

Nota para los especificadores: Dónde aplique a lo largo del texto, seleccione el texto apropiado dentro de “<>” y elimine el texto que no aplique y las necesidades de su aplicación.

1.0 GENERAL

- 1.1 El interruptor deberá ser compatible con el diagrama unifilar y ajustarse a la siguiente especificación.
- 1.2 El interruptor deberá consistir de un <tanque herméticamente sellado que contenga gas aislante SF₆ o <tanque herméticamente sellado que contenga una mezcla de gas aislante de CO₂ interruptores seccionadores de carga, interruptores de fallas reajustables con espacios abiertos visibles y conexiones a tierra integrales visibles y un control de sobrecorriente operado por microprocesador. Las terminales de los seccionadores interruptores de carga deberán estar equipados con boquillas de capacidad de 600 ó 900 amperes continuos y las terminales de los interruptores de fallas deberán estar equipados con boquillas tipo pozo con capacidad de 200 amperes continuos o boquillas con capacidad de 600 ó 900 amperes continuos (según se especifique) para facilitar la conexión de codos. Los mecanismos de operación manual y las mirillas se deberán ubicar en el lado opuesto del tanque con respecto a las boquillas de conexión y a las boquillas tipo pozo para que el personal operativo no necesite realizar ninguna operación de rutina en estrecha proximidad con los codos y cables de alta tensión.

1.3 Capacidades

Las capacidades del interruptor integrado deberán ser según se designa a continuación. *(Seleccione los valores de una de las columnas que se muestran en la Tabla 1 en la página 3).*

| | |
|---|-------|
| Frecuencia, Hz | _____ |
| Corriente de Cortocircuito, Amperes, RMS, Simétrico | _____ |
| Clase de Tensión, kV | _____ |
| Tensión Máxima, kV | _____ |
| Tensión NBAI, kV | _____ |
| Corriente Continua de la Barra Principal, Amperes | _____ |
| Seccionadores Interruptores de Carga Tripolares | |
| Corriente Continua, Amperes | _____ |
| Corriente de Supresión de Carga, Amperes | _____ |
| Corriente de Cierre de Falla, Ciclo de Operación | |
| De Tres Veces, Amperes, RMS, Simétrico | _____ |
| De Tres Veces, Amperes, Pico | _____ |
| De Diez Veces, Amperes, RMS, Simétrico | _____ |
| De Diez Veces, Amperes, Pico | _____ |



Interruptores de Fallas

| | |
|---|-------|
| Corriente Continua, Amperes | _____ |
| Corriente de Supresión de Carga, Amperes | _____ |
| Corriente de Interrupción de Fallas, Ciclo de Operación | |
| De Tres Veces, Amperes, RMS, Simétrico | _____ |
| De Diez Veces, Amperes, RMS, Simétrico | _____ |
| Corriente de Cierre de Fallas, Ciclo de Operación | |
| De Tres Veces, Amperes, RMS, Simétrico | _____ |
| De Tres Veces, Amperes, Pico | _____ |
| De Diez Veces, Amperes, RMS, Simétrico | _____ |
| De Diez Veces, Amperes, Pico | _____ |

TABLA 1. SELECCIÓN DE CAPACIDADES^①

| | | IEC | | | ANSI | | |
|--|---|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| Frecuencia, Hz | | 50 o 60 | | | 50 o 60 | | |
| Corriente de Cortocircuito, Amperes, RMS, Simétricos | | 12 500 | | | 12 500 | | |
| Clase de Tensión, kV | | 12 | 24 | 36 | 15.5 | 27 | 38 |
| Tensión Máxima, kV | | 15.5 | 29 | 38 | 15.5 | 29 | 38 |
| Tensión NBI, kV | | 95 | 125 | 150 | 95 | 125 | 150 |
| Corriente Continua de la Barra Principal, Amperes ^② | | 630 | 630 | 630 | 600 | 600 | 600 |
| Seccionadores Interruptores de Carga Tripolares | Corriente Continua, Amperes | 630 | 630 | 630 | 600 | 600 | 600 |
| | Corriente de Supresión de Carga, Amperes | 630 | 630 | 630 | 600 | 600 | 600 |
| | Corriente de Cierre de Fallas, Ciclo de Operación | | | | | | |
| | De Tres Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 |
| | De Tres Veces, Amperes, Pico | 32 500 | 32 500 | 32 500 | 32 500 | 32 500 | 32 500 |
| | De Diez Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 |
| | De Diez Veces, Amperes, Pico | 32 500 | 32 500 | 32 500 | 32 500 | 32 500 | 32 500 |
| Interruptores de Fallas | Corriente Continua, Amperes | 200● | 200● | 200● | 200● | 200● | 200● |
| | Corriente de Supresión de Carga, Amperes | 200● | 200● | 200● | 200● | 200● | 200● |
| | Corriente de Interrupción de Fallas, Ciclo de Operación | | | | | | |
| | De Tres Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 |
| | De Diez Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 |
| | Corriente de Cierre de Fallas, Ciclo de Operación | | | | | | |
| | De Tres Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 |
| | De Tres Veces, Amperes, Pico | 32 000 | 32 000 | 32 000 | 32 000 | 32 000 | 32 000 |
| | De Diez Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 | 12 500 |
| De Diez Veces, Amperes, Pico | 32 500 | 32 500 | 32 500 | 32 500 | 32 500 | 32 500 | |

