

**COMISION ESTATAL DE AGUA  
Y SANEAMIENTO DE JALISCO**

**ANEXO ET6-AH**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS  
PARA LA OBRA ELECTRICA  
DE LA AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO**

# ESPECIFICACIONES PARA LA OBRA ELECTRICA

## 1. NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES

A continuación, se listan las normas y estándares que serán usados para los materiales, equipos, diseño e instalación del proyecto. Se aplicarán las últimas ediciones vigentes de estos documentos vigentes al 30 de Junio de 2004.

- a) Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1999 Instalaciones Eléctricas (Utilización).
- b) Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo
- c) Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-1995, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- d) National Electrical Code (NEC)
- e) National Electrical Safety Code (NESC)
- f) National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- g) American National Standards Institute (ANSI)
- h) Insulated Power Cable Engineer Association (IPCEA)
- i) Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- j) Lightning Protection Code (NFPA)
- k) Illuminating Engineering Society of North America (IESNA)

Cuando el proveedor de un equipo o con Licencia de una tecnología no utilice las normas y reglamentos anteriormente mencionados, deberá probar que sus Códigos y Normas son iguales o superiores a los listados.

Cuando se proporcione equipo de fabricación o tecnología europea se debe demostrar que las normas IEC que cumple el equipo son equivalentes o superan los requisitos definidos en la presente especificación y sus anexos.

Cuando exista conflicto entre las normas y reglamentos, el PROVEEDOR deberá notificar por escrito las diferencias y deberá realizar una propuesta de solución del conflicto, así mismo, deberá solicitar por escrito la aprobación de la propuesta.

## **2. PLANOS, DIBUJOS Y DOCUMENTOS**

Cuando el diseño de ingeniería requiera del uso de planos estos se realizarán por medio del programa de dibujo AutoCAD en los tamaños ISO que sean definidos entre CEA, la SUPERVISIÓN y el PROVEEDOR.

Los dibujos podrán tener los siguientes tamaños "ISO":

A4-297mm x 210mm  
A3-297mm x 420mm  
A2-420mm x 594mm  
A1-524mm x 841mm  
A0-841mm x 1189mm

La versión del programa AutoCAD será 2000 o superior.

Los dibujos se elaborarán con base en estas especificaciones y a la información proporcionada por el propietario, proveedores, tecnólogo del proceso y otras entidades que participen en el desarrollo del proyecto. Estos dibujos se detallarán lo necesario para ser usados conjuntamente con especificaciones y dibujos de fabricante para la ejecución completa y correcta de todo el trabajo de construcción.

La representación de equipos eléctricos, luminarias, contactos, rutas de conduit, etc. es esquemática y por lo tanto no es exacta su localización, a menos que se acoten o se indiquen coordenadas. Las acotaciones se harán en sistema métrico decimal y las redacciones necesarias en español.

Los planos se realizarán usando estándares y detalles de dibujo definido por el PROVEEDOR. En cualquier caso el conjunto de planos y documentos mantendrán congruencia y permitirían describir los sistemas eléctricos de manera simple, clara y suficiente para que con base en ellos se pueda lograr una correcta construcción y la supervisión de la misma.

Cuando se desarrollen diagramas unifilares eléctricos se empleará la simbología definida en estándares ANSI.

Los planos que serán entregados comprenden planos Tipo y planos generales. Los planos Tipo son planos que contienen información de referencia para otros planos. Los planos tipo que se entregarán son:

- Detalles de montaje
- Símbolos y Notas
- Cuadros de carga

Los planos generales contendrán información específica del proyecto: algunos de los planos generales que serán entregados comprenden:

- Diagrama Unifilar General
- Subestación Principal
- Distribución General de Alumbrado
- Distribución General de Fuerza
- Sistema General de Tierras y Pararrayos

### **.3. CONSIDERACIONES GENERALES**

#### 3.1 Tensiones

- a) Las características eléctricas de la acometida a la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO serán definidas y tramitadas por el PROVEEDOR, con base en la carga instalada y carga en operación que defina el PROVEEDOR.
- b) Tensiones nominales del sistema

Las tensiones eléctricas nominales del sistema serán los valores preferentes de acuerdo con lo indicado en la sección 110-4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999.

La distribución a subestaciones unitarias dentro de la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO en su caso será por medio de cable aislado y/o línea abierta en una tensión máxima de 34.5 KV. Esta tensión dependerá del valor de la acometida. Las tensiones para los diferentes equipos serán las siguientes:

EQUIPO	TENSIÓN
Contactos trifásicos y primarios de transformadores de alumbrado	480 V, 3φ
Motores de 1 a 200 H.P (440 ó 460 V nominales)	480 V, 3φ
Motores de 250 H.P. o más (4000 Volts nominales)	4,160 V, 3φ
Motores de potencia fraccionaria que funcionen en procesos críticos, incluyendo motores para servicio de lubricación y bombas auxiliares de aceite (440 o 460 Volts nominales)	480 V, 3φ
Motores de potencia fraccionaria que funcionen en procesos no críticos, o equipos que no pertenezcan al proceso.	127 V, 1φ
Secundarios de Transformadores para alumbrado, receptáculos monofásicos y motores fraccionarios	220/127 V, 3φ, 4 Hilos
Luminarias para alumbrado de calles (480 ó 277 V nominales)	480, 3φ ó 480/277 V 3φ, 4 Hilos
Luminarias en áreas de Proceso y oficinas	220/127 V, 3φ, 4 Hilos
Control	120 V, 1φ
Alimentación a Instrumentos	127 VCA y/o 24 VCD.
Señales Analógicas	4 a 20 mA.

### 3.2 Caída de Tensión

Se verificará que la caída de tensión en los diferentes puntos del sistema se encuentre de acuerdo con lo indicado dentro de la nota 1 de la sección 215-2 de la norma NOM-001-SEDE-1999. Esto es, la caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta la salida más alejada de la instalación, considerando

alimentadores y circuitos derivados, no debe exceder del 5%; dicha caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión, no sea mayor de 3%. Las definiciones de circuito alimentador y circuito derivado serán las indicadas en el artículo 100 de la norma citada.

### 3.3 Localización de Equipos de Distribución

Para localizar los equipos de distribución se considerará: que se encuentren lo más cerca posible del centro de carga, que sea relativamente sencillo alimentarlos, que se disponga del espacio necesario y que no queden ubicados en un lugar clasificado como área peligrosa.

## 4. SISTEMA DE TIERRAS

### 4.1. Características

- a) En caso de subestaciones se calculará la malla de tierras de acuerdo al alcance y limitaciones que marca el estándar ANSI/IEEE 80 " del "IEEE Guide for Safety" en el Capítulo "AC Substation Grounding".
- b) En la malla de puesta a tierra de subestaciones se deberá disponer un conductor de cobre electrolítico desnudo, de temple semiduro, trenzado clase B, de manera que el perímetro exterior definido por éste encierre el área en que se encuentra el equipo de la subestación. El conductor deberá ser de tamaño nominal  $67.43 \text{ mm}^2$  (2/0 AWG) como mínimo y las derivaciones de tamaño nominal  $33.6 \text{ mm}^2$  (2 AWG) como mínimo. El cable de tierra irá enterrado aproximadamente a 60 cm., bajo nivel de piso.
- c) Los electrodos verticales del sistema de puesta a tierra serán varillas de acero con recubrimiento de cobre, tipo "copperweld" de 3 m de longitud y 19 mm. (3/4") de diámetro.
- d) La longitud de la malla y el número de varillas será adecuado para lograr que la resistencia a tierra de la malla sea igual o menor a 25 ohms para subestaciones hasta 250 KVA y 34.5 KV, 10 ohms en subestaciones mayores de 250 KVA y hasta 34.5 KV y de 5 ohms en subestaciones que operen con tensiones mayores a 34.5 KV de acuerdo a la sección 921-25 de la NOM-001-SEDE-1999. Para resistividades de terreno mayores a  $3000 \Omega\text{-m}$  se permite que los valores anteriores sean el doble en cada

caso. Si la resistencia al ser medida sobrepasa el valor máximo especificado se deberán instalar más varillas.

- e) En el caso de áreas de proceso y/o servicios, la red de tierras que se instale es complementaria a la requerida en la (s) subestación (es). Debido a que su función no es disipar las corrientes de falla de la subestación, no se realizan cálculos para esta malla.
- f) Los requisitos definidos por la NOM-001-SEDE-1999 indican la necesidad de un conductor de puesta a tierra para equipos eléctricos. En consecuencia, se utilizará un conductor de puesta a tierra de equipos en la canalización de los circuitos.
- g) Con la finalidad de drenar cargas estáticas y/o descargas atmosféricas se instalarán electrodos y anillos de conductores enterrados, formando una malla alrededor de las áreas que lo requieran. Solamente los equipos eléctricos que estén expuestos a descargas atmosféricas se conectarán a esta malla. Se utilizarán conductores desnudos de tamaño nominal  $67.43 \text{ mm}^2$  (2/0 AWG) para estructuras, columnas, tanques y transformadores en exteriores; para equipo eléctrico se usará tamaño nominal  $67.43 \text{ mm}^2$  (2/0 AWG)
- h) Se considerará que un equipo no eléctrico está satisfactoriamente conectado a tierra cuando la estructura de acero sobre la cual está soportado, esté conectada al sistema de tierras. El sistema de conduits se considera aterrizado a través del equipo al que conecta.
- i) En donde se usen sistemas de soportes para cables tipo charola se deberá tener continuidad eléctrica a lo largo de todo el recorrido. Para este propósito los conectores de unión entre tramos y accesorios de charolas deberán ser del tipo atornillable, del mismo material de la charola y suministrados por el fabricante de las mismas.
- j) Los sistemas de tierras deberán diseñarse de forma tal, que permitan pruebas periódicas por medio de pozos de registro para varillas. El diseño de la malla determinará el número de registros necesario.
- k) En la salida de piso y en lugares donde el cable de tierra esté expuesto a daño mecánico, se protegerá con tubo conduit y en áreas corrosivas las partes expuestas con pintura epóxica o similar.

## 4.2 Conexiones

- a) Para conexiones, uniones y derivaciones de cables de tierras deberán usarse conectores tipo soldable excepto a equipo que regularmente se desconecte para mantenimiento. La conexión de este equipo deberá hacerse con conectores tipo mecánico, atornillado a la superficie metálica. Las anclas y cubiertas de equipo no deberán usarse para soportar los cables de tierra. No debe utilizarse ningún medio de conexión que incorpore uniones hechas con soldadura de aleación de estaño (Soldadura suave).
- b) Todo el equipo eléctrico tal como interruptores y sus tableros, armazones de los motores, tableros de alumbrado, transformadores, centros de control de motores y tableros de instrumentos se deberán conectar a tierra.
- c) Todo equipo probable a producir o absorber electricidad estática deberá conectarse adecuadamente a tierra. Las bandas de las transmisiones mecánicas que se encuentren en áreas peligrosas deberán ser antiestáticas.
- d) El tamaño nominal del conductor de puesta a tierra de equipos para cada elemento que se conecte a tierra estará de acuerdo con la Tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-1999.
- e) Cuando el conductor de puesta a tierra en las canalizaciones no esté integrado a un cable multiconductor, este deberá tener una identificación externa de color verde (Secc. 310-12b, NOM-001-SEDE-1999).
- f) En áreas corrosivas se podrá utilizar cobre o aluminio aislado dependiendo del tipo de corrosión, siempre y cuando se cumpla con lo indicado en los párrafos 250-91, 250-94 y 250-95 de la NOM-001-SEDE-1999.
- g) Las conexiones a las carcasas de los motores y los buses de tierra deberán ser hechas con terminales atornilladas al equipo. Los pernos de anclaje no deberán ser utilizados para fijar las terminales de los cables de tierra. Las conexiones de cable a cable o de cable a estructura deberán ser hechas por medio de un proceso de soldadura en polvo de aluminio y de óxido de cobre.

## 5. CORRIENTES DE FALLA Y PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES

- 5.1 Se elaborará un estudio de cortocircuito para determinar las corrientes de falla asimétrica y simétrica, considerando todas las fuentes de corriente de falla y todas las impedancias de los elementos del sistema de distribución. Los valores de las corrientes de falla se considerarán para determinar las capacidades interruptivas y momentánea de los componentes del sistema.
- 5.2 Las corrientes de falla deberán limitarse a valores que puedan soportar los equipos de fabricación estándar, usando los medios que resulten adecuados, basándose en factores técnicos y económicos.
- 5.3 Los elementos de protección contra sobre corrientes deberán coordinarse en forma selectiva, procurando que las curvas de disparo queden separadas aproximadamente 20 ciclos (0.33 seg.) bajo una condición de sobre corriente dada.

## **6.SISTEMA DE DISTRIBUCION DE FUERZA**

- 6.1 La energía para la **AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHO GADO** es proporcionada desde la compañía de suministro a partir de planta de emergencia. La tensión de la acometida es reducida, a través de transformadores **preferentemente** tipo seco, a una tensión trifásica de distribución de 480 V. **Los LICITANTES podrán suministrar sin embargo transformadores enfriados por aceite fabricados bajo las normas NMX y NEMA correspondientes** La planta de emergencia opera como respaldo de las cargas críticas del sistema. El equipo de transferencia es utilizado para conectar planta de emergencia al sistema.
- 6.2 El arreglo del sistema de distribución dependerá de las necesidades de confiabilidad en el suministro de energía a la **AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHO GADO** y puede variar desde un sistema radial simple hasta tipo doble radial con selectivos primario y secundario. Con base en las necesidades del proceso que defina el **PROVEEDOR**, esta presentará como parte de su oferta los diagramas unifilares correspondientes a la **AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHO GADO**.
- 6.3 El sistema de baja tensión deberá ser sólidamente aterrizado.
- 6.4 La transferencia automática entre las fuentes de energía, deberá ser bloqueada en el caso de una falla en el bus

- 6.5 Para todos los equipos del Sistema de Distribución de Fuerza antes mencionados aplican los siguientes requisitos: serán del tipo auto soportados, de lámina de acero rolada en frío, antes del acabado, al tablero se le dará un tratamiento desengrasante y fosfatizante, el acabado será con pintura electrostática de color ANSI 61. Cada uno de los equipos que se requieren para el sistema de distribución de energía eléctrica, deberá ser diseñado construido y probado de acuerdo con las especificaciones generales de cada equipo donde se mencionan las normas correspondientes. Las Hojas de Datos correspondientes a cada uno de los equipos, se propondrán por el PROVEEDOR después de haber definido el sistema de distribución por usar y la localización de los equipos.
- 6.6 Los tableros de distribución en baja tensión serán de uso interior con índice de protección tipo NEMA 1A. La capacidad nominal de las barras de distribución serán determinadas de acuerdo con la carga del sistema. La capacidad de aguante de los tableros será mayor que el valor de la corriente de falla del punto de instalación El tablero debe estar diseñado y fabricado para cumplir con NMX–J-118-2. Los Interruptores termo magnéticos serán construidos de acuerdo a NMX-J-266 ANCE, NMX-J-265 y UL 489, los interruptores de potencia cumplirán con la norma IEC 60-947-1 y 2.
- 6.7 Los centros de control de motores (CCM's) serán un ensamble de una o mas secciones de gabinetes con una barra común de alimentación formados principalmente por unidades o secciones de controladores de motores. Las barras conductoras deben protegerse contra daño físico y mecánico mediante un sistema de sujeción firme de acuerdo con la parte H del artículo 430 de la norma NOM-001-SEDE-1999. La capacidad de aguante de los CCM's será mayor que el valor de la corriente de falla del punto de instalación.
- 6.8 Los variadores de velocidad deberán incluir un diseño de tecnología actualizada y vigente. El PROVEEDOR debe garantizar el correcto funcionamiento de los variadores para cualquier velocidad de operación del motor sin presentar sobrecalentamientos. Los variadores de velocidad deben ser de frecuencia ajustable, de onda plena digitalizado y deberán emplear SCR por cada fase así como puente rectificador. Las unidades deberán contar con display para mostrar mensajes de los estados de operación y alarmas.
- 6.9 Cuando sea requerido se deberán proporcionar bancos de capacitores para la corrección de factor de potencia. Para realizar la selección de la capacidad adecuada del banco se deberá realizar un estudio de las condiciones del sistema. Se podrán emplear bancos de capacitores fijos o de regulación automática. En todos los casos

deberán corregir el factor de potencia para evitar penalizaciones por parte de la compañía suministradora del servicio eléctrico.

6.10 Para la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO se debe proporcionar una planta de emergencia de operación automática de capacidad suficiente para respaldar cargas que proporcionen seguridad a los usuarios y que sean esenciales para poder realizar una detención segura y programada de los procesos críticos para el sistema. El perfil de las cargas que se alimentarán por la planta en caso de emergencia se deberá definir por el PROVEEDOR. Se debe incluir un tablero de transferencia automática. El control de la planta de emergencia y del tablero de transferencia será suministrado por el mismo fabricante de la planta de emergencia. Los LICITANTES tendrán la responsabilidad de evaluar el número de horas por año de funcionamiento de cada planta de emergencia para el cálculo de sus costos de operación y mantenimiento correspondientes.

## **7. SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO**

### 7.1 Generalidades

- a) El alumbrado será diseñado para mantener el nivel de iluminación requerido para cada área, medido en el plano de trabajo respectivo y con un factor de mantenimiento medio para cada tipo de unidad de acuerdo a la tabla de niveles de iluminación de las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEDE-1999 y NOM-025-STPS-1999. Cuando no se encuentre definido el nivel de iluminación para un área o trabajo específico se deberá determinar el nivel de iluminación adecuado de acuerdo con el método de iluminación promedio descrito en el manual de iluminación "Lighting Handbook de IESNA".
- b) El PROVEEDOR deberá cumplir con los requisitos de la norma NOM-007-ENER-1995 para el diseño de los sistemas alumbrado que sean cubiertos por esta norma. El PROVEEDOR deberá establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios nuevos y ampliaciones de los ya existentes de acuerdo con los métodos definidos en la norma NOM-007-ENER-1995
- c) Se proveerá iluminación en todas las áreas; el alumbrado será del tipo general para áreas de tanques de almacenamiento, fosas de desecho, caminos entre áreas de proceso y caminos entre tanques de almacenamiento.
- d) Deberán utilizarse luminarias suplementarias en donde se requiera alumbrado localizado para instrumentos, mirillas, bombas, etc. ó donde el

alumbrado con reflectores no sea suficiente para obtener el nivel de iluminación necesario.

- e) En general, los reflectores deberán montarse en postes metálicos sin escalera; los reflectores también podrán montarse en edificios y estructuras cuando este tipo de arreglo sea ventajoso.

