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri.

2. El Sistema de Control deberá poder distinguir, como mínimo, cinco (5) condiciones bajo las cuales se le deberá presentar, al operador, la información que el Sistema de Control adquiere desde el Campo, las cuales son: Normal, Alarmado no Reconocido, Alarmado reconocido, Seleccionado y Error de la Medida o Indicación.

3. El Sistema de Control deberá tomar en cuenta la indicación que se reporta desde el campo, la calidad de la medida y las acciones por parte del operador para presentar a través de los distintos despliegues gráficos y de textos de la Interfaz Humano Máquina las siguientes condiciones dinámicas:

a. Normal. Un punto de la Base de Datos, un elemento o un equipo se encuentran en condición "Normal" cuando se cumplen las siguientes condiciones:

i. El procesamiento y verificación, de la indicación recibida desde el campo, cumple con las condiciones y parámetros que se le han asignado como característicos dentro del sistema ("Calidad de la Medida").

ii. La señal recibida desde el campo representa una condición o valor esperado en el comportamiento de los equipos de la central ("Calidad de operación de los equipos de la Central").

b. Alarmado no Reconocido. Un punto de la Base de Datos, un elemento o un Equipo se encuentran en condición "Alarmado no Reconocido" cuando se cumplen las condiciones que se indican a continuación:

i. Todo punto digital de la base de datos que sufra cambios en cualquiera de sus atributos, ya sea por variación en la información obtenida desde el campo y/o por alteraciones en la calidad de la información, deberá ser considerado por el Sistema de Control como un punto "Alarmado no reconocido".

ii. Todo punto analógico de la Base de Datos cuyo valor medido o calculado provoque una violación de los rangos y parámetros que se le definen, así como también las deficiencias en la calidad de la información recibida deberán ser considerados por el Sistema de Control como un punto "Alarmado no reconocido".

iii. Todo punto de la base de datos que esté en la condición de "Alarmado no reconocido" deberá ser reconocido por el Operador autorizado. Deberá llamar la atención del Operador mostrando los mensajes correspondientes en las Estaciones de Operación y en las Estaciones de Trabajo de los Tableros de Control Distribuido de acuerdo a la característica de cada despliegue y deberá actualizar las listas involucradas y los registros respectivos.

iv. Los despliegues gráficos deberán presentar los puntos en condición de "Alarmado no Reconocido" en forma intermitente de acuerdo al color y símbolo que corresponda, hasta que el Operador reconozca la alarma. Las líneas de alarmas en las listas de alarmas deberán venir acompañadas de un símbolo de solicitud de reconocimiento. Este símbolo de solicitud de reconocimiento desaparecerá una vez reconocida la alarma por parte del operador.

v. Todo mensaje para los Operadores generado a través de la IHM, deberá ser considerado y procesado como una condición de "Alarmado no reconocido".

c. Alarmado Reconocido. Un punto de la Base de Datos, un elemento o un equipo se encuentra en la condición "Alarmado Reconocido" cuando se cumplen las siguientes condiciones:

i. Todo punto de la base de datos, una vez que es reconocido por el Operador, pasa a la condición de "Alarmado reconocido". Las características de los despliegues deberán estar de acuerdo con el símbolo y código de colores que le correspondan en función con los atributos del elemento al cual está asociado.

ii. Esta condición deberá actualizar las listas y los despliegues asociados, tomando en cuenta lo indicado en el procesamiento de la información para su presentación en la IHM.

d. Seleccionado. Un punto de la Base de Datos, un elemento o un equipo se encuentran en condición " Seleccionado" cuando se cumplen las siguientes condiciones:

i. Un punto de la Base de Datos, un dispositivo, equipo o sistema pasa a condición "Seleccionado" cuando el Operador lo selecciona para

v. Todo el proceso es realizado de manera automática por el sistema de Control y Adquisición de Datos y la Interfaz Humano Máquina.

l. Etiquetas

1. Las etiquetas representan condiciones especiales operativas de la Central, sobre las cuales, el Operador quiere llamar la atención colocando restricciones. Se deberán representar en los despliegues a través de símbolos y modificando el color del elemento en todos los despliegues gráficos y de texto, deberán ser consideradas como un atributo que deberá ser procesado por todos los programas y funciones definidas en el Sistema de Control y deberá representar una característica para los puntos de la base de datos, los equipos y los sistemas que forman parte de la Central, tal y como se indica en la Tabla 1.

	Punto de la Base de Datos	Elemento de la base de datos	Sistema	Equipo	Unidad
Entrada Manual	X	X			
Notas del Operador	X	X	X	X	X
Control inhibido		X	X	X	X
Alarma Inhibida	X	X	X	X	X
Fuera de Rastreo	X	X	X	X	X
En Prueba	X	X	X	X	X
En Mantenimiento		X	X	X	X

Tabla 1. Alcance de la parametrización de las etiquetas.

efectuar cualquiera de las operaciones de control o etiquetamiento permitidos en el elemento en cuestión.

ii. La condición de "Seleccionado" es de carácter temporal, el período de tiempo que dure esta condición deberá ser ajustable.

iii. La operación de selección puede cancelarse automáticamente, al vencerse el período de tiempo, o bajo demanda del Operador.

e. Error de la Medida o Indicación. Un punto de la Base de Datos, un elemento o un equipo se encuentran en condición "Error de la Medida o Indicación" cuando se cumplen las siguientes condiciones:

i. La condición "Error de Medida o Indicación" se obtiene cuando un punto digital o un punto analógico presenta deficiencia en la calidad de la información obtenida desde el campo o como consecuencia de las anomalías en: los equipos de adquisición de datos, el procesamiento de la información y/o la transmisión del dato en el Sistema de Control.

ii. Cada deficiencia o anomalía deberá estar identificada en forma individual y unívoca, para efectos de los programas de aplicación, del mantenimiento y para la supervisión y el control de la Central.

iii. El sistema deberá detectar la deficiencia de acuerdo a los parámetros y configuración del punto o equipo, generar la alarma correspondiente y mantener el punto en una condición de supervisión por parte del sistema sin actualizar su estado en los compensadores de datos, ni en los otros archivos del Sistema de Control.

iv. Cuando el Sistema de Control determina que el punto ha retornado a su condición "Normal" se deberá crear la alarma correspondiente y procesar la información como una entrada más del Sistema de Control.

2. Las etiquetas deberán ser independientes entre sí, para efectos de su aplicación, sin embargo para efectos de colores y símbolos en los despliegues el Sistema de Control deberá automáticamente aplicar niveles de jerarquías.

3. Los símbolos y las jerarquías que deberán ser aplicados a las etiquetas dependerán de las facilidades gráficas del Sistema de Control, motivo por el cual deberán ser definidas con el CONTRATISTA después de adjudicado el Contrato.

4. Las etiquetas deberán ser colocadas o retiradas por el Operador. El Sistema de Control deberá tener la facilidad para asignar, por medio de clave de acceso, el acceso y los permisos para la asignación de las etiquetas.

5. La aplicación de etiquetas a los puntos de la base de datos, elementos, sistemas, etc. deberá ser tomada en cuenta por los programas del Sistema de Control.

6. El Sistema de Control deberá tener capacidad para definirle, como mínimo, siete (7) tipos de etiquetas las cuales se identifican como: Entrada Manual, Notas del Operador, Control Inhibido, Alarma Inhibida, Fuera de Rastreo, En Prueba y En Mantenimiento.

7. Toda etiqueta deberá venir acompañada por un comentario dado por el operador.

8. Cualidades y funcionalidad de los Tipos de Etiquetas.

a. Entrada Manual: es una etiqueta que le permite al operador colocarle un atributo particular a un punto de la base de Datos, a un dispositivo o a un equipo de la Central para que refleje la condición o medida real que está

presente en el campo. El Sistema de Control deberá cumplir las siguientes condiciones:

i. El Sistema de Control no deberá permitir aplicar la etiqueta "Entrada Manual" cuando un elemento presenta la condición "Alarmado no Reconocido"

ii. Cuando un elemento presenta la etiqueta "Entrada Manual" el valor o el estado definido por el Operador para ese elemento deberá ser considerado por los programas de aplicación del Sistema de Control como la medida o condición que está siendo supervisada desde el campo.

iii. Cuando un elemento presenta la etiqueta "Entrada Manual" toda la información proveniente desde la función de Adquisición de Datos deberá ser reportada solamente en la "Lista de Resumen General" del Sistema de Control. Las señales con esta etiqueta no requerirán de reconocimiento ni se deberán generar mensajes visuales ni audibles en la Interfaz Humano Máquina, excepto que, la condición que se reporte desde el campo, represente el retorno a la condición "Normal" por "Error de Medida".

iv. Si un elemento presenta la etiqueta "Entrada Manual" y adicionalmente tiene la condición de "Error de Medida", cuando esta condición retorne a normal el Sistema de Control deberá automáticamente reportar esta alarma.

b. Notas del Operador: son comentarios particulares que el operador desea colocar en los elementos que forman parte del despliegue, los cuales deberán adaptarse a las siguientes condiciones:

i. Consistirá en un comentario asociado al punto en el cual se describan brevemente las instrucciones especiales que se deben seguir para analizar el estado en el cual se encuentra la información del mismo.

ii. Las notas del operador podrán ser modificadas, almacenadas o eliminadas a solicitud del Operador, siempre que los niveles de seguridad y acceso lo permitan (El usuario que la originó o un superior).

iii. Las notas del operador deben ser archivadas en forma cronológica e indicar el código o clave que identifica al operador que la origina.

c. Control inhibido: impide que el operador ejecute los comandos de control sobre el elemento que la tiene aplicada. El Sistema de Control deberá cumplir con las siguientes condiciones:

i. Cuando esta etiqueta esté colocada a un punto de la Base de Datos no deberá ser posible efectuar acciones de control sobre dicho punto.

ii. Las notas de control inhibido podrán ser modificadas, salvadas o eliminadas por un Operador, siempre que los niveles de seguridad y acceso lo permitan (El usuario que la originó o un superior).

iii. Al momento de intentar efectuar una operación de control, sobre un equipo etiquetado para "Control Inhibido", el Sistema de Control desplegará una nota que explique la razón por la cual se ha inhibido el control, e impedirá que se ejecute el control.

d. Alarma inhibida: La etiqueta "Alarma inhibida" significa que el valor del punto de la Base de Datos deberá ser actualizado y registrado en la lista "Resumen General" sin llamar la atención del operador.

e. Fuera de rastreo: La información es ignorada por el sistema de Control, el cual deberá cumplir con las siguientes condiciones:

i. La condición "Fuera de rastreo" deberá ser una etiqueta colocada por el Operador la cual afecta directamente el procesamiento del punto analógico o digital por parte del Sistema de Control y Adquisición de Datos.

ii. Esta etiqueta inhibe todas las alarmas tanto auditivas como visuales que se le asignan al punto, los cambios que se producen no son reportados a ninguna de las interfaces Humano Máquinas, la información no es almacenada en los compensadores de datos, ni en los registros históricos, ni en ninguna de las listas.

iii. El punto es ignorado por los programas de aplicación y estos últimos solo toman en cuenta la condición que se le defina a través de una entrada manual o aplicando las reglas de análisis del estado del sistema de acuerdo a las condiciones operativas de la Central.

iv. Cuando un dispositivo o equipo tenga aplicado la etiqueta "Fuera de Rastreo" a los puntos asociados a la verificación de alcanzar exitosamente una acción de control, el sistema de control deberá originar automáticamente, una suspensión del control definido sobre el dispositivo o equipo.

f. En prueba: esta etiqueta se aplica cuando los equipos están en prueba y el sistema deberá cumplir con las siguientes características:

i. La etiqueta "En Prueba" permitirá ejecutar acciones de control sobre los equipos etiquetados y, se generarán alarmas audibles y textos de alarmas.

ii. El sistema de Control deberá actualizar las listas involucradas y los archivos correspondientes dedicados a la generación de reportes por parte de las personas autorizadas.

iii. La lista "Alarmas de los Equipos en Prueba" deberá contener las alarmas que generan los equipos etiquetados. Los textos de alarma vendrán acompañados de un símbolo o letra.

g. En Mantenimiento: cuando un dispositivo o equipo tiene asignada la etiqueta "En Mantenimiento" el Sistema de Control deberá automáticamente ignorar todos los datos relacionados con ese elemento, lo cual implica que: la condición y/o el valor del punto de la Base de Datos no deberá ser actualizado, no se deberán permitir acciones de control sobre el elemento etiquetado y no se deberán generar alarmas audibles, ni textos de alarmas relacionados con el mismo.

9. Cada etiqueta deberá permitir insertar una nota de observación para información de los operadores. El Sistema deberá presentar un ambiente de edición de texto con el cual se pueda describir el motivo de la aplicación de la etiqueta, el texto deberá cumplir con la herramienta de suspensión dinámica de textos (hovering).

10. El Sistema de Control deberá validar todas las restricciones, iniciadas por el operador, a través de las etiquetas. Sí la operación es válida deberá registrarse en la lista "Resumen General", y en la lista de Acciones del Operador, deberá mostrarse en el monitor y deberá ser enviada al impresor de la lista "Resumen General".

J. Normas para los Colores Dinámicos

1. EL CONTRATISTA deberá seguir las convenciones de coloración estándar de CORPOELEC, definidas para la elaboración de despliegues de la Interfaz Humano Máquina. Estas convenciones establecen los patrones de colores de acuerdo a las condiciones, las etiquetas, los símbolos, la categoría de las alarmas, el estado de los equipos y el comportamiento de estos.

a. De acuerdo con las Condiciones Dinámicas de los datos obtenidos desde el campo y las categorías de alarmas, el Sistema de Control

deberá presentar los símbolos y los textos de los despliegues de acuerdo con el código de colores que se indica en las tablas.

b. Tomando en cuenta las etiquetas el Sistema de Control deberá asignar los colores que se indican en las tablas para presentar los símbolos y textos de los despliegues.

c. Convención de colores de acuerdo con los Símbolos y Etiquetas.

i. El Sistema de Control deberá ser capaz de representar a través de símbolos los distintos elementos, equipos y dispositivos de la Central, los cuales deberán presentarse, en los despliegues, de acuerdo a un código de colores definido por CORPOELEC.

ii. El código de colores que deberá ser usado con los símbolos que representan los distintos equipos, elementos, sistemas, etc. de la Unidad de Generación, Sistema de Control, Transformador, etc. deberá ser discutido con EL CONTRATISTA después de adjudicado el Contrato y durante el desarrollo del proyecto.

iii. El código de colores que se deberá aplicar a los símbolos que identifican a un dispositivo de dos (2) posiciones tales como los interruptores, seccionadores, válvulas, selectores, etc. deberá estar de acuerdo con lo que se indica en la tabla para un interruptor típico y un seccionador típico.

DISPOSITIVO	ESTADO	CONDICION	SIMBOLO	DATO (cerrado, abierto)	ATRIBUTOS		
					COLOR	MODO	PATRON
Interruptor	Abierto	Reconocido		0 1	Verde	Fijo	Sin relleno

DISPOSITIVO	ESTADO	CONDICION	SIMBOLO	DATO (cerrado, abierto)	ATRIBUTOS		
					COLOR	MODO	PATRON
Interruptor	Abierto	No Recon.		0 1	Verde	Intermit	Sin relleno
Interruptor	Cerrado	Reconocido		1 0	Rojo	Fijo	Relleno
Interruptor	Cerrado	No Recon.		1 0	Rojo	Intermit	Relleno
Interruptor	Abierto	Seleccionado		0 1	Blanco	Intermit	Sin Relleno
Interruptor	Cerrado	Seleccionado		1 0	Blanco	Intermit	Relleno
Interruptor	Abierto	Entrada Manual		0 1	Cyan	Fijo	Sin Relleno
Interruptor	Cerrado	Entrada Manual		1 0	Cyan	Fijo	Relleno
Interruptor	Abierto	Control Inhibido		0 1	Violeta	Fijo	Sin Relleno
Interruptor	Cerrado	Control Inhibido		1 0	Violeta	Fijo	Relleno
Interruptor	Abierto	Alarma Inhibida		0 1	Anaranjado	Fijo	Sin Relleno
Interruptor	Cerrado	Alarma Inhibida		1 0	Anaranjado	Fijo	Relleno
Interruptor	Abierto	Fuera de Rastreo		0 1	Azul	Fijo	Sin Relleno
Interruptor	Cerrado	Fuera de Rastreo		1 0	Azul	Fijo	Relleno

DISPOSITIVO	ESTADO	CONDICION	SIMBOLO	DATO (cerrado, abierto)	ATRIBUTOS		
					COLOR	MODO	PATRON
Interruptor	Abierto	En Prueba		0 1	Verde	Fijo	Sin Relleno
Interruptor	Cerrado	En Prueba		1 0	Rojo	Fijo	Relleno
Interruptor	Abierto	Mantenimiento		0 1	Gris	Fijo	Sin Relleno
Interruptor	Cerrado	Mantenimiento		1 0	Gris	Fijo	Relleno
Interruptor	Error en la Medida Sin Reconocer			0 0 1 1	Amarillo	Intermitte	NO Aplica
Interruptor	Error en la medida Reconocida			0 0 1 1	Amarillo	Fijo	NO Aplica
Interruptor	Error en la medida Seleccionado			0 0 1 1	Blanco	Intermitte	NO Aplica
Seccionador	Abierto	No Reconocido		0 1	Verde	Intermit	Sin relleno
Seccionador	Cerrado	No Reconocido		1 0	Rojo	Intermit	Relleno
Seccionador	Abierto	Reconocido		0 1	Verde	Fijo	Sin relleno
Seccionador	Cerrado	Reconocido		1 0	Rojo	Fijo	Relleno
Seccionador	Abierto	Seleccionado		0 1	Blanco	Intermit	Sin Relleno
Seccionador	Cerrado	Seleccionado		1 0	Blanco	Intermit	Relleno

DISPOSITIVO	ESTADO	CONDICION	SIMBOLO	DATO (cerrado, abierto)	ATRIBUTOS		
					COLOR	MODO	PATRON
Seccionador	Abierto	Entrada Manual		0 1	Cyan	Fijo	Sin Relleno
Seccionador	Cerrado	Entrada Manual		1 0	Cyan	Fijo	Relleno
Seccionador	Abierto	Control Inhibido		0 1	Violeta	Fijo	Sin Relleno
Seccionador	Cerrado	Control Inhibido		1 0	Violeta	Fijo	Relleno
Seccionador	Abierto	Alarmas Inhibidas		0 1	Anaranjado	Fijo	Sin Relleno
Seccionador	Cerrado	Alarmas Inhibidas		1 0	Anaranjado	Fijo	Relleno
Seccionador	Abierto	Fuera de Rastreo		0 1	Azul	Fijo	Sin Relleno
Seccionador	Cerrado	Fuera de Rastreo		1 0	Azul	Fijo	Relleno
Seccionador	Abierto	En Prueba		0 1	Verde	Fijo	Sin Relleno
Seccionador	Cerrado	En Prueba		1 0	Rojo	Fijo	Relleno

DISPOSITIVO	ESTADO	CONDICION	SIMBOLO	DATO (cerrado, abierto)	ATRIBUTOS		
					COLOR	MODO	PATRON
		Mantenimiento		0 1	Gris	Fijo	Sin Relleno
Seccionador	Cerrado	Mantenimiento			Gris	Fijo	Relleno
Seccionador	Abierto	Transito		0 0	Amarillo	Intermitte	Sin Relleno
Seccionador	Cerrado	Transito		0 0	Amarillo	Intermitte	Relleno
Seccionador	Error de la Medida Sin Reconocer			0 0 1 1	Amarillo	Intermitte	NO Aplica
Seccionador	Error de la Medida Reconocido			0 0 1 1	Amarillo	Fijo	NO Aplica
Seccionador	Error en la medida Seleccionado			0 0 1 1	Blanco	Intermitte	NO Aplica

Tabla 2. Código de colores para los interruptores y seccionadores.

2. Coloración por Niveles de Tensión

a. Las barras, las líneas, los generadores y cualquier otro elemento que se requiera identificar por su nivel de tensión, deberá presentar la coloración mostrada en la Tabla 3.

b. Cuando los equipos se encuentren energizados presentaran el color mostrado en la tabla, en modo: alta intensidad; cuando se encuentren

desenergizados presentaran el color gris y para cualquier nivel de tensión la condición de "conectado a tierra" se mostrara en color marrón.

NIVEL DE TENSION	DESCRIPCION	COLOR
120/277 V	Azul	
125 Vcc	Fucsia	
480 V	Cyan	
4,16 kV	Anaranjado	
13,8 kV	Blanco	
18 kV	Magenta	
34,5 kV	Amarillo	
230 kV	Rojo	
400 kV	Verde	
800 kV	Anaranjado	
Desenergizado	Gris	
Conectado a Tierra	Marrón	
Indeterminado	Rosado	

Tabla 3. Coloración de los niveles de tensión.

c. La función de análisis del estado de la red deberá utilizar estos patrones para colorear los elementos y equipos de los diagramas unifilares de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri.

3. Valores analógicos

a. Los valores analógicos presentaran la siguiente coloración:

ESTADO	CONDICION	ATRIBUTOS	
Normal (Actualizado, dentro límites)	Reconocido	Verde	Fijo
Normal (Actualizado, dentro límites)	Sin reconocer	Verde	Intermitente
Error de la medida	Reconocido	Amarillo	Fijo
Error de la medida	Sin reconocer	Amarillo	Intermitente
Etiqueta (no incluye entrada manual)	N/A	Según la Etiqueta	Fijo
Entrada manual	Reconocido	Cyan	Fijo
Entrada manual	sin reconocer	Cyan	Intermitente
Violación de 1er. Limite (operación)	Reconocido	Rojo	Fijo
Violación de 1er. Limite (operación)	Sin Reconocer	Rojo	Intermitente
Violación de 2do. Limite (emergencia)	Reconocido	Rojo	Fijo

ESTADO	CONDICION	ATRIBUTOS	
Violación de 2do. Limite (emergencia)	Sin reconocer	Rojo	Intermitente
Violación de 3er. Limite (razonabilidad)	Reconocido	Amarillo Baja intensidad	Fijo
Violación de 3er. Limite (razonabilidad)	Sin reconocer	Amarillo Baja intensidad	Intermitente
Consignas	N/A	Cyan	Fijo

Tabla 4. Coloración de los valores analógicos.

b. Los puntos calculados serán coloreados como se muestra en la Tabla 4. Adicionalmente, los puntos calculados heredan todos los atributos y propiedades de los datos que sirven de base para los cálculos.

c. Al efectuar una entrada manual se evaluará si el valor introducido viola alguno de los límites de operación. En caso afirmativo, el operador deberá reconocer la alarma en los despliegues correspondientes.

4. Código de Colores para Representar las Alarmas en las Listas

a. El retorno a normal de las alarmas deberá ir acompañado del texto "RTN" en las listas, para su identificación en las copias impresas.

b. Cuando un Operador reconoce una alarma, todas las alarmas anteriores no reconocidas, que pertenecen a la misma indicación, serán reconocidas automáticamente por el Sistema de Control.

c. Cuando un Operador reconoce una alarma y ésta representa su condición normal, todas las alarmas anteriores relacionadas con ese punto serán borradas, automáticamente, de la lista de la categoría de alarma que le corresponde.

d. Todos los mensajes se almacenarán en un resumen general de alarmas.

e. Los mensajes presentaran la coloración mostrada a continuación.

MENSAJES	COLOR
Cambio de estado de los equipos	Color del estado
Alarma General - Alta Prioridad	Rojo
Alarma General - Media Prioridad	Rojo
Alarma General - Baja Prioridad	Rojo
Retorno a normal Alarma General	Verde
Valores Analógicos - Violación de 1er. Limite (operaci	Rojo
Valores Analógicos - Violación de 2do. Limite (emergencia)	Rojo
Valores Analógicos - Violación de 3er. Limite (razonabilidad)	Rojo
Retorno a normal Valores analógicos	Verde

MENSAJES	COLOR
Alarmas de Aplicaciones	Amarillo
Retorno normal Alarmas de Aplicaciones	Amarillo baja intensidad
Alarmas del Sistema	Morado
Retorno a normal Alarmas del Sistema	Morado baja intensidad
Acciones del Operador	Blanco
Alarmas recibidas desde el Centro de Operaciones del Sistema de CORPOELEC (COS) (vía enlace ICCP)	Azul

Tabla 5. Coloración de los mensajes de alarma.

5. Fondo (Background)

a. El fondo de cualquier despliegue gráfico o de texto, deberá ser él más adecuado para evitar el cansancio del usuario y el deterioro de la pantalla sobre la cual se despliega la imagen. Además, deberá garantizar la mejor claridad, resolución y legibilidad de los textos y símbolos gráficos que sobre él se visualizan.

b. No se deberán presentar intermitencias en los despliegues gráficos al momento de actualizar los objetos dinámicos, debido al fondo seleccionado.

6. Texto

a. Los equipos deberán ser identificados según los estándares de CORPOELEC.

b. Las identificaciones deberán efectuarse con caracteres del mismo tamaño, tipo, estilo y atributos; legibles y en color blanco o negro según el fondo sobre el cual se desplieguen.

7. Despliegues

a. El Sistema de Control deberá garantizar y asegurar el fiel cumplimiento de la convención de coloración para toda la Interfaz Humano Máquina descrita en estas Especificaciones.

b. El Sistema de Control deberá identificar claramente el tipo de despliegue en el cual se está trabajando.