| | | IEC | | | ANSI | | |
|--|---|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| Frecuencia, Hz | | 50 o 60 | | | 50 o 60 | | |
| Corriente de Cortocircuito, Amperes, RMS, Simétricos | | 25 000 | | | 25 000 | | |
| Clase de Tensión, kV | | 12 | 24 | 36 | 15.5 | 27 | 38 |
| Tensión Máxima, kV | | 15.5 | 29 | 38 | 15.5 | 29 | 38 |
| Tensión NBI, kV | | 95 | 125 | 150 | 95 | 125 | 150 |
| Corriente Continua de la Barra Principal, Amperes ^② | | 630 | 630 | 630 | 600 | 600 | 600 |
| Seccionadores Interruptores de Carga Tripolares | Corriente Continua, Amperes ^③ | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 |
| | Corriente de Supresión de Carga, Amperes ^③ | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 |
| | Corriente de Cierre de Fallas, Ciclo de Operación | | | | | | |
| | De Tres Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 |
| | De Tres Veces, Amperes, Pico | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 |
| | De Diez Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 16 000 | 16 000 | 16 000 | 16 000 | 16 000 | 16 000 |
| | De Diez Veces, Amperes, Pico | 41 600 | 41 600 | 41 600 | 41 600 | 41 600 | 41 600 |
| Interruptores de Fallas | Corriente Continua, Amperes ^③ | 630 | 630 | 630 | 600 | 600 | 600 |
| | Corriente de Supresión de Carga, Amperes ^③ | 630 | 630 | 630 | 600 | 600 | 600 |
| | Corriente de Interrupción de Fallas, Ciclo de Operación | | | | | | |
| | De Tres Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 |
| | De Diez Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 |
| | Corriente de Cierre de Fallas, Ciclo de Operación | | | | | | |
| | De Tres Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 |
| | De Tres Veces, Amperes, Pico | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 |
| | De Diez Veces, Amperes, RMS, Simétricos | 16 000 | 16 000 | 16 000 | 16 000 | 16 000 | 16 000 |
| De Diez Veces, Amperes, Pico | 41 600 | 41 600 | 41 600 | 41 600 | 41 600 | 41 600 | |

① Las capacidades reales se pueden limitar a valores más bajos por los insertos de boquilla, los codos y los cables que se utilicen en estas unidades. (capacidades de 200 A están disponibles solamente en los modelos con SF₆).

② También hay boquillas con capacidad de 1200 amperes.

③ Hay disponibles capacidades de 900 amperes de interrupción de carga y de fallas.

● Las capacidades son 600 amperes (630 amperes para IEC) continuos y de supresión de carga cuando los interruptores de fallas cuentan con boquillas para 600 amperes.

1.4 Certificación de las Capacidades

- (a) El fabricante del interruptor deberá ser el total y único responsable del desempeño del seccionador interruptor de carga y del interruptor de fallas así como del ensamble integrado completo según sus valores.
- (b) El fabricante deberá proporcionar, a solicitud, la certificación de las capacidades del seccionador interruptor de carga, del interruptor de fallas y del ensamble integrado completo del interruptor que consta de los seccionadores e interruptores de fallas en combinación con el tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado>.

1.5 Cumplimiento de Normas y Códigos

El interruptor deberá apearse o sobrepasar los requerimientos pertinentes de las siguientes normas y códigos:

- (a) Las partes pertinentes de la norma ANSI C57.12.28, que se refieren a la integridad del gabinete para el equipo tipo pedestal
- (b) Las partes pertinentes de las normas IEEE C37.74, IEEE C37.60-2012, IEC 62271-100, IEC 62271-200, e IEEE C37.20.7 las cuales especifican los procedimientos y secuencias de prueba para los seccionadores interruptores de carga, los interruptores de fallas y el ensamble completo del interruptor.

2.0 CONSTRUCCIÓN

2.1 <Aislamiento de Gas—SF₆>

- (a) El gas SF₆ deberá sujetarse a la norma ASTM D2472.
- (b) El interruptor deberá llenarse de gas SF₆ a una presión de 7 psig sobre la presión atmosférica a 68°F (20°C).
- (c) El tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado> deberá ser vaciado antes de llenarlo con gas SF₆ para minimizar la humedad del tanque.
- (d) El interruptor deberá soportar la tensión del sistema a una presión de gas de 0 psig a 68° F (20°C).
- (e) Se deberá proporcionar una válvula para llenado con gas.
- (f) Se deberá proporcionar un indicador de presión termocompensado que tenga codificación por colores para mostrar el margen operativo. El indicador se deberá montar dentro del tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado> (visible a través de una mirilla grande) para proporcionar lecturas de presión coherentes independientemente de la temperatura o la altitud del sitio de instalación.

< Aislamiento de Gas—Mezcla CO₂>

- (a) La Mezcla de CO₂ estará compuesta de CO₂ y gas aislante C4-FN.
- (b) El interruptor será llenado con una mezcla de gas CO₂ a una presión de 14.5 psig a 68°F (20°C).

- (c) El tanque herméticamente sellado será evacuado previo al llenado con el gas mezcla de CO₂ para minimizar la humedad en el tanque.
 - (d) El interruptor deberá resistir una tensión del sistema a una presión de gas de 0 psig a 68° F (20° C).
 - (e) El puerto de llenado de gas será sellado para evitar como estándar, el acceso del campo.
 - (f) Se deberá proporcionar un indicador de presión termocompensado con codificación por colores para mostrar el rango operativo. El indicador se deberá montar dentro del tanque herméticamente sellado (visible a través de una mirilla grande) para proporcionar lecturas de presión consistentes independientemente de la temperatura o la altitud del sitio de la instalación.
- 2.2 Tanque <Hermético al Gas> o <Sellado Herméticamente>
- (a) El tanque deberá ser sumergible y capaz de soportar hasta 10 pies (305 cm) de agua sobre la base.
 - (b) El tanque deberá ser de construcción soldada y estar hecho de acero dulce calibre 7 o acero inoxidable Tipo 304L, según se especifica en la Sección 4.0.
 - (c) Se deberá proporcionar un medio para levantar el tanque.
- 2.3 <Acabado del Tanque Hermético> o Acabado del Tanque <Herméticamente Sellado> (únicamente para acero dulce)
- (a) Para eliminar los aceites y la suciedad, para formar una capa de conversión químicamente y anodinamente neutra para mejorar la adherencia del acabado al metal, y para retardar la propagación de la corrosión infrapelicular, las superficies de acero dulce se deberán someter a un proceso de tratamiento previo que comprende un sistema totalmente automatizado de lavado, enjuagado, fosfatización, sellado, secado y enfriamiento, antes de que se aplique cualquier capa protectora. Utilizando un proceso de pretratamiento automatizado, la superficie del tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado > recibirá un tratamiento consistente exhaustivo, eliminando las fluctuaciones en el tiempo de reacción, la temperatura de reacción y las concentraciones químicas.
 - (b) Después del pretratamiento, deben aplicarse capas protectoras que ayudarán a resistir la corrosión y protegerán las superficies de acero dulce del tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado>. Para determinar la capacidad de resistencia a la corrosión y proteger el acero dulce, muestras de pruebas representativas recubiertas con el sistema de acabado del fabricante deberán pasar de manera satisfactoria las siguientes pruebas:
 - (1) 1500 horas de exposición a la prueba de rocío salino de conformidad con la norma ASTM B 117 con:
 - (i) Que la corrosión infrapelicular no se extienda más de 1/32 de pulgada a partir de la marca de gramil según se evalúe de conformidad con la norma ASTM D 1645, Procedimiento A, Método 2 (raspado)
 - (ii) Que la pérdida de cohesión del metal desnudo no se extienda más de 1/8 de pulgada a partir de la marca de gramil

- (2) 1000 horas de pruebas de humedad de conformidad con la norma ASTM D 4585 utilizando el Gabinete de Humedad de Tipo de Condensación Cleveland sin que haya formación de ampollas según se evalúe de conformidad con la norma ASTM D 714.
- (3) Prueba de adhesión cuadrangular de conformidad con la norma ASTM D 3359 Método B sin detrimento del acabado

Se deberán proporcionar, a solicitud, resúmenes certificados de las pruebas que comprueben las anteriores capacidades.