## 7.2 Luminarias

a) Las luminarias deberán contar con las siguientes características:

- Eficiente iluminación
- Distribución uniforme de luz
- Accesibilidad para cambio de lámparas y mantenimiento con seguridad
- Serán adecuadas para la clasificación del área donde se instalen

b) El alumbrado será diseñado para mantener el nivel de iluminación requerido para cada área, medido en el plano de trabajo respectivo y con un factor de mantenimiento medio para cada tipo de unidad de acuerdo a la tabla de niveles de iluminación de las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEDE-1999 y NOM-025-STPS-1999. Cuando no se encuentre definido el nivel de iluminación para un área o trabajo específico se deberá determinar el nivel de iluminación adecuado de acuerdo con el método de iluminación promedio descrito en el manual de iluminación "Lighting Handbook de IESNA".

c) La selección de las luminarias a utilizar en las diferentes áreas se hará de acuerdo a lo siguiente:

Área	Tipo de luminaria
Áreas Exteriores: Patios, áreas de almacenamiento, áreas ocupadas por tanques, bombas, cambiadores y áreas similares	Reflector industrial con lámpara vapor de mercurio o de sodio alta presión
Puentes de tuberías y similares	Luminaria industrial con lámpara incandescente, vapor de mercurio, vapor de sodio alta presión o de luz mixta.
Calles	Luminarias para alumbrado de calles con lámpara vapor de mercurio o de sodio alta presión.
Áreas Interiores: Oficinas, vestidores, cuartos de control de instrumentos, cuarto de control eléctrico, laboratorios y similares	Luminarias fluorescentes tipo comercial y/o industrial

## 8. SISTEMA DE PARARRAYOS

### 8.1 Referencias

Este sistema está basado en el Código 780 del NFPA "Lightning Protection Code", última edición.

El sistema de pararrayos es un sistema completo formado por puntas pararrayos, terminales de tierra, interconexión de conductores, otros conectores y accesorios requeridos para completar el sistema.

Se tienen dos tipos de materiales:

Clase I: Son todos los materiales y accesorios para dar protección a estructuras que no excedan 23 m. de altura, conforme a la tabla 3-4 del NFPA.

Clase II: Son todos los materiales y accesorios para dar protección a estructuras que excedan 23 m. de altura, conforme a la tabla 3-5 del NFPA.

### 8.2 Zona de protección

La zona de protección es el espacio adyacente al sistema de protección contra descargas atmosféricas que es substancialmente inmune a las descargas directas. Para determinar la zona de protección se debe considerar la geometría de la estructura. Dicha zona de protección se determina de acuerdo al artículo 3-10 del NFPA-780 como sigue:

- Para techos planos, ligeramente inclinados, domos, chimeneas, extractores o ventiladores de gravedad, la zona de protección incluye el techo y accesorios que serán protegidos con puntas pararrayos ubicadas de acuerdo al artículo 3-11 del NFPA-780.
- Para estructuras con techos a diferente nivel y de una altura no mayor de 15 m (50 pies), la zona de protección forma un cono cuyo vértice se ubica en el punto más alto de la punta pararrayos, y cuyas paredes forman un ángulo de aproximadamente 45 ó 63° con relación a la vertical.
- La zona de protección está formada por el espacio adyacente a la superficie exterior de una esfera rodante cuyo radio es de 46 m (150 pies), cuando la superficie exterior de la esfera es tangente en un punto al terreno y toca en otro punto la parte superior de una punta pararrayos, se considera que todo el espacio bajo estos dos puntos se encuentra en la zona de protección. También se considera como una zona de protección, el espacio que se

localiza bajo la superficie exterior de una esfera, que se apoya en dos o más puntas del sistema de pararrayos y que está limitada por éstas; conforme a figura 3-10.3.1 del NFPA-780.

### 8.3 Puntas pararrayos en techos.

Las puntas pararrayos deben ser colocadas en las aristas de los techos inclinados y alrededor del perímetro de techos planos o ligeramente inclinados, en intervalos que no excedan 6 m excepto que se utilicen puntas pararrayos de 600 mm de altura o mayores en cuyo caso podrán ser colocadas en intervalos que no excedan de 7.6 m. Las puntas pararrayos deben ser colocadas a ó dentro de 0.6 m de los extremos de las aristas o de los bordes y esquinas de los techos (ver figura 3-11 de NFPA 780).

La extremidad de una punta pararrayos debe sobresalir por lo menos 254 mm por encima del objeto o área que está siendo protegida excepto que otra cosa sea permitida por la Sección 3-11 del NFPA (ver figura 3-9.1 de NFPA 780).

### 8.4 Estructuras metalicas

Las estructuras metálicas altas se consideran debidamente protegidas si se presenta una baja impedancia a tierra o se le proporciona un conductor adecuado a tierra, siendo la estructura eléctricamente continua y de material adecuado para soportar una descarga atmosférica.

### 8.5 Tanques metalicos

Los tanques metálicos de almacenamiento se consideran auto protegidos, si el techo del tanque está formado por lámina de un espesor mínimo de 4.8 mm y si el tanque está debidamente conectado a tierra, además de cumplir con la sección 6.4.1 del NFPA-780.

## 9. SISTEMAS DE COMUNICACIONES

### 9.1 Sistema de teléfonos

- a) Se deberá suministrar un sistema de teléfonos en la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO para ser utilizado como el medio primario de comunicación dentro de la misma y hacia el exterior.

- b) El sistema consistirá de un sistema PABX (Conmutador de Línea Automático Privado) con capacidad para extensiones múltiples, troncales múltiples para conexiones exteriores y rutas de conexión internas.
- c) Se deberá suministrar un tablero conmutador para ayudar a las líneas de acceso directo a ejecutar llamadas de larga distancia y para conectar las líneas de acceso indirecto a un troncal.
- d) El sistema incluirá un sistema de energía de reserva, consistente en baterías y cargador calculado para alimentar el sistema telefónico durante 12 horas después de que falle la energía.
- e) Se deberán suministrar los teléfonos, las cabinas para terminales de teléfonos, los cables y los accesorios adecuados para las condiciones ambientales. En general, los teléfonos serán provistos en las oficinas para el personal administrativo, en las oficinas para el personal de supervisión, en los cuartos de control, y en los centros de operación.

#### 9.2 Sistema de radio de dos vías

- a) Se deberá suministrar un sistema de radio de dos vías dentro de la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO, el cual consiste de una estación base y de radios portátiles manuales para las comunicaciones entre el personal de operación y/o mantenimiento.
- b) El sistema de radio de dos vías deberá consistir en lo siguiente:
  - Una estación base FM de una sola frecuencia con codificador de comunicación selectiva y complementada con antena y equipo de línea, unidad de escritorio, unidad de control supervisorio, baterías recargables y cargador de baterías.
  - Radios transmisores-receptores portátiles, FM, dos vías y comunicación selectiva para operadores remotos. Los radios para operadores remotos deberán estar equipados cada uno con entradas para audífonos y para micrófono

### **9. PLANTAS DE EMERGENCIA**

El PROVEEDOR debe considerar para el diseño de la planta de emergencia de la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO, lo establecido en las BASES DE LICITACION.

#### 9.1 Especificaciones generales

- a) Para cumplir los requisitos de la planta, los buses de energía de emergencia deberán ser conectados a las fuentes normales de energía en baja tensión y al bus del generador de emergencia.
- b) En cada bus de emergencia deberán suministrarse interruptores de transferencia que transferirán automáticamente la carga de emergencia desde la fuente normal hacia la de emergencia. Los interruptores de transferencia incluirán un retardo en la transferencia original para evitar operaciones innecesarias con caídas de tensión momentáneas. Adicionalmente, el regreso de la transferencia de la carga hacia la fuente normal será bajo condiciones manuales. El interruptor de transferencia dará automáticamente la señal al generador de emergencia para que arranque cuando detecte la pérdida de energía normal.
- c) El sistema de emergencia incluye el (los) sistema (s) de energía ininterrumpible (UPS) no redundante (s), completo con un switch estático de puenteo. La salida del UPS se regulará a  $\pm 1$  Hz. Un alimentador para puenteo del UPS deberá ser conectado al CCM de baja tensión, en el lado opuesto al que se tenga el circuito de energía normal para el UPS.

## 9.2 Baterías y cargadores

- a) Las baterías para el sistema UPS deberán ser capaces de alimentar al sistema al 100% de la carga crítica por 30 minutos después de la pérdida de energía.
- b) Se deberá suministrar un sistema de baterías para alimentar a interruptores de operación eléctrica, luces indicadoras, alarmas asociadas y relevadores de protección en los tableros de distribución de potencia. El sistema de baterías deberá ser calculado para satisfacer el servicio específico requerido y deberá ser del tipo flotación, de semiconductores estáticos, a tensión constante y operar a 125 VCD.
- c) El cargador de las baterías será alimentado desde el bus del generador de emergencia para prevenir una descarga total durante periodos de operación prolongados. El banco de baterías estará alojado en un cuarto separado adecuadamente ventilado.

## 10. MOTORES

10.1 En general, los motores deberán ser del tipo de inducción jaula de ardilla. Los motores síncronos del tipo sin escobillas que utilicen dispositivos de rectificación del tipo estático montados en el rotor pueden ser usados cuando sean requeridos por la carga.

10.2. Los motores deberán tener las siguientes características nominales:

- a) Motores arriba de 200 HP: 4000 V ó 4160 V, 3 fases, 60 Hz.
- b) Motores desde 1 HP hasta 200 HP: 440 V ó 460 V, 3 fases, 60 Hz.
- c) Motores fraccionarios al servicio de procesos críticos: 440 V ó 460 V, 3 fases, 60 Hz.
- d) Motores fraccionarios en servicios no críticos: 115 V ó 127 V, 1 fase, 60 Hz.

10.3 Los motores para servicio en media tensión deberán ser provistos con resistencias calefactoras. Los motores en baja tensión, con capacidades superiores a 50 HP., pueden ser provistos con resistencias calefactoras cuando se requiera por las condiciones del sitio.

10.4 Sistema de aislamiento

El sistema de aislamiento del motor deberá estar de acuerdo con la norma NEMA MG1. Los motores de 200 HP y menores deberán ser provistos con aislamiento Clase F, excepto cuando existan restricciones en áreas clasificadas. Los motores mayores de 200 HP deben incluir aislamiento Clase B.

#### 10.5 Control

- a) Cada motor deberá controlarse y protegerse desde un arrancador combinado instalado en Centros de Control de Motores.
- b) Los motores monofásicos podrán tener arrancador manual en caja de la denominación NEMA correspondiente al área de que se trate.
- c) Cada motor se deberá controlar mediante una estación de botones localizada junto al motor, siendo esta de la denominación NEMA correspondiente al área de que se trate, excepto cuando exista un tablero de control local asociado al motor.
- d) Las estaciones de botones "Arrancar-Parar" deberán ser del tipo contacto momentáneo.

- e) Cada arrancador deberá tener un transformador con tensión secundaria de 120 V para control.

## **11. CONTACTOS PARA SOLDADORAS**

### 11.1 Tipo de contactos

Se deben suministrar contactos para soldadoras del tipo 4 hilos, servicio pesado, para suministrar energía a las máquinas soldadoras portátiles. Los contactos para soldadoras se deberán localizar para cubrir un radio horizontal de 50 metros dentro de las unidades de proceso y/o servicios auxiliares que requieran trabajos de soldadura en periodos de mantenimiento.

### 11.2 Especificaciones

Un circuito derivado que alimente a los contactos para soldadoras no deben alimentar ningún otro equipo y no más de tres (3) contactos deben ser alimentados por un (1) circuito. Cada circuito derivado debe ser protegido por un interruptor localizado en el Centro de Control de Motores.

## **12. TRAZA ELECTRICA**

### 12.1 Generalidades

Cuando se soliciten o sean requeridos, se deberán proveer sistemas de traza eléctrica para proporcionar protección al proceso o contra congelamiento. El sistema de trazas eléctricas deberá suministrar una cantidad controlada de calor para mantener la temperatura por encima del punto de congelación o, en el caso de protección al proceso, mantener la viscosidad apropiada, la temperatura u otros parámetros requeridos para la correcta operación.

### 12.2 Requisitos de diseño

- a) En general, el sistema de traza eléctrica será del tipo resistencia autolimitada, o de tipo aislamiento mineral (MI), cuando se requieran grandes cantidades de calor.
- b) Los sistemas de protección del proceso deberán ser controlados por termostatos sensores del ambiente que energicen el (los) tablero (s) de las trazas.

- d) Los circuitos de protección del proceso deberán controlarse independientemente por unidades de termostatos tipo sonda para operar cuando la temperatura de la pared de la tubería esté por debajo de la temperatura de operación especificada.
- e) Deberán proveerse sistemas de alarma que indiquen fallas de energía en los tableros y en los circuitos de líneas críticas.

## **13. CONDUITS Y ALAMBRADO**

### 13.1 Generalidades

- a) Los tubos conduit para uso aéreo deberán ser, en general, de fierro galvanizado tipo semipesado. El tamaño mínimo de tubo conduit para uso aéreo deberá ser 19 mm. En áreas altamente corrosivas el tubo conduit deberá tener recubrimiento de PVC o ser de un material resistente al agente corrosivo del área en que se instale.
- b) Las curvas de 90° deberán ser de radio estándar cuando sean visibles, y de radio grande cuando sean subterráneas, debiendo ser prefabricadas de 38 mm  $\phi$  (1 1/2") en adelante, cuando las condiciones de instalación lo permitan.
- c) Los conduits en camas aéreas o subterráneas deberán estar arreglados de tal manera que resulte un mínimo de cruces entre ellos.
- d) Se deberá usar conduit flexible a prueba de líquidos para conexión de motores y equipo que tenga base deslizante o que esté sujeto a vibraciones, de acuerdo a la clasificación del área, y de lo indicado por la NOM-001-SEDE-1999 respecto al tipo de equipo que se va a conectar. El uso de cople flexible a prueba de explosión solo aplica en áreas Clase I División 1.
- e) En áreas peligrosas, todas las conexiones de conduits a interruptores, estaciones de botones y otros equipos que produzcan arco, deberán incluir sello, excepto en los casos que establece la NOM-001-SEDE-1999.
- f) Todos los conduits que entren o salgan de un área peligrosa a otra de clasificación diferente deberán ser sellados.
- g) Todos los accesorios para conduit deberán ser equipados con tapa fundida y empaque excepto para accesorios a prueba de explosión.

- h) En áreas donde se acumulen líquidos dentro de los conduits, deberá proveerse dren con sello; esto aplica; también a todos los conduits que conecten por la parte superior a gabinetes que contengan interruptores, contactos y dispositivos de control.
- i) El radio mínimo de los dobleces deberá ser 8 veces el diámetro interior del conduit.
- j) Los conductores de fuerza y control para motores conectados a sistemas menores de 600 V. deberán ir en el mismo conduit. Cuando los conductores de fuerza sean calibre mayor al No. 4 AWG los cables de control irán en conduit independiente.
- k) Para todas las conexiones roscadas en tubos conduit metálicos deberá utilizarse lubricante conductivo.
- l) Todos los extremos de los conduits para uso futuro deberán tener tapón.
- m) Los conductores para contactos monofásicos deberán ir en conduit independiente al de los circuitos de alumbrado.

### 13.2 Conduits Subterráneos

- a) Los tubos conduit para sistemas enterrados deberán ser de 25 mm de diámetro mínimo, de acero galvanizado tipo semipesado, o PVC pared gruesa. Todas las salidas de tubería conduit del piso o concreto deberán hacerse con tubo conduit de fierro galvanizado. El tubo conduit de aluminio NO DEBERA utilizarse ni enterrado ni ahogado en concreto.
- b) Los conduits deberán ir recubiertos con una envoltura rectangular de concreto con relación 1.2.4 (formando un ducto) coloreada de rojo para identificación, con un espesor mínimo de 8 cm desde la pared exterior del conduit mayor localizado en el extremo y con un diámetro (el mayor) de espaciamiento entre paredes exteriores de conduits adyacentes, y deberán tener una pendiente mínima de 3 al millar (3/1000) entre registros.
- c) Donde el conduit suba, el recubrimiento de concreto deberá extenderse 150 mm sobre el nivel de piso terminado, alrededor del tubo.

- d) La parte superior de los ductos de concreto deberá ir a un mínimo de 60 cm. bajo nivel de piso terminado. En cruce de caminos la parte superior deberá ir a un mínimo de 80 cm bajo nivel de piso terminado, en cruce de vías de ferrocarril la parte superior deberá ir a un mínimo de 100 cm.
- e) Los bancos de ductos deberán seguir la ruta más directa de un punto a otro, procurando tener el menor número de cruces entre ellos u otros sistemas enterrados.
- f) La distancia máxima entre registros será de 100 m. en línea recta. Cuando exista un cambio de dirección de los bancos de ductos, se deberá analizar la necesidad de poner registro intermedio.
- g) No deberán instalarse registros dentro de áreas clasificadas como peligrosas, permitiéndose cajas de empalme colocadas sobre el nivel de piso terminado, construidas de aluminio fundido; deberán estar equipadas con entradas roscadas para conduits. La construcción de las cajas deberá estar de acuerdo con la clasificación del área de que se trate.
- h) Cada banco de ductos será provisto de conduits para reservas, o espacio para conduits futuros.
- i) Únicamente los tramos de ducto que crucen bajo drenajes químicos, se construirán con impermeabilización.
- j) El radio de curvatura para conduits deberá cumplir como mínimo con los requisitos de la sección 346-10 de la NOM-001-SEDE-1999.
- k) Los bancos que contengan uno o dos conduits se indicarán únicamente en planta. Los bancos de tres o más conduits se indicarán en planta y cortes. En planta se indicará la trayectoria y el nivel; las dimensiones se indicarán en los cortes.

### 13.3 Conduits Aéreos

- a) El conduit aéreo será de acero galvanizado tipo semipesado, el diámetro mínimo a utilizar será 19 mm. y el máximo 101 mm.
- b) Los conduits deberán seguir caminos paralelos o en ángulos rectos a paredes, columnas, travesaños, puentes de tuberías, etc., siempre que sea posible.

- c) Los conduits que corren paralelos, formando grupos, deberán soportarse a cada 3.0 m. máximo. Para conduits independientes la distancia máxima entre soportes será la indicada en el artículo 346-12 de la NOM-001-SEDE-1999.
- d) Cuando sea necesario instalar tuberías conduit sobre los racks de tuberías de proceso, las tuberías conduit deberán instalarse en un nivel superior al nivel ocupado por las tuberías de proceso, conservando una separación mínima de 30 cm entre el paño superior de la tubería de mayor diámetro (incluyendo su aislamiento) y el paño inferior de las tuberías conduit. En su defecto las tuberías conduit podrán ser instaladas a los lados del rack a la altura del nivel superior, conservando la separación antes mencionada, siempre que su instalación no interfiera con las tuberías que del rack se deriven.
- e) No se permitirán más de 2 curvas de 90° seguidas o el equivalente a 180° en curvas, entre dos registros, incluyendo aquellos dobleces localizados próximos a la salida o accesorio.
- f) La longitud de cualquier tramo de conduit que tenga dobleces equivalentes a 180° no deberá exceder a 15 m. entre registros. Cualquier tramo de conduit que tenga un doblez a 90° no deberá exceder a 25 m. en longitud sin tener ninguna caja de registro.
- g) No deberá haber tramos rectos mayores de 35 m. de longitud sin tener caja de registro.
- h) Donde los conduits lleven conductores en baja tensión calibre 4 AWG y mayores, deberán emplearse cajas registro, dimensionadas para cumplir el radio de curvatura indicado en el artículo 370-28 de la NOM-001-SEDE-1999. Para conductores en media tensión las cajas registro deberán dimensionarse de acuerdo con lo indicado en el artículo 370-71 de la NOM-001-SEDE-1999 para facilitar la instalación de los conductores.
- i) Donde los conduits crucen juntas de expansión del edificio o entre edificios, deberá usarse conduit flexible adecuado a la clasificación del área de que se trate.

## 14. Soporte para cables Tipo Charola

### 14.1 Generalidades

- a) El empleo de charolas como medio de soporte para cables, es aceptado con ventajas económicas sobre el tubo conduit. Cuando se use este tipo de soporte para cables, el diseño deberá

sujetarse a lo indicado en el artículo 318 de la NOM-001-SEDE-1999.