K. Entrada Manual de Datos

1. El Operador deberá poder introducir datos manualmente. Para todos los datos ingresados por el Operador, el Sistema de Control deberá automáticamente ejecutar una rutina de validación para confirmar la validez del dato, antes de almacenarlo en el archivo de destino. La confirmación de validación deberá consistir de una verificación de la sintaxis de la secuencia de caracteres introducida.

2. Después de la verificación de la sintaxis, el Sistema de Control deberá automáticamente verificar la racionalidad del dato, deberá verificar que los datos introducidos estén comprendidos entre los rangos operativos o físicos permitidos, así como cualquier otra verificación que sea aplicable en el contexto de la entrada manual.

3. Para cualquier dato introducido manualmente que presente la condición "no válido", el programa deberá rechazarlo y generar una señal de error mediante un breve mensaje en el monitor, indicando la razón del rechazo.

4. Después que se acepte un dato, se deberá generar un mensaje en el registrador de eventos del sistema, en las listas correspondientes y en los archivos históricos, describiendo la naturaleza de la entrada, la IHM desde donde se originó, la hora, la fecha y cualquier otro dato relevante necesario para su análisis posterior.

5. El Sistema de Control deberá permitir aplicar cada una de las etiquetas que se mencionan en esta Sección.

11.5-05. PROCESAMIENTO DE LAS ALARMAS

A. Generalidades. Una alarma es una notificación, o un aviso para el Operador, de alguna condición del sistema que requiere de su atención. Dado que no todas las condiciones deberán requerir de una atención inmediata, las alarmas se deberán clasificar por categorías y a su vez por prioridades dentro de cada categoría. Las prioridades determinan el modo y/o tratamiento que se le dará a la alarma.

1. Categorías. Las categorías de las alarmas deberán permitir su clasificación por áreas específicas. EL CONTRATISTA deberá desarrollar, como mínimo, las siguientes categorías de alarmas:

a. Alarmas para las unidades de generación. Se deberán crear seis (06) categorías de alarmas de unidad, una por cada unidad. En ellas, se deberán incluir las alarmas pertenecientes a las Unidades de Generación.

b. Alarmas para los Transformadores de unidad. Se deberán crear seis (06) categorías de alarmas de Transformadores de unidad, una por cada transformador de unidad. En ellas, se deberán incluir las alarmas pertenecientes a los Transformadores de Unidad.

c. Alarmas para servicios comunes. Se deberá crear una (01) categoría de alarmas para cada uno de los servicios comunes eléctricos y mecánicos. En ella, se deberán incluir las alarmas pertenecientes a los Servicios comunes eléctricos y mecánicos de la Casa de Máquinas I de la Central.

d. Alarmas de los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV. Se deberá crear una (1) categoría de alarmas en la cual se deberán incluir las alarmas asociadas a los equipos y servicios de los Patios de 230 kV y 400 kV.

e. Alarmas de Comunicación. Se deberá crear una (1) categoría de alarma en la cual se deberán incluir las alarmas que pertenecen a la infraestructura de comunicaciones del Sistema de Control, a los sistemas de comunicaciones que enlazan al Sistema de Control Distribuido de las Unidades 1 a 10, con el Sistema del Centro de Control de Guri, incluyendo los equipos terminales de fibras ópticas, equipos terminales de comunicación, y otros que correspondan.

f. Alarmas de Sistema de Control. Se deberá crear una (1) categoría de alarma, la cual pertenece a la configuración de la Estación Maestra, al Control y Adquisición de Datos y a los dispositivos dentro de la configuración.

2. Sub Categorías. El sistema de Control deberá suministrar la facilidad para que se implementen sub categorías, dentro de las categorías que se definieron previamente, a través de las cuales se deberá poder seleccionar los equipos, elementos, dispositivos, tipos de puntos de la Base de Datos, etc.

3. Prioridades. Los puntos de alarma dentro de una categoría deberán tener preasignada, una prioridad clasificada como alta, media o baja. En la detección de una nueva condición de alarma, la lista de alarma asociada y el resumen de eventos en el Sistema de Control deberán ser actualizadas, y se deberá generar una alarma en la categoría que le corresponde, de acuerdo a su prioridad tal como se indica a continuación:

a. Alta Prioridad, alarma audible (patrón 1),

b. Prioridad Media, alarma audible (patrón 2).

c. Prioridad Baja, alarma audible (patrón 3).

4. Cada alarma nueva deberá ser presentada al Operador en forma intermitente en los despliegues gráficos involucrados y la línea de alarma en la lista de alarmas correspondiente deberá venir acompañada de un símbolo de solicitud de reconocimiento. Cuando no hay alarmas pendientes por reconocer, el punto o elemento de la base de datos se deberá presentar sin efectos de intermitencia y la línea de alarma asociada sin símbolo de solicitud de reconocimiento. Un accionamiento del cursor en la categoría de alarmas deberá presentar el despliegue de la última página de la lista de alarmas asociada. En el caso que una alarma aparezca mientras la ventana de operación y alarma está solapada parcial o totalmente, el Sistema de Control deberá, automáticamente, presentar la ventana de operación y alarma al frente y en forma completa.

5. El Operador deberá poder reconocer cada una de las alarmas nuevas en la lista de alarmas y en el despliegue gráfico correspondiente, mediante un máximo de dos (2) pulsaciones del cursor. El Operador deberá tener la opción de reconocer las alarmas nuevas en forma individual, en bloques, o la página entera donde se presente.

6. Después del reconocimiento de una alarma, la representación gráfica de la alarma deberá dejar de destellar, conservando el color. El nombre de la categoría, en el campo de categoría de alarma permanecerá destellando hasta que hayan sido reconocidas todas las alarmas dentro de la categoría.

7. Deberá ser posible observar y reconocer las alarmas en la representación gráfica de los equipos en los diagramas de la Casa de Máquinas y la Central, y en las listas correspondientes. En el diagrama, los equipos que estén en condición de alarma deberán ser mostrados en forma intermitente. El Operador

deberá ser capaz de reconocer la alarma utilizando el cursor de la pantalla. Después del reconocimiento la intermitencia o destello deberá cesar.

8. La alarma generada cuando un valor analógico se encuentre fuera de límites o violando la rata de cambio deberá ser reportada en la lista de alarmas correspondiente y en los despliegues gráficos donde se visualice dicho valor.

9. La alarma generada cuando una entrada digital cambia de estado deberá ser reportada en la lista de alarmas correspondiente y en los despliegues gráficos donde se visualice dicho estado.

10. El Operador no deberá poder reconocer una alarma si el dispositivo seleccionado no está visible.

11. En caso que el gráfico de un objeto no permita representar iconos para todas sus alarmas, se deberán colocar botones en las proximidades, los cuales deberán agrupar las alarmas no presentadas explícitamente y tomar el estado intermitente mientras alguna de ellas esté sin reconocer. Si el Operador acciona el cursor cuando se encuentra sobre uno de dichos botones, se deberá abrir la lista de alarmas a la que pertenezca.

12. Todas las alarmas, reconocidas o no, deberán permanecer en las listas de alarmas hasta que sean borradas automáticamente por el Sistema de Control. Después que el Operador reconozca la condición de "Normal" de una alarma, el Sistema de Control deberá borrar, en forma automática, de las listas de categoría de alarma que corresponda, todas las alarmas previas que estén relacionadas con esta indicación o punto de la "Base de Datos".

13. Ninguna alarma deberá ser borrada automáticamente de los archivos históricos del sistema. Las alarmas deberán ser mantenidas en archivos hasta que sean respaldadas automáticamente por el Sistema de Control o por el

Operador de mantenimiento. Luego, el Sistema de Control deberá poder hacer uso del espacio en los discos, de acuerdo a los criterios que se definan.

14. Si el espacio disponible en los discos viola los límites que se establezcan, se deberán generar las alarmas correspondientes en el Sistema de Control para dar aviso oportuno del problema a los Operadores.

B. Registro de Tendencias

1. Los Registros de Tendencia deberán consistir en grupos de datos seleccionados, ordenados en forma cronológica y su correspondiente representación gráfica.

2. El Registro de Tendencias deberá poder registrar continuamente cualquiera de las variables analógicas y digitales definidas en el sistema.

3. Los registros de tendencia deberán mostrar, como mínimo, ocho (8) variables simultáneamente por ventana. Los registros de tendencia deberán poder contener datos históricos (datos almacenados) y en tiempo real.

4. Deberá ser posible presentar la tendencia, como mínimo, de ocho (8) variables analógicas o digitales o cualquier combinación de ellas, sobre un despliegue en cada ventana. Se deberán proporcionar los medios al Operador para especificar las variables que serán observadas, las escalas para el tiempo y las magnitudes, la frecuencia de muestreo y el momento de inicio y parada del registro de tendencias, y la ventana de tiempo que será observable en el monitor. El Operador deberá poder suspender temporal o definitivamente el registro de tendencias.

5. El Operador deberá poder crear un número considerable de Registros de Tendencia, los cuales deberán ser seleccionados de una lista para su activación.

6. Para el registro de tendencias en los monitores, los registros deberán comenzar desde el lado izquierdo de las pantallas con el tiempo actual, o el valor ajustado por el Operador como corresponda, incorporando en forma secuencial los nuevos valores en el área de la parte derecha de las mismas. Deberá ser posible desplazarse en tiempo (+/-) para observar el comportamiento del registro de tendencias.

7. El funcionamiento de las tendencias en tiempo real no deberá requerir que el registro sea desplegado en pantalla. Una vez que comience, el registro deberá recoger y almacenar continuamente los datos especificados en un compensador de datos (buffer) hasta que sea suspendido o cuando se haya alcanzado el tiempo especificado de observación. La visualización de la tendencia podrá ser realizada en cualquier momento durante o después del período de observación.

8. Se deberá presentar una línea de cursor vertical, la cual deberá ser ajustable por el Operador a cualquier instante en el tiempo. El valor tomado por cada curva en el instante definido por el cursor deberá ser indicado, en unidades de ingeniería, cerca de la intersección entre ellos. Si el cursor no es movido por el Operador y las curvas se desplazan en forma automática en tiempo real o manualmente, el cursor deberá permanecer fijo en la pantalla y los valores deberán ser actualizados como corresponda.

9. El Operador deberá poder almacenar los registros como archivos compatibles con los programas disponibles comercialmente en el mercado.

C. Análisis de Estado de la Red

1. Se deberá suministrar un programa para colorear en forma dinámica el estado de todos los elementos de la Red, tal como se describe en la Sección 11.6 (Programas de Aplicación). El programa deberá determinar cuáles elementos de la Red están desenergizados como consecuencia de cambios de estado de los

interruptores, seccionadores y generadores. Un elemento de la Red será considerado desenergizado si está aislado físicamente del resto de la Red y la sección aislada a la cual él pertenece no tiene fuentes de voltaje energizadas dentro de ella. La ausencia de una fuente de voltaje energizada deberá ser confirmada además por la ausencia de flujos de potencia dentro de dicha sección.

2. El análisis del estado de la Red deberá ser realizado inmediatamente después que se detecte un cambio de estado de un interruptor, de un seccionador, la pérdida de un generador o los cambios de cualquier variable analógica o digital que afecten el comportamiento de los equipos involucrados en el diagrama unifilar de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar.

3. Los elementos de la Red tales como: líneas, transformadores, secciones de barras, generadores, etc. deberán cumplir, dinámicamente, con la norma de colores definida por CORPOELEC para los despliegues gráficos. Se deberá tomar en cuenta los niveles de tensión y las condiciones bajo las cuales están operando los equipos (Conectado a tierra, desenergizado o energizado).

4. Las condiciones dinámicas para la actualización de los despliegues deberá cumplir con lo establecido en la sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema).

5. El CONTRATISTA deberá suministrar la información detallada del programa que cumple con esta función, deberá presentar una propuesta para aprobación por parte de CORPOELEC.

11.5-06. DESPLIEGUES GRÁFICOS DEL SISTEMA

A. Generalidades. Los despliegues gráficos deberán presentar una visión completa de los elementos y deberán respetar, en la medida que lo permitan

las facilidades gráficas del Sistema de Control, las relaciones espaciales y la representación convencional de los componentes.

B. Cantidades. Los números indicados entre corchetes indican el total asociado a cada renglón [n° de despliegues]. Las cantidades de despliegues son mínimos estimados y su valor definitivo dependerá de la funcionalidad, características de las herramientas y facilidades disponibles en el Sistema de Control suministrado por EL CONTRATISTA. Todas las señales de entrada/salida, estados, señales internas, comandos y variables del Sistema de Control deberán ser desplegados. Su presentación e interfaz con el Operador estarán sujetas a la aprobación de CORPOELEC.

C. Despliegues de Programas. EL CONTRATISTA deberá suministrar todas las interfaces de los diagramas de flujo de señales, despliegues de sintonía, comunicaciones, listas de mensajes y demás funciones del Sistema de Control, las cuales deberán ser definidas y presentadas para revisión y aprobación por parte de CORPOELEC. La lista de despliegues gráficos que se especifica a continuación no contabiliza estos despliegues.

D. Estructuración de los Despliegues Gráficos. Los despliegues deberán ser diseñados para que su contenido sea mostrado completamente en cualquiera de las pantallas de las Estaciones de Operación o los Tableros de Control Distribuido, dependiendo de su aplicación. Estos representarán grupos funcionales, y cada uno deberá proveer cinco (5) niveles o planos de información. Los tres (3) primeros planos de información de cada mapa se desarrollarán en el ambiente suministrado por EL CONTRATISTA para el Control y Supervisión de la Casa de Máquinas, el cuarto y el quinto plano para diagramas estáticos y de información deberán permitir el acceso a los diagramas esquemáticos y a la documentación en general. Las designaciones y cantidades se indican a continuación:

1. Mapas. Se deberá establecer un conjunto de despliegues organizados en forma jerárquica para cada grupo funcional presente en la Casa de

Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri. El nivel jerárquico deberá ser establecido basándose en la cantidad de detalles a mostrar en los despliegues. Cada conjunto de planos correspondiente a una función será denominada "mapa" y deberá haber tantos mapas como grupos funcionales se definan para el Sistema de Control de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri. Los grupos funcionales que deberán ser suministrados son los siguientes:

a. Vista general de Casa de Máquinas I de Guri.

b. Unidades de generación.

c. Transformador de las unidades

d. Patios de distribución de 230kV y 400 kV (equipos asociados a la unidad correspondiente, con señales provenientes del equipo de Telesincronismo y enlace de comunicación con los Patios de 230 kV y 400 kV).

e. Sistema de Control

f. Servicios comunes eléctricos de la Casa de Máquinas.

g. Servicios comunes mecánicos de la Casa de Máquinas.

h. Mapas para presentaciones Especiales

2. Niveles o Planos de Información. Cada plano de información deberá recibir la siguiente denominación.

a. Nivel 1. Ubicación Física Relativa.

b. Nivel 2. Supervisión.

c. Nivel 3. Control Supervisorio.

d. Nivel 4. Diagramas Estáticos con Características.

3. Niveles de un Mapa. Cada uno de los niveles (planos) de un Mapa deberá disponer de un filtro de información. Así el Operador deberá poder visualizar u ocultar valores analógicos, identificación de equipos, símbolos que identifican las etiquetas (*tags*) de los elementos, estado de control de los elementos, etc.

a. Nivel "Ubicación Física Relativa". El nivel de ubicación de un mapa deberá indicar en forma gráfica la presencia de alarmas, cambios de estado y etiquetas de operación de los subsistemas asociados. Las áreas definidas se mencionan a continuación, agrupadas según el mapa donde deberán aparecer:

i. Vista general de Casa de Máquinas I de Guri. (Vista General)

(a) Nivel de tensión 230/400 kV en la Casa de Máquinas (área del transformador de potencia).

(b) Nivel de tensión 18 kV en la Casa de Máquinas I (diez unidades de generación).

(c) Sala de Control (área de sala de control, computadores, entrenamiento y sala de reuniones).

ii. Unidades de Generación [10 Unidades] (Vista General)

(a) Tablero de Control de la Unidad (TCU).

(b) Secuencias de Arranque y Parada.

(c) Sistema de Excitación (EC).

(d) Sistema de Gobernación (CEG, CG, CCB).

(e) Generador (CTG).

(f) Auxiliares de la Turbina (CC-AT).

(g) Achicamiento del Tubo de Aspiración (TCV).

(h) Auxiliares Eléctricos de la Unidad (TDAU-**).

(i) Sistema de Monitoreo de Caudal y Eficiencia de la Turbina (SMT).

(j) Sistema de Agua de Enfriamiento de la Unidad.

(k) Sistema de Circulación de Aceite del Cojinete Combinado (CC-BACE).

(l) Sistema de Circulación de Aceite del Cojinete Guía Superior del Generador (CC-BACGG).

(m) Sistema de Circulación de Aceite del Cojinete Guía de la Turbina (CC-BACGT).

(n) Sistema de Frenos del Generador.

(o) Sistema de Aceite a Alta Presión para el Cojinete de Empuje del Generador (si es suministrado).

(p) Protección Contra incendios del Generador.

iii. Transformador [10 Transformadores Principales] (Vista General)

(a) Vista General Transformador.

(b) Cubículo de Control del Transformador de Potencia (CCTP).

iv. Patios de distribución. (Vista General)

(a) Estados de los equipos principales asociados a la unidad correspondiente.

v. Sistema de Control. (Vista General)

(a) Red de fibra óptica.

(b) Red de Proceso.

(c) Red de Servicios.

(d) Equipos de la Estación Maestra.

(e) Equipos de los Tableros de Control Distribuido y Unidades Distribuidas.

(f) Tableros de Distribución para las Unidades Distribuidas (TDUD-1/2).

(g) Armarios de Interconexión de Fibra Óptica.

(h) Equipos de comunicación con el SCCG.

(i) Servicios comunes Eléctricos de la Casa de Máquinas (Vista General).

(j) Nivel de tensión 4.16 kV en la Casa de Máquinas (ESC-1/3/5/8).

(k) Transformadores

(l) Nivel de tensión 480 V en la Casa de Máquinas I (TDAC-1/2).

(m) Nivel de tensión 125 VCC en la Casa de Máquinas (CB-125-1A/1B/2A/2B, TD 125-1/2).

(n) Inversores (INV-120-1/2).

(o) Generador Diesel (GD).

(p) Fuente Ininterrumpible de Potencia para la Estación Maestra.

(q) Fuente Ininterrumpible de Potencia para la Casa de Máquinas.

vi. Servicios comunes mecánicos de la Casa de Máquinas (Vista General).

(a) Sistema de Achique y Sumidero de la Casa de Máquinas I y el Pozo Sumidero de la Presa.

(b) Sistema de Aire Comprimido de Servicios.

(c) Sistema de Aire Comprimido para los Gobernadores.

(d) Sistema de Tratamiento de Aceite Lubricante y Aislante.

(e) Sistema de Protección Contra Incendios.

(f) Sistema de Protección Contra Incendios para las Salas de Tratamiento de Aceite Lubricante y Aceite Aislante con Dióxido de Carbono (CO_2).

(g) Sistema de agua cruda y servicio.

(h) Sistema de Ventilación.

(i) Sistema de Aguas Servidas.

(j) Sistema de Aire Acondicionado.

(k) Sistema de Agua Potable.

4. Mapas para presentaciones Especiales

a. Nivel "Supervisión". Este plano deberá presentar los estados de los equipos y/o elementos de un subsistema y los subsistemas adyacentes. Los valores analógicos a desplegar en los subsistemas eléctricos deberán ser aquellos asociados a las funciones o dispositivos y deberán incluir voltajes, corrientes, potencias, etc. En los subsistemas de índole mecánico se deberán ilustrar y animar en forma dinámica los comportamientos del nivel de líquidos, posición de las paletas directrices, aperturas, posición de servomotores, etc.

b. Nivel "Control Supervisorio". Este plano, además de ilustrar la información disponible en el plano de supervisión, deberá presentar en mayor detalle los valores analógicos y estados, etiquetas, alarmas e identificación de cada uno de los elementos del subsistema. Deberán estar accesibles las acciones de control, reconocimiento de alarmas, entrada manual y etiquetamiento (device tagging) por elemento.

c. Nivel "Diagrama Estático". Este plano mostrará detalles de los elementos como; los datos de la placa característica, identificación de los planos esquemáticos y planos de diseño, datos de mantenimiento (número de operaciones, tiempo de operación, número de fallas, etc.).

E. Listas

1. Las listas son despliegues dinámicos de textos que se emplean para presentar la información del sistema de Control, tanto en tiempo real, como en los archivos históricos. Dependiendo de su función, a través de ellas, se pueden reconocer las alarmas de la Casa de Máquinas.

2. El operador deberá poder incluir comentarios en las listas.

3. El Sistema de Control deberá tener capacidad, como mínimo, para crear y procesar las listas que se indican a continuación: Listas de Alarmas, Listas de Puntos de la Base de Datos, Lista de Resumen General, Listas de Señales de los Equipos en Pruebas, Lista de "Acciones de los Operadores" y Listas de los

Equipos con Etiquetas, a continuación se describen brevemente cada una de las listas:

a. Listas de Alarmas. Se deberá crear una por cada categoría indicada, donde cada una deberá contener todas las alarmas que corresponden a la categoría que la identifica, a través de ellas se puede realizar la función de reconocer las alarmas.

b. Listas de los Puntos de la Base de Datos. Deberá contener todos los puntos que están definidos en la Base de Datos para cada una de las categorías del Sistema de Control.

c. Lista de Resumen General. Deberá contener todas las alarmas que se generan en la Central y las acciones ejecutadas por los operadores.

d. Lista de puntos etiquetados. Deberá contener un listado de las etiquetas que se encuentran activas en cada punto de la base de datos del sistema.

e. Lista de puntos con "Error de Medida" o error de indicación. Lista de los puntos de la base de datos que están siendo leídos desde campo, cuya calidad de medida no es confiable.

f. Lista de "Alarmas de los Equipos en Prueba" deberá contener las alarmas que generan los equipos de la Casa de Máquinas cuando están bajo pruebas.

g. Lista de "Acciones de los Operadores" deberá contener todas las acciones ejecutadas, desde el Sistema de Control, por los Operadores.

4. El contenido de la información o mensaje que presenta cada lista deberá describir en forma clara y precisa la alarma o acción que se está

reportando. El texto deberá estar de acuerdo con las nomenclaturas y símbolos de CORPOELEC. EL CONTRATISTA deberá presentar sus propuestas para su aprobación.

5. Toda la información que tienen las "Listas" deberá estar en idioma Castellano y deberán cumplir con lo expresado en estas Especificaciones.

6. En las listas, los mensajes deberán estar reportados de acuerdo al código de colores, definido por CORPOELEC en esta Sección.

7. La información básica que deberá presentar un mensaje está dada, pero no limitada, por los siguientes campos: fecha (dd,mm,aaaa), hora (hh, mm,ss,mss), calidad de la medida (símbolo de la etiqueta, retorno a normal o libre), texto que describe la alarma, línea de alarma que requiere reconocimiento, comando no ejecutado, alarma de equipo en Prueba.

8. Los mensajes deberán aprovechar al máximo la capacidad de despliegue de los monitores. El texto deberá ser continuo con separaciones de un carácter entre palabras y como máximo dos caracteres entre campos distintos.

9. El Operador deberá tener la facilidad de organizar el contenido de las listas de acuerdo a categorías, equipos, elementos, tipos de puntos, atributos, etc.

F. Diagramas Tabulares

1. El Sistema de Control deberá tener la facilidad de presentar un conjunto de despliegues específicos, a través de los cuales el Operador pueda realizar una inspección de las condiciones bajo las cuales están operando los equipos de la Casa de Máquinas o de la Central.

2. Los Despliegues Tabulares deberán estar configurados para indicar (en tiempo real), entre otras cosas, la condición de los elementos (interruptores,

seccionadores, selectores, válvulas, presiones, temperaturas, flujos, etc.), el estado de los equipos (disponible, prueba, mantenimiento, operando, energizado, etc.), los valores analógicos y su condición, etc.

3. La construcción y versatilidad de estos despliegues deberá estar de acuerdo con las facilidades y capacidades de los recursos gráficos suministrados para la Interfaz Humano Máquina.

4. La descripción detallada y los modelos básicos de desarrollo para estos despliegues serán definidos con EL CONTRATISTA después de adjudicado el Contrato.

11.5-07. PROCEDIMIENTOS DEL CONTROL SUPERVISORIO

A. Controles de Apertura – Cierre

1. El Control Supervisor de apertura y cierre para los equipos de la Casa de Máquinas deberá ser efectuado a través de los monitores. El procedimiento básico, el cual también es usado para reconocimiento de alarmas, comandos de selección y entrada de valores de consigna, deberá consistir de tres pasos que se iniciarán desde un despliegue, como se indica a continuación:

a. Paso 1. Selección del dispositivo: El símbolo del dispositivo cambia a intermitente, su color es blanco y aparece su identificación en la pantalla.

b. Paso 2. Selección de la acción que será ejecutada: apertura, cierre, subir, bajar, arranque, paro, selección de modo, ingreso de datos alfanuméricos o etiquetado.

c. Paso 3. Ejecución de la acción seleccionada.

2. En cualquier momento durante la secuencia y antes de la activación del Paso 3, se deberá poder abortar o cancelar el proceso. Si después del Paso 1 no se toma acción dentro de un período determinado de tiempo, se deberá cancelar automáticamente el proceso.