- (c) Se deberá inspeccionar el acabado para ver si hay rasguñaduras o rayones. Las imperfecciones se deberán retocar a mano para restaurar la integridad protectora del acabado.
- (d) El acabado deberá ser gris claro interior, satisfaciendo así los requerimientos de la Norma Z55.1 de la norma ANSI para el No. 61.

2.4 Mirillas

- (a) Cada seccionador interruptor de carga deberá contar con una mirilla grande de por lo menos 6 pulgadas (152 mm) por 12 pulgadas (305 mm) para permitir la verificación visual de la posición de la cuchilla interruptora (Cerrado, Abierto, y Aterrizado) iluminando las cuchillas con una linterna.
- (b) Cada interruptor de fallas deberá contar con una mirilla grande de por lo menos 6 pulgadas (152 mm) por 12 pulgadas (305 mm) para permitir la verificación visual de la posición de la cuchilla de desconexión (Cerrado, Abierto, y Aterrizado) iluminando las cuchillas con una linterna.
- (c) Las mirillas se deberán ubicar al lado contrario del equipo con respecto a las boquillas de conexión y a las boquillas tipo pozo para que el personal operativo no necesite realizar ninguna operación de rutina en estrecha proximidad con los codos y cables de alta tensión.
- (d) Se deberá proporcionar una tapa para cada mirilla para evitar que el personal operativo vea el destello que puede darse durante las operaciones de seccionamiento

2.5 Barra de Alta Tensión

- (a) La barra y las interconexiones deberán soportar los esfuerzos que se asocian con las corrientes de cortocircuito hasta la máxima capacidad del interruptor.
- (b) Previo a la instalación de la barra de aluminio, primeramente todas las superficies de contacto eléctrico se deberán preparar mediante desgaste a máquina para eliminar cualquier película de óxido. Inmediatamente después de esta operación, las superficies de contacto eléctrico se deberán recubrir con una capa uniforme de antioxidante y sellador.

2.6 Suministros para Puesta a Tierra

- (a) Se proporcionará una zapata de conexión a tierra en el tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado> del interruptor.

- (b) La zapata de conexión a tierra deberá ser de acero inoxidable y soldada al tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado> y contará con una capacidad de cortocircuito igual a la del interruptor.
- (c) Cuando se proporciona un gabinete, se deberá suministrar por lo menos una zapata de tierra para gabinete.

La siguiente característica opcional se deberá especificar como se requiera:

- (d) Se deberá proporcionar una zapata de conexión a tierra por vía.

2.7 Conexiones

- (a) *Para el equipo con capacidad de cortocircuito de 12.5 kA*, las terminales de los seccionadores interruptores de carga deberán tener boquillas para 600 amperes y las terminales de los interruptores de fallas deberán tener receptáculos para boquillas de 200 amperes. (Se proporcionan boquillas tipo pozo de 200 A solamente con los modelos con SF₆).
- (b) *Para el equipo con capacidad de cortocircuito de 25 kA*, las terminales de los seccionadores interruptores de carga y de los interruptores de fallas deberán tener boquillas para 600 o 900 amperes.
- (c) Las boquillas y las boquillas tipo pozo deberán estar localizadas en un lado del equipo para reducir la distancia de operación requerida.

Las siguientes características opcionales se deben especificar según se necesiten:

- (d) Las boquillas con capacidad de 600 o 900 amperes continuos deberán de surtirse sin pernos roscados.

Para el equipo con capacidad sólo de 12.5 kA, las siguientes características opcionales se deben especificar según se necesiten:

- (a) Las terminales de los interruptores de fallas deberán estar equipadas con boquillas para 600.
- (e) Los interruptores seccionadores de carga estarán equipados con boquillas tipo pozo de 200 amperes solamente para los modelos con SF₆.

2.8 Boquillas de conexión y las Boquillas Tipo Pozo

- (a) Las boquillas normales y las boquillas tipo pozo deberán ajustarse a la Norma 386 de las Normas ANSI/IEEE.
- (b) Las boquillas de conexión y las boquillas tipo pozo deberán incluir una capa semiconductor.
- (c) Las boquillas de conexión y las boquillas tipo pozo se deberán montar de tal forma que la capa semiconductor esté solidamente aterrizada al tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado>.

3.0 COMPONENTES BÁSICOS

3.1 Seccionadores Interruptores de Carga

- (a) Los seccionadores interruptores de carga trifásicos accionados en cuadrilla deberán tener una capacidad de cierre de fallas de tres veces y diez veces por ciclo de operación, según se especifica en “Capacidades”. Dicha capacidad define la habilidad de cerrar el seccionador el número de veces designado contra una falla trifásica con corriente asimétrica (pico), en por lo menos una fase igual al valor nominal, con el seccionador todavía operable y capaz de conducir e interrumpir corriente nominal. Se deberán proporcionar, a solicitud, resúmenes certificados de las pruebas que establezcan dichas capacidades.
- (b) El seccionador deberá contar con una posición integral de Aterrizado que se pueda ver fácilmente por la mirilla para eliminar la necesidad del manejo de cables y la exposición a la alta tensión para aterrizar el equipo.
- (c) La posición de aterrizado deberá tener una capacidad de cierre de fallas de tres veces y diez veces por ciclo de operación.
- (d) El seccionador deberá contar con una posición de Abierto que se pueda ver fácilmente por la mirilla para eliminar la necesidad del manejo de cables y la exposición a la alta tensión para establecer un espacio visible.
- (e) Las separaciones abiertas del seccionador deberán ser de un tamaño que permita la comprobación de cables a través de la barra de paso o de la parte posterior del codo.