- b) La construcción e instalación de las charolas deberá estar de acuerdo con la norma NEMA VE-1.
- c) Los arreglos de charolas deberán hacerse considerando que cuando se instalen una sobre otra, el nivel de tensión mayor sea colocado en el lugar más alto.
- d) En general las charolas deberán instalarse con una separación vertical (fondo a fondo) de 30 cm.; para permitir una buena ventilación deberá considerarse una separación horizontal de 60 cm., (pañó a pañó, cuando se requiera permitir el paso de personal al centro.

#### 14.2 Selección del Tipo de Charolas

- a) Material

En general, las charolas para cables deberán ser de aluminio, para servicio pesado, adecuadas para soportarse cada 3 metros sin que existan deflexiones excesivas. Las charolas para cables deberán ser dimensionadas con un 20% de espacio de reserva para crecimiento futuro. Las charolas deberán ser del tipo escalera, adecuadas para instalaciones interiores o exteriores. Las charolas para usarse en áreas extremadamente corrosivas o adyacentes a la costa del mar deberán incluir un recubrimiento de PVC para una protección extra contra corrosión.

- b) Ancho de la charola

El ancho de la charola deberá designarse de acuerdo al número de cables por instalar y a la separación entre los mismos que definan los criterios de diseño y los requisitos de reglamentos.

- c) Espaciamiento entre travesaños

El espaciamiento entre travesaños deberá considerarse en general de 229 mm., para cubrir una amplia gama de tamaños nominales de conductores y lograr la estandarización al respecto.

#### 14.3 Instalación de Charolas

- a) Número de charolas

Para los arreglos de charolas, deberá considerarse una charola para cada nivel de tensión. Sin embargo, cuando esto no sea práctico por tenerse pocos circuitos por charola o por tenerse poco espacio para instalación de charolas, podrán combinarse diferentes niveles de tensión en una misma charola, utilizando una barrera entre estos, en aquellos casos que permitan los reglamentos aplicables.

b.) Arreglo de charolas

Los arreglos de charolas en exteriores serán horizontales o verticales, considerando el ocupar el área mínima y el reducir los costos de soportería.

Se procurará mantener los arreglos de charolas en interiores, en forma vertical. En cuartos de control se adaptará el arreglo al acomodo de equipos.

c) Espaciamiento entre soportes

Dependiendo del peso de los cables en una charola será el espaciamiento entre los soportes. Sin embargo, la práctica demuestra que en la mayoría de los casos, para cumplir con el numero de cables permitidos en la NOM-001-SEDE-1999 para el llenado de charolas los soportes deberán instalarse a cada 3 m., para tramos rectos.

Es importante considerar que serán necesarios soportes adicionales en cada accesorio (curvas, etc.) según lo indica la Norma NEMA VE-1.

d) Sujeción de charolas

Cada una de las charolas deberá sujetarse horizontalmente en cada soporte con las clemas especiales para este objeto. El ensamble entre tramos de charolas se realizará con conector tipo Z del mismo material de las charolas para lograr una adecuada continuidad eléctrica entre tramos de charolas.

e) Soportes de charolas

Con objeto de facilitar el tendido de cables tanto inicial como futuro, es recomendable utilizar los soportes tipo ménsula para montaje en muro, en lugar de marcos fijados al muro, en virtud de que los primeros brindan mayor flexibilidad para jalar los cables o tenderlos transportando el carrete.

Los soportes tipo trapecio o colgantes, se usarán donde no sea posible usar los soportes tipo ménsula o en los cuartos de control.

- f) Los cables en charolas serán asegurados a intervalos que no excedan de 1 metro en rutas horizontales y a intervalos que no excedan de 0.5 m en rutas verticales.
- f) Cuando se utilice cable desnudo, para puentes entre secciones de charolas metálicas, o como cable de tierras dentro de las mismas, deberá cuidarse la incompatibilidad de materiales cobre-aluminio, para decidir el material del conductor y/o conectores.
- h) Cuando sea necesario instalar charolas sobre racks de tuberías de proceso, las charolas deberán instalarse en un nivel superior al nivel ocupado por las tuberías de proceso, conservando una separación mínima de 30 cm entre el paño superior de la tubería de mayor diámetro (incluyendo su aislamiento) y el fondo de las charolas. En su defecto las charolas podrán ser instaladas a los lados del rack a la altura del nivel superior, conservando la separación antes mencionada, siempre que su instalación, no interfiera con las tuberías que del rack se deriven.

## 15. Cables Eléctricos

### 15.1 Conductor

- a) Los conductores a utilizar serán como sigue:
  - Los conductores monopolares, deberán ser cables formados por varios hilos de cobre.
  - Cables multiconductores formados por cables individuales de varios hilos de cobre trenzados en calibres 14 AWG y mayores como lo permite el reglamento.
- b) Los calibres mínimos a utilizar son:
  - \* Para circuitos de control, protección, medición y alarmas:  
No. 14 AWG
  - \* Circuitos de alumbrado:  
No. 12 AWG
  - \* Circuitos de fuerza hasta 600 V:  
No. 12 AWG

\* Circuitos de potencia mayores de 600 V:  
No. 8 AWG

## 15.2 Tipos de Conductor

- a) En sistemas con tensiones nominales menores a 600 V para los conductores de fuerza se usará aislamiento para temperatura continua de operación del conductor de 75°C en ambiente húmedo ó 90°C en ambiente seco con tensión máxima de operación de 600 V. El aislamiento será de cloruro de polivinilo, tipo THW. Si se los cables se instalan en charolas deben cumplir con lo indicado en el artículo 318 de la norma NOM-001-SEDE-1999.
- b) Los cables en circuitos de fuerza para tensiones mayores de 600 V serán con aislamiento tipo seco y temperaturas de operación de 90 °C en operación normal, 130 °C en sobrecargas y 250 °C en condiciones de cortocircuito, con pantalla de cobre y chaqueta protectora de cloruro de polivinilo. El nivel de aislamiento será 100% cuando el tiempo de operación de los dispositivos de protección para eliminar fallas a tierra, sea menor a 1 minuto.
- c) Todos los alambres y cables deberán ser continuos sin empalmes ni derivaciones si esto es práctico. Cuando sea necesario hacer derivaciones, estas deberán hacerse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del cable y localizadas en cajas registro, cajas de conexiones, cajas de jalado o en otros lugares aprobados.
- d) Cuando los conductores estén expuestos a altas temperaturas de equipos adyacentes, se deberá usar cable para operación a mayor temperatura.
- e) Los conductores de control deberán incluir al menos un conductor de reserva.
- f) El cableado de alumbrado debe ser codificado por colores. Los circuitos de alumbrado incluirán un conductor de tierra cuando la tensión de fase a tierra sea mayor de 150 V o cuando la instalación se tenga en lugares húmedos o áreas peligrosas.
- g) Los cables compuestos, que incluyen conductores de control, de fuerza y tierras pueden ser usados para los sistemas de 600 V.

## 16. Sistema de Control (PLC)

16.1 . La automatización se considerará de manera separada para la **AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO**.

16.2 Para las áreas Peligrosas será necesario instalar barreras de protección intrínseca.

16.3 El sistema de control estará diseñado para satisfacer los requisitos del control eléctrico que sean definidos por el responsable del proceso en la Filosofía de Operación de la **AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO**. En esta filosofía se indica la forma de operación de la PTAR, tipos de operación aplicables en los subprocesos, indicación de alarmas, controles, temporizadores, etc. Los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) identificarán los componentes requeridos para ejecutar los lazos de control e instrumentación. La elaboración de la filosofía de operación, así como de los DTI's esta a cargo del responsable del proceso.

16.4 La operación de la **AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO** se realizará de acuerdo a lo indicado en la Filosofía de Operación. De manera general, la operación puede ser:

**Manual:** Mediante una acción directa de manera manual sobre botones pulsadores, selectores de posición o estaciones de control manual.

**Manual – Local:** Cuando el control de mando se localiza en o cerca del propio equipo o Tablero.

**Manual – Remoto:** El elemento de mando se encuentra distante del equipo.

**Automática:** La operación se lleva a cabo sin que el operador tome alguna acción.

16.5 Los conductores del sistema de control serán del tipo multiconductor de cobre electrolítico suave calibre 18 AWG (0.824 mm<sup>2</sup>) como mínimo con aislamiento individual PVC y cubierta exterior de PVC, para una tensión máxima de operación de 600 V., temperatura máxima de operación de 75°C., resistente a la propagación de incendios, según normas IEEE Std. 383 y NOM-J-93 designado como Cable Control PVC+PVC.

16.6 La automatización de la **AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO** estará basada en el uso de Controladores Lógicos Programables con redundancia tipo Hot Stand-by en su Procesador Central (CPU) (no se admiten CPU's en el mismo rack o bastidor), con redundancia en Fuentes de Alimentación. Entre las características principales del CPU están:

- Lenguaje de Programación: Diagrama Escalera (LD), Estructura de texto (ST), Diagrama de Bloques (FBD), Gráfica de Función Secuencial (SFC)
- Lenguaje de Programación Extendido: Función de Bloques (FB), Etiquetas de programación (sistema, local, global).
- Números de puntos de I/O: 4096
- Puertos de conexión de interfase USB mini 2.0 de alta velocidad
- Puerto Ethernet RJ45 (100 BASE-TX/10 BASE-T)
- Interfase de memoria: Tarjeta de memoria SD de 16G, casete SRAM extendido de 16M.

16.7 El sistema de automatización estará compuesto de tableros descentralizados con extensiones de Entradas / salidas comunicados al PLC central (cuarto de control central) por medio de una red RIO (redundante) y estarán ubicados en los cuartos de Centro de Control de Motores. El total de Tableros serán de dos o tres dependiendo de la distribución de la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO, desde donde se distribuirán en forma radial las señales de entrada / salida digitales y analógicas de todos los equipos e instrumentación de campo.

16.8 La red RIO será a través de algún protocolo de comunicación que corra sobre Ethernet como medio físico, con características de redundancia en formación de anillo principal.

16.9 Se requiere la instalación de UPS's en cada tablero de PLC's que darán soporte de energía en caso de falla del suministro normal eléctrico. Las UPS's estarán calculadas para dar respaldo al equipo de PLC's y la instrumentación durante 1 hora.

16.10 Las pantallas que se mostrarán en el sistema supervisorio deberán mostrar todos los elementos físicos que intervienen en el control de la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO y estar de acuerdo con lo representado en los DTI's.

16.11 El PROVEEDOR debe proporcionar dos impresoras con tecnología de impresión laser.

16.12 Se requiere un 20% de reserva en la cantidad de Entradas / salidas alambradas.

16.13 Será parte del alcance el desarrollo del Software de aplicación para la automatización y el control de operación de la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO, de acuerdo a lo indicado en la Filosofía de Operación. La PROVEEDOR entregará en un CD el respaldo del programa (Software).

16.14 Es responsabilidad de cada LICITANTE definir el grado y los niveles de automatización

según sus propias necesidades de operación, considerando sin embargo que CEA requiere en la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO un sistema de control centralizado con las características mínimas que permitan:

- a) Tener el registro continuo de los principales parámetros de operación definidos por cada LICITANTE, además del registro continuo de caudales entrada y salida de la PTAR, volúmenes acumulados de agua tratada, medición de oxígeno disuelto en su caso (si tratamiento biológico), parámetros de calidad de agua y de lodos con medición continua (Ph, cloro residual, Sólidos Suspendidos Totales en el lodo del tanque de aeración en su caso, para la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO se deberá considerar adicionalmente la medición de el Nitrógeno y Fósforo en el AGUA TRATADA).
- b) Visualizar en pantalla los estatus de motores de todos los equipos electromecánicos y las indicaciones de mediciones de niveles en tanques (de proceso o de almacenamiento de productos químicos).
- c) Visualizar en pantalla de manera esquemática los procesos e instalaciones de tratamiento de las aguas residuales y de los lodos.
- d) implementar todos los programas de automatización de la operación considerados como oportunos por cada LICITANTE.
- e) restituir el histórico de parámetros medidos y/o de las anomalías detectadas durante los tres últimos meses de operación.

## **ANEXOS PARA ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS**

- Anexo I** Especificación para Subestación Compacta Blindada (Metal Enclosed) Con Interruptor en Aire Tensión Nominal de 4.16 kV a 34.4 Kv.
  
- Anexo II** Especificación Técnica Descriptiva para Transformador Seco Encapsulado de Media Tensión
  
- Anexo III** Especificación Técnica Descriptiva para Tablero Auto soportado de Baja Tensión
  
- Anexo IV** Especificación para Centro de Control de Motores
  
- Anexo V** Especificación Descriptiva del Banco de capacitores automático para corrección de factor de potencia.
  
- Anexo VI** Especificación Técnica Descriptiva para UPS monofásica
  
- Anexo VII** Ficha técnica descriptiva para el PLC
  
- Anexo VIII** Especificación Técnica Descriptiva para Interruptor de Potencia en Baja Tensión (Protección LSIG)

## **Anexo I**

### **Especificación para Subestación Compacta Blindada (Metal Enclosed) Con Interruptor en Aire Tensión Nominal de 4.16 kV a 34.4 Kv.**

#### **1 Objetivo y Campo de Aplicación**

El objetivo de esta especificación es presentar la Información Técnica de una forma precisa y clara, para seleccionar y especificar la Subestación Compacta, con Interruptor en aire Blindada (Metal Enclosed) Tensión Nominal de 4.16 kV a 34.5 kV

La presente especificación aplica a las subestaciones compactas, Con una tensión Nominal de 4.16 kV a 34.5 kV, y con corrientes nominales de 400 A a 600 A con interruptor principal en aire.

#### **2 Referencias Normativas**

- ANSI / IEEE C37.20.3 “Standard for Metal Enclosed Interrupter Switchgear”.
- NMX-J-323-1980 Desconectadores eléctricos en aire de operación con carga en Alta Tensión para servicio Interior y Exterior.
- NMX-J-356-ANCE-1999 Productos Eléctricos-Cuchillas Seccionadoras de Operación sin Carga para Alta Tensión para servicio Interior y Exterior-Especificaciones y Métodos de Prueba.
- IEC 62271-102 (2001-12) High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches
- NMX-J-235-1-ANCE-2000 Envolventes – Envolventes (Gabinetes) para uso en Equipo Eléctrico Requisitos Generales – Especificaciones y Métodos de Prueba.
- NMX-J-235-2-ANCE-2000 Envolventes – Envolventes (Gabinetes) para uso en Equipo Eléctrico Requerimientos Especiales – Especificaciones y Métodos de Prueba.

- C37.010-1979 “ Application Guide for AC High Voltage Circuit Breakers Rated on Symmetrical Current Basis”.
- NMX-J-68-1981 Tableros de Alta Tensión
- NMX-J-271-1980 Técnica de prueba en Alta Tensión.

### **3 Generalidades**

La Subestación Compacta (Metal Enclosed), en media tensión, estará diseñada para ofrecer máxima seguridad de operación, facilidad de mantenimiento y gran capacidad de funcionalidad:

#### **3.1 Características**

La subestación compacta, consistirá de una estructura rígida auto soportada totalmente cerrada, para montaje sobre piso, integrada por celdas, unidas eléctrica y mecánicamente.

Las barras principales horizontales estarán localizadas en la parte superior de la subestación, rígidamente soportadas de extremo a extremo por aisladores de resina epóxica.

Envoltente: Su estructura estará formada por perfiles de lámina, de acero rolado en frío, calibre No. 12, las puertas y cubiertas en lamina rolada en frío calibre No. 14, esto para brindar una alta resistencia mecánica.

Acabado: Todas las superficies metálicas deberán tener un acabado con pintura epoxica en polvo color verde tierno (código ASA-628), adherido por inducción electrostática secada al horno.

Las barras serán de cobre electrolítico de cantos redondos con acabado plateado.

Barra de puesta a Tierra. Se proporcionará una barra de puesta a tierra colocada en la parte posterior e inferior a toda lo largo del tablero, cada sección de embarque estará provista de un eslabón para unir eléctricamente cada sección con la contigua (todas las partes mecánicas no portadoras de energía deberán tener continuidad eléctrica a tierra).

Estructuras. - La estructura será atornillada y estarán diseñadas para soportar esfuerzos de 41 000 A simétricos de capacidad interruptiva como estándar.

Tornillería. - Se proporcionara tornillería con acabado resistente a la corrosión.

Canales de Anclaje. Los canales de anclaje tendrán unas muescas que permitirán el uso de barras metálicas para la alineación de las secciones

### **3.2 Tipos de Envolventes**

- Tipo 1. - Para uso interior, diseñado para prevenir contactos accidentales con equipos energizados que se encuentren dentro de la subestación
- Tipo 3R. - Este tipo de gabinete proporciona una adecuada protección contra condiciones adversas de la intemperie, apropiado para aquellas aplicaciones al exterior: Lluvia, salpicaduras y humedad.
- Tipo 12. - Este tipo de gabinete esta diseñado para proporcionar alguna protección contra: polvo, pelusas, fibras, insectos, goteo de agua.

### **3.3 Componentes**

#### **3.3.1 Estructura**

Estructura.- Las Subestaciones estarán integradas por secciones verticales rígidamente unidas entre sí para formar ensambles de secciones como son:

- Sección de Acometida
- Sección de medición
- Cuchillas de seccionadora
- Interruptor principal con Interruptor en aire
- Sección de Interruptor Derivado con interruptor en aire
- Sección de acoplamiento
- Sección de transición

#### ➤ **Sección de Acometida**

Sección para recibir la alimentación de la compañía suministradora de energía, Incluye barras principales, barra de tierra, un juego de aisladores y clema de aluminio para (véase nota).

#### ➤ **Sección de medición.-**

Sección adecuada para alojar en su interior el equipo de medición de la compañía suministradora de energía (véase nota).

**Nota: Para la acometida se selecciona la Sección de Acometida o la Sección de Medición solo una de las dos.**

➤ **Sección de Cuchillas de paso.**

Sección conteniendo en su interior una cuchilla tripolar de operación en grupo sin carga, operación manual (con bloqueo de llave en posición cerrado con interruptor principal) y un juego de tres apartarrayos tipo distribución (cuando el proyecto lo mencione), para sistema con neutro sólidamente conectado a tierra, para verificar la posición de la cuchilla desde el exterior se proporciona una ventana.

➤ **Sección de interruptor principal:**

- a) Adecuada para alojar en su interior: cuchillas seccionadoras tripolar bajo carga con fusibles limitadores de alta capacidad interruptiva de operación en grupo con carga, de apertura manual desde el exterior por medio de una palanca y apertura automática al fundirse cualquiera de los fusibles.
- b) Para verificar la posición del interruptor principal en aire desde el exterior se proporciona una ventana, además de no permitir tener la puerta abierta y el interruptor principal en posición de cerrado. Cuenta con un bloqueo mecánico (Interlock) entre la cuchilla de paso y el interruptor principal a través de chapas de llave cautiva que permiten la operación de la cuchilla de paso únicamente después de la apertura del interruptor principal.

➤ **Sección de Interruptor Derivado**

- a) Adecuada para alojar en su interior: un interruptor cuchillas seccionadoras tripolar bajo carga con fusibles limitadores de alta capacidad interruptiva de operación en grupo con carga, de apertura manual desde el exterior por medio de una palanca y apertura automática al fundirse cualquiera de los fusibles.
- b) Para verificar la posición del interruptor derivado en aire desde el exterior se proporciona una ventana, así mismo se proporciona bloqueo mecánico en la puerta de la celda del interruptor para evitar el acceso cuando el interruptor esta en posición de cerrado.