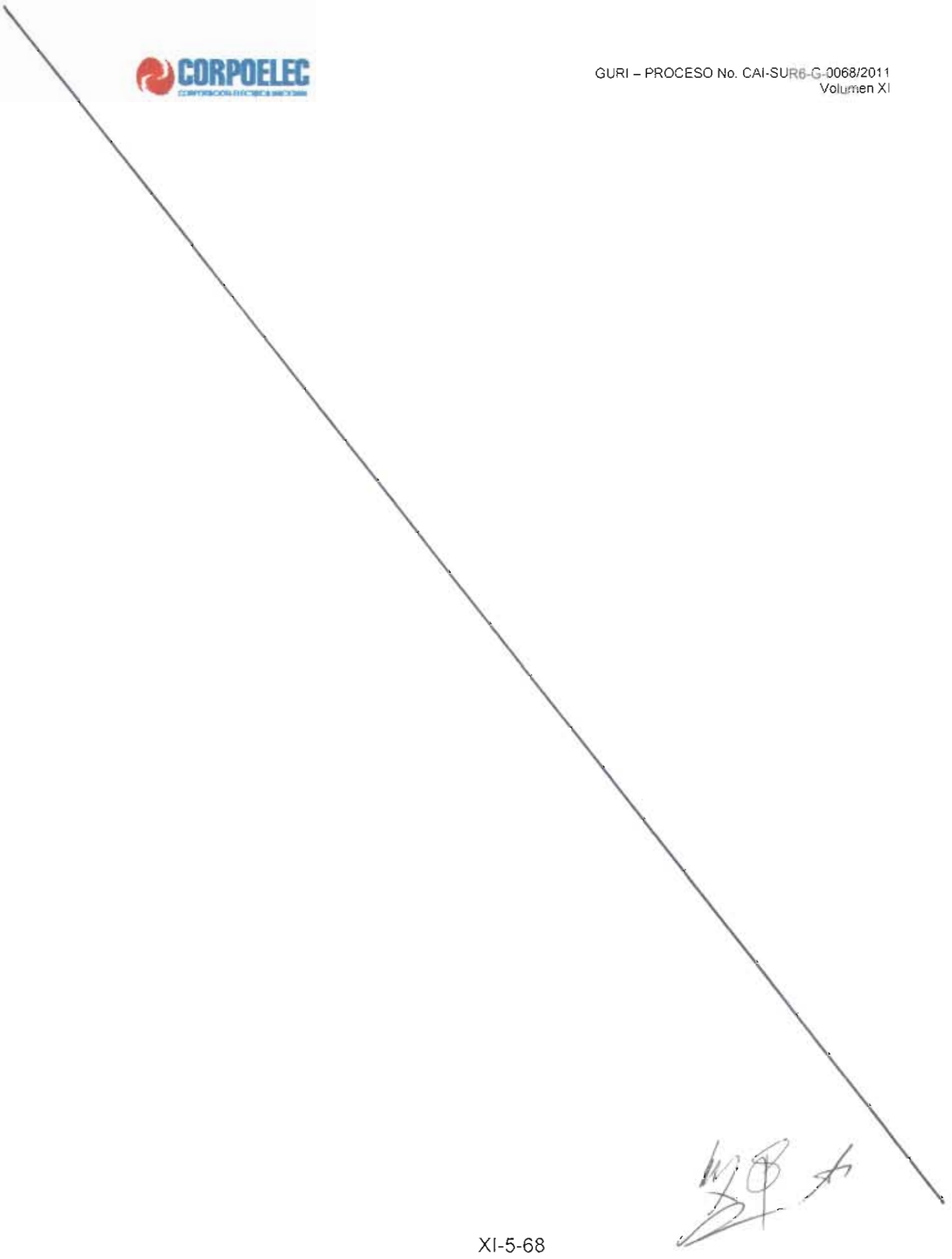
3. Después de cumplirse el Paso 3 el mensaje de control es transmitido por el Sistema de Control y Adquisición de Datos. El Sistema de Control deberá reportarle al Operador la condición "Exitosa o Fallida" del comando. Después que el resultado de la acción de control haya sido recibida, el símbolo deberá dejar de parpadear y cambiar al estado que le corresponda al dispositivo de acuerdo a su estado real. En el caso de entradas alfanuméricas el campo de datos deberá desactivarse después de haber cumplido el Paso 3.

B. El Control Supervisorio deberá validar todas las entradas y acciones del Operador o los Programas de Aplicación para comprobar que las condiciones aplicables se cumplan antes de ejecutar cualquier acción requerida. El Control Supervisorio podría permitirle al Operador eludir las secuencias de verificación para emitir una entrada o acción. La violación de las secuencias de operaciones son reportadas a las listas: Acciones de los Operadores y Resumen General.

C. Cuando el Operador seleccione un dispositivo, el Control Supervisor deberá bloquear las funciones a este dispositivo a todos los demás Operadores, antes de mostrar el diálogo de control correspondiente. El dispositivo seleccionado deberá cambiar de color y deberá mostrarse intermitente.

D. El diálogo de control deberá ser una ventana de contexto dinámico, y deberá mostrar exclusivamente las acciones disponibles para cada tipo de objeto, de acuerdo a los privilegios del Operador. El diálogo deberá indicar en castellano, la designación del dispositivo de acuerdo a las normas usadas por CORPOELEC.

E. Al colocar el cursor sobre un objeto por un tiempo programable, se deberá mostrar una ventana con información relativa a dicho objeto.



SECCION 11.6 PROGRAMAS DE APLICACIÓN

11.6-01. GENERALIDADES

A. En esta sección se especifican los programas de aplicación que deberán permitir a los operadores realizar las funciones críticas y no críticas para la operación de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri. Las funciones críticas y no críticas que deberán disponer de respaldo inmediato en caso de fallas, de acuerdo con lo especificado en la Sección 11.7 (Desempeño y Pruebas del Sistema). Se deberán proveer los siguientes programas de aplicación en línea:

1. Registro Histórico de Datos

2. Análisis del Estado de la Red del Sistema de Potencia

3. Simulador para Entrenamiento de Operadores.

B. Todo ingreso de datos por parte de los Operadores deberá ser validado de acuerdo con lo establecido en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina) a fin de verificar que no se estén violando los límites de los equipos, excediendo los límites de los programas o se estén ingresando datos erróneos. El sistema no deberá admitir el ingreso de ningún dato inválido y deberá indicar al operador la ocurrencia de estos errores. Si el dato ingresado por el operador es válido, pero afecta otros datos ya ingresados, se le deberá advertir oportunamente de tal situación, a fin de permitirle decidir si desea progresar con la actividad o anularla.

C. Todos los Programas de Aplicación deberán estar totalmente integrados al Sistema de Control. Las etiquetas de operación definidas en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina), deberán ser consideradas para la generación de mensajes o su supresión. La interfaz con los operadores deberá ser

totalmente consistente entre las diferentes aplicaciones y no deberán existir diferencias de textos, secuencias o formato de los menús de diálogo.

D. Los programas de aplicación, deberán contar con aplicaciones desarrolladas, preferiblemente, en Software Libre bajo Estándares Abiertos, según lo descrito en la Sección 11.1 (Requisitos Generales).

E. Seguridad. Todo acceso de los operadores a las aplicaciones deberá estar de acuerdo con las prácticas de seguridad establecidas en el Sistema de Control. Las acciones de cada usuario deberán quedar circunscritas a su área de responsabilidad asignada y no deberán, en ningún caso, ocasionar la pérdida ni degradación de datos de las funciones críticas.

F. Acceso a los Datos. Todas las variables analógicas, variables digitales, y puntos y datos calculados por los programas de aplicación deberán estar disponibles en los servidores, los cuales deberán estar provistos con la capacidad suficiente para responder a requerimientos masivos de datos, sin que se vean afectados los tiempos de respuesta de las funciones críticas, ni las características garantizadas del Sistema.

G. Exportación de Datos. El procesamiento de los datos procedentes de las aplicaciones, tales como capturas instantáneas de los datos de tiempo real con todos sus atributos, tales como etiquetas, registros de datos, resultados de filtros de búsqueda ejecutados sobre la base de datos, imágenes capturadas de ventanas, plantillas de ventanas, textos, documentos, listados, etc. deberán poder ser exportados automáticamente y/o bajo pedido del operador hacia las apliaciones que realizan las funciones no críticas del Sistema de Control.

H. Facilidades para los Datos. El sistema deberá proveer y hacer uso de toda la funcionalidad disponible en el sistema operativo suministrado para "arrastrar y soltar" y "cortar, copiar y pegar" de los objetos ("drag and drop", "cut, copy and paste"), entre las aplicaciones.

I. Ambiente de Operación. A excepción del Simulador para Entrenamiento de Operadores, el operador deberá poder emplear todas las funciones normalmente, sin tener que efectuar cambios de su ambiente de ejecución, ni cambiar su área de responsabilidad.

11.6-02. REGISTRO HISTORICO DE DATOS

A. La función de Registro Histórico de Datos (RHD) deberá recolectar, almacenar y reportar datos de operación de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri, así como todos los eventos descritos en la Sección 11.4 (Estación Maestra). Los datos deberán recolectarse a intervalos periódicos y almacenarse en archivos históricos, los cuales deberán permanecer en el mismo formato de la base de datos relacional del Sistema de Control, a fin de poder ser visualizados de la misma manera que los archivos en línea. Los operadores podrán montar y desmontar los archivos históricos de respaldo para su visualización, realizar búsquedas e impresión.

B. El período de recolección y almacenamiento de datos deberá ser programable para cada grupo y tipo de datos. Los datos del RHD deberán almacenarse por igual en los discos ópticos, las unidades magnéticas y las unidades de disco con arreglos del tipo RAID. Los datos del RHD deberán poder ser visualizados directamente desde los discos ópticos, unidades magnéticas o unidades de disco con arreglos del tipo RAID, sin necesidad de instalarlos en las unidades adecuadas de lectura de medios de almacenamiento, del sistema.

C. El RHD deberá tener capacidad para calcular promedios, obtener máximos y mínimos, ejecutar estadísticas de eventos específicos, recopilar grupos de datos que pertenezcan al mismo o diferente período de tiempo, ordenar o clasificar datos, reconstruir eventos utilizando relaciones y desplegarlos en forma tabular, y graficar datos analógicos o eventos.

D. Los mensajes generados en los Tableros de Control Distribuido, deberán almacenarse cronológicamente utilizando la etiqueta de tiempo registrada en el Tablero de Control Distribuido.

E. El RHD debe tener la posibilidad de exportar los datos históricos a un formato manejable por hojas de cálculo, con herramientas que permitan graficar datos del tipo analógico.

F. A través de la IHM, el Operador podrá en todo momento tener acceso a la información almacenada en el Registro Histórico de Datos. Este acceso deberá poderse ejecutar en tiempo real y mediante el empleo de criterios de selección:

1. Específicos.

a. A partir de un determinado instante de tiempo, definible en términos de fecha y hora hasta el presente momento.

b. En el lapso comprendido entre dos instantes de tiempo.

c. Condición del punto de estado o del punto analógico.

d. Etiquetado del punto de estado o del punto analógico.

e. Punto de estado o punto analógico perteneciente a una agrupación específica (Planta, Unidad, etc.).

2. Relativos.

a. Por el texto contenido en el Registro Histórico.

b. Por que el punto de estado se encuentre en una condición determinada.

c. Por que el punto analógico haya sobrepasado un valor determinado.

G. El Operador podrá realizar operaciones lógicas con los criterios de selección para seleccionar la información del Registro Histórico de Datos.

H. El Operador podrá imprimir el resultado de la selección.

11.6-03. ANALISIS DEL ESTADO DE LA RED DEL SISTEMA DE POTENCIA

A. Se deberá suministrar un programa para colorear en forma dinámica el estado de todos los elementos de la Red del Sistema de Potencia. El Programa deberá determinar cuáles elementos de la Red están desenergizados como consecuencia de cambios de estado de los interruptores, seccionadores y generadores. Un elemento de la Red será considerado desenergizado si está aislado físicamente del resto de la Red y la Sección aislada a la cual le pertenece no tiene fuentes de voltaje energizadas dentro de ella. La ausencia de una fuente de voltaje energizada deberá ser confirmada además por la ausencia de flujos de potencia de dicha sección.

B. El análisis de estado de la Red del Sistema de Potencia deberá ser invocado inmediatamente después de que se detecte un cambio de estado de un interruptor, de un seccionador o de la pérdida de un generador.

C. Los Elementos de la Red (líneas, transformadores, secciones de barras) que estén desenergizados deberán ser resaltados en los diagramas de

Red en las pantallas de monitor empleando el color gris. Los elementos de la Red que estén energizados deberán ser resaltados empleando el color definido para cada nivel de voltaje según los requerimientos establecidos en la Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina).

D. El análisis del estado de la Red del Sistema de Potencia también deberá supervisar las posiciones de los seccionadores de tierra. Si un seccionador de tierra está cerrado en una sección desenergizada, todos los elementos en esa sección se identifican como aterrados, resaltándolos en color marrón.

11.6-04. SIMULADOR PARA ENTRENAMIENTO DE OPERADORES

A. Requisitos Generales

1. El objetivo del Simulador para Entrenamiento de Operadores (SEO) será proveer una herramienta fuera de línea para la simulación del comportamiento de todas las funciones, todos los programas del Sistema de Control, los equipos de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica y el Sistema de Potencia. Las sesiones del SEO deberán poder ser realizadas con o sin la asistencia del instructor.

a. El instructor del SEO deberá tener facilidades para definir, controlar, supervisar, simular las acciones de otros operadores en el sistema de potencia, crear y simular las condiciones del sistema, generar eventos, salvar casos, modificar casos salvados y archivar los resultados de los casos de las sesiones del SEO.

b. El instructor del SEO no deberá interferir el sistema en tiempo real. Sin embargo, el instructor deberá tener la capacidad de importar copias de la base de datos de tiempo real para utilizarse en las sesiones de entrenamiento. También, el instructor deberá tener la capacidad de importar otros datos que

requiera para la simulación de escenarios de entrenamiento, pruebas de funcionalidad, o actualizaciones de modificaciones de las bases de datos.

2. Modelo del Sistema de Control

a. El modelo del Sistema de Control deberá incluir una copia de todos los programas y funciones que se utilizan en tiempo real. En las sesiones de entrenamiento, el modelo se utilizará para simular la respuesta de todas las aplicaciones en línea a las acciones de los operadores y las reacciones de los modelos de los equipos de la Central y del Sistema de Potencia.

3. Modelo del Sistema de Potencia y los Equipos de la Central

a. El modelo del Sistema de Potencia y de la Central deberá incluir los siguientes módulos, y deberá adaptarse al comportamiento de los equipos de CORPOELEC:

i. Modelo de las Excitatrices y Generadores

Los modelos de las excitatrices y generadores deberán basarse en los modelos estándar del IEEE para máquinas sincrónicas, y deberán adecuarse a los detalles operativos de los generadores y controladores de voltaje automático de las Unidades de Generación de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri. Los parámetros del modelo se seleccionarán sobre la base de los datos de placas y/o datos de prueba del generador.

ii. Modelo del Regulador de Velocidad y la Turbina

Los modelos de los reguladores de velocidad (gobernadores) y las turbinas deberán basarse en los modelos estándar del IEEE y deberán adecuarse a

los detalles operativos de las turbinas y gobernadores de las Unidades de Generación de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri. Los parámetros del modelo se seleccionarán sobre la base de los datos de placa y/o los datos de prueba de la turbina.

iii. Modelo de los Sistemas Auxiliares de las Unidades

El modelo de los sistemas auxiliares de las unidades deberá representar los componentes auxiliares de la unidad (bombas, válvulas, etc.) para la secuencia de arranque/parada. Su funcionamiento deberá poder ser definido como listas de pasos con tiempos relativos de ocurrencia y como subsistemas con lazos de control específicos, a los que se deberá poder perturbar o manipular durante las sesiones de simulación de fallas o comportamientos anormales.

iv. Modelo de Carga y Frecuencia

El modelo de carga y frecuencia deberá representar las variaciones de carga y frecuencia del sistema de potencia externo. El modelo deberá representar la dinámica del sistema externo en forma de un generador equivalente y la suma de la carga (potencia activa y reactiva). El modelo deberá representar el sistema de Control de Generación Automática externo que responde al desbalance entre la carga y la generación total del Sistema a través de controles de frecuencia. Los cambios en la carga deberán definirse en un programa de carga para un periodo de 24 horas con una rata de muestra de quince minutos. El equivalente externo deberá representar la configuración actual del Sistema de Potencia de CORPOELEC y si fuese necesario, deberá incluir los modelos de las centrales y subestaciones cercanas entre la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri y la carga y generadores equivalentes. Sin embargo, deberá simularse los Patios de Distribución de 230 kV y 400 kV, a los cuales están conectadas las Unidades de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri, así como las salidas de línea de esos patios hacia el

Sistema Interconectado. Se deberá poder simular la condición de "operación en isla" separados del Sistema de Potencia con cargas regionales. El estado del sistema de Control de Generación Automática externo y sus parámetros deberán ser controlables por el instructor para que se puedan modificar, activar y desactivar.

v. Modelo de la Red de Potencia

El modelo de la Red de Potencia deberá representar las variaciones en los voltajes y los flujos de energía (potencia activa y reactiva) en el Sistema de Potencia Externo. El modelo de la red deberá basarse en un flujo de carga completo de la red de transmisión, en la cual estará conectada la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri al equivalente dinámico del Sistema de Potencia de CORPOELEC. El modelo de la red de potencia deberá incluir las subestaciones de 230/400 kV en la terminación de las líneas de transmisión que se originan en los Patios de Distribución de 230 kV y 400 kV de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri. El modelo deberá incluir también la representación de los relés de protecciones de las líneas de transmisión de 230 y 400 kV de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri y de las subestaciones adyacentes. El modelo deberá ser suministrado con herramientas de configuración y de asistencia al instructor, para calcular los valores iniciales de los vectores del flujo de carga, cuando se realicen cambios en los datos y en la topología de la red.

4. Algoritmo del SEO

El algoritmo del SEO deberá tener capacidad para resolver simultáneamente ecuaciones algebraicas y diferenciales para todos los

componentes de los modelos. El algoritmo deberá ser numéricamente estable y capaz de trabajar con pasos de integración variable. Los pasos de integración deberán ajustarse automáticamente a los cambios de las variables del modelo. Los pasos de integración deberán ampliarse cuando todas las variables estén dentro del rango especificado alrededor del punto de operación y deberán reducirse cuando se detecte una variación mayor del rango especificado en las variables de modelo.

5. Estación de trabajo para el Instructor

a. La estación de trabajo para el instructor deberá permitir controlar interactivamente el SEO, supervisar las acciones de los alumnos, la respuesta del sistema y el mantenimiento de los archivos.

b. La estación de trabajo del instructor deberá permitir supervisar y controlar el estado del SEO (en funcionamiento, pendiente o suspendido) a través de la interfaz gráfica del usuario.

c. El instructor deberá poder modificar los parámetros del SEO, incluyendo parámetros de modelos del sistema de potencia externo y los equipos de la Central. La estación de trabajo deberá permitir al instructor simular las acciones de los operadores a nivel del control del Sistema de Potencia.

d. El instructor deberá ser capaz de preparar, modificar y controlar los escenarios de eventos del Sistema utilizados por el SEO. También, deberá ser posible importar un escenario actual de eventos desde el sistema en tiempo real, editar un escenario existente o crear un escenario nuevo. El instructor deberá poder iniciar, suspender, poner en espera y reactivar la ejecución de un escenario.

e. Desde la estación de trabajo del instructor, el SEO deberá permitir la activación de cualquier tipo de evento desde los diagramas unifilares del SEO.

f. El instructor deberá poder guardar las imágenes del sistema de potencia. También, deberá ser posible inicializar el SEO utilizando las imágenes guardadas. El instructor deberá poder modificar imágenes guardadas y guardar la versión modificada. Las copias de imágenes se deberán realizar bajo demanda o en forma periódica. El simulador deberá identificar las inconsistencias encontradas cuando se ejecute después de cambios en la configuración de los datos.

g. La estación de trabajo del instructor deberá incluir un registro de eventos. La función de registro de eventos deberá grabar todas las acciones del instructor, escenario de eventos y alarmas y eventos generados por el Sistema de Control, incluyendo todas las acciones de los alumnos. El instructor deberá poder revisar y comparar los registros de acciones de los alumnos para un escenario de prueba determinado. El sistema deberá tener capacidad de guardar en línea un mínimo de cien (100) escenarios.

h. El instructor deberá poder guardar los registros de una sesión del SEO en un archivo fuera de línea, así como controlar los registros de los archivos almacenados (recuperar, cambiar nombre, borrar o imprimir).

i. El instructor deberá poder reiniciar una sesión, a partir de un instante específico en el tiempo de la sesión en progreso o de una sesión guardada, y deberá poder variar su velocidad, adelantar y retroceder en el tiempo de la sesión. El operador deberá poder ir a un instante específico en una sesión y dejar que el alumno continúe desde ese momento.

6. Requisitos de la Interfaz Humano Máquina

a. Se deberá proveer de despliegues gráficos completos tanto para el instructor como para los alumnos. Los despliegues de los alumnos deberán ser idénticos a los despliegues en tiempo real. Los despliegues del instructor deberán incluir los despliegues adicionales para la supervisión y el control de las funciones del SEO. Por razones de seguridad, todas las ventanas que pertenezcan al SEO deberán indicarlo explícitamente en un lugar claramente visible.

b. Un despliegue de sintonización deberá proveerse para cada componente del modelo. Estos despliegues deberán permitir el ajuste de los parámetros de control tales como ganancias, constantes de tiempo y otras utilizadas en los modelos del SEO.

c. Cualquier Estación de Trabajo de Alta Resolución Gráfica, o grupo de ellas, deberán poder actuar como consolas de entrenamiento.

SECCION 11.7 DESEMPEÑO Y PRUEBAS DEL SISTEMA

11.7-01. GENERALIDADES

A. En esta Sección se especifican los requisitos básicos de desempeño que deberá cumplir el Sistema de Control a ser suministrado por EL CONTRATISTA. Además, se establecen los procedimientos para la ejecución de las pruebas que se deberán realizar al Sistema de Control para verificar su cumplimiento con los requerimientos funcionales y de desempeño, tales como: funcionalidad, respuesta, utilización de CPU, expandibilidad y disponibilidad del sistema.

B. La secuencia de pruebas consistirá de lo siguiente:

1. Pruebas previas a las pruebas de aceptación en fábrica (PreFAT).

2. Pruebas de aceptación en fábrica (FAT).

3. Pruebas de aceptación en sitio (SAT).

4. Pruebas de aceptación final

11.7-02. PRUEBAS DE ACEPTACION

A. EL CONTRATISTA deberá preparar un plan de pruebas de aceptación en fábrica para Sistema de Control Distribuido y para los demás elementos y/o sistemas del alcance del Contrato, relacionados con el Sistema de Control, y deberá presentarlo para la revisión y aprobación de CORPOELEC, al menos, tres meses antes del inicio de las pruebas previas de aceptación en fábrica. El plan para las pruebas deberá consistir de lo siguiente:

1. Descripción general de las pruebas

a. Describirá los objetivos de las pruebas, configuración y equipos de prueba, simuladores de equipamiento y programación utilizados, las herramientas de medida, el programa completo de las pruebas, los formularios para registro de los resultados de las pruebas, la clasificación de las discrepancias y el procesamiento de los informes de prueba.

2. Procedimientos de las pruebas

a. Se describirán las condiciones iniciales, los pasos detallados a seguir para cada prueba y la verificación de los resultados esperados en cada paso.

b. Los procedimientos de pruebas incluirán tanto las pruebas del equipamiento como de programación, calibración y parametrización.

c. Cada prueba deberá ser precedida por un respaldo en medio magnético u óptico de todos los parámetros de configuración, parametrización y código fuente, la instalación desde los respaldos y su compilación completa en todos los equipos del sistema. Este procedimiento es lo que se define como generación completa del sistema.

d. EL CONTRATISTA deberá demostrar que todos los programas y equipos combinan sus características funcionales y técnicas en un sistema completo e interoperable, al ser conectados entre sí según la configuración aprobada. Este concepto es lo que se define como integración. Como parte del plan de pruebas, EL CONTRATISTA deberá presentar para la aprobación de CORPOELEC el procedimiento que propone emplear para demostrar la integración de los elementos entre sí. Como parte de cada etapa de

pruebas se deberá demostrar la integración total de los elementos de la configuración bajo prueba.

e. EL CONTRATISTA deberá demostrar que la totalidad de los equipos, dispositivos y elementos suministrados por Otros, bajo otro Contrato, se integrarán óptima y correctamente al Sistema de Control, de forma de constituir un Sistema totalmente integrado, único y completo.

f. Los procedimientos de prueba deberán tener secciones específicas para los procedimientos de pruebas de aceptación de los Tableros de Control Distribuido y de los demás elementos y/o sistemas del alcance del Contrato, relacionado con el Sistema de Control.

g. Los procedimientos de todas y cada una de las pruebas deberán encontrarse aprobados, sin observaciones, en forma definitiva y completa, como condición, para dar comienzo a las pruebas.