3.2 Interruptores de Fallas

- (a) Los interruptores de fallas deberán tener una capacidad de cierre de fallas y de interrupción de fallas de tres veces y diez veces por ciclo de operación, según se especifica en “Capacidades”. Dicha capacidad define la habilidad del interruptor de fallas de cerrarse el número de veces designado contra una falla trifásica con corriente asimétrica (pico) en por lo menos una fase igual al valor nominal y disipar la corriente de falla resultante, con el interruptor todavía operable y capaz de conducir e interrumpir corriente nominal. Se deberán proporcionar, a solicitud, resúmenes certificados de las pruebas que establezcan dichas capacidades.
- (b) El interruptor de fallas deberá estar provisto de un desconectador con una posición integral de Aterrizado que se pueda ver fácilmente por la mirilla para eliminar la necesidad del manejo de cables y la exposición a la alta tensión para aterrizar el equipo.
- (c) La posición de aterrizado deberá tener una capacidad de cierre de fallas de tres veces y diez veces por ciclo de operación.
- (d) El desconectador debe estar provisto de una posición de Abierto que se pueda ver fácilmente por la mirilla para evitar la necesidad del manejo de cables y la exposición a la alta tensión para establecer una separación visible.
- (e) El interruptor de fallas, junto con su desconectador de tres posiciones, deberá ser un diseño de una sola pieza integrada, para que la operación entre las posiciones de Abierto y Cerrado o las posiciones de Abierto y Aterrizado se logren con un sólo movimiento intuitivo.

- (f) Las separaciones abiertas del desconectador deberán ser de un tamaño que permita la comprobación de cables a través de la barra de paso o de la parte posterior del codo.
- (g) Se deberá proporcionar un indicador interno para cada interruptor de fallas que muestre cuando esté en la posición de disparo. El indicador debe poderse ver con claridad a través de la mirilla.

3.3 Mecanismos de Operación

- (a) Los seccionadores interruptores de carga y los interruptores de fallas, deberán ser operados mediante un mecanismo de cierre y de acción instantáneos.
- (b) La palanca manual debe suministrar carga al mecanismo de operación para abrir, cerrar y aterrizar los seccionadores y los interruptores de fallas.
- (c) Un único mecanismo de operación integrado, deberá operar totalmente cada interruptor de fallas o seccionador interruptor de carga, en un movimiento continuo, de tal forma que no se necesiten operaciones adicionales para establecer las posiciones de Abierto o de Aterrizado.
- (d) Los mecanismos de operación deberán estar equipados con un selector de operaciones para evitar la operación inadvertida, de la posición de cerrado directamente a la posición de tierra, o bien de la posición de tierra directamente a la posición de cerrado. El selector de operación deberá requerir de un desplazamiento físico a la posición correcta para permitir la siguiente operación.
- (e) Los ejes de operación deberán poderse asegurar con candado en cualquier posición, para evitar la operación.
- (f) El selector de operación deberá poderse asegurar con candado para evitar la operación a la posición de aterrizado.
- (g) El mecanismo de operación deberá indicar la posición del interruptor, la cual deberá poderse ver con claridad desde la posición de operación normal.

3.4 Control de Sobrecorriente

- (a) Se deberá proporcionar un control de sobrecorriente operado por microprocesador, para que inicie la interrupción de fallas.
- (b) Para los interruptores estilo para montaje en bóveda seca y estilo para montaje en pedestal, el control deberá estar montado en un gabinete hermético al agua. Para los interruptores Estilo UnderCover™, sumergible y estilo para montaje en bóveda húmeda, el control deberá estar montado en un gabinete sumergible. El control deberá ser removible en el campo sin poner al equipo fuera de servicio.
- (c) Los ajustes de control deberán ser programables en el campo utilizando una computadora personal conectada vía un puerto de USB al control. El puerto USB deberá ser accesible desde el exterior del gabinete. Todo el software de programación reside en el control y se puede tener acceso por medio de una computadora personal utilizando el navegador de red Microsoft Edge o Firefox. La energización del equipo no deberá ser requerida para ajustar o alterar los ajustes del control.

- (d) La energía y detección del control deberá ser suministrada mediante transformadores de corriente integrales.
- (e) El control deberá presentar curvas características de tiempo-corriente (TCC) incluyendo velocidad E estándar, velocidad K, velocidad T, curva de velocidad de coordinación para derivaciones, curvas de velocidad principal de coordinación y curvas de relevador según la norma IEEE C37.112-2018 y IEC 60255-151:2009. Las curvas de velocidad de coordinación para derivación deberán optimizar la coordinación con las curvas con combinaciones de enlace débil del lado de la carga/respaldo de fusibles limitadores de corriente y las curvas principales deberán de coordinación de velocidad deberán optimizar la coordinación con las curvas de interrupción para derivaciones y los interruptores automáticos del alimentador aguas arriba.
- (f) La curva estándar de velocidad E deberá tener ajustes de sobrecorriente de fase que fluctúen desde 7E hasta 400E. La curva estándar de velocidad K deberá tener ajustes de sobrecorriente de fase que fluctúen desde 8K hasta 200K. La curva de velocidad T deberá tener ajustes de sobrecorriente de fase que fluctúen desde 8T hasta 200T. La curva de coordinación para derivaciones deberá tener ajustes de sobrecorriente de fase y ajustes independientes de sobrecorriente de tierra que fluctúen desde 15 amperes hasta 400 amperes. La curva de coordinación principal deberá tener ajustes de sobrecorriente de fase y ajustes independientes de sobrecorriente de tierra que fluctúen desde 25 amperes hasta 800 amperes.
- (g) Las curvas características de tiempo corriente deberán conformarse con las siguientes normas: IEEE C37.112-2018 IEEE e IEC60255-151:2009 Norma para Ecuaciones de Curvas Características de Tiempo Inverso para Relevadores de Sobrecorriente: Curva Moderadamente Inversa U1 de E.U., Curva Inversa U2 de E.U., Curva Muy Inversa U3 de E.U., Curva Extremadamente Inversa U4 de E.U., Curva Inversa de Corto Tiempo U5 de I.E.C., Curva Clase A (Inversa Estándar) C1, de I.E.C., Curva Clase B (Muy Inversa) C2 de I.E.C. Curva Clase C (Extremadamente Inversa) C3 de I.E.C., Curva Inversa de Largo Tiempo C4 y Curva Inversa de Corto Tiempo C5 de I.E.C.
- (h) El control deberá tener dos ajustes independientes de retardo de tiempo definido ajustables en el campo. (Un ajuste de retardo de tiempo definido puede ser configurado para ser un ajuste de disparo instantáneo si el retardo de tiempo definido es ajustado a 0 milisegundos).
- (i) La corriente mínima de disparo deberá ser de 14 amperes para el interruptor Vista con 660: 1 proporción de transformadores de corriente, y 28 amperes para los modelos con 1320: 1 proporción de transformadores de corriente.
- (j) Los registros de eventos serán fácilmente vistos desde el control utilizando una computadora personal conectada al puerto USB. El registro de eventos deberá capturar los últimos 64 eventos grabados por el control de sobrecorriente.
- (k) El control deberá almacenar la suficiente energía para operar el interruptor de fallas sin afectar la exactitud o la coordinación bajo condiciones de falla.