➤ **Sección de acoplamiento,**

Adecuado para hacer la unión de la subestación con el transformador, esta conexión se hace mediante conectores flexibles de cobre.

➤ **Sección de Transición**

Sección adecuada para cambios de trayectoria de barras, en caso de acoplarse de sección de interruptor principal a sección de interruptor derivado ó a subestaciones existentes de otras marcas.

### 3.3.2 Barras Principales y Material.

Capacidad en amperes	Material y Acabado
	Cobre Plateado
400	<b>Densidad de corriente 800 A/pulg<sup>2</sup></b>
600	

### 3.3.3 Estructura Opciones y Modificaciones

- Resistencias calefactoras, tipo tira (200 W, 120 V c.a.)
- Termostato para control de resistencias calefactoras.
- Celda de acometida incluyendo soporte para los cables de alimentación
- Celda de transición

## 3.4 Accesorios y Equipos Auxiliares para Interruptores Principales

### 3.4.1 Interruptor en Aire

Interruptor en aire, tripolar de navajas con fusibles de operación en grupo con carga, con portafusible integrado para fusibles de alta capacidad interruptiva, de cierre y apertura manual desde el exterior por medio de una palanca y provisto de apertura automática al fundirse cualquiera de los fusibles.

Con los siguientes accesorios:

- Bobina de disparo por fuente de control externa a 120 V c.a.
- Contactos Auxiliares
- Lámparas indicadoras
- Botón de disparo

- Instrumentos de medición
- Transformadores de corriente y potencial
- Bobina de disparo en derivación y un relevador de protección, para protección de imagen térmica (ANSI 49).

**NOTA: Del relevador solo se tendrán mediciones de corriente y tensión así como las protecciones ANSI 49, las protecciones 50 y 51 o de sobre corriente no podrán ser utilizadas ya que el interruptor no tiene la capacidad interruptiva para abrir con condición de falla por corto circuito, para este efecto se suministran los fusibles de potencia que si tienen la capacidad interruptiva para abrir el circuito en condiciones de falla de corto circuito.**

### 3.4.2 Capacidades

Tensión nominal (kV)	4,16	7,2	13,8	23	34,5
Tensión máxima de diseño (kV)	4,76	8,25	15	25,8	38
Corriente nominal (A)	400-630	400-630	400-630	400-630	400-630
BIL (kV)	60	75	95	125	150
Frecuencia (Hz)	60	60	60	60	60
Corriente de cortocircuito momentáneo (A)	41 000	41 000	41 000	41 000	41 000

## 4. Datos mínimos requeridos para solicitar una Subestación Compacta.

- Tensión de operación
- Capacidad de conducción de corriente eléctrica del sistema.
- Color del gabinete
- Material de barras (cobre como estándar).
- Tipo de envolvente.
- Cantidad, tipo y arreglo de secciones o celdas (diagrama unifilar).
- Sentido de la Subestación Compacta.
- Si lleva acoplamiento a transformador.
  - ❖ Capacidad en kVA.

- ❖ Tensión en lado primario
- ❖ Tensión en lado secundario
- ❖ Número de fases
- ❖ Frecuencia
- ❖ Tipo de enfriamiento
- ❖ Dimensiones del transformador, para determinar arreglo y altura de fases.
- Equipo opcional
  - ❖ Apartarrayos
  - ❖ Resistencias calefactoras
  - ❖ Relevadores de protección
  - ❖ Medición
  - ❖ Otros

## Anexo II

### Especificación Técnica Descriptiva para Transformador Seco Encapsulado de Media Tensión

#### 1. Descripción del producto

Transformador SECO ENCAPSULADO de Media Tensión

Capacidad \_\_\_\_\_ kVA,  
Tensión Primaria \_\_\_\_\_ kV  
Tensión Secundaria: \_\_\_\_\_ V  
Conexión Delta-Estrella  
Fases 3  
Frecuencia: 60 Hz  
Elevación de temperatura 100°C (sobre un ambiente máx. de 40°C, una promedio diaria de 30°C y una promedio anual de 20°C).  
Clase de aislamiento: F  
Altitud de operación 1000 m.s.n.m  
Ventilación Forzada AA/FA \_\_\_\_\_ % (Puede seleccionarse una capacidad de sobrecarga de 25% o de 40% según el requerimiento del usuario)  
Nivel Básico de Impulso (Según tabla anexa)

Aislamiento (kV)	17.5	24	36
Nivel Básico de Impulso (kV BIL)	95	125	170

El Transformador de distribución tipo Seco-Encapsulado; debe tener un **Núcleo magnético** elaborado con lámina de **acero al silicio de grano orientado**, aislado con óxido mineral y protegido contra la corrosión con una resina alquídica clase F.

Las **bobinas de AT** deberán ser Independientes de las de BT y fabricadas con hilo de **Aluminio o Cobre**, con **aislamiento clase F**, deben ser **moldeadas** en vacío en una resina de clase F cargada y resistente al fuego, compuesta de;

- Una resina epoxica con adecuada viscosidad que asegure la impregnación a las bobinas.
- Un endurecedor anhídrido modificado por un flexibilizador.
- Una carga activa ignífuga, compuesta de **alúmina trihidratada** y de sílice.

Las **bobinas de BT** deberán fabricarse con Aluminio o Cobre de acuerdo al diseño del fabricante con aislamiento clase F. Siguiendo la técnica del bobinado de banda que permite obtener esfuerzos axiales nulos en condiciones de cortocircuito. Estas bobinas estarán **impregnadas** con una resina epoxica de **clase F**

Los **puntos de conexión** en alta tensión deberán ser con barras de tubo de cobre rígido, protegido con una funda aislante termocontráctil y para BT finalizará en un punto de conexión plateado que permite la conexión sin necesidad de conectadores especiales.

Contará con un **cambiador de 5 derivaciones** (+2 y -2 de 2.5% c/u) y usarán barras de conmutación operables estando el transformador sin energizar, la regulación de derivaciones debe actuar sobre la tensión más alta. Las barras de conmutación estarán colocadas en la bobina de AT.

### **Protección Térmica.**

Estos transformadores se equipan con un dispositivo de protección térmica formado por:

- ◆ 2 juegos de 3 sensores PTC, un sensor para "Alarma 1" y otro para "Alarma 2" por cada fase, instalados en las bobinas del transformador. Se colocan en un tubo para permitir que sean reemplazados si alguna vez es necesario.
- ◆ Un convertidor electrónico Z con dos circuitos de medición independientes, equipados con un contacto inversor, uno para "Alarma 1" el otro para "Alarma 2". La posición de los relees es señalado por dos diodos LED de color diferente: alarma 1= LED amarillo, alarma 2= LED rojo. Un tercer LED de color verde indica la presencia de voltaje. Estas tres luces indicadoras están en el frente del convertidor. El convertidor electrónico deberá ser instalado lejos del transformador.
- ◆ Un bornero de conexiones de las sondas PTC al convertidor electrónico Z.

Las sondas PTC se suministran conectadas al bornero, localizado en la parte superior del transformador.

El convertidor se proporciona suelto junto con el transformador, completamente empaquetado con su diagrama de alambrando.

Como opción se puede suministrar el dispositivo de protección térmica (control y medida) comprendiendo:

- ◆ 1 Conjunto de 3 sondas PT 100 a razón de una sonda por fase conectadas a un bornero con conector desenchufable
- ◆ 1 termómetro digital T 154 caracterizado por tres circuitos independientes.

Dos circuitos controlan la temperatura captada por las sondas PT100 (alarma y disparo), y un tercer circuito controla los defectos de las sondas o el corte de la alimentación eléctrica. El termómetro será suministrado embalado, sin montar, con el esquema de conexiones junto con el transformador.

Deberá contar con un **display digital** en el que se mostrarán los valores de temperatura de las bobinas incluyendo la **protección térmica** compuesta de:

- Sensores PT100. - Cada sensor PT100 (Un cable blanco y 2 cables rojos integrados en una sola cubierta) debe instalarse en la parte viva del transformador, ubicando uno por cada fase y colocados en un tubo el cual permite sean remplazados si es necesario.
- Un Termómetro Digital, con tres circuitos independientes  
Dos de los circuitos monitorean la temperatura capturada por los sensores PT100; uno para la alarma 1 (140°C) y el segundo para la alarma 2 (150°C). El tercer circuito permite el monitoreo de señales de falla.  
En caso de requerir ventilación forzada, se debe contar con una salida para controlar el encendido de los ventiladores tangenciales (130°C).
- Un Bloc de Terminales para conectar los sensores PT100 al termómetro digital, este bloc deberá estar equipado con un conector enchufable.

El transformador estará contenido en un gabinete metálico tipo IP 31 (excepto la base que es IP 21) para instalación en interiores, acabado con pintura anticorrosiva en color RAL-9002 y contar con los siguientes accesorios:

- 4 ruedas planas multidireccionales
- 4 cárcamos de elevación.
- Agujeros de arrastre sobre el chasis.
- 2 terminales de puesta a tierra.
- Placa de datos.

- 2 etiquetas de advertencia "Peligro".
- Un certificado de pruebas de rutina.
- Un instructivo de instalación, puesta en servicio y mantenimiento.

El transformador deberá ser de clase climática C2, clase ambiental E2 y resistencia al fuego F1, como está definido en el anexo B3 de HD 464 S1: 1988 / A2: 1991. Estas clasificaciones deberán indicarse en la placa de datos y contarse con los certificados respectivos.

Se deberán realizar al equipo las siguientes pruebas de rutina.

- Medición de la resistencia de los devanados.
- Medición de relación de transformación y control del grupo de conexión.
- Medición de las pérdidas y corriente en vacío.
- Prueba de potencial aplicado.
- Prueba de tensión inducida.
- Medición de resistencia de aislamiento y pérdidas debidas a la carga.
- Medición de descargas parciales

### **Pruebas tipo o Pruebas especiales**

Estas pruebas pueden pedirse como opción, pero está sujeto al acuerdo previo del proveedor:

- Prueba de elevación de temperatura llevada a cabo de acuerdo con el método de simulación de carga, como está definido por la norma IEC 726.
- Prueba de impulso de rayo.
- Prueba de cortocircuito.
- Medición del nivel de ruido de acuerdo con IEC 551.

(Todas las pruebas son definidas por el HD 464 S1 Documento de Harmonización: 1988, las normas IEC 726 y IEC 76-1 a 76-5).

**El valor de la medición de descargas parciales deberá ser menor o igual a 10 pC a 1.10 Um.**

### **3 Características Técnicas**

#### **3.1 Libre de Mantenimiento Eléctrico.**

El transformador no deberá requerir cambio de sus aislamientos, a diferencia de los equipos en aceite que requieren un continuo monitoreo de las características del dieléctrico y el eventual cambio del mismo.

#### **3.2 Encapsulado (Bobina de alta tensión moldeada en resina epoxica) con aislamiento F.**

Mayor protección y respuesta ante esfuerzos de corto circuito que los transformadores Secos con aislamiento H y que los transformadores en aceite.

Adecuado para instalarse en condiciones ambientales críticas y áreas peligrosas, gracias al moldeo de su bobina de Alta Tensión.

#### **3.3 Auto extingible (clasificación F1), con protección de Alúmina Trihidratada.**

Limita la posibilidad de incendio y cumple con la máxima clasificación contra incendios.

En el compuesto con el que se fabrican las bobinas de Alta tensión deberá tener la inclusión de Alúmina Trihidratada, para generar los 3 efectos antifuego, que evitan que el transformador genere o propague un incendio:

- Primer Efecto Anti-fuego.- generación de alúmina.
- Segundo Efecto Anti-fuego.- creación de vapor de agua.
- Tercer Efecto Anti-fuego.- absorción de calor por la alúmina.

#### **3.4 Reducido costo de instalación.**

El transformador seco encapsulado elimina la necesidad de construcción de una bóveda y contenedor de aceite, según lo especifica la norma NOM-001-SEDE, para instalación de transformadores en interiores.

El diseño de su gabinete debe permitir una gran facilidad en la instalación por cables.

**3.5 Sobre elevación de temperatura de 100°C que permite mayor vida útil del equipo.**

Superior a los 150°C de los transformadores secos y a los 115°C de los encapsulados comunes, que permiten mayor desgaste en sus aislamientos. Sin degradamiento de su elemento aislante como en el caso de los transformadores en aceite.

**3.6 Preparación para Futuro Aire Forzado que permita una capacidad de sobrecarga del 25% en equipos de 630 kVA y superiores.**

Evita el sobredimensionamiento del transformador por crecimientos futuros, porque estos se podrían absorber con ventilación forzada (comprando a futuro los ventiladores).

**3.7 Ventilación Forzada que permite incremento de 40% de la capacidad.**

Superior al 33% de un transformador seco o 15% de un transformador en aceite.

**3.8 Nivel de descargas Parciales menor a 10pC**

Deben garantizar la mejor respuesta al cortocircuito y choque térmico, que dan muestra de la fortaleza del tratamiento de encapsulado (menor posibilidad de fractura en la bobina de AT).

**3.9 Deben contar con los certificados C2 y E2.**

Máxima clasificación en pruebas de resistencia climática y ambiental.

## Anexo III

### Especificación Técnica Descriptiva para Tablero Auto soportado de Baja Tensión

#### **1. Breve descripción del producto**

El tablero de baja tensión debe ser totalmente cerrado, de frente muerto, autoportado, alineado por el frente y por la parte posterior, requiriéndose accesibilidad desde el frente y por la parte posterior. La protección del tablero debe ser Tipo 1 (en interiores para propósitos generales), y podrá ser Tipo 3R (para exteriores a prueba de lluvia sin pasillo). La estructura debe ser de lámina de acero estirada en frío de un espesor de 2.78 mm (calibre 12 USG), y las tapas y cubiertas de un espesor de 1.99 mm (calibre 14 USG). El frente, la parte posterior y los lados, deben usar tapas de cierre removible prefabricadas. removibles con una sola herramienta. También se deberá incluir una tapa superior removible por sección.

Cada sección metálica podrá contener una o más preparaciones para montaje individual de interruptor en versión fija o removible, además podrá incluir un panel de distribución para montaje de interruptores termomagnéticos de caja moldeada, así como compartimentos para instrumentación, medición o supresores de transitorios de tensión TVSS. Canales metálicas removibles serán atornilladas a la estructura para soportar rígidamente la sección completa de embarque y para su montaje en piso. El acabado será en color gris ANSI 49.

Los anchos de las secciones serán de 762 mm (30 pulg.), 914 mm (36 pulg.), 1067 mm (42 pulg.), o 1219 mm (48 pulg.), dependiendo del tipo de sección típica a utilizar y los interruptores a ser instalados. El tablero deberá proveer un espacio libre para doblez de cables adecuado para interruptores principales y derivados, usando cables hasta de una sección transversal de 380 mm<sup>2</sup> (750 kcmil). El fondo de la sección tendrá un mínimo de 610 mm (24 pulg.) cuando se instalen sólo interruptores de caja moldeada; y de 1219 mm (48 pulg.) cuando se incluyan interruptores de potencia. La entrada de cables se permitirá tanto por la parte superior o inferior del tablero.

El tablero debe estar preparado en secciones unitarias de embarque que no exceden 1676 mm (66 pulg.) de ancho para permitir la fácil transportación ya sea incluso por montacargas o patín. Cada sección de embarque será provista con canales de levantamiento. Canales base removibles serán proporcionadas con preparaciones que permitan el paso de tornillos para facilitar la fijación en el sitio final.

Las barras conductoras principales del tablero deben ser de cobre plateado de sección transversal suficiente para cumplir la prueba de elevación de temperatura de acuerdo a las normas NMX-J-118/2 y UL 891. Todas las uniones de barras consistirán de tornillos grado 5 y roldanas Bellville (cónicas) para resistir los esfuerzos mecánicos que se presentan durante un cortocircuito. El acabado deberá ser aplicado continuamente sobre todas las trayectorias de barras. Se deben considerar provisiones para empalmes futuros a secciones adicionales en ambos extremos.

La barra de neutro debe tener una capacidad de conducción de corriente del 100% con respecto a las barras principales.

## **2. Características Técnicas**

El tablero autoportado debe estar diseñado y fabricado para cumplir con NMX-J-118-2. Los Interruptores termomagnéticos serán construidos de acuerdo a NMX-J-266 ANCE, NMX-J-265 y UL 489, los interruptores de potencia cumplirán con la norma IEC 60-947-1 y 2.

La capacidad de corriente de los tableros auto soportados de baja tensión será determinada por la carga de los circuitos a alimentar. Las diferentes capacidades de corriente se obtienen de la siguiente tabla.

Capacidad del sistema

800 A  
1 000 A  
1 200 A  
1 600 A

Capacidad del sistema

2 000 A  
2 500 A  
3 200 A  
4 000 A

La capacidad de corriente de corto circuito de un tablero será la que se especifique en los dibujos de ingeniería. La interrupción del circuito deberá realizarse por el interruptor y sin la ayuda de fusibles Limitadores. La capacidad de corto tiempo de los interruptores deberá ser como se especifica en los Dibujos. Para cuando el interruptor principal es del tipo electromagnético, las capacidades de interrupción del corto circuito puede seleccionarse de la siguiente tabla:

Tensión de Servicio		Tamaño
240 V c.a.	480-V c.a.	De Marco
65 kAIR	65 kAIR	800-3 200 A
65 kAIR	65 kAIR	4 000 A
100 kAIR	100 kAIR	4 000b A
100 kAIR	100 kAIR	5 000-6 000 A

El ensamble será diseñado para usarse en sistemas eléctricos de 60Hz y hasta 600 V c.a.

La resistencia del tablero a los esfuerzos de corto circuito debe garantizar hasta 100 kA

Cada interruptor de potencia deberá ser montado en su propio panel de montaje. Los interruptores de caja moldeada serán montados sobre el panel con barras. El frente de los interruptores podrá ser accesible a través de la puerta del tablero, permitiendo el acceso directo a botones operadores, mecanismos de operación (palancas), unidades de disparo y display. Los interruptores principales y derivados de potencia serán de energía almacenada de dos pasos. Los interruptores podrán ser tipo fijo o removible. Los interruptores del mismo marco podrán ser intercambiables como estándar. Todos los espacios preparados deberán estar completamente equipados para los interruptores futuros incluyendo mecanismos, barras y contactos secundarios.

Todas las conexiones del cliente para control secundario y comunicación deberán poder ser hechas desde el frente del tablero. Un área de alambrado dedicada será accesible desde el frente, que permita fácil acceso a todas las terminales de control y comunicación. Las conexiones de control serán con terminales tipo (clamp) grapa o con la opción tipo anillo. Todo el alambrado de control será con cable con una sección transversal de 2.082 mm<sup>2</sup> (calibre 14 AWG). Entradas de tubo (conduit) dedicado para alambrado de control será provisto en el techo y en la parte inferior de cada sección. Donde se requiera

espacio adicional (para instrumentación, TP's, medición, etc.) una sección auxiliar de medición podrá proporcionarse. Las secciones auxiliares de medición no deberán bloquear las trayectorias del alambrado de control y comunicación.