B. Etapas de Pruebas

1. Pruebas Previas de Aceptación en Fábrica

a. Las pruebas previas de aceptación en fábrica (Pre-FAT) deberán ser llevadas a cabo por EL CONTRATISTA, en sus instalaciones, una vez realizada la generación completa del Sistema, para verificar si el sistema está totalmente integrado, si cumple con todos los requisitos funcionales, si satisface los requerimientos de respuesta y de utilización de recursos, y otras características.

b. Las pruebas previas de aceptación en fábrica se realizarán de acuerdo con los procedimientos de prueba del plan previamente entregado por EL CONTRATISTA y aprobado por CORPOELEC. El personal de CORPOELEC será

testigo de las pruebas previas de aceptación en fábrica y participará en el análisis de los resultados de las pruebas.

c. Todas las discrepancias y/o resultados insatisfactorios encontrados durante la ejecución de las pruebas previas de aceptación en fábrica deberán ser corregidos por EL CONTRATISTA antes del inicio de las pruebas de aceptación en fábrica.

d. EL CONTRATISTA deberá suministrar a CORPOELEC los reportes de las pruebas (Pre-FAT), debidamente firmados, conjuntamente con los certificados de garantía de los fabricantes de los equipos y dispositivos y con las correcciones de las eventuales fallas reportadas durante el desarrollo de la pruebas; para su revisión y como constancia de que todas las pruebas se han realizado satisfactoriamente, como requisito indispensable para pasar a la siguiente etapa de Pruebas de Aceptación en Fábrica.

2. Pruebas de Aceptación en Fábrica

a. El inicio de las pruebas de aceptación en fábrica será autorizado por CORPOELEC una vez recibida la notificación de EL CONTRATISTA que los elementos están totalmente integrados, listos para efectuar las pruebas de aceptación en fábrica, y una vez que CORPOELEC considere que se han resuelto las deficiencias encontradas durante la ejecución de las pruebas previas de aceptación en fábrica. Las pruebas de aceptación en fábrica deberán ser realizadas de acuerdo con los procedimientos de prueba del plan previamente suministrado por EL CONTRATISTA y aprobado por CORPOELEC.

b. Como parte de las pruebas de aceptación en fábrica, se deberán comprobar las cantidades y los números de serie de todos los componentes, las versiones de los equipos y programas y las licencias instaladas.

c. Las pruebas de aceptación en fábrica se iniciarán con una generación completa del sistema realizada por EL CONTRATISTA.

d. Después de la generación del sistema, los procedimientos de las pruebas de aceptación en fábrica deberán ser llevadas a cabo por EL CONTRATISTA con asistencia de CORPOELEC.

e. La última parte de las pruebas de aceptación en fábrica se deberán dedicar a la verificación del cumplimiento de los requisitos de desempeño del sistema utilizando los escenarios de carga normal y carga de alta actividad.

f. Todas las discrepancias encontradas, a la parte bajo prueba del sistema de control, durante la realización de las pruebas de aceptación en fábrica deberán ser corregidas y demostradas por EL CONTRATISTA antes del despacho de la parte desde la fábrica.

3. Pruebas de Aceptación en Sitio

a. Después que el sistema se haya instalado e inspeccionado completamente en el Sitio, las pruebas de aceptación en sitio se iniciarán con una generación completa de la programación del sistema desarrollada por EL CONTRATISTA.

b. Los procedimientos de las pruebas de aceptación en sitio serán una repetición de los procedimientos de las pruebas de aceptación en fábrica bajo las condiciones de campo reales. EL CONTRATISTA deberá realizar las modificaciones necesarias a los procedimientos de las pruebas de aceptación en fábrica para reflejar las condiciones del campo y demostrar la total integración de los componentes. Las pruebas de aceptación en sitio constarán de dos partes: (a) En primer lugar EL CONTRATISTA realizará las pruebas de todos sus equipos "en frío" para demostrar a CORPOELEC el cumplimiento de las condiciones

descritas anteriormente y (b) EL CONTRATISTA deberá participar en las pruebas en conjunto de las unidades de generación. Estas pruebas tendrán una duración estimada de tres (3) meses y las realizará CORPOELEC con asistencia de EL CONTRATISTA.

4. Pruebas de Aceptación Final

a. Después de la liberación de los aspectos pendientes establecidos en los documentos de aceptación provisional de todas las partes del Sistema y luego de transcurrido un año de la emisión del documento de Aceptación Provisional del Sistema de Control se realizarán las pruebas de aceptación final. Las pruebas de aceptación final las realizará CORPOELEC con asistencia de EL CONTRATISTA.

11.7-03. DEMOSTRACIÓN DE DISPONIBILIDAD

A. La Demostración de Disponibilidad del sistema (AD) se realizará después de las pruebas de aceptación en sitio y por un período de 1500 horas comenzando a partir del otorgamiento de la aceptación provisional correspondiente al último componente del Sistema de Control, después que todos los problemas críticos detectados en las pruebas de aceptación en sitio hayan sido corregidos. La aceptación provisional del sistema dependerá del éxito de la demostración de disponibilidad.

B. El equipamiento y la programación del Sistema de Control deberán estar libres de todos los errores conocidos y de defectos de funcionamiento al inicio de la demostración de disponibilidad.

C. El objetivo de la demostración de disponibilidad será verificar que la disponibilidad promedio del sistema, para cada periodo de interés de 500 horas, es

igual o mejor que lo especificado (99,98 %), consistentemente por tres períodos de tiempo sucesivos.

D. La disponibilidad promedio del sistema (A) se calculará así:

A = (1- (tiempo fuera de servicio)/(período de interés))* 100

El tiempo fuera de servicio en minutos se define como el tiempo durante el cual una o más de las siguientes condiciones están presentes:

- Uno o más servidores cualesquiera están fuera de servicio.
- Una función crítica está parcial o totalmente fuera de servicio.
- Una función no crítica está totalmente fuera de servicio.
- La red de proceso está fuera de servicio, o perdió redundancia.
- Uno o más Tableros de Control Distribuido no pueden ser barridos por la Estación Maestra (pérdida de 5% de los puntos o más) o se ha detectado el desempeño inadecuado de una función de control.
- Funciones de la IHM fuera de servicio en una estación de trabajo.
- Pérdida de las comunicaciones con el Sistema Centro de Control de Guri (SCCG).
- La disponibilidad promedio del sistema (A) deberá ser de 99.98% o mejor. Esto equivale a un tiempo fuera de servicio que no exceda 6 minutos durante un período de interés de 500 horas.

E. Dentro del período de demostración de disponibilidad de 1500 horas, la disponibilidad promedio para cada período de 500 horas deberá ser mejor o igual que 99.98%.

F. El registro y acumulación de tiempo fuera de servicio estará sujeto a las siguientes condiciones:

1. Se contarán los tiempos de rearranque y cambio de sistemas (Failover).

2. No se contará el tiempo fuera de servicio debido a programación, incluyendo las reparaciones de programación. Todos los errores y discrepancias de programación encontrados durante la demostración de disponibilidad y durante el período de garantía los corregirá EL CONTRATISTA.

3. El tiempo fuera de servicio debido a problemas en el equipamiento suministrado por EL CONTRATISTA se contará y será el tiempo total desde que ocurrió la falla hasta el restablecimiento de la operación de la función perdida.

4. El tiempo fuera de servicio debido a problemas de equipamiento no suministrados por EL CONTRATISTA no se contará.

5. El tiempo fuera de servicio debido a causas indeterminadas se contará pero se descontará si más tarde en el período de demostración se puede comprobar y demostrar que se debió a un problema de programación o a un problema de equipamiento no suministrado por EL CONTRATISTA.

6. Fallas repetitivas o autorrecurrentes podrán causar la suspensión del período de demostración. Solo se contará el primer tiempo de fuera de servicio. La demostración se continuará solo después de que se haya corregido la falla.

7. El tiempo fuera de servicio causado por acción errónea del personal de operación y/o mantenimiento, no se contará.

8. Cualquier tiempo de viaje justificado de forma razonable para viaje y puesta a disposición del personal de mantenimiento de EL CONTRATISTA, no asignado en el Sitio, previo al arranque de diagnóstico de la falla será excluido del tiempo fuera de servicio hasta un máximo de 48 horas cada vez.

9. Por cada tiempo fuera de servicio que se descuente o se excluya, la misma cantidad de tiempo se descontará del tiempo acumulado del período de interés.

11.7-04. PRUEBAS PARA REINICIAR LA DESMOSTRACIÓN DE DISPONIBILIDAD

A. Si en el momento T, antes de que el ajuste del período de interés alcance 500 horas, el tiempo fuera de servicio ajustado excediera 6 minutos por una cantidad en X minutos, el período de interés puede extenderse por (X/6) * 500 horas.

B. Si la extensión calculada excede las 500 horas, o de forma equivalente si X es 6 minutos o más, se reiniciará la demostración de disponibilidad para ese período de interés.

C. Si la extensión calculada es igual o es mayor que T, se reiniciará la demostración de disponibilidad para ese período de interés.

11.7-05. PRUEBAS DE LOS EQUIPOS Y PROGRAMAS DEL CONTROL DISTRIBUIDO

A. EL CONTRATISTA deberá realizar las pruebas descritas en esta Sección a los equipos y programas asociados al nivel de control distribuido, con el fin de demostrar el cumplimiento de los requisitos funcionales y de desempeño establecidos en estas especificaciones.

B. Las pruebas deberán realizarse según una secuencia lógica, de manera de comenzar a probar los equipos más sencillos en forma individual y finalizar con la ejecución de las pruebas que implican la interoperabilidad entre los equipos y sistemas que conforman el nivel de control distribuido.

C. Se deberán realizar pruebas a los componentes que conforman el control distribuido con la finalidad de verificar el funcionamiento individual de los mismos, de acuerdo con los requisitos funcionales establecidos en estas especificaciones, incluyendo la programación asociada a cada equipo o sistema.

D. EL CONTRATISTA será responsable por la realización de las pruebas a equipos o sistemas individuales suministrados por fabricantes distintos a EL CONTRATISTA y que formen parte del alcance del sistema de control. Las pruebas de estos equipos o sistemas deberán regirse por los procedimientos establecidos en esta Sección.

E. Se deberán realizar pruebas de integración a los equipos y sistemas que conforman el nivel de control distribuido, suministrados por EL CONTRATISTA y suministrados por Otros, con la finalidad de verificar el funcionamiento individual e integrado de los equipos y programas asociados a este nivel, de acuerdo con los requisitos funcionales y de desempeño aquí establecidos.

F. EL CONTRATISTA deberá instalar una plataforma de integración para la realización de las pruebas de integración en fábrica correspondientes al control distribuido. Para la ejecución de las pruebas se deberán utilizar los equipos y sistemas a ser probados en conjunto con herramientas de simulación para reflejar las condiciones reales de operación en el Sitio, incluyendo tanto otros equipos del control distribuido como equipos externos suministrados por otros.

G. La modificación de una función durante la ejecución de las pruebas como consecuencia de una operación insatisfactoria y que pueda afectar a otras

funciones del sistema, implicará la realización de pruebas a todas las funciones presuntamente afectadas, aún cuando ya hayan sido probadas previamente.

H. Las pruebas de aceptación en sitio (SAT) para la verificación de las características funcionales y de desempeño del conjunto integrado de los equipos y sistemas del control distribuido deberán reflejar las condiciones reales en el Sitio. EL CONTRATISTA deberá utilizar herramientas de simulación en los casos que no se disponga, para el momento de la realización de las pruebas, de todos los equipos asociados a este nivel, incluyendo otras partes del sistema de control y equipos suministrados por otros. Las pruebas realizadas utilizando herramientas de simulación, deberán repetirse una vez que se disponga de los equipos correspondientes en el Sitio.

11.7-06. PRUEBAS DE LA ESTACIÓN MAESTRA

A. Las pruebas de la Estación Maestra deberán incluir la verificación de toda la base de datos de cada Tablero de Control Distribuido y de las aplicaciones en línea. Las pruebas de aceptación en Sitio para la Estación Maestra deberán realizarse con, las unidades 1 a 10 de la Casa de Máquinas I de Guri, en operación comercial.

B. La verificación y corrección de posibles problemas para el cumplimiento con las características de desempeño no deberá esperar hasta las pruebas de aceptación en fábrica. Si durante la implementación del proyecto se evidencian problemas de respuesta o de excesiva carga de los equipos o programas y la solución determinada por EL CONTRATISTA es efectuar cambios en el equipamiento o mejoras en la configuración del sistema, dichos cambios se harán sin costo adicional para CORPOELEC. Las cantidades de repuestos deberán ser ajustadas de acuerdo con los cambios y deberán responder en iguales o mejores condiciones al propósito de las que reemplazan.

C. Las expansiones de memoria, como consecuencia de modificaciones a fin de cumplir con los requisitos de desempeño, no deberán afectar los requisitos de reserva mínima de memoria establecidos en estas Especificaciones.

D. Para las pruebas previas de aceptación en fábrica y las pruebas de aceptación en fábrica se deberán simular (2) dos conjuntos de escenarios de carga. EL CONTRATISTA será responsable de proveer la plataforma de pruebas, incluyendo todo el equipamiento y la programación necesarios para simular los escenarios de carga durante la realización de las pruebas de aceptación en fábrica.

E. La memoria RAM de los servidores y estaciones de trabajo deberá duplicarse después de la aceptación de los resultados de las pruebas en fábrica y deberán instalarse y configurarse antes del envío de los equipos al Sitio. Asimismo, se deberá verificar que la memoria de disco duro cumpla con el mínimo de reserva especificado en la Cláusula 11.7-08 (Reservas Mínimas).

11.7-07. ESCENARIOS DE CARGA DE LA ESTACION MAESTRA

A. El escenario normal de carga de la Estación Maestra se simulará de acuerdo con las siguientes condiciones:

1. Todos los valores analógicos recolectados, procesados y almacenados en la base de datos de los Tableros de Control Distribuido en cada uno de los barridos en los ciclos de rastreo especificados.

2. Una alarma de valores analógicos detectada cada minuto.

3. Un cambio de estado recibido y su respectiva indicación de alarma cada minuto.

4. Una llamada de despliegue cada 10 segundos en cada monitor de todas las estaciones de trabajo, con cuatro ventanas activas.

5. Todos los programas periódicos en ejecución.

6. La función de mantenimiento de despliegues en línea, en progreso.

7. Registro de tendencias de cuatro (4) variables en operación.

8. Mantenimiento de programación fuera de línea en progreso.

B. El escenario de carga de alta actividad se simulará como sigue:

1. Todas las condiciones correspondientes al escenario normal de carga, excepto el punto 2.

2. Cuatro (4) alarmas de valores analógicos cada dos (2) segundos.

3. Seis (6) cambios de estados de alarma cada dos (2) segundos.

4. Las pruebas de rendimiento para los escenarios de carga de alta actividad se deberán repetir con equipos fuera de servicio, tales como: un controlador principal y/o una IHM del Tablero de Control Distribuido, un enlace de la red de proceso, un servidor de respaldo que comparta funciones críticas, etc. Durante la prueba se deberá forzar la reasignación de funciones entre servidores.

C. Las variables a simular para cada uno de los escenarios de carga, son responsabilidad de EL CONTRATISTA.

11.7-08. RESERVAS MÍNIMAS

A. EL CONTRATISTA deberá incluir una reserva de contingencia de 20% de cada módulo de entradas y salidas, instaladas en cada tablero de control

distribuido y en cada unidad distribuida de adquisición de datos, antes del despacho de las partes desde la fábrica. CORPOELEC se reserva el derecho a utilizar la reserva de contingencia durante las pruebas y puesta en servicio de las unidades.

B. EL CONTRATISTA deberá suministrar, después de las pruebas en Sitio y antes de la aceptación provisional de las partes, una reserva final instalada de 20% para cada módulo de entradas y salidas.

C. Cada Controlador Principal deberá incluir un mínimo de 50% de puertos seriales y/o USB de reserva. En ningún caso, la reserva de puertos seriales y/o USB deberá ser inferior a 2 puertos.

D. Durante la prueba de rendimiento con escenarios de carga de alta actividad, la carga promedio de los CPU en cualquiera de los controladores principales de los Tableros de Control Distribuido y/o cualquier otro equipos que forme parte del alcance del Sistema de Control no deberá exceder el 40% durante un período de cinco minutos.

E. La reserva mínima de memoria RAM en todos los controladores principales de los Tableros de Control Distribuido y/o cualquier otro equipo que forme parte del alcance del Sistema de Control deberá ser de un 100%.

F. La reserva mínima de memoria de disco duro en todos los controladores principales de los Tableros de Control Distribuido y/o cualquier otro equipo que forme parte del alcance del Sistema de Control deberá ser de 400%. En ningún caso deberá ser inferior a 160 GBytes.

11.7-09. REQUERIMIENTOS DE RESPUESTA Y SINCRONIZACION DE TIEMPO

A. La verificación de los tiempos de respuesta para el sistema se deberá hacer bajo las siguientes condiciones:

1. Escenario de Carga de alta actividad en efecto.

2. Un canal de la red de proceso fuera de servicio, o no usado.

3. Un canal de la red de campo fuera de servicio, o no usado.

B. Todos los requisitos de tiempo de respuesta se medirán con cronómetros y algoritmos diseñados para medición de desempeño de programas, adecuados para el orden de magnitud a medir, suministrados por EL CONTRATISTA.

C. En cada Tablero de Control Distribuido, el tiempo para recolectar y procesar todos los puntos de datos analógicos, desde el arranque del barrido hasta que la base de datos haya sido totalmente actualizada no deberá exceder de 1.0 segundo.

D. En cada Tablero de Control Distribuido, el tiempo para recolectar y procesar los datos de estado, desde el arranque del barrido hasta que la base de datos haya sido totalmente actualizada no deberá exceder de 100 mseg.

E. La desviación de las etiquetas de tiempo entre eventos simultáneos en el sistema, registradas en cualquier Controlador Principal (conectados o no conectados a la Red de Proceso) no deberá exceder 1 milisegundo.

F. La sincronización de los relojes de los computadores en los Tableros de Control Distribuido, con el servidor de tiempo de la red deberá estar dentro de los 2 mseg.

G. El tiempo de duración desde el instante de ocurrencia de un cambio de estado en la planta hasta que el símbolo de equipo se actualiza en la Interfaz Humano Máquina no deberá exceder de un segundo.

H. En el barrido de iniciación de un Tablero de Control Distribuido, el tiempo total desde el instante que se emite la orden de barrido por el Sistema del Centro de Control de Guri hasta que la base de datos de la estación de operación se haya actualizado completamente con los datos del Tablero de Control Distribuido no deberá exceder de 2.0 segundos.

I. En el barrido de iniciación de todos los Tableros de Control Distribuido, el tiempo total desde el instante que se emite la orden de barrido por el Sistema del Centro de Control de Guri hasta que la base de datos de la estación de operación se haya actualizado completamente no deberá exceder de 3.0 segundos.

J. Con la excepción de la base de datos histórica, el tiempo total para reasignar funciones críticas del computador de proceso en tiempo en tiempo real al computador de respaldo no deberá exceder de quince (15) segundos. La reasignación se considerará completa cuando todas las funciones críticas asignadas originalmente al computador fuera de servicio estén en operación en el computador de respaldo.

K. El tiempo total para reasignar la base de datos histórica no deberá exceder de sesenta (60) segundos. La reasignación se considerará completa cuando la funcionalidad de la base de datos esté en operación en el computador de respaldo. EL CONTRATISTA deberá garantizar que durante el período de reasignación no se perderá ningún dato de la base de datos histórica.

L. El tiempo total de llamada de cualquier despliegue desde el instante de la acción de solicitud hasta que el despliegue requerido esté completo en la pantalla de la Interfaz Humano Máquina con todos los datos dinámicos, no deberá exceder 2 segundos.

M. El tiempo total para procesar una alarma desde el momento que se activa en el equipo que la origina hasta que se actualiza en la lista de alarmas, lista de eventos del sistema, y se activa el sonido audible, no deberá exceder de 2 segundos.

N. Los despliegues de la hora del día en los despliegues de tiempo sincronizado deberán estar en sincronismo de 2.0 segundos de desfase máximo.

O. El tiempo total de reasignación de las funciones ejecutadas en los Controladores Principales, no deberá exceder de 15 segundos. La reasignación se considerará completa cuando todas las funciones asignadas originalmente al Controlador Principal fuera de servicio estén en operación en el Controlador Principal de respaldo.

11.7-10. REQUERIMIENTOS DE PERIODICIDAD

A. Se cumplirán los siguientes requisitos de periodicidad bajo condiciones de carga normal y carga de alta actividad:

Reportar a la Estación Maestra un cambio de estado (despliegue y base de datos)	Un(1) segundo
Reportar a la Estación Maestra la variación de MW de un generador (despliegue y base de datos)	Un(1) segundo
Reportar a la Estación Maestra todos los valores	

analógicos (despliegue y base de datos).	Tres (3) segundos
Lectura de Acumulador	
Registro Histórico de datos:	Quince (15) segundos
Cambio de variable digital	
Registro de Curvas	Un (1) segundo
	Quince (15) segundos
Actualización de datos en la IHM	A la velocidad de barrido pero no más rápido que un (1) segundo
Actualización de la señal de tiempo estándar	Un (1) segundo

11.7-11. SOBRECARGA DEL SISTEMA

A. El Sistema de Control se deberá diseñar de modo que pueda soportar situaciones de sobrecarga severas del sistema o cualquier condición peor que aquellas definidas para el escenario de carga de alta actividad. Independientemente de la situación de sobrecarga, no deberá haber degradación en los tiempos de respuesta de llamado de despliegues en la Interfaz Humano Máquina. Todas las funciones criticas deberán estar operacionales aún cuando sea aceptable una degradación en las periodicidades. Durante las sobrecargas del sistema no se deberán perder alarmas.

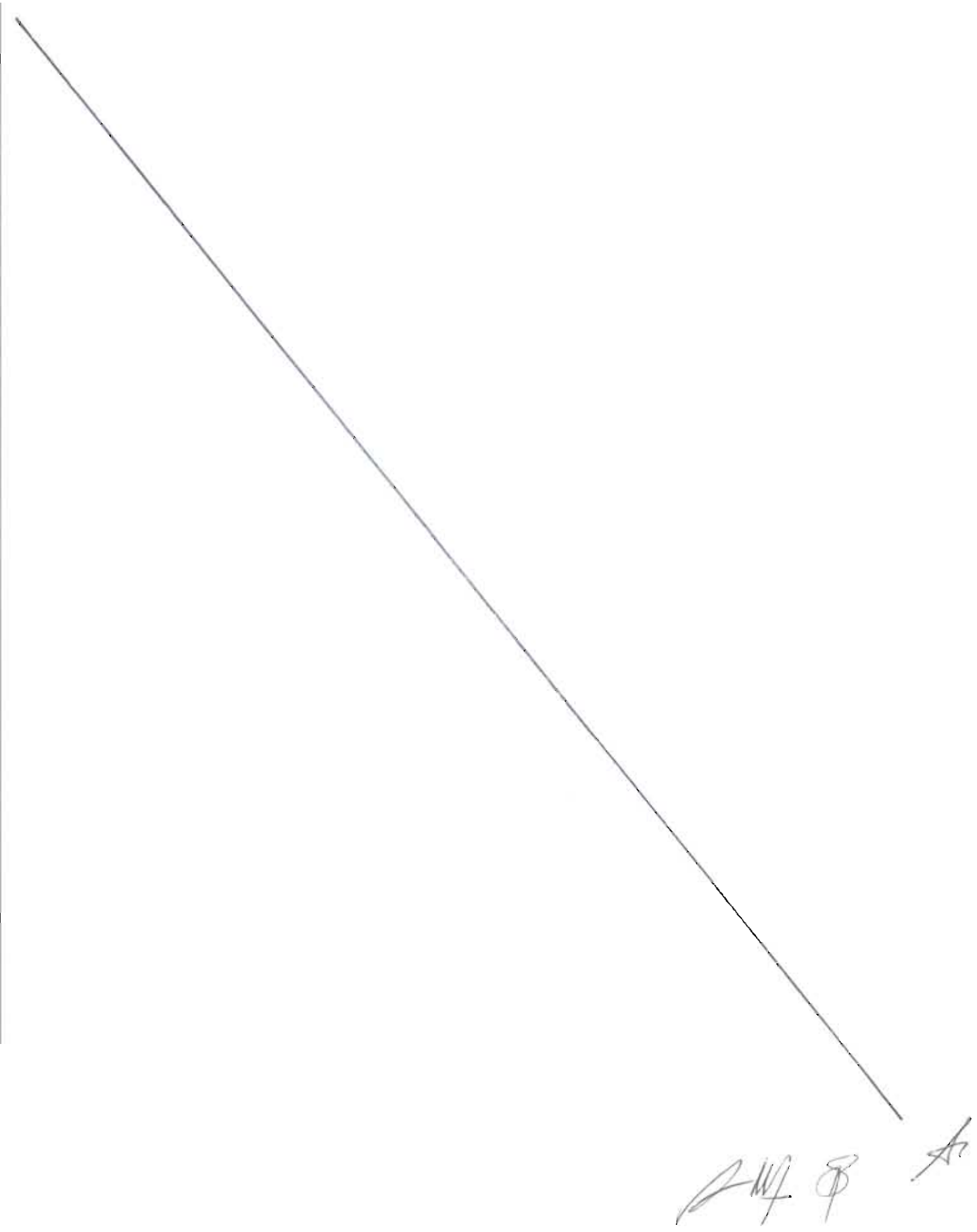
B. EL CONTRATISTA deberá presentar una descripción de los métodos que utilizará para garantizar que durante una sobrecarga del sistema todas las

funciones críticas se mantengan operacionales, que los tiempos de respuesta de llamado de despliegues en los monitores estén dentro de los requisitos especificados y que no se pierdan alarmas.