- 3.5 Indicación Opcional de Tensión (*Especifique una de las siguientes como se requiera*).
- (a) Indicación de tensión
 - (1) Se deberá proporcionar indicación de tensión para cada seccionador interruptor de carga e interruptor de fallas mediante derivaciones capacitivas en las boquillas, para eliminar la necesidad del manejo de cables y la exposición a la alta tensión para comprobar si los cables tienen tensión. Este elemento deberá incluir una pantalla de cristal líquido LCD destellante, para indicar la presencia de tensión en cada fase y un panel solar que surta energía para la comprobación de todo el circuito indicador de tensión.
 - (2) El dispositivo indicador de tensión deberá instalarse en las tapas de las mirillas del lado contrario del equipo, con respecto a las boquillas de conexión y las boquillas tipo pozo, para que el personal operativo no tenga la necesidad de realizar ninguna operación de rutina en estrecha proximidad con los codos y cables de alta tensión.
 - (b) Indicación de tensión con suministros para faseo de baja tensión
 - (1) Se deberá proporcionar indicación de tensión con suministros para faseo de baja tensión, para cada seccionador interruptor de carga e interruptor de fallas, mediante derivaciones capacitivas en las boquillas, para eliminar la necesidad del manejo de cables y la exposición a la alta tensión para comprobar si los cables tienen tensión y para el faseo. Este elemento deberá de incluir una pantalla de cristal líquido LCD destellante, para indicar la presencia de tensión en cada fase y un panel solar que surta energía para la comprobación de todo el circuito indicador de tensión y del circuito de faseo.
 - (2) El dispositivo indicador de tensión deberá instalarse en las tapas de las mirillas del lado contrario del equipo, con respecto a las boquillas y las boquillas tipo pozo, para que el personal operativo no tenga la necesidad de realizar ninguna operación de rutina en estrecha proximidad con los codos y cables de alta tensión.
- 4.0 ESTILOS DE INTERRUPTORES (*Selecione UnderCover™, para montaje en bóveda húmeda, para montaje en bóveda seca o para montaje en pedestal*).
- 4.1 Estilo Sumergible
- (a) El interruptor deberá ser adecuado para instalación a nivel subterráneo.
 - (b) El interruptor deberá poderse operar desde nivel de piso, sin que haya exposición a cables de alta tensión.
 - (c) El personal operativo deberá poder verificar las posiciones (Abierto, Cerrado y Aterrizado) de los seccionadores interruptores de carga y los interruptores de fallas estando el operador de pie.

- (d) El tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado> deberá estar hecho de acero inoxidable Tipo 304L, para evitar la corrosión causada por condiciones ambientales extremadamente duras.
- (e) El tanque deberá estar diseñado para uso en pozos eléctricos subsuperficiales típicos y bóvedas que están sujetas a inundaciones ocasionales a una altura máxima de 10 pies (3 m) encima de la base del tanque. El agua en estas bóvedas puede contener también niveles típicos de contaminantes como sal, fertilizantes, aceite de motor y solventes de limpieza. Medio ambientes extremos como las aguas sujetas a mareas, la inmersión continua, las altas concentraciones de ciertos contaminantes o niveles inusuales bajos o altos de pH deberán ser evaluados sobre una base de caso por caso.
- (f) *Para equipos con capacidad de 12.5 kA de cortocircuito*, el interruptor deberá conformarse para o exceder los requerimientos de las porciones aplicables del IEC 62271-200, que cubre la resistencia al arqueo, hasta 12.5 kA para 15 ciclos.
- (g) *Para equipos con capacidad de 25 kA de cortocircuito*, el interruptor deberá conformarse para o exceder los requerimientos de las porciones del IEC 62271-200, que cubre la resistencia al arqueo, hasta 25 kA para 15 ciclos.

4.2 Estilo para Montaje en Bóveda Húmeda

- (a) El interruptor deberá ser adecuado para su instalación en una bóveda.
- (b) Para protegerlo de la corrosión debida a condiciones ambientales extremadamente duras, el tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado> será fabricado en acero inoxidable Tipo 304L.
- (c) El tanque deberá estar diseñado para uso en pozos eléctricos subsuperficiales típicos y bóvedas que están sujetas a inundaciones ocasionales a una altura máxima de 10 pies (3 m) encima de la base del tanque. El agua en estas bóvedas puede contener también niveles típicos de contaminantes como la sal, fertilizantes, aceite de motor y solventes de limpieza. Medio ambientes extremos como las aguas sujetas a mareas, inmersión continua, altas concentraciones de ciertos contaminantes o niveles inusuales bajos o altos de pH deberán ser evaluados sobre una base de caso por caso.

Las siguientes características opcionales se deberán especificar según se requiera:

- (d) *Para equipos con capacidad de 12.5 kA de cortocircuito*, el equipo deberá conformarse para o exceder los requerimientos de las porciones aplicables del IEC 62271-200, que cubre la resistencia al arqueo, hasta 12.5 kA para 15 ciclos.
- (e) *Para equipos con capacidad de 25 kA de cortocircuito*, el equipo deberá conformarse para o exceder los requerimientos de las porciones del IEC 62271-200, que cubre la resistencia al arqueo, hasta 25 kA para 15 ciclos.

4.3 Estilo para Montaje en Bóveda Seca

- (a) El interruptor deberá ser adecuado para su instalación en una bóveda.
- (b) El tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado> deberá estar hecho de acero dulce calibre 7.