Los interruptores deberán ajustarse para la capacidad de corriente de cortocircuito sin el uso de fusibles limitadores de corriente. Los interruptores derivados de montaje en grupo deben ser accesibles y conectados totalmente desde el frente. Las conexiones del interruptor, a las barras del panel de distribución, deben ser de un diseño "auto-impulsión", tal que las conexiones se sujetan firmemente a las barras bajo condiciones de alta corriente de falla. Los interruptores deberán tener accesorios eléctricos intercambiables en campo incluyendo bobinas de disparo, contactos auxiliares, operadores eléctricos, bobinas de cierre y unidades de disparo.

Las conexiones secundarias deberán terminar al frente del interruptor. Cada interruptor deberá tener en su construcción interna indicadores de uso de contactos. Las unidades de disparo serán removibles para permitir su actualización. Las unidades de disparo deberán incorporar "sensores de valores rmc' y tener LED's indicadores de pickup de tiempo largo. Todas las unidades deberán tener la opción de cambiar a la posición OFF el instantáneo.

## Anexo IV

### Especificación para Centro de Control de Motores

#### 1 Objetivo y Campo de Aplicación

El objetivo de esta especificación es presentarle la Información Técnica de una forma precisa y clara, para que seleccionar y especificar el Centro de Control de Motores (CCM).

Estas especificaciones aplican a los Centros de Control de Motores (CCM), que operan en sistemas de corriente alterna, 3 fases-3 hilos 220/240 V c.a. 440/480 V c.a., 60 Hz ó 3 fases-4 hilos 220Y/127 V c.a. 440Y/254 V c.a., 60 Hz, con capacidades de aguante de cortocircuito en su estructura y barras de 42 kA simétricos hasta 65 kA simétricos.

#### 2 Referencias Normativas

- NEMA ICS-18 Instrucciones para el manejo operación y mantenimiento del Centro de Control de Motores.
- NOM-003-SCFI-2000 Productos eléctricos - Especificaciones de seguridad.
- NOM-024-SCFI-1998 Información comercial para empaques, instructivos y garantías de los productos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos.
- NOM-001-SEDE-1999 Instalaciones eléctricas (Utilización).
- NMX-J-353-ANCE Centro de Control de Motores especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-235/1-ANCE Envoltentes - Envoltentes (Gabinetes), Para uso en equipo eléctrico - parte 1 Requerimientos

generales - especificaciones y métodos de prueba.

- NMX-J-235/2-ANCE Envolvertes - Envolvertes (Gabinetes), Para uso en equipo eléctrico - parte 2 Requerimientos específicos - especificaciones y métodos de prueba.

### **3 Especificaciones**

#### **3.1. Generalidades**

El CCM es un Tablero eléctrico que alimenta, controla y protege circuitos cuya carga esencialmente consiste en motores y otras cargas eléctricas, que usa principalmente contactores o arrancadores como componentes de control, además estará diseñado para satisfacer los requerimientos de la Industria ligera, mediana y Construcción, ya que cuenta con unidades de alta densidad (hasta 12 combinaciones por sección vertical), lo que permite un mejor aprovechamiento del espacio.

Las unidades arrancadoras son una combinación inteligente de interruptor en caja moldeada con disparo termomagnético y arrancador magnético tipo IEC.

Los Centros de Control de Motores tendrán el método más adecuado para agrupar el control de motores eléctricos, equipos de automatización y distribución en un paquete compacto, estos deben consistir de una o más secciones verticales, con estructura auto soportada, completamente cerradas con frente muerto. Estas secciones darán alojamiento a las unidades removibles que toman su alimentación a través de un arreglo de barras horizontales y verticales que distribuyen la energía a todas y cada una de ellas.

Las unidades del CCM consistirán de componentes tales como; combinaciones arrancadoras para motores, interruptores alimentadores derivados, tableros de distribución de alumbrado, etc. Cada unidad deberá ser montada en forma independiente, asiladas entre sí y con puertas independientes.

#### **3.2. Clasificación de Alambrado**

##### **3.2.1 Clases y Tipos**

Los CCM's se suministran de fabrica con alambrado tipo A, B o C y como ensamble Clase I o Clase II.

Cada clase se debe suministrar con diagramas normalizados o los solicitados por el cliente.

Clase I CCM's con unidades cuyo alambrado es Independientes uno de otro, es decir no existen inter - alambrados entre unidades.

Clase II. CCM's con unidades cuyo alambrado interactúa con el de otras unidades, es decir existen interalambrados entre unidades, con el fin de tener un sistema de control completo con enlaces, bloqueos y secuencias.

Así mismo dentro de esta clasificación se tienen tres tipos:

Tipo A. Las unidades no incluyen bloques de tablillas terminales, es decir, el alambrado es de terminal a terminal de los dispositivos. (Solo en Clase I).

Tipo B. Las unidades incluyen bloques de tablillas terminales en dos modalidades:

Tipo BD. Únicamente tablillas para control.

Tipo BT. Incluye tablillas de Control y Fuerza.

Tipo C. Emplea unidades con alambrado tipo B, las cuales son alambradas de fábrica hasta un compartimiento con tablillas terminales maestras en la parte superior o inferior de cada sección vertical.

### **3.3 Características**

#### **3.3.1 Secciones Verticales**

Una sección estándar tiene como dimensiones 2286 mm (90 pulg.) de altura x 508 mm (20 pulg.) de Frente x 508 mm (20 pulg.) de Fondo, cada sección vertical provee 1829 mm (72 pulg.) de espacio disponible para el montaje de las unidades, la estructura debe ser de lamina de acero rolada en frío calibre 12 USG con esquinas soldadas y debe estar diseñada para aguantar esfuerzos mecánicos producidos por una corriente de cortocircuito de 42 kA simétricos como estándar y 65 kA simétricos opcionalmente.

Cada sección vertical debe contar con un ducto de alambrado vertical, a todo el fondo de la sección, debe incluir puerta de acceso al ducto, independiente de las unidades.

#### **3.3.2 Envoltente**

El envoltente del CCM se debe fabricar en los siguientes tipos:

Tipo 1.- Construido para uso interior, para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado y para proporcionar un grado de protección contra la suciedad.

Tipo 3R (sin pasillo).- Construido para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

### **3.3.3 Acabado**

Todas las partes de metálicas (a excepción de las partes estañadas usadas para conexiones de puesta a tierra) se les deben aplicar un acabado en esmalte horneado acrílico/alquidálico.

Todas las partes pintadas deben sujetarse a un proceso de tratamiento de varias etapas, seguido de una capa final de pintura.

El pre-tratamiento debe incluir:

Limpieza alcalina en caliente para quitar la grasa y el aceite.

Tratamiento de fosfato de hierro para mejorar la adhesión y la resistencia a la corrosión.

La pintura se debe aplicar usando un proceso de deposición o exposición electrolítica para asegurar un recubrimiento uniforme de la pintura con una alta adhesión.

A menos que se especifique otra cosa, o especificación del usuario, el color de la pintura en todas las superficies debe ser el gris claro ANSI No. 49 de acuerdo con la norma ANSI Z55.1-967 (60-70 de brillo).

### **3.3.4 Grupos de Embarque**

Los grupos de embarque se deben formar de una a tres secciones como máximo de 508 mm (20 pulg.) a 1 524 mm (60 pulg.) de frente respectivamente y se debe proveer un ángulo de levantamiento a todo lo largo del grupo de embarque.

### **3.3.5 Barras Horizontales**

Las barras horizontales, deben estar localizadas en la parte superior de la estructura para su fácil acceso a instalación y mantenimiento sin necesidad de remover unidades. Las barras deben ser de cobre electrolítico con acabado estañado en todo lo largo de la superficie para lograr una excelente conexión eléctrica, con capacidad de conducción de corriente de 600 o de 1 200 A nominales.

### **3.3.6 Barras Verticales**

Las barras verticales deben ser fabricadas de cobre electrolítico, con acabado estañado en toda la superficie, con capacidades de 300 A (como estándar) o 600 A nominales.

También debe contar con una barra vertical de puesta a tierra con una capacidad de conducción de corriente de 300 A, localizada en cada sección, que permita la puesta a tierra de las unidades, brindando seguridad al operador y reduciendo el ruido eléctrico.

### **3.3.7 Medios de Acometida**

Los medios de acometida pueden ser utilizando:

- Zapatas principales del tipo mecánico, colocadas en la parte superior de la sección, de las siguientes características;

Para 600 A, zapatas para dos cales de calibre de 3/0 AWG a 500 KCM, por fase, en cubículo de 152 mm (6 pulg.) de altura;

Para 800 A, zapatas para tres cales de calibre de 3/0 AWG a 500 KCM, por fase, en cubículo de 152 mm (6 pulg.) de altura;

Para 1 200 A, zapatas para cuatro cales de calibre de 3/0 AWG a 500 KCM, por fase, en cubículo de 305 mm (12 pulg.) de altura;

- Zapatas principales del tipo mecánico, colocadas en la parte inferior de la sección, de las siguientes características;

Para 600 A, zapatas para dos cales de calibre de 3/0 AWG a 500 KCM, por fase, en cubículo de 457 mm (18 pulg.) de altura;

Para 1 200 A, zapatas para cuatro cales de calibre de 3/0 AWG a 500 KCM, por fase, en sección de 635 mm (25 pulg.) de frente, ducto de 229 mm (9 pulg.), en cubículo de 914 mm (36 pulg.) de altura;

- Interruptor principal de caja moldeada con unidades de disparo termomagnético con actuador rotatorio de capacidades de 30 A a 1 200 A, colocado en la parte superior de la sección,

## **4 Medición**

El CCM debe contar con equipos de medición, para el monitoreo de variables eléctricas, de acuerdo con la siguiente tabla

Modelo
<b>Instrumentación Basica</b>
THD, V,I Min/Max (I, V, F, FP, THD, kW, kVAR), F, kVAR-h, kW-h, kW, kVAR, kVA, FP
Predicción de demanda Real/Reactiva/Aparente 3 fases total
Potencia de demanda Reactiva, Aparente presente y Pico
Potencia Real, Reactiva, Aparente por fase
Energía Real, Reactiva Entrada y Salida (kW-h) kVAR-h)
Demanda de potencia real Pico, Demanda de potencia real presente
<b>Instrumentación Avanzada</b>
Tendencia y Pronostico
Magnitud fundamental Tensión/Corriente por fase y ángulo por fase
Potencia Fundamental Real y Reactiva, 3 fases y por fase, corriente, tierra
Energía incremental real, Reactiva y Aparente Entrada y Salida, total 3 fases
<b>Registro</b>
Memoria (estándar/opcional)
Resumen de Energía, Registro Intervalo Min/Max/Promedio, Registro de Min/Max
Registro de Alarmas / Eventos, Registro de Mantenimiento
Registro de Facturación
<b>Tiempo de Sincronización</b>
Capacidad de sincronización de Reloj x GPS
Sincronización de Demanda (reloj, comms, pulso), Demanda x Intervalo de Bloc
<b>Grabación de Eventos</b>
Grabación de Eventos 100 ms, Captura de forma de onda Disturbios
Captura de forma de Onda Estado Estable
<b>Alarmas</b>
Resumen de Alarmas, Alta Velocidad (100 ms)
Disturbios (10 msec)
Entradas/Salidas Digitales, Lógica Booleana
Setpoint Puntos de Ajuste Alarmas V, kW, kVA, I, FP, kVAR
<b>Calidad de la Energía</b>
Detección de Dirección de Disturbios, Medición de Sag/Swell
EN50160 Resumen Pass/Fail
ITIC/SEMI F47/NEMA MG-1-98
Flujo de Potencia Armónica
Resolución armónica. Lecturas individuales de armónicas V c.a. e I c.a.
<b>Comunicaciones</b>
Tarjeta Ethernet (instalada en el medidor)
Puerto Infrarrojo
RS485
<b>Entradas/Salidas (I/O)</b>
Time Stamping Accuracy
I/O Analógicas Máximas Opcionales
I/O Digitales Opcionales
<b>Características de Medición</b>
Gama de muestreo, Muestras Ciclos en 60 Hz
Precisión de Lecturas de V c.a. / I c.a.
Gama de entrada de V c.a.
Gama estándar de entrada de I c.a. (máximo)
<b>Alimentación de Control (Gama de tensión)</b>
V c.a.
V c.c.
<b>Cumplimiento de Normas</b>
Precisión Clase IEC
Precisión ANSI 12.20
<b>Otras</b>
Servidor WEB con Memoria
Envío de correo electrónico x Alarma
Actualización de firmware

## 5 Unidades Disponibles

Las unidades disponibles para el CCM deben estar integradas por interruptores en caja moldeada, con bloqueo por candado en la posición Dentro o Fuera además la puerta deberá tener un bloqueo mecánico para cuando la unidad este energizada y este mecanismo impida la apertura de la puerta. La manija de accionamiento del interruptor deberá tener un mecanismo para la apertura de la puerta en posición dentro (del interruptor), para que se le realicen pruebas a la unidad por el personal autorizado.

Además deben cumplir con los siguientes puntos:

- Tornillos indicadores cautivos de 1/4 de vuelta para asegurar las puertas, con indicación de cierre visible;
- Unidades removibles para mayor flexibilidad de configuración y mantenimiento;
- Puertas embisagradas con pernos de cabeza L para facilidad del mantenimiento de la unidad;
- Entrepaños con guías de inserción que permiten la perfecta alineación de la unidad al momento de insertarla y enchufarla a las barras verticales;
- Mecanismo de levas de inserción para unidades de 229 mm (9pulg) y mayores, que permiten una inserción / extracción segura con menor esfuerzo;
- Alta densidad de arreglos en combinaciones a Tensión Plena no Reversible, Reversibles y Unidades con Interruptor Derivado en 152 mm (6pulg) de altura.

### **5.1 Unidades con Interruptor Derivado**

Las unidades deben contener interruptor en caja moldeada con unidad de disparo termomagnético, con actuador rotatorio en arreglo sencillo hasta 600 A nominales (véase tabla 3 y 4).

### **5.2 Unidades Combinadas de Control de Motores**

Las unidades combinadas para el control de motores deberán estar compuestas por un interruptor en caja moldeada con unidad de disparo tipo termomagnético, con actuador rotatorio y arrancador magnético tipo TeSys IEC de Telemecanique, con relevador de sobrecarga del tipo bimetálico de restablecimiento manual.

Tipos de unidades combinadas de control de motores:

- Tensión plena no reversible (TPNR):
- Tensión Reducida tipo Autotransformador (TRTA).

### **5.2.1 Opciones de las Unidades Combinadas de Control de Motores**

Las unidades pueden tener uno o más de un componente de los que se describen a continuación:

La alimentación del circuito de control, puede ser:

- Control separado a 110 V y debe incluir un fusible y bloqueo en la manija de operación;
- Control a tensión de línea con dos fusibles;
- Control por transformador de control individual, con dos fusibles de protección primaria y un fusible de protección secundaria, de 120 V en el secundario

Dispositivos pilotos:

- Los botones de arranque y paro ;
- Las lámparas piloto, con lámpara piloto incandescente o lámpara piloto tipo LED;
- El botón de restablecer externo;
- Tablillas terminales para el circuito de control.

### **5.3 Tableros de Alumbrado**

En el CCM deben instalarse tableros de distribución de alumbrado atornillable o enchufable y estos pueden ir con interruptor principal con capacidad nominal de 100 a 225 A de acuerdo a lo indicado en las especificaciones del licitador.

### **5.4 Transformadores de Distribución**

Se pueden instalar transformadores de control y de alumbrado, tipo seco con protección primaria a través de interruptor en caja moldeada con disparo termomagnético, monofásicos o trifásicos de acuerdo a las siguientes tablas:

## **6 Tipos de Construcción**

### **6.1 Espalda con Espalda (back to back)**

En este tipo de construcción el CCM utiliza dos frentes de secciones verticales separadas, colocadas espalda con espalda. Este arreglo permite usar todo el espacio de montaje trasero, cada frente lleva su arreglo de barras verticales y horizontales separadas de modo que no pueda existir alguna inversión de fase y no exista interferencia entre unidades al enchufarlas. Este tipo de construcción tiene un fondo total de 1 041 mm (41 pulg.), 25 mm (1 pulg.) para absorber el espacio de los tornillos posteriores).

### **6.2 Sección Esquinera**

La sección esquinera deberá proporcionar un arreglo de barras continuo, lo que permite configuraciones de los CCM's en "L". Este tipo de arreglos se instala en lugares con paredes esquinadas

## **7 Unidades Misceláneas**

### **7.1 Compartimentos Terminales Maestros sin Alambrar**

Este compartimiento deberá estar formado por un panel removible liso con puerta embisagrada, bloques de tablillas terminales enchufables [96 terminales de control en un espacio de 305 mm (12 pulg.)], así como cunas de montaje. Los compartimentos deben estar localizados en la parte superior o inferior de las secciones de 508 mm (20 pulg.) de profundidad, Las tablillas se ocuparan para el alambrado Tipo C.

### **7.2 Puertas Ciegas**

Estas puertas son requeridas para llenar cualquier espacio no ocupado, cuando se realiza el arreglo de las unidades enchufables en un CCM existente en campo. En los CCM's ensamblados en fabrica, se debe considerar en forma automática el numero adecuado de puertas ciegas para cualquier espacio no ocupado.

### **7.3 Placas Leyenda**

Las placas leyenda deberán ser de acuerdo a lo expuesto en la tabla 19.

### **7.4 Unidades de Montaje Vacías**

Las unidades de montaje vacías deben incluir, un panel removible liso con puerta embisagrada para proporcionar espacio para montar dispositivo (del usuario). Las dimensiones del panel de montaje deben ser de 352 mm (13.85 pulg.) de ancho X 241 mm (9.5 pulg.) de profundidad.

## Anexo V

### Especificación Descriptiva del Banco de capacitores automático para corrección de factor de potencia.

#### 1. Breve descripción del producto

Bancos de capacitores automáticos para la corrección del factor de potencia de un modo centralizado en aplicaciones donde la carga cambia continuamente, por lo que se deberá suministrar un equipo que pueda compensar cantidades variables de potencia reactiva. Para lograrlo, el banco de capacitores automático contará con un regulador de potencia reactiva, que mida el factor de potencia de la planta por medio de una señal de corriente que recibe de un transformador de corriente remoto (suministrado con el equipo). En función del factor de potencia medido, el regulador de potencia reactiva mandará una señal de control a contactores para conectar o desconectar los módulos de capacitores. Los contactores deberán ser especialmente diseñados para el trabajo con corrientes capacitivas

Los bancos de capacitores automáticos se utilizan en sistemas trifásicos con frecuencia nominal de 60 Hz y tensión nominal entre fases de 240 V c.a. ó 480 V c.a., Existen dos modelos que se diferencian por el tipo de montaje.

<b>Envoltente Tipo</b>	<b>Montaje</b>	<b>kVAR a 240 V c.a.</b>	<b>kVAR a 480 V c.a.</b>
<b>Nema 1</b>	En pared	20, 30, 40, 50, 60, 75, 90, 100	30, 40, 50, 75, 90, 100, 120, 150, 180
<b>Nema 1 ó Nema 3R</b>	Auto soportado	75, 90, 120, 160, 200, 240, 280, 320	120, 150, 180, 210, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 660, 720

El banco de capacitores automático deberá poder suministrarse con interruptor principal o con zapatas principales. En ambos casos las terminales de conexión que reciben los cables de alimentación que llegan al banco de capacitores deberán ser de fácil acceso. Se deberán incluir una zapata de puesta a tierra así como las etiquetas de advertencia para la operación del equipo.