11.7-12. PROCEDIMIENTOS DE REPARACION

A. Siempre que ocurra una falla en cualquier componente de equipamiento o programación, independientemente de si causa o no un tiempo fuera de servicio, el personal de mantenimiento de CORPOELEC y EL CONTRATISTA, en conjunto, analizarán el problema y llevarán a cabo las reparaciones necesarias. CORPOELEC notificará inmediatamente a EL CONTRATISTA al detectarse la falla. EL CONTRATISTA se encargará del diagnóstico y la reparación, con la asistencia de CORPOELEC.

B. Si la falla ha causado una condición de tiempo fuera de servicio, el tiempo total de reparación (tiempo de diagnóstico, más tiempo de reparación, más tiempo para poner la función de nuevo en servicio) se contará como tiempo fuera de servicio.



SECCION 11.8 RED DE FIBRA OPTICA

11.8-01. GENERALIDADES

A. En esta Sección se especifican los requisitos generales y detallados para el diseño y fabricación de los equipos y cables de la Red de Fibra Óptica.

B. EL CONTRATISTA deberá diseñar, suministrar, instalar, conectar y probar todos los cables, equipos y accesorios requeridos por la Red de Fibra Óptica, de acuerdo con estas especificaciones. La Red de Fibra Óptica incluye pero no está limitada, a los siguientes cables y equipos:

1. Cables de fibra óptica del tipo multimodo y monomodo.

2. Cables de interconexión (jumpers) de fibra óptica del tipo multimodo y monomodo con conectores tipo SC instalados en ambos extremos.

3. Diez (10) Armarios de Interconexión.

4. Cajas de empalme de fibra óptica.

5. Repuestos y equipos de prueba para la Red de Fibra Óptica.

11.8-02. CABLES DE FIBRA OPTICA

A. Generalidades

1. Los cables de fibra óptica para la trayectoria correspondiente a planta externa, es decir, aquellos a ser instalados en la Casa de Máquinas I y en los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV, para el enlace de comunicación entre ellos, deberán estar diseñados para instalación en ductos o en zanjas bajo tierra. Los cables de fibra óptica para planta interna se utilizarán para la conexión entre armarios y equipos instalados en el interior de la Casa de Máquinas y deberán estar diseñados para instalación en bandejas y conduits.

2. Las fibras individuales contenidas en cada uno de los cables deberán estar identificadas con codificación por código de colores de acuerdo a la norma TIA/EIA-598-A "Color Coding of Fiber Optic Cables". Los cables agrupados en subunidades deberán estar enumerados en la cubierta para su identificación.

3. La cubierta del cable de fibra óptica deberá estar estampada cada un (1) metro con el nombre del fabricante, fecha de fabricación, tipo de fibra, y con marcas secuenciales indicando la longitud del cable.

4. Las canalizaciones y la documentación requerida para la instalación de los cables en el exterior de los Armarios de Interconexión, deberán ser suministradas por EL CONTRATISTA.

B. Características de la Fibra Óptica

1. General

a. Todas las fibras ópticas deberán estar libres de desperfectos y deformaciones y deberán cumplir con los requerimientos ópticos, mecánicos y ambientales de estas especificaciones.

2. Fibra Óptica Multimodo.

La fibra óptica multimodo deberá cumplir con los requisitos de la norma EIA/TIA-492AAAA-1989 "Detail Specification for 62.5 µm Core Diameter / 125 µm Cladding Diameter Class Multimode, Graded Index Optical Waveguide Fibers," y con las siguientes características:

a. Diámetro del Núcleo: 62,5 ± 3,0 µm

b. Diámetro del Revestimiento: 125 ± 1,0 µm

c. Error de Concentricidad: ≤ 3,0 µm

d. No circularidad del revestimiento: ≤ 2,0%

e. No circularidad del núcleo: ≤ 6%

f. Longitud de onda: 850 nm

g. Atenuación Máxima: 2,5 dB/km

3. Fibra Óptica Monomodo

La fibra óptica monomodo deberá cumplir con los requisitos de la norma EIA y con las siguientes características:

a. Diámetro del Núcleo: 8,3 ± 0,6 µm.

b. Diámetro del Revestimiento: 125 ± 1,0 µm.

c. Error de Concentricidad: ≤ 0,6 µm.

d. No circularidad del revestimiento: ≤ 1,0%.

e. No circularidad del núcleo: ≤ 6%.

f. Longitud de onda: 1550 nm.

g. Atenuación máxima: 1,33 dB/Km .

C. Características de los Cables para Planta Interna

1. Los cables de fibra óptica para planta interna deberán ser retardantes de llama y deberán cumplir con los requisitos de las normas UL 1581 y UL 1666.

2. Las fibras en los cables con 24 fibras o menos deberán estar trenzadas en un elemento central dieléctrico y deberán estar cubiertas con varias capas de hilos sintéticos de aramid u otro material equivalente. Los hilos sintéticos deberán servir como un elemento de refuerzo. El cable deberá incluir un cordón de apertura para facilitar la remoción del forro. La cubierta exterior deberá estar extruida sobre los hilos sintéticos para protección física y ambiental.

3. Los cables con más de 24 fibras deberán fabricarse utilizando subunidades de 6 fibras cada una. Las fibras en cada subunidad deberán estar trenzadas en un elemento central dieléctrico y deberán estar cubiertas con varias capas de hilos sintéticos de aramid u otro material equivalente. Los hilos sintéticos deberán servir como un elemento de refuerzo. Cada subunidad deberá incluir un cordón de apertura para facilitar la remoción del forro. La cubierta exterior de cada subunidad deberá ser extruida sobre los hilos sintéticos para protección física y

ambiental. Las subunidades deberán estar trenzadas alrededor de un elemento central dieléctrico. El cable deberá incluir un cordón de apertura para facilitar la remoción del forro. La cubierta exterior deberá estar extruida sobre las subunidades para protección física y ambiental.

4. La cubierta exterior de los cables deberá ser continua, de espesor constante, libre de hendiduras, perforaciones y porosidades.

5. La cubierta exterior del cable y de las subunidades deberá ser de color anaranjado para los cables que contienen fibras multimodo y amarillo para los que contienen fibras monomodo.

6. Los cables deberán soportar sin sufrir daños un rango de temperatura desde -40°C hasta 60°C para el almacenamiento y transporte, y un rango de temperatura desde -20°C hasta +70°C para la instalación y operación.

7. Los cables deberán resistir una compresión de 89 N/cm y resistencia a tres impactos a 8 joules sin que la atenuación del cable varíe más de 0,2 dB a 1550 nm (monomodo) o más de 0,4 dB a 1300 nm (multimodo).

8. Los cables deberán ser suministrados en carretes de madera o cartones y deberán estar provistos con puntas de pruebas de una longitud mínima de dos (2) metros.

D. Características de los Cables para Planta Externa

1. Los cables para la trayectoria de planta externa deberán incluir un elemento central con forro termoplástico, fibras con revestimiento primario, conjuntos de fibras rellenas con gel, banda envolvente, forro de polietileno, elementos de soporte a la tracción fabricados con fibra de vidrio, forro exterior de polietileno y blindaje de acero corrugado.

2. Los cables de fibra óptica para planta externa deberán cumplir con los requisitos de las normas ANSI-ICEA S-87-640.

3. La fibra óptica deberá colocarse en el interior de un tubo amortiguador (loose tube), el cual deberá tener un diámetro mínimo de 3,0 mm.

4. Cada tubo amortiguador deberá contener un máximo de 12 fibras.

5. Las fibras no se deberán adherir a las paredes del tubo amortiguador.

6. Las fibras deberán ser coloreadas con tintas curadas con rayos ultravioleta.

7. Los tubos amortiguadores y las fibras deberán ser coloreadas de acuerdo con el código definido en la norma TIA/EIA-598-A ("Optical Fiber Cable Color Coding").

8. Los tubos amortiguadores deberán estar diseñados para resistir fuerzas externas y deberán cumplir con la norma 7 CFR 1755.900.

9. En caso de utilizarse tubos de relleno, estos deberán tener un diámetro de 3,0 mm.

10. El elemento central deberá prevenir deformaciones en el cable y deberá consistir de una barra de plástico reforzada con vidrio.

11. Cada tubo amortiguador deberá estar relleno de una gelatina para prevenir el crecimiento de hongos.

12. Los tubos amortiguadores deberán estar trenzados alrededor del elemento central dieléctrico con hilos para impedir la penetración de agua.

13. Los cables deberán ser blindados y estar provistos con una cubierta de polietileno de baja densidad (MDPE) sobre una cinta impermeable y los elementos de refuerzo. Los cables deberán estar construidos con una cubierta impermeable a la humedad, libre de hendiduras, perforaciones o porosidades y deberán estar provistos de protección contra roedores. La protección contra roedores deberá consistir de un blindaje de acero corrugado, con capas de plástico interna y externa para prevenir el óxido. La cobertura exterior del cable blindado deberá contener carbón para protección contra rayos ultravioleta y contra hongos.

14. Los cables deberán tener un cordón de apertura para facilitar la remoción del forro. Como mínimo, deberá tener un cordón debajo de la cubierta externa y un cordón debajo de la cubierta del blindaje de hierro.

15. El material MDPE deberá cumplir con las normas ASTM D1248, Tipo II, Clase C y grados J4, E7 y E8.

16. La cubierta exterior de los cables deberá ser continua, de espesor constante, libre de hendiduras, perforaciones y porosidades.

17. La cubierta exterior del cable y las subunidades deberán ser de color anaranjado para los cables que contienen fibras multimodo y amarillo para los que contienen fibras monomodo.

18. Los cables deberán soportar una tracción máxima de 2700 Newton durante la instalación y de 890 Newton instalado.

19. Los cables blindados deberán estar diseñados para resistir en un metro de longitud, un metro de caída de agua estática o la presión equivalente de agua por una hora sin experimentar penetración de agua.

20. Los cables deberán soportar un rango de temperatura desde -40°C hasta 60°C para el almacenamiento y transporte y un rango de temperatura desde -20°C hasta +70°C para la instalación y operación.

21. El cable deberá resistir una compresión de 89 N/cm y resistencia a tres impactos a 8 joules sin que la atenuación del cable varíe más de 0,2 dB a 1550 nm (monomodo) o más de 0,4 dB a 1300 nm (multimodo).

22. Los cables deberán ser suministrados en carretes de madera o cartones y deberán estar provistos con puntas de pruebas de un mínimo de 2 metros de longitud para realizar pruebas.

23. Los cables deberán tener una resistencia a fuerzas de tracción de 50 Newton y una curvatura mínima permitida de 10 veces el diámetro del cable. La flexibilidad a 50 Newton deberá ser ± 90° y la torsión ±360°.

24. Los cables deberán ser adecuados para ser instalados en ductos de PVC, conduits, zanjas para cables y bandejas de cables.

E. Cables de Interconexión (jumper)

1. Los cables de interconexión deberán ser del tipo multimodo o monomodo y deberán estar provistos con conectores del tipo SC en ambos extremos para utilizarse en los Armarios de Interconexión especificados en esta Sección.

2. Los cables de interconexión deberán tener una longitud máxima de 2 metros.

11.8-03. CONECTORES

A. Todos los conectores de cable de fibra óptica deberán ser del tipo SC, cumplir con los requisitos de las normas ANSI/TIA/EIA-568-A y ser adecuados para su uso con fibras del tipo monomodo y multimodo.

B. La perdida por inserción no deberá exceder 0,3 dB para fibras monomodo y 0,4 dB para fibras multimodo.

C. Los conectores deberán soportar hasta 500 acoplamientos con una degradación máxima de 0,2 dB para fibras multimodo y 200 acoplamientos con una degradación máxima de 0,3 dB para fibras monomodo.

D. El inserto de los conectores para fibra monomodo deberá ser de cerámica con el cuerpo de plástico. El inserto de los conectores para fibra multimodo deberá ser de compuesto con el cuerpo de plástico.

11.8-04. EMPALMES DE FIBRA OPTICA

A. Todos y cada uno de los empalmes de fibras ópticas deberán ser efectuados por método de fusión, con una atenuación máxima de 0,1 dB, no permitiéndose bajo ningún concepto empalmes mecánicos ó equivalentes.

B. Para ejecutar los empalmes por fusión siempre deberá disponerse del empalmador automático con unidad visual del proceso y medición automática de atenuación, así como también de todas las herramientas para separar la

protección de las fibras, cortar a la distancia necesaria, etc., previo al ingreso de la fibra al instrumento empalmador.

11.8-05. EQUIPOS Y ARMARIOS DE INTERCONEXION

A. Generalidades

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar los equipos de interconexión de fibra óptica requeridos para realizar las conexiones de los cables de planta interna y planta externa. Los equipos de interconexión incluyen el suministro de cajas para realizar empalmes con sus respectivos cables de fibra con sus conectores instalados (pig tails) para montaje en bastidor, accesorios para el manejo de la fibra en el interior de paneles, tales como canaletas, amarres, etc., y los Equipos Activos de Comunicaciones especificados en esta Sección.

2. Estas cajas de empalme deberán estar alojadas en los Tableros de Control Distribuido, Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos y en los Armarios de Interconexión de Fibra Óptica, según se requiere en estas especificaciones.

B. Armarios de Interconexión de Fibra Óptica

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar un total de diez (10) Armarios de Interconexión de Fibra Óptica a ser instalados en la Casa de Máquinas y en la Casa de Mando de los Patios de Distribución a 230 kV y 400 kV, designados de la siguiente manera:

a. Dos (2) Armarios de Interconexión de Fibra Óptica de Planta Guri (AIFPG-A y AIFPG-B).

b. Dos (2) Armarios de Interconexión de Fibra Óptica Principal (AIFP-A y AIFP-B).

c. Dos (2) Armarios de Interconexión de Fibra Óptica del SCCG (AIFCC-A y AIFCC-B).

d. Dos (2) Armarios de Interconexión de Fibra Óptica del Cable de Guarda (AIFCG-1 y AIFCG-2).

e. Dos (2) Armarios de Interconexión de Fibra Óptica de la Subestación (AIFS-A y AIFS-B).

2. Los Armarios de Interconexión de Fibra Óptica deberán ser autosoportados, fabricados de planchas de acero no menor de 2 mm de espesor y deberán ser del tamaño y diseño adecuado para albergar y proteger los equipos y cables de la Red de Fibra Óptica. Además, deberán estar provistos con todos los accesorios requeridos para la adecuada sujeción de los equipos y el enrutamiento de los cables. Los armarios deberán equiparse con puertas abisagradas al frente, provistas de empacaduras de caucho, manillas y cerraduras con llave y pestillos y cubiertas posteriores removibles. Los Armarios de Interconexión deberán ser del Tipo 12 de la NEMA, o mejores.

3. Los Armarios de Interconexión deberán proveerse con aberturas para el paso de cables, con cubiertas removibles por la parte superior y/o inferior.

4. Los Armarios de Interconexión serán de configuración sencilla o de configuración doble, para instalación lado a lado con otros armarios.

5. Los Armarios de Interconexión deberán proveerse con calentadores de espacio controlados por humidistatos, así como iluminación interna controlada por

interruptores de límite de la puerta. Tanto el calentador, como la iluminación deberán ser adecuados para funcionar con 120 Vca.

6. Cada panel o compartimiento de los Armarios de Interconexión deberán tener unas dimensiones de 2,2mx0,8mx0,6m (HxWxD) y alojarán en su interior un bastidor para montaje de equipos con previsiones para el montaje de un mínimo de 43 unidades de 4,44 cm de alto cada una. La distancia entre agujeros deberá cumplir con la norma EIA RS-310-D/IEC297-1 para montaje de bastidores de 48 cm de ancho.

7. Deberá proveerse en los Armarios de Interconexión una barra para la conexión a tierra, no menor de 3,0 mm de espesor, 20,0 mm de alto y de longitud adecuada para realizar todas las conexiones a tierra requeridas. La barra para conexión a tierra deberá fijarse al marco del gabinete mediante pernos.

8. Los Armarios de Interconexión deberán estar provistos con orificios o persianas de ventilación cubiertos con tela metálica fina resistente a la corrosión, según se requiera, para proporcionar una ventilación adecuada y evitar la entrada de polvo, insectos y roedores.

9. En estos armarios se deberán efectuar las conexiones de fibras de los cables ópticos que llegan desde el exterior a los pigtails de los conectores mediante empalmes por fusión. Los empalmes deberán quedar alojados en las bandejas de las cajas de empalme.

10. La totalidad de las fibras (útiles y de reserva) deberán ser conectadas a las cajas de empalme de los armarios de interconexión, de manera que en caso de requerirse el reemplazo de una fibra útil por otra de reserva, el procedimiento implique desconexión y conexión de jumpers de fibra óptica.

4. Los gabinetes para unidades distribuidas deberán disponer de todos los accesorios necesarios para el enrutamiento adecuado de los cables de fibras, respetando los radios de curvatura mínimos exigidos por el fabricante, utilizando prensacables, canaletas, etc.

5. Los empalmes de fibras en su interior se realizarán por fusión, admitiéndose una atenuación máxima por empalme de 0,10 dB.

D. Canales Horizontales para Manejo de Cables

1. Los canales horizontales para manejo de cables deberán estar diseñados para guiar los cables de interconexión que cruzan horizontalmente el armario desde las cajas de empalme hacia los canales verticales.

2. Los canales horizontales para manejo de cables deberán tener cubiertas removibles para proteger los cables después de la instalación.

3. Los canales horizontales deberán estar diseñados para mantener el radio de curvatura mínimo permitido por el fabricante en el interior de los armarios.

E. Canales verticales para manejo de cables de interconexión

1. Los canales verticales para manejo de cables deberán estar diseñados para guiar los cables de interconexión entre los niveles de Armarios de Interconexión mediante el uso de anillos ajustables para sujetar los cables y deberán tener una cubierta removible para protección. Los anillos deberán estar diseñados con guías para mantener los radios de curvatura mínimos permitidos de los cables. Los canales verticales para manejo de cables deberán tener anillos en la parte posterior para sujetar los cables.

11. Los cables de fibra óptica que accedan a las cajas de empalme, desde el exterior de los armarios, deberán poseer, al menos, una reserva de veinte por ciento (20%).

12. Los equipos de interconexión y los accesorios para el manejo de cables a ser instalados en los armarios de interconexión incluirán, pero no estarán limitados, a lo siguiente:

a. Cajas de empalme de fibra óptica.

b. Canales horizontales para manejo de cables de interconexión.

c. Canales verticales para manejo de cables.

d. Equipos Activos de Comunicaciones.

C. Cajas de Empalme para Instalación en las Unidades Distribuidas

1. Las cajas de empalme para instalación en los gabinetes metálicos que alojarán las unidades distribuidas de adquisición de datos, deberán ser adecuadas para montaje en gabinetes en pared o autosoportados.

2. Estas cajas deberán ser adecuadas para alojar empalmes de al menos 12 fibras, cada fibra deberá poseer su conector tipo SC.

3. Los cables ópticos deberán ajustarse a la caja de empalme mediante prensacables y dentro de ella, cada fibra deberá quedar sujeta en todo el recorrido de reserva.

2. Los canales verticales deberán incluir accesorios móviles tipo carrete para alojar sobrantes de cable.

3. Los canales verticales deberán tener facilidades para almacenar, distribuir y guiar cables por la parte frontal y posterior. El canal vertical deberá estar integrado en el armario de interconexión de fibra y deberá ser de la misma altura del armario.

F. Cajas de Empalme de Fibra Óptica para los Armarios de Interconexión de Fibra

1. Las cajas de empalme de fibra óptica deberán ser para montaje en bastidor de 48 cm. La caja deberá estar diseñada para bandejas de empalme de una sola fibra o empalmes de cinta. Cada bandeja deberá tener acceso individual.

2. Las cajas de empalme deberán ser completamente selladas para evitar el ingreso de la humedad, polvo e insectos, contando con un tratamiento especial y protección que evite la corrosión, resista impactos, resista acción de agua y/o agentes químicos.

3. Las cajas de empalme deberán tener acceso por la parte frontal y una capacidad para empalmar hasta 144 fibras, así como el correcto empalme por fusión y su protección mecánica.

4. Los cables ópticos deberán ajustarse a la caja de empalme mediante prensacables y dentro de ella, cada fibra deberá quedar sujeta en todo el recorrido de reserva.

5. El ancho de la caja deberá permitir que el recorrido y desarrollo de las fibras siempre pueda dar cumplimiento a los radios de curvatura mínimos indicados por el fabricante.

6. Las longitudes extras de cada fibra dentro de la caja se deberán desarrollar adecuadamente respetando también el radio mínimo de curvatura de las fibras.

7. Los empalmes de fibras en su interior se realizarán por fusión, admitiéndose una atenuación máxima por empalme de 0,10 dB.

8. EL CONTRATISTA deberá instalar las cajas de empalme asociadas con el cable de guarda tipo OPGW, del lado de Casa de Máquinas, para lo cual deberán suministrar e instalar los soportes para dichas cajas, así como cualquier accesorio requerido para su instalación. Las cajas de empalme del cable de guarda tipo OPGW asociadas al extremo de la Subestación serán instaladas por Otros.

G. Equipos Activos de Comunicaciones

1. La Red de Proceso deberá permitir la comunicación entre todos y cada uno de los equipos y dispositivos del Sistema de Control, ésta deberá estar basada en redes de comunicación abiertas Ethernet, utilizando protocolo de comunicación TCP/IP, en una topología de anillos de fibras ópticas duplicados, donde los componentes activos de ellas deberán ser switches Ethernet administrables, full duplex, de forma de impedir la formación de lazos, según la propuesta de EL CONTRATISTA, y bajo aprobación de CORPOELEC.

2. Se deberá disponer de Switches separados para cada una de las dos redes de proceso, así como para la red de Servicios.

3. Los switches deberán mapear las direcciones Ethernet físicas de los nodos ubicados en cada segmento de la red, y deberán permitir el paso solamente del tráfico necesario, haciendo que los paquetes de datos se transmitan con el

segmento de destino y origen, por lo cual deberán reconocer las direcciones IP de todos y cada uno de los dispositivos, permitiendo el envío de datos a un puerto especifico y no debiendo repetirse en todos los puertos.

4. Los Switches deberán eliminar la posibilidad de colisiones de paquetes de datos, mediante el almacenaje dentro de los dispositivos de todo el tráfico que no pueda ser reenviado en forma inmediata. El ancho de banda interno de cada switch deberá ser tal que no puedan producirse bloqueos y/o encontrarse dimensionados para soportar la operación simultánea en todos y cada uno de sus puertos. Los paquetes de datos individuales deberán ser reenviados solamente entre dos puertos de comunicaciones, sin que sea afectado el ancho de banda disponible para otros puertos.

5. Los Switches deberán permitir la comunicación de todas las estaciones de trabajo, tableros de control distribuido, etc., según se muestra en los Planos.

6. Los Switches deberán poder amplificar señales en función de necesidades, así como regular la velocidad de transmisión de los datos traficándose por las redes, permitiendo la autonegociación en forma totalmente automática de 10/100/1000 Mbps, aun siendo de diferentes medios (óptico, cobre). Asimismo, deberán poder soportar todos los tipos de protocolos que se utilicen en el Sistema, debiendo EL CONTRATISTA explicarlos, detallarlos y someterlos a aprobación de CORPOELEC.

7. Los Switches deberán disponer de una reserva de al menos veinte (20) porciento de aquellos puertos que serán utilizados.

8. Los Switches deberán poseer como mínimo las siguientes características:

a. Ser de tipo industrial.

b. Ser robustos.
c. Ser administrables localmente a través de un puerto de comunicaciones, tal como RS-232.
d. Permitir ser gerenciados desde el Servidor de Ingeniería y Mantenimiento, especificado en la Sección 11.4 "Estación Maestra".
e. De comprobada utilización en proyectos similares.
f. Aptos para utilización en instalaciones de Sistemas Eléctricos de Potencia con certificados según IEEE Std. 1613, ó equivalente de igual ó mejor prestación.
g. Disponer de seguridad mecánica en cada puerto, bajo dos formas: bloqueo de los puertos sin uso y traba para impedir la desconexión involuntaria de conectores.
h. Alimentación: multirango tanto en corriente alterna como continua.
i. Modularidad: configurable de diferentes maneras mediante módulos.
j. Integración: en un mismo chasis deberán coexistir puertos 10Mbps, 1Gbps.
k. Puertos para fibras monomodo y multimodo.
l. Puertos con operación full duplex y libre de colisiones.
m. Fuente de alimentación: duplicada
n. Velocidad de conmutación (switching): 10Gbps.
o. Ancho de banda de distribución: 2,4 Gbps.
p. Sin pérdida de paquetes de información frente a disturbios: según IEC 1613 Clase 2.
q. Funcionamiento permanente dentro de rango de temperatura: entre -20°C y + 70°C, según IEC 60068-2-1 y -2.
r. Tiempo de recuperación: en menos de 5 mseg por switch.
s. Funciones de gestión avanzadas con Rapid Spanning Tree Protocol, según IEEE 802.1w.
t. Inmunidad dieléctrica e impulsos de alta tensión: según IEEE C37.90.1, IEC 60255-5.
u. Software de navegación, programación y monitoreo de parámetros de los swtiches: mediante Web embebida.

v. Disposición de alerta inmediato en caso de daño de una de las fibras ópticas.
w. Diagnostico vía SNMP (service network management protocol).