Las siguientes características opcionales se deberán especificar según se requiera:

- (c) El tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado> deberá estar hecho de acero inoxidable Tipo 304L para evitar la corrosión causada por condiciones ambientales extremadamente duras.
- (d) *Para equipos con capacidad de 12.5 kA de cortocircuito*, el interruptor deberá conformarse para o exceder los requerimientos de las porciones aplicables del IEC 62271-200, que cubre la resistencia al arqueo, hasta 12.5 kA para 15 ciclos.
- (e) *Para equipos con capacidad de 25 kA de cortocircuito*, el interruptor deberá conformarse para o exceder los requerimientos de las porciones aplicables del IEC 62271-200, que cubre la resistencia al arqueo, hasta 25 kA para 15 ciclos.

4.4 Estilo para Montaje en Pedestal

- (a) El tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado> deberá estar hecho de acero dulce calibre 7.

La siguiente característica opcional se debe especificar según se necesite:

- (b) El tanque <hermético al gas> o <herméticamente sellado> deberá estar hecho de acero inoxidable Tipo 304L, para evitar la corrosión causada por condiciones ambientales extremadamente duras.
- (c) *Para equipos con capacidad de 12.5 kA de cortocircuito*, el equipo deberá conformarse para o exceder los requerimientos de las porciones aplicables del IEC 62271-200, que cubre la resistencia al arqueo, hasta 12.5 kA para 15 ciclos.
- (d) *Para equipos con capacidad de 25 kA de cortocircuito*, el equipo deberá conformarse para o exceder los requerimientos de las porciones aplicables del IEC 62271-200, que cubre la resistencia al arqueo, hasta 25 kA para 15 ciclos.
- (e) Gabinete
 - (1) El interruptor deberá estar provisto con un gabinete montado en pedestal, que sea adecuado para la instalación del equipo sobre una placa de concreto.
 - (2) El gabinete montado en pedestal deberá poderse separar del interruptor, para permitir un libre acceso a las boquillas de conexión y las boquillas tipo pozo, para las terminales de los cables.
 - (3) El material básico deberá ser de lámina de acero enrollada en caliente, decapada y aceitada de calibre 14.
 - (4) El gabinete deberá estar provisto de paneles frontales y traseros removibles y secciones con cubiertas abisagradas que se puedan levantar hacia arriba, para el acceso a los compartimientos de operación y terminales. Cada una de las cubiertas deberá tener una aldaba para mantenerlas en posición Abierta.

- (5) Las cubiertas con bisagra alzables deberán superponerse a los paneles y deberán tener suministros para asegurarse con candado, que incluyan un medio para proteger a la argolla del candado de la manipulación inexperta.
- (6) La base deberá estar constituida de bordes continuos de 90 grados, doblados hacia adentro y soldadas por las esquinas, para atornillarse a la placa de concreto.
- (7) Las aberturas de los paneles deberán tener bordes de 90 grados, mirando hacia afuera, que darán fuerza y rigidez, así como una superposición profunda, entre los paneles y las aberturas de los paneles para evitar la entrada de agua.
- (8) Para las boquillas de conexión con capacidad de 600 amperes continuos, el compartimiento de terminales deberá tener una profundidad adecuada para alojar pararrayos encapsulados que se instalan en codos de 600 amperes teniendo interfases de 200 amperes. (Se proporcionan boquillas tipo pozo de 200 A solamente con los modelos con SF₆).
- (9) Para las boquillas tipo pozo con capacidad de 200 amperes continuos, el compartimiento de terminales deberá ser de una profundidad adecuada para alojar codos de 200 amperes instalados en insertos pasantes. (Se proporcionan boquillas tipo pozo de 200 A solamente con los modelos con SF₆).
- (10) Se deberá proporcionar un porta manuales de instrucciones.
- (11) Se deberán proporcionar orejas de izamiento no removibles.

La siguiente característica opcional se debe especificar según se necesite:

- (12) Todo el exterior del gabinete deberá estar hecho de acero inoxidable Tipo 304, para evitar la corrosión causada por condiciones ambientales extremadamente duras.
- (f) Acabado del Gabinete
- (1) Todas las costuras exteriores soldadas deberán estar rellenas y pulidas para una apariencia impecable.
 - (2) Para eliminar aceites y suciedad, para formar una capa de conversión química y anódicamente neutra que mejore la adherencia al acabado del metal; y para retrasar la propagación de la corrosión infrapelicular, todas las superficies deberán someterse a un proceso minucioso de tratamiento previo que comprenda un sistema totalmente automático de lavado, enjuague, fosfatización, sellado, secado y enfriamiento, antes de que se aplique cualquier capa (s) protectora. Al utilizar un proceso automatizado de tratamiento previo, el gabinete deberá recibir un tratamiento minucioso sumamente uniforme, eliminando así las fluctuaciones del tiempo de reacción, la temperatura de reacción y las concentraciones químicas.

- (3) Después del tratamiento previo, se deberán aplicar capas protectoras que deberán ayudar a resistir la corrosión y a proteger el gabinete de acero. Para determinar la capacidad de resistir la corrosión y de proteger el gabinete, muestras de pruebas representativas recubiertas con el sistema de acabado del fabricante deberán pasar de manera satisfactoria las siguientes pruebas:
- (i) 4000 horas de exposición a la prueba de rocío salino según la norma ASTM B 117 y que:
 - a. La corrosión infrapelicular no se extienda más de $\frac{1}{32}$ de pulgada (0.79 mm) a partir de la marca de gramil según se evalúe de conformidad por la norma ASTM D 1645, Procedimiento A, Método 2 (raspado); y
 - b. La pérdida de adhesión del metal desnudo no se extienda más de $\frac{1}{8}$ de pulgada (0.32 mm) a partir de la punta de gramil.
 - (ii) 1000 horas de prueba de humedad según la norma ASTM D 4585 utilizando el Gabinete de Humedad de Tipo Condensación Cleveland, sin que haya formación de ampollas según se evalúe de conformidad con la norma ASTM D 714.
 - (iii) 500 horas de pruebas de intemperización acelerada según la norma ASTM G 53 utilizando la lámpara UVB-313 sin que haya agrietamientos según se evalúe de conformidad con la norma ASTM D 659, y no más de un 10% de reducción del brillo según se evalúe de conformidad con la norma ASTM D 523.
 - (iv) La prueba de adhesión cuadrangular de conformidad con la norma ASTM D 3359 Método B sin pérdida del acabado.
 - (v) La prueba de adhesión por impacto de 160 libras por pulgada (18 Nm), de conformidad con la norma ASTM D 2794 sin que haya despostilladuras o fisuras.
 - (vi) 3000 ciclos en la prueba de abrasión según la norma ASTM 4060 sin que haya penetración al sustrato.