Los bancos de capacitores automáticos deberán suministrarse en un gabinete fabricado con lámina de acero rolada en frío, calibre No. 14. El acabado del gabinete deberá ser con pintura de poliéster texturizado color gris ANSI 49 ó gris ANSI 61 o verde ASA 628. El acabado del gabinete deberá incluir los procesos de Limpiado, Fosfatizado, pintura poliéster electro depositada y polimerizado. El

equipo para montaje en pared deberá estar preparado con barrenos internos para su montaje y debe ser un gabinete tipo NEMA 1 adecuado para interiores. El equipo para montaje en piso deberá estar preparada con una estructura angular auto soportada con barrenos para su fijación, el gabinete puede ser NEMA 1 o NEMA 3R de acuerdo a las necesidades del proyecto.

## **2. Características técnicas importantes**

Los bancos de capacitores automáticos estarán contruidos por módulos trifásicos en conexión delta. Los módulos estarán conformados por capacitores contruidos totalmente con un sistema dieléctrico seco y una envolvente de plástico que ofrece un doble aislamiento eléctrico, excelentes propiedades mecánicas y rangos de auto extinción máximos con certificado UL 94 5 VA.

El capacitor deberán ser fabricado bajo ISO 14001, con dieléctrico seco a base de una película de propileno metalizado de autocalentamiento para auto cicatrización que no requiere de impregnación de líquidos o gas, por lo que no tiene problemas de fugas de líquidos y por lo tanto no afecta el medio ambiente, además, debe tener perdidas menores de 0.7W/kVAR (Incluyendo la resistencia interna), lo que prolonga su vida útil.

El diseño del capacitor debe incluir un sistema de protección de alta calidad "HQ" (High Quality) que incluye en su interior una membrana de sobrepresión, un disco metálico y contactos de protección y una resistencia de descarga. Estos elementos están integrados en cada unidad de capacitor, proporcionando una seguridad total que funciona de la siguiente manera:

- La resistencia interna de descarga permite que en un minuto la tensión en las terminales del capacitor sea menor de 50 V.
- En caso de una falla de baja corriente la protección es proporcionada por el movimiento de una membrana de desconexión por sobrepresión, la que se eleva haciendo que el disco metálico toque los contactos de protección, que a su vez crea un cortocircuito que abre el fusible interno.

El diseño del capacitor debe cumplir con las normas:

- IEC 60831-1 "Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rater voltage up to and including 1000 V – Part 1: General - Performance, testing and rating – Safety requirements – Guide for installation and operation".
- IEC 60831-2 "Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rater voltage up to and including 1000 V – Part 2: Ageing test, Self-healing test and destruction test".

- UL 810 “Capacitores”

El interruptor principal en el banco de capacitores fijo debe ser del tipo termomagnético de caja moldeada, debe estar integrado dentro del mismo gabinete del banco de capacitores. Se debe permitir que la palanca de operación del interruptor pueda ser accionada desde el frente del equipo sin abrir la puerta, Además, el interruptor debe cumplir con las siguientes características:

- Mecanismo de disparo libre, apertura y cierre rápidos.
- Indicador de disparo con la palanca en posición central.
- Conexión inversa, los extremos línea y carga son indistintos, por lo que la alimentación puede llevarse a cabo por uno u otro extremo del interruptor.
- Zapatas de aluminio estañadas.
- Manija tipo Toggle.
- Mantenimiento no requerido,
- Capacidad interruptiva y calibre máximo del conductor como se muestra en la siguiente tabla:

<b>Tensión</b>	<b>kVAR</b>	<b>Capacidad Interruptiva</b>	<b>Tamaño Máximo del Conductor</b>
240 V c.a.	20, 30, 40, 50, 60	42 kA	1 de 152.41 mm <sup>2</sup> (300 MCM)
240 V c.a.	75, 90, 100, 120, 160	50 kA	2 de 152.41 mm <sup>2</sup> (300 MCM)
240 V c.a.	200, 240, 280, 320	65 kA	4 de 152.41 mm <sup>2</sup> (300 MCM)
480 V c.a.	30, 40, 50, 75, 90, 100, 120*, 150*	25 kA	1 de 152.41 mm <sup>2</sup> (300 MCM)
480 V c.a.	120^, 150^, 180, 210, 250, 300	30 kA	2 de 152.41 mm <sup>2</sup> (300 MCM)

480 V c.a.	350, 400, 450, 500, 550, 600, 660, 720	50 kA	4 de 152.41 mm <sup>2</sup> (300 MCM)
------------	----------------------------------------	-------	------------------------------------------

**\*=Tipo Montaje en pared**

**^=Tipo Auto soportado**

El banco de capacitores automático debe cumplir las siguientes especificaciones:

- Sobre tensión continua: 1.1 la tensión nominal, ocho horas por día.
- Sobrecarga continua de amperes; 30%
- Rango de temperatura nominal: -5°C a + 40°C
- Tolerancia en la capacitancia: de 0 a + 10%
- Nivel de Aislamiento de los capacitores: Ensayo a Frecuencia Nominal de 1 Minuto
- Resistiendo : 6 kV 1.2/50 mS: 25 Kv

Las dimensiones de los gabinetes deben ser las siguientes:

#### **Gabinetes, Montaje en Pared, NEMA 1**

<b>Tensión</b>	<b>kVAR</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Alto (mm)</b>	<b>Fondo (mm)</b>
240 V c.a.	20, 30, 40	700	1016	326
240 V c.a.	50, 60, 75, 90, 100	889	1306	488
480 V c.a.	30, 40, 50, 75	700	1016	326
480 V c.a.	90, 100, 120, 150, 180	889	1306	488

#### **Gabinetes, Montaje Auto soportado, NEMA 1**

<b>Tensión</b>	<b>kVAR</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Alto (mm)</b>	<b>Fondo (mm)+</b>
240 V c.a.	75, 90, 120, 160, 200, 240, 280,	762	2324	610
240 V	320	1524	2324	610

c.a.				
480 V c.a.	120, 150, 180, 210, 250, 300, 350,	762	2324	610
480 V c.a.	400, 450, 500, 550, 600, 660, 720	1524	2324	610

**+ Envolvente NEMA 3R tiene fondo de 1060 mm**

El banco de capacitores automatizado debe incluir contactores específicamente diseñados para operar con capacitores, y no contactores estándar que deben sobredimensionarse para operar con capacitores. Los contactores diseñados al 100% para operar con capacitores deben incluir un bloque de contactos de paso de precierre y resistencias de preinserción que limitan el valor de la corriente. Los contactores deben cumplir con las normas IEC 70, IEC831 y UL para contactores. Deben de tolerar un valor de corriente pico de interrupción de 200 veces la corriente nominal, y deben cubrir las siguientes características de operación

<b>Contactador</b>	<b>Rango máximo de operación</b>	<b>Durabilidad eléctrica a carga nominal</b>
LC1-DFK, DMK, DPK	240 Ciclos de operación por hora	300 000 Ciclos de operación
LC1-DWK	100 Ciclos de operación por hora	200 000 Ciclos de operación

Los bancos de capacitores automáticos deben incluir un transformador de corriente con relación de transformación a 5 amperes en el secundario. El transformador debe ser instalado aguas arriba de la carga y del banco de capacitores. Se debe suministrar una tablilla cortocircuitable en la platina de control del banco. El transformador no tiene costo adicional, sin embargo si debe ser especificado como TRCC XXXX:5 para un Transformador de corriente tipo cerrado para cable, o bien TRCB XXXX:5 para un transformador de corriente tipo núcleo bipartido para barra, en ambos casos XXXX debe ser sustituido por el valor de la corriente nominal del primario del TC.

Los bancos de capacitores automáticos deben incluir un regulador de factor de potencia electrónico preprogramado. Este equipo que debe medir y mostrar permanentemente la potencia reactiva. Debe controlar la conexión y desconexión de los pasos del banco de capacitores, mostrando estado de los pasos. El regulador debe permitir que ocho alarmas diferentes puedan ser detectadas y desplegadas, permaneciendo los mensajes en la pantalla hasta que se realiza un restablecimiento manual. En situaciones de baja tensión de entrada todos los pasos se deberán desconectar automáticamente con la finalidad de proteger el equipo. Bancos de capacitores tipo montaje en pared

tendrán un factor de potencia electrónico preprogramado de 6 pasos, Bancos de capacitores autosoportados tendrán un factor de potencia electrónico preprogramado de 12 pasos. Otras características que debe cumplir el regulador de factor de potencia son:

Exactitud:	2.5%
Cumplimiento con Normas:	EN 50081-2, EN 50082-2, IEC 664, VDE 0110, IEC 1010-1 y EN61010-1
Temperatura en trabajo:	0 a +50 °C
Temperatura en bodega:	-20 °C a + 60 °C
Humedad (no condensada):	90%
Corriente mínima de entrada:	0.18 amperes en el secundario del TC
Sobre carga admisible:	10 x $I_n$ durante 5 segundos
Sobre tensión admisible:	2 x $V_n$ durante 5 segundos

## Anexo VI

### Especificación Técnica Descriptiva para UPS monofásica

#### 1. Breve descripción del producto.

El sistema de energía ininterrumpible (UPS) con topología en Línea Doble Conversión deberá operar en conjunto con las características del sistema eléctrico existente para proveer de alta calidad al acondicionamiento de la energía, respaldo, protección y distribución para las cargas del equipo electrónico.

El sistema de energía ininterrumpible (UPS), además, deberá de contra con las siguientes características:

- Provee protección para cuartos de computadora, redes y sistemas de Internet y Telecomunicaciones.
- Tecnología en Línea Doble Conversión.
- Arranque en frío y protección de descarga profunda.
- Corrige las variaciones de tensión y ofrece un amplio rango de tolerancia en la tensión de entrada (84 V c.a.- 264 V c.a.)
- Transferencia automática a puente derivador (By-pass) en caso de sobrecarga o falla de la UPS.
- Administración y gestión local o remota vía software.
- Tiempo de respaldo de 10 minutos hasta 8 horas.
- Recargo de la batería al 80% en dos horas.
- Protección de la batería por descarga profunda.
- Combinando dos equipos se puede crear una solución para aplicaciones redundantes.
- Monitoreo del estado de las UPS's vía red.

- Posibilidad de reemplazar las baterías sin necesidad de desenergizar la aplicación.

Tiempo de respaldo (horas): Capacidad v.s. Carga

Capacidad	Carga	Configuración Estándar	Batería tipo LA	Batería tipo XLA	Batería tipo 2xXLA
<b>4.5 kVA</b>	3 kW (plena)	0:14	0:35	0:50	1:37
	2 kW	0:28	0:54	1:25	2:26
	1 kW	0:49	1:37	2:44	4:54
<b>6 kVA</b>	4 kW (plena)	0:09	0:26	0:39	1:13
	3 kW	0:14	0:35	0:50	1:37
	2 kW	0:28	0:54	1:25	2:26
	1 kW	0:49	1:37	2:44	4:54
<b>9 kVA</b>	6 kW (plena)	0:14	0:35	0:55	1:40
	5 kW	0:20	0:40	1:08	1:58
	4 kW	0:29	0:55	1:28	2:30
	3 kW	0:38	1:07	1:45	3:10
	2 kW	0:51	1:57	2:53	5:04
<b>12 kVA</b>	8 kW (plena)	0:09	0:24	0:40	1:09
	7 kW	0:12	0:29	0:45	1:22
	6 kW	0:14	0:35	0:55	1:40
	5 kW	0:20	0:40	1:08	1:58
	4 kW	0:29	0:55	1:28	2:30
	3 kW	0:38	1:07	1:45	3:10
	2 kW	0:51	1:57	2:53	5:04

El Sistema de Energía Ininterrumpible (UPS) deberá de operar bajo las siguientes condiciones ambientales:

**A. Temperatura:**

De operación

0° a 40°C (32°F a 104°F)

**B. Ruido audible: 45 dB**

**2. Características técnicas importantes**

La UPS debe de cumplir con las siguientes normas de calidad:

- NOM-001
- Reglas FCC y regulaciones de la parte 15, subparte J, clase A
- Listado por UL, norma para equipos de Sistemas de Energía Ininterrumpibles (UPS's)
- UL Canadiense ISO 9001 y 14001

El fabricante deberá de estar especializado en la manufactura de UPS's con tecnología en línea de doble conversión con un mínimo de 20 años de experiencia comprobable y con una amplia cobertura a nivel nacional en su organización de Servicios.

El fabricante deberá de estar certificado con ISO 9001 y sus diseños deberán de cubrir las normas internacionales.

En caso de requerirse el fabricante deberá proporcionar un reporte documentado del procedimiento de pruebas para probar todas las funciones del módulo de la UPS y de los módulos de baterías (vía una prueba de descarga) que garantice el cumplimiento con lo especificado.

Todos los materiales y componentes de la UPS deberán de ser de manufactura reciente, y no haber recibido algún tipo de mantenimiento, excepto como un requerimiento durante la prueba de fábrica. Todos los dispositivos electrónicos activos deberán ser de estado sólido y no exceder las tolerancias recomendadas por el fabricante en cuanto a la temperatura o corriente para asegurar un máximo rendimiento. Todos los dispositivos semiconductores deberán de ser sellados.

El equipo y sus componentes deberán de ser empacados de forma que garanticen y prevengan la penetración de suciedad y permita su transportación segura ya sea terrestre o área, según se especifique.

El equipo deberá de ser protegido contra temperatura y humedad extrema.

En el caso de que las baterías permanezcan almacenadas por períodos que excedan los tres meses, se deberán de recargar por un lapso de ocho horas.

La UPS deberá de respaldar automáticamente vía batería si el voltaje de entrada es de 84 - 264 V c.a.

## Anexo VII

### Ficha Técnica Descriptiva Para el PLC

#### 1. Descripción del producto.

El Controlador Lógico Programable (también denominado **PLC** por sus siglas en Inglés) debe ser de tecnología digital basada en múltiples microprocesadores, fabricación por Montaje En Superficie, ser de arquitectura modular y escalable mediante cambio de CPU's (conocidos como **Unidad Central de Procesamiento**) para aumentar capacidad de procesamiento o adición de fuentes de poder y bastidores de montaje con el fin de aumentar la capacidad de manejo de hardware propio del PLC. Debe tener las funciones de procesamiento, alimentación eléctrica, comunicación digital, enlace directo a dispositivos electromecánicos e instrumentación de campo en componentes individuales y separados en formato módulo, cada uno de éstos montados sobre uno o más bastidores (donde se fijan todos los componentes y se conectan a través de un bus) para que trabajen de manera coordinada como un sistema de control. Todos los componentes del PLC, una vez montados sobre sus bastidores de montaje y dentro de los gabinetes de control debidamente puestos a tierra (aterrizados) y acondicionados adecuadamente para operar en el ambiente de trabajo, deben soportar las condiciones eléctricas y ambientales que a continuación se enlistan:

- Reemplazo, adición o remoción de cualquier módulo estando el sistema de PLC energizado sin que afecte la operación del resto de los módulos que conforman el sistema (únicas excepciones: módulos de entradas / salidas intrínsecamente seguras por restricciones de las instalaciones intrínsecamente seguras).
- Resistencia a Descargas Electroestáticas (IEC 801-2): 8 kV (sobre aire) y 4 kV (al contacto).
- Inmunidad a Radio Frecuencia (IEC 801-3): De 80 a 1 000 MHz, 10 V/m.
- Transitorio (IEC 801-5): 2 kV entre Blindaje y Tierra.
- Temperatura de Trabajo: 0 a 60°C
- Humedad Relativa: 0 a 95% (sin condensación) @ 60°C (según IEC 68-2-11)
- Altitud Máxima sin Degradación de Disipación Térmica: 2 000 m (a operación plena).
- Resistencia a Impactos: +/- 15G de Aceleración por 11milisegundos, media senoide

- Resistencia a la Flama: 94 V-O, conectores y módulos
- Resistencia en circuitos internos de Módulos a Agentes Químicos en el Aire:
  - Cloro (0.015 a 0.025 ppm según EIA 364-65 Nivel III, ISA-S71.04 y GX Severe)
  - Oxido Nitroso (1.25 ppm según EIA 364-65 Nivel III, ISA-S71.04 y GX Severe)
  - Ácido Sulfhídrico (0.08 a 0.12 ppm según EIA 364-65 Nivel III, ISA-S71.04 )
  - Dióxido de Azufre (0.3 ppm según ISA-S71.04 y GX Severe)
- Niebla Salina: 4 a 6% (según IEC 68-2-11)
- Resistencia a Hongos (según MIL-I-46058C)
- Diseñados y certificados para trabajar según FACTORY MUTUAL Clase I, Div. 2.

## 2. Características Técnicas

### 2.1 Procesamiento.

Para asegurar que la aplicación sea manejada con seguridad, todo el hardware responsable de controlar en todo momento dicha aplicación debe ser controlado por un y sólo un CPU, a excepción de las aplicaciones donde se requiera una redundancia en procesamiento basada en Apoyo en Caliente (también definido como **Hot Backup** por su término en Inglés) donde se tendrán trabajando simultáneamente dos CPU's, cada uno de ellos separado del otro (con el propósito de asegurar que un incidente sobre un CPU no afecte la operación del otro) manteniendo entre ambos componentes solamente un enlace continuo fue dúplex a 10 megabaudios hasta una distancia máxima de un kilómetro por medio de un enlace de fibra óptica con cable dúplex de 62.5/125 nm Índice Graduado. Este enlace deberá ir conectado usando conectores de fibra óptica Tipo ST a dos módulos de redundancia (cada uno ubicado en el mismo bastidor donde va alojado el CPU). La finalidad de estos módulos de redundancia es la de actualizar los datos entre los dos CPU's además de sincronizar las exploraciones del programa de aplicación residente en ambos CPU's y la determinación en tiempo real para decidir cuál de los dos CPU's debe controlar el proceso.

Las respectivas memorias de datos, programa de aplicación, sistema básico ("firmwar") y sistema operativo ("executive") deben de ser inaccesibles con el fin de no comprometer la integridad y protección de los componentes electrónicos dentro de los CPU's.

Las memorias de datos y programa de aplicación deben ser Tipo RAM, respaldadas por batería de Litio y reemplazable solamente cuando el equipo

está en funciones. La información contenida en estas memorias debe estar protegida contra cambios por medio de un interruptor ubicado en el exterior del CPU con una luz indicadora para indicar que la protección está activada.

Las memorias del sistema básico (firmware) y sistema operativo (executive) deben ser ambas de tecnología FLASH (no volátil) para asegurar que la información contenida en éstas permanezca sin alteraciones o pérdidas sin necesidad de que tengan respaldo de energía eléctrica. No obstante, las informaciones de ambas memorias deben ser actualizables en campo por medio de archivos desarrollados por el fabricante del Sistema del PLC (disponibles sin costo alguno) y mediante el uso de la herramienta para desarrollo del programa lógico de control con el propósito de mantener la base instalada al día de las últimas adiciones en atributos.

Los CPU's deben contar, al menos, con un puerto de comunicación RS-232C para enlace serie utilizando protocolo MODBUS RTU y con un puerto de comunicación RS-485 para enlace determinístico en red a velocidad de 1 megabaudio (tipo **Token-Passing** o Paso-Estafeta) con capacidad de direccionamiento hasta 64 participantes por red.