9. Con el fin de incrementar la eficiencia de transmisión de datos, se requiere que los switches:

a. Detengan ciertos paquetes de datos con errores, evitando su propagación dentro de la red.
b. Eliminen paquetes corruptos y/o duplicados.

10. Los switches deberán poseer memoria de configuración interna, de manera que pueda ser utilizada como backup del propio dispositivo, debiendo mínimamente asegurar:

a. Almacenaje de la programación del switch.
b. Permitir una rápida instalación y/o reconfiguración.
c. Permitir la visualización de conflictos en el propio display.
d. Deberá señalar por medio de una alarma cuando la memoria esté por llenarse, teniendo capacidad de sobreescribir la memoria en caso que ésta alcance la totalidad de almacenamiento.

11. Adicionalmente al sistema de gestión remoto, cada switch deberá poseer una disposición en su equipo que permita un completo diagnóstico visual del mismo, para lo cual el switch debe disponer de:

a. Pantalla de diagnóstico general, que permita conocer el estado de funcionamiento del switch, aun sin conexión al computador portátil tipo laptop y/o sin presencia de software.

b. Indicadores tipo LEDs y/o combinación de ellos, que permitan conocer: estado de cada fuente de alimentación; estado de conexión de cada puerto; estado de comunicación para cada puerto y velocidad que se esté cursando en cada puerto.
c. Contactos de alarma configurables, indicando estado general del switch, de cada puerto y alimentaciones.

11.8-06. EQUIPO DE PRUEBA Y MANTENIMIENTO

A. Generalidades

1. EL CONTRATISTA deberá suministrar equipos de prueba para ubicación de fallas y verificación de la calidad de la instalación de la Red de Fibra Óptica.

2. Los equipos de prueba deberán ser portátiles, de construcción industrial/metálica y alimentación por baterías.

3. EL CONTRATISTA deberá suministrar equipos de mantenimiento para instalar conectores y empalmes por fusión.

B. Reflectómetro Óptico "Optical Time Domain Reflectometer"(OTDR)

1. El OTDR deberá estar diseñado para probar fibras monomodo y multimodo y deberá incluir un medidor de potencia, un localizador gráfico de fallas y una fuente láser.

2. El OTDR deberá utilizarse para medir continuidad, probar cables en rollos antes de instalarse, medir atenuación en un cable, pérdidas en empalmes y conectores, con medición automática de reflexión, longitud del cable, ubicación

visual o gráfica de fallas en cables, documentación de trazo, y como tono de prueba para identificación de fibras.

3. El OTDR deberá documentar las pruebas y trazos, y almacenarlos en un dispositivo estándar de almacenamiento portátil para ser analizado posteriormente en una computadora personal. También deberá tener capacidad para imprimir los resultados de las pruebas en una impresora externa.

4. El OTDR deberá ser adecuado para probar fibras multimodo (850 nm a 1300 nm) y monomodo (1310 nm a 1550 nm), el rango dinámico deberá tener capacidad para 20 dB para las fibras multimodo y 30/28 dB para las fibras monomodo.

C. Equipos de Mantenimiento

1. El equipo de mantenimiento deberá consistir de dos (2) juegos completos de herramientas para realizar empalmes por fusión.

2. EL CONTRATISTA deberá suministrar cualquier herramienta o equipo que considere necesario para la instalación y mantenimiento de la Red de Fibra Óptica.

3. En aquellos tramos donde por razones técnicas no sea posible la aplicación de las Pruebas usando un equipo OTDR, CORPOELEC aceptará previo análisis utilizar el uso de un equipo Certificador de Fibra Óptica.

11.8-07. INSTALACION

A. La instalación de los cables de fibra óptica en bandejas y conduits deberá cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 770 del National Electrical Code (NEC).

B. EL CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de CORPOELEC el procedimiento de instalación de los cables de fibra óptica, en el cual se indique la forma de manejar, descargar y tender los cables, así como las medidas de protección a ser tomadas durante los trabajos de instalación. El procedimiento deberá considerar las características técnicas de los cables suministrados tales como los radios mínimos de curvatura, fuerzas de tracción máximas, etc.

C. La instalación de los cables de fibra óptica deberá ser ejecutada por personal con amplia experiencia en trabajos similares a los aquí descritos. La longitud del cable y la reserva para la realización de los empalmes deberá adaptarse a las necesidades reales de la instalación.

D. Los cables para planta interna deberán ser instalados en bandejas de cables y conduits. Todos los accesorios que se requieran para una adecuada instalación, tales como protectores, guías, amarres, soportes, etc. deberán ser suministrados por EL CONTRATISTA.

E. Los cables para planta interna y externa se terminarán en los armarios de interconexión, tableros de control distribuido y unidades distribuidas de adquisición de datos.

F. Los cables para planta interna y externa correspondiente a las redes de fibra óptica redundantes del Sistema de Control (Red de Proceso y Red de Campo), deberán ser tendidos por distintas canalizaciones, así como también, deberán llegar a cajas de empalme de fibra óptica distintas, garantizando la redundancia física de su instalación.

G. Todos los cables, equipos y accesorios usados en la red de fibra óptica deberán ser tratados con sumo cuidado. Se deberá prohibir el paso de vehículos o maquinarias sobre los cables. Los cables no deberán arrastrarse por el suelo.

H. Los cables en cada carrete deberán ser inspeccionados para detectar cortes y cualquier daño. Los cables deberán ser descargados de los carretes en la dirección indicada por el fabricante. El carrete deberá alinearse de tal manera que el cable se descargue desde arriba y directamente dentro de la canalización sin torsionar.

I. Bajo ninguna circunstancia el cable se deberá doblar más que el radio de curvatura mínimo especificado por el fabricante. Las rutas de cable deberán incluir ductos en forma de codo con radios mayores o iguales a 350 mm para cables de planta externa y mayores o iguales a 200 mm para cables de planta interna, en aquellos puntos del recorrido de los cables donde se hagan cambios de trayectoria en ángulo recto.

J. 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, estrechado o deformado.

K. El forro del cable deberá ser inspeccionado durante las labores de descarga e instalación, a fin de detectar posibles daños. CORPOELEC podrá rechazar cualquier material, así como suspender los trabajos de instalación en caso de detectarse algún defecto.

L. Se permitirán empalmes de fibras únicamente en las cajas de empalme ubicadas en los Armarios de Interconexión, Tableros de Control Distribuido y Unidades Distribuidas de Adquisición de Datos.

M. EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar todos los accesorios requeridos para la adecuada sujeción terminal de conduits y/o cables, tales como prensa estopas, tuercas terminales, etc.

N. Se deberán suministrar rótulos de identificación en ambos extremos de todos los cables de fibra óptica para una fácil identificación de los mismos. Los rótulos deberán ser estampados con la designación del cable mostrada en los Planos u ordenada en cualquier otra forma. Se deberán presentar a CORPOELEC muestras de los rótulos propuestos, para su aprobación. Los rótulos deberán ser de cinta adhesiva.

O. Los amarres de soporte del cableado deberán ser de un tipo aprobado por el fabricante de los cables y que no cause el deterioro de los mismos. Se deberán suministrar e instalar soportes, calzas y abrazaderas para soportar tramos de cables verticales o inclinados, según se requiera.

P. Se deberá dejar suficiente cantidad de cable en cada tramo para permitir contracciones, expansiones, asentamiento del terreno para facilitar los empalmes. Cuando sea necesario pasar un conjunto de cables que constituyen un mismo enlace, a través de algún pozo de inspección, un cajetín de tiro, un cajetín terminal, un canal de cables o una bandeja, éstos se deberán cablear y atar juntos en una forma ordenada. El cableado también deberá atarse desde el punto donde los cables dejan la bandeja o ducto hasta el punto de empalme con los conectores hacia los receptáculos en los equipos y armarios, a menos que dichos cables vayan dentro de conduits.

Q. Los agujeros de penetración a través de paredes o pisos para la entrada de cables serán sellados por EL CONTRATISTA, con barreras herméticas al aire y al agua, para prevenir daños debido al agua o a la propagación de fuego o humo. El material de las barreras deberá cumplir con las Normas del "Underwriters Laboratories" para uso en sistemas contra incendios de dos (2) horas de duración. El material deberá ser aplicado dentro del agujero de

penetración, mediante una bomba, como una mezcla de dos componentes que se convierte en una espuma, la cual se expande y endurece en un período de 4 minutos. El material se aplica a un espesor menor de 0,30 m a lo largo de los cables.

11.8-08. PRUEBAS DE CERTIFICACION

A. Como parte de la ejecución de la Obra, EL CONTRATISTA deberá completar satisfactoriamente las Pruebas de Certificación de todo el cableado de Fibra Óptica que compone la Red de Comunicaciones Ópticas.

B. Las pruebas de certificación de los hilos de fibra óptica instalados deberán realizarse utilizando un OTDR, lo cual consistirá en introducir un impulso de luz en la fibra óptica y analizar las condiciones de retorno de energía, es decir, se basa en el sentido progresivo y regresivo (retrodifusión) de la luz. Así, este dispositivo arrojará una serie de resultados que indicarán una medida de la atenuación y posible punto de reflexión que pudiese alterar las características ópticas de transmisión de la luz a través de la fibra, lo que se convertirá en atenuaciones por encima de las indicadas por el fabricante. En este sentido, EL CONTRATISTA deberá prestar mucha atención a la aplicación de esta prueba, y al correspondiente análisis de los resultados, ya que a partir de los mismos se aceptará o se rechazará la Obra correspondiente al tendido del Cable.

C. Estas pruebas tienen como finalidad determinar los índices de atenuación de cada uno de los hilos que componen el cable. CORPOELEC rechazará la obra de tendido del cable si existe una diferencia mayor al 20% de desviación en relación a los cálculos teóricos.

D. Se deberá entregar un informe, el cual contendrá la siguiente información:

1. Descripción de las Pruebas.

2. Personal que efectuó las pruebas (Responsabilidades).

3. Descripción de los equipos utilizados.

4. Certificado de calibración de equipos.

5. Tabla de pérdidas.

6. Análisis de resultados.

E. Las Pruebas de Certificación deberán realizarse en dos fases, una primera fase aplicada sobre todos los hilos que componen el Cable de Fibra Óptica antes de la instalación, es decir, con el cable montado en la bobina o carrete, y una segunda fase de las pruebas, después de instalado el Cableado.

F. En aquellos tramos donde por razones técnicas no sea posible la aplicación de las Pruebas usando un equipo OTDR, CORPOELEC aceptará previo análisis del protocolo de pruebas a utilizar el uso de un equipo Certificador de Fibra Óptica, siempre que se logre el fin deseado, es decir, poder contrastar los valores teóricos con los obtenidos en campo.

G. Una vez finalizadas las Pruebas de certificación, EL CONTRATISTA deberá entregar a CORPOELEC en archivo electrónico y documento físico los resultados de las pruebas aplicadas a cada enlace.

H. CORPOELEC aplicará los resultados teóricos del siguiente modo: Las pérdidas asociadas al enlace se pueden resumir como:

P.totales = P(cable) + P(empalmes) + P(conectores)

Donde:

*P.cable = atenuación.fibra(dB / Km) * longitud.enlace*
*P.empalmes = atenuación.por.empalme(dB) * cantidad.de.empalmes*
*P.conectores = atenuación.por.conecto(dB) * cantidad.conectores*

I. EL CONTRATISTA deberá garantizar que el equipo certificador de la red de fibra óptica, deberá permitir la verificación de cada enlace, incluyendo las siguientes mediciones:

1. Atenuación o pérdida de decibelios (dB).

2. Pérdida de retorno.

3. Índice de refracción graduado.

4. Retraso de la propagación.

5. Reflectometría del dominio de tiempo (TDR).

J. Se deberán adjuntar todas las especificaciones técnicas del equipo de certificación que utilizará para la certificación de la red (incluyendo catálogos originales del fabricante del equipo).

11.8-09. ESTIMADO DE CABLES DE FIBRA OPTICA

A. EL CONTRATISTA deberá suministrar, instalar, conectar en ambos extremos y probar todos los cables de fibra óptica requeridos para formar las distintas redes de fibra óptica descritas en estas especificaciones, a saber, Red de Proceso, Red de Servicios, Redes de Campo, Redes dedicadas para las gestiones de las protecciones y para las gestiones de los registradores de fallas.

B. Las cantidades, y los tipos de cable de fibra óptica deberán ser definidos por EL CONTRATISTA.

C. La instalación de los cables de fibra óptica deberá estar incluido dentro de las partidas de instalación y pruebas de sus equipos asociados.

SECCION 11.9 FUENTE ININTERRUMPIBLE DE POTENCIA

11.9-01. ALCANCE

A. En esta sección se especifican los requerimientos detallados para el diseño, detalle, fabricación, pruebas en fábrica, entrega, instalación, pruebas en sitio y puesta en servicio de la Fuente Ininterrumpible de Potencia (FIP) de la Estación Maestra del Sistema de Control para la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar, incluyendo los accesorios, herramientas y partes de repuestos, a ser suministrados completos de acuerdo con estas especificaciones.

B. El sistema Fuente Ininterrumpible de Potencia estará constituido por el sistema primario y el secundario. Cada uno de éstos estará formado por un (1) cargador de baterías, un (1) inversor de tipo modular, un (1) banco de baterías, un (1) conmutador estático de transferencia y un (1) conmutador manual de desvío. EL CONTRATISTA deberá suministrar un Tablero de Distribución Principal, monofásico, de dos (2) conductores, en 120 V c.a., con un neutro sólido, con una barra seccionada unida a través de un interruptor de acople. Cada barra deberá estar conectada a la salida de un inversor. EL CONTRATISTA deberá suministrar dos (2) tableros de subdistribución, monofásicos, de dos (2) conductores, en 120 V c.a., con un neutro sólido, de barra sencilla, los cuales deberán ser usados para alimentar las cargas de la Estación Maestra del Sistema de Control. Cada Tablero de Subdistribución deberá disponer de dos (2) alimentadores de entrada, los cuales deberán provenir de cada una de las barras del Tablero de Distribución Principal, tal como se indica en los Planos.

C. EL CONTRATISTA ejecutará y será responsable por el diseño, detalle, presentación de planos, cálculos, manuales, instrucciones y datos, fabricación, pruebas en fábrica y entrega, proveer la asistencia requerida por CORPOELEC para probar y ejecutar las Pruebas de Aceptación en el Sitio, la energización y puesta en servicio del sistema FIP.

D. Se deberá suministrar, instalar y conectar todo el cableado de control y potencia de acuerdo a la capacidad de conducción de corriente y de caída de

tensión. También, deberá suministrarse e instalarse los cables de comunicación requeridos para el correcto funcionamiento del sistema.

11.9-02. NORMAS

A. Los equipos especificados en esta sección deberán cumplir con lo establecido en las ediciones más recientes de las normas y publicaciones siguientes:

NEMA	PE 1-1992	"Uninterruptible Power System".
NEMA	PE 5-1996	"Utility Type Battery Chargers".
IEEE	C57.12.01-1998	"Standard General Requirements for Dry-Type Distribution and Power Transformers, Including those with Solid Cast and/or Resin Encapsulated Windings.
IEEE	1187-2002	"Recommended Practice For Installation Design and Installation of Valve Regulated Lead-Acid Storage Batteries for Stationary Applications".
IEEE	1188-1996	"Recommended Practice For Maintenance Testing, and Replacement of Valve-Regulated Lead-Acid (VRLA) Batteries For Stationary Applications".
IEEE	485-1997	"Recommended Practice For Sizing Lead-Acid Batteries For Stationary Applications (BCI)".
NEMA	IB4-1984	"Determination Of Amperehour and Watthour Capacity Of Lead-Acid Industrial Storage Batteries For Stationary Service".
NEMA	IB5-1984	"Life Testing Of Lead-Acid Industrial Storage Batteries (With Free Electrolyte) For Stationary Service".

IEC 60896-2004 "Stationary Lead-Acid Batteries- General Requirements and Methods Of Test. Part 1: Vented Types. Part 2: Valve Regulated Types".

11.9-03. GENERALIDADES

A. Gabinetes.

Los equipos de las FIP deberán estar contenidos en gabinetes metálicos, autosoportantes, para montaje sobre el piso. El acceso a todos los componentes internos deberá ser por el frente, por medio de puertas abisagradas. Los detalles constructivos y los procedimientos para la aplicación de la pintura serán según lo establecido en el Volumen 3 (Requisitos Generales).

B. Ventilación.

Los equipos de la FIP deberán tener ventilación natural para operar continuamente bajo las condiciones ambientales máximas indicadas en el Volumen 3 (Requisitos Generales).

C. Entrada de Cables.

El acceso de los cables de potencia y de control externos a la FIP deberá ser por la parte superior. Los cables de control y de potencia deberán seguir canalizaciones separadas. Si la instalación de los gabinetes es en forma contigua, los cables de interconexión entre ellos no deberán requerir cableado externo.

D. Ruido.

El nivel de ruido ("Compensation-A") producido por la FIP no deberá exceder 60 dB medidos a una distancia de 1 m del centro de los gabinetes. El nivel de ruido deberá ser medido mientras la FIP está operando al voltaje y frecuencia nominales, y con la corriente de salida máxima nominal.

E. Interruptores

Los interruptores deberán ser de operación manual con libre desenganche y con elementos de desenganche térmicos de sobrecarga y magnéticos de sobrecorriente instantánea. Mediante contactos auxiliares, cada interruptor deberá dar indicación de posición, así como de disparo, el cual deberá activarse con la apertura automática del interruptor. Los interruptores deberán ser fijos, de estructura moldeada, y con una capacidad de interrupción de 25,000A a 480 V c.a., 10,000A a 125 V c.c. y 10,000A a 120 V c.a.

F. Señales de Entrada y Salida.

Las señales de entrada y salida de la FIP para conexión a equipos deberán ser del tipo de contactos libres de potencial y deberán ser presentadas en bornes dispuestos para tal fin.

G. Puertos de Comunicaciones Seriales Redundantes.

Toda la información disponible en la FIP deberá estar disponible en puertos de comunicaciones seriales redundantes, en un formato y protocolo estándar. La información deberá incluir todos los estados y disparos de interruptores, selectores y pulsadores, conmutadores manuales y automáticos, estado de funcionamiento de los equipos, alarmas, mediciones, y diagnósticos. La información disponible en los puertos de comunicaciones seriales redundantes deberá estar totalmente integrada al Tablero de Control de los Servicios Auxiliares Comunes Eléctricos (TCAE).

H. Placas de Identificación

Las placas de identificación de los gabinetes de la FIP deberán contener el nombre del fabricante, numero de serie, modelo y tipo, voltaje c.a. y frecuencia, número de fases, capacidad nominal en amperios c.a., capacidad nominal en voltios c.c. y capacidad nominal en amperios c.c. como corresponda.

11.9-04. CARGADORES DE BATERIAS

A. Generalidades

Los cargadores de baterías formarán parte integral de la PIP y estarán contenidos en gabinetes metálicos con las características indicadas en esta Sección.

B. Capacidad

1. Los cargadores de baterías deberán ser regulados y controlados por tiristores, compensados por temperatura, del tipo de conmutación automática con dos (2) tasas de carga. Las cantidades y capacidades deberán ser como se indica a continuación:

Cantidad:	2
Capacidad, autoenfriado a 130° C:	300 A
Voltaje c.a. de entrada:	480 V, 3-fases, 60 Hz
Voltaje nominal de salida c.c.:	130 V c.c.
Eficiencia a plena carga (mínima):	90%

2. Detalles del Equipo.

a. El cargador de baterías deberá ser del tipo de tiristores, con circuitos de compensación de temperatura que ajuste la salida de acuerdo con las cargas, y con controles totalmente automáticos para conmutación entre los modos "flotación" e "igualación".

b. El cargador de baterías deberá ser autoenfriado y deberá ser adecuado para operar a temperaturas que no excederán 40°C.

c. El cargador de baterías deberá tener capacidad para la carga de flotación de las baterías de 2.23 a 2.30 V por celda a 25°C y deberá suministrar simultáneamente las otras cargas hasta su capacidad nominal en amperios.

d. Cada cargador de baterías deberá estar dimensionado para asumir el 100% de las cargas, manteniendo cargado su banco de baterías. Los cargadores deberán ser del tipo modular.

e. El cargador de baterías deberá proveer una carga de igualación de 2.30 a 2.45 V por celda del banco de baterías.

f. El cargador deberá tener una regulación de voltaje de ± 0,5 % desde la condición sin carga hasta plena carga, al voltaje de flotación, con ±10% de variación del voltaje de alimentación. Además, deberá operar adecuadamente frente a variaciones de ±5% en la frecuencia del voltaje de alimentación. Deberá estar provisto con una característica de limitación de corriente hasta el 110% de su valor nominal de c.c. sin disparar los interruptores en c.a. o en c.c. ni fundir ningún fusible. El cargador deberá tener capacidad para cargar una batería completamente descargada sin dispararse. La regulación deberá ser cumplida mediante circuitos de control de estado sólido. Los circuitos de regulación deberán tener provisiones para asegurar una respuesta dinámica adecuada para las características de impedancia de los diferentes tipos de baterías y de cargas en c.c., para incluir el suministro de alimentación a las cargas en c.c. cuando la batería se encuentre desconectada para mantenimiento.

g. El cargador deberá tener transformadores de aislamiento de dos (2) o más devanados para aislar la alimentación de c.a. de la salida en c.c.

h. El cargador de baterías deberá tener protección de corriente inversa para prevenir descargar la batería en caso que ocurra una falla en el rectificador o un cortocircuito.

i. El cargador deberá disponer de supresores de sobretensiones y filtros para que eviten realimentar picos de voltaje u otras distorsiones hacia las fuentes en c.a. o que afecten la salida en c.c. Los filtros

deberán limitar los transitorios de voltaje a menos de 5% de la fundamental. El contenido de rizado a la salida deberá estar limitado a menos del 2% RMS.

j. Se deberán emplear interruptores termomagnéticos con capacidad adecuada para las siguientes aplicaciones:

i. Entrada de Corriente Alterna. Todos los cargadores deberán tener un interruptor termomagnético trifásico de entrada. Su capacidad de interrupción deberá ser de 25,000 A en 480 V c.a.

ii. Salida de Corriente Continua. Los cargadores deberán ser provistos con interruptores termomagnéticos bipolares de salida. Su capacidad de interrupción deberá ser de 10,000 A para las baterías de 125 V c.c.

iii. Entrada de Corriente Continua. La entrada de las baterías deberá estar provista con interruptores termomagnéticos bipolares de entrada. Su capacidad de interrupción deberá ser de 10,000 A para las baterías de 125 V c.c.

k. El cargador deberá incluir además el siguiente equipamiento:

i. Voltímetro de salida c.c.

ii. Amperímetro de salida c.c.

iii. Potenciómetro independiente para ajuste del voltaje de flotación, montado al frente.

iv. Potenciómetro independiente para ajuste del voltaje de igualación, montado al frente.

v. Conmutador de flotación e igualación, montado al frente.

vi. Conmutación automática de modo de operación.

vii. Relé de alarma de falla de alimentación en c.a., y una lámpara tipo LED para indicación local.

viii. Relés de alarma de bajo y alto voltaje c.c. y una lámpara tipo LED para indicación local.

ix. Relé de detección de falla a tierra en c.c. para alarma remota y una lámpara tipo LED para indicación local.

x. Lámpara tipo LED para indicación local de alimentación c.a. conectada.

xi. Lámpara tipo LED para indicación local de carga de igualación.

xii. Temporizador con reposición manual para tiempo de carga de igualación, con rango de 0-100 h.

l. Se deberá proveer indicación remota para cada cargador, mediante los puertos seriales redundantes de la FIP, de cada una de las siguientes señales:

i. Voltaje de salida c.c

ii. Corriente de salida c.c.

iii. Valor de Ajuste del Voltaje de flotación c.c.

iv. Valor de Ajuste del Voltaje de igualación c.c.

v. Modo de flotación activado.

vi. Modo de igualación activado.

vii. Valor de Ajuste del Tiempo de carga de igualación.

viii. Conmutación automática de modo de operación.

ix. Falla de alimentación c.a.

x. Alarma de bajo voltaje c.c.

xi. Alarma de alto voltaje c.c.

xii. Alta Temperatura en cargador.

xiii. Limitador de corriente activo.

xiv. Falla de fusibles del cargador.

xv. Falla a tierra polo positivo.

xvi. Falla a tierra polo negativo.

xvii. Estados y disparos de interruptores.

11.9-05. BANCO DE BATERÍAS

A. Generalidades

1. Las baterías para el sistema de control deberán ser del tipo estacionario, de plomo-ácido con electrolito gelificado para un sistema de corriente continua de tensión nominal de 125 V, proporcionada por 60 celdas, para operación en una central de generación de potencia hidroeléctrica. Las baterías deberán tener las siguientes características nominales:

2. Dos (2) bancos de baterías BC-125-1A y BC-125-1B para alimentar el Sistema Fuente Ininterrumpible de Potencia para el sistema de control de la Casa de Máquinas. Cada uno tendrá una capacidad de 720 A-h, para un tiempo de descarga de 8 horas a la temperatura de 25°C, con voltaje final por celda de 1,75 V.

3. Las baterías serán ubicadas como se indica a continuación:

a. En la sala de Baterías, Nave de Montaje, EL 131,00.