Se deberán proporcionar, a solicitud, resúmenes certificados de las pruebas que comprueben las anteriores capacidades.

- (4) Se deberá inspeccionar el acabado para ver si hay desgaste y raspaduras. Las imperfecciones se deberán retocar a mano para restaurar la integridad protectora del acabado.
- (5) El acabado deberá ser de color verde oliva, Munsell 7GY 3.29/1.5.

La siguiente característica opcional se debe especificar según se necesite:

- (6) El acabado deberá ser de color gris claro para exteriores, satisfaciendo así la Norma ANSI Z55.1 para el No. 70.

5.0 ETIQUETAS

5.1 Letreros de Riesgo-Alerta

- (a) El exterior del gabinete tipo pedestal (si viene incluido) deberá estar provisto de letreros de “Advertencia—No Acercarse—Tensión Peligrosa al Interior—Puede dar Descargas, Quemar o Provocar la Muerte”.
- (b) Cada unidad de interruptor deberá contar con un letrero de “Peligro—Tensión Peligrosa—El no Seguir Estas Instrucciones Podría Provocar Descargas, Quemaduras o la Muerte”. Además, el texto deberá indicar, que el personal operativo debe conocer y obedecer las reglas de trabajo del patrón, conocer los riesgos asociados y utilizar el equipo de protección y las herramientas adecuadas para laborar con este equipo.
- (c) Cada unidad de interruptor deberá contar con letrero de “Peligro—No Acercarse—Tensión Peligrosa—Puede Provocar Descargas, Quemaduras o la Muerte”.

5.2 Rótulos, Etiquetas con las Capacidades y Diagramas de Conexión

- (a) Cada unidad de interruptor deberá contar con un rótulo que indique el nombre del fabricante, el número de catálogo, el número de modelo, la fecha de fabricación y el número de serie.
- (b) Cada unidad de interruptor deberá ser proporcionada con una etiqueta de capacidades indicando lo siguiente: capacidad de tensión; capacidad de corriente continua de la barra principal; capacidad de cortocircuito; capacidad de interrupción de fallas, incluyendo interrupción y ciclo de operación de cierre de fallas; capacidades de carga del interruptor seccionador, incluyendo el ciclo de operación de cierre de fallas y la corta duración.

6.0 ACCESORIOS (*Especifíquese según sea necesario*).

- 6.1 Se deberá incluir un adaptador de cable USB para conectar un control de sobrecorrientes a una computadora personal proporcionada por el usuario.

7.0 SERVICIOS ANALÍTICOS

Los siguientes servicios analíticos se deberán especificar según se requiera:

7.1 Análisis de Cortocircuito

- (a) El fabricante deberá proporcionar un análisis de cortocircuito para determinar las corrientes que fluyen en el sistema eléctrico bajo condiciones de falla. Ya que la expansión de un sistema eléctrico puede resultar en una corriente de cortocircuito incrementada disponible, las capacidades momentáneas y de interrupción de equipos nuevos o ya existentes en el sistema deberán ser verificadas para determinar si el equipo puede resistir la energía de cortocircuito. Las contribuciones de fallas de las fuentes de la compañía eléctrica, los motores y los generadores deberán ser tomados en consideración. Si aplica, los resultados de los análisis deberán ser utilizados para coordinar los dispositivos de protección de sobrecorriente y preparar un análisis de peligrosidad de un arco eléctrico del sistema.

- (b) Los datos utilizados en el análisis de cortocircuito se deberán presentar en formato tabular y deberán incluir la siguiente información:
 - (1) Identificaciones del equipo
 - (2) Capacidades del equipos
 - (3) Dispositivos de protección
 - (4) Tensiones de operación
 - (5) Corrientes de cortocircuito calculadas
 - (6) Proporciones de X/R
- (c) Deberá ser preparado un modelo de diagrama unifilar del sistema y deberá incluir la siguiente información:
 - (1) Identificación de cada barra
 - (2) Tensión de cada barra
 - (3) Máxima corriente de falla disponible, en kA simétricos, en el lado de la fuente de la compañía eléctrica del alimentador de entrada o del primer dispositivo aguas arriba
 - (4) Datos para cada transformador
 - (i) Capacidades trifásicas en kVA
 - (ii) Porcentaje de impedancia
 - (iii) Aumento de temperatura, 65°C (149°F) y 55/65 °C (137°F/149°F)
 - (iv) Tensión primaria
 - (v) Conexión primaria
 - (vi) Tensión secundaria
 - (vii) Conexión secundaria
 - (viii) Proporción de X/R
 - (ix) Ajustes de la derivación y ajustes disponibles
- (d) El fabricante deberá utilizar un software basado en PC comercialmente disponible como el Power System Analysis Framework (PSAF—Fault) del CyME International, el CYMDIST, y / o las SKM Power Tools® para Windows con el Módulo PTW Dapper para calcular las corrientes de falla trifásicas, fase a fase y fase a tierra en ubicaciones relevantes en el sistema eléctrico de acuerdo con las Normas ANSI C37.010, C37.5 y C37.13. Si aplica, deberá practicarse un análisis ANSI del ciclo de cierre y enganche para calcular las corrientes máximas en seguida de la inepción de una falla.