Los CPU's deben tener una escalabilidad en capacidades, dependiendo del tamaño, velocidad de procesamiento y complejidad de la aplicación, para cubrir los siguientes rangos de operación:

**TABLA 1 Rangos de Operación**

<b>Característica de Operación</b>	<b>Rango Mínimo</b>	<b>Rango Máximo</b>
Memoria para almacenar programas lógicos en base a IEC61131-3 (LD, EFB, ST, IL & SFC)	109 kBytes	2.5 MBytes
Memoria para almacenar y procesar datos en directo	19 998 Bytes	114 000 Bytes
Memoria adicional para almacenamiento de datos	0 Bytes	192 000 Bytes
Capacidad Direccionamiento de Entradas/Salidas conectadas vía módulos de entradas o salidas (ubicados en el total de bastidores de montaje del sistema)	16 bits entrada 16 bits salida	31 744 bits entrada 31 774 bits salida
Capacidad Direccionamiento de Entradas/Salidas conectadas vía módulos de entradas o salidas	16 bits entrada 16 bits salida	1 024 bits entrada 1 024 bits salida

(ubicados en solo un bastidor de montaje)		
Distancia entre el bastidor del CPU y el bastidor más alejado del sistema	6 m (por cable coaxial)	4 572 m (por cable coaxial)
Respaldo redundante en comunicaciones entre los bastidores de entradas /salidas	Sí (vía dos cables coaxiales a 1.5 megabaudios que llevan la misma señal) con Autodiagnóstico por cable y bastidor conectado	Sí (vía dos cables coaxiales a 1.5 megabaudios que llevan la misma señal) con Autodiagnóstico por cable y bastidor conectado
Capacidad de manejo de bastidores de montaje del sistema	1 Local	1 Local + 31 con la ayuda de módulos de comunicación para entradas salidas
Capacidad de manejo de redes de comunicación adicionales al CPU	2 (mediante módulos de comunicación en red)	6 (mediante módulos de comunicación en red)
Velocidad de procesamiento del programa lógico	Entre 0.3 micro.s y 1.4 micro.s por Instrucción Lógica	Entre 0.09 micro.s y 0.45micro.s por Instrucción Lógica

### 3.2 Alimentación.

Las fuentes de poder son los elementos del PLC que convierten la alimentación en corriente alterna o directa para abastecer de energía regulada de 5 V c.d. a los circuitos internos de todos los componentes del PLC por medio del bus que tienen los bastidores de montaje en un rango de operación desde 0°C a 60°C (hasta una altura de 2 000 m sobre el nivel del mar). Para asegurar el suministro constante de energía al sistema del PLC a pesar de la interrupción de energía a una fuente de poder o la posible falla de la misma fuente, las fuentes de poder deben estar diseñadas para que puedan ser montadas en pares en cada bastidor de montaje del PLC (formando una redundancia en alimentación) con la libertad de escoger cualquiera de las tensiones de alimentación (24 V, 48 V a 60 V ó 125 V en c.d. o 120 V a 230 V en c.a.) para cada una de las fuentes con el propósito de garantizar la no-dependencia de una sola línea de alimentación al sistema de PLC. Adicionalmente, cada una de las fuentes debe tener la capacidad de enviar una señal distintiva que indique su buen estado y correcta alimentación al CPU para que éste último alerte al proceso en caso de que una fuente de poder pierda la alimentación o falle.

### 3.3 Redes de Comunicación.

El Sistema de PLC debe ser capaz de manejar comunicaciones en red Ethernet en modo 10/100 Base T ó 100 Base FX por medio de un módulo de comunicación a colocarse donde va físicamente el CPU.

En los casos donde debe haber redundancia en CPU's, los módulos Ethernet que van en los dos CPU's (desde uno hasta cuatro por cada CPU) deben tener la capacidad de cambiar automáticamente sus direcciones IP (sin necesidad de dispositivos externos al sistema PLC) en el caso de que el CPU cambie de estado (respaldo a primario o viceversa). Estos cambios automáticos de direcciones IP deben ocurrir de modo tal que cualquier dispositivo en las redes Ethernet donde estén conectados los módulos Ethernet del sistema PLC use la misma dirección IP para comunicarse en todo momento con el CPU que lleva el control de la aplicación. Mediante cualquier computadora que contenga el programa para desarrollo de aplicaciones de control lógico del PLC y que se encuentre conectada a cualquiera de los módulos Ethernet del sistema PLC debe de poder realizar cualquiera de las funciones de configuración, programación y monitoreo de la memoria de datos y del programa lógico del PLC en cuestión.

Cualquier módulo de comunicación Ethernet debe contar con un Servidor HTTP interno que, al menos, brinde información de tipo diagnóstico de todos y cada uno de los módulos montados en cada uno de los bastidores que forman parte del sistema de PLC con la finalidad de que cualquier computadora o dispositivo que tenga acceso a la dirección IP del módulo en cuestión y que cuente con un navegador de páginas web (o browser) con soporte de Máquina Virtual Java, tenga la facultad de obtener estados y diagnósticos del hardware del sistema PLC sin necesidad de agregar software adicional alguno.

Como complemento de comunicaciones de alto desempeño, el sistema PLC puede utilizar adicionalmente un módulo de comunicación con dos puertos (en configuración redundante) de comunicación RS-485 para enlace determinístico en red a velocidad de 1 megabaudios (tipo **Token-Passing** o Paso-Estafeta) con capacidad de direccionamiento hasta 64 participantes por red. En caso de que se requiera un enlace de comunicación con inmunidad al ruido, debe utilizarse un módulo de comunicación con dos puertos en fibra óptica con cable dúplex de 62.5/125 nm Índice Graduado con el fin de que se forme un anillo de comunicación que permita la comunicación con todos los participante aún cuando se presente una sola falla en la conexión entre cualquiera de los segmentos de la red en fibra óptica. Mediante cualquier computadora que contenga el programa para desarrollo de aplicaciones de control lógico del PLC y que se encuentre conectada a cualquiera de los módulos de comunicación RS-485 del sistema PLC debe de poder realizar cualquiera de las funciones de configuración, programación y monitoreo de la memoria de datos y del programa lógico del PLC en cuestión.

### **3.4 Manejo de Señales de Entradas/Salidas Discretas.**

El sistema de PLC debe contar con una variedad de módulos que se conecten eléctricamente a dispositivos electromecánicos y/o de estado sólido TODO O

NADA utilizando las tensiones a las que cada dispositivo electromecánico esté diseñado para recibir (entradas) y enviar (salidas) el estado de (entradas) o hacia (salidas) estos dispositivos de campo al mismo tiempo que aísla eléctricamente (mediante opto-acopladores) las tensiones de control de campo del bus del sistema PLC (1 780 V eficaces ó 2 500 V c.d.. por un minuto). Cada módulo debe contar con un desplegado luminoso donde se refleje el estado que guarda cada elemento de campo.

Cada modulo de entrada/salida discreta debe ser incluido en el programa lógico (respetando el consumo máximo de 1 024 bits entrada / 1 024 bits salida por bastidor) teniendo la absoluta libertad de elegir y ubicar cualquier combinación de módulos en los bastidores del sistema PLC (a excepción de los sistemas redundantes donde todos los módulos de entradas / salidas deben alojarse exclusivamente en los bastidores comunicados entre sí mediante módulos de comunicación para entradas / salidas)

En el caso de que los módulos de salidas pierdan el contacto con el CPU por cualquier razón (en modo directo o mediante los módulos de comunicación para entradas / salidas), cada módulo de salida debe ser capaz de mandar todas sus señales a campo en cualesquiera de estas tres alternativas (a ser elegida por el usuario durante el proceso del desarrollo del programa lógico):

1. Apagar todas sus salidas.
2. Mantener el último estado antes de la pérdida de comunicación con el CPU.
3. Encender o apagar selectivamente cada señal de campo.

Cualquiera que haya sido la alternativa elegida por el usuario en caso de presentarse la falla antes descrita, cada módulo de salida afectado debe reanudar su operación normal automáticamente y al instante que se haya restablecido dicha falla. En caso del reemplazo de un módulo por otro del mismo tipo, el módulo recién colocado debe adoptar automáticamente el perfil de trabajo pre-definido por el programa lógico.

En los casos donde sea necesario que los módulos de entradas / salidas deban verificar el estado real de los elementos de campo, se deben elegir módulos ya sea de entradas o salidas verificadas. Para los módulos de entradas, los dispositivos a conectar deben de ser de estado sólidos en tensión de 24 V c.d. para asegurar que el módulo pueda detectar la corriente de fuga de cada elemento conectado al módulo. En lo relativo a módulos de salida, los elementos de campo deben operar en un rango de 10 a 30 V c.d.

Los módulos para manejo de señales de entradas / salidas discretas deben operar en los siguientes rangos y condiciones según se muestra en las Tablas 2 y 3.

**TABLA 2. Rangos de Señales de Entradas Discretas**

<b>Rangos de Entrada y Cantidad de Puntos por Módulo</b>	<b>Aislamiento entre puntos del mismo Módulo</b>	<b>Verificación del estado físico del elemento de campo (ejem. Cable roto, pérdida del elem.)</b>
14 a 30 V c.a. (16)	Sí	No
14 a 30 V c.a. (32)	No	No
34 a 56 V c.a. (16)	Sí	No
34 a 56 V c.a. (32)	No	No
85 a 132 V c.a. (16)	Sí	No
85 a 132 V c.a. (32)	No	No
175 a 264 V c.a. (16)	Sí	No
175 a 264 V c.a. (32)	No	No
5 V c.d. (32)	No	No
11 a 30 V c.d. (32)	No	Sí (Detec. Falla si corriente apagado es menor a 0.15 mA)
10 a 60 V c.d. (32)	No	No
88 a 150 V c.d. (24)	No	No

**TABLA 3. Rangos de Señales de Salidas Discretas**

<b>Rangos de Salida y Cantidad de Puntos por Módulo</b>	<b>Aislamiento entre puntos del mismo Módulo</b>	<b>Verificación del estado físico del elemento de campo (ejem. Cable roto, pérdida del elem.)</b>
20 a 253 V c.a. (16)	Sí	No
20 a 253 V c.a. (32)	No	No
85 a 253 V c.a. (16)	No	No
10 a 30 V c.d. (32)	No	No
19.2 a 30 V c.d. (32)	No	No
10 a 30 V c.d. (32)	No	Sí (Detección de disparidad entre comando del PLC y edo. del elem.)
10 a 72 V c.d. (16)	No	No
24 a 150 V c.d. (12)	No	Detección de sobrecorriente

Contacto Seco N.A. (16)	Sí	No
Contacto Seco 1P2T (8)	Sí	No

### 3.5 Manejo de Señales Analógicas

El sistema de PLC debe contar con una variedad de módulos que se conecten eléctricamente a dispositivos electromecánicos y/o de estado sólido que operen con una señal continua y lineal ubicada en un rango de mínimos y máximos representados en señales normalizadas en tensión o corriente según las normas de instrumentación vigentes. Estas señales de campo deben estar aisladas del bus del sistema del PLC (1 780 V eficaces ó 2 500 V c.d. por un minuto). Cada módulo debe contar con un desplegado luminoso donde se refleje el estado que guarda cada elemento de campo.

Cada modulo de entrada / salida analógica debe ser incluido en el programa lógico (respetando el consumo máximo de 1 024 bits entrada / 1 024 bits salida por bastidor) teniendo la absoluta libertad de elegir y ubicar cualquier combinación de módulos en los bastidores del sistema PLC (a excepción de los sistemas redundantes donde todos los módulos de entradas / salidas deben alojarse exclusivamente en los bastidores comunicados entre sí mediante módulos de comunicación para entradas / salidas).

Si los módulos de entradas / salidas analógicas elegidos en lo particular son capaces de operar cada uno de sus canales en varios rangos de operación de manera independiente entre sí, el perfil de trabajo para cada canal de cada módulo en cuestión debe ser definido única y exclusivamente mediante el programa lógico sin tener necesidad de hacer ajustes físicos a dicho módulo. En caso del reemplazo de un módulo por otro del mismo tipo, el módulo recién colocado debe adoptar automáticamente el perfil pre-definido por el programa lógico.

En el caso de que los módulos de salidas analógicas pierdan el contacto con el CPU por cualquier razón (en modo directo o mediante los módulos de comunicación para entradas / salidas), cada canal en cada módulo de salida debe ser capaz de mandar su señal a campo en cualesquiera de estas tres alternativas (a ser elegida por el usuario durante el proceso del desarrollo del programa lógico):

1. Mandar al rango mínimo su salida
2. Mantener el último valor de señal antes de la pérdida de comunicación con el CPU
3. Llevar la señal analógica a un valor predeterminado

Cualquiera que haya sido la alternativa elegida por el usuario en caso de presentarse la falla antes descrita, Todos los canales de salida afectados deben

reanudar su operación normal automáticamente y al instante que se haya restablecido dicha falla.

En lo relativo a la detección de señales fuera de rango, todos los módulos de entradas / salidas analógicas deben indicar con la ayuda de un despliegue luminoso al frente de los módulos y con una señal detectable por el CPU cuando una de las señales analógicas manejadas por el módulo en cuestión está por debajo o por encima (sin rebasar los límites de sobretensión / sobrecorriente permitidos en cada caso) del rango normal de trabajo.

Los módulos para manejo de señales de entradas / salidas analógicas deben operar en los siguientes rangos y condiciones según se muestra en las Tablas 4 y 5.

**TABLA 4. Rangos de Señales de Entradas Analógicas**

<b>Rangos de Entrada y Cantidad de Puntos por Módulo</b>	<b>Aislamiento entre puntos del mismo Módulo</b>	<b>Verificación del estado físico del elemento de campo (ejem. Cable roto, pérdida del elem.)</b>
4 a 20 mA (8 Diferencial)	Sí	Sí
+/- 10 V, +/- 5 V, +/- 20 mA, 0-10 V, 0-5 V, 0-20 mA, 1-5 V, 4-20 mA (8)	Sí	Sí (solo en rango 4-20mA)
RTD: PT100, PT200, PT500, PT1000 - Americano ó IEC-N100, N200, N500, N1000 (8)	Sí	Sí (Detecc. Fuera de Rango)
0-25 mA, 0-20 mA, 4-20 mA	No	Sí (solo en rango 4-20 mA)
Termopar: J, K, E, T, S, R, B	Sí	Sí (Detecc. Fuera de Rango)

**TABLA 5. Rangos de Señales de Salidas Analógicas**

<b>Rangos de Salida y Cantidad de Puntos por Módulo</b>	<b>Aislamiento entre puntos del mismo Módulo</b>	<b>Verificación del estado físico del elemento de campo (ejem. Cable roto, pérdida del elem.)</b>
4-20 mA (4)	Sí	Sí (Detecc. Fuera de Rango)
+/- 10 V, +/- 5 V, 0-10 V, 0-5 V	Sí	No
0-25 mA, 0-20 mA, 4-20 mA	No	Sí (solo en rango 4-20 mA)

### 3.6 Manejo de Señales Intrínsecamente Seguras

En los casos donde se requiera recibir y llevar señales eléctricas de control desde el sistema del PLC (ubicado éste en zonas definidas en FACTORY MUTUAL como Clase I, Div. 2) hacia dispositivos electromecánicos y de instrumentación en campo ubicados físicamente en zonas riesgosas definidas en FACTORY MUTUAL como Clase I Div. 1 Grupos A - G (ó en CENELEC como exIIa, exIIb, Zona 0,1) las cuales restringen el manejo de la tensión y corriente simultáneas para cada elemento por debajo de los 28 V ó 10 mA respectivamente (aún en condiciones de circuito abierto o corto circuito) debido a la constante presencia de Oxígeno y compuestos inflamables y/o explosivos en el aire, es necesario que el sistema del PLC proporcione módulos de entradas / salidas tanto discretas como analógicas que cuenten en su totalidad con circuitos electrónicos incorporados dentro de los módulos en cuestión, diseñados, alimentados por fuentes de poder internas convertidoras de c.d./ c.d. (una para cada módulo e intrínsecamente seguras) y construidos con aislamiento galvánico según norma EN50020 con la capacidad de operar mediante cableado y enrutamiento directo (según las normas vigentes FACTORY MUTUAL / CENELEC para ubicación, segregación, identificación y envío de señales eléctricas intrínsecamente seguras desde zonas No-Riesgozas hacia Areas Riesgozas) a los dispositivos de campo ubicados en las zonas riesgosas antes descritas sin tener que recurrir a barreras de interposición intrínsecamente seguras.

Los módulos para manejo de señales de entradas / salidas intrínsecamente seguras deben operar en los siguientes rangos y condiciones según se muestra en la Tabla 6.

**TABLA 6. Rangos de Señales de Entradas / Salidas Intrínsecamente Seguras**

<b>Tipos y Rangos de Señales y Cantidad de Puntos por Módulo</b>	<b>Aislamiento entre puntos del mismo Módulo</b>	<b>Verificación del estado físico del elemento de campo (ejem. Cable roto, pérdida del elem.)</b>
Entradas Analógicas para RTD: PT100, PT200, PT500, PT1000 - Americano ó IEC-N100, N200, N500, N1000 (8)	No	Sí (Detecc. Fuera de Rango o Cable Roto)

Entradas Analógicas para Termopares: J, K, E, T, S, R, B o para rangos de +/- 100 mV ó +/- 25 mV (8)	No	Sí (Detecc. Fuera de Rango o Cable Roto)
Entradas Analógicas para rangos de 0-25 mA, 0-20 mA ó 4-20 mA (8)	No	Sí (solo en rango 4-20 mA)
Salidas Analógicas para rangos de 0-25 mA, 0-20 mA ó 4-20 mA (8)	No	Sí (solo en rango 4-20 mA)
Entradas Discretas (8)	No	No
Salidas Discretas a 24 V c.d. (máx. a circuito abierto)	No	No

### 3.7 Programa Lógico de Control.

Para la definición, desarrollo, simulación, puesta en marcha y mantenimiento del conjunto de comandos, secuencias y algoritmos (también denominado como "Programa Lógico") residente en el CPU encaminado a la automatización de la aplicación a cargo del sistema del PLC, dicho sistema debe ser capaz de aceptar programas lógicos definidos, en cualquier combinación y en conformidad con todos y cada uno de los lenguajes de programación definidos por la norma IEC 61131-3 los cuales son:

- Lenguaje tipo Diagrama de Escalera (Ladder Diagram ó LD)
- Lenguaje tipo Diagrama de Bloques de Funciones (Function Block Diagram ó FBD)
- Lenguaje tipo Carta Secuencial de Funciones (Sequential Function Chart ó SFC)
- Lenguaje tipo Lista de Instrucciones (Instruction List ó IL)
- Lenguaje tipo Texto Estructurado (Structured Text ó ST)

El sistema del PLC debe contar con una herramienta tipo software (compatible con computadoras que operen como mínimo bajo Microsoft Windows de última generación, que permita la definición, desarrollo, simulación, puesta en marcha y mantenimiento del programa lógico con la capacidad de utilizar todos y cada uno de los lenguajes anteriormente indicados. Esta herramienta debe contar con la función de definir accesos y niveles de uso asignados por cada usuario responsable de interactuar con el sistema del PLC mediante claves de acceso. Los niveles de acceso (protegidos por claves de acceso) deben ser de la siguiente manera:

- Monitoreo En-Línea y Fuera-De-Línea del Programa Lógico (Lógica y Datos)
- Nivel Anterior más Escritura En-Línea y Fuera-De-Línea en la Memoria de Datos
- Niveles Anteriores más Carga y Respaldo del Programa Lógico entre la computadora y el sistema del PLC
- Niveles Anteriores más Creación / Modificación / Eliminación Fuera-De-Línea de Elementos del Programa Lógico
- Niveles Anteriores más Creación / Modificación / Eliminación En-Línea de Elementos del Programa Lógico
- Niveles Anteriores más Adición / Modificación / Eliminación del Hardware que conforma el sistema del PLC
- Niveles Anteriores más la Definición del nivel de acceso para todos y cada uno de los usuarios a ser registrados para usar esta herramienta.