B. Características Generales de Construcción

1. Las baterías deberán ser del tipo estacionario, de plomo-ácido, reguladas por válvulas VRLA (Valve Regulated Lead Acid). Deberán ser baterías selladas específicamente con tecnología tipo electrolito gelificado. Deberán ser de placas positivas tubulares y placas negativas planas, con fibra de vidrio como separador de material micro poroso entre sus placas; las celdas deberán estar contenidas en un recipiente de polímero plástico preferiblemente ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), resistente a los golpes y retardante de llamas. Las baterías deberán ser libres de mantenimiento y deberán emitir muy poca o ninguna cantidad de gas a la atmósfera. Las baterías deberán tener un ciclo de vida no menor a 15 años y un bajo índice de autodescarga.

2. El material activo (ácido sulfúrico diluido y gelificado) deberá ser totalmente fijado al material microporoso para asegurar una larga vida a las baterías. La construcción de las placas negativas deberá ser robusta y deberá igualar las características de larga vida de las placas positivas (tubulares), asegurando un contacto permanente del material activo con las placas y proporcionando una resistencia interna baja.

3. Los separadores deberán ser inmunes a la acción química dentro de las celdas y lo suficientemente porosos al electrolito para asegurar una característica de alta descarga bajo todas las condiciones de operación. También, deberán proporcionar un aislamiento adecuado entre las placas (tubulares y planas).

4. Las cubiertas de los recipientes o contenedores de las celdas deberán ser de polímero plástico moldeado, similar al de la caja, retardantes de llamas, con tapón de ventilación con supresor de llamas, y deberán incluir las facilidades para realizar mediciones de temperatura y gravedad específica. Las tapas deberán ser de un material resistente a la acción del electrolito, al calor y a

los impactos. Los terminales de las celdas deberán tener capacidad suficiente para conducir las máximas corrientes de carga y descarga.

5. Se deberán proveer marcas de polaridad para cada uno de los terminales de las celdas sobre la cubierta de los recipientes. De igual forma, se deberán proveer los medios necesarios para el amarre y sujeción de los cables de potencia que se conecten a las baterías, a fin de evitar que se transmitan esfuerzos y vibraciones a los terminales de las mismas.

6. Se deberán suministrar todos los conectores necesarios incluyendo los conectores entre las celdas, entre filas y/o escalones, entre secciones de bastidor, placas, herrajes de sujeción y soporte de cables, pernos, tuercas, arandelas y/o cualquier accesorio que sea necesario.

7. EL CONTRATISTA deberá suministrar conectores terminales mecánicos (a presión), del tipo oreja con dos agujeros y del tamaño adecuado para los cables de potencia que se conectan a los terminales de los bancos de baterías.

8. Se deberá suministrar suficiente conductor de cobre con aislamiento plástico retardante de llama, para realizar las conexiones intermedias que sean necesarias y/o las conexiones terminales hasta los dispositivos de desconexión y protección de cada banco; dichos dispositivos se ubicaran fuera de la sala de baterías.

C. Dispositivos de desconexión y protección

1. Se deberá proveer para cada uno de los bancos un desconectador del tipo con fusible, de dos (2) polos, tensión nominal 125 Vcc, protegido por una cubierta metálica del tipo NEMA 12, con puerta abisagrada y con facilidades para la operación desde el exterior, sin necesidad de abrir la puerta del gabinete, mediante un dispositivo del tipo palanca. Dicho gabinete deberá ser adecuado para la instalación adosado en pared y con las previsiones necesarias para la entrada de conduits por la parte superior del mismo. Todo lo concerniente a procedimientos de construcción se detalla en el Volumen 3 (Requisitos Generales).

2. Las características nominales del desconectador, tales como voltaje, ampacidad, capacidad de interrupción de los fusibles, etc, deberán ser adecuadas para el servicio continuo y para proveer la protección requerida por las baterías. La curva característica de los fusibles deberá ser de un tipo que permita una fácil coordinación con los interruptores del tablero de distribución, y que a su vez, brinde protección a los conductores de potencia que se conectan a los terminales del banco de baterías. El CONTRATISTA deberá suministrar las curvas características de los fusibles y someter a la revisión de CORPOELEC todos los cálculos efectuados para el dimensionamiento de las protecciones.

3. Se deberán proveer los medios mecánicos (llave) para el bloqueo de la operación del desconectador, tanto en la posición abierto como en la posición cerrado.

4. Se deberán proveer dos (2) contactos libres de potencial para la señalización remota de la posición del desconectador.

D. Bastidor de montaje para las baterías

1. Se deberán suministrar los bastidores de montaje necesarios para cada banco de baterías.

2. Los bastidores deberán ser del tipo de ensamblaje fácil y deberán ser estructuras de acero inoxidable formados por un marco, ángulos de enriostramiento y rieles para el apoyo de las baterías. El marco y los ángulos deberán ser acabados con dos (2) capas de pintura resistente al ácido y de color

estándar; los rieles deberán ser galvanizados y protegidos por un forro o canal de plástico resistente al ácido. Cuando un bastidor esté formado por más de una sección, éstas deberán estar rígidamente unidas entre sí; en caso contrario deberán proveerse conexiones flexibles entre las celdas ubicadas en el extremo de secciones adyacentes.

3. Las dimensiones de los bastidores deberán adecuarse a la Sala de baterías, garantizando una distribución óptima del espacio disponible.

4. Los bastidores deberán tener las previsiones para su conexión al sistema de puesta a tierra del área.

5. Las celdas deberán ubicarse en los bastidores a una altura conveniente que permita su fácil reemplazo, mantenimiento y limpieza, incluyendo la limpieza del piso de la sala de baterías. Se deberá dejar un espacio de al menos, 15mm entre celdas y 20mm entre las celdas y las paredes de la sala de baterías para garantizar una óptima ventilación.

6. No deberá hacerse ningún arreglo que afecte la accesibilidad a las baterías. El personal de mantenimiento debe poder hacerle servicio a todas las baterías sin ser estorbado por gabinetes, equipos u otras instalaciones adyacentes.

7. Se deberán proveer los medios para sujetar firmemente los bastidores a la estructura de la casa de máquinas, tales como anclaje mediante pernos empotrados, soldaduras a partes estructurales de acero, etc. Dicha instalación deberá ser capaz de soportar las aceleraciones sísmicas máximas señaladas en el Volumen 3 (Requisitos Generales), permitiendo la continuidad de servicio de las baterías después de la ocurrencia de un evento de esta naturaleza y de las magnitudes especificadas.

8. El CONTRATISTA deberá suministrar manuales de instalación y todas las herramientas necesarias para el ensamblaje de los bastidores.

E. Placa de Características

1. Sobre el bastidor y en un lugar adecuado se fijará una placa de características principales de las baterías, que cumpla con lo establecido en los Requisitos Generales, Volumen 3, en la cual se colocarán los siguientes datos:

a. El nombre del fabricante o la marca registrada.
b. El modelo y/o la identificación individual.
c. El país de origen.
d. La capacidad nominal en amperios/hora.
e. Densidad del electrolito a plena carga.
f. Altura del electrolito sobre las placas.
g. Mes y año de fabricación.
h. Voltaje de salida de cada celda.
i. Voltaje de salida del banco de baterías.
j. Cantidad de celdas ubicadas en el banco de baterías.

11.9-06. INVERSORES, CONMUTADORES ESTATICOS DE TRANSFERENCIA Y TRANSFORMADORES DE REGULACION

A. Generalidades

1. Gabinetes. Se deberá suministrar un (1) inversor primario y uno (1) secundario para el suministro esencial de potencia a 120 V c.a. monofásico, cada uno alimentado desde las baterías conectadas a los cargadores. El inversor primario y el sistema secundario deberán constituir una configuración redundante y aislada. La configuración de cada inversor deberá consistir de los siguientes componentes: un (1) inversor, un (1) transformador de regulación, un (1) conmutador estático de transferencia y un (1) conmutador manual de desvío. Estos componentes deberán estar contenidos en gabinetes tipo NEMA, autosoportante para montaje sobre el piso. El cargador de batería especificado en

esta Sección deberá ser una parte integral del conjunto de los gabinetes de los inversores y conmutadores estáticos.

2. Configuración. Tanto el inversor primario como secundario deberán ser capaces de suministrar, cada uno por separado, toda la potencia requerida por los equipos de la Estación Maestra del Sistema de Control de manera autónoma. Bajo condiciones normales de funcionamiento, los inversores suministrarán la alimentación a la Estación Maestra. La salida de cada inversor deberá estar conectada a un tablero de distribución de 120 V c.a. monofásico mediante un conmutador estático de transferencia. El voltaje de salida de los inversores y transformadores de regulación deberá ser flotante respecto a la tierra de los gabinetes. Se deberán proveer entradas para dos (2) alimentaciones de reserva externas monofásicas, en 480 V c.a. Las alimentaciones en 480 V c.a. de reserva serán suministradas y conectadas a la entrada para el transformador de regulación de cada sistema, tal como se ilustra en los planos.

B. Características

Los inversores primario y secundario deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

Voltaje c.a. de Entrada	480 V c.a., monofásico, ± 10%, 60 Hz ± 5%.
Voltaje c.c. de Entrada	125 V c.c., rango permanente entre 105 V c.c. y 140 V c.c.
Capacidad Nominal	120 V c.a., monofásico, 2 hilos, 40 kVA, 60 Hz para factores de potencia de 0,8 a 1,0.
Regulación de Voltaje	No deberá exceder ± 2%, desde la condición sin carga hasta carga plena, a cualquier factor de potencia dentro de su capacidad.

Regulación Dinámica de Voltaje	No deberá exceder ± 8%, desde la condición sin carga hasta 50% de carga plena en forma instantánea.
Distorsión Armónica Total a la Salida	No deberá exceder 5% en cualquier condición de operación. Ningún armónico individual deberá exceder el 3%.
Protección Contra Voltajes Transitorios	4000 Voltios durante 10 microsegundos.
Atenuación de Ruido de la Fuente en Modo Común	140 dB
Frecuencia de Salida	60 Hz, ± 0.3% sobre el rango normal de variación de voltaje de entrada de c.a. y c.c., carga y temperatura.
Capacidad del Sistema Bajo las Condiciones Indicadas Arriba	125% del valor nominal durante 10 minutos, 150% del valor nominal durante 10 segundos y 500% del valor nominal durante 1 ciclo.
Límite de Corriente de Arranque	Corriente de arranque limitada al 200% de la corriente de carga normal.
Eficiencia	Mayor que 82% con carga nominal.

C. Detalles de los Equipos

1. Conmutador Estático de Transferencia.

a. Se deberá suministrar un conmutador estático de transferencia para cada sistema. El conmutador deberá ser del tipo "cerrar antes de abrir" y deberá operar normalmente dentro de un lapso de 1 milisegundo, siempre y cuando haya sincronismo entre las fuentes. El conmutador primario deberá estar conmutado normalmente hacia el inversor primario, el cual deberá a su vez estar permanentemente sincronizado con la alimentación de reserva c.a. primaria. La salida del inversor secundario deberá estar también sincronizada con la alimentación de reserva primaria. Normalmente, la alimentación de reserva primaria deberá ser el patrón de sincronismo para los dos inversores, en caso de que esta alimentación falle o sus valores se desvíen del rango normal de operación, la alimentación de reserva secundaria deberá funcionar como patrón de sincronismo para los dos inversores. En caso de falla de un inversor, la carga deberá ser alimentada en su totalidad por el inversor que esté operativo. El suministro de un voltaje no aceptable desde los inversores primario y secundario como consecuencia de una falla de éstos, o sobrecorriente de carga, deberá ocasionar la transferencia inmediata al transformador de regulación de la alimentación de reserva primaria. En caso de no disponer de esta última, es decir, con tensión cero en la barra de distribución principal, se deberá conmutar a la alimentación de reserva secundaria. Una vez restablecida la salida de alguno de los dos inversores o ambos, transcurrido un tiempo de espera y lograda su sincronización, el conmutador deberá conmutar de regreso hacia el o los inversores. Los conmutadores estáticos de transferencia de cada sistema deberán tener una capacidad adecuada para esta operación. Cualquier falla del propio conmutador, ocasionará que la totalidad de la carga sea alimentada desde el inversor cuyo conmutador estático de transferencia esté en buen estado, en este caso, el inversor estará sincronizado con su respectiva alimentación de reserva. Se deberá suministrar indicación remota de cuál fuente alimenta la carga.

b. Los siguientes ajustes deberán estar provistos y deberán estar disponibles para ser efectuados en sitio:

i. Retraso de tiempo de Retransferencia (0 segundos a 45 segundos).

ii. Nivel de Transferencia por Sobrecarga (100 a 300%).

iii. Nivel de Transferencia por Bajo Voltaje (75 a 100%).

2. Conmutador Manual de Desvío.

El conmutador manual de desvío deberá ser del tipo "cerrar antes de abrir" y deberá ser de un solo polo y doble salida, SPDT. Los contactos deberán ser adecuados para 600 V c.a. y con capacidad para conducir continuamente el 125% de la corriente de salida nominal del inversor. El conmutador deberá estar cargado a resorte como se requiera para limitar el tiempo de traslapo durante la transferencia a menos de 10 milisegundos.

3. Inversores.

El inversor de cada sistema deberá estar diseñado para proveer la salida nominal bajo todas las condiciones de operación de las baterías comprendidas entre el voltaje máximo de igualación hasta el voltaje de descarga plena (140-105 V c.c.). Se deberá proveer una protección de límite de corriente para proteger al inversor contra sobrecargas y cortocircuitos. Los inversores deberán ser provistos con interruptores de corriente continua a la entrada e interruptores de corriente alterna a la salida. Cada inversor deberá tener la capacidad de alimentar todas las cargas sin que esto represente un esfuerzo para sí mismo. Los inversores deberán ser del tipo modular.

4. Transformador de Regulación.

Se deberá proveer un transformador de regulación para suministrar un respaldo de corriente alterna a cada sistema, cuya capacidad deberá ser compatible con la capacidad de su respectivo inversor. La regulación de voltaje no deberá exceder ± 2%, desde la condición sin carga hasta carga plena, a cualquier factor de potencia dentro de su capacidad nominal. Se deberán proveer dispositivos de supresión de sobrevoltajes en el devanado primario del transformador, a fin de suprimir voltajes transitorios. Además, el transformador deberá disponer de apantallamiento electrostático entre los devanados primario y secundario, a fin de atenuar el ruido en modo común. El devanado secundario del transformador deberá estar conectado al conmutador estático de transferencia y al conmutador manual de desvío internamente en el gabinete.

5. Protección de los Semiconductores.

Los semiconductores de potencia deberán estar protegidos contra sobrecorrientes mediante el uso de fusibles limitadores de corriente coordinados adecuadamente.

11.9-07. TABLEROS DE DISTRIBUCION EN C.A.

A. Generalidades.

1. Como parte de la FIP se deberá suministrar un (1) tablero de distribución principal de c.a. El tablero, conformado por dos (2) gabinetes, deberá ser alimentado desde los conmutadores estáticos de transferencia. Además, se deberá suministrar, instalar y conectar un (1) interruptor de unión de barras (Normalmente Cerrado) para efectuar el acople entre las dos secciones de barras ubicadas en los gabinetes de distribución principal.

2. Adicionalmente, EL CONTRATISTA deberá suministrar dos (2) tableros de subdistribución, monofásicos, de dos (2) conductores, en 120 V. c.a., con un neutro sólido, de barra sencilla, los cuales deberán ser usados para alimentar las cargas de la Estación Maestra del Sistema de Control. Cada Tablero de Subdistribución deberá disponer de dos (2) alimentadores de entrada

(Normalmente Cerrados), los cuales deberán provenir del Tablero de Distribución Principal.

3. Las barras de subdistribución deberán estar conectadas a la barra de distribución principal a través de cuatro (4) interruptores termomagnéticos, dos para cada barra de subdistribución, tal como se indica en los planos. Estos cuatro (4) interruptores deberán estar normalmente cerrados.

B. Tableros de Distribución y Subdistribución.

1. Gabinetes. Cada tablero de distribución y subdistribución deberá tener una estructura tipo celda, totalmente blindado y deberá estar fabricado de acero soldado. Deberá ser construido para operar en ambiente interior y deberá llevar incorporados los interruptores en aire tipo caja moldeada, barras principales y de interconexión, conmutadores de transferencia y todos los equipos asociados. Los componentes deberán poder ser retirados desde la parte frontal del tablero. El panel frontal deberá tener puertas con manillas. Las barras principales y de interconexión deberán ser de cobre y de dimensiones tales que los aumentos de temperatura estén dentro de los límites establecidos por las normas. Además, las barras deberán estar debidamente soportadas para resistir esfuerzos de corto circuitos, estando distanciadas apropiadamente.

2. Equipos. Los interruptores deberán ser de operación manual con libre desenganche y con elementos de desenganche térmicos de sobrecarga y magnéticos de sobrecorriente instantáneas. Los interruptores deberán ser fijos, de caja moldeada y monopolares, según corresponda, de 100 A, 600 V c.a. y una capacidad de interrupción no menor que 14 kA simétricos. Mediante contactos auxiliares, cada interruptor deberá dar indicación de posición, así como de disparo, el cual deberá activarse con la apertura automática del interruptor. Se deberán proveer circuitos individuales para cada servidor y para cada conjunto de componentes que cumpla una misma función. Los interruptores principales deberán ser de 225 A, tener bobinas para disparo remoto, a fin de efectuar la desenergización inmediata de los equipos, en caso de recibir la señal de disparo desde los equipos para protección contra incendios. Las señales de alarma de los

interruptores y el estado del interruptor principal deberán estar integradas a la FIP para indicación remota mediante los puertos seriales redundantes.

11.9-08. CONTROL, INDICACIÓN Y ALARMAS.

A. La FIP deberá operar automáticamente como se indica a continuación:

1. Normal. Ambos inversores deberán suministrar la potencia de c.a. a las cargas continuamente. La alimentación de reserva c.a. primaria deberá estar sincronizada con la salida del inversor primario y con la salida del inversor secundario, siempre y cuando ésta se encuentre dentro del rango de operación especificado. El interruptor de acople de la barra de distribución principal deberá estar cerrado y los interruptores principales de las subdistribuciones también deberán estar cerrados, de manera que el sistema primario esté operando en paralelo con el sistema secundario (cada barra de subdistribución se alimenta en paralelo de ambas secciones de la barra de distribución principal).

2. Pérdida de Alimentación c.a. de Entrada Normal y de Reserva a los Sistemas FIP primario y secundario simultáneamente. Bajo la condición de pérdida de las 4 alimentaciones a las FIP, los dos bancos de baterías deberán suplir la alimentación c.c. a los inversores de manera que no ocurra interrupción de la alimentación en c.a. a las cargas. Las baterías deberán continuar supliendo potencia al inversor durante el tiempo que la tensión de las mismas estén dentro de los rangos especificados. En esta condición, la referencia para el sincronismo deberá ser suministrada por el inversor primario.

3. Pérdida de Potencia Normal de c.a. de entrada al Sistema FIP Primario y/o al Sistema FIP Secundario. Debido a que cada sistema está dimensionado para proveer el 100% de las cargas, la pérdida de la alimentación normal c.a. de uno de los sistemas debido a una falla o a labores de mantenimiento, hará que el banco de baterías correspondiente al sistema cuya alimentación haya fallado provea, junto a la salida del inversor en funcionamiento, la alimentación a todas las cargas conectadas a las barras de subdistribución. El sistema que haya perdido su alimentación c.a. normal deberá generar una alarma

y deberá permanecer en funcionamiento usando al banco de baterías correspondiente como fuente de alimentación (no deberá efectuar una transferencia a la fuente de respaldo externa correspondiente) a la espera del restablecimiento de la alimentación normal. En el caso en que se llegase a presentar una falla en el otro sistema, las cargas serán alimentadas a través de su banco de baterías mientras no se alcance la tensión mínima de operación de las mismas. Cuando el banco de baterías llegue a su tensión mínima de operación se deberá conmutar a la alimentación de reserva c.a. primaria. La alimentación de reserva c.a. secundaria sólo será usada en modo respaldo, es decir, ésta proveerá la alimentación a las cargas cuando las alimentaciones normales y la alimentación de reserva c.a. primaria hayan fallado.

4. Pérdida de las Alimentaciones Normal y de Reserva de una sola FIP. El mismo escenario anterior deberá aplicar, excepto que una vez que se alcance la tensión mínima de operación del banco de baterías, el otro inversor deberá proveer la totalidad de energía requerida por las cargas. En el caso que el sistema primario o secundario falle totalmente, el restante deberá asumir la totalidad de las cargas conectadas y la salida del inversor deberá sincronizarse con la alimentación de reserva c.a. correspondiente a este sistema, de manera tal que si el conmutador estático de transferencia detecta una sobrecarga, una señal de apagado del inversor o una degradación de la salida del inversor, éste pueda conmutar a la fuente externa de respaldo correspondiente.

5. Falla de una de las secciones de la distribución principal. Se deberá abrir el interruptor de acople de las secciones y los interruptores de salida del sistema FIP correspondiente y los interruptores de las alimentación a las barras de subdistribución, provenientes de la sección de barra de distribución fallada.

6. Retorno de la Alimentación Normal c.a. a una de los FIP. El cargador deberá arrancar y deberá asumir la carga de c.c. de la batería cuando la alimentación normal c.a. regrese. El cargador deberá suministrar simultáneamente alimentación c.c. al inversor y cargar la batería. Esta deberá ser una función automática y no deberá ocasionar perturbaciones a la carga.

7. Retransferencia al Inversor. El conmutador estático de transferencia deberá poder retransferir la carga automáticamente al inversor después que el inversor haya regresado a su estado normal y se haya estabilizado luego de un período de tiempo. Esta función deberá ser seleccionable mediante un selector ubicado en el frente del gabinete. La retransferencia no deberá ser posible si las dos fuentes no están en fase.

8. Degradación de Cualquiera de las FIP. Si una batería se pone fuera de servicio para mantenimiento, deberá ser desconectada de la FIP mediante el seccionador con fusible. La FIP deberá continuar funcionando y deberá satisfacer los criterios de funcionamiento aquí especificados, excepto por el tiempo de reserva de la batería. La alimentación de reserva secundaria únicamente proveerá energía cuando las demás fuentes hayan fallado, cuando haya tensión cero en la barra de distribución principal.

9. Deberán proveer lámparas indicadoras tipo LED e indicación remota mediante los puertos seriales redundantes de la FIP, para cada una de las siguientes señales:

a. Voltaje de salida c.a. del inversor.

b. Corriente de salida c.a. del inversor.

c. Frecuencia de salida del inversor.

d. Conmutador estático de transferencia a Inversor (batería alimentando la carga).

e. Conmutador estático de transferencia a fuente alterna de c.a. (transformador de regulación).

f. Conmutador manual de desvío a Inversor (batería alimentando la carga).

g. Conmutador manual de desvío a fuente alterna de c.a. (transformador de regulación).

h. Falla en conmutador estático de transferencia.

i. Falla en inversor.

j. Falla general en FIP.

k. Inversor en Sincronismo con Fuente Alterna de c.a.

l. Fuente Alterna de c.a. disponible.

m. Bajo Voltaje c.c. al Inversor.

n. Alto Voltaje c.c. al Inversor.

o. Alta Temperatura en Inversor.

p. Sobrevoltaje/Bajo voltaje Salida c.a. Inversor.

q. Falla de fusibles del inversor.

r. Falla de fusibles del Conmutador estático.

s. Estados y disparos de interruptores.

t. Señales del Tablero de Distribución.

u. Señales de los Tableros de Subdistribución.

10. Cada FIP deberá ser provista con los siguientes dispositivos indicadores:

a. Voltímetro de Salida c.a. del Inversor.

b. Amperímetro de Salida c.a. del Inversor.

c. Indicador de Frecuencia de Salida del Inversor.

11.9-09. REPUESTOS Y HERRAMIENTAS ESPECIFICADAS

A. Repuestos Especificados.

Se deberán suministrar repuestos nuevos, en las condiciones definidas en la Sección 11.10 (Repuestos y Equipos de Mantenimiento y Pruebas), los cuales deberán ser presentados conjuntamente con la lista desagregada de componentes de las FIP a fin de ser revisadas por CORPOELEC.

B. Equipos de Mantenimiento y Pruebas.

Se deberán suministrar equipos nuevos, en las condiciones definidas en la Sección 11.10 (Repuestos y Equipos de Mantenimiento y Pruebas), los cuales deberán ser idénticos a los requeridos por EL CONTRATISTA para la instalación, mantenimiento y puesta en servicio.

11.9-10. PRUEBAS EN FÁBRICA Y EN SITIO

A. Pruebas en Fábrica.

1. Pruebas en Fábrica de los Cargadores

a. EL CONTRATISTA deberá efectuar en fábrica las siguientes pruebas de aislamiento a los cargadores de baterías, en las que todos los componentes electrónicos deberán estar instalados y conectados en sus respectivas ubicaciones:

i. El nivel de aislamiento de entrada deberá ser capaz de resistir un voltaje de prueba de 1000 V más dos (2) veces el voltaje de línea, entre los componentes energizados y no energizados del conjunto por 1.0 min.

ii. El nivel de aislamiento de salida deberá ser capaz de resistir un voltaje de prueba de 1000 V más dos (2) veces el voltaje de línea c.a. de entrada, entre los componentes energizados y no energizados del conjunto por 1.0 min. aplicado a los circuitos de potencia.

iii. Después de las pruebas de aislamiento, se deberán efectuar en fábrica, las siguientes pruebas de funcionamiento a los cargadores de baterías:

(a) Prueba de calentamiento de cuatro (4) horas al valor de límite de corriente.

(b) Verificación de regulación de voltaje de 0 a 100% de la carga nominal con ±10% de variación del voltaje c.a. de línea (según norma NEMA PE 5).