7.2 Análisis de Coordinación del Dispositivo de Protección de Sobrecorriente

- (a) El fabricante proporcionará un análisis de coordinación del dispositivo de protección de sobrecorriente para verificar que el equipo eléctrico está protegido contra daño por corrientes de cortocircuito. Los resultados de los análisis serán utilizados para seleccionar apropiadamente los dispositivos de protección de capacidad nominal y los ajustes que minimizan el impacto de los cortocircuitos en el sistema eléctrico, por medio del aislamiento de fallas lo más rápido posible mientras se mantiene la energía en el resto del sistema.
- (b) Conforme aplique, el análisis tomará en cuenta los ajustes de precarga y la temperatura ambiente para fundir las curvas de mínima fusión, la corriente de entrada magnetizante del transformador, la corriente de carga total, el arranque de carga en frío y el arranque de carga en caliente, la coordinación de los intervalos de tiempo para los dispositivos de protección conectados en series y el tipo de reconectores y sus secuencias de reconexión. Las curvas de arranque del motor del rotor bloqueado y las curvas de daño térmico y mecánico serán trazadas con las curvas características de tiempo corriente del dispositivo de protección, conforme aplique.
- (c) Las corrientes de falla diferidas por unidad en los lados primario y secundario de los transformadores (atribuibles a las conexiones de bobinado) serán tomadas en consideración al determinar las capacidades o ajustes requeridos de los dispositivos de protección.
- (d) La separación de tiempo entre los dispositivos de protección conectados en series, incluyendo el dispositivo aguas arriba (del lado de la fuente) y el dispositivo más grande aguas abajo (del lado de la carga), deberá ser gráficamente ilustrada en papel logarítmico de tamaño estándar. Las características de tiempo corriente de cada dispositivo de protección serán trazadas de tal forma que todos los dispositivos aguas arriba sean descritos en una hoja.
- (e) El fabricante proporcionará las curvas de coordinación indicando las capacidades o ajustes requeridos de los dispositivos de protección para demostrar, en la medida de lo posible, la coordinación selectiva. La siguiente información será presentada en cada curva de coordinación, conforme aplique:
 - (1) Identificaciones de los dispositivos
 - (2) Las proporciones de tensión y corriente
 - (3) Las curvas de duración de la resistencia del transformador a las fallas directas
 - (4) La fusión mínima, ajustada y las curvas de despeje total del fusible
 - (5) Las curvas de daño de cables
 - (6) Los puntos de entrada de corriente magnetizante del transformador
 - (7) La corriente de falla máxima disponible, en kA simétricos, en el lado de la fuente del alimentador de entrada en la compañía eléctrica o en el primer dispositivo aguas arriba
 - (8) Un diagrama unifilar del ramal del alimentador en estudio

- (9) Una tabla que resuma las capacidades o ajustes de los dispositivos de protección incluyendo:
 - (i) La identificación del dispositivo
 - (ii) Las proporciones transformador-corriente del relevador y los ajustes de la derivación, del selector de tiempo y de la activación instantánea
 - (iii) Las capacidades del sensor del interruptor de circuito; los ajustes de larga duración, de corta duración e instantáneos; y las bandas de tiempo
 - (iv) Tipo de fusible y capacidad
 - (v) Activación y tiempo de retardo de la falla a tierra
- (f) El fabricante utilizará un software basado en PC comercialmente disponible como el CyMTCC del CyME International, y / o los SKM Captor para crear las curvas características de tiempo corriente para todos los dispositivos de protección en cada alimentador.
- (g) Como sea aplicable, una evaluación técnica será preparada para las áreas del sistema eléctrico con una inadecuada coordinación de sobrecorriente del dispositivo de protección, con recomendaciones para mejorar la coordinación.

7.3 Análisis de Riesgo de Arco Eléctrico

- (a) El fabricante proporcionará un análisis de riesgo de arco eléctrico para verificar que el equipo eléctrico en el sistema es “eléctricamente seguro” para que el personal trabaje en el mientras está energizado. Un arco eléctrico es un flameo de corriente eléctrica en el aire de un conductor de fase a otro conductor de fase, o de un conductor de fase a tierra que puede calentar el aire hasta 35,000°F (19,427°C). Puede vaporizar el metal y causar quemaduras severas a los trabajadores sin protección por la exposición directa al calor y la ignición de la ropa inapropiada. Y la ráfaga de arco resultante de la liberación de la energía radiante concentrada puede dañar la audición y puede derribar al personal causándole lesiones traumáticas.
- (b) El análisis de riesgo de arco eléctrico deberá incluir lo siguiente:
 - (1) La identificación de la ubicación de los equipos dónde se requiera un análisis de riesgo de arco eléctrico.
 - (2) La recopilación de los datos pertinentes en cada ubicación del equipo incluyendo:
 - (i) Las capacidades en kVA del transformador incluyendo la tensión, la corriente, el porcentaje de impedancia, la proporción del devanado y la proporción de X/R además de las conexiones de cables
 - (ii) Las capacidades del dispositivo de protección incluyendo la corriente, las características de tiempo corriente, los ajustes y los retardos de tiempo
 - (iii) Los datos del interruptor incluyendo el espaciado de fase del conductor, el tipo de conexión a tierra y las distancias de trabajo apropiadas
 - (3) La preparación de un modelo de diagrama unifilar del sistema.

- (4) La preparación de un estudio de cortocircuito para determinar la corriente de falla franca trifásica en cada ubicación.
- (5) Preparación de cálculos de arco eléctrico de acuerdo con las Normas NFPA 70E e IEEE 1584, incluyendo:
 - (i) El cálculo de la corriente de arco de acuerdo con las guías aplicables
 - (ii) La determinación de los tiempos de despeje total del dispositivo de protección con base en las características de tiempo corriente
 - (iii) Cálculo del nivel de energía del incidente de arco eléctrico con base en los tiempos de despeje total del dispositivo de protección y la distancia de trabajo apropiada
- (6) La determinación del equipo de protección personal apropiado de acuerdo con los niveles de riesgo definidos en la NFPA 70E.
- (7) El cálculo de la distancia límite de protección de arco eléctrico.
- (8) La documentación de los resultados del análisis incluyendo:
 - (i) La preparación de un reporte escrito
 - (ii) La preparación de diagramas unifilares
 - (iii) La preparación de etiquetas de peligro de arco eléctrico para ser pegadas al equipo
- (9) El fabricante utilizará un software basado en PC comercialmente disponible como el módulo de arco eléctrico en SKM Power Tools® para Windows para calcular los niveles de categoría de energía del incidente de acuerdo con la Norma IEEE 1584.

7.4 Visitas al Sitio de Servicios Analíticos

- (a) El fabricante llevará a cabo una visita al sitio para recolectar:
 - (1) Las capacidades del transformador incluyendo la tensión, la corriente, la energía, el porcentaje de impedancia, la proporción del devanado y la proporción de X/R, además de las conexiones de cables
 - (2) Las capacidades del dispositivo de protección incluyendo la corriente, las características de tiempo corriente, los ajustes y los retardos de tiempo
 - (3) Los datos del interruptor incluyendo el espaciado de fase del conductor, el tipo de conexión a tierra y las distancias de trabajo apropiadas