Con el propósito de minimizar el riesgo de comprometer el correcto desempeño de la automatización del sistema del PLC durante las etapas de desarrollo, puesta en marcha y modificaciones a su programa lógico desarrollado (o por desarrollar) mediante cualquier tipo de combinaciones de los cinco lenguajes anteriormente indicados, dicho Sistema debe permitir la simulación de su programa lógico en un ambiente totalmente ajeno al sistema en sí mediante el uso de herramientas de simulación y depuración que prueben y validen de manera aislada, en grupos y en su totalidad, todos los elementos y conjuntos que conforman el programa de control. Estas herramientas deben operar en un sistema operativo abierto, robusto, aceptado y soportado a nivel mundial como lo es Windows NT 4,0 ó Windows 2000.

## **Anexo VIII**

### **Especificación Técnica Descriptiva para Interruptor de Potencia en Baja Tensión (Protección LSIG)**

#### **1. Descripción del producto**

##### **1.1 Generalidades**

- El Interruptor de Potencia estará diseñado con compartimentos independientes de control y fuerza. Debe contar con banderas indicadoras del estado de operación del interruptor (abierto / cerrado) y del estado del mecanismo de energía almacenada. Debe estar diseñado de tal manera que el mantenimiento pueda ser realizado en función de su uso. Para reducir este mantenimiento, la durabilidad mecánica debe ser mayor a 12 500 ciclos hasta 1 600 A, 10 000 ciclos hasta 4 000 A. No requiere un perímetro de seguridad para los interruptores removibles en su instalación en el tablero. El mecanismo de operación es del tipo de energía almacenada abierto/cerrado/abierto. El tiempo de cierre debe ser menor o igual a 70 milisegundos.

Las características mecánicas y eléctricas son estipuladas para una temperatura ambiente de -5°C a +70°C.

Las condiciones de almacenamiento serán las siguientes:

-40°C a +85°C para interruptores Masterpact sin su unidad de control.

-25°C a +85°C para la unidad de control.

##### **1.2 Contactos principales**

- Los contactos principales deben ser diseñados de tal manera que no requieren mantenimiento o ajustes bajo condiciones normales de uso. Los contactos principales deben estar equipados de un indicador de desgaste visual que puede ser accesado retirando las cámaras de arqueo, para la evaluación inmediata del desgaste de los contactos sin requerir mediciones o herramientas especiales.

### 1.3 Cámaras de arqueo

- Las cámaras de arqueo serán removibles en sitio sin requerir herramientas especiales. Deben estar equipadas con filtros metálicos para reducir las manifestaciones exteriores durante la interrupción de corriente.

### 1.4 Mecanismo de conexión / desconexión

- El mecanismo debe permitir operar a desconectado ("OFF - 0") el interruptor a través de la puerta cerrada por seguridad. Las tres posiciones posibles (conectado, desconectado y prueba) son indicadas en el frente de la cuna con vista plena al usuario. Antes de llevar a cabo una operación de desconexión o conexión, el operador debe presionar un botón de liberación localizado en la cuna.

La puerta del tablero puede ser equipada con un sistema de bloqueo para evitar su apertura con el interruptor en la posición conectado. Se deben colocar persianas de seguridad sobre el fondo de la cuna. La cuna debe contar con un sistema de prevención de no compatibilidad que bloquee la inserción de interruptores removibles que tengan características no compatibles al instalado en dicha cuna. La manija de inserción y extracción del interruptor tipo removible debe tener su lugar de alojamiento en la cuna.

### 1.5 Auxiliares eléctricos

- Todos los auxiliares eléctricos, incluyendo el motor operador de carga del resorte, deben tener la opción de ser instalados en sitio sin requerir ajustes u otra herramienta diferente a un desarmador. Los auxiliares en ningún momento deben quedar expuestos a algún contacto eléctrico con los polos del interruptor. Debe ser posible conectar todo el cableado de los auxiliares desde la parte frontal del interruptor. Los auxiliares eléctricos, como bobinas de disparo, mando motorizado, bobinas de mínima tensión, contactos auxiliares, etc., deben ser comunes para ser utilizados en toda la gama desde 800 a 6 300A. Los interruptores se entregan en estándar con 4 contactos de posición "abierto" (OFF).

### 1.6 Indicadores mecánicos

Los indicadores mecánicos en la cara frontal del interruptor indican el estado de las siguientes condiciones:

- |                                                  |                    |
|--------------------------------------------------|--------------------|
| 1.- Dentro (ON) (contactos principales cerrados) | Resorte cargado    |
| 2.- Dentro (ON) (contactos principales cerrados) | Resorte descargado |
| 3.- Fuera (OFF) (contactos principales abiertos) | Resorte cargado-   |

- |                                                  |                                                                                    |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.- Fuera (OFF) (contactos principales abiertos) | interruptor listo para cerrar<br>Resorte cargado- interruptor no listo para cerrar |
| 5.- Fuera (OFF) (contactos principales abiertos) | Resorte decargado                                                                  |

### 1.7 Protecciones / Unidad de control

- La unidad de control será autoalimentada por los sensores internos del interruptor. Y debe mantener en memoria los ajustes de disparo, aunque haya ausencia de tensión en el sistema. Estas unidades deben ser intercambiables en campo para facilitar las modificaciones que se realicen de la instalación. Los sensores dentro del interruptor son tipo no-magnéticos o del tipo **Rogosky** para mediciones más precisas de las corrientes. La unidad de control debe medir el valor eficaz (rmc) de la corriente y también deberá medir tensiones fase a fase y fase a neutro. La unidad de control deberá calcular potencias y energías. Además deberá tener una memoria térmica para almacenar la información del incremento de temperatura en el caso de sobrecargas repetidas o fallas a tierra.

### 1.8 Protección

- La unidad de control deberá ofrecer en estándar las siguientes protecciones:
  - 1.- Protección de tiempo largo ( $I_r$ ) regulable en umbral de corriente desde 0,4 hasta 1,0 del valor nominal del interruptor y temporización ( $t_r$ ) desde 0,5 hasta 24 s a 6  $I_r$ .
  - 2.- Esta protección de tiempo largo permite seleccionar hasta 5 diferentes pendientes para la curva de protección contra sobrecargas para poder optimizar la selectividad con los dispositivos de protección del lado de media tensión (IDMTL).
  - 3.- Protección de tiempo corto ( $I_{sd}$ ) regulable en umbral de corriente desde 1,5 hasta 10 veces el ajuste previo de  $I_r$ , y en temporización ( $t_{sd}$ ) desde 0,1 a 0,4s con o sin rampa  $I^2t$ .
  - 4.- Protección instantánea ( $I_i$ ) regulable desde 2 hasta 15 veces  $I_n$ , incluyendo la alternativa "off", que significa que el equipo queda protegido por su capacidad de "aguante en tiempo corto"  $I_{cw}$ , para una óptima coordinación de protecciones.
  - 5.- Protección de falla a tierra ( $I_g$ ) regulable en umbral de corriente desde 500 hasta 1 200 A en interruptores mayores de 1 200 A y temporización ( $t_g$ ) desde 0,1 a 0,4s con o sin rampa  $I^2t$ . Las regulaciones de los umbrales en corriente y en temporización se visualizan en una pantalla digital en amperes y segundos respectivamente para una mejor operación. La unidad de control debe ofrecer en estándar además las siguientes protecciones y/o alarmas adicionales:
  - 6.- Mínima de tensión ( $U_{mín}$ ): de 60 a 690 V entre fases, temporizable de 0,2 a 5 s

- 7.- Máxima de tensión ( $U_{\text{máx}}$ ): de 100 a 930 V entre fases, temporizable de 0,2 a 5 s
  - 8.- Desbalanceo de tensión ( $\Delta U$ ): de 2 a 30% x tensión promedio, temporizable de 1 a 40 s
  - 9.- Mínima de frecuencia ( $f_{\text{mín}}$ ): de 45 a 400 Hz, temporizable de 0,2 a 5 s
  - 10.- Máxima de frecuencia ( $f_{\text{máx}}$ ): de 45 a 540 Hz, temporizable de 0.2 a 5 s
  - 11.- Desbalanceo de corriente ( $\Delta I$ ): de 2 a 60% de I promedio, temporizable de 1 a 40 s
  - 12.- Corriente máxima ( $I_{\text{máx}}$ ) por fase: de 0,4  $I_n$  a  $I_{sd}$ , temporizable de 0 a 1 500 s
  - 13.- Secuencia de fases : 1/2/3 o 1/3/2; protección instantánea
  - 14.- Potencia inversa (rP): de 5 a 500 kW, temporizable de 0.2 a 20 s
- La unidad de control debe contar con la función de “selectividad lógica” (ZSI), para minimizar los daños producidos en los interruptores y en el sistema de distribución durante las fallas tipo cortocircuitos impedantes y/o fallas a tierra. También debe tener en estándar la opción de desconexión y reconexión de cargas en función de:
- Corriente (I): de 0.5 a 1  $I_r$  por fases, temporizable del 20% tr a 80% tr
  - Potencia (P): 200 kW a 10 MW, temporizable de 10 a 3600s.

## 1.9 Mediciones

- Una pantalla digital permitirá visualizar los valores de:
- Corrientes instantáneas y máximas de fases 1, 2, 3, neutro y falla a tierra.
  - Tensiones entre fases, fase a neutro, tensión promedio y desbalanceo de tensión.
  - Potencias activa, reactiva y aparente.
  - Energías activa, reactiva y aparente.
  - Factor de potencia total.
  - Frecuencia.

**NOTA: Para la medición de tensiones comprendidas de 100 a 600 V c.a., la lectura debe ser directa y sin la utilización de Transformadores de Potencial (TP) externos.**

## 1.10 Señalización de fallas

- Mediante LEDs, al frente de la unidad de control, se señalizarán las diversas fallas ocurridas, discriminadas de acuerdo a su origen; sobrecarga, cortocircuito, falla a tierra o autoprotección. Este tipo de señalización no debe requerir fuente auxiliar de alimentación. Esta señalización permanecerá aún después de la apertura del interruptor automático. Mediante la pantalla digital se observarán datos de las alarmas y disparos efectuados en el momento de la falla, indicando fecha, hora y valores de las corrientes de falla.

## **1.11 Funciones de protección complementaria de la Unidad de Control**

### **Señalización por contactos programables**

- Desde la unidad de control se podrá accionar un módulo de contactos programables para indicación remota de las siguientes funciones de protección:  
Sobrecarga, cortocircuito, falla a tierra, valores máximos de corriente, desbalanceo de corriente. mínima de tensión, máxima de tensión, desbalanceo de tensión, mínima de frecuencia, máxima de frecuencia, secuencia de fases, potencia inversa.

## **1.12 Comunicación**

- El interruptor automático se podrá comunicar mediante bus los siguientes datos:  
El estado del interruptor automático (abierto / cerrado,conectado/desconectado/prueba, disparado por falla, listo para cerrar), Las regulaciones de la unidad de control, las causas de disparo, las mediciones tratadas por la unidad de control. El interruptor automático podrá operarse y ajustarse a distancia, incluyendo protecciones y alarmas. La capacidad de comunicación será independiente de la unidad de control.

## **1.13 Mantenimiento**

- Se deberán almacenar los diez últimos disparos y las 10 últimas alarmas en 2 archivos históricos, y se encontraran disponibles para consulta en el frente de la unidad de control (fecha y hora, tipo de falla o tipo de alarma, valores de las corrientes en el momento de la falla). Los indicadores de mantenimiento de la unidad deberán mostrar en la cara frontal:
  - el índice de desgaste de los contactos,
  - la cantidad de operaciones totales del interruptor y la cantidad de operaciones desde su último restablecimiento (con la opción de comunicación).

## **1.14 Final de la vida útil**

- Respecto al tratamiento de los materiales al final de la vida útil del equipo, el fabricante debe señalar con respecto al interruptor, las instrucciones referentes al montaje, desmontaje y tratamiento de dichos materiales (composición, peso, toxicidad), con el fin de cuidar el medio ambiente.

## 2. Características Técnicas

- a) Interruptores de diseño único que nos permiten por un lado tener altas capacidades, un alto nivel de selectividad (65 kA @ 480 V c.a.), Características difíciles de combinar. Esto permite asegurar una continuidad de servicio a un gran nivel (65kA) y después soportar altos esfuerzos de cortocircuito.
- b) La alta “capacidad de aguante en tiempo corto” de hasta 100 kA a 480 V c.a. asegura una óptima coordinación de protecciones con los interruptores que se encuentran aguas abajo de la instalación, contribuyendo en forma importante a mejorar la continuidad de servicio de la instalación.
- c) Los interruptores deberán tener un solo tamaño de marco en las capacidades de 800 A a 4 000 A. Esto significa que con solo una trayectoria de barras, se pueden conectar estos equipos independiente de su capacidad nominal.
- d) Los conectores primarios deberán tener la versatilidad para poder ser rotados en campo de horizontal a vertical y viceversa para dar flexibilidad en el momento de la instalación y adaptarse a cualquier tipo de acometida existente.
- e) Todas las conexiones secundarias se deben realizar directamente en la parte frontal de la cuna del interruptor, con gran facilidad y rapidez para el instalador. No se debe requerir de reaprietes en las conexiones, las terminales deberán ser del tipo “resorte”. Las terminales serán de montaje a “presión” en los interruptores. Los interruptores deben contar con 108 conexiones dedicadas, claramente identificadas.
- f) Los interruptores removibles deberán tener la señalización “positiva” y el bloqueo del interruptor en cada diferente posición dentro de la cuna. Para pasar de una posición a otra, se tiene que oprimir este botón. Esto es muy útil, sobre todo en la posición de conectado, ya que el usuario podrá estar tranquilo de que el equipo ya quedo plenamente conectado y así evitar forzar de más el mecanismo de inserción.
- g) Los interruptores deben ser altamente confiables en su operación y requerir poco mantenimiento para agrandar su vida útil. Esto con el fin de reducir costos de mantenimiento y reducir las posibilidades de tiempos fuera, que afectan la productividad. La vida mecánica de los interruptores de 800 A - 1 600 A debe ser de 12 500 ciclos de apertura/cierre. 2 000 A - 4 000 A será de 10 000 ciclos.
- h) Los interruptores deben proporcionar una forma fácil de inspeccionar el desgaste de los contactos, sin desensamblar el interruptor. Esto puede ser retirando las cámaras de arqueo en forma visual, o también se puede hacer en forma electrónica al leer el valor de desgaste directamente en la pantalla digital de la unidad de control. Y esta información se podrá comunicar y registrar en un sistema de monitoreo de energía.

- i) El equipo contara con una gran cantidad de accesorios que se pueden instalar en campo por los usuarios, como sería la operación eléctrica que incluye el motor operador, y las bobinas de cierre y disparo, bobina de mínima tensión con o sin ajuste, contactos auxiliares, contactos de posición del interruptor en la cuna, contacto “listo para cerrar”. etc.. Estos accesorios deben ser comunes en toda la gama de interruptores desde 800 A hasta 4 000 A. Las bobinas de cierre y de disparo deben ser las mismas para corriente directa y para corriente alterna.
- j) Este equipo debe contar con la preparación para la instalación de., por ejemplo; persianas de seguridad, bloqueos de puerta, bloqueos del interruptor con candado o llave (hasta 2 llaves) en la posición “abierto”, enclavamientos mecánicos, etc.
- k) El fabricante debe contar con equipo de prueba para poder inyectar energía por el lado primario del circuito del interruptor en pruebas reales y confirmar la operación correcta de todo el circuito de protección dentro del interruptor.

### **3. Unidades de Control**

- a) Las unidades de control deben ser removibles e intercambiables en campo, incluso por una versión más completa, para dar solución a cualquier tipo de aplicación o mejora (upgrade).
- b) Estas unidades de disparo incorporaran mediciones eficaces (rnc), y deben contar con señalización de falla local de las diferentes fallas (sobrecarga, cortocircuito, falla a tierra, auto-protección).
- c) Se ofrecerá la posibilidad de ajustar la rampa de ajuste de retardo de tiempo largo tipo IDMTL para una optima coordinación con relevadores y fusibles del lado de media y alta tensión.
- d) Dentro del rango de los selectores de tiempo largo, existirá un ajuste fino del umbral y del retardo en pasos de 1A y de 1s respectivamente, para seleccionar el valor de protección más preciso a la carga.
- e) En el ajuste instantáneo para proteger contra cortocircuitos francos, se debe tener un rango de ajuste 2 a 15 veces el valor nominal del interruptor,. En los interruptores, de capacidad de interrupción de 65kA, se tendrá la posibilidad de ajustar este valor de ajuste en (OFF), con lo que el equipo queda protegido con su capacidad  $I_{cw} = 65 \text{ kA}$ , logrando una optima coordinación de protecciones con los interruptores aguas abajo, asegurando una mayor continuidad de servicio. Esto es muy importante sobre todo cuando el equipo es el interruptor principal del tablero de distribución de la subestación.
- f) La protección de falla a tierra debe estar disponible para sistemas sólidamente aterrizados de 3F-3H o de 3F-4H. Estas unidades se podrán

- aplicar para diferentes esquemas de detección de falla a tierra, como tipo residual, por regreso a la fuente y diferencial modificado. El sistema de detección de los sensores podrá ser cambiado en campo.
- g) La unidad contará con funciones de protección con relevadores integrados proporcionando una gran protección a las cargas instaladas como serían motores, generadores y transformadores, al poderlos proteger de desbalanceo de corriente y de tensión, tensión mínima y máxima, pérdida de fase, frecuencia mínima y máxima, secuencia de fases y potencia inversa. Con esto reducimos costo y espacio al no tener que usar relevadores externos para estas protecciones.
  - h) Las unidades deben ofrecer en opción múltiples protocolos de comunicación, para proporcionar al cliente flexibilidad para poderlos integrar a diferentes sistemas de monitoreo remoto. Por ejemplo, se puede tener Modbus en forma directa sin necesidad de una interfase.
  - i) En la parte inferior derecha de la unidad de control se debe tener un calibrador de los sensores ("sensor plug"), el cual puede ser instalado en campo y proporciona un cambio rápido y fácil de la capacidad nominal del interruptor, sin desensamblarlo. Esto permite gran flexibilidad para manejar cargas menores que se salen del rango mínimo del 40% con que cuenta el equipo. El ajuste permitido con esta opción de cambio de calibrador será de hasta el 20% del valor nominal.
  - j) Capacidad de medición con una precisión de 2.0-2.5% total (incluyendo los sensores), pudiendo medir corrientes, tensiones, potencias, energías, factor de potencia, frecuencia, demanda de corriente y de potencia, etc.
  - k) Estos equipos deben contar en estándar con la opción de "enclavamiento selectivo de zona" que permite afinar la selectividad y reducir los esfuerzos de cortocircuito y falla a tierra en el sistema. Para la facilidad de llevar un programa de mantenimiento adecuado, deben contar con el menú "Configuración y Mantenimiento" donde será posible conocer en forma electrónica el desgaste de los contactos, así como un histórico de eventos donde es posible revisar en la pantalla los 10 últimos disparos y de alarmas que han sucedido en el interruptor.