(c) Pruebas de operación de circuitos (según NEMA norma PE 5).

(d) Pruebas sin carga (según norma NEMA PE 5).

(e) Medida de voltaje de rizado (según norma NEMA PE 5).

(F) Pruebas de operación de acuerdo a los modos de operación especificados.

b. EL CONTRATISTA deberá proveer los informes certificados para las pruebas efectuadas a los cargadores especificados.

2. Pruebas en Fábrica de los Inversores, Conmutadores Estáticos de Transferencia, Transformador de Regulación, Tableros de Distribución y Subdistribución, y Conmutador Manual de Desvío.

A cada conjunto formado por un Inversor, un Conmutador Estático de Transferencia y un Transformador de Regulación, Tableros de Distribución y Subdistribución, y un Conmutador de Manual de Desvío, se le deberán efectuar las siguientes pruebas:

a. Carga Nominal durante cuatro (4) horas al valor nominal de kVA de salida.

b. Prueba de regulación de voltaje de 0 a 100% de la capacidad nominal de salida con variación del voltaje de entrada c.c. desde 105 V c.c. hasta 140 V c.c.

c. Prueba de regulación dinámica de voltaje.

d. Prueba de distorsión armónica total y rechazo de armónicos.

e. Prueba de variación de frecuencia de salida dentro del rango completo de voltaje c.c. y c.a. través del transformador de regulación, para variaciones de carga de 0 a 100% de la capacidad nominal de salida.

f. Prueba de eficiencia a la capacidad nominal de salida.

g. Prueba operacional del conmutador estático de transferencia a la capacidad nominal de salida, incluyendo el circuito de sincronización.

h. Prueba operacional de los Tableros de Distribución y Subdistribución a carga nominal, incluyendo la señalización de disparo de cada interruptor individual.

i. Prueba operacional de transferencia de la FIP primaria a la FIP secundaria a la capacidad nominal para confirmar que la configuración es

aceptable funcionalmente para los modos operacionales descritos en esta Sección:

i. Pérdida de Alimentación de c.a. de Entrada Normal.

ii. Pérdida de Alimentación c.a. de Reserva.

iii. Pérdida del inversor o sobrecarga del inversor.

iv. Pérdida de las Alimentaciones c.a. Normal y de Reserva simultáneamente para el Sistema Primario.

v. Pérdida de las Alimentaciones c.a. Normal y de Respaldo simultáneamente para el Sistema Secundario.

vi. Puesta en fuera de servicio del sistema primario y secundario (no simultáneamente).

vii. Retorno de alimentación c.a. de entrada normal.

viii. Retransferencia al inversor.

ix. Degradación de cualquier FIP.

x. Falla de una de las secciones del tablero de distribución principal.

xi. Pruebas del transformador de regulación según la norma ANSI/IEEE C57.12.00 (General Requirements for Liquid Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers).

3. Pruebas del Banco de Baterías

a. El CONTRATISTA deberá efectuar en fábrica todas las pruebas de diseño y las pruebas de rutina que sean requeridas o que se consideren necesarias. Si ya se hubiesen efectuado pruebas de diseño en

baterías idénticas a las especificadas, se aceptarán informes certificados de las mismas.

b. Se deberá realizar una prueba de aceptación de los bancos de baterías de acuerdo a lo estipulado en la norma IEEE Std. 450.

c. Luego que se haya completado la instalación, así como el cableado de interconexión entre equipos, en presencia del supervisor de pruebas de EL CONTRATISTA, CORPOELEC efectuará las pruebas necesarias para determinar si el equipo es aceptable, garantizando el cumplimiento de los procedimientos recomendados por el fabricante, así como también lo estipulado en la norma IEEE Std. 484.

B. Pruebas en Sitio.

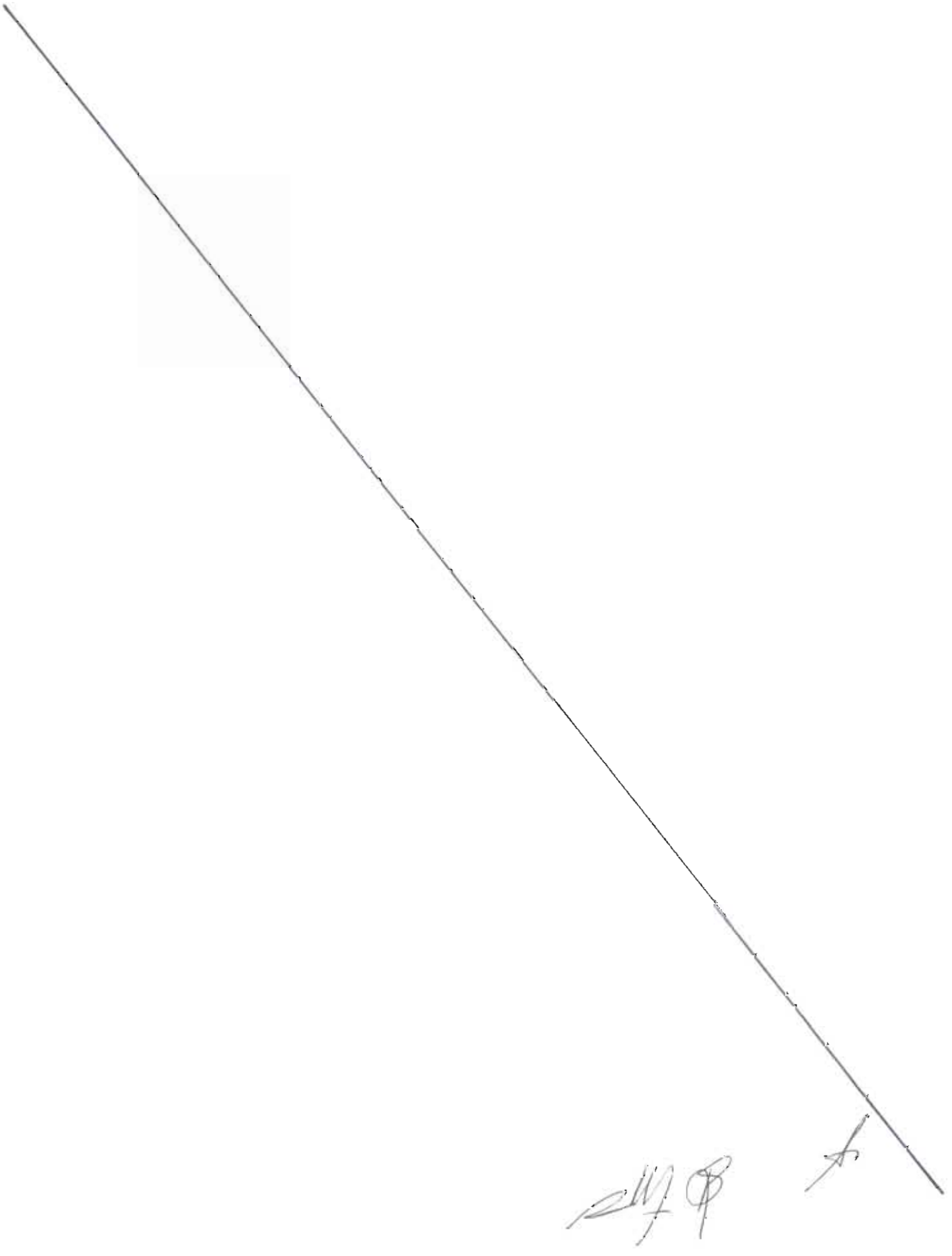
El equipo deberá ser instalado, probado y puesto en operación como indicado por los supervisores de instalación e ingenieros de pruebas del fabricante de la FIP. Toda la asistencia necesaria, herramientas y facilidades para los supervisores de instalación e ingenieros de pruebas del fabricante deberán ser provistas por EL CONTRATISTA.

Las pruebas en sitio deberán estar basadas en las pruebas en fábrica. Se deberán emplear como cargas los equipos de la Estación Maestra y se deberá verificar que no ocurran interrupciones del funcionamiento durante cada prueba. Las pruebas en Sitio deberán incluir lo siguiente:

1. Inspección visual.

2. Verificación de alcance de suministro y seriales de los equipos.

3. Pruebas funcionales de acuerdo con los modos de operación establecidos en esta Sección.



SECCION 11.10 REPUESTOS Y EQUIPOS DE MANTENIMIENTO Y PRUEBAS

11.10-01. GENERALIDADES

A. En esta Sección se especifican las piezas de repuesto y los equipos de mantenimiento y pruebas a ser suministrados con todos los equipos que conformen el Sistema de Control.

B. EL CONTRATISTA deberá suministrar las piezas de repuesto y herramientas y los equipos de mantenimiento y pruebas para los Equipos del Control Distribuido, Estación Maestra e Interfaz Humano Máquina, Red de Fibra Óptica y Red de Instrumentación, y Fuente Ininterrumpible de potencia según lo requerido en estas especificaciones. Sin embargo, dependiendo del diseño del Sistema de Control presentado por EL CONTRATISTA, deberán adaptar esta lista, de tal manera que se consideren aquellos repuestos que no fueron incluidos en estas Especificaciones.

11.10-02. PIEZAS DE REPUESTO Y HERRAMIENTAS

A. Las piezas de repuesto deberán ser intercambiables, de la misma calidad y materiales que los equipos originales. Las piezas de repuesto deberán tratarse y empacarse en cajas para preservarlas contra el deterioro que podrían experimentar al ser almacenadas por un largo tiempo bajo las condiciones existentes en el sitio. Todas las cajas deberán ser identificadas claramente con su contenido.

B. EL CONTRATISTA deberá suministrar las piezas de repuesto que constituyen el total requerido para el Sistema de Control a ser suministrado. Un juego se define como el total de quipos requeridos para una unidad.

1. Piezas de Repuesto Especificadas para los Equipos que conforman al Sistema de Control

a. Instrumentos Indicadores Digitales: treinta por ciento (30%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de cuatro (4) por cada tipo.

b. Conmutadores de Control, de Selección y de Emergencia: treinta por ciento (30%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de seis (6) por cada tipo.

c. Botoneras: treinta por ciento (30%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de seis (6) para cada tipo.

d. Indicadores Luminosos: treinta por ciento (30%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de veinte (20) para cada tipo.

e. Lámparas LED: cien (100) lámparas de cada tipo usado.

f. Fusibles: cien (100) fusibles de cada tipo y capacidad de servicio usado.

g. Módulos de Diodos: treinta por ciento (30%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de seis (6) por cada tipo.

h. Shunts: treinta por ciento (30%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de seis (6) por cada tipo.

i. Bloques de Prueba: veinte por ciento (20%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de diez (10) para cada tipo.

j. Despliegues de Tiempo Sincronizados: cuatro (4) despliegues de tiempo sincronizados.

k. Teléfonos: dos (2) teléfonos para montaje al ras de cada tipo usado.

l. Interruptores: diez (10) interruptores en aire de caja moldeada de cada tipo usado, con sus respectivos contactos auxiliares de posición y disparo.

m. Equipo de Sincronización de Tiempo: dos (2) equipos completos de sincronización de tiempo con sus respectivas antenas.

n. Sistema de Protección para las unidades de generación: tres (3) sistemas completos incluyendo primario y secundario, fuentes de alimentación y transformadores de acoplamiento.

o. Equipo de inyección asociado con la función 100% falla a tierra del estator: Dos (2) equipos completos.

p. Sistema de protección para los transformadores: tres (3) sistemas completos incluyendo primario y secundario, fuentes de alimentación y transformadores de acoplamiento.

q. Equipos de Teleprotección: tres (3) equipos completos incluyendo fuentes de alimentación.

r. Equipos de Telesincronización: tres (3) equipos completos incluyendo fuentes de alimentación.

s. Relés auxiliares de autoreposición y relés auxiliares con temporizado, para operación de 125 V c.c.: veinte (20) de cada tipo usado.

t. Relés de enclavamiento de reposición eléctrica manual, para operación de 125 V c.c.: cinco (5) de cada tipo usado.

u. Relés de alarma por pérdida de voltaje para operación en 125Vcc y 120Vca: cinco (5) de cada tipo usado.

v. Medidores Multifuncionales de Variables Eléctricas para las unidades de generación: tres (3) sistemas completos incluyendo la redundancia, fuentes de alimentación, etc.

w. Contadores de Energía: dos (2) sistemas completos.

x. Sincronizador manual: un (1) sincronoscopio.

y. Sincronizador automático: tres (3) sistemas completos.

z. Relé de verificación de sincronismo: tres (3) relés.

aa. Registradores de falla: dos (2) sistemas completos incluyendo módulos de entradas analógicas y digitales.

bb. Placas de características sin grabar: veinte por ciento (20%) o un mínimo de veinte (20) placas de cada tipo usado.

cc. Bloques de terminales: veinte por ciento (20%) o un mínimo de cien (100) bloques de terminales de cada tipo usado.

dd. Herramientas especiales para cableado, para extracción de lámparas, y extracción de módulos: cinco (5) juegos completos de cada tipo usado.

ee. Cables especiales, conectores y extensiones: veinte por ciento (20%) o un mínimo de diez (10) de cada cable especial, conector y/o extensión de cada tipo usado.

ff. Red de instrumentación: veinte por ciento (20%) del total de concentradores, enrutadores u otros equipos usados en la red de instrumentación, incluyendo fuentes de alimentación o un mínimo de cinco (5) de cada tipo usado.

gg. Controladores Principales: Cinco (5) controladores principales completos (en configuración redundante) con todos los equipos de comunicación, fuentes de alimentación, y otros equipos excepto módulos de salidas y entradas.

hh. Estaciones de Trabajo para los Tableros de Control Distribuido: cuatro (4) estaciones de trabajo completas del mismo tipo de las instaladas en los Tableros de Control de la Unidad.

ii. Módulos para entradas digitales: veinte por ciento (20%) del total usado o un mínimo de cien (100) de cada tipo usado, completos con todos sus accesorios módulos de interfaz, cables de interconexión, etc.

jj. Módulos para entradas analógicas: diez por ciento (10%) del total usado o un mínimo de cien (100) de cada tipo usado, completos con todos sus accesorios módulos de interfaz, cables de interconexión, etc.

kk. Módulos para entradas de detectores de temperatura por resistencia: diez por ciento (10%) de cada tipo usado o un mínimo de cien (100) de cada tipo usado, completos con todos sus accesorios módulos de interfaz, cables de interconexión, etc.

ll. Módulos para salidas de control: veinte por ciento (20%) del total usado o un mínimo de cien (100) de cada tipo usado, completos con todos sus accesorios módulos de interfaz, cables de interconexión, etc.

mm. Módulos para medición de parámetros eléctricos: veinte por ciento (20%) del total usado o un mínimo de cien (100) de cada tipo usado.

nn. Módulos de comunicación: diez por ciento (10%) o un mínimo de veinte (20) de cada tipo usado.

oo. Fuentes de alimentación: diez por ciento (10%) o un mínimo de veinte (20) fuentes de cada tipo usado.

pp. Convertidores de medio, adaptadores y/o convertidores de protocolos: veinte por ciento (20%) o un mínimo de seis (6) convertidores de cada tipo usado.

qq. Tableros de Distribución para Unidades Distribuidas: diez (10) interruptores en aire de caja moldeada de cada tipo usado con contactos auxiliares de posición y disparo y dos (2) relés de supervisión de tensión.

rr. Torres de Luces para Tableros de Control Distribuido: veinte por ciento (20)% de la cantidad total con un un mínimo de tres (3) juegos por cada tipo usado.

ss. Luces Interiores para Iluminación de Cubículos y Tableros: treinta por ciento (30%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de seis (6) juegos por cada tipo usado.

tt. Calentadores de Tableros y Cubículos con sus respectivos Humidistatos: diez por ciento (10%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de tres (3) juegos por cada tipo.

uu. Extractores de Aire de Tableros: diez por ciento (10%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de tres (3) juegos por cada tipo.

vv. Cerraduras y manillas para los tableros: diez por ciento (10%) de la cantidad total correspondiente a cada tipo usado, con un mínimo de tres (3) juegos por cada tipo.

2. Piezas de Repuesto Especificadas para la Estación Maestra e Interfaz Humano Máquina.

a. Un (1) Servidor de Comunicaciones (Gateways), de cada tipo usado.

b. Un (1) servidor completo de cada tipo usado en la configuración de la Estación Maestra, con igual cantidad de memoria, tarjetas y monitores del mismo tipo y familia.

c. Dos (2) juegos de discos en configuración RAID 1.

d. Dos (2) juegos de dispositivos de almacenamiento masivo, Blu Ray, DVD, DAT,s.

e. Un (1) Servidor de Tiempo de la Red sincronizado con el satélite GPS, con su respectiva antena.

f. Un (1) Servidor de Comunicaciones de cada tipo usado.

3. Piezas de Repuesto Especificadas para los Equipos de la Interfaz Humano Máquina.

a. Estación de Trabajo de alta resolución gráfica: una (1) estación completa con tres (3) monitores iguales a la estación del operador.

b. Mural de Pantallas para la Sala de Control: Tres (3) Unidades de pantallas de las que conforman el mural de pantallas.

c. Lámparas para el Mural de Pantallas de la Sala de Control: Treinta por ciento (30%) del total usado.

d. Proyector de Video de alta resolución gráfica: un proyector de video de alta resolución gráfica completo del mismo tipo de proyector usado en la sala de reuniones y ocho (8) juegos completos de lámparas.

e. Impresores a color tipo láser: dos (2) impresores de cada tipo cada tipo usado.

f. Impresores monocromático tipo láser: dos (2) impresores de cada tipo usado.

g. Impresores monocromático y a color tipo láser: dos (2) juegos completos de repuestos intercambiables (memoria, toner, transfer kit, fuser kit, drum kit), de cada tipo usado.

4. Piezas de Repuesto Especificadas para la Red de Fibra Óptica

a. Cajas de empalme de fibra óptica para montaje en bastidor: diez (10) cajas completas de cada tipo usado.

b. Cajas de interconexión de fibra óptica para montaje en pared: diez (10) cajas completas de cada tipo usado.

c. Equipos activos de comunicaciones (Switches): diez (10) de cada tipo usado.

d. Canales horizontales para manejo de cables de fibra óptica: diez (10) de cada tipo usado.

e. Canales verticales para manejo de cables de fibra óptica: diez (10) de cada tipo usado.

f. Regletas con conectores de fibra tipo SC para montaje en bastidor: veinte (20) de cada tipo usado.

g. Equipos activos de comunicaciones (Switches): diez (10) de cada tipo usado.

h. Jumpers de Fibra Óptica: Treinta por ciento (30%) de jumpers de fibra óptica de cada tipo usado, con un mínimo de diez (10) para cada tipo.

i. Conectores tipo SC para fibra multimodo: cien (100) de cada tipo usado.

j. Conectores tipo SC para fibra monomodo: cien (100) de cada tipo usado.

k. Conectores tipo RJ45 para conexión de la red de proceso: cien (100) de cada tipo usado

5. Piezas de Repuestos Especificadas para la Fuente Ininterrumpible de Potencia

a. Cinco (5) módulos de control de cada tipo.

b. Dos (2) interruptores en aire de caja moldeada de cada tipo usado.

c. Dos (2) módulos de puentes rectificadores de potencia de cada tipo.

d. Dos (2) módulos de puentes inversores de potencia de cada tipo

e. .Dos (2) arreglos de conmutadores estáticos de transferencia.

f. Cinco (5) lámparas indicadoras de cada tipo y color suministrado.

g. Veinte (20) LED de cada tipo/color.

h. Veinte (20) fusibles de cada tipo.

i. Veinte por ciento (20%) de bloques terminales de cada tipo usado, con un mínimo de 50 por cada tipo de bloque terminal.

j. Módulos de capacitores e inductores: Un (1) juego de cada tipo usado.

k. Un (1) juego de indicadores digitales de cada tipo usado.

l. Dos módulos de diodos de cada tipo usado.

m. Dos (2) relés de control y auxiliares de cada tipo usado.

n. Dos (2) fuentes de poder de cada tipo usado.

o. Dos (2) convertidores de medio y/o adaptadores de cada tipo usado.

p. Un (1) transformador de control y/o autotransformador de cada tipo usado.

q. Cinco por ciento (5%) de las celdas de batería, cargadas en seco.

r. Cinco por ciento (5%) de los conectores, pernos, tuercas, accesorios, etc., utilizados en el ensamblaje de todas las baterías y bases de montaje suministradas.

s. Dos (2) galones de pintura negra utilizada en las bases de montaje de las baterías.

t. Un (1) juego de fusibles por cada banco de baterías.

6. Consumibles

a. EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los consumibles necesarios para limpiar, armar, integrar, conectar y poner en servicio todos los equipos indicados en estas especificaciones.

b. EL CONTRATISTA deberá suministrar a CORPOELEC un inventario inicial de consumibles para su uso durante un período de dos (2) años.

c. EL CONTRATISTA deberá suministrar, como mínimo, los siguientes consumibles al entregar los equipos en Sitio:

i. Pintura para los Tableros de Control Distribuido, Unidades Distribuidas, Armarios de Fibra Óptica, etc.: dos (2) galones de cada tipo.

ii. Cartuchos para impresión a color: mínimo veinte (20) de cada tipo.

iii. Cartuchos para impresión monocromática: mínimo veinte (20) de cada tipo.

iv. Papel para impresión: mínimo veinte (20) cajas de cada tipo.

v. Medios para almacenamiento de datos para DAT's, DVD´s y Blu Ray: Veinte (20) medios de cada tipo.

d. EL CONTRATISTA deberá agregar otros consumibles y aumentar las cantidades necesarias, para cumplir con los requisitos mínimos durante el período de puesta en servicio.

11.10-03. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO Y PRUEBAS

A. Los equipos de mantenimiento y pruebas deberán tratarse y empacarse en cajas para preservarlas contra el deterioro que podrían experimentar al ser almacenadas por un largo tiempo bajo las condiciones

existentes en el sitio. Todas las cajas deberán ser identificadas claramente con su contenido.

1. Equipos de Mantenimiento y Pruebas para los Equipos que conforman el Sistema de Control.

a. Tres (3) computadoras personales portátiles para el Sistema de Protecciones, completos de acuerdo con lo especificado en la Sección 11.3 (Sistema de Protección, Sincronización, Medición y Registro de Fallas) y Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina).

b. Dos (2) computadoras personales portátiles para el Sistema de Registro de Fallas, completos de acuerdo con lo especificado en la Sección 11.3 (Sistema de Protección, Sincronización, Medición y Registro de Fallas) y Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina).

c. Un (1) computador personal portátil para el Sistema de Sincronización, Multimedidor de Variables Eléctricas y el Contador de Energía, completo de acuerdo con lo especificado en la Sección 11.3 (Sistema de Protección, Sincronización, Medición y Registro de Fallas) y Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina).

d. Dos (2) computadoras personales portátiles para los Controladores Principales, completos de acuerdo con lo especificado en la Sección 11.2 (Control y Adquisición de Datos) y Sección 11.5 (Interfaz Humano Máquina).

e. Tres (3) Equipos de Pruebas por Inyección para los Sistemas de Protecciones, completos de acuerdo con lo especificado en la Sección 11.3 (Sistema de Protección, Sincronización, Medición y Registro de Fallas).

f. Un (1) Equipo de Prueba por Inyección para los Sistemas de Registros de Fallas, completo de acuerdo con lo especificado en la Sección 11.3 (Sistema de Protección, Sincronización, Medición y Registro de Fallas).

g. Dos (2) Equipos de Verificación y Pruebas para Contadores de Energía Eléctrica y Medidores Multifuncionales de Parámetros Eléctricos, completos, cada uno con su respectiva fuente de inyección trifásica, de acuerdo con lo especificado en la Sección 11.3 (Sistema de Protección, Sincronización, Medición y Registro de Fallas).

2. Equipos de Mantenimiento y Pruebas para la Estación Maestra e Interfaz Humano Máquina.

a. Un (1) Registrador de Señales portátil con un mínimo de seis (6) canales para registrar señales analógicas y digitales.

b. Un (1) Osciloscopio Digital portátil, doble canal y de 500MHz.

c. Un (1) Analizador de Red portátil.

3. Equipos de Mantenimiento y Pruebas para la Red de Fibra Óptica.

a. Optical Time Domain Reflectometer: tres (3) equipos completos de acuerdo a lo especificado en la Sección 11.8 (Red de Fibra Óptica).

b. Equipo certificador de fibra óptica: tres (3) equipos completos, para probar tramos cortos de fibra óptica.

c. Cuatro (4) juegos de herramientas completas para realizar empalmes por fusión.

d. EL CONTRATISTA deberá suministrar cualquier herramienta o equipo que considere necesario para la instalación y mantenimiento de la Red de Fibra Óptica.

4. Equipos de Mantenimiento y Pruebas para la Fuente Ininterrumpible de Potencia.

a. Dos (2) juegos de cables de prueba de cada tipo empleado en la instalación y pruebas.

b. Dos (2) tarjetas extensoras para prueba de cada tipo empleado en la instalación y pruebas.

c. Dos (2) instrumentos para mantenimiento de cada tipo empleado en la instalación y pruebas.

d. Dos (2) de cada una de las herramientas aisladas para media tensión, pares de guantes, caretas y almohadillas para trabajo con equipos energizados, de cada tipo empleado en la instalación y pruebas.

e. Un (1) juego de todas las herramientas y accesorios que se requieran para la instalación, pruebas, puesta en servicio y mantenimiento de los bancos de baterías.